

Научно-методический подход к разработке проектов опытно-промышленных испытаний открытой разработки месторождений

М.В. Рыльникова¹✉, Д.Н. Олейник², А.М. Файсханов³

¹ Институт проблем комплексного освоения недр им. академика Н.В. Мельникова Российской академии наук, г. Москва, Российская Федерация

² Федеральное агентство по недропользованию (Роснедра) г. Москва, Российская Федерация

³ АО «Гипроцветмет», г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

✉ rylnikova@mail.ru

Резюме: Методология проектирования опытно-промышленных испытаний открытой разработки месторождений является сложной и недостаточно разработанной в теории и практике проектирования горнотехнических систем, в которой, как правило, не учитываются горнотехнические и горно-геологические особенности месторождений. Комплексная разработка месторождений полезных ископаемых требует новых методов проектирования карьеров. Теоретическое обоснование и разработка методов определения оптимальных параметров и показателей карьеров в ходе проектирования опытно-промышленных испытаний с установлением масштабов, сроков, задач и условий испытаний являются актуальной исследовательской проблемой. Авторами исследования выполнена систематизация направлений исследований по развитию основ проектирования опытно-промышленных испытаний открытой геотехнологии. Уровень геологических погрешностей при недостаточно достоверной разведке ведет к снижению ожидаемых технико-экономических показателей проекта горнодобывающих предприятий от 5–20% до кратных значений. При недостаточности информации о месторождении подготавливаются проекты опытно-промышленных испытаний. Это делается с целью получения дополнительных исходных данных для подготовки технико-экономического обоснования постоянных кондиций или на стадии разработки месторождения для проверки созданных технологий и средств их механизации, чтобы в процессе эксплуатации месторождения избежать пересмотра параметров системы разработки из-за несоответствия геомеханических и гидрогеологических представлений, приведенных в материалах детальной разведки, реальным условиям.

Ключевые слова: разработка проекта опытно-промышленных работ, проектирование опытно-промышленных испытаний, недостаточность информации о месторождении

Для цитирования: Рыльникова М.В., Олейник Д.Н., Файсханов А.М. Научно-методический подход к разработке проектов опытно-промышленных испытаний открытой разработки месторождений. *Горная промышленность*. 2024;(3):112–117. <https://doi.org/10.30686/1609-9192-2024-3-112-117>

Scientific and methodological approach to the development of pilot testing projects for open-pit mining

M.V. Rylnikova¹, D.N. Oleinik², A.M. Fayskhanov³✉

¹ Institute of Comprehensive Exploitation of Mineral Resources Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation

² Federal Agency for Subsurface Use (Rosnedra), Moscow, Russian Federation

³ Giprotsvetmet JSC, St. Petersburg, Russian Federation

✉ rylnikova@mail.ru

Abstract: Methodology of designing pilot tests in open-pit mining is a complex and insufficiently developed issue in the theory and practice of designing mining systems, which, as a rule, fails to take into account the mining and geological features of the deposits. The complex development of mineral deposits requires new methods of open-pit designing. Thus, the theoretical justification and development of the methods to determine the optimal parameters and indicators of open-pits during the design of pilot tests with the establishment of scales, deadlines, tasks and test conditions is an urgent research problem. The authors of the study have systematized the research trends in developing the basis for designing pilot tests in open-pit geotechnology. The

level of geological inaccuracies in case of insufficiently reliable prospecting results leads to a decrease in the expected technical and economic indicators of the mining project ranging from 5-20% to several folds. When information on the deposit is insufficient, pilot test projects are prepared. This is done in order to obtain additional input data for preparation of the feasibility study of permanent conditions or at the stage of the field development to verify the created technologies and means of their mechanisation in order to avoid revision of the mining system parameters in the course of the field operations due to discrepancies between the geomechanical and hydrogeological representations given in the detailed exploration materials and the real conditions.

Keywords: development of a pilot project, design of pilot tests, insufficient information on the deposit

For citation: Rylnikova M.V., Oleinik D.N., Fayskhanov A.M. Scientific and methodological approach to the development of pilot testing projects for open-pit mining. *Russian Mining Industry*. 2024;(3):112–117. (In Russ.) <https://doi.org/10.30686/1609-9192-2024-3-112-117>

Введение

За последние десятилетия существенно изменились горнотехнические, геомеханические и природно-климатические условия открытой разработки месторождений твердых полезных ископаемых, произошло кардинальное техническое перевооружение открытых горных работ, усовершенствован ряд существующих и предложены новые геотехнологии с высокими вскрышными уступами, искусственными бермами, применением циклично-поточной технологии в транспортной системе карьера, интеллектуального горнотранспортного оборудования, интеллектуальных систем мониторинга, работающих в безлюдном режиме реального времени [1–3]. Рост глубины разработки, уменьшение среднего содержания полезных компонентов в добываемом сырье, опережающий рост извлекаемых из недр объемов горной массы по сравнению с ростом объемов конечной товарной продукции объективно вызывают увеличение затрат на добычу и переработку минерального сырья, что может быть компенсировано только повышением комплексности использования минеральных ресурсов, увеличением коэффициента извлечения полезных ископаемых из недр и попутных компонентов из вещества при обогащении на основе создания и применения инновационных технологий горного производства по мере углубки горных работ.

Неопределенность в изученности месторождения, риски и последствия

Как показывает анализ опыта разработки месторождений полезных ископаемых различного вида минерального сырья, уровень геологических погрешностей при недостаточно достоверной разведке ведет к снижению ожидаемых технико-экономических показателей проекта горнодобывающих предприятий от 5–20% до кратных значений. Так, крупные убытки понесли золоторудные предприятия России из-за несовпадения ожидаемого среднего содержания металла в руде, неподтверждения запасов, снижения цен и мировых санкций на сырьевом рынке [4].

В ходе своего развития горнотехническая система самоуничтожает те базовые условия, на которые была запроецирована: неизбежно в ходе эксплуатации месторождения истощаются балансовые запасы, динамично изменяются под техногенным воздействием геомеханические, геологические, гидрогеологические состояния и свойства системы в условиях высокой непредсказуемо-

сти изменения характеристик и экономического минерально-ресурсного потенциала [5; 6].

Недостаточность знаний о месторождении подразумевает неопределенность, следствием которой является риск, повлекший за собой недостижение проектных показателей [7; 8]. Геологический риск, связанный с геологической неопределенностью, т.е. с ограниченностью (неполнотой, неоднозначностью) геологической информации – риск обеспеченности горного предприятия запасами полезных ископаемых соответствующего качества в объеме не ниже заданного в проекте уровня. Несовпадение прогнозируемых условий с реальными, с пространственным расположением залежи, а также неподтверждение ее геологического строения могут повлечь за собой последствия в виде выбора неоптимальных условий отработки месторождения или столкновения с опасными геомеханическими процессами. В то же время именно геологические риски оказывают влияние на качество исходных данных горного проекта, вместе с этим частично определяя и величину горных и технологических рисков [9].

В результате анализа существующих подходов к проектированию карьеров в условиях неопределенности исходных данных установлено, что применяемые методы проектирования недостаточно учитывают риски, что влечет за собой принятие и реализацию неэффективных проектных решений. В настоящее время нормативно-правовые акты, регламентирующие отношения по подготовке проектной документации в сфере недропользования, относятся к одной из областей отечественного законодательства, которая еще не приобрела окончательной формы и подлежит дальнейшему развитию и совершенствованию. Оценка ранее выполненных работ и современных научных исследований в области проектирования опытно-промышленных испытаний (ОПИ) открытой геотехнологии свидетельствует, что широкому внедрению ОПИ препятствует отсутствие апробированных методов проектирования ОПИ с систематизацией проектных решений по масштабам, срокам реализации, задачам и условиям проведения испытаний, объему исходной и результирующей информации.

В ходе анализа работ известных ученых в сфере проектирования открытой геотехнологии проведена систематизация основных направлений технологических решений (табл. 1), позволившая определить перспективы развития научно-методических основ разработки проектов на опытно-промышленные работы.

Таблица 1
Систематизация направлений исследований по развитию основ проектирования опытно-промышленных испытаний открытой геотехнологии

Table 1
Systematization of the research trends in developing the basis for designing pilot tests in open-pit geotechnology

Авторы	Направление научных исследований	Полученные решения
А.И. Арсентьев	Обоснование методов проектирования карьеров, принципов определения направления развития горных работ	Предложено ввести в расчеты и показатели оценку риска принимаемых решений, установлены законы формирования рабочего пространства
О.В. Шпанский	Развитие основ горно-геометрического моделирования карьеров при проектировании разработки крутопадающих месторождений	Предложен метод совместного определения развития возможной по горнотехническим факторам производительности карьера по полезному ископаемому и горной массе в научно обоснованной области варьируемых параметров, обеспечивающий возможность построения положений горных работ и их совмещенных планов в соответствии с установленным развитием производительности
Г.А. Холодняков	Обоснованы современные концепции теории проектирования карьеров с учетом комплексности полезных ископаемых и их месторождений	Предложены методы определения основных параметров карьеров, разрабатывающих комплексные месторождения полезных ископаемых
Г.В. Секисов В.С. Алексеев	Методические основы проектирования основных параметров карьеров и режима горных работ	Описаны условия, при которых определяется проектная производительность карьера, уточнен комплекс основных факторов, предопределяющих установление проектируемой горной технологии
Г.Л. Краснянский К.Н. Трубецкой В.В. Хронин	Современные экономические аспекты проектирования, разработка ТЭО инвестиций и методы геолого-промышленной оценки месторождений	Системотехнический подход к методам определения углов наклона бортов, уступов, их высоты и ширины рабочей площадки, глубины и границ, производительности карьера
С.И. Фомин	Обоснование методов оценки эффективности проектных решений при строительстве рудных карьеров	Доказана целесообразность независимо от стадии проектирования карьеров создания и перманентного поддержания базы данных по рынкам рассматриваемых видов минерального сырья, финансовым рынкам, по технико-экономическим показателям карьеров-аналогов, установлены аналитические зависимости для определения надежности работы горнотехнической системы – карьер для простых и комплексных месторождений
Ю.В. Терехина	Оптимизация главных параметров малых карьеров на стадии предпроектной оценки решений	Предложена экспресс-методика комплексной оптимизации параметров малых карьеров на предпроектной стадии оценки, реализующая линейную стратегию принятия решений
И. А. Пыталев	Обоснование выбора режима горных работ при проектировании горнотехнической системы открытой разработки крутопадающего месторождения для обеспечения ее развития с совокупным использованием природных и техногенных георесурсов	Предложена методика обоснования условий устойчивого развития горнотехнической системы, включающая определение ценности формируемых техногенных георесурсов в зависимости от их вида, вместимости, характеристик, объема горных пород, позволяющая на разных этапах освоения месторождений определить очередность вовлечения в разработку отдельных участков для заблаговременного развития работ на участках с требуемыми физико-механическими свойствами горных пород и потребительскими характеристиками формируемых техногенных георесурсов
В.В. Иванов	Обоснование, разработка и корректировка методов определения оптимальных параметров и показателей открытой разработки с учетом горнотехнических особенностей месторождений для повышения эффективности и достоверности проектных решений	Предложены технологические решения по рациональному использованию минерального сырья и снижению потерь полезного ископаемого при проектировании открытой разработки сложноструктурных карбонатных
М.В. Рыльникова, А.И. Перепелицын, О.В. Зотеев, И.Л. Никифорова	Совершенствование нормативно-технического регулирования открытой разработки месторождений твердых полезных ископаемых при проектировании и обеспечении внедрения инновационных технологий	Подготовлены федеральные нормы и правила, учитывающие инновационную направленность геотехнологий, возможность применения детерминированных и вероятностных методов, современных средств контроля и мониторинга геомеханического состояния массива и методов оценки и управления устойчивостью
Д.Б. Мареев	Обоснование и разработка метода оценки информационного риска при реализации проектной производительности карьера	Предложена методика количественной оценки риска при реализации проектной производительности карьера с учетом неопределенности исходной горно-геологической и технико-экономической информации

А.С. Семенов	Обоснование методов оценки и управления проектным риском, учитывающих фактор времени и стохастический характер исходных данных	Выявлена степень влияния параметров и показателей на производительность карьера: высокая – скорость понижения добычных работ, высота уступа, длина экскаваторного блока; средняя – угол откоса борта карьера, угол углубки; низкая – ширина рабочей площадки
Д.В. Пасынков	Создание методов определения граничных показателей карьеров для оценки целесообразности разработки рудного месторождения на предварительной стадии проектирования	Предложена методика определения оптимальной производительности группы карьеров при совместной открытой разработке участков рудного месторождения и общей обогатительной фабрике на предварительной стадии проектирования
В.Л. Яковлев	Обоснование методологического подхода к решению проблем освоения недр на принципах системности, комплексности и инновационной направленности с учетом проектирования освоения новых месторождений, планирования и управления технологическими процессами на действующих горнодобывающих предприятиях	Разработан подход к исследованию, проектированию и планированию горных работ, схем вскрытия и систем разработки, формированию транспортных систем карьеров с учетом роста их глубины. Предложены методика и блочные модели рудных тел для подсчета запасов, обоснования кондиций, проектирования и планирования горных работ
М.В. Рыльникова	Условия и принципы устойчивого развития горнодобывающих предприятий в период повышенных рисков и внешних вызовов	Предложены подходы к обеспечению устойчивости развития ГТС путем формирования рациональной структуры горнотехнической системы, введения дополнительных инновационных процессов добычи и глубокой переработки минерального сырья, обоснования параметров процессов с учетом закономерностей совокупного взаимодействия всех вышеперечисленных факторов при проектировании и эксплуатации горнотехнических систем
Nelson Morales, Sebastian Seguel, Alejandro Caceres, Enrique Jelvez, Maximiliano Alarcón	Изучение геологической неопределенности в долгосрочной перспективе планирования открытых горных работ	Разработана методология, позволяющая сократить общую стоимость проекта. Более детальная разведка позволяет сократить срок службы карьера и оптимизировать календарный план горных работ

Цели и задачи проведения опытно-промышленных работ

В последние годы в России расширился интерес к проектированию опытно-промышленных испытаний (ОПИ) геотехнологии. Такие работы позволяют быстрее начать реальную добычу полезных ископаемых и получать надежную информацию для разработки базового проекта на освоение месторождения. Особенно важна разработка проекта ОПИ для эксплуатации технологических образований, характеризующихся весьма сложным распределением ценных компонентов. Опытно-промышленные работы дают возможность проверить, оценить принимаемые проектные параметры, устранить недостатки и проблемы выбранной технологии перед выходом на полномасштабное производство.

Обоснование, состав и требования к структуре проектов проведения опытно-промышленных испытаний

Основаниями для разработки проекта опытно-промышленных работ являются как рекомендации ГКЗ, так и положения проекта геологоразведочных работ, а также обязательные требования для успешного освоения месторождения [10]:

- уточнение геолого-структурных особенностей строения рудных тел и их распределения в пределах рудоносных зон;
- изучение технологических параметров переработки руд и уточнение показателей извлечения полезных компонентов, проведение технологических исследований на

крупнообъемных пробах в полупромышленном масштабе с целью разработки технологического регламента;

- изучение возможности селективной отработки рудных тел в пределах рудоносных зон и проведение опытно-промышленных испытаний экономически предпочтительных способов выемки руды для оптимизации и снижения показателей потерь и разубоживания руды;
- обоснование горнотехнических условий отработки месторождения, изучение физико-механических свойств всех технологических типов пород и руд, по совокупности установленных закономерностей геомеханического состояния массива горных пород для выбора и обоснования параметров системы разработки месторождения;
- выполнение комплекса исследований с целью оценки достоверности результатов геологического опробования и качества аналитических работ, разработка рекомендаций по их повышению, разработка методики отбора и обработки проб на стадии эксплуатационной разведки;
- изучение перспектив и экономической эффективности сортировки горной массы;
- поиск и оценка инновационных технологий ведения горных работ.

В ходе проведения опытно-промышленных работ определяются природная обводненность пласта, коэффициент фильтрации водопритоков, угол падения залежи относительно горизонта, ее мощность и качество сырья как в целике, так и в извлекаемой рудной массе [11]. Также отрабатываются оптимальные параметры технологии обогащения сырья, его сортировки по крупности непо-

средственно после извлечения из недр, подтверждаются реальные качественные показатели и запасы промышленной залежи¹ [12]. Особое значение отводится анализу поверхностной инфраструктуры, наличию подъездных дорог, линий электропередач, близлежащих населенных пунктов, трудовых ресурсов, ремонтно-восстановительных мастерских для ремонта оборудования и т.д.

Современная практика проектирования опытно-промышленных работ

Для проведения опытных работ выбирают участок месторождения со средними, наиболее представительными условиями залегания. В современной практике выбору участка ОПИ способствуют средства 3D-визуализации рудных тел в виде каркасов или блочных моделей (рис. 1), которые совместно со съемкой поверхности дают представление об оптимальном месте проведения опытно-промышленных работ.

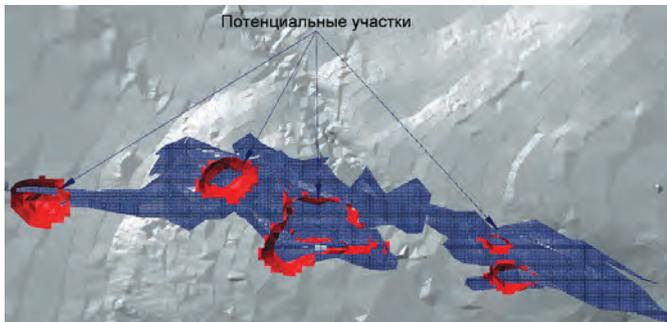


Рис. 1
Выбор оптимального участка для проведения опытно-промышленных работ на основе 3D-визуализации

Fig. 1
Selection of the optimal site for pilot tests based on 3D visualization

Проектирование участка опытно-промышленных работ на месторождении включает в себя: выбор схемы вскрытия месторождения. Применение того или другого метода вскрытия и извлечения руды влечет за собой выбор требуемого типа и количества бурового и добычного оборудования, вспомогательного оборудования, способного в полной мере обеспечить проведение процесса добычи.

В ходе проведения опытно-промышленных работ ведется документирование всех результатов осуществляемых работ. Все, что происходит в процессе их проведения, изменения технологических параметров, возникающие инциденты и неполадки, в процессе исследований тщательно документируются и заносятся в специальный журнал, который является базовым документом при оценке результатов выполненных работ. В журнале также отмечаются все варианты использования того или иного оборудования.

Структура и содержание проектов опытно-промышленных испытаний должны включать: основание для проведения опытно-промышленных работ (испытаний) в соответствии с исходными данными для их проведения, поставленными целями и задачами опытно-промышлен-

ной разработки, в установленные сроки с учетом характеристики участка опытно-промышленных работ. Проект ОПИ должен включать программу проведения опытно-промышленных работ, обоснование сроков и объемов их выполнения, методику проведения испытаний. В проектные решения по выполнению программы работ включаются схема вскрытия участка опытно-промышленной разработки; система разработки и потребность в оборудовании; геолого-маркшейдерское и инженерно-геомеханическое обеспечение опытно-промышленных работ; требования к качеству добываемого сырья и расчет потерь и разубоживания полезных ископаемых при добыче; обоснование границ горного отвода, охранных целиков и санитарно-защитных зон; мероприятия по обеспечению безопасного недропользования и по охране окружающей среды, технико-экономический расчет. Очень важно правильно определить представительность объема опытно-промышленных испытаний.

В общем виде требования к оформлению проектов опытно-промышленных испытаний сводятся к следующему:

- наличие текстовой и графической информации, достаточной для анализа проектных решений без личного участия лиц, осуществлявших их подготовку;
- обоснование разработчиком структур проекта в соответствии с требованиями к структуре и оформлению технических проектов разработки месторождений, утвержденных приказом Минприроды России от 25.06.2010 №218;
- присутствие в проекте разделов, содержащих исходную информацию, обоснование объема и сроков выполнения программы работ, технических и технологических решений для выполнения программы исследований с соблюдением требований технической, экологической безопасности и охраны недр.

Объем и детальность проработки отдельных разделов определяются разработчиком проекта в зависимости от способа и системы разработки месторождения, горно-геологических условий, программы опытно-промышленных работ, состояния инфраструктуры и т.п.

Заключение

Оправданное повышение интереса к проведению опытно-промышленных испытаний (работ) при динамично меняющейся ситуации на рынках минерального сырья приводит к необходимости изменения основных теоретических и методологических подходов к проектированию карьеров, разработке проектов опытно-промышленных испытаний открытой геотехнологии, и обширному применению ОПИ и оценке эффективности проектных решений.

Проекты опытно-промышленных испытаний подготавливаются при недостаточности информации о месторождении с целью получения дополнительных исходных данных для подготовки ТЭО постоянных кондиций или на стадии разработки месторождения с целью проверки созданных технологий и средств их механизации, чтобы в процессе эксплуатации месторождения избежать пересмотра параметров системы разработки из-за несоответствия геомеханических и гидрогеологических представлений, приведенных в материалах детальной разведки, реальным условиям.

¹ Проектирование опытно-промышленных работ (ОПР) на примере Ключевского техногенного месторождения золота в Читинской области. Режим доступа: <https://zolotodb.ru/article/12847> (дата обращения: 02.05.2024).

Список литературы / References

1. Фомин С.И. Обоснование технологических решений при организации отработки рудных карьеров. *Записки Горного института*. 2016;221:644–650. <https://doi.org/10.18454/PMI.2016.5.644>
Fomin S.I. Foundations for technical solutions in organizing excavation of open ore pits. *Journal of Mining Institute*. 2016;221:644–650. (In Russ.) <https://doi.org/10.18454/PMI.2016.5.644>
2. Яковлев А.М. Планирование горных работ в режиме управления качеством сырья на основе геоинформационного моделирования. *Горный информационно-аналитический бюллетень*. 2021;(5-1):258–268. https://doi.org/10.25018/0236_1493_2021_51_0_258
Yakovlev I.M. Planning of mining operations in the quality management mode based on geoinformation modeling. *Mining Informational and Analytical Bulletin*. 2021;(5-1):258–268. (In Russ.) https://doi.org/10.25018/0236_1493_2021_51_0_258
3. Клебанов Д.А. Проблемы эксплуатации и управления горнотранспортными комплексами и перспективы внедрения систем на основе формирования больших данных. В кн.: *Золото. Полиметаллы. XXI век: Устойчивое развитие: науч. тр. 4-й Международ. науч.-техн. конф., г. Челябинск, 27–30 марта 2024 г.* М: ИПКОН РАН; 2024. С. 169–171.
4. Заляднов В.Ю. Управление параметрами горнотехнической системы для обеспечения устойчивого функционирования горнодобывающего предприятия в изменяющихся условиях рынка. В кн.: *Золото. Полиметаллы. XXI век: Устойчивое развитие: науч. тр. 4-й Международ. науч.-техн. конф., г. Челябинск, 27–30 марта 2024 г.* М: ИПКОН РАН; 2024. С. 43–44.
5. Соколов А.С., Душин А.В., Игнатьева М.Н., Моор И.А. Запасы полезных ископаемых и достоверность геологической изученности месторождения как факторы конкурентоспособности предприятий горнопромышленного комплекса. *ЭТАП: экономическая теория, анализ, практика*. 2023;(6):77–91. <https://doi.org/10.24412/2071-6435-2023-6-77-91>
Sokolov A.S., Dushin A.V., Ignatieva M.N., Moore I.A. Mineral reserves and reliability of geological study of the deposit as factors of competitiveness of mining enterprises. *ETAP: Economic Theory, Analysis, and Practice*. 2023;(6):77–91. (In Russ.) <https://doi.org/10.24412/2071-6435-2023-6-77-91>
6. Рыльникова М.В. Проблемы и перспективы устойчивого развития горнотехнических систем при комплексном освоении недр. В кн.: *Золото. Полиметаллы. XXI век: Устойчивое развитие: науч. тр. 4-й Международ. науч.-техн. конф., г. Челябинск, 27–30 марта 2024 г.* М: ИПКОН РАН; 2024. С. 18–21.
7. Трубецкой К.Н., Галченко Ю.П. *Геоэкология освоения недр Земли и экогеотехнология разработки месторождений*. М.: Научтехлитиздат; 2015. 360 с.
8. Мареев Д.Б. *Обоснование и разработка метода оценки информационного риска при реализации проектной производительности карьера: дисс. ... канд. техн. наук*. СПб.; 2000. 115 с.
9. Семёнов А.С. *Обоснование методов оценки и управления риском при проектировании открытой разработки рудных крутопадающих месторождений: автореф. дисс. ... канд. техн. наук*. СПб.; 2010. 21 с.
10. Евсеенко В.В. *Повышение экономической эффективности геологоразведочных работ на основе концепции управления стоимостью компании: дисс. ... канд. экон. наук*. СПб.; 2018. 176 с.
11. Файсханов А.М. Методический подход к обоснованию требований к проектированию опытно-промышленных испытаний открытой геотехнологии. В кн.: *Золото. Полиметаллы. XXI век: Устойчивое развитие: науч. тр. 4-й Международ. науч.-техн. конф., г. Челябинск, 27–30 марта 2024 г.* М: ИПКОН РАН; 2024. С. 45.
12. Кантемиров В.Д., Яковлев А.М., Титов Р.С. Применение геоинформационных технологий блочного моделирования для совершенствования методов оценки качественных показателей полезных ископаемых. *Известия высших учебных заведений. Горный журнал*. 2021;(1):63–73. <https://doi.org/10.21440/0536-1028-2021-1-63-73>
Kantemirov V. D., Yakovlev A. M., Titov R. S. Applying geoinformation technologies of block modelling to improve the methods of assessing quality indicators of minerals. *Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii. Gornyi Zhurnal*. 2021;(1):63–73. (In Russ.) <https://doi.org/10.21440/0536-1028-2021-1-63-73>

Информация об авторах

Рыльникова Марина Владимировна – доктор технических наук, профессор, Институт проблем комплексного освоения недр им. академика Н.В. Мельникова Российской академии наук, г. Москва, Российская Федерация; e-mail: rylnikova@mail.ru

Олейник Дмитрий Николаевич – советник руководителя, первый заместитель Председателя Центральной Комиссии Роснедр по разработке месторождений твердых полезных ископаемых (ЦКР-ТПИ Роснедр), Федеральное агентство по недропользованию (Роснедра) г. Москва, Российская Федерация

Файсханов Артём Маратович – инженер, АО «Гипроцветмет», г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

Information about the authors

Marina V. Rylnikova – Dr. Sci. (Eng.), Professor, Institute of Comprehensive Exploitation of Mineral Resources of Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation; e-mail: rylnikova@mail.ru

Dmitry N. Oleinik – Advisor to the Chief Manager, First Deputy Chairman of the Rosnedra Central Committee for Solid Mineral Deposit Development (Rosnedra CCSMDD), Federal Agency for Subsurface Use (Rosnedra), Moscow, Russian Federation

Artem M. Fayskhanov – Engineer, Giprotsvetmet JSC, St. Petersburg, Russian Federation

Article info

Received: 07.05.2024

Revised: 30.05.2024

Accepted: 01.06.2024

Информация о статье

Поступила в редакцию: 07.05.2024

Поступила после рецензирования: 30.05.2024

Принята к публикации: 01.06.2024