

Научная статья

Original article

УДК 622.02

doi: 10.55186/2413046X_2023_8_5_209

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВЕДЕНИЯ ГОРНО-РАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ

IMPROVING THE EFFICIENCY OF MINING AND EXPLORATION WORK



Грабский Александр Адольфович, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО МГРИ имени Серго Орджоникидзе, E-mail: a.a.grabsk@yandex.ru

Шендеров Владислав Исаакович, кандидат технических наук, профессор, ФГБОУ ВО МГРИ имени Серго Орджоникидзе, E-mail: vishenderov@yandex.ru

Яшин Владимир Петрович, кандидат технических наук, доцент, ФГБОУ ВО МГРИ имени Серго Орджоникидзе, E-mail: yashinvp@mgi.ru

Павлов Александр Борисович, доцент, ФГБОУ ВО МГРИ имени Серго Орджоникидзе, E-mail: pavlov@mgi.ru

Grabsky Alexander Adolfovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Sergo Ordzhonikidze MGRI, E-mail: a.a.grabsk@yandex.ru

Vladislav Isaakovich Shenderov, Candidate of Technical Sciences, Professor, Sergo Ordzhonikidze MGRI, E-mail: vishenderov@yandex.ru

Yashin Vladimir Petrovich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Sergo Ordzhonikidze MGRI, E-mail: yashin@mgi.ru

Pavlov Alexander Borisovich, Associate Professor, Sergo Ordzhonikidze Moscow State Technical University, E-mail: pavlov@mgi.ru

Аннотация. Сложным комплексом мероприятий, имеющих целью определение промышленного значения месторождений полезных ископаемых, получивших

положительную оценку в результате поисково-оценочных работ – называют разведкой месторождений полезных ископаемых.

Разведка месторождений направлена на решение главной задачи: определение промышленного значения данного месторождения, выявление геолого-промышленных параметров и, в первую очередь, формы месторождения, качества и количества полезного ископаемого, выяснение природных и экономических условий, в которых находится месторождение, с целью оптимально полного и экономически эффективного использования минерального сырья.

Следует отметить, что разведывательные работы предусматривают бурение скважин, проведение разведывательных горных выработок, их опробование, геологическую, геофизическую и геохимическую документацию, изучение технологических свойств полезных ископаемых, горно-геологических условий эксплуатации месторождения, подсчет запасов и геолого-экономическую оценку месторождения.

Для решения основных задач необходимо:

- раскрыть рудные тела и вмещающие породы во многих точках;
- изучить комплекс геолого-промышленных параметров в каждой из этих точек, а также изменчивость параметров по отдельным рудным телам и в целом по месторождению;
- проследить и оконтурить рудные тела;
- провести исследовательские работы по изучению инженерно-геологических, гидрогеологических и других горно-геологических условий вскрытия и отработки месторождений.

Для выполнения перечисленных задач необходимо применение различной специально-разведывательной техники, проведение подземных и наземных геологических съемок, исследование пород и полезных ископаемых, и использование различных методов и приемов.

Abstract. A complex set of measures aimed at determining the industrial value of mineral deposits that have received a positive assessment as a result of prospecting and evaluation work is called exploration of mineral deposits.

Exploration of deposits is aimed at solving the main task: determining the industrial value of this deposit, identifying geological and industrial parameters and, first of all, the shape of the deposit, the quality and quantity of minerals, clarifying the natural and economic conditions in which the deposit is located, in order to optimally complete and economically efficient use of mineral raw materials.

It should be noted that exploration work involves drilling wells, conducting exploration mining, testing them, geological, geophysical and geochemical documentation, studying the technological properties of minerals, mining and geological conditions of operation of the deposit, calculating reserves and geological and economic assessment of the deposit.

To solve the main tasks , it is necessary:

- uncover ore bodies and host rocks at many points;
- to study the complex of geological and industrial parameters at each of these points, as well as the variability of parameters for individual ore bodies and for the deposit as a whole;
- trace and outline ore bodies;
- to conduct research on the study of engineering-geological, hydrogeological and other mining-geological conditions of the opening and mining of deposits.

To perform these tasks, it is necessary to use various special reconnaissance equipment, conduct underground and surface geological surveys, study rocks and minerals, and use various methods and techniques.

Ключевые слова: горно-разведочные работы, эффективность, исследование, ведение

Keywords: mining and exploration work, efficiency, research, management

На сегодня уровень технологий и освоение месторождений полезных ископаемых достигли такого уровня, что модернизация структуры добывающего комплекса, увеличение производственных мощностей, применение альтернативных технологий без научного обоснования не дают экономического эффекта, а наоборот, могут обернуться неконтролируемым сворачиванием производственных мощностей [1].

Именно поэтому, резервом рационального использования природных ресурсов является поиск и воспроизведение внутренних резервов производства. Под «резервами» рассматриваем дополнительные возможности. Для воссоздания внутренних резервов необходимо не только их найти, но и обосновать область эксплуатации, проанализировать степень вовлеченности предприятия в экономику региона и систему генерации конечной продукции, определить рациональный уровень производства, параметры качества полезного ископаемого, проанализировать степень техногенной нагрузки на окружающую среду [2].

Согласно принципам, в соответствии с условиями функционирования горнодобывающих предприятий, условием воспроизводства внутренних резервов является стабильная работа выемных участков, а это невозможно без:

- определение рациональной структуры добывающего комплекса;
- определение области рациональной эксплуатации;
- определение оптимальной структуры пространственных взаимосвязей в системе генерации энергии, металла;
- обоснование подходов, по оптимизации устойчивости функциональных взаимосвязей;
- определение рационального уровня производства;
- уменьшение техногенной нагрузки на окружающую среду.

Приведенный выше перечень проблем не является полным, все же необходимо изучить проблемы экономической надежности предприятий, изучить факторы общего формирования эффективности процессов, проанализировать факторы воспроизводства внутренних резервов. Таким образом, систематические

исследования в этом направлении позволили нам решить эту проблему. В соответствии с этой целью необходимо всесторонне рассмотреть процесс. Традиционно решение проблем может быть систематизировано с помощью связей технологического процесса, то есть "от лица" к конечному продукту. Предлагается следующее подразделение "на уровне", которое позволяет всесторонне взглянуть на проблему [3].

Уровень I "Стратегический" - на этом уровне решаются задачи по определению рационального объема производства, определению целесообразности функционирования предприятия и определению общего уровня производства. Решение проблем на этом уровне позволяет нам сделать вывод о дальнейшей деятельности компании. Для этой цели можно использовать инструменты анализа маржи. Комплексные исследования [3-6] показывают, что эти средства эффективны независимо от типа минерала. В результате этих расчетов было установлено, что как для угля, так и для золота использование этих инструментов позволяет нам решить проблему.

Также очень важно учитывать степень антропогенного воздействия на окружающую среду. Представление технологического процесса в виде сетевой модели и ранжирование технологий по степени техногенной нагрузки на окружающую среду (на основе данных экологов) позволяют предусмотреть дополнительные мероприятия по обогащению полезных ископаемых на этапе проектирования. Таким образом, учитывается не только экономическая, но и экологическая стратегия разработки месторождения.

Этап II "интегрированный" На этом уровне решаются вопросы, связанные с функционированием предприятия в системе производства конечной продукции (уголь, кокс, металл). Успешное решение этой проблемы позволяет нам получить представление о качестве полезных ископаемых, а также о взаимосвязи в структуре извлечения конечного продукта. Для этой цели может быть применен декомпозиционный подход, то есть разбиение проблемы на слои. Это позволяет нам рассматривать факторы, не связанные напрямую друг с другом, в комплексе,

за счет последовательного решения отдельных проблем, то есть перехода от "особых" к "общим". Оптимизируя каждый параметр, вы можете оптимизировать производственный процесс всего конечного продукта [7].

Уровень III "Штроссе" На этом уровне решаются вопросы, связанные с выбором очистительного оборудования, а также обоснованием рациональных технологических параметров. Успешное решение задач такого уровня позволяет получать продукцию в виде горной массы, входящей в состав системы выработки электроэнергии, кокса или металла. Исследования, инициированные П. П. Николаевым, позволили нам составить представление о подходах к выбору средств механизации и обоснованию рациональной области их применения. В работах [7-9] ученые определили системные принципы и критерий оценки надежности при оптимизации технологических цепочек очистного оборудования. Исследование основано на применении теории графов. Оптимизация параметров позволяет снизить удельные производственные затраты и повысить производительность убоа.

Уровень IV "технологический" На этом уровне решаются вопросы, связанные с организацией технологических отношений внутри компании. Успешное решение задач такого уровня позволяет снизить производственные затраты, устранить "узкие места" и т. д., что в итоге является основой для воспроизводства внутренних резервов. Мы предлагаем использовать методы динамического программирования. Основное преимущество заключается в том, что без успешного решения проблемы на предыдущем этапе невозможно перейти к решению последующих задач, то есть каждое решение является оптимальным.

Таким образом, концептуальная основа рационального использования природных ресурсов предусматривает следующее:

- В качестве критерия оптимальности предлагается философская категория "качество", которая выражает набор существенных характеристик, характеристик и свойств, отличающих объект или явление от других и придающих ему определенность.

- В условиях экологически вредного производства особо ценные полезные ископаемые (например, золото) в категории "Качество" могут быть отнесены к степени негативного воздействия на окружающую среду, которая определяется на основе экспертной оценки экологов.

- Следующее важное определение следует из категории "качество", ряд характеристик определяет сам процесс, это изменение состояния запасов, то есть уголь проходит стадию перехода от добытого минерала к электричеству или металлу. То же самое происходит с рудой или ценным минералом. Таким образом, в рамках оптимальной технологии проектирования каждое производство рассматривается не как "отдельное", а как промежуточный компонент в получении конечного продукта - это достигается путем изучения изменений состояния подшипников.

- Независимо от параметра (целевой функции), который необходимо минимизировать (максимизировать) для выбора оптимального производственного сценария, его можно представить как единую структуру, а не по отдельности, чтобы реализовать возможность оптимизации процесса для получения конечного продукта. Эффективность всего процесса зависит от совокупной эффективности определенного количества параметров на всех предыдущих этапах.

- Информация об объеме производства определяется на основе определения и сравнения сумм, которые каждая дополнительная единица продукции дает, с одной стороны, к валовому доходу, а с другой - к валовым расходам.

Результаты вариантных расчетов по модели разработки месторождений позволяют нам проводить статистический анализ средних постоянных затрат, средних переменных затрат и средних общих затрат с построением кривых предельных затрат и предельного дохода для определения уровня производства. Координаты точки равенства этих показателей указывают на рациональный уровень производства, который максимизирует прибыль. Это станет ключевым показателем базового варианта проектирования для эксплуатации такого

месторождения с оптимальными для горно-обогатительного предприятия параметрами для рациональной разработки ценных полезных ископаемых [8].

- Любое полученное решение будет оптимальным в области рационального проектирования.

- При оценке месторождения и разработке стратегии его развития необходимо учитывать риски, то есть анализировать возможные "природные условия" и принимать решение о стратегии только на основе вероятностей возникновения того или иного состояния.

Наряду с экономическими показателями следует учитывать и экологические показатели. Это реализуется путем построения экологических сценариев разработки месторождений. В этих сценариях каждое решение оценивается защитниками окружающей среды в соответствии со степенью негативного воздействия на окружающую среду. После этого сравниваются экологически приемлемые и экономически предпочтительные сценарии, что позволяет нам предусмотреть дополнительные очистные сооружения, дополнительные этапы на перерабатывающих заводах и т. д. [9].

Эти основные моменты позволяют нам применять метод динамического программирования, основанный на принципе оптимальности Р. Беллмана, для реализации технологии оптимального проектирования природопользования.

Таким образом, на основе достоверной геолого-экономической информации о состоянии месторождения, а также при наличии современных вычислительных методов разработаны новые подходы к геологоэкономической оценке месторождений полезных ископаемых, что будет способствовать применению технологии оптимального проектирования природопользования на практике.

Такой комплексный и эффективный подход при освоении недр будет способствовать не только рациональному использованию производственных сил, но и стабилизации социально-экономической и экологической ситуации в регионах, где ведется добыча полезных ископаемых. Стоит отметить, что

приведенные подходы могут быть применены независимо от типа полезного ископаемого.

Под природопользованием понимаем сферу производственной и научной деятельности, всю совокупность средств которых применяют для комплексного изучения, освоения, использования, восстановления, улучшения и охраны природной среды и ресурсов для развития производительных сил, обеспечения благоприятных условий жизнедеятельности человека [11]. В одно время термин "природопользование" был неразрывно связан не только с эффективным изъятием полезного ископаемого, а также с минимизацией негативного влияния производства на окружающую среду.

Обоснование способа и системы разработки месторождения, производственной мощности и срока действия предприятия, типов горнодобывающих оборудования, средств механизации, других проектных решений и параметров рекомендовано проводить методами, которые используются во время проектирования горнодобывающих предприятий, с использованием действующих отраслевых норм технологического проектирования, государственных строительных норм, проектов рабочих предприятий-аналогов, данных научно-технических исследований.

Против таких рекомендаций трудно возражать, однако аналогических предприятий по разработке, например, золоторудных месторождений [10].

Итак, исследование основ технологии оптимального проектирования процесса освоения месторождений полезных ископаемых с оценкой и выбором параметров эксплуатации запасов и производства конечной продукции является актуальной научной задачей.

Разработка средств принятия решений по рациональному использованию месторождений ценных ископаемых формируют научную и практическую ценность работы.

Несмотря на определенные успехи в этом направлении большинство малых золоторудных месторождений разрабатывают без привлечения капитальных

вложений и разработки генеральных проектов, а следовательно, только отдельно взятые части месторождений.

Это часто приводит к выборочной отработке богатых Дилля — нок и как следствие-к необоснованному списанию оставшихся запасов.

В странах с развитой горной добычей отношения между учеными и отраслевыми проектировщиками в вопросах эксплуатации месторождений определяются технологическими регламентами, которые разрабатывают, согласовывают и утверждают соответствующие специализированные государственные структуры.

Однако в России уровень природопользования до сих пор не отвечает мировому и за проявление такой разнообразной и перспективной минеральной базы государство не получает должных прибылей.

При разработке месторождений редких и благородных металлов очень важным является вопрос технологии добычи руды. К условиям, которые имеют решающее значение для выбора системы разработки, относятся мощность и угол падения рудного тела, содержание полезного ископаемого, устойчивость пород, прочность и глубина залегания.

Первые три параметра в условиях небольших запасов месторождений резко изменяются в пределах очистного блока. Проектируя горные работы, рекомендуется ориентироваться на надежные простые технологические схемы, способные высокопродуктивно работать в разнообразных условиях.

Наиболее эффективно при разработке жил со сложной морфологией применять самоходное оборудование. Это дает возможность быстро приспособлять технологию к изменяемым условиям заложения, а также эффективно отрабатывать отдельные участки с промышленным содержанием.

В связи с вышеизложенным соблюдение рационального надропользования возможно только в случае проработки технологических регламентов на проектирование горнодобывающих предприятий совместными усилиями геологов и горняков.

Независимо от типа полезного ископаемого алгоритм оптимального проектирования процесса освоения должен отвечать на такие вопросы.

- Что является критерием конечной эффективности производства?

Сначала может показаться, что критерием эффективности может служить экономическая категория “себестоимость”, однако ее нельзя объективно применить при анализе группы взаимосвязанных предприятий, производящих продукцию. В условиях рыночной экономики невозможно не учитывать интерес всех игроков на рынке генерации энергии, металла или полезных ископаемых — каждое предприятие не является самостоятельным априори, а в процессе своей хозяйственной деятельности должно рассматриваться как промежуточное звено на стадии получения продукции.

- Для какой отрасли полученное решение будет оптимальным?

Нужно найти отрасль в виде совокупности природных, технологических, организационных параметров, что даст возможность создать нужный объем производства с заданным уровнем эффективности.

- Сколько надо произвести продукции?

Ответ на этот вопрос создает резерв для увеличения объемов производства или, наоборот, оперативного управления на стадии свертывания производственных мощностей.

- Каким образом минимизировать риски производства?

Для этого нужно проанализировать возможные варианты развития производства, все благоприятные и неблагоприятные сценарии, то есть осуществить переход от неопределенности состояний природы к достижению объективной вероятности рисков.

Лишь после выяснения ответов на все вышеперечисленные вопросы в приведенной последовательности можно перейти к рационализации параметров эксплуатации. В тоже время стоит учитывать экологический аспект.

К тому же характерной особенностью приведенного подхода является то, что предложен универсальный инструмент, который позволяет осуществлять прежде всего не количественную, а качественную оценку.

Потенциал развития исследований в направлении оптимизации существующих моделей достаточен для осуществления экономической оценки экологического аспекта освоения месторождений ископаемых [6, 13].

Процедура такой оценки заключается в финансовом сравнении двух сценариев освоения-оптимального с экономической точки зрения и экологически сберегательного.

Реализовать эту процедуру можно будет на базе моделируемых процессов освоения месторождения, с одной стороны, по экономическим показателям себестоимости и прибыли, а с другой-учитывая экологические преимущества на всех этапах.

В соответствии с вышесформулированными задачами исследования предложен новый подход по повышению эффективности процесса разработки месторождений полезных ископаемых. На первом этапе следует сосредоточить внимание на критериях оптимальности в категории “качество”.

Это философская категория, выражающая совокупность существенных признаков, особенностей и свойств, отличающих один предмет или явление от других и придающих ему определенности. Качество объекта или явления обычно не ограничивается его отдельными свойствами. Она связана с предметом в целом, охватывает его полностью и неотделимо от него. Поэтому понятие качества связывается с бытием предмета [15]

Независимо от типа инструмента (сетевая модель и алгоритмы сетевой оптимизации, динамическое программирование) есть общий принцип – определенные параметры можно представить в виде единой структуры, а не отдельно каждый. В такой способ происходит оптимизация процесса получения конечной продукции. В то же время эффективность всего процесса зависит от совокупной эффективности заданного количества параметров на всех

предыдущих этапах, которая также зависит от одного (двух,трех) параметров. Предложенный подход позволяет определять приоритетные (руководящие) факторы для каждой стадии производства.

Список источников

1. Анализ процесса оседаний породной подушки при отработке запасов западного рудного тела трубки «Удачная» по системе с обрушением / Бокий И. Б., Зотеев О. В., Пуль В. В. // Горный журнал. 2019. № 2. С. 43-47.
2. Временные правила охраны сооружений, природных объектов и горных выработок от вредного влияния подземных горных разработок месторождений руд цветных металлов с неизученным процессом сдвижения горных пород. Л.: ВНИМИ. 1986. - 74 с.
3. Мельник В.В., Замятин А.Л. Осушение рудных тел в условиях повышенной обводненности и закарстованности налегающей толщи // Проблемы недропользования. 2018. №1 (16). С. 105 - 111. (Исследования выполнены в рамках Программы ФНИ № 136. тема 0405 - 2015-0012) DOI: 10.25635/2313-1586.2018.01.105.
4. О геодинамической безопасности горных работ в удароопасных условиях на примере Хибинских апатитовых месторождений // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. 2018. № 5. С. 33-44.
5. Павлов А. М. Совершенствование технологии подземной разработки жильных месторождений золота: монография. Иркутск: Изд-во ИрГТУ. 2013. 128 с.
6. Панжин А.А., Панжина Н.А. Исследование исходного и современного напряженно-деформированного состояния Джетыгаринского месторождения хризотил-асбеста // Инновационные геотехнологии при разработке рудных и нерудных месторождений: сборник докладов VIII Международной научно-технической конф. (4-5 апреля 2019): / отв. ред. Н.Г. Валиев. Екатеринбург: УГГУ. 2019. С. 196 - 201.
7. Повышение эффективности подземной разработки золоторудных месторождений Восточной Сибири / Павлов А. М., Федоляк А. А. // Известия

Сибирского отделения РАН. Геология, разведка и разработка месторождений полезных ископаемых. 2018. Т. 41. № 4 (65). С. 97 - 106

8. Проведение комплексного геомеханического мониторинга в условиях комбинированной разработки месторождения. Князев Д. Ю., Ефремов Е. Ю., Желтышева О. Д., Харисов Т. Ф., Турсуков А. Л. В сборнике: Проблемы комплексного освоения георесурсов Материалы VI Всероссийской научной конференции с участием иностранных ученых. 2017. С. 41 - 49.

9. Прогноз потенциальной удароопасности крутопадающих жильных золоторудных месторождений / Сосновская Е. Л., Авдеев А. Н. // Известия высших учебных заведений. Горный журнал. 2016. № 2. С.74-85.

10. Сашурин А.Д., Балек А.Е., Панжин А.А., Усанов С.В. Инновационная технология диагностики геодинамической активности геологической среды и оценки безопасности объектов недропользования // Горный журнал. 2017. № 12. С. 16-20. DOI: 10.17580/gzh.2017.12.03.

11. Тагильцев С. Н., Чередниченко А.В., Мельник В.В., 2020. Комплексирование методов гидрогеомеханики, электроразведки и биолокации для выбора мест заложения гидрогеологических скважин. Горный информационно-аналитический бюллетень, № 3 – 1. С. 224 - 234. DOI 10.25018/0236-1493-2020-31-0-224-234

12. Тагильцев С.Н., Кибанова Т.Н., 2017. Гидрогеомеханические структуры растяжения и сжатия в поле современных тектонических напряжений. Известия вузов. Горный журнал. № 7. С. 63 - 69. DOI 10.21440/0536-1028-2017-7-63-69.

13. Шевченко М.Д. 2021. Определение закономерностей расположения тектонических нарушений для прогноза проницаемости массива горных пород. Горный информационно-аналитический бюллетень. № 5 - 2, С. 174 - 180 DOI 10.25018/0236_1493_2021_52_0_174. - EDN GQNKJN.

14. Control over the geotechnical processes at the goldfields of Eastern Siberia (in eng.) / Sosnovskaia E. L., Avdeev A. N. // Известия высших учебных заведений. Горный журнал. 2019. № 5. С. 21-29.

15. Sagintayev Z., Yerikuly Z., Zhaparkhanov S., Panichkin, V., Miroshnichenko, O., Mashtayeva, S. Groundwater inflow modeling for a Kazakhstan copper ore deposit // Journal of Environmental Hydrology. 2015. Vol. 23. pp. 9.
16. Zanutta A., Negusini M., Vittuari L., Cianfarra P., Salvini F. et al. Monitoring geodynamic activity in the Victoria Land, East Antarctica: Evidence from GNSS measurements // Journal of Geodynamics. 2017. Vol. 110. pp. 31 - 42.
17. Kruzhilin, S. N., & Mishenina, M. P. (2019). Substantiation of rejuvenating tree pruning of representatives of the genus *Populus* l. In the urban city agglomerations. World Ecology Journal, 9(2), 1-20. <https://doi.org/10.25726/worldjournals.pro/WEJ.2019.2.1>
18. Tereshkin, A. V., Kalmykova, A. L., & Andrushko, T. A. (2019). Relevance of enrichment of landscaping plantings with lianas in the conditions of urban ecosystems of the Saratov region. World Ecology Journal, 9(2), 21-38. <https://doi.org/10.25726/worldjournals.pro/WEJ.2019.2.2>

References

1. Analysis of the process of subsidence of the rock cushion during the development of reserves of the western ore body of the Udachnaya tube according to the system with collapse / Bokiyy I. B., Zoteyev O. V., Pul V. V. // Mining Journal. 2019. No. 2. pp. 43-47.
2. Temporary rules for the protection of structures, natural objects and mine workings from the harmful effects of underground mining of non-ferrous metal ore deposits with an unexplored process of rock movement. L.: VNIMI. 1986. - 74 p.
3. Melnik V.V., Zamyatin A.L. Drainage of ore bodies in conditions of increased waterlogging and karstiness of the overlying strata // Problems of subsoil use. 2018. No.1 (16). pp. 105 - 111. (Research was carried out within the framework of the FNI Program No. 136. topic 0405 - 2015-0012) DOI: 10.25635/2313-1586.2018.01.105.
4. On geodynamic safety of mining operations in impact-hazardous conditions on the example of Khibiny apatite deposits // Physico-technical problems of mineral development. 2018. No. 5. pp. 33-44.

5. Pavlov A.M. Improving the technology of underground mining of vein gold deposits: monograph. Irkutsk: Publishing House of IrSTU. 2013. 128 p.
6. Panzhin A.A., Panzhina N.A. Investigation of the initial and modern stress-strain state of the Dzhetygarinsky chrysotile-asbestos deposit // Innovative geotechnologies in the development of ore and non-metallic deposits: a collection of reports of the VIII International Scientific and Technical Conference (April 4-5, 2019): / ed. N.G. Valiev. Yekaterinburg: UGSU. 2019. С. 196 - 201.
7. Improving the efficiency of underground mining of gold deposits in Eastern Siberia / Pavlov A.M., Fedolyak A. A. // News of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences. Geology, exploration and development of mineral deposits. 2018. vol. 41. No. 4 (65). pp. 97 - 106
8. Carrying out complex geomechanical monitoring in conditions of combined field development. Knyazev D. Yu., Efremov E. Yu., Zheltysheva O. D., Kharisov T. F., Tursukov A. L. In the collection: Problems of integrated development of geo-resources Materials of the VI All-Russian Scientific Conference with the participation of foreign scientists. 2017. pp. 41-49.
9. Forecast of the potential impact hazard of steeply falling vein gold deposits / Sosnovskaya E. L., Avdeev A. N. // Izvestia of higher educational institutions. Mining magazine. 2016. No. 2. pp.74-85.
10. Sashurin A.D., Balek A.E., Panzhin A.A., Usanov S.V. Innovative technology for diagnostics of geodynamic activity of the geological environment and safety assessment of subsurface use objects // Mining Journal. 2017. No. 12. pp. 16-20. DOI: 10.17580/gzh.2017.12.03.
11. Tagiltsev S. N., Cherednichenko A.V., Melnik V.V., 2020. Integration of methods of hydrogeomechanics, electrical exploration and biolocation for the selection of sites for laying hydrogeological wells. Mining Information and Analytical Bulletin, No. 3 – 1. pp. 224 - 234. DOI 10.25018/0236-1493-2020-31-0-224-234

12. Tagiltsev S.N., Kibanova T.N., 2017. Hydrogeomechanical structures of tension and compression in the field of modern tectonic stresses. News of universities. Mining Journal. No. 7. pp. 63-69. DOI 10.21440/0536-1028-2017-7-63-69.

13. Shevchenko M.D. 2021. Determination of the regularities of the location of tectonic disturbances for the prediction of the permeability of the rock mass. Mining information and analytical bulletin. No. 5 - 2, pp. 174 - 180 DOI 10.25018/0236_1493_2021_52_0_174. - EDN GQNKJN.

14. Control over the geotechnical processes at the goldfields of Eastern Siberia (in eng.) / Sosnovskaia E. L., Avdeev A. N. // Известия высших учебных заведений. Горный журнал. 2019. № 5. С. 21-29.

15. Sagintayev Z., Yerikuly Z., Zhaparkhanov S., Panichkin, V., Miroshnichenko, O., Mashtayeva, S. Groundwater inflow modeling for a Kazakhstan copper ore deposit // Journal of Environmental Hydrology. 2015. Vol. 23. pp. 9.

16. Zanutta A., Negusini M., Vittuari L., Cianfarra P., Salvini F. et al. Monitoring geodynamic activity in the Victoria Land, East Antarctica: Evidence from GNSS measurements // Journal of Geodynamics. 2017. Vol. 110. pp. 31 - 42.

17. Kruzhilin, S. N., & Mishenina, M. P. (2019). Substantiation of rejuvenating tree pruning of representatives of the genus *Populus* l. In the urban city agglomerations. World Ecology Journal, 9(2), 1-20. <https://doi.org/10.25726/worldjournals.pro/WEJ.2019.2.1>

18. Tereshkin, A. V., Kalmykova, A. L., & Andrushko, T. A. (2019). Relevance of enrichment of landscaping plantings with lianas in the conditions of urban ecosystems of the Saratov region. World Ecology Journal, 9(2), 21-38. <https://doi.org/10.25726/worldjournals.pro/WEJ.2019.2.2>

Для цитирования: Грабский А. А., Шендеров В. И., Яшин В. П., Павлов А. Б. Повышение эффективности ведения горно-разведочных работ // Московский экономический журнал. 2023. № 5. URL: <https://qje.su/nauki-o-zemle/moskovskij-ekonomicheskij-zhurnal-5-2023-17/>