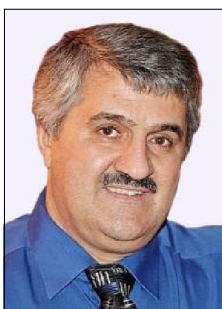


УДК 004.3 : 622.7 (470.1/.2+ –11)
DOI: 10.21209/2227-9245-2018-24-10-12-20

ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПРИ ОСВОЕНИИ МИНЕРАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ СЕВЕРА И ВОСТОКА РОССИИ

INFORMATIONAL AND ANALYTICAL PROVIDING OF DECISION SUPPORT IN THE DEVELOPMENT OF MINERAL RESOURCES OF THE NORTH AND EAST OF RUSSIA



В. Л. Гаврилов,
*Институт горного дела
Севера им. Н. В. Черского
СО РАН, г. Якутск
gvlugorsk@mail.ru*

V. Gavrilov,
*Institute of Mining of the North
named after N. V. Chersky
Siberian Branch of the Russian
Academy of Sciences, Yakutsk*



Е. А. Хоютанов,
*Институт горного дела
Севера им. Н. В. Черского
СОРАН, г. Якутск
khoiutanov@igds.ysn.ru*

E. Khoiutanov,
*Institute of Mining of the North
named after N. V. Chersky
Siberian Branch of the Russian
Academy of Sciences, Yakutsk*



А. Н. Петров,
*Северо-Восточный
федеральный университет
им. М. К. Аммосова,
г. Якутск
petrow_andrei@mail.ru*

A. Petrov,
*North-Eastern Federal
University named after
M. K. Ammosov, Yakutsk*

Показано, что освоение месторождений минерального сырья в труднодоступных районах Севера и Востока России является одной из тенденций развития добывающей промышленности. Отмечено, что в экстремальных природных условиях при неразвитой инфраструктуре в отработку вовлекаются сложные по геологическому строению залежи с неоднородным в пространстве педр качеством запасов. Это приводит к значительному удорожанию всех реализуемых проектов и необходимости поиска резервов, уменьшающих влияние различных рисков. Одним из таких важных элементов является повышение на стадиях инвестиционной оценки, проектирования и функционирования горных предприятий уровня принимаемых геотехнологических и организационных решений. Улучшение их научно-практической обоснованности может быть достигнуто на основе максимального учёта, критического осмысления и рационального использования накопленного отраслевым сообществом опыта и знаний. Для аккумуляции опубликованных и находящихся в различных фондах материалов научных, проектных, геологоразведочных, добывающих предприятий сформирована и пополняется специализированная база данных по основным геотехнологическим и смежным с ними аспектам деятельности в мире и рассматриваемом регионе. Логическая структура базы позволяет осуществлять понятный для различных категорий пользователей ввод, поиск, преобразование и обработку информации, имеющей разную ретроспективную глубину. Формализованная первичная и производная от неё информация предназначена для оперативного использования в научных, проектных и учебных целях при решении задач, ориентированных на повышение уровня принимаемых решений при освоении месторождений твёрдых полезных ископаемых региона

Ключевые слова: месторождение; регионы Севера и Востока; освоение; геотехнология; информация; аналитическое обеспечение; рациональная разработка; база данных; решение; знание

Exploring of mineral deposits in the hard-to-reach regions in the North and East of Russia is one of the tendencies of the mining industry development. In extreme natural conditions in poor infrastructure there are deposits with the most complex geological structure and resources with non-uniform quality. It makes projects implemented more expensive and the necessity of finding reserves to reduce the risks. One of such important elements is to raise the level of geotechnological and organizational decisions at the stages of investment assessment, design and operation of mining enterprises. Increase of the level of their scientific and practical feasibility can be achieved on the base of full account, critical judgment, rational use of knowledge, accumulated by the branch society. Database is formed and being updated with various geotechnological and adjacent aspects of mining enterprises of the given region and similar in the world for the accumulation of scientific, project, geological prospecting, mining materials and data, published and located in various funds. Logical structure of database permits searching, transformation and use of information. Formalized and accumulated information is used for the scientific, project and educational purposes during solution of tasks, focused on increase of quality and level of these solutions for exploring of solid deposits of the region

Key words: deposit; regions of the North and East; mining; geotechnology; information; analytical providing; rational exploring; database; decision; knowledge

Введение. Рядом документов, имеющих отношение к развитию Севера и Востока России, декларируется одновременная активизация работы ряда отраслей. Реально в роли одного из основных «локомотивов» в огромном регионе, а в отдельных его частях — единственного, можно рассматривать горнопромышленный комплекс, ориентированный на освоение отдельных видов минерального сырья, как правило, высокоценного и/или наиболее востребованного внешним (по отношению к региону) рынком. Добывающие компании и связанные с ними предприятия первых технологических переделов, объектов энергетической и транспортной инфраструктуры обычно имеют кратно большую по сравнению с другими отраслями производительность. Это позволяет им быть теми немногими, которые могут относительно нормально и устойчиво функционировать в условиях дополнительного действия комплекса удорожающих производство региональных факторов. Одновременно с этим горным компаниям, чтобы быть конкурентоспособными в ряду аналогичных, но находящихся в лучших географических и климатических условиях ведения работ, требуется постоянный поиск резервов по уменьшению хотя бы части рисков.

Важным способом снижения негативного влияния специфических особенностей региона является улучшение качества принимаемых инвестиционных, геотехно-

логических, организационных и экономических решений на стадиях бизнес-оценки, проектирования и различных этапов ресурсосберегающего и экологически безопасного функционирования горных предприятий. Повышение уровня научно-практической обоснованности решений может быть достигнуто на основе более полного понимания особенностей районов ведения горных работ и генерации новых компетенций и знаний, максимально полно учитывающих накопленный за длительное время мировым, российским и региональным отраслевыми сообществами опыт.

Решение задачи адекватного и оперативного информационно-аналитического обеспечения для совершенствования геотехнологических и смежных с ними процессов, как одной из основ эффективного освоения месторождений региона, приобретает, несмотря на кажущуюся простоту, особую актуальность. Это связано с рядом причин. Существует значительный «шумовой» переизбыток сведений в сетях общего пользования, не позволяющий оперативно находить требуемые в конкретный промежуток времени достоверные, важные для текущего момента данные. Часть сведений, как правило, наиболее значимых для их потенциальных пользователей, закрыта ввиду высокой стоимости, ограниченности распространения и применения. Возможность оперативного получения старых, хранящихся в специальных фондах в бумажном

виде материалов и сведений, касающихся, например, геологии месторождений, опыта их освоения, ограничена бюрократическими барьерами. Трудоемкость поиска необходимой информации по значительному количеству источников даже с использованием современных коммуникационных технологий остаётся высокой.

В такой ситуации формирование специализированных информационно-аналитических баз данных (на первом этапе) и баз знаний (на втором) со сбором необходимых первичных и производных от них данных, их учётом, критическим осмыслением, непрерывным пополнением и рациональным использованием в интересах потенциальных пользователей является своевременным.

Методы исследования: анализ и обобщение сведений о роли и месте информационно-аналитического обеспечения предприятий минерально-сырьевого комплекса, входящих в цепочки добычи, переработки и поставок продукции потребителям, синтез подходов к формированию базы данных для обеспечения процессов подготовки и принятия геотехнологических решений.

Постановка проблемы. В числе задач по развитию технологий ООН обозначила следующие приоритеты: непрерывное улучшение производства и потребления ресурсов при обеспечении экономического роста и без деградации окружающей среды; достижение более высокого уровня эффективности; обновление инфраструктуры и производства для повышения их устойчивости и расширения использования экологически чистых технологий и процессов.

В полной мере это можно отнести к горным предприятиям и используемым ими геотехнологиям во всём их многообразии. Одной из устойчивых тенденций развития мирового горнопромышленного комплекса является объективная необходимость вовлечения в отработку всё более сложных по геологическому строению месторождений с неоднородными по качеству запасами в районах нового освоения, расположенных часто в экстремальных природно-климатических условиях [6]. В свою очередь, это

предполагает более точный и полный учёт всех влияющих на работу предприятий комплекса факторов [8].

Сложность работающих и вновь создаваемых технологических цепочек по добыче, обогащению и первичной переработке минерального сырья в районах севера и востока страны формируется в результате одновременного воздействия большого набора разнообразных по природе факторов. Условно их можно разделить на факторы внутренней среды рудников и шахт (горно-геологические, технологические, организационные, экономические, правовые, финансовые) и факторы внешней среды, связанной со сбытом получаемой продукции на высококонкурентных мировых, региональных и отраслевых рынках с их изменчивым спросом и волатильными ценами. На разных этапах жизненного цикла освоения месторождений (разведка, доразведка, предварительная бизнес-оценка, проектирование, разработка, окончание горных работ) совокупности наиболее влияющих факторов могут трансформироваться, в том числе с разными векторами движения. Это предполагает формирование такого подхода к работе горнодобывающих предприятий, когда разного рода изменения переходят из разряда непредвиденных и слабо прогнозируемых в разряд ожидаемых, на позитивное или негативное действие которых заранее разработаны профилактические мероприятия широкого спектра. Следует отметить необходимость управления самими цепочками поставок в условиях неопределённости [11], оценки их уязвимостей и рисков [12; 14], в том числе с использованием теории графов [15] или когнитивного моделирования, обеспечивающего выбор сценария развития предприятия в зависимости от динамики рынка, изменчивости горно-геологических и горнотехнических условий [9].

В данной сложной ситуации совершенствование работы по технологически эффективному, экономически целесообразному и экологически приемлемому уровням освоения месторождений требует коррек-

тировки используемых методологических подходов. В их числе должны быть следующие:

1) существующие запасы требуется рассматривать не как нечто полностью определенное, а как вероятностный геологический ресурс, обладающий достаточной степенью недостоверности, предполагающей постоянное дополнительное его изучение на стадиях эксплуатационной доразведки и разработки месторождений в условиях изменяющейся, трудно прогнозируемой в динамике рыночной ценности вида и сорта минерального сырья [6];

2) эффективное освоение минеральных ресурсов достигается путём рационального комбинирования различных технологий, их параметров и организационных принципов тогда, когда все звенья цепочек создания добавленной ценности рассматриваются как единая динамическая система «георесурс — потребитель», функционирующая в конкурентной внешней среде по согласованным подходам и критериям.

В современном мире каждый специалист сталкивается с потребностью переработки постоянно возрастающих объёмов информации для принятия квалифицированных решений. Становится объективно необходимым широкое использование различных компьютерных технологий для актуальной информационно-аналитической поддержки лиц, участвующих в подготовке и принятии соответствующих организационно-экономических решений, формируемых на основе многовариантного рассмотрения. В работе любого ученого, проектировщика, технолога, менеджера, экономиста одной из наиболее важных и трудоемких задач является поиск не просто «иголки в стоге сена» для изучения существующего положения в рассматриваемой области, а поиск «новой иголки» для лучшей организации процессов и управления ими. Исследования в данном направлении [4] можно разделить на следующие категории: изучение вопросов ведения и обмена публикациями; объединение библиографических данных из различных источников; предоставление доступа к публикациям.

Одно из назначений информационно-аналитической системы — оказание помощи специалистам при выполнении ежедневных задач путём дополнения и структурирования мыслительных процессов. Информация, хранящаяся в различных видах и форматах, распределяется между большим количеством источников. Часть данных хранится в виде документов, часть — в виде ссылок, часть — в контексте не связанных между собой информационных систем. Это приводит к фрагментации информации, частой невозможности её быстрого нахождения и использования, фиксации, нередко кратковременной, только в памяти отдельного специалиста. В такой ситуации основными функциями управления накопленной информацией становятся: ведение общего информационного пространства, структуризация его ресурсов, поиск и предварительный анализ информации, категоризация ресурсов, совместная работа специалистов с частью необходимой информации при ведении общего проекта [3].

При поиске необходимой информации по выбранной сфере деятельности часто трудно чётко ограничить область. Для успешного нахождения данных необходимо быть хорошим специалистом в изучаемой теме, чтобы квалифицированно в ней разбираться, ознакомиться с работами других исследователей [1]. Требуется понимание и в смежных областях знаний, учитывая многопроцессность горного производства, междисциплинарность принимаемых решений на горно-обогатительных предприятиях, функционирование которых должно осуществляться с учётом общих целей систем «георесурс — потребитель». Всё это, в свою очередь, ведёт к существенному возрастанию роли интеграционных процессов в области научных исследований по ключевым вопросам развития горных технологий [10], в сфере профессионального горного образования, международной сертификации компетенций специалистов горной отрасли [7].

Результаты исследования и их обсуждение. Сбор, обработка, хранение,

применение и непрерывная актуализация представительной и достоверной геологической, технической, технологической, маркетинговой, экономической, финансовой, экологической и других видов информации является трудоёмкой задачей. Без её решения сложно или невозможно перейти к постановке более сложных задач, связанных с подсчётом запасов и структурированием их границ по типам и сортам; горно-геометрическим анализом режима горных работ с корректным синтезом эффективных технологических и организационных решений; проектированием и планированием горных работ в режиме управления качеством на разных временных уровнях; предварительной подготовкой добываемого минерального сырья к последующей переработке и обогащению; позиционированием выпускаемой продукции в ряду аналогов. Отдельно отметим интеграцию задач и возможностей устойчивого развития в процесс принятия решений с созданием специализированных систем их поддержки (СППР) при разработке и/или реализации междисциплинарных проектов добычи полезных ископаемых [13].

Практически любая СППР состоит из следующих основных блоков: база данных, база моделей и программная подсистема, состоящая из систем управления базами данных и моделей, а также интерфейсом между пользователем и компьютером [5]. Непрерывный рост объёмов первичной и генерируемой вновь информации при усложнении структуры управления предприятиями обуславливает необходимость создания с применением современных IT-технологий специализированных баз данных (БД) с однократным вводом материалов различных видов и форматов, их упорядоченного накопления и многократного использования. Уточним понятие «база данных», синтезированное из двух определений, представленных в ст. 1260 «Составные произведения» ГК РФ и Энциклопедии технологий баз данных М. Р. Коголовского (2002). Так, база данных — это используемая для удовлетворения информационно-аналитических потребностей пользователей организованная

и систематизированная по определённым правилам совокупность представленных в объективной форме самостоятельных материалов, характеризующих актуальное состояние некоторой предметной области.

Любая информационная система представляет собой множество связанных различными отношениями документов, описывающих некие сущности (объекты, факты или понятия). Информация о той или иной сущности может содержаться в БД либо непосредственно в виде документа, который её представляет, описывает или моделирует, либо в виде упоминаний об этой сущности, которые имеются в других документах (опосредованная информация). У любого вида информации помимо источника в идеале должен быть и потребитель, для которого должны быть созданы максимально комфортные условия по её поиску и восприятию [2].

Исходя из изложенных предпосылок и подходов, на протяжении многих лет в лаборатории проблем рационального освоения минерально-сырьевых ресурсов ИГДС СО РАН и на кафедре горного дела Горного института СВФУ осуществляется формирование специализированных БД в режиме непрерывного пополнения и актуализации. В них аккумулируются доступные источники информации по различным аспектам фактической или планируемой добычи твёрдых полезных ископаемых из месторождений севера и востока страны, расположенных в основном в криолитозоне.

Как известно, упорядочивание файлов по различным иерархическим категориям является одним из основных процессов при работе с цифровой информацией. Понимая, что её точная категоризация может в дальнейшем значительно облегчить поиск, после ряда попыток на начальном этапе для упрощения работы принято решение о структурировании всех сведений, в первую очередь по источникам и времени её появления. Материалы для основной БД отобраны, проанализированы и сохранены в различных форматах — это распознанные, нераспознанные документы, рисунки, таблицы и т. д. Так как освоение сложных

месторождений в экстремальных условиях — многоаспектный процесс, в БД, помимо основных, аккумулируются сведения по смежным отраслям знаний, например, технике и экономике. Источники данных разнообразны: часть — из открытой печати и сети Интернет с открытым или платным доступом; многие статьи — из распространяемых по подписке изданий. Они внесены в БД в цифровом виде после сканирования и распознавания. Таким же образом добавлены фондовые материалы из различных хранилищ информации (отчёты по НИР, геологические отчёты о результатах разведки месторождений, ТЭО, бизнес-планы, проекты, записки и т. д.). Ретроспективная глубина материалов — с 70–80-х гг. и более ранних периодов прошлого столетия. Объем информации измеряется гигабайтами и тысячами файлов.

Первичная геологоразведочная информация с координатами выработок (шурфы, канавы, скважины, подземные выработки, забои) и результатами опробования полезных ископаемых в недрах используется при проведении исследований неоднородности полей геологических переменных, построении цифровых моделей месторождений, моделировании процессов их эксплуатационной доразведки и разработки. Создание 3D-моделей осуществляется с помощью горно-геологических информационных систем Mineframe, Micromine, Surpac.

При необходимости пользователь с учётом его интересов может делать выборки, создавая локальные тематические БД. В них может быть собрана информация по вопросам освоения полезных ископаемых (коксующийся уголь, рудное и россыпное золото, железные, урановые руды и др.) в разных районах. Например, под выполнение НИР в ИГДС сформирована БД «Южно-Якутский угольный комплекс», в которой представлены сведения об основных месторождениях одноименного бассейна. Вошедший в неё подраздел «Эльгинское месторождение», в свою очередь, делится на ряд более мелких («Отчеты о НИР», «Геологоразведка», «Данные интервального опробования скважин», «Модели пластов»,

«Производственные данные», «Проекты и ТЭО», «Публикации», «Авторские исследования» и др.). При необходимости для исключения дублирования информации возможно введение перекрёстных ссылок.

Базы данных используются и в учебном процессе Горного института СВФУ для развития и закрепления навыков поиска и работы с различными видами публикаций, при подготовке студентами дипломных, курсовых и практических работ, специальных частей дипломных проектов. Первичная геологоразведочная информация с координатами выработок и результатами опробования полезных ископаемых по ряду месторождений используется для построения цифровых моделей при чтении курсов «Компьютерное моделирование месторождений», «Информационные технологии в горном деле». Из общей базы данных сформирована локальная «база данных по подземной и комбинированной разработке месторождений твёрдых полезных ископаемых», позволяющая производить отбор необходимой информации для подготовки специализированных обзоров («Вскрытие месторождений», «Системы разработки с закладкой», «Выпуск руды», «Управление качеством руды при подземной разработке» и др.). Часть материалов (учебники, методические пособия, монографии, доклады, статьи) передается пользователям для самостоятельного изучения в процессе чтения специальных курсов. В целом использование сформированной базы данных способствует тому, что студенты, тратя на поиск необходимой информации меньше времени, могут сконцентрироваться на содержательной части процесса обучения.

Заключение. Горнопромышленный комплекс Севера и Востока страны должен быть ориентирован на эффективное, ресурсосберегающее и экологически безопасное освоение востребованных рынком видов минерального сырья. Предприятиям для повышения своей конкурентоспособности требуется постоянный поиск резервов. Важным способом снижения негативного воздействия специфических особенностей региона является улучшение качества

принимаемых управленческих решений, основанных на максимально полном учёте и использовании накопленной профессиональным сообществом за длительное время информации, общих и специальных знаний.

Эти данные часто слабо структурированы, недостаточно полно систематизированы, рассредоточены по различным хранилищам, что существенно ограничивает оперативный доступ к ним. По разным причинам тематически связанные данные сохраняются в разном виде (бумага, электронные носители) и форматах. Это приводит к тому, что коллекции публикаций, даже расположенные на одном физическом сервере или в одной локальной сети, зачастую имеют различные логические входы и выходы, представляют собой разрозненные автономные информационные ресурсы. Для повышения связанности информационных ресурсов и унифицированного доступа к ним сформирована постоянно пополняемая БД по различным аспектам освоения месторождений северо-восточного региона страны, являющихся базовыми элементами в цепочках добычи, первичной переработки и поставок продукции потребителям. База данных настраивается под решение конкретных задач, в неё могут интегрироваться как новые знания (напри-

мер, по новым направлениям наук о Земле), так и новые виды информационных ресурсов (видеоролики, мультимедийные презентации).

Учитывая тенденцию преимущественного развития открытых горных работ, существует реальная угроза потери части информации о накопленных за многолетний промежуток времени знаниях о процессах подземных горных работах в экстремальных условиях. Неизбежное освоение подземного пространства в будущем, для части минерально-сырьевых ресурсов уже ближайшем, приведет к необходимости изобретения нового «велосипеда». В связи с постоянным сокращением работающих в данной области специалистов возникает проблема утраты преемственности и необходимости сохранения их профессиональных знаний. Частично её решение осуществляется путём формирования соответствующих блоков в БД.

Развитие работ в рассмотренном направлении предполагается путём поэтапного перехода от базы данных к базе знаний и последующего создания на этой основе специализированной системы поддержки принятия решений, учитывающей тенденции развития семантических и нейросетевых технологий.

Список литературы

1. Авдеева П. В., Никулина О. В., Христанков А. С., Чехович Ю. В. Научный поиск: методы тематически-ориентированного поиска научной информации // Электронные библиотеки: перспективные методы и технологии, электронные коллекции (RCDL-2014): труды XVI Всерос. науч. конф. Дубна, 2014. С. 237–241.
2. Барахнин В. Б., Пастушков И. С. Технология автоматизированного наполнения онтологии фактографической поисковой системы // Вестник Новосибирск. гос. ун-та. Сер. Информационные технологии. 2015. Т. 13, № 4. С. 5–13.
3. Бездушный А. А., Бездушный А. П., Серебряков В. А. Модель семантического управления личной информацией // Электронные библиотеки: перспективные методы и технологии, электронные коллекции (RCDL-2014). Дубна, 2014. С. 72–79.
4. Бездушный А. А. Управление личными каталогами научных публикаций с использованием технологий SemanticWeb // Вестник Новосибирск. гос. ун-та. Сер. Информационные технологии. 2015. Т. 13, № 1. С. 16–23.
5. Богословская А. Б. Информационные технологии поддержки принятия решений // Вестник Российского университета дружбы народов. Сер. Инженерные исследования. 2013. № 3. С. 92–99.
6. Геотехнологии открытой добычи на месторождениях со сложными горно-геологическими условиями / отв. ред. С. М. Ткач. Новосибирск: Гео, 2013. 308 с.
7. Казанин О. И., Дребенштедт К. Горное образование в XXI веке: глобальные вызовы и перспективы // Записки Горного института. 2017. Т. 225. С. 369–375.

8. Костромин М. В., Панина Т. Ю. Комплексная технологическая оценка при разработке и проектировании россыпных месторождений золота // Вестник Забайкал. гос. ун-та. 2017. Т. 23, № 4. С. 4–12.
9. Кулак В. Ю., Петрова Т. В. Обоснование направлений поэтапного развития технологии подземной угледобычи на действующих шахтах на основе когнитивного моделирования // Вестник Забайкал. гос. ун-та. 2017. Т. 23, № 3. С. 12–21.
10. Секисов Г. В. Классификационное развитие структурированного состава горных наук // Вестник Забайкал. гос. ун-та. 2014. № 7. С. 39–48.
11. Govindan K., Fattahi M., Keyvanshokoo E. Supply chain network design under uncertainty: a comprehensive review and future research directions // European Journal of Operational Research. 2017. Vol. 263. P. 108–141.
12. Heckmann I., Comes T., Nickel S. A critical review on supply chain risk – Definition, measure and modeling // Omega. 2015. Vol. 52. P. 119–132.
13. Kamenopoulos S., Agioutantis Z., Komnitsas K. A new hybrid decision support tool for evaluating the sustainability of mining projects // International Journal of Mining Science and Technology. 2018. Vol. 28. P. 259–265.
14. Kamalahmadi M., Parast M. M. A review of the literature on the principles of enterprise and supply chain resilience: Major findings and directions for future research // International Journal of Production Economics. 2016. Vol. 171. P. 116–133.
15. Nakatani J., Tahara K., Nakajima K., Daigo I., Kurishima H., Kudoh Y., Matsubae K., Fukushima Y., Ihara T., Kikuchi Y., Nishijima A., Moriguchi Y. A graph theory-based methodology for vulnerability assessment of supply chains using the life cycle inventory database // Omega. 2018. Vol. 75. P. 165–181.

References

1. Avdeeva N. V., Nikulina O. V., Khritankov A. S., Chekhovich Yu. V. *Elektronnye biblioteki: perspektivnye metody i tehnologii, elektronnye kolleksii (RCDL-2014): trudy XVI Vseros. nauch. konf.* (Digital Libraries: Advanced Methods and Technologies, Digital Collections (RCDL-2014): Proceedings of the XVI All-Russ. scientific conf.). Dubna, 2014, pp. 237–241.
2. Barakhnin V. B., Pastushkov I. S. *Vestnik Novosibirsk. gos. un-ta. Ser. Informatsionnye tehnologii* (Bulletin of Novosibirsk State University. Ser. Information Technology), 2015, vol. 13, no. 4, pp. 5–13.
3. Bezdushny A. A., Bezdushny A. N., Serebryakov V. A. *Elektronnye biblioteki: perspektivnye metody i tehnologii, elektronnye kolleksii (RCDL-2014)* (Digital libraries: promising methods and technologies, digital collections (RCDL-2014)). Dubna, 2014, pp. 72–79.
4. Bezdushny A. A. *Vestnik Novosibirsk. gos. un-ta. Ser. Informatsionnye tehnologii* (Bulletin of Novosibirsk State University. Ser. Information technology), 2015, vol. 13, no. 1, pp. 16–23.
5. Bogoslovskaya A. B. *Vestnik Rossiyskogo universiteta druzhby narodov. Ser. Inzhenernye issledovaniya* (Vestnik of the Russian University of Friendship of Peoples. Ser. Engineering studies), 2013, no. 3, pp. 92–99.
6. *Geotekhnologii otkrytoy dobychi na mestorozhdeniyah so slozhnyimi gorno-geologicheskimi usloviyami* (Geotechnologies of strip-mining on deposits with difficult mining and geological conditions); ed. S. M. Tkach. Novosibirsk: Geo, 2013. 308 p.
7. Kazanin O. I., Drebenshtedt K. *Zapiski Gornogo instituta* (Notes of the Mining Institute), 2017, vol. 225, pp. 369–375.
8. Kostromin M. V., Panina T. Yu. *Vestnik Zabaykal. gos. un-ta* (Transbaikal State University Journal), 2017, vol. 23, no. 4, pp. 4–12.
9. Kulak V. Yu., Petrova T. V. *Vestnik Zabaykal. gos. un-ta* (Transbaikal State University Journal), 2017, vol. 23, no. 3, pp. 12–21.
10. Sekisov G. V. *Vestnik Zabaykal. gos. un-ta* (Transbaikal State University Journal), 2014, no. 7, pp. 39–48.
11. Govindan K., Fattahi M., Keyvanshokoo E. *Eu-ropean Journal of Operational Research* (European Journal of Operational Research), 2017, vol. 263, pp. 108–141.
12. Heckmann I., Comes T., Nickel S. *Omega* (Omega), 2015, vol. 52, pp. 119–132.
13. Kamenopoulos S., Agioutantis Z., Komnitsas K. *International Journal of Mining Science and Technology* (International Journal of Mining Science and Technology), 2018, vol. 28, pp. 259–265.
14. Kamalahmadi M., Parast M. M. *International Journal of Production Economics* (International Journal of Production Economics), 2016, vol. 171, pp. 116–133.
15. Nakatani J., Tahara K., Nakajima K., Daigo I., Kurishima H., Kudoh Y., Matsubae K., Fukushima Y., Ihara T., Kikuchi Y., Nishijima A., Moriguchi Y. *Omega* (Omega), 2018, vol. 75, pp. 165–181.

Коротко об авторах

Гаврилов Владимир Леонидович, канд. техн. наук, ведущий научный сотрудник, лаборатория проблем рационального освоения минерально-сырьевых ресурсов, Институт горного дела Севера им. Н. В. Черского СО РАН, г. Якутск, Россия. Область научных интересов: геотехнология, проектирование горно-технических систем, управление качеством минерального сырья, оценка месторождений твердых полезных ископаемых
gvlugorsk@mail.ru

Хоютанов Евгений Александрович, канд. техн. наук, научный сотрудник, лаборатория проблем рационального освоения минерально-сырьевых ресурсов, Институт горного дела Севера им. Н. В. Черского СО РАН, г. Якутск, Россия. Область научных интересов: геотехнология, управление качеством минерального сырья, геоинформационное моделирование и оценка месторождений
khoiutanov@igds.ysn.ru

Петров Андрей Николаевич, канд. техн. наук, старший научный сотрудник, зав. кафедрой горного дела, Горный институт, Северо-Восточный федеральный университет им. М. К. Аммосова, г. Якутск, Россия. Область научных интересов: геотехнология, совершенствование проектирования и подземной разработки рудных месторождений Севера
petrow_andrei@mail.ru

Briefly about the authors

Vladimir Gavrilov, candidate of technical sciences, leading researcher, Chersky Institute of Mining of the North, Siberian Branch of Russian Academy of Sciences, Yakutsk, Russia. Sphere of scientific interests: geotechnology, mining technology design of mining systems, quality management of the mineral resources, estimation of solid minerals deposits

Evgeny Khoiutanov, candidate of technical sciences, researcher, Chersky Institute of Mining of the North, Siberian Branch of Russian Academy of Sciences, Yakutsk, Russia. Sphere of scientific interests: geotechnology, quality management of the mineral resources, geoinformation simulation and estimation of deposits

Andrey Petrov, candidate of technical sciences, senior researcher, head of Mining department, Mining Institute, North-Eastern Federal University named after M. K. Ammosov, Yakutsk, Russia. Sphere of scientific interests: geotechnology, improvement of design and underground mining of ore deposits of the North

Образец цитирования

Гаврилов В. Л., Хоютанов Е. А., Петров А. П. Информационно-аналитическое обеспечение поддержки принятия решений при освоении минеральных ресурсов Севера и Востока России // Вестн. Забайкал. гос. ун-та. 2018. Т. 24. № 10. С. 12–20. DOI: 10.21209/2227-9245-2018-24-10-12-20.

Gavrilov V., Khoiutanov E., Petrov A. Informational and analytical providing of decision support in the development of mineral resources of the North and East of Russia // Transbaikal State University Journal, 2018, vol. 24, no. 10, pp. 12–20. DOI: 10.21209/2227-9245-2018-24-10-12-20.

Статья поступила в редакцию: 15.11.2018 г.

Статья принята к публикации: 30.11.2018 г.