

УДК 553.94:622.013.36:553.04:528.94

Применение геоинформационных технологий при оценке запасов угольных месторождений Кузбасса

¹Рогова Т.Б., ²Шаклеин С.В.

¹ Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, Кемерово

² Федеральный исследовательский центр угля и углехимии СО РАН, Кемерово

Показано, что геоинформационное обеспечение принятия эффективных управленческих решений в сфере оценки месторождений полезных ископаемых и определения степени горного риска их освоения состоит в формировании и отображении пространственной информации о соответствии достигнутой степени достоверности геометризации месторождений требованиям запланированных к применению геотехнологий. Обоснован принцип оценки достоверности геометризации характеристик угольных месторождений, состоящий в оценке меры неоднозначности горно-геометрического моделирования на основе предварительного создания косвенных избыточных определений в сетях геолого-разведочных скважин. Постоянная актуализация моделей на основе обобщения опыта ведения горных работ позволяет в 3-4 раза повысить качество оценки запасов сырья угольных предприятий по международным стандартам.

Ключевые слова: угольная промышленность; запасы; достоверность; погрешность геометризации; экспертиза.



Тамара Борисовна РОГОВА,
профессор кафедры маркшейдерского
дела и геологии, доктор технических наук



Сергей Васильевич ШАКЛЕИН,
ведущий научный сотрудник,
доктор технических наук

Эффективность минерально-сырьевого комплекса страны преимущественно определяется качеством имеющейся в ее распоряжении минерально-сырьевой базы (МСБ), т.е. совокупностью свойств, обуславливающих способность горного бизнеса эффективно удовлетворять сырьевые потребности экономики в обозримом периоде времени [1]. Структура минеральных ресурсов, величина их запасов, качество, степень изученности и направления хозяйственного освоения оказывают непосредственное влияние на экономический потенциал государства. При этом постоянное увеличение разносторонних потребностей общества непрерывно изменяет оценки текущего ресурсного обеспечения, приводит к необходимости решения

вновь проявлявшихся проблем [2], превращая процесс изучения и оценки минеральных ресурсов в задачу динамического характера. Отличительной особенностью принятия решений в области горного бизнеса является то, что они должны учитывать не только информацию, но и всегда существующий уровень ее неопределенности, т.е. в условиях действия весьма специфического информационного горного риска [3, 4].

В связи с этим информационной основой принятия управленческих решений в области недропользования являются непрерывно изменяющиеся в пространстве недр данные о свойствах месторождений и уровне достоверности, с которой они получены в процессе геологического изучения недр.

Эти обстоятельства определяют актуальность применения для оценки МСБ геоинформационных технологий, ориентированных именно на рассматриваемый класс данных.

Для определения уровня достоверности геолого-разведочной информации необходима предварительная разработка специальных количественных методов ее оценки, поскольку ныне используемые в горном деле геоинформационные модели [5-7 и др.] ориентированы на решение несколько иного круга задач. Методы оценки достоверности не могут игнорировать специфические особенности месторождений разных видов минерального сырья и должны быть соответствующим образом адаптированы к ним.

При решении вопросов организации недропользования на территории Кемеровской области, обеспечивающей более 60 % общего объема добычи угля России, наибольший интерес представляют методы оценки, учитывающие специфику уголь-

ных месторождений. Разумеется, что эффективность применения моделей достоверности геоданных должна быть подтверждена практическим опытом освоения месторождений.

Геоинформационное обеспечение принятия управленческих решений в условиях риска при освоении месторождений полезных ископаемых

В основе всех проектов и планов создания и развития горно-добывающего бизнеса лежат не фактические данные о недрах, а лишь их модели. Такие модели всегда содержат в себе погрешности и ошибки, поскольку формируются по результатам прямого определения значений изучаемых характеристик по геолого-разведочным скважинам, вскрытый объем полезного ископаемого в которых составляет многомиллионные доли от общих запасов участка недр. Это влечет за собой неопределенности в установлении размеров необходимого объема капитальных вложений, затрат на добычу и переработку, размера оборотного капитала, предполагаемой длительности реализации проекта освоения, производственной мощности, полноты извлечения, цены, качества продукции и т.п. Именно в этом и состоят последствия проявления горного риска – риска неподтверждения ожидаемых геологических характеристик месторождения. Оценка степени такого риска как в российской, так и в международной практике недропользования производится путем квалификации запасов по нескольким группам (категориям) достоверности их изучения. При этом под достоверностью понимается не погрешность определения количества запасов, а совокупность погрешностей геометризации (моделей) их основных характеристик.

Действующие ныне международные кодексы отчетности о ресурсах и запасах полезных ископаемых устанавливают минимальные требования, предъявляемые к предназначенной к использованию потенциальными и действующими инвесторами информации горно-промышленных и геолого-разведочных компаний. Считается, что выполнение этих требований исключает сознательное или ошибочное завышение уровня достоверности геолого-разведочных данных. Однако подобное предположение сомнительно, поскольку оценку достоверности принято выполнять экспертным способом, в рамках которого невозможно исключить в том числе и коррупционное воздействие на экспертов. Кроме того, эксперт, из-за опасения допустить завышение качества изучения месторождения, всегда вынужден занижать свои оценки.

Эксперт, готовя отчет о состоянии МСБ предприятия на основе требований кодексов семейства CRIRSCO (австралийского JORC, канадского CIM, южно-африканского SAMREC и др.), должен обеспечить:

- **прозрачность** (пользователь отчета должен располагать достаточной информацией, представленной в ясной и

"однозначной форме", позволяющей правильно понять представленный материал);

- **значимость** (отчет должен содержать всю релевантную информацию, необходимую инвесторам и их профессиональным консультантам для формирования обоснованного и взвешенного понимания полученных результатов геолого-разведочных работ);
- **компетентность** (отчет должен основываться на результатах работ, выполненных специалистами, имеющими надлежащую квалификацию и опыт, обязанными соблюдать кодекс профессиональной этики и нормы поведения в своей работе).

Эти принципы международной оценки МСБ используются и в практике отечественной государственной геологической экспертизы и не вызывают возражений. Вместе с тем российская система оценки запасов полезных ископаемых использует еще один очень важный принцип – **принцип доказательности суждения эксперта** (эксперт обязан представить аргументы, обосновывающие данные им оценки и суждения).

Действующая ныне отечественная Классификация запасов и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых [8] предусматривает, что при квалификации запасов по категориям разведанности в качестве дополнительного показателя должны использоваться количественные и вероятностные оценки точности и достоверности определения основных параметров, использованных при подсчете запасов. Результаты выполнения количественной оценки достоверности запасов выступают в качестве основного инструмента формирования доказательной базы экспертных оценок. Но, именно **инструмента**, поскольку эксперт, в соответствии с действующим государственным нормативом [9], имеет право не согласиться с ее результатами, с обязательным указанием на "причины и обоснование принятия категорий, отличающихся от категорий, рекомендуемых по результатам количественной и вероятностной оценки".

Результаты применения количественных методов оценки достоверности принято представлять в форме картограмм разведанности запасов, на которых отображаются их контуры. Они имеют различную степень достоверности (категории) и реализуются в виде геоинформационных моделей, обеспечивающих поддержку принятия управленческих решений в сфере оценки месторождений полезных ископаемых и определения степени горного риска их освоения.

Оценка достоверности геометризации угольных месторождений по геолого-разведочным данным

В большинстве горно-добывающих отраслей используются количественные методы оценки достоверности запасов полезных ископаемых, основанные на геостатистическом подходе. Однако для угольных месторождений такой подход не доста-

точно эффективен. Это обусловлено как характером оцениваемых характеристик, "линзообразным" характером угольных пластов, так и существенной разреженностью геолого-разведочных скважин, что не позволяет получать оценки достоверности запасов угля в пределах сравнительно небольших их контуров, сопоставимых нередко с охватываемыми ими площадями годовой отработки и продуктивных пластов.

В связи с этим в [10] были разработаны специальные методы оценки достоверности запасов, пригодные к использованию на всех типах угольных месторождений. Задача определения достоверности запасов по результатам геологического изучения месторождения сводится обычно к оценке степени расхождения между реально существующим природным объектом и его моделью. Ее строгое математическое решение в такой постановке невозможно, поскольку сведения о реальных свойствах геологического объекта на момент такой оценки либо недостаточно полные, либо отсутствуют вовсе. Поэтому решение задачи оценки достоверности запасов в таких случаях может быть обеспечено на основе косвенных методов (эвристической природы).

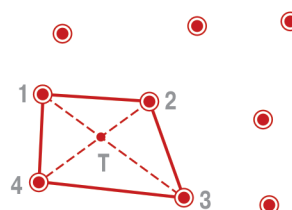
В основу разработки таких методов положена сформулированная в начале XX в. теория геохимического поля профессора П.К. Соболевского [11]. Основные положения этой теории весьма близки к появившимся значительно позже положениям геостатистики. В соответствии с теорией П.К. Соболевского любой геологической характеристики отвечает четырем основным свойствам, одним из которых является **"свойство однозначности"**: значение контрольной характеристики в каждой точке геологического пространства может иметь только одно ее значение.

Из этого "постулата" следует, что модель любой характеристики месторождения, идеальным образом ее описывающая, также должна обладать указанным свойством, а возникновение "неоднозначности" построений в процессе моделирования является свидетельством ее неадекватности реальному объекту. Иными словами, чем больше степень такой "неоднозначности", тем менее адекватна применяемая модель. Таким образом, оценка достоверности геологических материалов может основываться на оценке **"степени неоднозначности модели"**.

Собственно неоднозначность построения моделей может быть количественно оценена лишь при наличии "избыточных" данных измерений, т.е. в условиях, когда имеется как минимум, два независимых измерения контролируемого признака в одной и той же точке пространства недр. Однако в геолого-разведочной практике такие измерения возникают крайне редко и нежелательны, так как являются следствием "переразведки" объекта исследований. Поэтому подход к созданию метода определения степени неоднозначности применяемой модели может основываться только на идее искусственного создания "косвенных избыточных определений" [12].

Такую идею достаточно просто можно реализовать в контуре плоской четырехугольной ячейки разведочной сети скважин. Рассмотрим фрагмент разведочной сети скважин в виде выпуклого четырехугольника с вершинами в точках замеров изучаемого геологического признака (рис. 1). В таком четырехугольнике можно провести две диагонали (1-3 и 2-4), пересекающиеся в точке Т. Используя определенный метод интерполирования можно получить значение контрольного признака в точке Т из каждой диагонали (P_{1-3} и P_{2-4}). Теоретически P_{1-3} должно быть равно P_{2-4} . Однако из-за наличия известных погрешностей измерений и интерполяции значения P_{1-3} и P_{2-4} , как правило, не будут совпадать друг с другом. Поэтому их разность (для двух независимых косвенных определений), может использоваться в качестве количественной меры неоднозначности осуществляемых контурных построений.

Рис. 1. Искусственное создание косвенных "избыточных определений" геологических свойств породного массива в контуре ячейки сети разведочных скважин



Таким образом, критерий достоверности (K) изучаемого признака в контуре четырехугольника сети скважинных измерений может быть представлен в виде $P_{1-3}-P_{2-4}$. Он может выражаться как в абсолютных, так и в относительных единицах величин (например, в процентах по отношению к среднему значению изучаемого показателя в точке Т).

В качестве метода интерполяции вдоль отмеченных диагоналей можно использовать любой известный метод, точность которого соответствует точности метода построения оцениваемых горно-геометрических моделей. Практический опыт показал, что при оценке достоверности построения гипсометрии продуктивных пластов следует применять кубическую сплайн-интерполяцию. Она использует в качестве исходных данных не только три координаты точек подсечения пласта скважинами, но и определенные по данным модели элементы залегания пласта в них. Для оценки мощности пласта и показателей качества угля вполне удовлетворительной оказалась линейная интерполяция [13].

Для натурных условий форма четырехугольной ячейки всегда будет отличаться от формы правильного четырехугольника, в результате чего точка пересечения диагоналей Т, вообще говоря, не будет равноудаленной от его вершин. Проведенные исследования [13] показали, что изучаемые критерии являются

информативными, если форма четырехугольника удовлетворяет следующим условиям:

- **деформированности** (для каждой диагонали отношение расстояний от вершин четырехугольника до точки Т к общей длине диагонали должно находиться в пределах 0,3-0,7);
- **ромбовидности** (отношение длины более протяженной диагонали к длине менее протяженной не должно превышать 2,6);
- **косоугольности** (внутренние углы четырехугольника должны находиться в пределах 25-155°);
- **вытянутости** (отношение средней длины двух самых протяженных сторон четырехугольника к средней длине двух коротких не должно превышать 4).

Естественно, что расчет критериев разведанности допустимо осуществлять только в том случае, если достигнутая по объекту плотность сети разведочных скважин обеспечивает правомерность интерполирования значений экспериментальных данных в пространстве между точками их измерений.

Для производства оценки правомерности интерполяции высотных отметок поверхности пласта выполняется построение функции, названной "**кривой разведанности**", связывающей средние значения критериев разведанности со средними площадями "оценочных четырехугольников". Ее построение производится путем последовательного двукратного разрежения сети измерений. Так как по мере роста площадей четырехугольников (снижения плотности сети точек наблюдений) достоверность результатов моделирования будет естественным образом снижаться, то теоретическая "кривая разведанности" должна иметь характер монотонно возрастающей функции.

Встречаются три основных типа кривых разведанности запасов угольных месторождений Кузбасса (рис. 2), по виду которых можно оценить правомерность структурных построений гипсометрии пластов. **Первый их тип** ("кривая разведанно-

сти" 1) имеет ожидаемый теоретический характер и проявляется в условиях правомерности выполнения интерполяции высотных отметок. **Второй тип** ("кривая разведанности" 2) на первый взгляд противоречит "здоровому смыслу", поскольку при $S \leq S_1^*$ имеет место "рост достоверности" изучения гипсометрии угольного пласта по мере снижения плотности разведочной сети. Данный тип "кривой разведанности" на самом деле свидетельствует об отсутствии оснований для выбора используемого вида интерполяции, а следовательно, и о невозможности по имеющейся натурной информации построения реальных гипсометрических планов. **Третий тип** ("кривая разведанности" 3) проявляется в случае правомерности интерполяции высотных отметок пласта лишь по части изучаемого объекта – только в пределах "четырехугольных блоков" ограниченной площади ($S < S_2^*$).

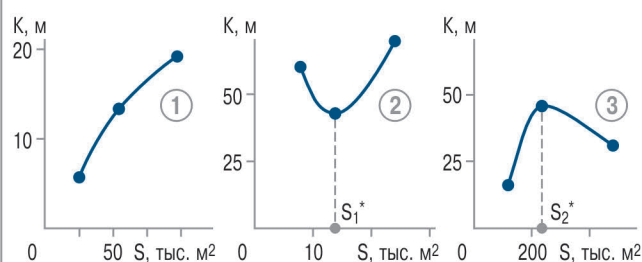
Проверка правомерности использования того или иного вида интерполяции в межскважинном пространстве, существенно изменчивых характеристик по сравнению с гипсометрией пласта, таких как его мощность и показатели качества угля, производится на основе сравнения общей и "негеометризируемой" долей их изменчивости. Величина негеометризируемой составляющей изменчивости пропорциональна среднему значению критерия разведанности К, а общая изменчивость может быть оценена соответствующим среднеквадратическим отклонением. Если соотношение этих характеристик изменчивости таково, что негеометризируемая доля является преобладающей в общей изменчивости, то делается вывод о неправомерности выбранного вида интерполирования, в противном случае – об его корректности.

Полученные критерии разведанности (оценки неоднозначности результатов геометризации) различных характеристик месторождения используются при категоризации запасов по степени их достоверности. Например, по степени достоверности изучения гипсометрии пласта к категории А (в России) относятся запасы контуров, в которых критерий К не превышает 7 м, к категории В – от 7 до 13 м и к категории С₁ – от 13 до 50 м.

Геоинформационные модели оценки достоверности запасов угольных месторождений

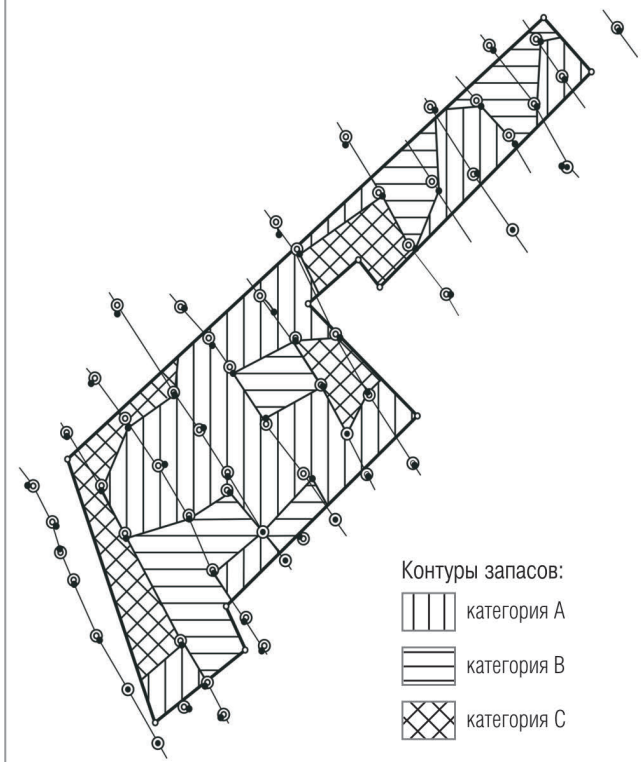
На основании расчета значений критериев разведанности основных параметров подсчета запасов (гипсометрии и мощности пласта, зольности угля) геолого-разведочными организациями создаются геоинформационные модели – картограммы достоверности или категоризации (рис. 3), на которых выделяются контуры с различным уровнем достоверности изучения признака. Данный вид моделей является инструментом геоинформационного обеспечения процесса категоризации запасов, выполняемого по ныне действующим государственным [8] и международным [14] требованиям.

Рис. 2. Основные типы "кривых разведанности", отражающие характер изменения средних значений критериев разведанности гипсометрии пласта (К) от средней площади проекции четырехугольной ячейки сети разведочных скважин (S)



1 – пласт Кемеровский на участке "Щербиновский"; 2 – пласт Двойной-2 поля разреза "Ургунский"; 3 – пласт XXVII на участке "Ровненский"

Рис. 3. Картограмма достоверности изучения гипсометрии пласта III поля шахты "Ольжерасская" (Кузбасс) по [13]



Однако данный класс оценок не отвечает требованиям информационного обеспечения международной экспертизы запасов, выполняемой для оценки стоимости и инвестиционной привлекательности МСБ. Это связано с использованием различных принципов классификации в России и за рубежом. Принципиальные различия подходов действующей российской государственной классификации и международной "рыночной" классификации CRIRSCO заключается в том, что в современной отечественной системе категоризация запасов выполняется **по степени достоверности геологической информации, а в системе CRIRSCO – по степени соответствия этой "достоверности" требованиям горных технологий и бизнеса.**

Принцип CRIRSCO, следовательно, ориентирован на приращение категориям ясного целевого предназначения. Следует заметить, что такой подход для России не нов и использовался для классификации запасов в СССР с 1927 до 1960 г. Действующая ныне российская классификация запасов предполагает равную погрешность геометризации характеристик месторождений в пределах одной категории вне зависимости от того, какими способами и по каким технологическим схемам запасы будут осваиваться. В международной системе оценки достоверности запасов в одну категорию попадают запасы с разной погрешностью геометризации, величина которой имеет одинаковую значимость при принятии технологических решений. Например, погрешность ± 4 м в оценке вертикального по-

ложения одиночного пологозалегающего пласта мощностью 4 м при его отработке открытым способом может увеличить коэффициент вскрыши на $1 \text{ м}^3/\text{т}$.

Такая погрешность способна существенно изменить количество доступных открытым технологиям запасов. В настоящее время рентабельность работы угольных разрезов Кузбасса по добыче энергетического угля сохраняется при коэффициенте вскрыши до $6,5 \text{ м}^3/\text{т}$ при дальности транспортировки породы на отвалы не более 2,5 км. В то же время погрешность геометризации гипсометрии пласта в ± 4 м при его отработке подземным способом может практически не повлиять на эффективность технологического процесса. Существуют, разумеется, и обратные примеры, поскольку подземная технология добычи предполагает, в отличие от открытой, необходимость более высокого уровня знания тектонической нарушенности пластов, детализации характера их залегания, газоносности и т.д.

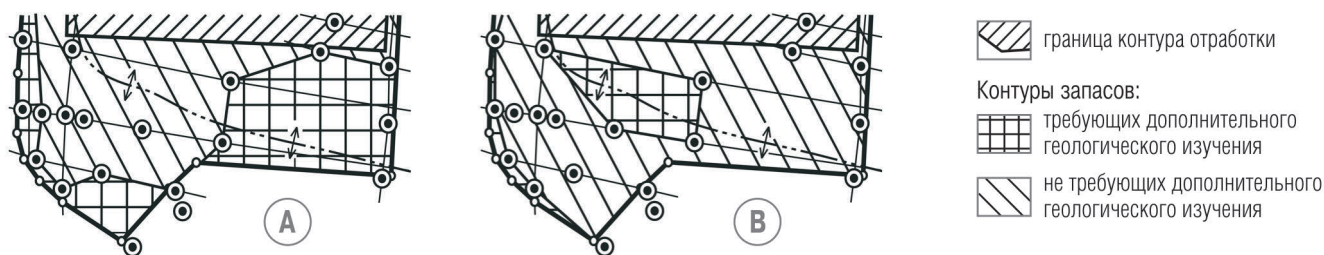
Таким образом, геоинформационное обеспечение системы оценки достоверности запасов по принципу соответствия достигнутой степени достоверности геометризации требованиям горных технологий состоит в создании моделей, отображающих не степень неоднозначности геометризации, а ее погрешность, выраженную в реальных физических единицах.

Сравнение эффективности применения новой геоинформационной модели оценки запасов угольных месторождений с принятыми в Кузбассе

В результате исследований [10] было установлено, что погрешности горно-геометрических моделей характеристик угольного месторождения статистически прямо пропорциональны мере их неоднозначности (критериям разведанности). Так, в целом для Кузбасса погрешность гипсометрических планов составляет около 60 % от величин соответствующих критериев. Однако для каждого конкретного разрабатываемого месторождения, шахтного или карьерного поля коэффициент такой пропорциональности должен уточняться на основе накопленных при ведении горных работ натурных данных, т.е. в процессе организации и ведения специального мониторинга достоверности запасов полезного ископаемого.

Информационная основа такого мониторинга – данные, полученные на уже освоенной части месторождения. Для этого производится количественная оценка достоверности запасов только по разведочным данным, а затем – по этим же, но уже отработанным, запасам путем сопоставления соответствующих данных разведочных и горных работ. Так уточняются искомые коэффициенты пропорциональности, позволяющие осуществить переход от значений критериев разведанности к погрешностям геометризации. В результате таких исследований формируется методика количественной оценки погрешности геометризации, адаптированная к особенностям осваиваемого

Рис. 4. Картограммы достоверности изучения гипсометрии нижних горизонтов пласта 70 поля шахтоуправления "Талдинское-Западное"



участка недр. При этом становится не суть важно, каким образом выполнялось построение расчетных моделей для контрольных характеристик месторождения и, соответственно, подсчет его запасов: полигональным или геостатистическим методами.

Второй элемент мониторинга достоверности запасов угля – установление фактического уровня погрешностей, который допустим в условиях применяемого на месторождении конкретного способа и технологии отработки полезного ископаемого. Для этого достаточно установить, при каком граничном уровне погрешностей горно-добывающее предприятие не достигает запланированные технико-экономические показатели работы или возникают значительные проблемы в области обеспечения безопасных условий ведения горных работ.

Полученные описанным образом зависимости могут быть в дальнейшем использованы для оценки запасов еще неотработанного контура месторождения на основе применения "метода аналогий": в условиях применения одинаковых горно-технологических решений равная неоднозначность геометризации недр приводит к одинаковым последствиям на стадии эксплуатации.

На рис. 4, в качестве примера, приведена картограмма достоверности изучения гипсометрии нижних горизонтов угольного пласта, находящегося в стадии отработки. Картограмма представлена в двух вариантах.

Вариант А содержит результаты экспертной оценки достоверности, подтвержденной государственной геологической экспертизой. Вариант В отражает результаты, полученные при выполнении количественной оценки достоверности, учитывающей данные отработки верхних горизонтов угольного пласта.

Видно, что оценка запасов по варианту В более благоприятна для бизнеса в сравнении с экспертной оценкой А, использующей страховочное занижение результатов.

Обширная практика применения критериев разведанности основных параметров подсчета запасов (гипсометрия и мощность пласта, зольность угля), а также технологии горно-геометрического мониторинга показала [11], что их использование повышает качество оценки достоверности геолого-разведочной информации в 3-4 раза по сравнению с традиционными экспертными подходами.

Выводы

Таким образом, геоинформационное обеспечение позволяет повысить эффективность принятия управленческих решений при оценке угольных месторождений Кузбасса, определения степени риска при их освоении за счет формирования и отображения пространственной геолого-разведочной информации и соответствия достигнутой степени достоверности геометризации месторождений полезных ископаемых требованиям планируемых геотехнологий ведения горных работ.

В результате выполненных исследований установлено:

- применение геоинформационных технологий обеспечивает создание реальной доказательной системы оценки МСБ угледобывающих предприятий;
- количественная оценка достоверности геологической информации должна проводиться на основе определения степени ее однозначности, выполняемой на основе создания косвенных избыточных определений в сетях геолого-разведочных скважин;
- геоинформационное моделирование должно быть ориентировано на учет меры соответствия достоверности результатов геологического изучения недр конкретным требованиям горных технологий и бизнеса;
- применение геоинформационных технологий позволяет повысить качество оценки достоверности геолого-разведочной информации в 3-4 раза по сравнению с традиционными экспертными подходами.

Литература

1. Орлов В.П. Геологическое прогнозирование. – М.: Недра, 1991.
2. Состояние и проблемы минерально-сырьевой базы твердых полезных ископаемых России / В.Н. Опарин, А.М. Фрейдин, А.П. Тапсиев [и др.] // ФТПРПИ. – 2013. – № 4.
3. Rossi M., Deutsch C. Mineral Resource Estimation. New York, London: Springer, 2014.
4. Годой М., Димитракопулос Р. Количественный анализ рисков при стратегическом планировании горных работ: методика и применение // ФТПРПИ. – 2011. – № 2.
5. Использование ГИС-технологий для комплексной оценки участков отработки запасов полезных ископаемых / Р.Ю. Замараев, В.Н. Опарин, С.Е. Попов [и др.] // ФТПРПИ. – 2008. – № 3.

6. Бычков И.В., Опарин В.Н., Потапов В.П. Облачные технологии в решении задач горной геоинформатики // ФТПРПИ. – 2014. – № 1.
7. Трубецкой К.Н., Клебанов А.Ф., Владимиров Д.Я. Геоинформационные системы в горном деле // Вестник отделения наук о земле РАН. – 1998. – № 3.
8. Классификация запасов и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых: утв. приказом Минприроды России от 11.12.2006 г. № 278. – М., 2006.
9. Требования к составу и правилам оформления представляемых на государственную экспертизу материалов по подсчету запасов твердых полезных ископаемых: утв. приказом Минприроды России от 23.05.2011 г. № 378. – М., 2011.
10. Шаклеин С.В., Рогова Т.Б. Мониторинг достоверности запасов и его использование для оценки сырьевой базы угольных компаний // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. – 2009. – № 4. – С. 35-38.
11. Соболевский П.К. Современная горная геометрия // Социалистическая реконструкция и наука. – 1932. – № 7.
12. Shaklein S.V., Rogova T.B. Methods of reliability estimation of the established resources of some coal field areas in Russia // Russian Mining. – 2007. – № 3/4.
13. Шаклеин С.В. Количественная оценка достоверности геологических материалов угольных месторождений. – Кемерово: Кузбассвуиздат, 2005.
14. Russian Code for the Public Reporting of Exploration Results, Mineral Resources and Mineral Reserves (NAEN Code). – National Association for Subsoil Examination (NAEN), Committee for Mineral Reserves International Reporting Standards (CRIRSCO), Pan-European Reserves and Resources Reporting Committee (PERC). – 2011.

Application of geoinformation technologies in the assessment of coal deposits in Kuzbass

¹Rogova T.B., ²Shaklein S.V.

¹T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University, Kemerovo, Russia

²The Federal Research Center of Coal and Coal Chemistry of Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Kemerovo, Russia

It is shown that the geoinformation support of effective management decisions making in the field of assessing mineral deposits and the degree of risk of their development consists in the formation of spatial information on the correspondence of the level of confidence of the results of geometrization on the mining technologies requirements. The principle of assessing the confidence of geometrization of the coal deposits has been substantiated. It consists in quantitative characteristics estimation of the geological data interpretation ambiguity based on the preliminary creation of indirect redundant definitions in the exploration grid. Continuous updating of estimates of the geometrization confidence, which is based on the generalization of mining experience, allows from three to four times to improve the quality of assessing the resources and reserves of coal enterprises according to code for the reporting adopted by the world mining community.

Key words: coal industry; resources; confidence; errors of geometrization; audit.

Рогова Тамара Борисовна, rogtb@mail.ru
Шаклеин Сергей Васильевич, sv51950@mail.ru

© Рогова Т.Б., Шаклеин С.В.,

Минеральные ресурсы России. Экономика и управление № 1-6'2021



dedmaxopka.livejournal.com © dedmaxopka@gmail.com