

УДК 622.142.5+622.013.36

НОРМАТИВНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ГОРНО- ГЕОМЕТРИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ДОСТОВЕРНОСТИ ЗАПАСОВ УГЛЕДОБЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Рогова Т. Б.

(КузГТУ, г. Кемерово, Россия)

Викладено порядок оцінювання достовірності запасів діючих вуглевидобувних підприємств, що ґрунтується на технології моніторингу достовірності запасів. Розкрито зміст основних нормативних документів, що регламентують виконання моніторингу.

The estimation procedure of reserves' reliability for operating coal-mining enterprises based on monitoring technology of reserves' reliability is stated. The contents of the basic standard documents regulating monitoring performance are opened.

Согласно Международному шаблону публичной отчетности о результатах геологоразведочных работ, ресурсах и запасах твердых полезных ископаемых в недрах (Шаблон CRIRSCO) все запасы (по зарубежной терминологии – ресурсы) по степени достоверности разделяются на три группы: измеренные, исчисленные и предполагаемые.

28.09.2010 CRIRSCO и ФГУ «ГКЗ» было согласовано «Руководство по гармонизации стандартов отчетности России и CRIRSCO» [1], которое устанавливает справедливые и более реалистичные для России подходы к соотношению категорий запасов двух систем оценки. В соответствии с ним к измеренным ресурсам могут относиться запасы категорий А, В и С₁, к исчис-

ленным ресурсам – запасы категории C_2 , к предполагаемым – ресурсы категории P_1 .

Принятие данного документа это значимый и важный шаг, упрощающий процесс листинга для российских компаний на международном финансовом рынке. Однако «Руководство...» указывает на правомерность применения благоприятных для российского бизнеса подходов к оценке запасов только в условиях реализации требований классификации запасов 2006 года [2]. Это следует из текста пункта 2.2 а «Руководства...»: «В российской классификационной системе при категоризации запасов в качестве дополнительной характеристики их разведанности должны использоваться количественные и вероятностные оценки точности и достоверности определения основных подсчетных параметров».

В связи с этим в Кузбассе были разработаны «Методические рекомендации по проведению горно-геометрической экспертизы достоверности геологоразведочной информации участков угольных месторождений» [3]. Данные рекомендации были рассмотрены и рекомендованы к практическому применению протоколом экспертно-технического совета (ЭТС) ФГУ «ГКЗ» от 22.05.2007. В результате этого угольная отрасль Кузбасса стала первой и пока единственной горной отраслью России, которая в полной мере способна исполнить все требования действующей «Классификации запасов и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых» [2].

Разрабатываемый ныне Кодекс НАЭН (Национальная ассоциация по экспертизе недр) [4] также предполагает необходимость использования при оценке запасов специальных количественных методов. Причем такие методы должны обладать определенным статусом: «Для выполнения количественной оценки могут использоваться методы и подходы, рекомендованные к применению решением общества экспертов России по недропользованию (ОЭРН)» (пункт 17). Поэтому «Методические рекомендации...» [3] были переработаны и 12.05.2011 представлены на рассмотрение экспертно-техническому совету ОЭРН. Они стали первым документом, получившим статус официального нормативно-методического документа, рекомендованного ОЭРН.

При этом на них продолжает распространяться и решение ЭТС ФГУ «ГКЗ» от 22.05.2007.

Учитывая рекомендации ЭТС ФГУ «ГКЗ» в новую версию методических рекомендаций [5] внесены дополнения, в том числе касающиеся вопросов организации мониторинга достоверности запасов действующих угледобывающих предприятий, который позволяет существенно повысить качество оценки запасов, и обеспечивает решение вопросов оптимизации процессов опережающего геологического изучения недр.

Правовой основой его применения являются содержащиеся в действующих «Методических рекомендациях по применению Классификации запасов... (угли и горючие сланцы)» [6] требования о том, что на разрабатываемых месторождениях для контроля за полнотой отработки ранее утвержденных запасов и обоснования достоверности подсчитанных новых запасов производится сопоставление данных разведки и эксплуатации в соответствии с «Методическими рекомендациями по сопоставлению данных разведки и разработки месторождений твердых полезных ископаемых» [7]. В свою очередь рекомендации [7] предусматривают возможность распространения результатов сопоставления данных разведки и разработки, проведенного по отдельным участкам полезных ископаемых, на неотработанные части месторождения (в том числе для оценки нижних горизонтов и флангов). Таким образом, практическое применение результатов мониторинга достоверности запасов вполне допустимо и не противоречит действующему нормативному обеспечению.

Под мониторингом достоверности запасов понимается непрерывный процесс сбора и анализа информации о степени соответствия ожидаемой и фактической степени достоверности запасов, осуществляемый в целях повышения объективности их категоризации.

Мониторинг достоверности запасов выполняется на действующих горнодобывающих предприятиях. Информационной основой мониторинга являются данные, полученные на уже отработанной части месторождения (участка).

Мониторинг представляет собой систему, включающую работы по наблюдению, анализу и прогнозу степени достоверности

геологических представлений об объекте эксплуатации и постоянно реализуется по мере развития горных работ.

Задачами мониторинга являются:

– адаптация методики количественной оценки достоверности запасов к горно-геологическим условиям конкретного участка недр;

– установление допустимого уровня погрешности геологической информации для условий конкретного участка недр и принятой технологии его отработки.

Результаты мониторинга могут использоваться для:

– актуализации оценок достоверности запасов уже предоставленных в пользование участков недр;

– адаптации технологии количественной оценки достоверности запасов к конкретным условиям месторождения;

– дополнительного обоснования предлагаемых решений по пересчету и переутверждению запасов в ГКЗ (ТКЗ) Роснедра по инициативе недропользователя;

– планирования работ по опережающему геологическому изучению недр.

Общая схема ведения мониторинга предусматривает следующие виды работ (рис. 1) [8]:

– расчет количественных критериев разведанности уже отработанного контура с использованием только данных геологоразведочных работ;

– установление фактической погрешности геологоразведочных данных в пределах отработанного контура на основе их сопоставления с материалами горных работ;

– установление характерных для рассматриваемого участка недр эмпирических коэффициентов перехода от количественных критериев разведанности к ожидаемым погрешностям геологических моделей (выполнение анализа имеющих место закономерностей и их использование для адаптации методики оценки погрешности);

– оценку значимости влияния погрешностей геологической информации на эффективность ведения горных работ;

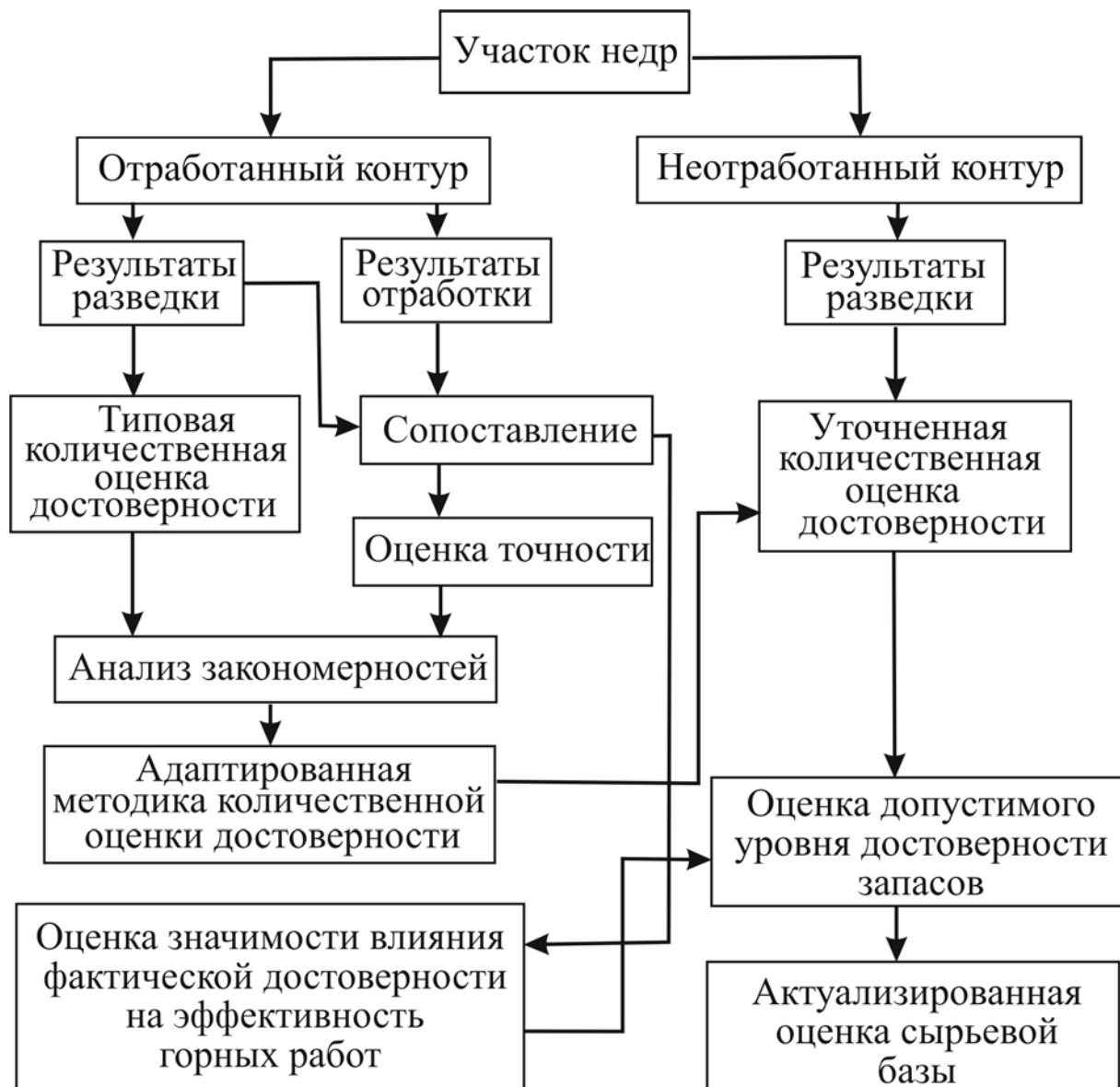


Рис. 1. Принципиальная схема мониторинга достоверности запасов

– применение адаптированной методики оценки достоверности к геологоразведочным данным, полученным по еще неотработанной части участка недр.

Указанные виды работ выполняются периодически, по мере получения новых горно-эксплуатационных данных. Распространение полученных в пределах отработанного контура закономерностей на еще неотработанные участки допускается только в случае близости их геологических условий и технологии ведения горных работ.

В качестве исходных данных для выполнения мониторинга используются геологоразведочная документация и планы горных работ, выполненные в масштабе не менее 1:5000.

Основным компонентом при ведении мониторинга является установление значений эмпирических коэффициентов (K) перехода от количественных критериев разведанности к ожидаемым погрешностям моделей в конкретных горно-геологических условиях при принятой технологии и технике ведения горных работ [5]. Расчет критериев разведанности (Δ_i) производится для четырехугольных оценочных блоков, вершинами которых являются разведочные скважины [3]. Все выделенные оценочные блоки показываются на плане изолиний признака, на котором также, по мере развития горных работ, фиксируются места производства замеров и взятия проб в горных выработках (рис. 2).

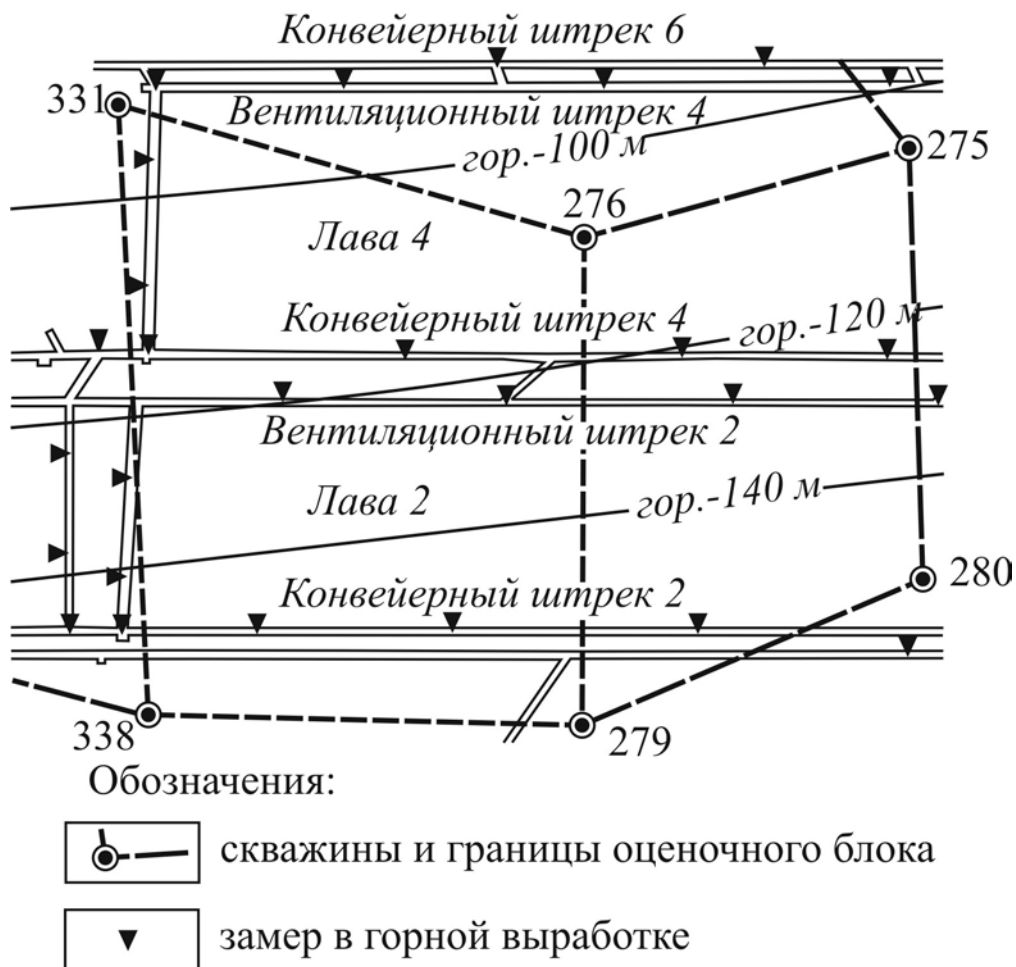


Рис. 2. Выбор сопоставлений в оценочном блоке

Для каждой точки замера в горной выработке определяются два значения показателя: по данным горных ($P^Г$) и геологоразведочных работ ($P^Р$). Значения признака по данным горных работ для высотных отметок и мощности определяются по прямым измерениям, а для показателей качества – по определениям, выполненным в горных выработках. Значения признака по данным геологоразведочных работ определяются по построенной в изолиниях модели размещения признака путем интерполяции между изолиниями. При этом величина сечения изолиний должна обеспечивать правомерность линейной интерполяции между ними.

Для каждого выполненного сопоставления рассчитывается разность значений признака по данным горных и геологоразведочных работ, которая обязательно проверяется на наличие систематических погрешностей

$$\Delta P_i = P_i^Р - P_i^Г. \quad (1)$$

Для каждого оценочного блока определяется среднеквадратическая погрешность горно-геометрической модели признака

$$R_j = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^k \Delta P_i^2}{k}}. \quad (2)$$

где k – число сопоставлений относимых к j -му оценочному блоку.

К оценочному четырехугольнику относятся все сопоставления расположенные внутри блока и часть сопоставлений, за его пределами вблизи границ (см. рис. 2).

Результаты расчетов по блокам заносятся в колонки 1 и 2 табл. 1, строки которой соответствуют оценочным блокам. Осуществляется обработка табл. 1. Для этого в колонках 3–6 таблицы указываются несколько возможных значений коэффициентов пропорциональности K . В табл. 1 в качестве примера указаны три возможных значения этих коэффициентов: 0,7, 1,0 и 1,2.

По принятым значениям коэффициентов и критериев оценочных блоков определяются теоретические погрешности модели R'_j :

$$R'_j = \Delta_j K. \quad (3)$$

Таблица 1

Установление коэффициента пропорциональности

Критерий разведанности Δ_j	Погрешности				
	фактические R_j	расчетные $R'_j = \Delta_j K$ при			
		$K=0,7$...	$K=1,0$	$K=1,2$
5,0	5,1	3,5	...	5,0	6,0
3,7	2,3	2,6	...	3,7	4,4
2,1	1,0	1,5	...	2,1	2,5
4,0	3,1	2,8	...	4,0	4,8
6,7	5,1	4,7	...	6,7	8,0
Количество случаев, когда $R_j \leq R'_j$		2	...	4	5
Эмпирическая вероятность $P(R_j \leq R'_j)$		0,40	...	0,80	1,00

В предпоследней строке табл. 1 указывается количество строк (оценочных блоков) для которых расчетная погрешность равна или превышает фактическую (выполняется условие $R_j < R'_j$). Так, для коэффициента, равного 0,7 условие выполняется по двум блокам (при $R_j = 2,3$ и $R_j = 1,0$). В последней строке табл. 1 для каждого коэффициента определяется эмпирическая вероятность того, что фактическая погрешность не превысит фактическую, как отношение указанного в предыдущей строке числа случаев выполнения неравенства к общему количеству оценочных блоков. В приведенной в качестве примера табл. 1 общее количество блоков составляет пять, при выполнении реальных расчетов это количество не должно быть меньше 20.

На основе результатов расчетов выполняется построение графика зависимости величины указанной вероятности от коэффициента пропорциональности (рис. 3).

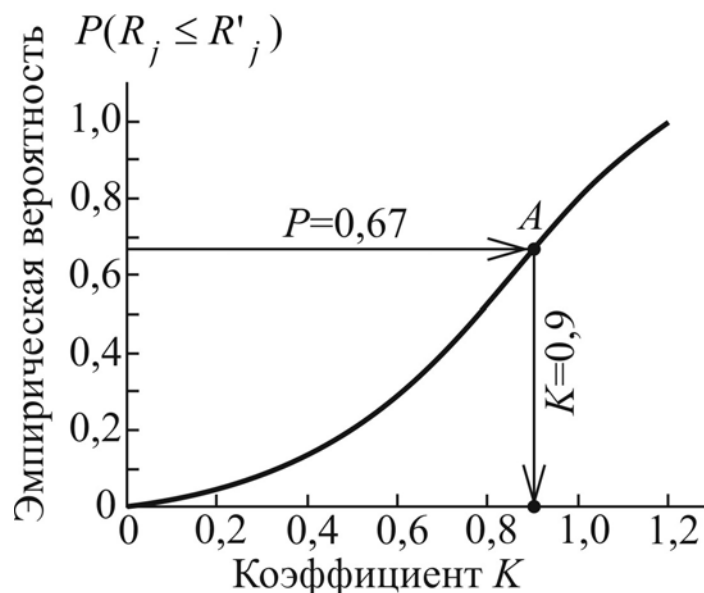


Рис. 3. Установление коэффициента K

По заданной вероятности ($P = 0,68$) на кривой зависимости отыскивается положение точки A , проектирование которой на ось коэффициентов пропорциональности позволяет получить уточненное для конкретных горно-геологических условий значение коэффициента (0,9 для примера, приведенного на рис. 3).

Полученное значение коэффициента пропорциональности K используется при прогнозе погрешностей признака на еще неотработанных участках пласта. Контуры оценочных блоков с наибольшими ожидаемыми погрешностями признака рекомендуется рассматривать в первую очередь как участки, требующие проведения работ по опережающему геологическому изучению недр. Кроме того, с его учетом определяется предельное для категорий запасов значение критерия разведанности. Например, согласно «Методическим рекомендациям...» [3], ожидаемая погрешность положения пласта в межскважинном пространстве R_g не должна превышать 4 м – для запасов категории **A**, 8 м – для запасов категории **B** и 25 м – для запасов категории **C**₁. Предельное для категорий запасов значение критерия разведанности устанавливается по величине погрешности R_g и коэффициенту пропорциональности K_g , соответствующему доверительной вероятности 0,68:

$$\Delta = \frac{R_g}{K_g}. \quad (4)$$

В рассмотренном примере коэффициент пропорциональности K_g равен 0,9. Ему соответствуют следующие значения критериев разведанности гипсометрии пласта (при их округлении до целых значений в метрах):

- от 0 до 4 м для запасов категории А;
- от 5 до 9 м для запасов категории В;
- от 10 до 28 м для запасов категории С₁.

Таким образом, разработанная технология мониторинга позволяет адаптировать технологию оценки достоверности запасов к условиям конкретных месторождений и участков.

Реализация требований к выполнению мониторинга достоверности запасов в форме согласованного ФГУ «ГКЗ» нормативного документа ОЭРН [5] обеспечивает полную готовность угольной отрасли к использованию национальной системы оценки запасов международного уровня (Кодекса НАЭН) [4].

СПИСОК ССЫЛОК

1. Руководство по гармонизации стандартов отчетности России и CRIRSCO: Committee for Mineral Reserves International Reporting Standards, Государственная комиссия по запасам полезных ископаемых, сентябрь 2010: [сайт]. URL: http://www.vmine.net/percreserves/russia/conversion_guidelines_2010_9.pdf (дата обращения: 21.06.2011).
2. Классификация запасов и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых: приказ МПР РФ от 11.12.2006 № 278. – М., 2006. – 6 с.
3. Шаклеин, С. В. Методические рекомендации по проведению горно-геометрической экспертизы достоверности геологоразведочной информации участков угольных месторождений (количественная оценка степени соответствия геологических моделей месторождения угля их истинному строению): рекомендованы к практическому применению ЭТС ФГУ «ГКЗ»

- протоколом от 22.05.2007 / С. В. Шаклеин, Т. Б. Рогова [сайт] – <http://www.twirpx.com/file/427898> (дата обращения: 15.06.2011).
4. Российский Кодекс публичной отчетности о результатах геологоразведочных работ, ресурсах и запасах твердых полезных ископаемых – Кодекс НАЭН: проект, версия 3 от 27.06.2011 // НАЭН, ОЭРН. – Москва, 2011. – 55 с.
 5. Методические рекомендации по проведению количественной оценки степени соответствия геологических моделей месторождения угля его истинному состоянию: рекомендованы к практическому применению ЭТС ОЭРН протоколом от 12.05.2011. – М.–Кемерово, 2011. – 86 с.
 6. Методические рекомендации по применению Классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых (угли и горючие сланцы) : утверждены распоряжением МПР России № 37–р от 05.06.2007. – М., 2007. – 31 с.
 7. Методические рекомендации по сопоставлению данных разведки и разработки месторождений твердых полезных ископаемых: рекомендованы к применению протоколом МПР РФ от 03.04.2007 № 11-17/0044 – М., 2007. – 30 с.
 8. Рогова Т. Б., Мониторинг достоверности запасов и его использование для оценки сырьевой базы угольных компаний / Т. Б. Рогова, С. В. Шаклеин // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. – 2009. – № 4. – С. 35–38.