

## Оконтуривание фигур подсчета запасов

Филатова И. В.\*

*ГВУЗ «ДонНТУ», Донецк, Украина*

Поступила в редакцию 12.01.10, принята к печати 22.02.10.

### **Аннотация**

В статье рассмотрены вопросы, связанные с оконтуриванием фигур подсчета запасов. Для обеспечения полноты использования имеющейся информации по геологоразведочным скважинам и горным работам применительно к подсчету запасов угля разработан порядок оконтуривания.

Ключевые слова: опробование, оконтуривание, подсчет запасов, геологический блок.

Оконтуривание фигур подсчета запасов является основой для определения количества балансовых и забалансовых запасов, установления пространственного распространения природных типов и марок, установления степени изученности запасов и значений основных горно-геологических параметров. В большинстве геологических отчетов блок подсчета запасов не является минимальной расчетной единицей: в ней выделяются подблоки марочного состава и подблоки между изогипсами.

При рассмотрении результатов исследования углей, базирующихся в основном на анализах керновых проб, наблюдаются значительные колебания в величинах основных показателей. Во многих случаях эти колебания не отражают истинной картины изменчивости и являются следствием различной представительности поступивших на исследование проб. Бурение сопровождается избирательным истиранием угля и вмещающих пород, в частности выкрашиванием трещиноватых, хрупких и мягких ингредиентов угольного пласта. Часто керн засоряется породными примесями за счет глинистого раствора, кусочков породы из кровли и почвы пласта, но с другой стороны, при отборе проб нередко производится частичное искусственное обогащение угля путем удаления углистых пород из внутрипластовых прослоек и неверно отнесенных к вмещающим пласт разновидностям. Неполнота выхода керна и плохая сохранность его структуры отрицательно отражается на достоверности всех основных показателей пласта. Колебания величин показателей также обуславливаются местными (локальными) изменениями, которые связаны с процессом формирования пласта в процессе накопления и метаморфизма.

При определении границ блоков подсчета необходимо в первую очередь анализировать общий характер изменчивости того или иного показателя, а данные, резко отличающиеся от средних значений отбраковывать или вносить в них поправки.

При подсчете запасов методом геологических блоков имеют место систематические погрешности. Формирование границ блока основывается на гипотезе горизонтальной плоскости для параметра «мощность пласта» и эта гипотеза распространяется и на другие параметры, определяющие количество запасов (зольность, сера, влажность). Смещенность оценки оказывает наиболее сильное влияние, когда она близка по значению к проверяемому параметру или приближается к уровню значимости.

В зависимости от выбранного метода оценки изменчивости используются различные количественные критерии (коэффициенты вариации, корреляции, множественной корреляции, уровень изменчивости, частота встречаемости, использование первых разностей, метод градиента, величины вторых разностей, коэффициенты аномальности, критерии правдоподобия или достоверности). Применительно к угольным месторождениям ни один из них не является универсальным и не может рассматриваться как общепринятый.

---

\* E-mail: ttgr@pop.dgtu.donetsk.ua

Проверка гипотезы приводит к формированию суждения о принадлежности параметра к некоторому интервалу, и поэтому вопрос о построении доверительного интервала имеет важное практическое значение. Границы доверительных интервалов являются случайными величинами. При использовании априорных интервалов случайными являются решения о принадлежности отдельной пробы к интервалу.

Помимо уровня значимости для доверительного интервала целесообразно иметь ряд свойств: наибольшую селективность, минимальную среднюю длину и состоятельность. Оптимальный доверительный интервал может не быть центральным, когда вероятность попадания значения пробы в правую и левую часть интервала могут быть неравными.

Использование метода геологических блоков в качестве модели пласта практически означает группировку непрерывного распределения. Когда используется конечная генеральная совокупность, то понятие простого случайного выбора имеет точный и конкретный смысл.

На примере пласта  $k_6^g$  шахты "Никанор Новый" выполнена оценка изменения мощности и зольности по геологическим блокам подсчета запасов (табл.1).

Табл. 1. Оценка геологических блоков по пласту  $k_6^g$  шахты "Никанор Новый"

Номер блока	Количество проб	Среднее	Максимальные отклонения		Стандарт	Критерий Фишера	
			+	-		факт.	критич.
Полная мощность пласта							
1	3	0,97	0,02	0,02	0,02	9,30	19,48
2	8	0,97	0,08	0,12	0,06	1,03	3,30
3	7	0,99	0,10	0,09	0,07	1,32	3,73
4	8	0,99	0,09	0,04	0,05	1,49	3,30
5	4	0,99	0,07	0,04	0,05	1,49	8,57
6	10	1,00	0,10	0,15	0,06	1,03	2,78
7	4	1,05	0,05	0,05	0,06	1,03	8,57
8	8	0,96	0,14	0,20	0,12	3,87	3,30
9	2	1,07	0,08	0,08	0,11		
10	3	1,18	0,02	0,04	0,03	4,13	19,48
11	8	1,10	0,09	0,11	0,07	1,32	3,30
12	7	1,14	0,04	0,05	0,03	4,13	3,73
13	8	1,01	0,09	0,11	0,07	1,32	3,30
14	10	1,01	0,09	0,06	0,04	2,33	2,78
15	4	1,03	0,07	0,05	0,05	1,49	8,57
16	5	1,06	0,08	0,11	0,07	1,32	5,68
По пласту	69	1,03	0,17	0,27	0,06		
Пластово-промышленная зольность							
1	3	9,5	1,6	2,1	1,9	7,64	19,47
2	7	13,3	7,9	3,8	4,1	1,64	3,77
3	7	14,9	10,6	6,4	5,8	1,22	3,77
4	5	13,6	3,0	5,1	3,4	2,38	5,71
5	4	16,7	8,9	6,9	6,5	1,53	8,60
6	6	11,5	4,8	5,3	4,0	1,72	4,46
7	4	12,1	3,0	5,3	4,0	1,72	4,46
8	5	11,6	3,7	3,2	3,1	2,87	5,71
9	2	19,2	10,9	10,9	15,3		
10	3	32,3	4,1	2,3	3,5	2,25	19,47
11	4	18,0	5,6	11,7	6,3	1,44	8,60
12	7	33,5	6,5	3,5	4,7	1,25	3,77
13	7	14,2	10,2	6,7	5,6	1,14	3,77
14	8	13,1	3,2	4,6	2,5	4,41	3,34
15	4	13,8	1,4	3,4	2,3	5,21	8,60
16	5	18,7	11,3	11,2	10,9	4,31	5,71
По пласту	38	16,6	23,3	10,4	5,3		

По данным геологического отчета на площади рассматриваемого пласта выделено 16 фигур подсчета, в том числе фигуры 10 и 12 подсчитаны как забалансовые по зольности, оконтуренные горными работами фигуры 7 и 15 – как забалансовые по ГТУ (рис. 1).

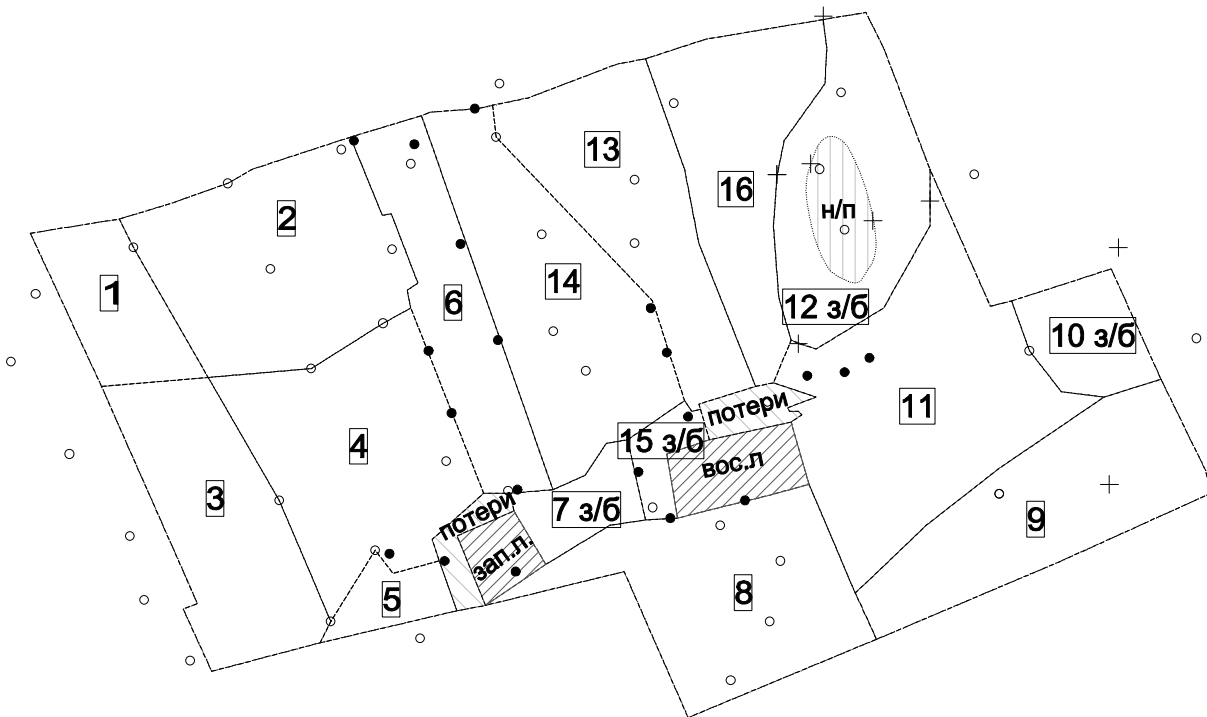


Рис. 1. Схема геологических блоков для подсчета запасов угля пласта  $k_6^g$  шахты "Никанор Новый"

Для вывода средних значений были использованы данные по 40 скважинам, 20 точкам опробования в горных выработках и 9 точек итерации. 2 скважины расположены на площади неподсчета запасов. При формировании границ фигур подсчета не выдержаны требования к минимальному количеству точек информации в блоке. Оценка качества модели была произведена по максимальным отклонениям от среднего значения и методом дисперсионного анализа по критерию Фишера.

Для полной мощности пласта максимальное отклонение от среднего значения по пласту в целом превышает 20%, т.е. имеется необходимость выделения отдельных блоков. По блокам 8 и 12 не подтверждается гипотеза о нормальном распределении. Блок 9 не возможно оценить, поскольку по нему имеется одна скважина и одна точка итерации. Мощность по блоку 12 была определена по одной скважине и 6 точкам итерации на изолинии зольности 30%, что противоречит самому понятию геологического блока. В процессе оценки качества модели были выявлены ошибки в подсчете средней мощности по двум блокам.

Оценка пластово-промышленной зольности по блокам подсчета показала на не подтверждение нормального распределения в блоке 8 и не возможность оценки в блоке 12.

На основании проведенной оценки качества данных пласта, сформированной на основе ручных расчетов и построений рекомендовано пересмотреть границ блоков в процессе доразведки.

Выполненный анализ данных геологических отчетов о доразведке (разведке) шахтных полей действующих шахт и участков, подготовленных к промышленному освоению месторождений (резерв "а" и "б") Донецкого бассейна показал, что подсчет запасов по всем участкам произведен способом геологических блоков. Это обусловлено, в первую очередь, в несколько раз более простой техникой подсчета запасов в сравнении с другими способами. Разделение на подблоки между изогипсами вызвано, с одной стороны, попыткой более полно учесть фактическую пространственную форму поверхности расчетного блока, и, с другой стороны, это вызвано диапазоном возможных измерений планиметра.

Пласт угля необходимо рассматривать как комплекс осадочных слоев органического и неорганического происхождения, распространенных на значительной площади и заключенных между примерно параллельными поверхностями кровли и почвы пласта. Месторождение угля при этом представляет собой систему пространственных тел, размещенных в массиве горных пород и несущих в себе промышленное содержание полезного ископаемого.

Оконтуривание блоков подсчета запасов производится поверхностями раздела, которые могут быть действительными и условными.

К действительным поверхностям относятся поверхности стратиграфических напластований и тектонических разрывных нарушений, контуры горных выработок. При этом некоторые действительные линии (например, выход пласта под наносы) необходимо рассматривать как линии скрещивания различных плоскостей.

Условные поверхности раздела в природе не существуют и выявляются в процессе разведки и обработки месторождения по данным различных видов опробования или устанавливаются из субъективных и объективных подходов. Эти поверхности могут определяться кондициями зольности и мощности пласта, границами марочного состава, техническими границами шахтного поля, границами охранных и барьерных целиков, линиями соединения точек пластопересечений с геологоразведочными скважинами, структурными элементами пласта и т.п. В практике горного дела используются термины "техническая граница", "условная линия", при этом под термином "линия" понимается вертикальная плоскость.

Плоскости (границы) блоков подсчета запасов на стадии составления геологических отчетов определяются с большей или меньшей точностью, но после утверждения этим границам придается статическое состояние и, они не корректируются в процессе эксплуатации.

Построение контуров балансовых и забалансовых запасов, границ неподсчета и выклинивания пласта, производится интерполяцией или экстраполяцией соответствующих данных в точках опробования или замеров.

Обычно эти контуры строят как внешние на основании принятой гипотезы о линейном законе изменения показателя, используя метод триангуляции. При этом резко отличающиеся от средних значений показатели часто не учитываются. Использование таких простейших геометрических приемов вместо более точных алгебраических способов связано с ручными построениями и расчетами. Сопоставление границ забалансовых запасов по пласту  $k_5$  шахты "Никанор Новый", построенных различными методами, показано на рис. 2.

При оконтуривании блоков подсчета исходят из общности основных параметров оценки запасов угля: мощности и строения пласта, условий его залегания, степени нарушенности, качества угля. В этом случае пласт представляет собой сумму сомкнутых разновеликих фигур, в каждой из которых произведено усреднение показателей.

Общепринятым является мнение, что оконтуривание по скважинам (внутреннее оконтуривание) позволяет получить гарантированные данные о запасах угля. Отдельная точка опробования (замера) характеризует пласт только в дискретной точке и, вследствие различных причин данные единичных замеров не могут быть уверенно распространены на значительной площади.

Средние данные о мощности, строении пласта и качестве угля в блоке обоснованно характеризуют состояние запасов на площади блока. С этой точки зрения блоки целесообразно формировать с возможно большей площадью и наибольшим числом точек опробования, но при этом теряется информация о закономерностях изменения показателей по площади.

Анализ практики подсчета средних показателей в блоках показывает на снижение их точности из-за упрощенного подхода к оценке пространственного положения точек опробования. В условиях застройки и рельефа территории Донбасса не всегда удается добиться равномерности разведочной сети. Для формирования показателей подсчетных блоков используют данные по скважинам, пробуренным в различные периоды времени, когда требования к полноте и объемам опробования отличались. Все это привело к недостаточному количеству информации в различных частях шахтного поля и образованию окон и разрезов в информационных полях.

Оконтуривание по определенным критериям складывается из трех основных элементов:

- устойчивости среднего значения показателя и амплитуд отклонений предельных значений от средней величины;
- наличия перехода значения показателя через предел величины, установленной по критерию;
- наличия закономерностей в изменении показателя.

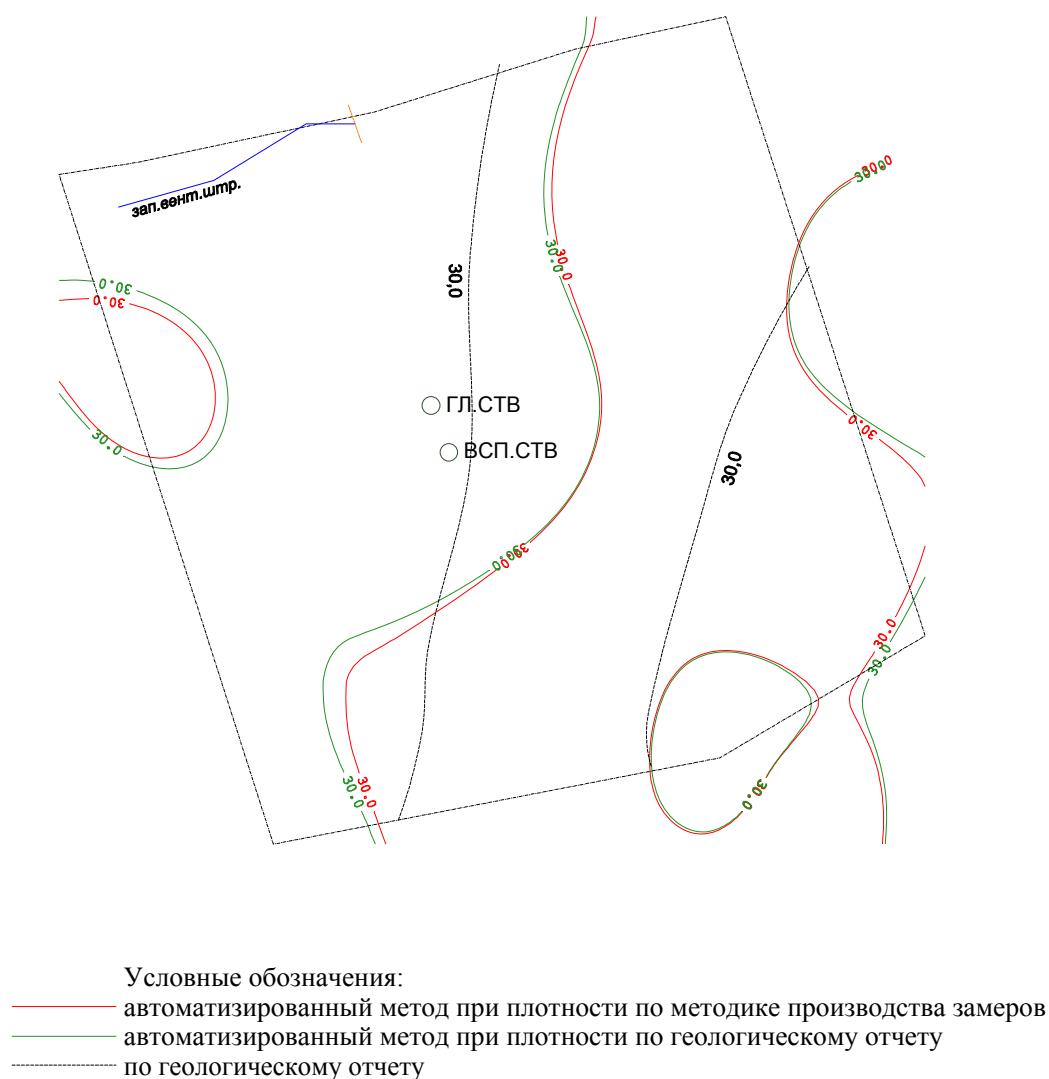


Рис. 2. Соотношение границ забалансовых запасов, построенных различными способами по пласту  $k_5$  шахты “Никанор Новый”

Существующая практика формирования границ контуров блоков подсчета основана на критерии мощности пласта, поскольку это ведущий критерий, и, он связан с плотностью разведочной сети для обеспечения категории разведанности запасов и выбором средств механизации очистной выемки.

Оценка по предельному значению показателя на угольных месторождениях производится по минимальным или максимальным значениям. Для мощности и зольности в качестве таких границ выступают кондиции.

Количественная оценка изменчивости параметров подсчета наиболее разработана для мощности пласта. В качестве критерия оценки большинство исследователей рекомендуют использовать коэффициент вариации [1, 3]. Значение этого статистического показателя как граничного параметра между определением показателя как простого среднего и установления закономерности изменения устанавливается в пределах 18–25 % [2, 3, 4]. Такая оценка предполагает незначительную степень пораженности пласта локально проявившимися процессами. Отсутствие достаточно достоверных данных о причинах, характере и масштабах проявления локальных изменений морфологии пластов вносит значительную долю условности в представления о выдержанности пластов, созданных на основе статистической обработки данных разведочных выработок.

В задачи подсчета запасов входит установление пространственного распределения природных типов угля и при необходимости определение их количества. Использование метода

геологических блоков, когда их границы формируются по критерию мощности или зольности, а значения других показателей привязаны к этим фигурам, не позволяет в полной мере выполнить все задачи мониторинга запасов угля.

Формирование и определение закономерностей изменения показателей в фигурах подсчета запасов до настоящего времени производится без учета возможностей использования современных средств обработки информации и математических методов.

Полное решение всех задач подсчета запасов угля и последующего их мониторинга возможно только использованием современных технических и программных средств обработки информации. Для обеспечения полноты использования имеющейся информации по геологоразведочным скважинам и горным работам применительно к подсчету запасов угля разработан следующий порядок оконтуривания:

- формирование крупных блоков, оконтуренных действительными границами;
- установление закономерностей изменений структуры пласта;
- установление закономерностей изменения качественных показателей структурных слоев пласта, определение недостающих показателей в точках пластопересечений;
- расчет суммарных и средних показателей по пласту в точках пластопересечений;
- построение границ фигур с использованием поверхностей раздела и аппроксимации.

На шахтах г. Донецка в качестве фигур исключения из подсчета запасов используется не оконтуренные горными работами площади охранных целиков под вертикальные стволы, запасы угля в которых были отнесены в фактические потери. Это является практикой учета общешахтных потерь, существовавшей до 1975 года, и имеющей своей целью сглаживание колебаний уровня потерь в недрах при добыче. В тоже время на многих шахтах Донецкой области, фактически оконтуренные целики у наклонных и магистральных выработок продолжают учитываться как запасы угля на балансе предприятий. Такое положение вызвано различием требований нормативных документов.

При автоматизированном построении границ оконтуривания все данные замеров и опробования в горных выработках должны закладываться в информационную базу. При этом границы списанных и отнесенных в потери запасов необходимо учитывать как границы новых фигур учета фактического наличия угля в недрах с параметрами подсчета, которые определены по данным оконтуривания горными работами.

### Библиографический список

1. Клер, В. Р. Изучение и геолого-экономическая оценка качества углей при геологоразведочных работах / В. Р. Клер. – М.: Недра, 1975. – 320 с.
2. Методические рекомендации по производству маркшейдерских замеров и учету добычи угля по их результатам / В. И. Филатов, А. И. Сошенко, К. Л. Феклисенко – ЦБНТИ Минуглепрома СССР, 1998. – 29 с.
3. Рыжов, П. А. Геометрия недр / П. А. Рыжов. – Ленинград: Углетехиздат, 1952. – 604 с.
4. Ушаков, И. Н. Горная геометрия / И. Н. Ушаков. – Госгортехиздат, 1962. – 459 с.

© Филатова И. В., 2010.

#### Анотація

В статті розглянуті питання, пов'язані з оконтурюванням фігур підрахунку запасів. Для забезпечення повноти використання наявної інформації по геологорозвідувальних свердловинах і гірських роботах стосовно підрахунку запасів вугілля розроблений порядок оконтурювання

Ключові слова: опробування, оконтурювання, підрахунок запасів, геологічний блок.

#### Abstract

Questions, related to okonturivaniem of figures of count of supplies, are considered in the article. For providing of plenitude of the use of present information on geological survey mining holes and mountain works as it applies to the count of supplies of coal the order of okonturivaniya is developed.

Keywords: assay, okonturivanie, count of supplies, geological block