

УДК 622.142.5

## **ПРАКТИЧЕСКОЕ ВНЕДРЕНИЕ ЭКСТРАПОЛЯЦИИ ДЛЯ ПРОГНОЗА ЗОЛЬНОСТИ УГОЛЬНОГО ПЛАСТА**

Карабибер С. В., главный геолог  
(АО «СУЭК-Кузбасс», г. Ленинск-Кузнецкий)  
Крыльчук Т. Н., студент гр. ГМс-111, VI курс  
Научный руководитель: Т.Б. Рогова, д.т.н., профессор  
Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева  
г. Кемерово

В настоящее время на шахте имени В. Д. Ялевского остро стоит вопрос, связанный с прогнозом зольности добываемого угля, ее увеличением в ходе отработки пласта и несоответствием значений показателя, заявленным в контракте. Прогнозы зольности товарного угля осуществляются сегодня по выемочным угольным единицам, а поставки угля производятся по коротким контрактам, т. е. в условиях, когда к поставке, как правило, предназначается уголь, подготовленных или подготавливаемых выемочных столбов. Информация о качестве угля в таких контурах достоверна, т. к. формируется по результатам опробования пластов в горных выработках, в связи с чем недропользователь способен взять на себя достаточно точно исполняемые обязательства по качеству поставляемой углепродукции [1]. Длинные контракты предполагают поставку потребителем угля уже из контуров, удаленных от границ ведения горных работ и могут опираться только на геологоразведочную информацию.

Известно, что любое отклонение качества угля от технологически предусмотренного снижает экономическую эффективность его использования. Так, например, каждый процент увеличения зольности углей приводит на тепловых электростанциях к снижению коэффициента полезного действия на 0,05–0,15 % [1]. Это доказывает высокую значимость для потребителей сохранения производителями угля заявленных в длинных контрактах показателей качества угля. К сожалению, ожидаемые показатели качества угля в пределах участков намечаемых к отработке через несколько лет уже не могут быть с надлежащим качеством оценены только по геологоразведочным данным [1]. А наличие на действующих предприятиях опробования качества угля в горных выработках позволяет использовать шахтные определения для прогноза качества, но только в режиме экстраполяции.

Установлено [2], что на определенном удалении от фронта горных работ экстраполяция полученных в их процессе данных приводит к получению более достоверных результатов, нежели при использовании интерполяции качественных показателей по геологоразведочным скважинам.

Одним из главных условий экстраполяции является установление предельно допустимого расстояния ее распространения. Для конкретных условий величина этого расстояния может быть определена на основе исследования изменения степени подобия удаленных друг от друга сечений топографической поверхности геологического показателя [2].

В данной работе выполнены такие исследования зольности в условиях пласта 52 шахты имени В. Д. Ялевского. В качестве исходных данных использованы результаты кернового опробования 99 геологоразведочных скважин и 150 проб, отобранных в горных выработках. Топоповерхности зольностей по данным разведки и горных работ построены методом многогранника с величиной сечения 2 % [3].

По топографической поверхности зольности пласта, установленной по данным опробования, в пределах шахтного поля было выделено 28 сечений равноудаленных друг от друга на расстояние 100 м (рис. 1). Введена условная система координат (X;Y).

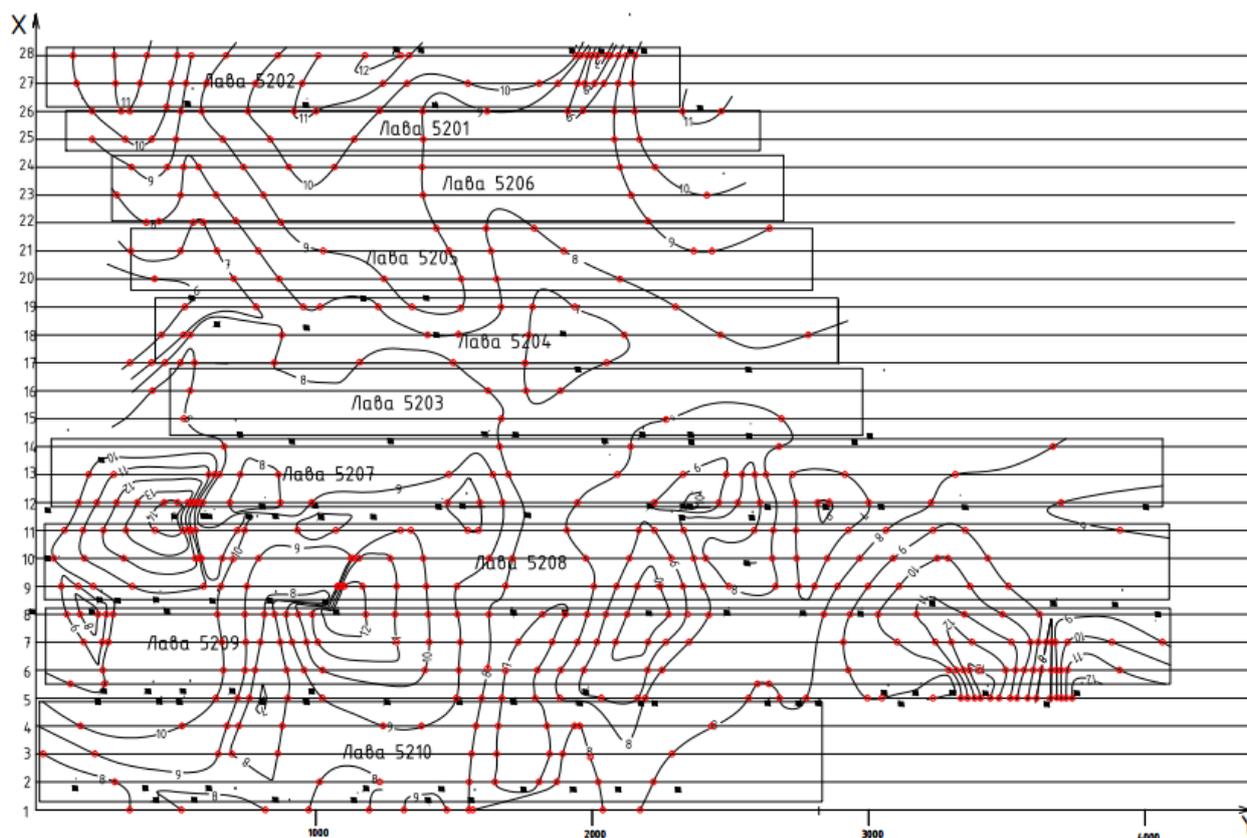


Рис. 1. Изолинии зольности пласта 52  
по данным опробования в горных выработках

По каждому сечению, исходя из поведения изолиний, выделены характерные точки, координаты которых были занесены в программу «KSG», с помощью которой впоследствии выполнялся расчет коэффициентов подобия сечений [4]. Для правильной экстраполяции необходимо, чтобы

функция самоподобия в границах фрагмента топоповерхности была близка к функции самоподобия в контуре экстраполяции.

С целью исследования степени такой близости были построены две функции самоподобия: для фрагмента по отработанным выемочным столбам, которая будет являться «теоретической» – по сечениям  $N, N+1, N+2, N+3$  и для участка контура экстраполяции, которая будет являться «фактической» – по сечениям  $N, N-1, N-2, N-3$ . В качестве исходных сечений  $N$  принимались сечения, расположенные вблизи конвейерных штреков выемочных столбов.

Расчеты коэффициента подобия по сечениям произведены по программе «KSG» [4], после чего построены графики по «теоретическим» (рис. 3, а) и «фактическим» данным (рис. 3, б).

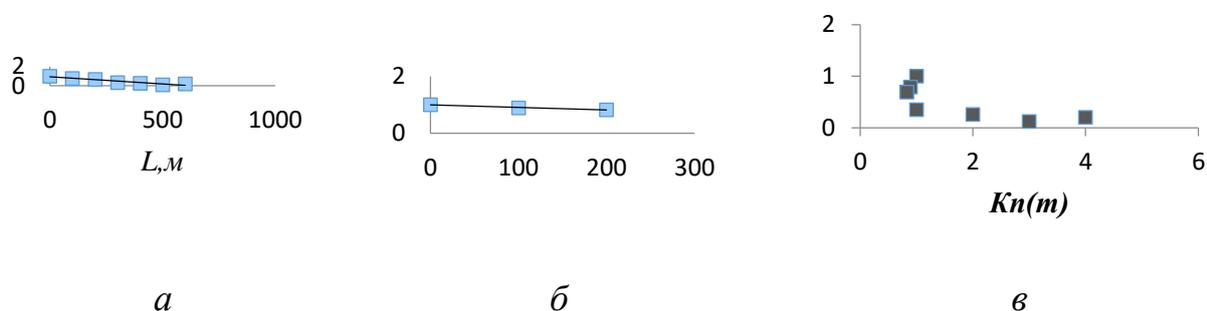


Рис. 3. Сравнение «теоретических» (а) и «фактических» (б) оценок подобия сечений топоповерхности зольности (в) на примере лавы 5202

Сравнение «теоретических» и «фактических» коэффициентов самоподобия произведено на основе построения зависимости между ними. Координаты каждой точки графика соответствуют значениям коэффициентов подобия, полученных при одном и том же расстоянии от исходного профиля.

Зависимость между коэффициентами аппроксимировалась прямой, дополнительно отвечающей условию ее обязательного прохождения через начало координат (рис. 3, в). Поэтому единственной ее характеристикой является угловой коэффициент. В качестве примера приведен график по результатам расчета коэффициентов подобия для лавы 5202 (рис. 3, в). Аналогичные графики построены для всех лав, по ним установлены угловые параметры зависимости (табл. 1).

Таблица 1

Угловые коэффициенты линейной зависимости  
 «фактических» коэффициентов подобия от «теоретических»

Выемочный столб, формирующий «теоретический» фрагмент								
5202	5201	5206	5205	5204	5203	5207	5208	5209
Угловой коэффициент линейной зависимости								

«фактических» коэффициентов подобия от «теоретических»								
0,917	0,924	1,129	1,079	1,038	0,726	1,157	1,095	0,703

Отклонения фактического углового коэффициента от единицы может использоваться в качестве меры тождественности функций самоподобия. Приведенные в табл. 1 угловые коэффициенты свидетельствуют о высоком уровне совпадения функций, что позволяет сделать вывод о правомерности распространения результатов оценки, выполненной по материалам горных работ, на зоны будущей отработки (зоны экстраполяции).

Экстраполяция изолиний, положение которых было установлено по данным горных работ, на еще «неотработанные» контуры выполнялась в пределах границ контуров, в которых коэффициент подобия сечений ( $K_n$ ) был выше нуля. В качестве примера изображена лава 5202 (рис. 3).

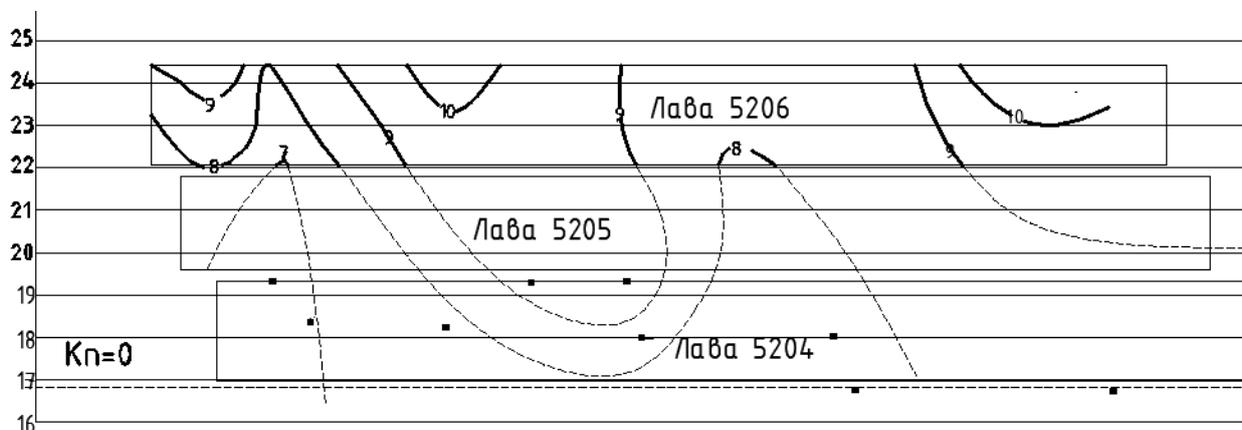


Рис. 3. Экстраполяция изолиний на выемочные единицы нижних горизонтов

Среднее значение зольности в выемочной единице определялось как среднеарифметическое значение данных по узлам палетки, узлы которой равномерно размещались в контуре оценки. Значения показателя в каждом узле определялись путем интерполяции между изолиниями. Средние значения зольности выемочной единицы определены по данным геологоразведки, данным опробования и данным экстраполяции (табл. 2).

Для каждого выемочного столба определялись значения функции подобия и погрешности среднего значения зольности угля, при условии принятия за «истинную» зольности, установленной по данным горных работ.

Проведенные исследования позволили сделать следующие выводы:

– погрешность прогнозирования зольности с использованием результатов экстраполяции изолиний не превышала погрешность прогноза, полученную на основе очень качественных данных геологоразведки, и может использоваться для экстраполяции на планируемые выемочные столбы;

– прогнозирование зольности угля в условиях в пределах выемочного столба следующего за уже подготовленным следует выполнять путем экстраполяции изолиний зольности, которое обеспечивает (относительно

прогноза по данным геологоразведочных работ) снижение погрешности прогноза в среднем в шесть раз.

Таблица 2

Результаты оценки погрешности средних значений зольности угля  
 по выемочным единицам

Номер выемочного столба		Средняя зольность, %			Коэффициент подобия			Абсолютная погрешность прогноза, %	
исходный	прогнозный	«истинная»	по данным разведки	по данным экстраполяции	от	до	средний	по данным разведки	по данным экстраполяции
5202	5201	9,6	10,4	9,7	0,69	1,00	0,84	0,8	0,1
	5206	9,0	10,9	9,3	0,26	0,69	0,47	1,9	0,3
	5205*	8,3	12,4	8,5	0,20	0,26	0,23	4,1	0,2
5201	5206	9,0	10,9	9,4	0,70	1,00	0,85	1,9	0,4
	5205	8,3	12,4	8,5	0,50	0,70	0,60	4,1	0,2
5206	5205	8,3	12,4	8,6	0,73	1,00	0,87	4,1	0,3
	5204	7,7	10,6	7,9	0	0,83	0,41	2,9	0,2
5205	5204	7,7	10,6	7,6	0,24	1,00	0,62	2,9	0,1
5204	5203	8,0	8,8	7,9	0,53	1,00	0,77	0,8	0,1
5203	5207	8,5	8,2	8,4	0,47	1,00	0,73	0,3	0,1
	5208*	9,3	7,4	8,5	0,16	0,47	0,32	1,9	0,8
	5209*	9,4	7,4	8,7	0,16	0,22	0,19	2,0	0,7
5207	5208	9,3	7,4	9,1	0,43	1,00	0,72	1,9	0,2
	5209	9,8	7,4	8,8	0,29	0,43	0,36	2,4	1,0
5208	5209	9,8	7,4	9,3	0,74	1,00	0,87	2,4	0,5
	5210	8,4	9,0	8,6	0	0,74	0,37	0,6	0,4
5209	5210	8,4	9,0	8,8	0,20	1,00	0,6	0,6	0,4
Среднее								2,10	0,35

**Список литературы:**

1. Карабибер, С. В. Учет тенденций развития рынка угля при освоении угольных месторождений / С. В. Карабибер, Т. Б. Рогова, С. В. Шаклеин // Рациональное освоение недр. – 2014. – № 2. – С. 40–43.
2. Карабибер, С. В. Функция самоподобия сечений топографической поверхности / С. В. Карабибер, Т. Б. Рогова // Маркшейдерский вестник. – 2015. – № 3. – С. 31–34.
3. Рогова, Т. Б. Практические вопросы геометризации мощности и основных показателей качества угольных пластов : учеб. пособие /

Т. Б. Рогова, С. В. Шаклеин; Кузбасс. политехн. ин-т. – Кемерово, 1998. – 50 с.

4. Карабибер С. В. Программное обеспечение оценки подобия сечений топографических поверхностей показателей качества угля / С. В. Карабибер, Т. Б. Рогова, С. В. Шаклеин // Вестник КузГТУ. – 2015. – № 5. – С. 154–158.