

## ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

УДК 622.142.5:004.42

В. В. Гетман, С.В. Шаклеин

### ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОЦЕНКИ ОЖИДАЕМОЙ ПОГРЕШНОСТИ СРЕДНЕГО ЗНАЧЕНИЯ МОЩНОСТИ УГОЛЬНОГО ПЛАСТА ПО ПОДГОТОВИТЕЛЬНОЙ ВЫРАБОТКЕ

Действующая система определения налогооблагаемой базы налога на право добычи угля коренным образом отличается от системы, принятой для иных видов твердых полезных ископаемых, что предопределило новый правовой статус и задачи маркшейдерского замера объема его добычи [1].

В связи с этим, маркшейдерские службы угледобывающих предприятий должны не только производить измерение объема добычи угля, извлеченного из угольных пачек пластов, но и предоставлять органам государственного контроля и надзора доказательства его достоверности. В качестве решающего аргумента в пользу признания представляемых данных достоверными, может

этого показателя [2].

При замере по подготовительным выработкам характеристики анизотропии отсутствуют, что предполагают необходимость применения к таким, линейно ориентированным сетям измерений, особых методов оценки ожидаемой погрешности среднего значения мощности.

В основу такого метода В. В. Гетманом предложено положить идею Т. Б. Роговой о взаимосвязи между степенью неоднозначности любой горно-геологической модели и ее погрешностью [3]. Для условий линейно ориентированных сетей замеров степень неоднозначности может быть оценена по методу И. П. Башкова и С. В. Шаклеина [4] изначально ориентированного на оценку дос-

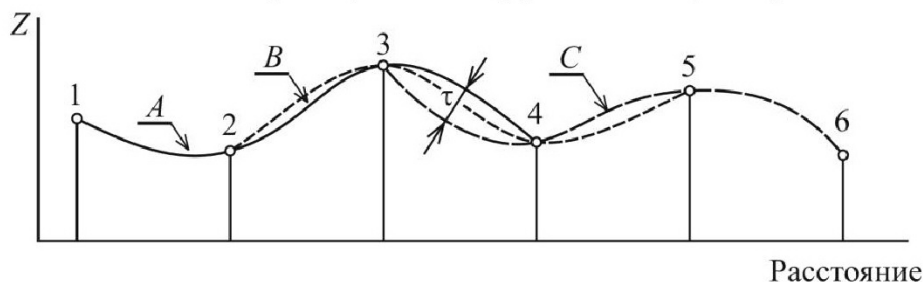


Рис. 1. Оценка неоднозначности положения пласта в линейном сечении методом И. П. Башкова и С. В. Шаклеина

выступать только ожидаемый уровень погрешности определения среднего значения мощности по выработке. Это связано с тем, что иные, используемые при подсчете объема добычи угля параметры, определяются либо с очень высокой точностью по результатам инструментальной съемки (площадь выемки), либо предоставляются другими службами, несущими ответственность за их достоверность в рамках своих полномочий (кажущаяся плотность угля).

На угольных шахтах маркшейдерский замер добычи раздельно выполняется по очистным и по подготовительным выработкам. Каждый из них имеет свои специфические особенности.

При выполнении замера в очистных выработках погрешность его результата определяется не только плотностью сети измерений мощности, так и ее конструкцией, которая должна соответствовать анизотропному характеру изменения в недрах

достоверности построения геологического разреза (оценку достоверности изучения положения почвы пласта в линейном сечении). Его сущность состоит в следующем. Пусть имеется сеть замеров состоящая, например (рис. 1), из шести замеров. Ее можно фрагментировать на три группы перекрывающихся друг друга участков, состоящих строго из четырех замеров («мини-разрезов» по терминологии работы [4]). В примере на рис. 1 такими участками являются группы замеров 1-2-3-4, 2-3-4-5 и 3-4-5-6. Используя данные по замерам каждой группы, можно, как это показано авторами работы [4], осуществить построение положения пласта с использованием кубической сплайн-функции (сплошная линия *A* для группы замеров 1-2-3-4, «короткий» пунктир *B* для группы замеров 2-3-4-5 и «длинный» пунктир *C* для группы 3-4-5-6). Естественно, что пласт, на перекрывающихся друг друга участках линии замеров, будет зани-

**Данные** © Гетман В.В., Шаклеин С.В. 2013

Шахта:   
 Пласт:   
 Штрек:

При вводе данных указывать:  
 необходимость обработки  
 номера замеров  
 расстояние между замерами

№	Номер замера	Обрабатываем?	Мощность пласта, м	Расстояние до следующего замера, м
1	1	да	1,50	5,0
2	2	да	1,48	5,0
3	3	да	1,50	5,0
4	4	да	1,47	5,0
5	5	да	1,45	5,0
6	6	да	1,58	5,0
7	7	да	1,51	5,0
8	8	да	1,38	5,0
9	9	да	1,34	5,0
10	10	да	1,38	5,0
11	11	да	1,50	5,0
12	12	да	1,20	5,0
13	13	да	1,50	5,0
14	14	да	1,45	5,0
15	15	да	1,42	5,0
16	16	да	1,46	5,0
17	17	да	1,50	5,0
18	18	да	1,57	5,0
19	19	да	1,25	5,0
20	20	да	1,56	5,0
21	21	да	1,48	5,0
22	22	да	1,42	5,0

Принять равное расстояние  
 расстояние между замерами

Номер замера - порядковый номер

Принять в обработку ВСЕ замеры  
 ЧАСТЬ замеров, каждый

Данные из таблицы Excel  
 Данные в Excel

Загрузить данные из файла  
 Сохранить данные в файле

Удалить данные  
 Инструкция  
 Завершить  
 ОБРАБОТАТЬ

Рис. 2. Панель режима «Данные» программы «PZM»

мать различное положение. Таким образом, на этих участках возникает явно выраженная многовариантность построений, графически отражаемая в виде возникающих чечевицеобразных зон неопределенности. В качестве количественной меры многовариантности в работе [4], используются, обозначаемое как  $\tau$  (показано на рис. 1 только между замерами 3 и 4), максимальное расхождение между вариантами положения пласта, т. е. максимальная ширина зон неопределенности.

Для оценки степени неоднозначности построенного сечения пласта (т. е. его мощности) по выработке, предложенный в работе [4] показатель неопределенности  $\tau$  оказался не пригоден по целому ряду причин. В качестве такого показателя, в целях оценки мощности был предложен иной специальный показатель – ПН, численно равный отношению суммарной площадей зон неопределенности к общей площади сечения деленному на функцию от общего числа выполненных измерений.

Статистическими исследованиями была установлена корреляционная связь величины НП с фактическими погрешностями средних значений мощности. Такой подход к переходу от неопределенности к погрешностям коренным образом отличается от подхода Т. Б. Роговой [3], которая

осуществляет его в условиях отсутствия тесной корреляционной связи между этими характеристиками.

На основе определения показателя ПН для любой имеющейся сети замеров мощностей чистых угольных пачек по подготовительной выработке удастся оценить ожидаемую точность получаемого среднего значения мощности и, тем самым, подтвердить или опровергнуть представления о достаточной плотности использованной сети измерений. Кроме того, используя специально созданные тестовые линии измерений избыточной плотности, можно, путем ее многовариантного разрежения установить оптимальные расстояния между замерами, обеспечивающие необходимую точность оценки средних мощностей.

Однако предусмотренные алгоритмом вычислительные процедуры весьма специфичны и трудоемки, в связи с чем для их выполнения было разработано специальное программное обеспечение, оформленное в виде прикладной программы «PZM», снабженной рядом сервисных элементов, повышающих удобство работы.

Главное меню программы включает в себя четыре основных режима: «Данные», «Обработка», «О программе» и «Завершение».

Режим «Данные» обеспечивает внесение в программу данных по замерам мощности пласта

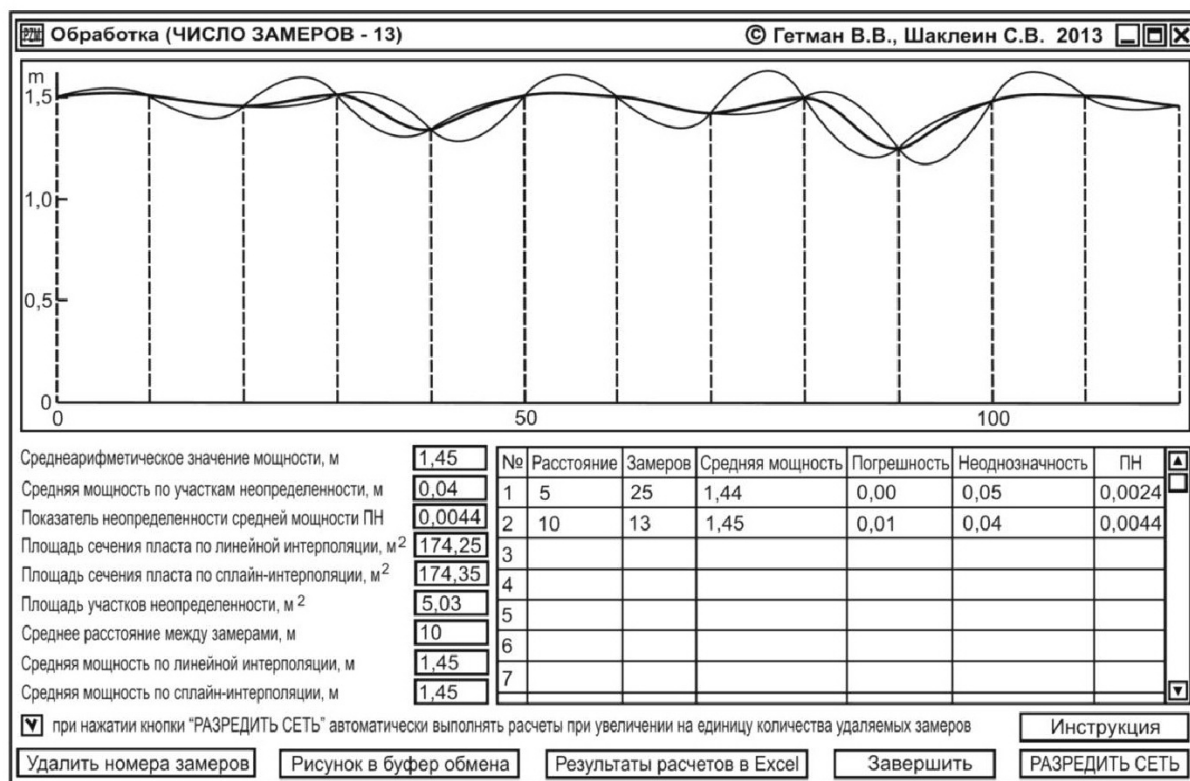


Рис. 3. Панель режима «Обработка» программы «PZM»

(чистых угольных пачек), выполненных вдоль оси подготовительной выработки (рис. 2).

Данные могут вводиться с клавиатуры, путем подгрузки из ранее сформированного файла или путем импортирования данных из табличного редактора *Excel*.

Основные данные вводятся в таблицу, в которой указываются:

- номер замера;
- ответ на вопрос: следует ли использовать данные по замеру в процессе последующей обработки (колонка «Обрабатываем?»);
- мощность пласта в точке замера в метрах;
- расстояние от замера указанного в строке таблицы до следующего.

Для удобства ввода данных, в верхней части панели предусмотрена группа из переключателей режимов ввода и кнопок, использование которых позволяет исключить ввод постоянных для массива значений.

Переменная в колонке «Обрабатываем?» введена в целях возможности использования программы для исследования тестовых линий измерений избыточной плотности. Переключение «ответа» с «да» на «нет» обеспечивает исключение замера из последующей обработки, т. е. выполнение разрежения исходной сети замеров.

Исключение части замеров из обработки может выполняться также и автоматически – эта задача решается нажатием кнопки «ЧАСТЬ замеров, каждый». Этим самым в дальнейшую обработку может быть принят только каждый второй, тре-

тий, четвертый и т. д. замер исходной сети (кратность передаваемых в обработку замеров определяется числом, указываемым пользователем в окне, расположенном правее кнопки).

По завершению ввода и выбора данных запускается режим «Обработка». Он обеспечивает обработку переданных в него данных о мощности пласта (чистых угольных пачек) вдоль подготовительной выработки. Обработка выполняется в пакетном режиме.

В верхней части панели режима расположено окно визуализации результатов, а в нижней – их результаты в цифровой форме, а также управляющие кнопки (рис. 3).

В окне визуализации отображается «сечение» пласта в координатах «мощность ( $m$ ) – расстояние между замерами».

Значения мощности в точках замеров показаны темно-синими пунктирными линиями. «Сечение» пласта, получаемое при использовании сплайн-интерполяции ограничено сплошной утолщенной линией черного цвета. Красными тонкими кривыми на графике показаны границы зон неопределенности поведения мощности между замерами. На поле графика пользователь может нанести номера замеров. Полученное изображение может быть сохранено в стандартном буфере обмена *Windows* нажатием кнопки «Рисунок в буфер обмена».

Результаты расчетов выводятся на экран в девяти специальных окнах, а шесть основных результатов дополнительно размещаются и в табли-

це. Эта таблица может экспортироваться в редактор *Excel*.

Смысловое содержание всех показателей, понятно из их наименований. Единственный параметр, который требует разъяснений, расположен в графе «Погрешность» таблицы. Он используется только при исследовании сети замеров методом разрежений. Он равен разности значения средней мощности, полученной по любой разреженной сети замеров, и мощности, рассчитанной по самой плотной исходной их сети. Данные графы «По-

грешность» используются только для уточнения параметров корреляционной связи погрешностей измерений с показателем неопределенности ПН.

Таким образом, разработанное программное обеспечение позволяет маркшейдерской службе угольной шахты с минимальными затратами труда и времени доказать достоверность результатов определения налогооблагаемой базы налога за добычу угля и, при необходимости, представить эти доказательства Федеральной налоговой службе и органам Росприроднадзора.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Гетман, В. В.* Современные требования к методике маркшейдерского замера добычи угля / В. В. Гетман, С. В. Шаклеин // Сборник научных трудов ВНИМИ. Посвящен 100-летию юбилею выдающегося горного инженера Б.Ф.Братченко. – СПб., 2012, С. 347 – 351.

2. *Гетман, В. В.* Алгоритм оценки анизотропии мощности угольного пласта и его программная реализация / В. В. Гетман, С. В. Шаклеин // Вестник КузГТУ. – 2013. – №2. – С. 59 – 64.

3. *Рогова, Т. Б.* Оценка точности гипсометрических планов с учетом опыта ведения горных работ / Т. Б. Рогова // Маркшейдерский вестник. – 2011. – № 6. – С. 29 – 32.

4. *Башков, И. П.* Оценка достоверности прогноза дизъюнктивных нарушений угольных пластов / И. П. Башков, С. В. Шаклеин // Горный вестник. – 1999. – № 6. – С.136 –138.

□ Авторы статьи:

Гетман  
Валерий Валериевич,  
зам. технического директо-  
ра по землепользованию и лицензи-  
рованию ОАО «СУЭК-Кузбасс»  
E-mail: getmanvv@suek.ru

Шаклеин  
Сергей Васильевич,  
докт. техн. наук, проф. каф/  
маркшейдерского дела, кадастра и  
геодезии КузГТУ, вед. научн. сотр.  
Кемеровского филиала  
ИВТ СО РАН.  
E-mail: sv51950@mail.ru

УДК 004.42:628.5

**А.А.Тайлакова, А.А. Кудрявцев, И.Е. Трофимов, В.Г. Михайлов**

## ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ОЦЕНКИ ЭКОЛОГО- ЭКОНОМИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Загрязнение окружающей среды – одна из наиболее важных проблем, стоящих перед промышленными предприятиями, поскольку нанесение ущерба окружающей среде влечет за собой ощутимые финансовые потери. Эколого-экономическая устойчивость промышленного предприятия – ряд абсолютных показателей экономического ущерба от загрязнения окружающей среды и относительных величин, являющихся соотношением экологических результатов с результатами производственно-хозяйственной и финансово-экономической деятельности предприятия. В совокупности данные показатели позволяют оценить степень влияния экологического загрязнения на финансовые результаты [1,2].

Кузбасс является динамично развивающимся регионом, но традиционно на его территории существовала сложная экологическая ситуация. Оценка эколого-экономической устойчивости является насущной проблемой промышленных

предприятий. Хозяйственная деятельность предприятий наносит ущерб почвам, атмосферному воздуху, водоемам, что отражается также на экономических показателях. В связи с экологическими проблемами в нашем регионе, ежегодно усиливающимся контролем за природоохранными мероприятиями и ужесточением экологических норм, задача расчета эколого-экономической устойчивости становится все более актуальной. Своевременный расчет возможного ущерба от экологического загрязнения позволит минимизировать убытки организации [3-5].

Тема экологического загрязнения рассмотрена в большом количестве теоретических и практических исследований. Специфика данной работы заключается в постановке уникальной задачи – оценке эколого-экономической устойчивости промышленного предприятия. Экологическое загрязнение рассматривается в свете его влияния на финансовые результаты деятельности организа-