

УДК 622.142.5

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЫСОТНОЙ ОТМЕТКИ УГОЛЬНОГО ПЛАСТА В ПРОИЗВОЛЬНОМ СЕЧЕНИИ

Карасев А. В., студент гр. ГМс-211, V курс
Научный руководитель: Рогова Т. Б., д.т.н., профессор
Кузбасский государственный технический университет
имени Т.Ф. Горбачева г. Кемерово

В основе определения положения (гипсометрии) угольного пласта лежат данные геологоразведочных скважин. На стадии проектирования и планирования горных работ решается целый ряд вопросов, связанных с нахождением высотной отметки пласта в произвольном сечении и произвольной точке. Правильность построения гипсометрии пласта устанавливается только на стадии эксплуатации горного предприятия.

Точность построения гипсометрии зависит от многих факторов, начиная от точности нанесения скважин и заканчивая способом формирования поверхности угольного пласта.

Предлагаемый в данной работе метод определения высотной отметки пласта в любой точке заданного сечения основан на изучении каждого участка угольного пласта между разведочными скважинами, в то время как другие программные продукты рассматривают эти участки совместно. При этом ошибки определения положения скважин по данным разведки влияют на точность только анализируемого участка между двумя скважинами только в разрезе, не затрагивая соседние.

Суть метода заключается в определении высотной отметки почвы пласта между двумя скважинами на геологическом разрезе одной из функций: линейной, степенной, синусоидальной и т.д.

Например, полагая, что пласт между двумя скважинами будет являться частью складки, можно определить параметры описывающей его степенной функцией:

$$\begin{cases} y_1 = a \cdot x_1^b \\ y_2 = a \cdot x_2^b \end{cases}$$

отсюда

$$\frac{y_1}{y_2} = \left(\frac{x_1}{x_2}\right)^b, \quad b = \log_{\frac{x_1}{x_2}} \frac{y_1}{y_2}, \quad a = \frac{y_n}{x_n^b},$$

где y – расстояние от начала координат условной системы по вертикали), м;
 x – расстояние от начала координат по горизонтали, м; a и b – коэффициенты искомой функции $y = a x^b$.

Начало координат – это отметка почвы пласта в нижней части оси синклинали, в нашем случае – это ось Ленинской синклинали (рис. 1).

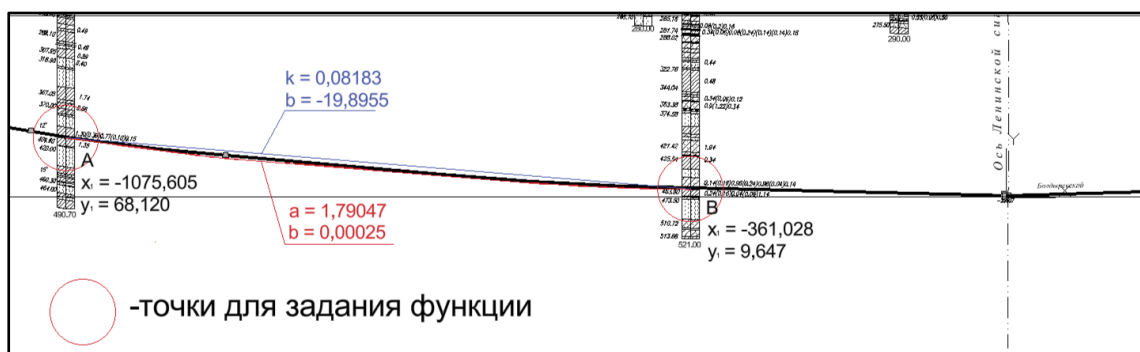


Рис. 1. Фрагмент геологического разреза
для выбора описывающей пласт функции

Для условий геологического разреза, представленного на рис. 1 функция примет вид $y = 1,79 x^{0,00025}$.

После нахождения коэффициентов a и b на участках геологических разрезов между двумя соседними скважинами (участки АВ и А'В') необходимо проделать те же действия с участками АА' и ВВ', построить вспомогательный разрез по этим линиям и найти высотную отметку в точке пересечения участка и сечения (горной выработки) (рис. 2).

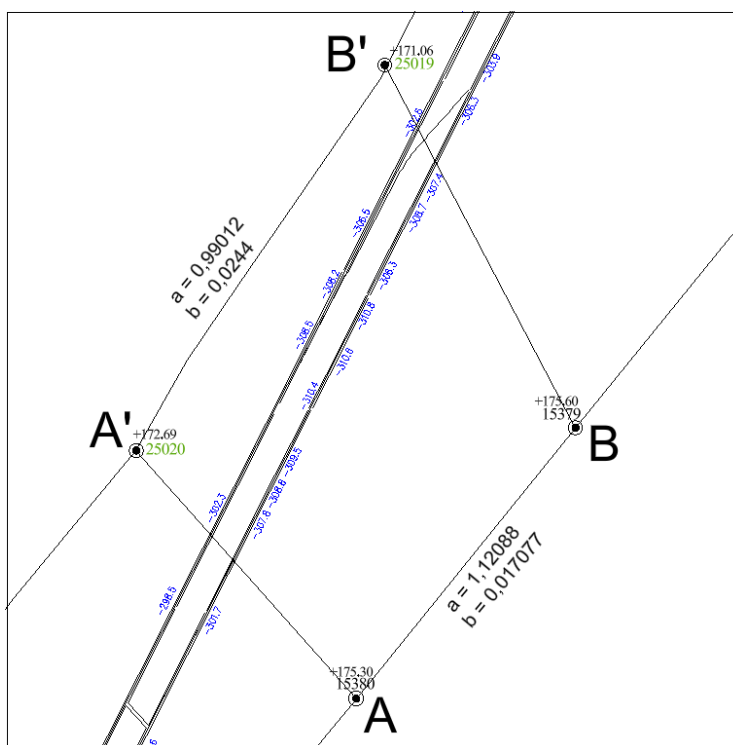


Рис. 2. План для определения коэффициентов функции a и b
на участках разведочных линий.

Зная высотные отметки в точках между скважинами и коэффициенты функции, расположенными между этими точками строится разрез, позволяющий определить высотные отметки пласта в заданных точках.

Для сравнения существующих методов нахождения высотной отметки угольного пласта с предложенным необходимо: выбрать участки пласта на геологическом разрезе между двумя скважинами с разными углами падения; построить положение угольного пласта в программных продуктах; провести анализ и оценку полученных результатов.

Исходные данные: геологические разрезы и план горных выработок угольного пласта с положением разведочных скважин и подготовительных горных выработок известными высотными отметками почвы пласта.

Для эксперимента были использованы несколько программных продуктов.

В программе «Micromine» была произведена оцифровка гипсометрии угольного пласта (рис. 3), позволяющая построить 3D-модель положения пласта, а затем вертикальные разрезы с положением пласта по любому направлению. Для этого были взяты отметки устьев скважин и точки подсечения почвы угольного пласта в пространстве. Для сравнения полученных отметок с фактическими построен разрез по горной выработке (конвейерная печь 245).

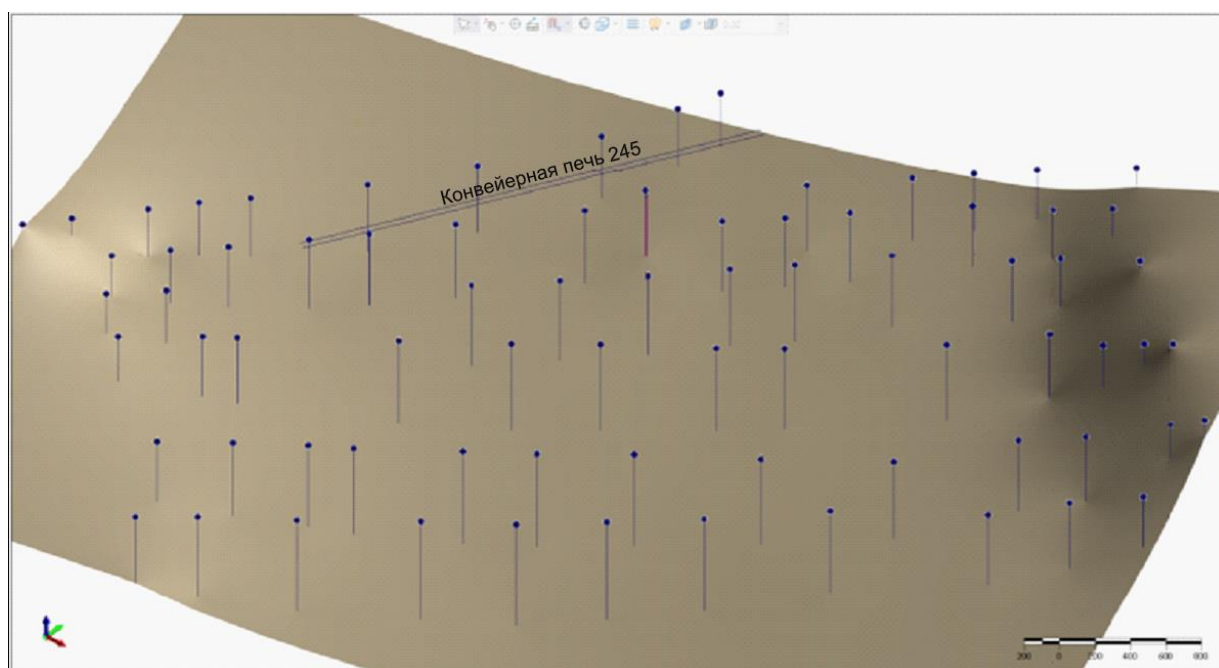


Рис. 3. 3D-модель почвы пласта (программа «Micromine»)

«PPS» – это программный продукт (авторы С.В. Шаклеин, Т.Б. Рогова), позволяющий применить методику оценки ожидаемой погрешности положения угольного пласта в произвольном сечении, опираясь на плановые координаты, высотные отметки и элементы залегания пласта в скважинах.

Программа работает в двух режимах:

- линейная интерполяция, для которой необходимы только координаты плановые и высотная) угольного пласта;
- интерполяция кубической сплайн-функцией, при этом помимо координат необходимы углы падения и азимуты падения угольного пласта.

Исходные данные по скважинам вносят в программу (фрагмент табл. 1), указывают координаты двух точек, определяющих положение сечения (горной выработки), и не менее шести направлений интерполяции (рис. 4). Направления должны пересекать выработку и, желательно, делить её на равные отрезки.

Таблица 1

Исходные данные по разведочным скважинам

Номер скважины	X, м	Y, м	Z, м	Азимут падения пласта А, градус	Угол падения пласта δ, градус
14486	2757,484	4827,853	-232,8	78	7
Пр.25020	3173,124	5358,393	-291,31	89	5
25019	3525,184	5903,443	-292,54	144	5
969э	3882,498	6564,65	-255,6	165	7
14488	4054,614	7024,793	-198,7	162	6
17148	4149,694	7289,363	-172,43	150	8
2932э	4403,304	6335,103	-286,6	151	6

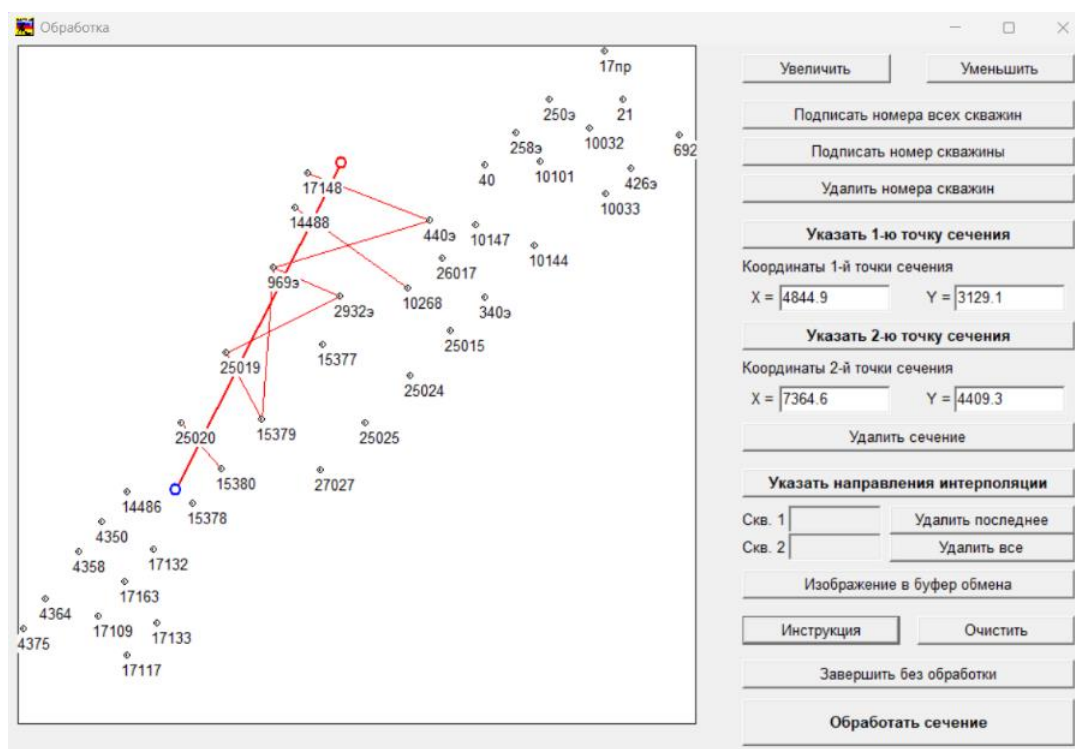


Рис. 4. Обработка сечения в программе «PPS»

Выполняют определение высотных отметок в точках пересечения направления интерполяции и сечения. В зависимости от выбранного режима (линейная интерполяция или сплайн) результаты высотных отметок по одному и тому же сечению отличаются на несколько метров (рис. 5).

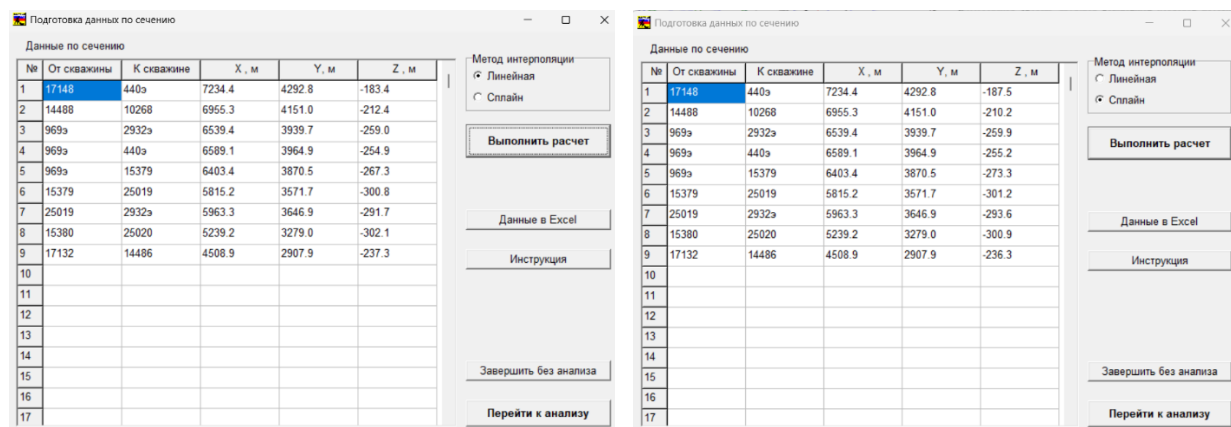


Рис. 5. Полученные высотные отметки в двух режимах программы «PPS»

Для сравнения точности методов рассчитана средняя квадратическая погрешность определения высотной отметки по формуле

$$m_z = \sqrt{\frac{\sum \Delta Z_i^2}{n}},$$

где ΔZ_i – разность прогнозного и фактического значения высотной отметки пласта, м.

Результаты расчетов приведены в табл. 2.

Таблица 2

Результаты отклонения высотных отметок почвы пласта

№ линии	Разность прогнозного и фактического значения высотной отметки пласта ΔZ_i , м			
	«Micromine»	«PPS» – линейная	«PPS» – сплайн	Предлагаемый метод
11	–3,0	–2,4	–1,7	–2,1
12	–2,9	–4,4	–2,7	–5,2
13	–4,4	–6,5	–4,1	–2,4
14	–5,3	–7,2	–3,3	–1,3
15	–3,4	–4,8	0,8	–1,1
16	–2,5	–3,0	3,6	–1,8
17	–2,8	–2,4	3,9	–1,5
18	–1,4	–0,1	3,5	–0,8
19	2,8	5,4	4,1	–1,1
20	4,7	5,1	4,7	–0,1
21	3,2	8,0	4,6	–0,4
Средняя квадратическая погрешность определения высотной отметки m_z , м				
	3,0	3,7	2,6	2,0

Наиболее высокая погрешность наблюдается на участках, где функция больше напоминает прямолинейный или синусоидальный графики:

$$y_n = k \cdot x_n + b, \quad y_n = m \cdot \sin x_n^t.$$

Вывод:

- предлагаемый метод учитывает изменчивость почвы угольного пласта в пределах двух разведочных скважин;
- при моноклиналином залегании угольного пласта метод даёт достаточную точность для определения высотной отметки угольного пласта в произвольном сечении;
- метод является трудоёмким по сравнению с другими методами, обеспеченными компьютерными программами.

Список литературы:

1. Геометрия недр. Особенности геометризации угольных месторождений: учеб. пособие / Т. Б. Рогова, С. В. Шаклеин. – Кузбасс. гос. техн. ун-т. – Кемерово, 2018. – 182 с.