Максимальная запыленность воздуха наблюдается при работе комбайна в нижней части лавы, где еще не происходит полного перераспределения пыли.

На вентиляционном штреке в 10 м от сопряжения с лавой запыленность воздуха снижается до 170-210 мг/м^3. На погрузочных пунктах она составляет 15-110 мг/м^3, на поступающей струе в лаву - 10-15 мг/м^3 и на исходящей струе лавы - 70-230 мг/м^3. В подготовительных забоях концентрация пыли составляла: на рабочем месте машиниста 110-230 мг/м^3, в пяти метрах от комбайна 620-1200 мг/м^3.

При размере частиц пыли до 10 мкм датчик можно установить в любой точке сечения выработки. При размере частиц более 10 мкм и при установке датчика в произвольном месте необходимо учитывать коэффициент поля концентрации пыли. Датчики контроля запыленности воздуха целесообразно устанавливать на расстоянии 20-40 м от источника пылеобразования.

Определив концентрацию в начальном сечении, нетрудно установить среднюю запыленность воздуха в любом сечении и на любом расстоянии от источника пылевыделения. При этом частота опроса зависит от среднего значения контролируемой величины и продолжительности технологического процесса, а длительность одного замера рассчитывается по методу малой выборки.

Московский горный институт

УДК 622.271.01

Ю.П.Ашаев, Г.Н.Андреева

К ВОПРОСУ ОЦЕНКИ МЕТОДОВ ПРИБЛИЖЕННОГО РЕШЕНИЯ ГОРНО-ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ЗАДАЧ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЭВМ НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДИСКРЕТНЫХ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ

Разработки автоматизированных методов проектирования карьеров создали основу для быстрого развития математического моделирования месторождений и карьеров. Под математическим моделированием понимается способ отображения горно-геологической информации в памяти ЭВМ, позволяющий в пределах заданной точности осуществлять проектную или действительную разработку месторождения.

Вопросы математического моделирования месторождений и карьеров наиболее полно раскрыты в работах ведущих советских ученых

В.В.Ржевского, А.И.Арсентьева, В.С.Хохрякова, М.Г.Новожилова, И.Б.Табакмана и др., и в настоящее время их актуальность все больше возрастает в связи с широким внедрением ЭВМ в область горной науки.

Математическое моделирование включает в себя задачу описания геометрических элементов карьеров, предусматривающую задани информации о горных выработках, границах карьерного поля, контурах рудных тел.

Описание элементов месторождений и карьеров и дальнейшая их обработка в ЭВМ при автоматизированном проектировании требуют применения математических методов, различающихся как по сложности реализации, так и по точности конечных результатов. Решение вопроса применения конкретных математических методов для геометрического описания элементов месторождений и карьеров находится в прямой зависимости от сложности моделируемого месторождения.

Для однородных горизонтальных месторождений и в большинстве случаев для горизонтальных сложноструктурных многокомпонентных месторождений применяются простые геометрические и цифровые модели месторождений, аппроксимирующие криволинейные контуры и поверхности кусочно-линейными зависимостями.

Для горизонтальных, наклонных и крутопадающих месторождений применяются как цифровые, так и аналитические модели месторождений, описывающие криволинейные контуры и поверхности в виде полиномов [5].

В данной статье рассматриваются вопросы сравнительного анализа некоторых методов аппроксимации с последующим подсчетом площадей с точки зрения точности данных методов и сложности их реализации на ЭВМ.

Задача подсчета площадей фигур, ограниченных замкнутым контуром или рядом точек, возникает при решении различных задач горно-геометрического анализа карьерных моделей. К таким задача можно отнести задачу подсчета объемов полезного ископаемого при подвигании фронта в пределах некоторых этапов отработки, задачу определения различных коэффициентов вскрыши и т.д. Поэтому пример подсчета площадей, приведенный в статье, является, с нашей точки зрения, наиболее характерным.

Определение числовых значений погрешностей на основании общих аналитических формул в каждом конкретном случае является или затруднительным или вообще невозможным. Кроме того, часто математический процесс обработки информации предусматривает использование нескольких математических методов, и итоговое значение ошибки в конечном результате точно выразить невозможно. В этом случае используется стандартная формула определения относительной погрешности (I), которая в каждом отдельном случае дает точный результат и может характеризовать весь процесс математической обработки информации в целом

$$\delta_{от} = \frac{U_p - U_{эт}}{U_{эт}} \cdot 100, \qquad (I)$$

где $\delta_{от}$ – относительная погрешность;

$U_{эт}$ – эталонное (абсолютное) значение функции;

U_p – реальное (вычисленное) значение функции.

При математическом моделировании чаще всего применяют следующие методы аппроксимации, которые и рассматриваются в статье:

- кусочно-линейные;
- сплайн-функции (кубические сплайны);
- полиномы n-й степени (конкретно был использован метод наименьших квадратов [2], n =3).

Для подсчета площадей использованы следующие методы: для кусочно-линейной аппроксимации – метод треугольников, дающий в этом случае погрешность, равную нулю; для полиномов 3-й степени – метод аналитического интегрирования, также дающий погрешность, равную нулю; для сплайн-функций применялись численные методы и для аппроксимации и для подсчета площадей, позволяющие сразу получить конечный результат на ЭВМ [I, 3]. В итоге учитывалась суммарная погрешность аппроксимации и подсчета площадей. Кроме того, для сравнения получены результаты подсчета площадей по методу палетки [4].

Для анализа исследовались две функции. Функция $y^2+(X-10)^2=10^2$ (2) (рис.I), характерная для месторождений с простой геометрической конфигурацией. И $y = X^3 - 3,6X^2 + 2,32X + 2,672$ (3) (рис.2), характерная для месторождений и карьеров со сложной геометрией.

На основании уравнений (2, 3) были получены точные значения координат точек, лежащих на кривой, что позволило ликвидировать ошибки за счет ручного счета и кодирования информации.

Ниже в табл.I, 2, 3, 4 приводятся данные подсчета площадей и относительных погрешностей для различных методов.

Для анализа степени сложности реализации метода на ЭВМ воспользуемся критериями, предлагаемыми Б.С.Хохряковым [5].

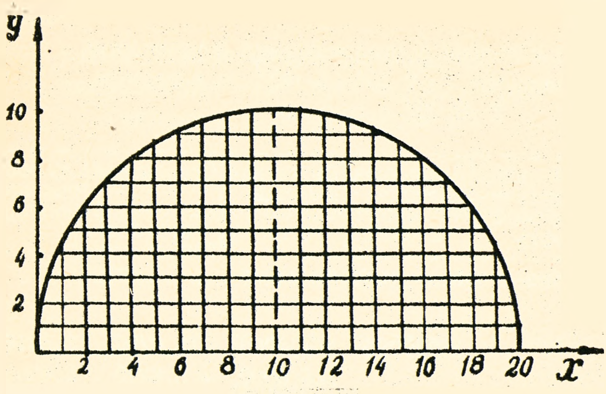

Рис.I.

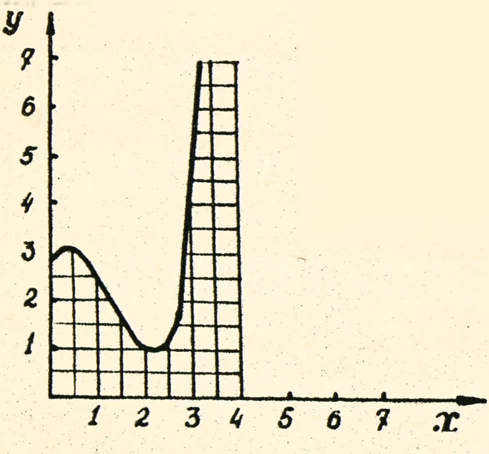

Рис.2.

I. Информационная емкость (необходимый объем памяти ЭВМ для хранения числовой информации).

2. Точность моделирования (относительная погрешность).

По первому критерию наиболее рациональным является метод палетки. В этом случае необходимо хранить в памяти ЭВМ только признаки точек или блоков, входящих в подсчитываемый контур.

Таблица I

Расчет площадей и относительных погрешностей для уравнения $У= \sqrt{I0^2-(X-I0)^2}$ на интервале X /0,20/ с шагом 5

Метод	Полученная аналитическая зависимость	Эталонная площадь	Расчетная площадь	Отклонения	Относительная погрешность, %
	Кусочно-линейная аппроксимация				
Вписанный многоугольник		I57,0790	I4I,4000	-I5,6790	9,98I6
Описанный			I65,6000	+ 8,52I0	5,4246
Среднее			I53,5000	- 3,5790	2,2784
Метод палетки		I57,0790	I37,5000	-I9,5790	I2,4644
Аппроксимация полиномами 3-й степени	$У=-0,I066X^2+$ $+2,I326X+$ $+0,I326$	I57,0790	I45,I720	- II,9070	7,5802
Метод сплайнов		I57,0790	I39,6850	-I7,3940	II,07I0

Таблица 2

Расчет площадей и относительных погрешностей для уравнения $У= \sqrt{I0^2-(X-I0)^2}$ на интервале X /0,20/ с шагом 2

Метод	Полученная аналитическая зависимость	Эталонная площадь	Расчетная площадь	Отклонение	Относительная погрешность, %
	Кусочно-линейная аппроксимация				
Вписанный многоугольник		I57,0790	I54,5000	-2,5790	I,64I8
Описанный			I58,4000	+2,32I0	0,8409
Среднее			I56,4500	-0,6290	0,4004
Метод палетки		I57,0790	I54,0000	-3,0790	I,967I
Аппроксимации полиномами 3-й степени	$У=-0,0963x^3+$ $+I,925IX+$ $+I,I27I$	I57,0790	I50,7620	-6,3I70	4,02I0
Метод сплайнов		I57,0790	I58,8220	+I,7430	I,I090

Таблица 3

Расчет площадей и относительных погрешностей для уравнения $У=X^3-3,6X^2+2,32X+2,672$ на интервале X /0,4/ с шагом I

Метод	Полученная аналитическая зависимость	Эталонная площадь	Расчетная площадь	Отклонение	Относительная погрешность,%
Кусочно-линейная аппроксимация		I6,4682	I8.0480	+I,5798	9.59 [illegible]
Метод палетки		I6,4682	I7.7500	+I,28I8	7,78I0
Аппроксимация полиномами 3-й степени	$У=I,0420X^3-3,8703X^2+2,7284X+2,6863$	I6,4682	I6,5840	+0,0I58	0,0905
Метод сплайнов		I6,4682	I6,6570	+0,I888	I,I480

Таблица 4

Расчет площадей и относительных погрешностей для уравнения $У=X^3-3,6X^2+2,32X+2,672$ на интервале X /0,4/ с шагом 0,5

Метод	Полученная аналитическая зависимость	Эталонная площадь	Расчетная площадь	Отклонение	Относительная погрешность,%
Кусочно-линейная аппроксимация		I6,4682	I6,4730	+0,0048	0,0299
Метод палетки		I6,4682	I6,5000	+0,03I8	0,I930
Аппроксимация полиномами 3-й степени	$У=I,0383X^3-3,8I86X^2+2,5988X+2,6660$	I6,4682	I6,4800	+0,0II8	0,0730
Метод сплайнов		I6,4682	I6,4I30	-0,0552	0,3350

В случае кусочно-линейной аппроксимации в памяти ЭВМ хранятся или координаты точек перегиба или коэффициенты линейных уравнений для каждого линейного участка. Для случая аппроксимации полиномами n-й степени и сплайнами необходимо хранение коэффициентов полиномов или коэффициентов сплайн-функций и ряда характерных признаков. Таким образом, с точки зрения информатичной емкости наиболее приемлемыми являются метод палетки и метод кусочно-линейной аппроксимации и более емкими - методы сплайн-функций и полиномов n-й степени. Кроме того, сложность построения алгоритма и объем вычислений для метода сплайн-функций и метода аппроксимации полиномами значительно выше.

Точность моделирования при использовании метода сплайн-функций и метода аппроксимации полиномами даже при разряженной сетке является вполне удовлетворительной, а также зависит от формы и характера кривой: чем больше кривая соответствует аппроксимирующей зависимости, тем точность выше.

Для метода палетки и метода кусочно-линейной аппроксимации точность в основном определяется интервалом сетки и характером кривизны кривой в точке снятия координат.

Приведенные выше расчетные данные и их последующий анализ позволяют при автоматизированном проектировании карьеров руководствоваться выбором того или иного метода в зависимости от требований и точности моделирования; характера кривизны линий контуров карьера, фронта горных работ и т.д.; имеющегося математического обеспечения ЭВМ.

ЛИТЕРАТУРА

I. Альберг Д., Нильсон Ж., Уолш Д. - Теория сплайнов и её приложения. - М.: Мир, 1972.

2. Демидович Б.П., Марон И.А., Шувалов Э.З. - Численные методы анализа. - М.: Наука, 1967.

3. Завьялов Ю.С., Квасов Б.И., Мирошниченко В.Л. - Методы сплайн-функций. - М.:Наука, 1980.

4. Поэлементные операции с матрицами на ЭВМ БЭСМ-4 /Подсчет запасов методом числовой модели и создание геолого-промышленных карт продуктивных тел (ПЗ4М-2). - Инструктивные указания (серия УП, подсчет запасов, выпуск П). - Алма-Ата: КОМЭ МГ КазССР,1976.

5. Хохряков В.С. Проектирование карьеров. - М.: Недра, 1980.

КазПТИ им.В.И.Ленина,
каф.ТРМ