УДК 622.271.3

М.П.БУКАСА
Горный факультет, группа ТО-99-1,
ассистент профессора

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ИЗОЛИНИИ ЦЕННОСТИ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ ПРИ ОТКРЫТОЙ РАЗРАБОТКЕ КОМПЛЕКСНЫХ РУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Целью работы является нахождение аналитического уравнения изолинии ценности полезных ископаемых при открытой разработке комплексных рудных месторождений. В качестве исходных данных использованы данные поперечного разреза комплексного месторождения, на котором разрабатываются три вида полезных ископаемых (основное и два попутных). В декартовой прямоугольной системе координат заданы координаты точек, позволяющие построить аппроксимацию искомого уравнения. Рассматривается пример применения метода наименьших квадратов для построения указанной зависимости. Данный алгоритм реализован в вычислительной программе на основе Microsoft Excel. Получены численные результаты и построены графики.

The basis of this work is to find out the analytical equation for isoline value of complex mineral deposits with open-pit mining. The basic values used are cross-section of a complex open-pit mining, witch produces three types of minerals (one main and two secondary). Coordination points are given on Descartes quadratic system that helps draw the approximate of the equation to be found. Applying the method of least squares drew the graph of the relation between parameters of this equation. The given algorithm was processed with the help of Microsoft Excel program. Numerical results were found and a graph drawn.

Очень важным признаком современного горного производства является комплексная и рациональная разработка месторождений полезных ископаемых, стремление к более полному использованию в народном хозяйстве горной массы, разрабатываемой в карьере. Существенное влияние на результативность и экономическую эффективность работы карьера оказывает направление развития горных работ, поэтому основной задачей проектирования является выбор рационального направления углубки карьера (рис.1).

Наиболее простым и распространенным методом определения направления углубки карьера при открытой разработке комплексных месторождений полезных ископаемых является так называемый графоаналитический метод. Он позволяет строить изолинии ценности полезных ископаемых до дна карьера как геометрическое место точек, в которых добывается полезное ископаемое одинаковой ценности. В этом методе в качестве критерия используется минимум среднего с начала разработки месторождения коэффициента вскрыши. Применительно

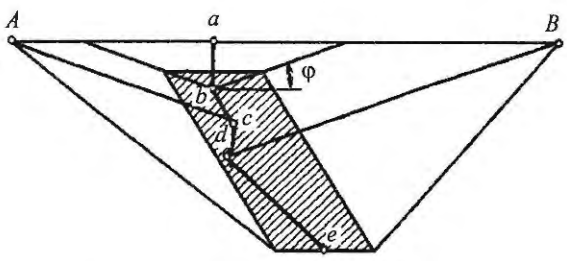


Рис.1. Пример рационального направления углубки карьера при отработке крутопадающей залежи правильной формы
AB – уровень дневной поверхности; *a* и *e* – соответственно начальное и конечное положения дна карьера; *b*, *c*, *d* – рабочее дно карьера; *Ac* и *dB* – рабочие борта карьера; $b \to c \to d$ – вариант рационального направления углубки; φ – угол рабочего борта карьера

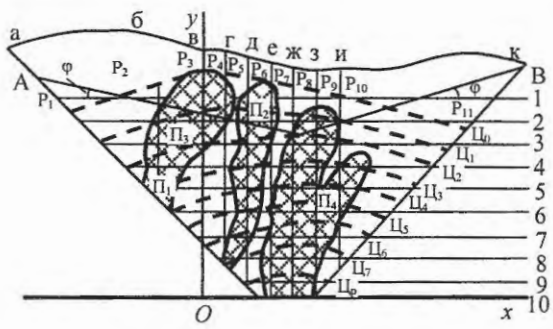


Рис.2.Поперечный разрез комплексного месторождения
1, 2, …, 10 – секущие в горизонтальной плоскости, соответствующие этапам углубки; б, в, г, д, е, ж, з, и – секущие в вертикальной плоскости, соответствующие направлениям углубки (плоскости а и к определяют направления углубки по нерабочим бортам карьера); $П_1$ – основное полезное ископаемое; $П_2$ и $П_3$ – попутные полезные ископаемые; $Ц_0$, $Ц_1$,…, $Ц_8$ – изолинии ценности полезных ископаемых; А и В – точки пересечения направления углубки по нерабочим бортам карьера с углами откоса рабочего борта φ

к разработке комплексного месторождения рекомендуется использовать минимум коэффициента расхода горной массы на единицу извлекаемой ценности в течение всего периода эксплуатации карьера. Поэтому вместо изолиний полезного ископаемого в графоаналитическом методе целесообразно использовать изолинии ценности извлекаемых полезных ископаемых.

Пусть задан поперечный разрез комплексного месторождения полезных ископаемых (рис.2). Из рис.2 видно, что все изолинии ценности полезных ископаемых с достаточной точностью могут быть аппроксимированы параболами:

$$y = ax^2 + bx + c\,. \qquad (1)$$

Воспользуемся методом наименьших квадратов. Введем декартову прямоугольную систему координаты xOy, где ось Ox проходит через дно (границу карьера), а ось Oy через направление углубки. Определив k точек, принадлежащих изолинии ценности $Ц_0$ и их координаты, получим систему уравнений для определения коэффициентов a, b, c уравнения (1):

$$\begin{cases} a\sum\limits_{k=1}^{k} x_k^4 + b\sum\limits_{k=1}^{k} x_k^3 + c\sum\limits_{k=1}^{k} x_k^2 = \sum\limits_{k=1}^{k} y_k x_k^2; \\ a\sum\limits_{k=1}^{k} x_k^3 + b\sum\limits_{k=1}^{k} x_k^2 + c\sum\limits_{k=1}^{k} x_k = \sum\limits_{k=1}^{k} y_k x_k; \\ a\sum\limits_{k=1}^{k} x_k^2 + b\sum\limits_{k=1}^{k} x_k + ck = \sum\limits_{k=1}^{k} y_k. \end{cases} \qquad (2)$$

Решив систему алгебраических линейных уравнений (2) с помощью вычислительной программы Microsoft Excel и построив график, получим аппроксимацию изолинии ценности полезных ископаемых при открытой разработке комплексных месторождений.

Научные руководители: д.т.н. проф. *А.П.Господариков*, д.т.н. проф. *Г.А.Холодняков*