УДК 622.235.27

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ВЗРЫВНОГО ДРОБЛЕНИЯ

Степанцов Ю. А. аспирант; Василец С.В. струдент;
Казакова Е.И., профессор, д.т.н.
(Донецкий национальный технический университет, г. Донецк, Украина)

Учитывая сложность процесса управления, многообразие всевозможных связей и случайный характер поведения объектов управления при разработке моделирующего алгоритма и построении математической модели производственного процесса, необходимо описание и анализ процесса для того, чтобы можно было охарактеризовать функционирование элементов технологической системы, получить сведения о количественных характеристиках, установить основные влияющие факторы.

В разработанной нами модели:

$$\Phi(x,y) = Ae^{-k(by-x)^2}$$

Найденные зависимости величин A, b, k (от параметров буровзрывных работ a, d, q) и K_H (коэффициента неоднородности массива) могут быть записаны в виде:

$$A = -0{,}185a + (11{,}75d - 0{,}256K_H)q;$$
$$b = 4{,}95a + (-109{,}1d - 7{,}0K_H)q;$$
$$k = -0{,}01a + (1{,}04d - 0{,}265K_H)q.$$

Оператор связи $\Phi(x,y)$ определяется по известным законам изменения входных и выходных функций, полученных в результате эксперимента. Связь между входом и выходом запишем в виде уравнения:

$$f(y) = \int_{x_{\min}}^{x_{\max}} \Phi(x,y) f(x) dx$$

Умножая левую и правую части уравнения на y, проинтегрируя и разделив обе части полученного уравнения на площадь кривой экскаваторной погрузки $\int_{y_{\min}}^{y_{\max}} f(y)dy$, имеем:

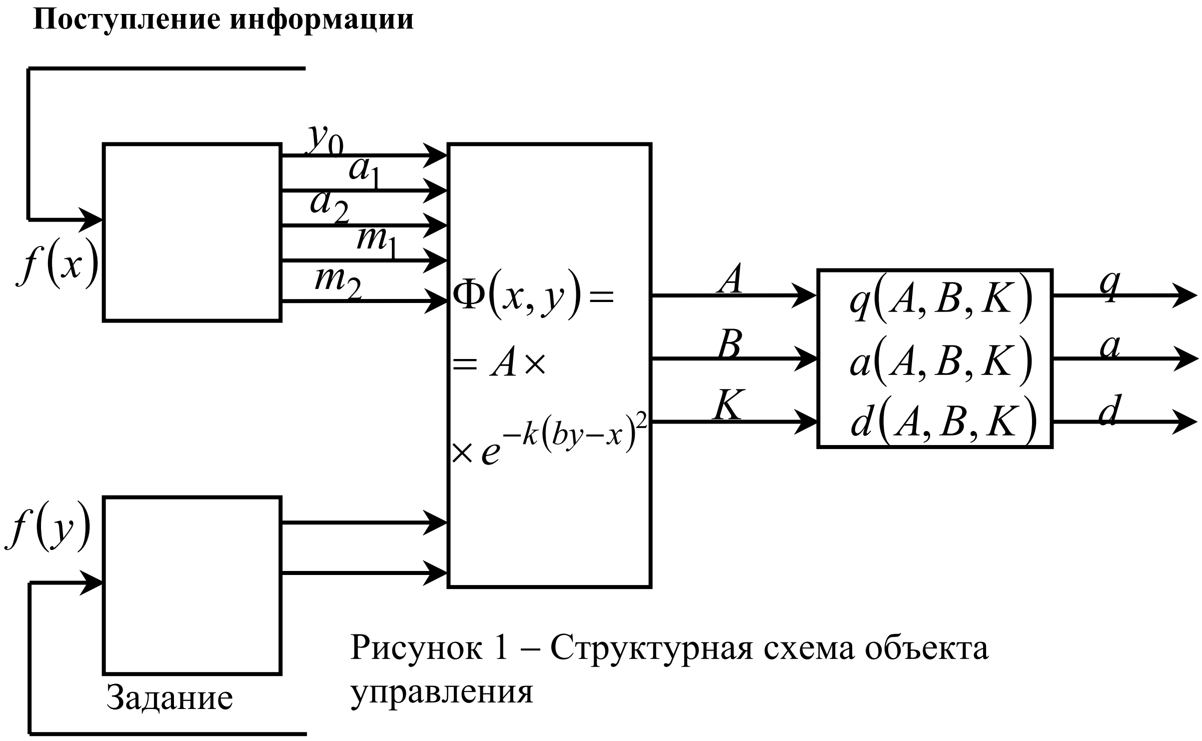

Рисунок 1 – Структурная схема объекта управления

$$\frac{\int\limits_{y_{\min}}^{y_{\max}} y\cdot f(y)dy}{\int\limits_{y_{\min}}^{y_{\max}} f(y)dy}=\frac{\int\limits_{y_{\min}}^{y_{\max}} y\left(\int\limits_{x_{\min}}^{x_{\max}}\Phi(x,y)f(x)dx\right)dy}{\int\limits_{y_{\min}}^{y_{\max}} f(y)dy}$$

Величина, стоящая слева, есть математическое описание удельной энергоемкости экскавации. На основании закона больших чисел, представляет собой среднее значение:

$$m_y=\bar{y}=\bar{y}_{cp}=\frac{\int\limits_{y_{\min}}^{y_{\max}} y\cdot f(y)dy}{\int\limits_{y_{\min}}^{y_{\max}} f(y)dy}=\frac{\sum\limits_{i=1}^{n} y_i}{n}$$

Таким образом,

$$\bar{y}=\frac{\int\limits_{y_{\min}}^{y_{\max}} y\cdot f(y)dy}{\int\limits_{y_{\min}}^{y_{\max}} f(y)dy}=\frac{\sum\limits_{i=1}^{n} y_i\sum\limits_{j=1}^{n}\Phi_{ij}(x_i,y_j)f_i(x)}{n}$$

Правая часть уравнения является функцией a, d, q, $f(x)$ и $f(y)$. Как показали вычисления, она с достаточной точностью может быть аппроксимирована полиномами от a, d, q и $x = \bar{x} = x_{cp}$:

$$\bar{x} = \frac{\int\limits_{x_{\min}}^{x_{\max}} x \cdot f(x)dx}{\int\limits_{x_{\min}}^{x_{\max}} f(x)dx} = \frac{\sum\limits_{i=1}^{n} x_i}{n}$$

Структурная схема объекта управления приведена на рис. 1. Исходная информация в виде функции распределения удельной энергоемкости экскавации $f(y)$ с заданными параметрами и информация о прочностных свойствах массива, получаемая в процессе бурения скважин (функции $f_1(x)$, $f_2(x)$ и $f_n(x)$, где n - количество пробуренных скважин), и вычислений K_H, поступает на блоки аппроксимации полученных числовых значений аналитическими законами распределения.

Полученная математическая модель взрывного дробления позволяет составить алгоритм оперативного управления, который может применяться в промышленных условиях.