Записки Ленинградского ордена Ленина, ордена Октябрьской Революции
и ордена Трудового Красного Знамени горного института им. Г.В.Плеханова,
т. /XXУП, 1978 г.

ОБ ОЦЕНКАХ ПАРАМЕТРОВ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

В.И.ЗЛАТКИН, П.П.РЫЖИЙ, А.Н.МАКОВСКИЙ,
А.Х.ГОРЕЛИК, Е.Е.ШТЕЙНМАН

Одним из самых перспективных классов математических моделей производственных процессов сложной структуры, например, производственных процессов обогащения полезных ископаемых, являются структурные модели, представленные системами нелинейных уравнений. Эти модели позволяют в наибольшей мере учитывать априорную информацию о структуре объекта управления и основных закономерностях, описывающих работу отдельных элементов структуры, нередко представляющих собой отдельные машины, агрегаты и т.п.

Построению и расчету рассматриваемых моделей уделяется большое внимание [3]. Однако специфические условия проведения экспериментов на действующих производственных объектах требуют применения специальной методики для определения числовых значений параметров модели по экспериментальным данным.

Представим технологический процесс в виде отдельных блоков, образующих известную структурную схему. Это позволяет свести задачу к задаче математического описания отдельных блоков при известной форме описывающих их работу уравнений. Оценке подлежат лишь числовые параметры этих моделей, которые необходимо определить по результатам измерений входных и выходных величин в процессе эксперимента. Причем для измерений характерно следующее:

1) выходы и входы блоков взаимно зависимы и коррелированы между собой;

2) входные переменные блоков и выходные переменные блоков не измеряются, либо измеряются неточно;

3) входные переменные всей схемы измеряются сравнительно точно, выходные переменные всей схемы измеряются с ошибками, распределенными по нормальному закону;

4) входные переменные не зависят друг от друга и не связаны с выходными.

Таким образом, предпосылки регрессионного анализа [2] выполняются для всей схемы в целом, но не выполняются для отдельных ее блоков. Естественно

при этом строить методику нахождения параметров блоков исходя из экспериментальных данных, полученных при исследовании схемы в целом, рассматривая лишь опытные значения входных и выходных величин системы. При этом математическая модель системы представляется системой нелинейных уравнений, которая в векторной форме имеет вид

$$\bar{F}(\bar{X},\bar{Y},\bar{A},\bar{Z}) = \bar{0},$$

где $\bar{Y}$ – вектор выходных параметров системы; $\bar{X}$ – вектор входных параметров системы; $\bar{A}$ – вектор искомых параметров отдельных элементов (блоков); $\bar{Z}$ – вектор промежуточных (неизмеряемых) переменных.

Задача определения параметров $\bar{A}$ может быть сформулирована как задача нелинейного программирования: найти минимум скалярного произведения вектора ошибок $\bar{E}$ самого на себя при указанных выше ограничениях, составляющих модель технологического процесса, путем выбора соответствующих значения составляющих вектора . Решение задач такого рода может быть проведено с помощью градиентных методов и требует применения ЭВМ.

Описанная методика была использована для определения числовых значений шести параметров модели измельчительного агрегата, состоящего из шаровой мельницы, работающей в замкнутом цикле со спиральным классификатором [1].

ЛИТЕРАТУРА

1. Математическое моделирование измельчительного агрегата / В.И.Златкин, П.П.Рыжий, А.Х.Горелик, Е.Е.Штейнман. Изв. вузов – Цветная металлургия, 1977, № 5.

2. Налимов В.В., Чернова Н.А. Статистические методы планирования экстремальных экспериментов. М., Наука, 1965.

3. Островский Г.М., Волин Ю.М. Методы оптимизации сложных химико-технологических схем. М., Химия, 1970.