

## НОВЫЙ КИБЕРНЕТИЧЕСКИЙ МЕТОД ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ С МИНИМАЛЬНЫМ КОЛИЧЕСТВОМ ПРОВОДИМЫХ ЭКСПЕРИМЕНТОВ

*Определена суть нового кибернетического метода лабораторных экспериментальных исследований для получения новых материалов и веществ с полезными свойствами, определения оптимальных параметров сложных технологических процессов и сложных многопараметрических систем при отсутствии закономерностей и математической модели объекта исследования*

Как известно, изобретение и синтез новых материалов и веществ с полезными свойствами, а также определение оптимальных параметров сложных систем и технологий с заданными свойствами (новые технологии, оптимальные качества продуктов сложных физико-химических превращений, специальные сплавы и т.д.) является одним из основных целей ученого-изобретателя, экспериментатора в любой отрасли науки. В большинстве случаев, из-за неизвестности закономерностей и математической модели объекта исследования, эксперименты проводятся по известному с давних времен методу “проб и ошибок”. Это иногда требует проведение многочисленных опытов, больших материальных затрат и времени.

В 50-е, 60-е годы 20-го столетия, с появлением науки об управлении – технической кибернетики были созданы некоторые новые методы для определения оптимальных значений параметров сложных систем, так называемые методы “черного ящика”. Это метод Градиента, метод наискорейшего спуска, метод Зайделя-Гауса, метод случайного поиска и т.п.

Во всех этих методах эксперименты проводятся по определенной закономерности, определенному алгоритму. Упомянутые методы, хотя и несколько сокращают количество экспериментов по сравнению с методом “проб и ошибок”, но при увеличении числа изменяющихся параметров становятся неэффективными. Это объясняется тем, что во всех этих методах количество необходимых экспериментов зависит от числа входных параметров и уже при их достижении до 4-х-5-и количество необходимых экспериментов резко возрастает и все существующие методы становятся неэффективными.

Разработан новый универсальный эффективный кибернетический метод для экспериментальных исследований сложных многопараметрических систем и для получения новых многокомпонентных материалов и веществ с полезными свойствами. Кратко остановимся на сущности метода. Предположим необходимо определить максимальное значение выходной величины  $Q$  сложной многопараметрической системы с  $n$ -ым количеством управляемых входных параметров. Имеется многопараметрическая система с начальным выходным значением  $Q_1$  соответствующего неким начальным значениям входных параметров  $X_1...X_n$ . Первым поисковым шагом случайным образом изменяются значения входных параметров по величине и по знаку в заданном диапазоне значений каждого входного параметра, которым соответствует выходная величина  $Q_2$ .

Изменение выходной величины  $\Delta Q = Q_2 - Q_1$ , оценивается не по традиционным методам “проб и ошибок”, положительно или отрицательно, а тремя уровнями, в зависимости от результата сравнения с заранее выбранным значением некоего коэффициента  $K$ :

- 1) направление поиска считается результативным, при  $\Delta Q \geq K$ ;
- 2) посредственным, при  $\Delta Q < K$ ;
- 3) отрицательным, при  $\Delta Q < 0$  (приращение  $\Delta Q$  направлено к уменьшению выходной функции  $Q$ , при поиске максимума этот результат отрицательный).

Для каждого из указанных случаев предусмотрены различные алгоритмы продолжения поиска. Если полученный результат соответствует первому случаю, то поиск производится с большими рабочими шагами в этом же направлении, т.е. одинаково пропорционально изменяя все входные параметры с сохранением их знаков. Процесс продолжается до тех пор, пока значение  $\Delta Q$  не соответствует второму или третьему случаю. Во втором случае повторяется первый поисковый шаг, выполняется случайный шаг. Предполагается, что полученное направление не очень эффективно. В третьем случае, то есть при отрицательном результате  $\Delta Q$ , в зависимости от абсолютной величины приращения  $\Delta Q$  по отношению к коэффициенту  $K$ , либо выполняется новый случайный поисковый шаг при  $|\Delta Q| < K$ , либо при  $|\Delta Q| \geq K$ , производится реверс, т.е. изменяются все знаки приращения входных параметров предыдущего шага с пропорциональным изменением их величины и выполняются рабочие шаги. Предполагается, что крутой подъем является симметричным отображением крутого спуска вокруг данной точки.

Так как коэффициент  $K$  подобран произвольно, без учета формы искомой поверхности, то в ходе поиска проводится самонастройка значения  $K$ . Если  $n$  раз подряд, по результатам поиска, выполняется условие  $|\Delta Q| < K$ , то коэффициент  $K$  уменьшается в два раза, и наоборот, если  $n$  раз подряд выполняется условие  $|\Delta Q| \geq K$ , значение  $K$  увеличивается в два раза, где  $n$  – количество входных управляемых параметров. По результатам исследований установлено, что  $n$ -ое количество повторяемых подряд одинаковых результатов дают достоверное сведение о коэффициенте  $K$  по отношению к форме поверхности. Процесс самонастройки можно выразить следующим рекуррентным выражением:

$$K_{\text{рег}} = \frac{[5 + 3\text{sign}(|\Delta Q| - K)]}{4} \times K_{\text{нач}} \quad (1)$$

где  $K_{\text{рег}}$  – значение самонастроенной величины коэффициента  $K$ ,  
 $K_{\text{нач}}$  – значение первоначальной произвольной величины коэффициента  $K$ ,  
 $\text{sign}$  – знак выражения скобки  $(|\Delta Q| - K)$ .

В зависимости от знака выражения  $(|\Delta Q| - K)$  коэффициент  $K$  принимает соответственно значение  $K_{\text{рег}} = 2K_{\text{нач}}$  или  $K_{\text{рег}} = 0,5K_{\text{нач}}$ .

Техническую реализацию метода легко можно осуществить любым исследователем-экспериментатором в лабораторных исследованиях по результатам каждого эксперимента по изложенному алгоритму. Данный метод с успехом был применен также для определения оптимальных параметров сложных многопараметрических систем, с применением многоканального автоматического оптимизатора, работающего по данному алгоритму.

Новый метод имеет ряд преимуществ по сравнению с существующими методами, что доказано на типовых математических моделях и на производстве. В технической литературе метод получил название “Метод случайного поиска с трехбалльной оценкой”, а также “Метод Степаняна” – именем автора настоящих строк. Метод запатентован.

Перечислим некоторые основные преимущества метода:

- количество экспериментов не зависит от количества входных параметров, что дает возможность получения оптимальных результатов минимальным количеством экспериментов и минимальными затратами;
- в процессе экспериментов, в зависимости от формы и крутизны данного участка поверхности выхода, предусмотрена самонастройка алгоритма управления, что тоже сокращает траекторию поиска;
- метод обеспечивает более высокую точность нахождения оптимума;
- при изменении координат оптимума технологического процесса от изменений внешних воздействий (плавающий оптимум) в случае оптимального управления сложными технологическими процессами метод позволяет автоматически переходить опять к режиму поиска и находить новые оптимальные значения.

Универсальность и оригинальность метода открывает неограниченные возможности перед исследователями различных отраслей науки и техники. С его применением можно осуществить оптимальное управление сложными технологическими многопараметрическими процессами, получить новые физико-химические материалы и вещества, многокомпонентные специальные сплавы с оптимальными параметрами и т.д.