ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ЭКСПЕРИМЕНТА

Павлов С.И., Семагина Ю.В.
Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

Современное производство, как процесс создания разного вида потребительского продукта, не может существовать без проведения исследовательских работ, направленных на его совершенствование.

Сложилось даже специальное направление – системный подход, как методология исследования, базирующаяся на моделировании процессов и систем.

В процессе моделирования исследователями ставится цель формирования модели, планируется порядок проведения эксперимента, формируется модель, которая подвергается анализу и при необходимости проводится коррекция. Для промышленного эксперимента правила формирования плана эксперимента и построения модели даже регламентируются стандартом ГОСТ 24026-80.

Несколько сложнее дело обстоит с анализом и реализацией построенной модели (принятием по ней решений). В специальной литературе можно встретить большое число названий этих моделей: регрессионные, полиноминальные, квадратичные и т.д. Однако, никакое название, вкупе с уравнением, не дает представление о поведении системы в пределах области ее задания. Попытки пояснения с помощью плоских сечений также не проясняют картины и, мало чем могут помочь в реализации модели (рисунок 1)[1].

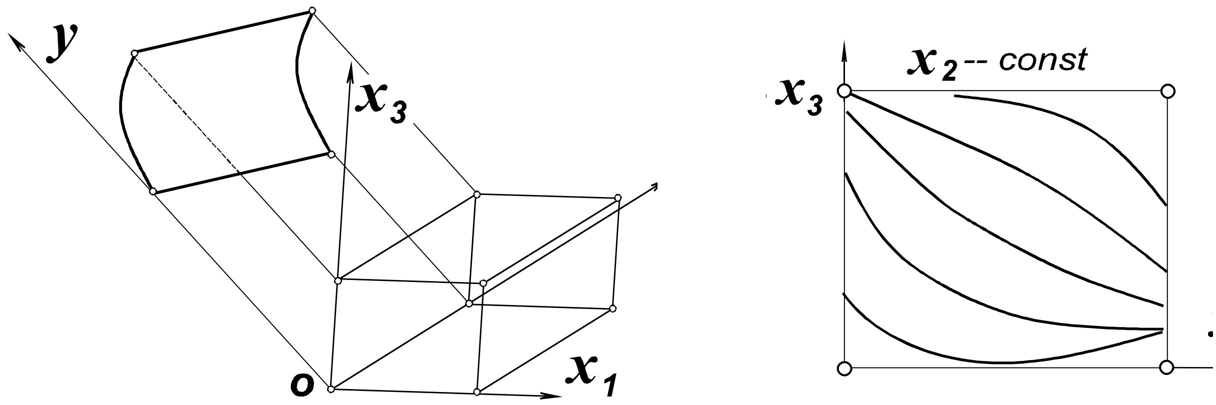

Рисунок 1

Вместе с тем, психология утверждает, что для человека особую значимость имеет образное мышление, базирующееся на зрительной системе. По зрительному каналу человек получает «львиную долю» (отдельные исследователи оценивают ее в 90%) информации. Мыслит человек также с помощью образов. Мышление в образах входит, как существенный компонент, во все виды человеческой деятельности, какими бы развитыми и отвлеченными они ни были [2]. А это наводит на мысль о том, что результаты эксперимента предпочтительней представлять в виде геометрических образов. Ведь даже в ГОСТ 24026-80 кроме понятия модель и функция отклика вводится понятие поверхности отклика, которая определяется следующим образом: это «геометрическое представление функции отклика» или же «геометрическое место точек в факторном пространстве, которому соответствует некоторое фиксированное значение функции отклика».

Основная трудность в геометрической интерпретации функций отклика заключается в необходимости визуализации отсеков многомерных поверхностей. Наиболее широкое распространение получили полиноминальные зависимости:

$$y = \sum b_i x_i + \sum b_{ij} x_i x_j + \sum c_i x_i^j + \dots \ .$$

Чаще всего исследователи останавливаются на неполно квадратичных моделях, позволяющих принимать решение о направлении поиска оптимума и поведении на локальной области:

$$y = \sum b_i x_i + \sum b_{ij} x_i x_j \ .$$

Рассмотрим эти модели более внимательно. С точки зрения многомерной геометрии, эти уравнения описывают гиперквадрики расширенного евклидова пространства. В подавляющем большинстве моделей не все переменные x_i входят в произведения $x_i x_j$, что позволяет рассматривать уравнение гиперквадрики, как суперпозицию линейной и нелинейной части. В силу того, что линейный и нелинейный компонент лежат в различных подпространствах появляется возможность конструирования отсека поверхности отклика в виде поверхности параллельного переноса с прямолинейной направляющей. Другими словами, отсека гиперцилиндра с направляющей и образующей различных размерностей. Ниже, на рисунке 2, изображен отсек гиперболического цилиндра факторно-параметрического пространства E_4^+ неполно-квадратичной гиперповерхности вида:

$$y = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + b_3 x_3 + b_{13} x_1 x_3 \ .$$

Поверхность образована плоско-параллельным перемещением 2-плоскости 0’-1’-2’-5’ по гиперболе 1’-4’ (рисунок 2).

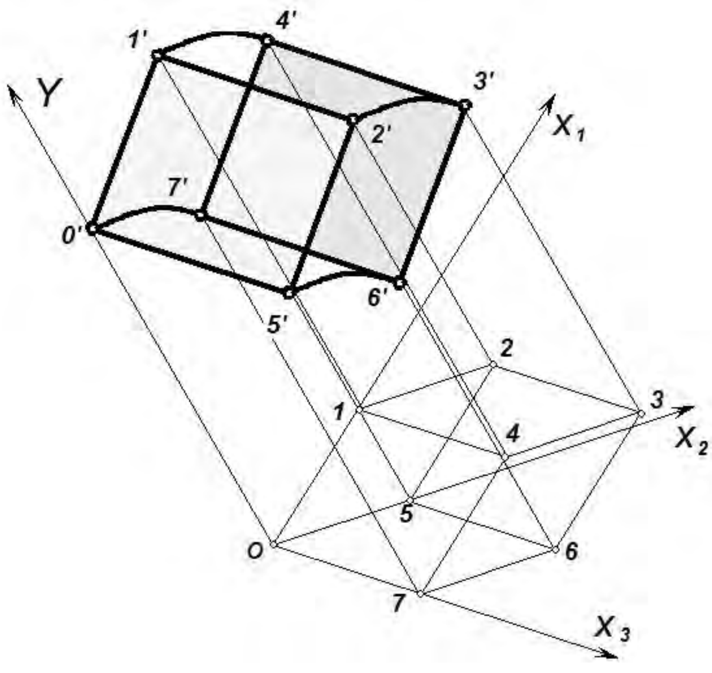

Рисунок 2

На аксонометрическом чертеже отсека поверхности отклика хорошо просматриваются значения факторов x_1, x_2 и x_3, обеспечивающих наибольшее значение параметра Y.

Проведенные исследования показали [3], что для неполно-квадратичных моделей наиболее характерна ситуация, кода в качестве направляющих выступают такие квадрики, как k-параболоиды и k-гиперболоиды [4].

Образующими же являются отсеки m-плоскостей, при этом выполняется условие $n=m+k$, где n – размерность факторно-параметрического пространства (рисунок 4).

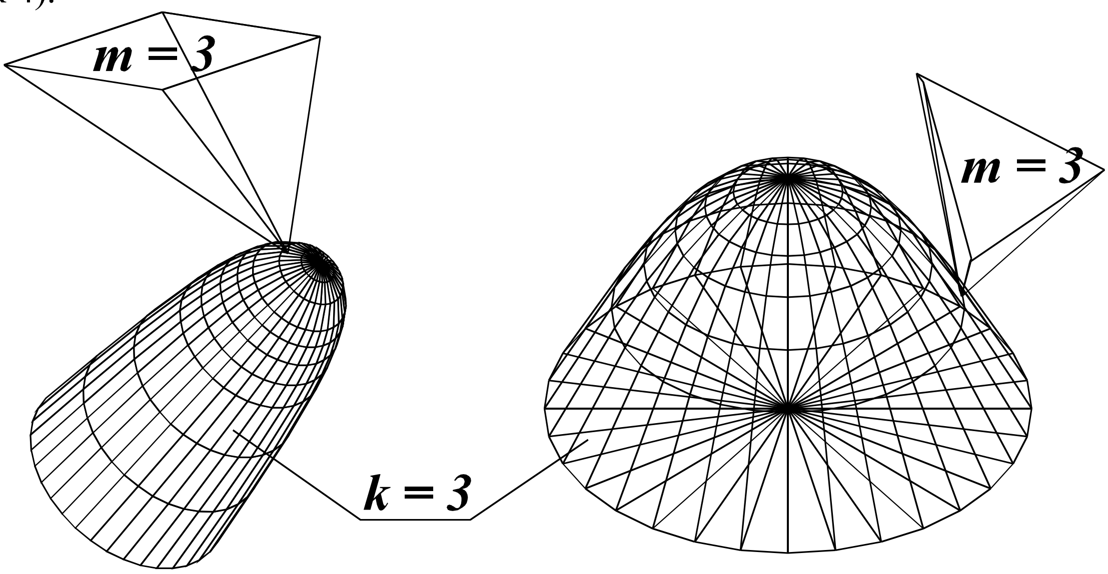

Рисунок 4

Выделение в уравнении поверхности отклика «линейной»

$$y=b_0+b_1x_1+b_2x_2+b_3x_3+...$$

и «нелинейной части»

$$y=b_{12}x_1x_2+b_{13}x_1x_3+...+b_{23}x_2x_3+......$$

позволяет значительно упростить поиск оптимальных значений с использованием планирования эксперимента.

Все, выше сказанное, справедливо и для функций отклика со «взаимодействиями» высших порядков, таких, как $x_1x_2x_3$, $x_2x_3x_4x_5$ и т.п.

Список литературы

*1.**Адлер**, Ю.П. Введение в планирование эксперимент / Ю.П. Адлер. - М.:, Металлургия, 1969 – 157 с.*

*2. **Маклаков**, А.Г.Общая психология / А.Г. Маклаков.- СПб.: ООО «Питер Пресс», 2008. - 580 с. ISBN: 978-5-272-00062-3.*

*3. **Павлов**, С.И. Моделирование сложных систем в исследовании задач автоматизации технологии машиностроения: Автореф. дис. к.т.н. – Оренбург, 1995. – 16 с.*

*4. **Семагина**, Ю.В. Формирование геометрических моделей процесса термической обработки спеченных изделий с применением индукционного нагрева: Автореф. дис. к.т.н. – Москва, 2005. – 19 с.*