```
n = 100 000;
ndist = NormalDistribution[0, 1];
x = Table[0, {n}];
RandomNormal[μ_, σ_] := Random[NormalDistribution[μ, σ]];
RandomNormal[0, 1];
For[i = 0, i < n,
  x[[i]] = RandomNormal[0, 1];

  i++;
 ];
P[x_] := PDF[ndist, x];
For[i = 0, i < n,

  If[x[[i]] >= 0, g[x_] := e^(-x^2) Sin[x] / (1 + √x), g[x[[i]]] := 0];

  i++;
 ];
â = (1/n Sum[g[x[[i]]] / P[x[[i]]], {i, 1, n}]);
a = N[∫_0^∞ e^(-t^2) Sin[t] / (1 + √t) dt];
Print["Приближенное значение интеграла:   ", â];
Print["Значение, вычисленное Mathematica: ", a];
Print["Погрешность:                       ", Abs[â - a]];
Null

 Приближенное значение интеграла:   0.229641
 Значение, вычисленное Mathematica: 0.231223
 Погрешность:                       0.00158145
```

Рисунок 2. Программа вычисления несобственного интеграламетодом Монте-Карло.

Литература

1. Соболь И.М. Метод Монте-Карло. – М.: Наука, 1968.

УДК 629.110.321.012

ПОСТРОЕНИЕ КОРРЕЛЯЦИОННОЙ ЗАВИСИМОСТИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ

Стефкин В.С.
Научный руководитель – Рейзина Г.Н., д. т. н., профессор

Из множества задач, возникающих при исследованиях существующих процессов и создания новых, можно выделить три весьма распространенных вида: выявление количественных зависимостей между параметрами (факторами) процесса, отыскание оптимальных условий протекания процесса, отыскание оптимальных условий протекания процесса, выбор оптимальных параметров.

Зависимость между выходным параметром (откликом) и входными параметрами (факторами) называется функцией отклика и имеет следующий вид:

$$y = f(z_1, z_2, \dots, z_k), \quad (1)$$

где y – отклик, результат эксперимента; $z_1, z_2, \dots, z_k$- переменные факторы, которые можно варьировать (упругие и вязкие характеристики).

Уравнению (1) соответствует некоторая гиперповерхность, называемая поверхностью отклика. При ограниченных сведениях о процессе аналитическое выражение функции отклика неизвестно, поэтому ограничимся представленным полиномом

$$y = b_0 + \sum_{i=1}^{k} b_i z_i + \sum_{i \le j} b_{ij} z_i z_j, \quad (2)$$

где b_0, b_i, b_{ij}- выборочные коэффициенты регрессии, которые можно получить по результатам математического эксперимента.

Полученное эмпирическим путем уравнение (2) называют математической моделью. Так как степень полинома заранее неизвестна, используем идею шагового поиска, т.е. сначала описываем исследуемое поле линейной моделью и, если оно оказывается неудовлетворительным, повышаем степень полинома. Этот процесс продолжается до тех пор, пока не будет получена модель, адекватно описывающая результаты эксперимента.

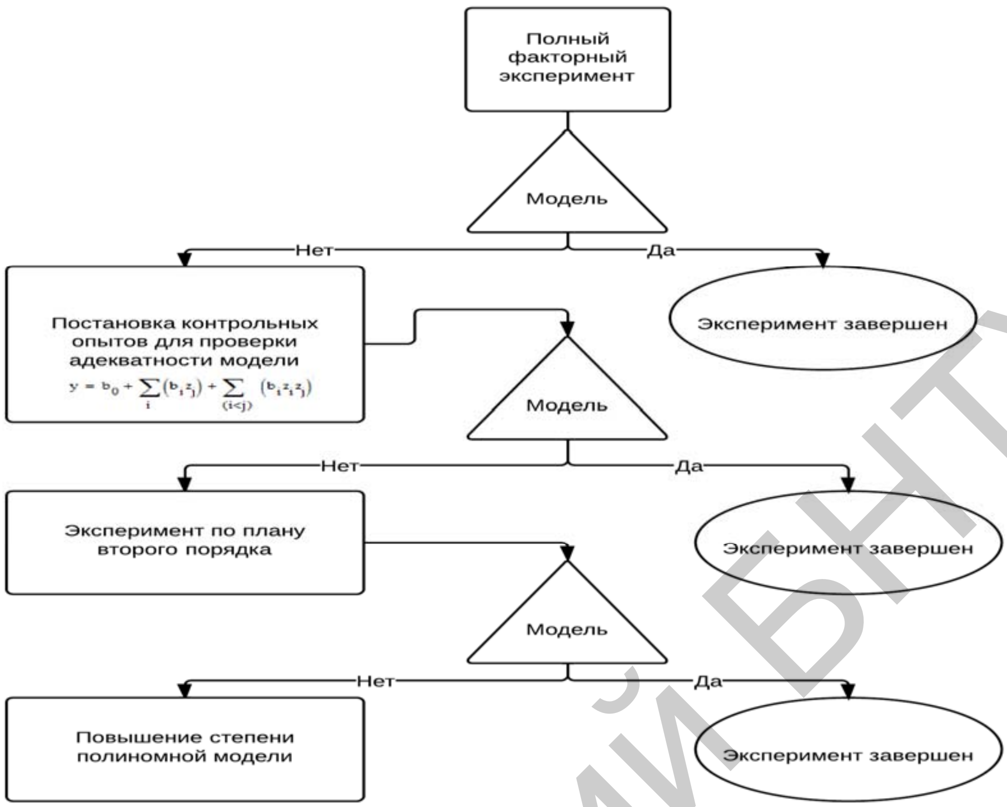

Рисунок 1 - Алгоритм получения корреляционной зависимости

Вычисление коэффициентов.

$$a_i = \frac{\sum_{u=1}^{N} (X_{iu} Y_u)}{N}$$

$$a_{ij} = \frac{\sum_{i=1}^{N} \sum_{j=1}^{N} (X_{iu} X_{ju} Y_u)}{N}$$

Проверка адекватности.

Линейная модель адекватна, однако полученная точность недостаточна для построения требуемой поверхности отклика.

$$y1 := a0 + a1 \cdot x1 + a2 \cdot x2 + a3 \cdot x3$$

$$Sад := \frac{\sum_{i=0}^{7} \left[\left(y1_i - Y_i \right)^2 \right]}{n - k - 1} = 2.325 \times 10^{-3}$$

$$Sy := var(Y) = 6.45 \times 10^{-3}$$

$$F := \frac{Sад}{Sy} = 0.36$$

$$Fтабл := 9.0135$$

$$F < Fтабл$$

Повышаем степень полинома. Модель адекватна.

$$y2 := a0 + a1 \cdot x1 + a2 \cdot x2 + a3 \cdot x3 + a13 \cdot x3 \cdot x1 + a12 \cdot x1 \cdot x2 + a23 \cdot x2 \cdot x3$$

$$Sад := \frac{\sum_{i=0}^{7} \left[\left(y2_i - Y_i \right)^2 \right]}{n - k - 1} = 2.325 \times 10^{-3}$$

$$Sy := var(Y) = 6.45 \times 10^{-3}$$

$$F := \frac{Sад}{Sy} = 0.36$$

$$Fтабл := 9.0135$$

$$F < Fтабл$$

Проверка значимости коэффициентов проводилась по критерию Стьюдента.

Таким образом, значимыми являются все коэффициенты кроме a2.

Тем не менее, незначимый коэффициент при факторе означает, что данный фактор не влияет (или влияет незначимо) на параметр оптимизации. Однако на величину коэффициента регрессии влияет не только роль данного фактора, но также выбранный интервал варьирования. Это значит, что при очень узких пределах изменения фактора в эксперименте его вклад в изменение параметра оптимизации может быть действительно очень малым. Однако только нельзя еще говорить о том, что фактор является незначимым. Потому статистический сигнал о незначимости фактора должен быть по возможности проверен или хотя бы обсужден с технологической точки зрения.

Таким образом, полученные корреляционные зависимости позволяют исследовать колебательную систему, тем самым сократить затраты на экспериментальные работы.

Используя экспериментальные данные (матрицу планирования), получена адекватная математическая модель и поверхность отклика, зависимости между упругой и демпфирующей характеристиками колебательной системы транспортного средства.

$$y = 1.145 - 5 * 10^{-2} * x_1 + 0.072 * x_3 - 0.33 * x1 * x2 + 7.5 * 10^{-2} * x1 \times \times x3 + 5 * 10^{-2} * x2 * x3$$

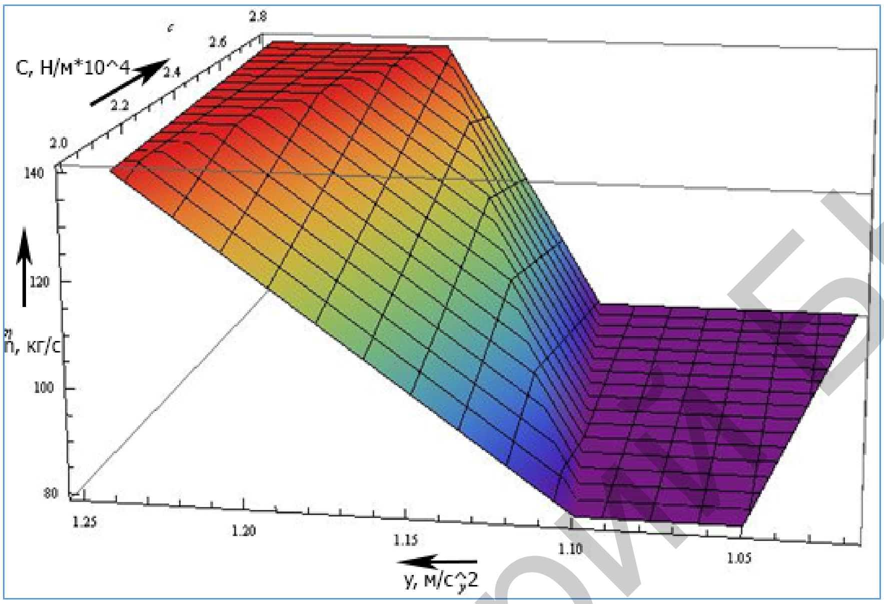

Рисунок 2. Полученная поверхность отклика (Вид 1).

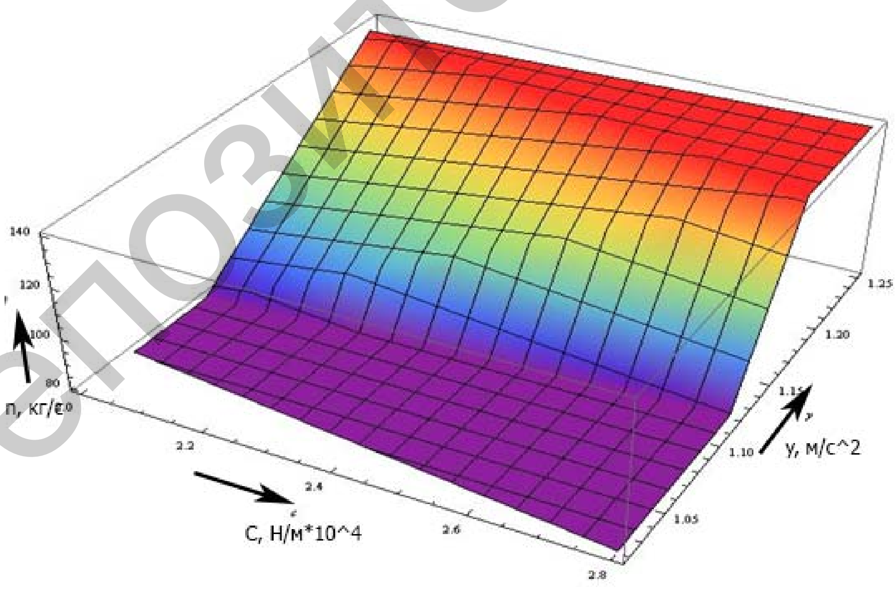

Рисунок 3. Полученная поверхность отклика (Вид 2).