

Кельдюшов В.Д.

студент

4 курс, факультет «Математика механика и компьютерные технологии»

Южно - Уральский государственный университет

Россия, г. Челябинск

ПЛАНИРОВАНИЕ ПОЛНОГО ФАКТОРНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА

***Аннотация:** В данной статье рассматривается решение демонстрационной задачи по теме «Планирование полного факторного эксперимента» с заданными условиями, с применением среды Microsoft Excel.*

***Ключевые слова:** факторный эксперимент, полный факторный эксперимент, матрица планирования, линейная модель, варьирование факторов, число опытов.*

***Annotation:** This article discusses the solution of a demo task on the topic "Planning a complete factorial experiment" with specified conditions, using the Microsoft Excel environment.*

***Key words:** factorial experiment, full factorial experiment, planning matrix, linear model, variation of factors, number of experiences*

Постановка задачи

Рассчитать математическую модель, описывающую зависимость деформации упругих элементов фрезерного динамометра от приложенной силы резания с заданными условиями.

На основе предоставленных данных указанных в таблицах 1 и 2 необходимо построить регрессионную модель.

Входные данные

Таблица 1 – Входные данные

Характеристика фактора	Входной фактор		
Базовый (основной уровень)	3000	2000	2500
Шаг варьирования	3000	2000	2500
Верхний уровень	6000	4000	5000
Нижний уровень	0	0	0

Таблица 2 – Результаты эксперимента

Результаты эксперимента								
№ п/п	1	2	3	4	5	6	7	8
	0.0	0.90	72.4	73.0	0.80	1.70	73.2	74.0

Решение

Рассчитаем средние значения и интервалы для каждого фактора по формулам (1) и (2) соответственно и запишем результаты в таблицу 3:

$$X_{\text{ср}} = \frac{X_{\text{max}} + X_{\text{min}}}{n} \quad (1)$$

$$Y_{\text{инт}} = \frac{X_{\text{max}} - X_{\text{min}}}{n} \quad (2)$$

Таблица 3 – Таблица входных данных с заполненными средними значениями

Характеристика фактора	Входной фактор		
Базовый (основной уровень)	3000	2000	2500
Шаг варьирования	3000	2000	2500

Верхний уровень	6000	4000	5000
Нижний уровень	0	0	0
$X_{ср}$	750	500	625
$Y_{инт}$	750	500	625

Первый этап планирования эксперимента для получения линейной модели основан на варьировании на двух уровнях. В этом случае, при известном числе факторов, можно найти число опытов, необходимое для реализации всех возможных сочетаний уровней факторов. Формула для расчета числа опытов приводилась в разделе 1 и в этом случае выглядит $N=2^k$.

Если для двух факторов все возможные комбинации уровней легко найти перебором, то с ростом числа факторов возникает необходимость в некотором приеме построения матриц. Обычно используются три приема, основанные на переходе от матриц меньшей размерности к матрицам большей размерности. Рассмотрим первый прием. При добавлении нового фактора каждая комбинация уровней исходного фактора встречается дважды, в сочетании с верхним и нижним уровнями нового фактора. Отсюда естественно появляется прием: записать исходный план для одного уровня нового фактора, а затем повторить его для другого уровня. Этот прием можно применить для матриц любой размерности. Во втором приеме вводится правило перемножения столбцов матрицы. При построчном перемножении уровней исходной матрицы получаем дополнительный столбец произведения $x_1 \times x_2$, далее повторим исходный план, а у столбца произведений знаки поменяем на обратный. Этот прием применим для построения матриц любой размерности, однако он сложнее, чем первый. Третий прием основан на чередовании знаков. В первом столбце знаки меняются поочередно, во втором столбце они чередуются через два раза, в третьем – через четыре, в четвертом – через восемь и т.д. по степеням двойки. Матрица планирования p^3 указана в таблице 4.

Таблица 4 – Матрица планирования эксперимента

№ п/п (n)	X ₀ (k)	X ₁	X ₂	X ₃	Y
1	1	1	1	1	0.0
2	1	1	1	-1	0.90
3	1	1	-1	1	72.4
4	1	1	-1	-1	73.0
5	1	-1	1	1	0.80
6	1	-1	1	-1	1.70
7	1	-1	-1	1	73.2
8	1	-1	-1	-1	74.0

Рассчитаем коэффициенты $a_0 \dots a_n$ по формуле (3):

$$a_n = \frac{\sum_{i=1}^n x_{ki} * y_i}{n} \quad (3)$$

где $k=0 \dots 3$

$$a_0 = \frac{0*1+0.90*1+72.4*1+73.0*1+0.80*1+1.70*1+73.2*1+74.0*1}{8} = 37$$

Аналогично получаем: $a_1 = -0.425$, $a_2 = -36.15$, $a_3 = -0.4$.

Запишем общее уравнение регрессии (4):

$$y = 37 - 0.425 * x_1 - 36.15 * x_2 - 0.4 * x_3. \quad (4)$$

Таким образом, в результате выполнения вышеуказанных действий, используя среду Microsoft Excel, мы рассчитали средние значения и интервалы для каждого фактора по формулам (1) и (2), составили матрицу планирования для заданного из условия количества факторов и в результате рассчитали общее уравнение регрессии. Ознакомиться со всей необходимой теоретической частью проведенных расчетов можно рассмотрев источник 1 [1, с. 89].

Использованные источники

1. Хамханов К.М. Основы планирования эксперимента. Методическое пособие для студентов специальностей 190800 "Метрология и метрологическое обеспечение" и 072000 "Стандартизация и сертификация (по отраслям пищевой промышленности)". - Улан-Удэ: Изд-во ВСГТУ, 2001. - 50 с.