



**Министерство науки и высшего образования Российской
Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение
высшего образования
«Московский государственный технический университет
имени Н.Э. Баумана
(национальный исследовательский университет)»
(МГТУ им. Н.Э. Баумана)**

ФАКУЛЬТЕТ «Информатика и системы управления»

КАФЕДРА «Программное обеспечение ЭВМ и информационные технологии»

**Лабораторная работа № 2
по курсу «Планирование эксперимента»**

Тема Реализация ПФЭ на имитационной модели функционирования СМО.

Студент Сушина А.Д.

Группа ИУ7-816

Оценка (баллы) _____

Преподаватель Куров А.В.

Москва.
2021 г

1 Задание на лабораторную работу

Составить матрицу планирования для проведения ПФЭ для одноканальной СМО с одним генератором заявок.

Интервалы варьирования факторов выбрать на основе результатов первой л.р., в рамках которой исследовались зависимости выходной величины (среднего времени ожидания (пребывания) от входных параметров (интенсивность поступления, интенсивность обслуживания). В итоге получить зависимость выходной величины от загрузки.

По результатам ПФЭ вычислить коэффициенты линейной и частично нелинейной регрессионной зависимости.

Предусмотреть возможность сравнения рассчитанной величины с реальной, полученной по результатам имитационного моделирования.

2 Теоретическая часть

2.1 Распределения

Распределение Рэлея:

$$f(x, \sigma) = \frac{x}{\sigma^2} e^{-\frac{x^2}{2\sigma^2}}, x \geq 0, \sigma > 0 \quad (1)$$

Распределение Вейбулла:

$$f(x) = \frac{a}{\lambda} \left(\frac{x}{\lambda}\right)^{(k-1)} e^{-(x/\lambda)^k} \quad (2)$$

В лабораторной работе используется распределение с фиксированным параметром $k=2$.

2.2 Расчет параметров уравнения регрессии

Рассмотрим полный факторный эксперимент. Если число факторов k , то для проведения полного факторного эксперимента нужно $N=2^k$ опытов, где 2 - число уровней, которого достаточно для построения линейной модели.

В нашем случае факторов 2: интенсивность поступления заявок и интенсивность обработки заявок.

$$N=2^2=4$$

Для проведения полного факторного эксперимента требуется 4 эксперимента.

Условия проведения эксперимента фиксируются в матрице планирования (рис 1).

Номер опыта	x_1	x_2	y
1	-1	-1	y_1
2	+1	-1	y_2
3	-1	+1	y_3
4	+1	+1	y_4

Рис 1. Матрица планирования эксперимента

Искомая функция $y = f(x_1, x_2)$ может быть записана в виде:

$$y = b_0 + b_1 * x_1 + b_2 * x_2 \quad (3)$$

или

$$y = b_0 + b_1 * x_1 + b_2 * x_2 + b_{12} * x_1 * x_2 \quad (4)$$

Для нахождения всех коэффициентов b_0, b_1, b_2, b_{12} потребуется решить систему из 4х уравнений и соответственно провести 4 опыта.

Для оценки погрешности проводится усреднение параметров. Для этого уравнение (3) записывается в виде:

$$y = b_0 + b_1(x_1 - \bar{x}_1) + b_2(x_2 - \bar{x}_2) \quad (5)$$

$$\text{где } \bar{x}_1 = \frac{x_{1\min} + x_{1\max}}{2}, \quad \bar{x}_2 = \frac{x_{2\min} + x_{2\max}}{2}.$$

Значения оценок b_0, b_1, b_2, b_{12} могут быть получены при помощи МНК:

$$b_j = \left(\sum_{i=1}^N z_{ij} y_i \right) / N \quad (6)$$

где N – количество опытов, а Z_{ij} принимают значения -1, 1. Значения Z_{ij} являются кодированными значениями факторов. Чтобы получить такие значения можно воспользоваться следующими формулами:

$$I_j = \frac{x_{j\max} - x_{j\min}}{2} \quad (7)$$

$$z_{ij} = \frac{x_{ij} - \bar{x}_j}{I_j} \quad (8)$$

3 Реализация

На рисунке 2 представлен интерфейс приложения. Он содержит две кнопки: запуск работы и добавление точки для проверки правильности вычисления коэффициентов уравнения регрессии.

The interface is titled "Эксперимент" and is divided into several sections:

- Input Parameters:**
 - Intensity of request arrival: Minimum (1), Maximum (30).
 - Intensity of request processing: Minimum (95), Maximum (105).
 - Number of requests: 5000.
- Action Buttons:**
 - "Запуск" (Start) button.
 - "Добавить" (Add) button in the "Добавление точки факторного пространства" section.
- Data Table:**

№	x0	x1	x2	x12	y	yл	yч	y - yл	y - yч
- Regression Coefficients:**

b0	b1	b2	b12

Рис 2. Интерфейс приложения

На рисунке 3 представлен пример работы приложения.

tk

— □ ×

Эксперимент

Интенсивность поступления заявок

Минимум:

Максимум:

Интенсивность обработки заявок

Минимум:

Максимум:

Число заявок:

Запуск

Добавление точки факторного пространства

Интенсивность поступления заявок:

Интенсивность обслуживания заявок:

Добавить

№	x0	x1	x2	x12	Y	Yл	Yчн	Y - Yл	Y - Yчн
1	1	-1	-1	1	0.0112	0.0114	0.0112	0.000135	0
2	1	1	-1	-1	0.0137	0.0136	0.0137	0.000135	0
3	1	-1	1	-1	0.0101	0.00998	0.0101	0.000135	1.73e-18
4	1	1	1	1	0.012	0.0122	0.012	0.000135	0
5	1	-0.0345	0	-0	0.011	0.0117	0.0117	0.000691	0.000691

b0	b1	b2	b12
0.0118	0.0011	-0.000699	-0.000135

Рис 3. Пример работы приложения

4 Вывод

В ходе лабораторной работы проводился полнофакторный эксперимент. В ходе этого эксперимента были получены коэффициенты уравнения регрессии для линейное и частично нелинейной модели.