

# 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»

#### ОТЧЁТ

По лабораторной работе № 2

По курсу: «Планирование эксперимента»

Тема: «ПФЭ на имитационной модели одноканальной СМО»

Вариант: 4

Студент: Керимов А. Ш.

**Группа:** ИУ7-84Б

Преподаватель: Куров А. В.

#### 1 Задание

Реализация ПФЭ на имитационной модели функционирования СМО.

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

Коэффициент загрузки одноканальной СМО и среднее время ожидания определяются формулами:

$$\rho = \frac{\lambda}{\mu}, \qquad \overline{t_{\text{ож}}} = \frac{\rho}{(1 - \rho)\lambda} \tag{1}$$

где  $\lambda$  — интенсивность входящего потока заявок,  $\mu$  — интенсивность обслуживания.

Интервалы времени между приходом заявок распределены по равномерному закону  $(X \sim R(a,b))$ , коэффициенты a и b которого рассчитываются как

$$a = \frac{1}{\lambda} - \sqrt{3}\sigma_{\lambda},$$

$$b = \frac{1}{\lambda} + \sqrt{3}\sigma_{\lambda}.$$
(2)

Времена обслуживания заявок распределены по закону Вейбулла  $(X \sim W(k,\lambda))$  с параметром k=2. Коэффициент  $\lambda$  распределения

определяется по формуле

$$\lambda = \frac{1}{\mu\Gamma\left(1 + \frac{1}{k}\right)}. (3)$$

Для проведения ПФЭ при трёх факторах необходимо  $N=2^3$  опытов. В таблице 1 представлена матрица планирования для проведения ПФЭ.

№ опыта	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_1x_2$	$x_1x_3$	$x_2x_3$	$x_1x_2x_3$	y
1	-1	-1	-1	+1	+1	+1	-1	$y_1$
2	-1	-1	+1	+1	-1	-1	+1	$y_2$
3	-1	+1	-1	-1	+1	-1	+1	$y_3$
4	-1	+1	+1	-1	-1	+1	-1	$y_4$
5	+1	-1	-1	-1	-1	+1	+1	$y_5$
6	+1	-1	+1	-1	+1	-1	-1	$y_6$
7	+1	+1	-1	+1	-1	-1	-1	$y_7$
8	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	$y_8$

Таблица 1 — Матрица планирования

Линейная регрессия для трёх факторов:

$$y = a_0 + a_1 x_1 + a_2 x_2 + a_3 x_3. (4)$$

Частично нелинейная регрессия для трёх факторов:

$$y = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_3 + a_{12}x_1x_2 + a_{13}x_1x_3 + a_{23}x_2x_3 + a_{123}x_1x_2x_3.$$
 (5)

Однородность ряда дисперсий можно проверить по критерию Кохрена. При равномерном дублировании экспериментов однородность ряда дисперсий проверяют с помощью G-критерия Кохрена, представляющего собой отношение максимальной дисперсии к сумме всех дисперсий. Дисперсии однородны, если расчётное значение  $G_p$ -критерия не превышает табличного значения. Иначе исследуемая величина неоднородна и не подчиняется нормальному закону.

Если ряд дисперсий однороден, то дисперсию воспроизводимости вычисляют, как отношение суммы ряда дисперсий к числу строк матрицы

планирования.

Дисперсией воспроизводимости эксперимента  $D_y$  называется дисперсия наблюдаемой переменной. Эксперимент идеален при  $D_y = 0$ .

После расчёта коэффициентов модели и проверки их значимости определяют дисперсию  $s_{\rm ag}^2$  адекватности. Остаточная дисперсия, или дисперсия адекватности, характеризует рассеяние эмпирических значений y относительно расчётных  $\overline{y}$ , определённых по найденному уравнению регрессии.

Проверку гипотезы адекватности найденной модели производят по F-критерию Фишера, рассчитываемому как отношение дисперсии адекватности к дисперсии воспроизводимости.

#### 3 Реализация

На рисунке 1 представлен интерфейс программы.

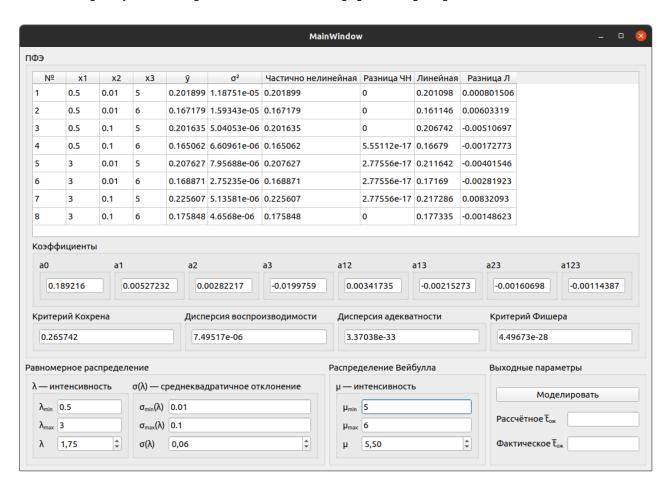


Рисунок 1 — Интерфейс программы

## 4 Моделирование

Результат работы программы представлен на рисунке 2.

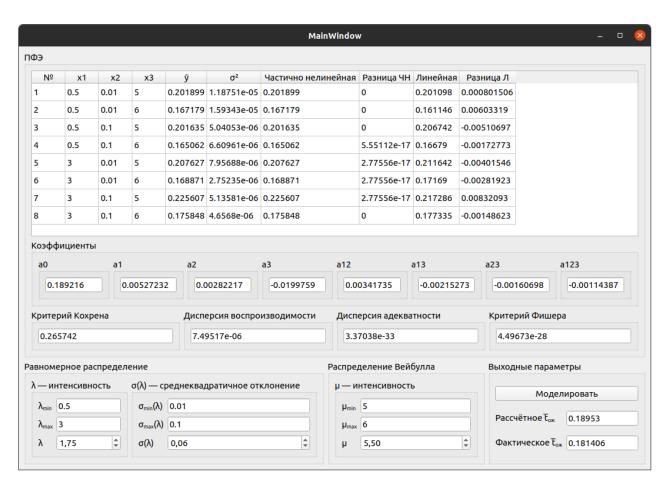


Рисунок 2 — Результат работы программы