**Условие лабораторной работы**

Реализовать 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 лабораторной работы №1, в рамках которой исследовались зависимости выходной величины (среднего времени ожидания (пребывания) от входных параметров (интенсивность поступления, интенсивность обслуживания).

Получить зависимость выходной величины от загрузки.

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

**Теоретическая часть**

**1. Распределения**

**1.1. Равномерное распределение**

Случайная величина имеет равномерное распределение на отрезке , где , если её плотность распределения имеет следующий вид:

Интегрируя функцию плотности распределения, можно получить соответствующую её функцию распределения:

**2. Понятия планирования эксперимента**

Эксперимент – система операций, воздействий и (или) наблюдений, направленных на получение информации об объекте при исследовательских испытаниях.

Опыт – воспроизведение исследуемого явления в определённых условиях проведения эксперимента при возможности регистрации его результатов.

План эксперимента – совокупность данных, определяющих число, условия и порядок реализации опытов.

Планирование эксперимента – выбор плана эксперимента, удовлетворяющего заданным требованиям.

Фактор – переменная величина, по предположению влияющая на результаты эксперимента.

Отклик – наблюдаемая случайная переменная, по предположению зависящая от факторов.

Функция отклика – зависимость математического ожидания отклика от факторов. Значение наблюдаемой переменной, полученное в ходе эксперимента, складываются из функции отклика и погрешности значения, полученного в результате эксперимента:

где – функция отклика, – ошибка эксперимента.

Планирование эксперимента позволяет строить регрессионную модель и предсказать результаты будущих экспериментов в точке факторного пространства – пространства, координатные оси которого соответствуют значениям факторов.

**3. Полный факторный эксперимент (ПФЭ)**

Полный факторный эксперимент (ПФЭ) – эксперимент, в котором уровни каждого фактора комбинируются со всеми возможными уровнями других факторов.

Пусть задано факторов. Тогда общее количество экспериментов:

где – количество экспериментов в ПФЭ, – количество уровней -ого фактора.

План эксперимента симметричный, если все факторы имеют одинаковое количество уровней, то есть

Для линейной модели при проведении ПФЭ требуется следующее количество опытов:

где – количество уровней варьирования каждого фактора, – количество факторов.

Каждый из факторов варьируется на одном из двух уровней:

1. максимальное значение (+1);
2. минимальное значение (-1).

При проведении ПФЭ формируется матрица планирования. Она должна обладать следующими свойствами:

1. симметричность центрального плана – точки факторного пространства размещаются симметрично относительно центра плана, кроме нулевого столбца:
2. для нулевого столбца:
3. условие нормировки:
4. взаимная ортогональность столбцов – произведение двух любых столбцов матрицы планирования равно нулю:

Модель в ПФЭ можно представить через линейное уравнение вида

и через частично нелинейное уравнение вида

где соответствует значению выходной величины в центре плана, – изменение значения выходной величины при изменении i-го фактора с до (значение фактора на выходную величину).

**Примеры работы программы**

**Параметры**

В данной лабораторной работе входными параметрами системы (факторами) являются параметры СМО:

1. интенсивность потока генератора;
2. интенсивность потока обработки;
3. стандартное отклонение потока обработки.

Тогда факторы:

1. – интенсивность генерации заявок;
2. – интенсивность обработки заявок;
3. – стандартное отклонение.

Значения фактора варьируются от 0.2 до 0.7, фактора – от 0.8 до 2, фактора – от 3 до 7.

Из формулы следует, что для 3 факторов в ПФЭ потребуется 8 опытов.

Линейная функция отклика будет иметь следующий вид:

где , , и – коэффициенты, – фиктивная переменная, принимающая значение 1.

Тогда для линейной функции можно составить следующую матрицу планирования:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № |  |  |  |  | y |
| 1 | +1 | -1 | -1 | +1 | 0.20 |
| 2 | +1 | +1 | -1 | +1 | 0.18 |
| 3 | +1 | -1 | +1 | +1 | 0.18 |
| 4 | +1 | +1 | +1 | +1 | 0.18 |
| 5 | +1 | -1 | -1 | -1 | 0.59 |
| 6 | +1 | +1 | -1 | -1 | 0.42 |
| 7 | +1 | -1 | +1 | -1 | 0.48 |
| 8 | +1 | +1 | +1 | -1 | 0.40 |

Частично нелинейная функция отклика будет иметь следующий вид:

где , , , , , и – коэффициенты, – фиктивная переменная, принимающая значение 1.

Тогда для частично нелинейной функции можно составить следующую матрицу планирования:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № |  |  |  |  |  |  |  | y |
| 1 | +1 | -1 | -1 | +1 | +1 | -1 | -1 | 0.20 |
| 2 | +1 | +1 | -1 | +1 | -1 | -1 | +1 | 0.18 |
| 3 | +1 | -1 | +1 | +1 | -1 | +1 | -1 | 0.18 |
| 4 | +1 | +1 | +1 | +1 | +1 | +1 | +1 | 0.18 |
| 5 | +1 | -1 | -1 | -1 | +1 | +1 | +1 | 0.59 |
| 6 | +1 | +1 | -1 | -1 | -1 | +1 | -1 | 0.42 |
| 7 | +1 | -1 | +1 | -1 | -1 | -1 | +1 | 0.48 |
| 8 | +1 | +1 | +1 | -1 | +1 | -1 | -1 | 0.40 |

Коэффициенты вычисляются по формуле

Для рассматриваемого варианта формула для примет вид

В результате расчётов линейная функция отклика примет вид

а частично нелинейная функция отклика примет вид

Таким образом, получены следующие результаты:

