

## ЛАБОРАТОРНОЕ ЗАНЯТИЕ 5

## ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕОРИИ ПЛАНИРОВАНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОПТИМАЛЬНЫХ ЗНАЧЕНИЙ ПАРАМЕТРОВ ОБЪЕКТА

*Введение*

Одной из типовых областей применения теории планирования эксперимента является поиск оптимальных значений параметров и построение математической модели исследуемого объекта в области оптимума.

*1. Цель занятия*

Закрепить теоретические знания и приобрести практические навыки в применении теории планирования эксперимента при решении оптимизационных задач.

*2. Задание на занятие*

Объект характеризуется тремя параметрами (факторами):

- параметр  $a$  может изменяться в диапазоне от 1 до 99;
- параметр  $b$  – от 15 до 21;
- параметр  $c$  – от 1300 до 33000.

Необходимо экспериментально определить приближенные значения факторов, максимизирующих значение показателя качества объекта (функции отклика) и составить нелинейную модель объекта в области оптимума.

Объект задается программой - имитатором. При работе с имитатором студент задает:

- номер варианта, в соответствии со своим номером в списке учебной группы. Этот параметр не меняется в процессе исследования;
- значения факторов в точке плана;
- количество повторных опытов в выбранной точке плана.

Результатами работы программы – имитатора являются:

- значения функции отклика, количество значений соответствует заданному количеству повторных опытов в точке плана. Различия значений функции отклика обусловлены погрешностью измерений и влиянием неучтенных факторов;
- среднее значение функции отклика;
- дисперсия наблюдений;
- дисперсия среднего значения.

*3. Методические указания по выполнению работы*

Выполнение задания включает два основных этапа:

1) поиск области оптимума. Необходимо найти значения факторов  $a$ ,  $b$  и  $c$ , которые максимизируют значение функции отклика. Поиск выполняется на основе метода крутого восхождения. Значения градиента функции в точках восхождения вычисляется на основе применения линейных планов;

2) построение математической модели объекта в области оптимальных значений факторов. Построение модели осуществляется в виде полинома второго порядка.

Последовательность выполнения шагов *первого этапа*:

- 1.1) построения плана для реализации шага крутого восхождения;
- 1.2) выбор центральной точки факторного пространства, из которой будет осуществляться крутое восхождение;
- 1.3) выбор значений интервалов варьирования факторов в выбранной центральной точке;
- 1.4) выбор очередной точки плана, вычисление абсолютных значений координат в выбранной точке плана, выбор числа повторных опытов в этой точке;
- 1.5) задание исходных данных, выполнение опытов путем запуска программы – имитатора и сохранение полученных результатов, например, в электронной таблице. Повторение пунктов 1.4 и 1.5 для всех точек плана;
- 1.6) вычисление градиента функции отклика;

1.7) проверка достижения области максимума: если область максимума достигнута, то переход ко второму этапу; в противном случае реализация шага крутого восхождения и возврат к пункту 1.3.

Последовательность шагов выполнения второго этапа:

- 2.1) выбор вида функции отклика (полинома второго порядка);
- 2.2) выбор типа и построение плана для оценки коэффициентов функции отклика;
- 2.3) реализация плана;
- 2.4) вычисление коэффициентов функции отклика;
- 2.5) проверка однородности дисперсии воспроизводимости. При необходимости устранение ее неоднородности;
- 2.6) проверка адекватности модели и при необходимости устранение неадекватности модели.
- 2.7) оценка значимости коэффициентов модели;
- 2.8) формирование выводов по результатам исследования.

#### 4. Содержание отчета

Отчет должен содержать:

выбранный полином, используемый для оценки градиента функции отклика;  
 план, используемый для оценки коэффициентов функции отклика;  
 аналитические соотношения по расчету коэффициентов модели;  
 координаты, интервалы варьирования факторов в исходной и в последующих точках крутого восхождения;  
 результаты экспериментов в каждой точке крутого восхождения;  
 выбранный полином, используемый для описания функции отклика в области оптимума;  
 план, используемый для оценки коэффициентов функции отклика в области оптимума;  
 аналитические соотношения по расчету коэффициентов модели;  
 результаты расчетов коэффициентов, проверки однородности дисперсии воспроизводимости и адекватности модели, в том числе вычисленные и критические значения критериев, результаты проверки статистических гипотез;  
 выводы по результатам обработки экспериментальных данных.

Контрольные вопросы

1. Понятие активного эксперимента, фактора, отклика, плана эксперимента.
2. Основные допущения теории планирования экспериментов.
3. Критерии оптимальности планов.
4. Насыщенные, ненасыщенные, сверхнасыщенные планы.
5. Полный факторный эксперимент: сущность, область применения; свойства матрицы планирования.
6. Регулярные дробные реплики ПФЭ: понятие реплики, генераторы планов, определяющие контрасты, смешивание оценок модели, разрешающая способность реплик.
7. Содержание этапов поиска оптимума функции отклика на основе метода крутого восхождения.
8. Планы для описания поверхности отклика (композиционные планы, ортогональные и рототабельные центральные композиционные планы).
9. Проверка однородности дисперсии воспроизводимости, значимости коэффициентов, адекватности модели.

Литература

1. Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика. Учеб. пособие для