

## Планирование и организация эксперимента (бакалавры)

### Аннотация

**Цель освоения дисциплины:** ознакомить студентов с методами подготовки, проведения и обработки результатов эксперимента и принципами его организации. Освоение методологии экспериментальных исследований, использующей для планирования экспериментов методы математической статистики; формирования способности анализировать объект исследования, правильно выбирать параметр оптимизации и существенные факторы объекта исследования, строить матрицу планирования эксперимента, получать адекватную математическую модель объекта.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы, 72 часа.

**Содержание дисциплины.** Понятие о дисциплине «Планирование и организация эксперимента», об эксперименте и экспериментальных исследованиях. Этапы научно-исследовательской работы и содержание этапа «экспериментальные исследования». Понятие о планировании эксперимента, его цели и методы. Классические методы постановки эксперимента. Понятие о статистическом методе планирования эксперимента, его достоинства. Понятие об объекте исследования, его разновидности и предъявляемые к нему требования. Понятие о параметре оптимизации, его разновидности и предъявляемые к нему требования. Понятие о факторе, его области определения. Требования предъявляемые к факторам. Понятие о математической модели объекта, решаемые ею задачи. Понятие о поверхности отклика и факторном пространстве. Уравнение регрессии. Выбор вида математической модели. Примеры полиномов.

**Полный факторный эксперимент.** Выбор уровней и интервалов варьирования факторов. Кодирование уровней факторов. Понятие о плане первого порядка и полном факторном эксперименте. Построение матрицы планирования двухфакторного эксперимента искомой линейной моделью. Построение матрицы планирования двухфакторного эксперимента с искомой моделью в виде нелинейного полинома первой степени. Понятие о линейном эффекте взаимодействия. Два приема построения матриц планирования многофакторных экспериментов для линейных моделей. Свойства матрицы планирования эксперимента.

**Дробный факторный эксперимент.** Достоинства и построение матрицы планирования дробного факторного эксперимента на примере трехфакторного эксперимента. Дробная реплика: определение, типы, обозначение. Правила смешивания линейных эффектов с эффектами взаимодействия и генерирующее соотношение в дробных репликах. Построить матрицу плана дробной реплики типа  $2^{5-2}$ . Показать достоинства плана. Определение предельного значения числа  $P$ , характеризующего дробность реплики.

**Проведение эксперимента.** Методы отсеивания несущественных факторов. метод парной корреляции. Рандомизация опытов во времени: назначение, пример

рандомизации трехмерного эксперимента. Разбиение матрицы плана типа  $2^k$  на блоки : назначение, пример разбиения матрицы типа  $2^3$ . Понятие о параллельных опытах и их статистическая обработка: определение среднего значения измеренной величины, дисперсии и ошибки опыта. Выявление и исключение из результатов эксперимента сомнительных параллельных опытов. Определение необходимого количества параллельных опытов. Сравнение двух выборок.

**Обработка результатов факторного эксперимента.** Регрессивный анализ, его положения. Понятие линии регрессии, уравнение регрессии, методе наименьших квадратов. Задачи регрессивного анализа. Метод наименьших квадратов: назначение, вывод формул коэффициентов уравнения регрессии. Три варианта проведения эксперимента и их отличительная особенность. Обработка результатов эксперимента при равномерном дублировании опытов: определение среднего значения параметра, дисперсии и ошибки опыта, выявление и исключение из результатов эксперимента сомнительных параллельных опытов. Обработка результатов эксперимента при равномерном дублировании опытов: определение достаточности числа параллельных опытов, однородности дисперсий и дисперсии воспроизводимости всего эксперимента. Вычисление коэффициентов модели и проверка их значимости в экспериментах с равномерным дублированием опытов. Проверка адекватности модели в экспериментах с равномерным дублированием опытов. Меры по обеспечению адекватности модели. Нормальный закон распределения измерений в параллельных опытах: математическая модель закона Гаусса и его геометрическое изображение. Обработка результатов эксперимента при неравномерном дублировании опытов: определение среднего значения выходного параметра, дисперсии и ошибки опыта, выявление и исключение из результатов эксперимента сомнительных параллельных опытов. Обработка результатов эксперимента при неравномерном дублировании опытов: определение достаточности числа параллельных опытов, дисперсии воспроизводимости всего эксперимента и однородности дисперсий. Проверка адекватности модели в экспериментах с неравномерным дублированием опытов. Причины неадекватности и меры по обеспечению адекватности модели. Обработка результатов эксперимента при отсутствии дублирования опытов: достоинства и недостатки этого варианта проведения эксперимента, обработка результатов параллельных опытов в центре плана (определение среднего значения выходного параметра, дисперсии и ошибки опыта, выявление и исключение из результатов сомнительных опытов, определение достаточности числа опытов). Вычисление коэффициентов модели и проверка их значимости в экспериментах без дублирования основных опытов. Проверка адекватности модели в экспериментах без дублирования основных опытов. Оценка точности модели в насыщенных планах эксперимента. Раскодирование уравнения регрессии для моделей в виде полинома. Раскодирование уравнения регрессии для моделей в виде степенной функции.

**Организация эксперимента.** Виды экспериментов и организационно-техническая подготовка. Программа и методика эксперимента. Метрологическое обеспечение эксперимента. Журнал ведения эксперимента.

**Отыскание оптимума в экстремальных экспериментах методом крутого восхождения по поверхности отклика.** Отыскание оптимума методом «кру-

того восхождения» по поверхности отклика: сущность принципа движения к оптимуму по градиенту функции отклика. Отыскание оптимума методом «крутого восхождения» по поверхности отклика: сущность шагового принципа движения к оптимуму, расчет координат точек при движении на примере однофакторного эксперимента. Выбор и расчет шагов движения по градиенту при отыскании оптимума методом «крутого восхождения». Понятие о «мысленных опытах». Порядок окончания «крутого восхождения».

#### Основная литература

1. Кохановский В.А. Организация и планирование эксперимента: учебное пособие/ В.А. Кохановский, М.Х. Сергеева.– Ростов-на-Дону: Издательский центр ДГТУ, 2007.– 268с.
2. Плешаков В.В. Планирование технологических экспериментов и обработка их результатов: учебное пособие/В.В.Плешаков, А.Г.Схиртладзе.–:Станкин, 2006. – 229с.
3. Ящерицын П.И. Планирование эксперимента в машиностроении / П.И. Ящерицын, Е.И. Махаровский. – Мн.: Вышэйша школа, 2005. – 286с.
4. Дьяконов В. Matlab 2000: учебный курс./ В.Дьяконов. СПб.:Питер. 2005 586 с.
5. Дьяконов В. Mathcad 2000: учебный курс./В.Дьяконов. СПб.:Питер. 2005 592 с.
6. Дьяконов В. Mathematica: учебный курс./ В.Дьяконов. СПб.:Питер. 2005 548 с.
7. Дьяконов В. Maple: учебный курс./ В.Дьяконов. СПб.:Питер. 2005 574 с.

#### Дополнительная литература

1. Вознесенский В.А. Статистические методы планирования эксперимента в технико-экономических исследованиях./В.А.Вознесенский. М., 1974. 240 с.
2. Налимов В.В. Теория эксперимента./ В.В. Налимов В.В. М., 1971. 193 с.
3. Хартман К., Лецкий Э., Шефер В. Планирование эксперимента в исследовании технологических процессов/К. Хартман, Э. Лецкий, В. Шефер. М., 1977. 374 с.
4. Воробьев М.Н. Числа Фибоначчи. М., 1969. 286 с.
5. Федоров В.В. Теория оптимальных экспериментов (при выяснении механизма явлений)/В.В. Федоров.- М., 1971. 191 с.

#### Справочная и нормативная литература

1. Планирование эксперимента. Библ. Указатель. М., 1969, 1972. 482 с.
2. Дьяконов В. Mathcad 2001: специальный справочник. /В.Дьяконов. СПб.:Питер.- 2002. - 832 с.