

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.