

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Учебно-методическое объединение по образованию
в области информатики и радиоэлектроники

УТВЕРЖДАЮ

Первый заместитель Министра образования
Республики Беларусь

_____ А.Г. Баханович

Регистрационный № _____

ПЛАНИРОВАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТА

**Примерная учебная программа по учебной дисциплине
для специальности**

7-06-0611-05 Компьютерная инженерия

СОГЛАСОВАНО

Председатель Учебно-методического
объединения по образованию в
области информатики и
радиоэлектроники

_____ В.А. Богуш

СОГЛАСОВАНО

Начальник Главного управления
профессионального образования
Министерства образования
Республики Беларусь

_____ С.Н. Пищов

СОГЛАСОВАНО

Проректор по научно-методической
работе Государственного учреждения
образования «Республиканский
институт высшей школы»

_____ И.В. Титович

Эксперт-нормоконтролер

Минск 2025

СОСТАВИТЕЛИ:

Н.В.Лапицкая, заведующий кафедрой программного обеспечения информационных технологий учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», кандидат технических наук, доцент;

С.Г.Шульдова, доцент кафедры программного обеспечения информационных технологий учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», кандидат технических наук, доцент

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Кафедра теории вероятностей и математической статистики Белорусского государственного университета (протокол №4 от 29.10.2024);

А.М.Белоцерковский, заведующий отделом интеллектуальных информационных систем государственного научного учреждения «Объединенный институт проблем информатики Национальной академии наук Беларуси», кандидат технических наук

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ В КАЧЕСТВЕ ПРИМЕРНОЙ:

Кафедрой программного обеспечения информационных технологий учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники» (протокол № 3 от 21.10.2024);

Научно-методическим советом учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники» (протокол № 4 от 20.12.2024);

Научно-методическим советом по разработке программного обеспечения и информационно-коммуникационным технологиям Учебно-методического объединения по образованию в области информатики и радиоэлектроники (протокол № 4 от 16.12.2024)

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

ХАРАКТЕРИСТИКА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Примерная учебная программа по учебной дисциплине «Планирование эксперимента» разработана для магистрантов учреждений высшего образования, обучающихся по специальности 7-06-0611-05 Компьютерная инженерия в соответствии с требованиями образовательного стандарта углубленного высшего образования и примерного учебного плана вышеуказанной специальности.

В основу курса «Планирование эксперимента» положено представление о современных методах теоретических и экспериментальных исследований, методах обработки экспериментальных данных средствами вычислительных систем. Практически ни одна научная работа в области технических наук не возможна без соответствующего экспериментального исследования, поскольку подтверждением правильности результатов любых, даже самых сложных теоретических изысканий, является близкое совпадение теоретических и экспериментально полученных результатов.

Воспитательное значение учебной дисциплины «Планирование эксперимента» заключается в формировании у обучающихся математической культуры и научного мировоззрения; развитии исследовательских умений, аналитических способностей, креативности, необходимых для решения научных и практических задач; развитии познавательных способностей и активности: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности; формировании способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации.

Изучение данной учебной дисциплины способствует созданию условий для формирования интеллектуально развитой личности обучающегося, которой присущи стремление к профессиональному совершенствованию, активному участию в экономической и социально-культурной жизни страны, гражданская ответственность и патриотизм.

ЦЕЛЬ, ЗАДАЧИ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель учебной дисциплины: освоение методологии научного познания и математического аппарата планирования эксперимента и обработки опытных данных.

Задачи учебной дисциплины:

- приобретение знаний теории планирования эксперимента;
- изучение принципов обработки экспериментальных данных методами математической статистики и проверки статистических гипотез;
- приобретение навыков выбора факторов и составления факторных планов экспериментов;
- овладение методами планирования эксперимента;

приобретение навыков использования программного обеспечения для реализации алгоритмов обработки результатов эксперимента.

Базовыми учебными дисциплинами для учебной дисциплины «Планирование эксперимента» являются знания, полученные в ходе освоения образовательных программ по специальностям общего высшего образования. В свою очередь учебная дисциплина «Планирование эксперимента» является базой для подготовки магистерской диссертации.

ТРЕБОВАНИЯ К УРОВНЮ ОСВОЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате изучения учебной дисциплины «Планирование эксперимента» формируются следующие универсальные компетенции:

применять методы научного познания в исследовательской деятельности, генерировать и реализовывать инновационные идеи;

развивать инновационную восприимчивость и способность к инновационной деятельности;

быть способным к прогнозированию условий реализации профессиональной деятельности и решению профессиональных задач в условиях неопределенности;

анализировать и решать научно-технические проблемы в процессе планирования и проведения научного эксперимента.

В результате изучения учебной дисциплины обучающийся должен:

знать:

основные понятия и принципы обработки данных результатов моделирования методами математической статистики;

приемы выбора основных факторов эксперимента и технологию построения факторных планов;

программные средства обработки экспериментальных данных;

уметь:

формулировать цели и задачи исследований, выбирать методы исследований;

использовать приемы математической статистики для планирования эксперимента, анализа данных и их достоверности;

выполнять оптимальное планирование экспериментов с использованием различных критериев;

оценивать научную значимость и перспективы использования результатов исследований;

использовать инструментальные средства для выполнения эксперимента и обработки его результатов;

иметь навык:

выбора основных факторов эксперимента и построения факторных планов;

подбора эмпирических зависимостей для экспериментальных данных;

построения оптимальных планов для научно-технических экспериментов.

Примерная учебная программа рассчитана на 110 учебных часов, из них – 56 аудиторных. Примерное распределение аудиторных часов по видам занятий: лекции – 32 часа, лабораторные занятия – 24 часа.

ПРИМЕРНЫЙ ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

Наименование раздела, темы	Всего аудиторных часов	Лекции	Лабораторные занятия
Раздел 1. Основы измерения и количественного описания данных	16	12	4
Тема 1. Планирование эксперимента и его задачи	4	4	
Тема 2. Случайные величины и погрешности измерений. Проверка статистических гипотез	8	6	2
Тема 3. Алгоритмическое и программное обеспечение статистических процедур обработки экспериментальных данных	4	2	2
Раздел 2. Методы статистического вывода	20	12	8
Тема 4. Дисперсионный анализ	8	4	4
Тема 5. Математическая модель эксперимента	6	4	2
Тема 6. Регрессионный анализ	6	4	2
Раздел 3. Планирование и организация эксперимента	20	8	12
Тема 7. Полный и дробный факторный эксперимент	12	4	8
Тема 8. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий	8	4	4
Итого:	56	32	24

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Раздел 1. ОСНОВЫ ИЗМЕРЕНИЯ И КОЛИЧЕСТВЕННОГО ОПИСАНИЯ ДАННЫХ

Тема 1. ПЛАНИРОВАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТА И ЕГО ЗАДАЧИ

Цели и задачи курса. Планирование эксперимента как наука. Основные понятия и определения теории планирования эксперимента. Типовые задачи экспериментального исследования.

Общая последовательность проведения исследования. Основные принципы и этапы планирования эксперимента. Активный и пассивный эксперименты.

Понятия факторного пространства, плана эксперимента, поверхности отклика. Критерии оптимальности и типы планов.

Тема 2. СЛУЧАЙНЫЕ ВЕЛИЧИНЫ И ПОГРЕШНОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ. ПРОВЕРКА СТАТИСТИЧЕСКИХ ГИПОТЕЗ

Виды ошибок измерений. Абсолютная и относительная погрешность. Прямые и косвенные измерения. Погрешности прямых и косвенных измерений. Оценка погрешностей функций приближенных аргументов.

Случайная величина, ее представление и характеристики. Статистические законы распределения. Статистические гипотезы.

Доверительные интервалы и доверительная вероятность, уровень значимости. Построение доверительного интервала для математического ожидания непосредственно измеряемой величины.

Распределение Стьюдента. Оценка случайной и суммарной ошибки косвенных измерений. Оценка дисперсии нормально распределенной случайной величины; распределение Пирсона. Сравнение двух дисперсий, распределение Фишера.

Тема 3. АЛГОРИТМИЧЕСКОЕ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СТАТИСТИЧЕСКИХ ПРОЦЕДУР ОБРАБОТКИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ

Применяемые программные статистические комплексы при обработке экспериментальных данных. Основные характеристики, возможности.

Постановка задачи и планирование эксперимента на основе нейросетевых технологий.

Язык R и его применение в задачах статистической обработки экспериментальных данных.

Раздел 2. МЕТОДЫ СТАТИСТИЧЕСКОГО ВЫВОДА

Тема 4. ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ

Оценка параметров: точечные и интервальные. Определение точечных оценок методом максимального правдоподобия. Ошибки первого и второго рода.

Однофакторный дисперсионный анализ. Латинские и греко-латинские квадраты. Латинские кубы. Однофакторный дисперсионный анализ с одинаковым числом испытаний на уровнях фактора и при неодинаковом числе испытаний по уровням фактора.

Двухфакторный дисперсионный анализ. Эксперименты с перекрестной схемой классификаций экспериментальных данных. Определяющие контрасты, их смешивание с блоковым эффектом. Методы обработки данных, выводы по дисперсионному анализу.

Тема 5. МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ЭКСПЕРИМЕНТА

Математическая модель однофакторного эксперимента. Основные используемые обозначения, основное уравнение дисперсионного анализа. Принцип рандомизации.

Математические модели, анализ данных в соответствии с моделями типа: блочный план, планы типа латинский, греко-латинский, гиперквадраты.

Эксперименты с перекрестной схемой классификаций экспериментальных данных. Эксперименты с группировкой (иерархические эксперименты), математическая модель, отличие от перекрестной схемы. Блочные факторные эксперименты. Определяющие контрасты, их смешивание с блоковым эффектом.

Тема 6. РЕГРЕССИОННЫЙ АНАЛИЗ

Оценка параметров: точечные и интервальные. Определение точечных оценок методом максимального правдоподобия. Ошибки первого и второго рода.

Однофакторный дисперсионный анализ. Латинские и греко-латинские квадраты. Латинские кубы. Однофакторный дисперсионный анализ с одинаковым числом испытаний на уровнях фактора и при неодинаковом числе испытаний по уровням фактора.

Двухфакторный дисперсионный анализ. Эксперименты с перекрестной схемой классификаций экспериментальных данных. Определяющие контрасты, их смешивание с блоковым эффектом. Методы обработки данных, выводы по дисперсионному анализу.

Раздел 3. ПЛАНИРОВАНИЕ И ОРГАНИЗАЦИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА

Тема 7. ПОЛНЫЙ И ДРОБНЫЙ ФАКТОРНЫЙ ЭКСПЕРИМЕНТ

Постановка задачи оптимизации. Полный факторный эксперимент: матрица планирования, свойства эксперимента, оценки коэффициентов функции отклика.

Построение и анализ математической модели 1-го порядка. Принципы проверки научных гипотез и математических моделей с использованием различных программных продуктов.

Минимизация числа опытов. Дробная реплика. Выбор полуреплик. Генерирующие соотношения и определяющие контрасты. Выбор 1/4-реплик. Обобщающий определяющий контраст. Реплики большой подробности. Проверка адекватности математической модели.

Тема 8. ПЛАНИРОВАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТА ПРИ ПОИСКЕ ОПТИМАЛЬНЫХ УСЛОВИЙ

Планирование эксперимента при поиске оптимума поверхности, использование ДФЭ, ортогональные планы. Теорема отделимости. Обобщенное правило множителей Лагранжа. Необходимые и достаточные условия экстремума.

Метод покоординатной оптимизации. Оптимизация методом крутого восхождения по поверхности отклика. Симплексный метод планирования.

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

ЛИТЕРАТУРА

ОСНОВНАЯ

1. Меледина, Т. В. Методы планирования и обработки результатов научных исследований : учебное пособие / Т. В. Меледина, М. М. Данина. – Санкт-Петербург : НИУ ИТМО, 2015. – 109 с.
2. Горохов, В. А. Основы экспериментальных исследований и методика их проведения : учебное пособие / В. А. Горохов. – Минск : Новое знание, 2015. – 655 с.
3. Полякова, Н. С. Математическое моделирование и планирование эксперимента / Н. С. Полякова, Г. С. Дерябина, Х. Р. Федорчук. – Москва : МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2010. – 36 с.
4. Григорьев, Ю. Д. Методы оптимального планирования эксперимента : линейные модели : учебное пособие / Ю. Д. Григорьев. – Санкт-Петербург : Лань, 2015. – 320 с.
5. Кононюк, А. Е. Основы научных исследований (общая теория эксперимента) / А. Е. Кононюк. – Кн. 2. – Киев : Освита Украины, 2012. – 453 с.
6. Кононюк, А. Е. Основы научных исследований (общая теория эксперимента) / А. Е. Кононюк. – Кн. 3. – Киев : Освита Украины, 2012. – 470 с.
7. Кононюк, А. Е. Основы научных исследований (общая теория эксперимента) / А. Е. Кононюк. – Кн. 4. – Киев : Освита Украины, 2012. – 492 с.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ

8. Статистические методы обработки, планирования инженерного эксперимента : учебное пособие / сост. А. М. Емельянов [и др.]. – Благовещенск : ДГАУ, 2015. – 93 с.
9. Бекряев, В. И. Практикум по основам теории эксперимента / В. И. Бекряев. – Санкт-Петербург : РГГУ, 2003. – 72 с.
10. Бояршинова, А. К. Теория инженерного эксперимента : текст лекций / А. К. Бояршинова, А. С. Фишер. – Челябинск : ЮУрГУ, 2006. – 716 с.
11. Экспериментальные методы исследования : учебное пособие / С. А. Алексеев [и др.]. – Санкт-Петербург : НИУ ИТМО, 2012. – 81 с.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ И ВЫПОЛНЕНИЮ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЩАЮЩИХСЯ

При изучении учебной дисциплины рекомендуется использовать следующие формы самостоятельной работы:

- написание рефератов, эссе;
- подготовка лабораторных работ по индивидуальным, в том числе разноуровневым заданиям;
- участие в научно-исследовательской и методической работе, проводимой на кафедре;
- участие в конкурсах научных работ и конференциях.

ПЕРЕЧЕНЬ РЕКОМЕНДУЕМЫХ СРЕДСТВ ДИАГНОСТИКИ КОМПЕТЕНЦИЙ ОБУЩАЮЩИХСЯ

Примерным учебным планом по специальности 7-06-0611-05 «Компьютерная инженерия» в качестве формы промежуточной аттестации по учебной дисциплине «Планирование эксперимента» рекомендуется экзамен. Оценка учебных достижений обучающихся производится по десятибалльной шкале.

Для текущего контроля по учебной дисциплине и диагностики компетенций могут использоваться следующие формы:

- отчеты по лабораторным работам;
- контрольные работы;
- устные опросы;
- индивидуальные практические работы;
- электронные тесты.

РЕКОМЕНДУЕМЫЕ МЕТОДЫ (ТЕХНОЛОГИИ) ОБУЧЕНИЯ

Основные рекомендуемые методы (технологии) обучения, отвечающие целям и задачам учебной дисциплины:

- обучение с помощью аудиовизуальных технических средств;
- компьютерное обучение;
- элементы проблемного обучения (проблемное изложение, вариативное изложение, частично-поисковый метод), реализуемые на лекционных занятиях;
- элементы учебно-исследовательской деятельности, творческого подхода (проектный метод, «мозговой штурм»), реализуемые на лабораторных занятиях.

ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ТЕМ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ

1. Статистическая обработка данных.
2. Дисперсионный анализ.
3. Регрессионный анализ.
4. Полный факторный эксперимент и математическая модель эксперимента.
5. Дробный факторный эксперимент.
6. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий.

ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ КОМПЬЮТЕРНЫХ ПРОГРАММ (необходимого оборудования, наглядных пособий и др.)

1. Операционная система Microsoft Windows 7/8/8.1/10 или новее.
2. Языки и системы программирования: R, RStudio.