

Министерство просвещения Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский государственный профессионально-педагогический университет»  
Институт инженерно-педагогического образования  
Кафедра энергетики и транспорта

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
ФТД.02 «ПЛАНИРОВАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТОВ»**

Направление подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Профиль программы «Электроэнергетические системы»

Автор(ы): д-р техн. наук, доцент, А.М. Зюзев  
профессор

Одобрена на заседании кафедры энергетики и транспорта. Протокол от «10» ноября 2022 г. №4.

Рекомендована к использованию в образовательной деятельности научно-методической комиссией института ИПО РГППУ. Протокол от «14» ноября 2022 г. №3.

Екатеринбург  
2022

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины «Планирование экспериментов»: ознакомление с теоретическими положениями и основами теории планирования экспериментальных исследований; формирование навыков организации и планирования научной работы, проведения научного эксперимента и обработки его результатов.

Задачи:

- изучение теоретических основ планирования и организации эксперимента, корреляционного и регрессионного анализа, факторного эксперимента;
- изучение современных методологических подходов к постановке и обработке результатов экспериментальных исследований и математических методов, применяемых при планировании и оптимизации эксперимента;
- формирование умения разрабатывать факторный план эксперимента и проведения дисперсионного, корреляционного и регрессионного анализа;
- формирование практических навыков для выполнения научных экспериментальных исследований, обработке результатов экспериментов.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Планирование экспериментов» относится к факультативным дисциплинам учебного плана.

Для изучения учебной дисциплины необходимы знания, умения и владения, формируемые следующими дисциплинами:

1. Методология научного исследования.
2. Инженерная дидактика.
3. Методы исследования электроэнергетических сетей и систем.

Перечень учебных дисциплин, для которых необходимы знания, умения и владения, формируемые данной учебной дисциплиной:

1. Научно-исследовательская работа.
2. Преддипломная практика.

## 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина направлена на формирование следующих компетенций:

- ОПК-1 Способен формулировать цели и задачи исследования,
- выявлять приоритеты решения задач, выбирать критерии оценки;
- ОПК-2 Способен применять современные методы исследования,



- оценивать и представлять результаты выполненной работы;
- ПК-2 Способен определять эффективные режимы работы объектов профессиональной деятельности, планировать и управлять режимами работы объектов профессиональной деятельности;
- ПК-3 Способен проектировать объекты профессиональной деятельности и организовывать работу по их проектированию;
- ПК-4 Способен осуществлять организацию, управлять деятельностью и выполнять работы по эксплуатации и ремонту объектов профессиональной деятельности.

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен:

Знать:

31. Основные понятия и принципы планирования эксперимента, критерии оптимальности, разновидности и правила построения планов экспериментов;
32. Основы корреляционного, дисперсионного и регрессионного анализа;
33. Методы оптимизации многофакторных объектов.

Уметь:

- У1. Проводить статистическую оценку результатов экспериментов и применять различные критерии согласия для проверки статистических гипотез;
- У2. Выбирать план эксперимента, исходя из имеющихся возможностей и целей эксперимента;
- У3. Проводить оптимизацию объекта исследования.

Владеть:

- В1. Навыками планирования на основе теории эксперимента при решении различных инженерных задач;
- В2. Навыками корреляционного, регрессионного и дисперсионного анализов с привлечением стандартных программных пакетов.

## 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1 Объем дисциплины и виды контактной и самостоятельной работы

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 2 зач. ед. (72 час.), семестр изучения – 3, распределение по видам работ представлено в табл. № 1.

Таблица 1. Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ

Вид работы	Форма обучения
	очная
	Семестр изучения
	3 сем.
	Кол-во часов



Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	72
Контактная работа, в том числе:	12
Практические занятия	12
Самостоятельная работа студента	60
Промежуточная аттестация, в том числе:	
Зачет	3 сем.

*\*Распределение трудоемкости по видам контактной работы для заочной формы обучения (при наличии) корректируется в соответствии с учебным планом заочной формы обучения.*

## 4.2 Содержание и тематическое планирование дисциплины

Таблица 2. Тематический план дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплины (модуля)	Сем.	Всего, час.	Вид контактной работы, час.			СРС
			Лекции	Практ. занятия	Лаб. работы	
1. Введение	3	24	-	4	-	20
2. Методы статистического анализа эксперимента	3	24	-	4	-	20
3. Методы планирования эксперимента	3	24	-	4	-	20

*\*Распределение часов по разделам (темам) дисциплины для заочной формы обучения осуществляется научно-педагогическим работником, ведущим дисциплину.*

## 4.3 Содержание разделов (тем) дисциплин

### Раздел 1. Введение

Предмет и задачи изучения дисциплины: основные понятия, термины и определения. Роль планирования эксперимента в технологических и научных исследованиях. Основные особенности эксперимента на современном этапе развития науки и техники. Общие закономерности проведения эксперимента в различных областях знаний. Основные типовые задачи, решаемые при проведении эксперимента

### Раздел 2. Методы статистического анализа эксперимента

Качественный и количественный эксперименты. Научный и промышленный эксперимент. Активные и пассивные эксперименты. Параметры оптимизации и



требования, предъявляемые к ним. Факторы. Уровень фактора. Требования, предъявляемые к факторам при планировании эксперимента. Выбор модели эксперимента. Понятия: отклик, функция отклика, поверхность отклика.

Статистические методы анализа экспериментальных данных. Случайные величины. Классификация ошибок измерений. Абсолютная и относительная погрешность. Прямые и косвенные измерения. Оценка погрешностей функций приближенных аргументов. Распределение случайных величин. Функция распределения и плотность распределения. Свойства математического ожидания и дисперсии. Нормальное и стандартное распределения случайной величины. Нормальный закон распределения.

Предварительная обработка экспериментальных данных. Доверительные интервалы и доверительная вероятность, уровень значимости. Статистические гипотезы. Проверка статистических гипотез, статистические критерии, ошибки первого и второго рода. 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.

Дисперсионный анализ. Задача дисперсионного анализа. Однофакторный дисперсионный анализ с одинаковым числом испытаний на уровнях фактора и при неодинаковом числе испытаний по уровням фактора. Двухфакторный дисперсионный анализ. Планирование эксперимента при дисперсионном анализе.

Корреляционный и регрессионный анализы. Коэффициент корреляции. Выборочный коэффициент корреляции. Коэффициенты частной корреляции. Приближенная регрессия. Метод наименьших квадратов. Линейная регрессия от одного параметра. Регрессионный анализ. Оценка значимости уравнения регрессии. Оценка значимости коэффициентов уравнения регрессии. Аппроксимация. Параболическая регрессия. Приведение некоторых функциональных зависимостей к линейному виду.

### **Раздел 3. Методы планирования эксперимента**

Полный факторный эксперимент типа  $2^2$ : матрица планирования, вычисление коэффициентов уравнения регрессии. Матрица планирования полного факторного эксперимента типа  $2^3$ . Проверка значимости коэффициентов и адекватности уравнения регрессии, полученных при обработке результатов ПФЭ  $2^2$  и  $2^3$ .

Дробный факторный эксперимент. Дробный факторный эксперимент. Планы типа  $2^{k-1}$ . Дробная реплика. Выбор полуреплик. Определяющий контраст, генерирующее соотношение. Выбор 1/4-реплик. Обобщающий определяющий контраст.

Планы второго порядка. Композиционные планы Бокса-Уилсона. Ортогональные планы второго порядка. Ротатабельные планы второго порядка. Критерии оптимальности планов.



Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. Метод покоординатной оптимизации. Оптимизация методом крутого восхождения по поверхности отклика. Симплексный метод планирования.

Заключение. Краткое обобщение основных вопросов курса. Состояние и перспективы развития теории планирования эксперимента. Направления дальнейшей работы над углублением и расширением полученных знаний в области организации и планирования эксперимента. Практическое использование полученных знаний в учебной и производственной деятельности.

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Для изучения дисциплины используются различные образовательные технологии:

1. Технологии проведения занятий в форме диалогового общения, которые переводят образовательный процесс в плоскость активного взаимодействия обучающегося и педагога. Обучающийся занимает активную позицию и перестает быть просто слушателем семинаров или лекций. Технологии представлены: групповыми дискуссиями, конструктивный совместный поиск решения проблемы, тренинг (микрообучение и др.), ролевые игры (деловые, организационно-деятельностные, инновационные, коммуникативные и др.).

2. Информационно-коммуникационные образовательные технологии, при которых организация образовательного процесса, основывается на применении специализированных программных сред и технических средств работы с информацией. Используются для поддержки самостоятельной работы обучающихся с использованием электронной информационно-образовательной среды (ЭИОС), телекоммуникационных технологий, педагогических программных средств и др.

3. Технология обучения в сотрудничестве применяются при проведении семинарских, практических и лабораторных занятий, нацелены на совместную работу в командах или группах и достижение качественного образовательного результата.

4. При реализации образовательной программы с применением дистанционных образовательных технологий и электронного обучения:

- состав видов контактной работы по дисциплине (модулю), при необходимости, может быть откорректирован в направлении снижения доли занятий лекционного типа и соответствующего увеличения доли консультаций (групповых или индивидуальных) или иных видов контактной работы;

- информационной основой проведения учебных занятий, а также организации самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю) являются представленные в электронном виде методические, оценочные и иные материалы, размещенные в электронной информационно-образовательной среде



(ЭИОС) университета, в электронных библиотечных системах и открытых Интернет-ресурсах;

- взаимодействие обучающихся и педагогических работников осуществляется с применением ЭИОС университета и других информационно-коммуникационных технологий (видеоконференцсвязь, облачные технологии и сервисы, др.);

- соотношение контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю) может быть изменено в сторону увеличения последней, в том числе самостоятельного изучения теоретического материала.

## **6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

### ***6.1 Основная литература***

1. Воробьев А. Л., Любимов И. И., Косых Д. А. Планирование и организация эксперимента в управлении качеством : учебное пособие. - Оренбург : Оренбургский государственный университет, 2014. - 344 с. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/33648>.

2. Степанов П. Е. Планирование эксперимента: учебно-методическое пособие по анализу и обработке экспериментальных данных / Степанов П. Е. — Москва : МИСИС, 2017. — 22 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/108113>.

3. Горохов, В.А. Основы экспериментальных исследований и методика их проведения [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Минск : Новое знание, 2015. — 655 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/64769>. — Загл. с экрана.

### ***6.2 Дополнительная литература***

1. Кузнецов, И.Н. Основы научных исследований: Учебное пособие для бакалавров [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Москва : Дашков и К, 2017. — 284 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/93533>. — Загл. с экрана.

### ***6.3 Программное обеспечение и Интернет-ресурсы***

Интернет-ресурсы:

1. Научная электронная библиотека. Режим доступа: <http://elibrary.ru/defaultx.asp>

2. Публичная электронная библиотека. Режим доступа: <http://www.plib.ru/>

3. Электронная библиотека. Режим доступа: <http://stratum.pstu.as.ru>

Программное обеспечение:

1. Офисная система Office Professional Plus.



2. Операционная система Windows.

Информационные системы и платформы:

1. Система дистанционного обучения «Moodle».
2. Информационная система «Таймлайн».
3. Платформа для организации и проведения вебинаров «Mirapolis Virtual Room».

## **7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Перечень материально-технического обеспечения для реализации образовательного процесса по дисциплине:

1. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского (практического) типа, проведения групповых и индивидуальных консультаций, проведения текущего контроля и промежуточной аттестации.
2. Помещения для самостоятельной работы.
3. Лаборатория моделирования электромеханических систем.

