



**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА
ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала С.О. Макарова»**

Котласский филиал

Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования

**«Государственный университет морского и речного флота
имени адмирала С.О. Макарова»**

Котласский филиал ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала С.О. Макарова»

Кафедра естественнонаучных и технических дисциплин

УТВЕРЖДАЮ

Директор



О.В. Шергина

«16» июня 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины Планирование эксперимента в электротехнике

Направление подготовки: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Профиль: Электропривод и автоматика

Уровень высшего образования: бакалавриат

Форма обучения: заочная

Котлас
2022

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы 13.03.02 "Электроэнергетика и электротехника"

В результате освоения ОПОП бакалавриата обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Код компетенции	Результаты освоения ОПОП (содержание компетенций)	Планируемые результаты освоения дисциплины
ПК-1	Способность участвовать в планировании, подготовке и выполнении типовых экспериментальных исследований по заданной методике	Знать: методы анализа экспериментальных данных электротехнических устройств
		Уметь: планировать проведение регрессионных экспериментов первого и второго порядков
		Владеть: навыками постановки и проведения экспериментов для различных задач анализа и синтеза электротехнических объектов
ПК-2	Способность обрабатывать результаты экспериментов	Знать: методы обработки экспериментальных данных, включая оценку абсолютной и относительной погрешностей результатов исследования электротехнических устройств
		Уметь: получать регрессионные аналитические модели, весовые коэффициенты факторов, оценивать степень их корреляционной связи для любых электротехнических объектов
		Владеть: навыками статистической оценки, полученных в ходе экспериментальных исследований регрессионных моделей и результатов экспертного, корреляционного и дисперсионного анализов

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Планирование эксперимента в электротехнике» относится к вариативной части Блока 1 ОПОП и изучается на 3 курсе по заочной форме.

Для изучения дисциплины студент должен:

– *знать* методы анализа и обработки экспериментальных данных, включая оценку абсолютной и относительной погрешностей измерений;

– *уметь* вычислять на основе экспериментальных данных основные статистические оценки – математическое ожидание и дисперсию.

Для успешного освоения дисциплины «Планирование эксперимента в электротехнике» студент должен изучить курсы: «Математика», «Информатика».

Дисциплина «Планирование эксперимента в электротехнике» необходима в качестве предшествующей для дисциплин: «Моделирование электротехнических систем», «Моделирование в технике», «Проектирование электротехнических устройств», «Электропривод в современных технологиях», «Информационные технологии управления эксплуатацией», «Современные технологии технического обслуживания и ремонта электроустановок», «Электрооборудование береговых объектов водного транспорта».

3. Объем дисциплины в зачетных единицах и виды учебных занятий

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 час.

Вид учебной работы	Форма обучения					
	Очная			Заочная		
	Всего часов	из них в семестре №		Всего часов	из них в семестре №	
Общая трудоемкость дисциплины				108	108	
Контактная работа обучающихся с преподавателем, всего				12	12	
В том числе:						
Лекции				4	4	
Практические занятия				8	8	
Лабораторные работы				-	-	
Тренажерная подготовка				-	-	
Самостоятельная работа, всего				96	96	
В том числе:						
Курсовая работа / проект				-	-	
Расчетно-графическая работа (задание)				-	-	
Контрольная работа				-	-	
Коллоквиум				-	-	
Реферат				-	-	
Другие виды самостоятельной работы				96	96	
Промежуточная аттестация: зачет						

4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1. Содержание разделов (тем) дисциплины

№ п/п	Наименование раздела (темы) дисциплины	Содержание раздела (темы) дисциплины	Трудоемкость в часах по формам обучения	
			очная	заочная
1	Введение	Предмет теории планирования эксперимента. Роль и значение дисциплины в подготовке бакалавров по профилю «Электропривод и автоматика».		0,5
2	Теоретические основы эксперимента	Основные понятия и определения. Виды факторов. Операция нормирования факторов. Свойства функции цели. Принципы организации эксперимента.		0,5
3	Статистическое оценивание экспериментальных данных	Измерение случайных величин. Погрешности измерений. Статистические оценки и их свойства. Метод максимального правдоподобия. Точечные и интервальные оценки параметров распределения. Статистические критерии и их применение на практике.		
4	Экспертный анализ	Назначение экспертного анализа. Методы предпочтения и парных сравнений. Статистический анализ экспертных оценок. Коэффициент конкордации. Практическая реализация методов экспертного анализа в электротехнике.		
5	Регрессионный анализ	Назначение регрессионного анализа. Точечные оценки параметров регрессионной модели. Статистический анализ уравнения регрессии. Критерии оптимальности планов регрессионного анализа. Практическое применение регрессионного анализа в электротехнике.		1
6	Дисперсионный анализ	Назначение дисперсионного анализа. Общая, факторная и остаточная оценки дисперсий. Статистические оценки при однофакторном и многофакторном анализе. Планирование эксперимента. Практическое применение дисперсионного анализа в электротехнике.		

7	Корреляционный анализ	Основы корреляционного анализа. Числовые характеристики двух случайных величин: корреляционная таблица, поле корреляции, ковариация, коэффициент корреляции. Статистическая оценка коэффициента корреляции. Элементы множественной корреляции. Практическое применение корреляционного анализа в электротехнике.		
8	Факторный и компонентный анализ	Основы факторного и компонентного анализа. Определение факторных нагрузок. Главные факторы и главные компоненты. Математические модели факторного и компонентного анализов. Практическое применение факторного и компонентного анализов в электротехнике.		
9	Планирование регрессионных экспериментов первого порядка	Назначение и основные особенности планов первого порядка. Однофакторный эксперимент. Полный и дробный факторные эксперименты. Сравнительная характеристика и практическая реализация планов первого порядка в электротехнике.		1
10	Планирование регрессионных экспериментов второго порядка	Назначение и классификация планов второго порядка. Ортогональное и ротатабельное центральное композиционное планирование. Симметричные композиционные В-планы. Сравнительная характеристика планов второго порядка и их практическая реализация в электротехнике.		1
11	Планирование отсеивающих и экстремальных экспериментов	Метод случайного баланса. Построение матрицы планирования и диаграмм рассеяния. Выделение существенных переменных. Вычисление оценок коэффициентов и статистическое оценивание результатов. Постановка задачи оптимизации в		

		экспериментальных исследованиях. Классификация и практическая реализация поисковых методов оптимизации в электротехнике.		
	Всего			4

4.2. Лабораторные работы: не предусмотрены учебным планом

4.3. Практические занятия

№ п/п	Номер раздела (темы) дисциплины	Наименование и содержание практических работ	Объем в часах по формам обучения	
			очная	заочная
1.	Статистическое оценивание экспериментальных данных	Методы статистической оценки результатов эксперимента		
2.	Экспертный анализ	Методы экспертного анализа		2
3.	Планирование регрессионных экспериментов первого порядка	Решение задач на построение линейных регрессионных моделей первого порядка		4
4.	Планирование регрессионных экспериментов второго порядка	Решение задач на построение нелинейных регрессионных моделей второго порядка		2
	Всего			8

5. Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

5.1. Самостоятельная работа

№ п/п	Вид самостоятельной работы	Наименование работы и содержание
2	Подготовка к практическим занятиям	Изучение теоретического материала по теме практического занятия
3	Подготовка к тестированию	Изучение теоретического материала по теме тестирования
4	Подготовка к зачету	Изучение материалов учебников, учебно-методических пособий и конспектов лекций

5.2. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы

№ п/п	Наименование работы, ее вид	Выходные данные	Автор(ы)
1	Сборник задач для практических занятий	-	Дмитриева Т.В.
2	Практикум по дисциплине Планирование эксперимента, методические указания	СПб.: СПГУВК, 2011. – 47 с, http://edu.gumrf.ru	Саушев А.В., Бова Е.В.

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Приведен в обязательном приложении к рабочей программе

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Название	Автор	Вид издания	Место издания, издательство, год издания, кол-во страниц
Основная литература			
1. Теория эксперимента	Саушев А.В.	Учебное пособие	СПб.: СПГУВК, 2004. – 147 с., http://edu.gumrf.ru
2. Планирование эксперимента в электромеханике	Саушев А.В.	Учебное пособие	СПб.: СПГУВК, 2008. – 216 с., http://edu.gumrf.ru
Дополнительная литература			
1. Теория эксперимента	Костин В.Н., Паничев В.В.	Учебное пособие	О.: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2013. 209—с. Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/30132.html
2. Планирование и организация эксперимента [Электронный ресурс]	сост. Ермаков А.С.	Методические указания к практическим занятиям	М. : Московский государственный строительный университет, Ай Пи Эр Медиа, ЭБС АСВ, 2014. — 83 с. — 978-5-7264-0889-7. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/25512.html

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

№ п/п	Наименование информационного ресурса	Ссылка на информационный ресурс
1	Электротехнический портал для студентов ВУЗов и инженеров	http://xn----8sbnarbidfksmiphlmncm1d9b0i.xn--p1ai/
2	Образовательный портал «ГУМРФ имени адмирала С.О. Макарова»	http://edu.gumrf.ru
3.	Электронная научная библиотека, <u>IPRbooks</u>	https://www.iprbookshop.ru/
4.	Электронная библиотека Лань	https://e.lanbook.com

9. Описание материально-технической базы и перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

№ п/п	Наименование специальных	Оснащенность специальных	Перечень лицензионного программного обеспечения.
-------	--------------------------	--------------------------	--

	помещений и помещений для самостоятельной работы	помещений и помещений для самостоятельной работы	Реквизиты подтверждающего документа
1	Архангельская обл., г.Котлас, ул.Заполярная, д.19 кабинет №154 «Иностранный язык. Математические дисциплины. Общеобразовательные дисциплины»	Доступ в Интернет. Комплект учебной мебели (столы, стулья, доска); переносной проектор Viewsonic PJD5232, переносной ноутбук Dell Latitude 110L; переносной экран, учебно-наглядные пособия	Windows XP Professional (MSDN AA Developer Electronic Fulfillment (Договор №09/2011 от 13.12.2011)); MS Office 2007: Word, Excel, PowerPoint (Лицензия (гос. Контракт № 48-158/2007 от 11.10.2007)); Yandex Браузер (распространяется свободно, лицензия BSD License, правообладатель ООО «ЯНДЕКС»); Adobe Acrobat Reader (распространяется свободно, лицензия ADOBE PCSLA, правообладатель Adobe Systems Inc.).
2	Архангельская обл., г.Котлас, ул.Заполярная, д.19 кабинет №114 «Электроника и электротехника»	Доступ в Интернет. Комплект учебной мебели (столы, стулья, доска); компьютер в сборе (системный блок (Intel Pentium 4 2,8 GHz, 2 Gb), монитор Benq FP71G ЖК, клавиатура, мышь) – 1 шт., локальная компьютерная сеть, комплект плакатов.	Microsoft Windows XP Professional (контракт №323/08 от 22.12.2008 г. ИП Кабаков Е.Л.); Kaspersky Endpoint Security (контракт №311/2015 от 14.12.2015); Libre Office (текстовый редактор Writer, редактор таблиц Calc, редактор презентаций Impress и прочее) (распространяется свободно, лицензия GNU LGPL v3+, The Document Foundation); PDF-XChange Viewer (распространяется бесплатно, Freeware, лицензия EULA V1-7.x., Tracker Software Products Ltd); AIMP (распространяется бесплатно, Freeware для домашнего и коммерческого использования, Artem Izmaylov); XnView (распространяется бесплатно, Freeware для частного некоммерческого или образовательного использования, XnSoft); Media Player Classic - Home Cinema (распространяется свободно, лицензия GNU GPL, MPC-HC Team); Mozilla Firefox (распространяется свободно, лицензия Mozilla Public License и GNU GPL, Mozilla Corporation); 7-zip (распространяется свободно, лицензия GNU LGPL, правообладатель Igor Pavlov));

			Adobe Flash Player (распространяется свободно, лицензия ADOBE PCSLA, правообладатель Adobe Systems Inc.).
--	--	--	---

10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

10.1. Рекомендации по освоению лекционного материала, подготовке к лекциям

Лекции являются основным видом учебных занятий в высшем учебном заведении. В ходе лекционного курса проводится изложение современных научных взглядов и освещение основных проблем изучаемой области знаний.

Значительную часть теоретических знаний студент должен получать самостоятельно из рекомендованных основных и дополнительных информационных источников (учебников, Интернет-ресурсов, электронной образовательной среды университета).

В тетради для конспектов лекций должны быть поля, где по ходу конспектирования делаются необходимые пометки. В конспектах рекомендуется применять сокращения слов, что ускоряет запись. Вопросы, возникшие в ходе лекций, рекомендуется делать на полях и после окончания лекции обратиться за разъяснениями к преподавателю.

После окончания лекции рекомендуется перечитать записи, внести поправки и дополнения на полях. Конспекты лекций рекомендуется использовать при подготовке к практическим занятиям (лабораторным работам, семинарам), экзамену/зачету, контрольным тестам, коллоквиумам, при выполнении самостоятельных заданий.

10.2. Рекомендации по подготовке к практическим занятиям

Для подготовки к практическим занятиям необходимо заранее ознакомиться с перечнем вопросов, которые будут рассмотрены на занятии, рекомендуемой основной и дополнительной литературы, содержанием рекомендованных Интернет-ресурсов. Необходимо прочитать соответствующие разделы из основной и дополнительной литературы, рекомендованной преподавателем, выделить основные понятия и процессы, их закономерности и движущие силы и взаимные связи. При подготовке к занятию не нужно заучивать учебный материал. На практических занятиях нужно выяснять у преподавателя ответы на интересующие или затруднительные вопросы, высказывать и аргументировать свое мнение.

10.3. Рекомендации по организации самостоятельной работы

Самостоятельная работа включает изучение учебной литературы, поиск информации в сети Интернет, подготовку к практическим занятиям,

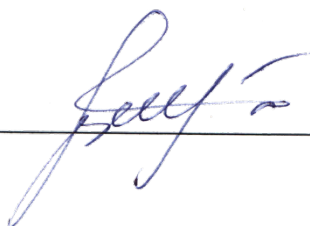
экзамену/зачету, выполнение домашних практических заданий (рефератов, расчетно-графических заданий/работ, курсовых проектор/работ, оформление отчетов по лабораторным работам и практическим заданиям, решение задач, изучение теоретического материала, вынесенного на самостоятельное изучение, изучение отдельных функций прикладного программного обеспечения и т.д.).

Составитель: к.т.н. Дмитриева Т.В.

Зав. кафедрой: к.с/х.н., к.т.н., доцент Шергина О.В.

Рабочая программа рассмотрена на заседании кафедры
естественнонаучных и технических дисциплин
и утверждена на 2022/2023 учебный год
Протокол № 09 от «16» июня 2022 г

Зав. кафедрой:



/ Шергина О.В./



**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА
ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала С.О. Макарова»**

Котласский филиал

Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования

**«Государственный университет морского и речного флота
имени адмирала С.О. Макарова»**

Котласский филиал ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала С.О. Макарова»

Кафедра естественнонаучных и технических дисциплин

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

по дисциплине **Планирование эксперимента в электротехнике**
(Приложение к рабочей программе дисциплины)

Направление подготовки: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Профиль: Электропривод и автоматика

Уровень высшего образования: бакалавриат

Котлас
2022

1. Перечень компетенций и этапы их формирования в процессе освоения дисциплины

Рабочей программой дисциплины "Планирование эксперимента в электротехнике" предусмотрено формирование следующих компетенций:

Код компетенции	Результаты освоения ОПОП (содержание компетенций)	Планируемые результаты освоения дисциплины
ПК-1	Способность участвовать в планировании, подготовке и выполнении типовых экспериментальных исследований по заданной методике	Знать: методы анализа экспериментальных данных электротехнических устройств
		Уметь: планировать проведение регрессионных экспериментов первого и второго порядков
		Владеть: навыками постановки и проведения экспериментов для различных задач анализа и синтеза электротехнических объектов
ПК-2	Способность обрабатывать результаты экспериментов	Знать: методы обработки экспериментальных данных, включая оценку абсолютной и относительной погрешностей результатов исследования электротехнических устройств
		Уметь: получать регрессионные аналитические модели, весовые коэффициенты факторов, оценивать степень их корреляционной связи для любых электротехнических объектов
		Владеть: навыками статистической оценки, полученных в ходе экспериментальных исследований регрессионных моделей и результатов экспертного, корреляционного и дисперсионного анализов

2. Паспорт фонда оценочных средств для проведения текущей и промежуточной аттестации обучающихся

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	Введение	ПК-1	устный опрос, зачет
2	Теоретические основы эксперимента	ПК-1	устный опрос,

			зачет
3	Статистическое оценивание экспериментальных данных	ПК-2	устный опрос, зачет
4	Экспертный анализ	ПК-1, ПК-2	устный опрос, практическая работа, зачет
5	Регрессионный анализ	ПК-1, ПК-2	устный опрос, зачет
6	Дисперсионный анализ	ПК-1, ПК-2	устный опрос, зачет
7	Корреляционный анализ	ПК-1, ПК-2	устный опрос, зачет
8	Факторный и компонентный анализ	ПК-1, ПК-2	устный опрос, зачет
9	Планирование регрессионных экспериментов первого порядка	ПК-1, ПК-2	устный опрос, практическая работа, зачет
10	Планирование регрессионных экспериментов второго порядка	ПК-1, ПК-2	устный опрос, практическая работа, зачет
11	Планирование отсеивающих и экстремальных экспериментов	ПК-1, ПК-2	устный опрос, зачет

3. Критерии оценивания результата обучения по дисциплине и шкала оценивания

Результат обучения по дисциплине	Критерии оценивания результата обучения по дисциплине и шкала оценивания по дисциплине				Процедура оценивания
	2	3	4	5	
	не зачтено	зачтено			
<i>З1 (ПК-1)</i> Знать: методы анализа экспериментальных данных электротехнических устройств	Отсутствие знаний или фрагментарные представления методах анализа экспериментальных данных и способах проведения эксперимента	Неполные представления о методах анализа экспериментальных данных и способах проведения эксперимента	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы представления о методах анализа экспериментальных данных и способах проведения эксперимента	Сформированные систематические представления о методах анализа экспериментальных данных и способах проведения эксперимента	тест, устный опрос и зачет
<i>У1 (ПК-1)</i> Уметь: планировать проведение регрессионных экспериментов первого и второго порядков	Отсутствие умений или фрагментарные умения использовать полученные знания о методах анализа экспериментальных данных и способах проведения эксперимента	В целом удовлетворительные, но не систематизированные умения использовать полученные знания о методах анализа экспериментальных данных и способах проведения эксперимента	В целом удовлетворительные, но содержащие отдельные пробелы умения использовать полученные знания о методах анализа экспериментальных данных и способах проведения эксперимента	Сформированные умения использовать полученные знания о методах анализа экспериментальных данных и способах проведения эксперимента	тест, устный опрос и зачет

		эксперимента	проведения эксперимента		
<i>В1 (ПК-1)</i> Владеть: навыками постановки и проведения экспериментов для различных задач анализа и синтеза электротехнических объектов	Отсутствие владений или фрагментарные владения полученными знаниями о методах анализа экспериментальных данных и способах проведения эксперимента	В целом удовлетворительные, но не систематизированные владения использовать полученные знания о методах анализа экспериментальных данных и способах проведения эксперимента	В целом удовлетворительные, но содержащее отдельные пробелы владения использовать полученные знания о методах анализа экспериментальных данных и способах проведения эксперимента	Сформированные умения использовать полученные владения о методах анализа экспериментальных данных и способах проведения эксперимента	тест, устный опрос и зачет
<i>32 (ПК-2)</i> Знать: методы обработки экспериментальных данных, включая оценку абсолютной и относительной погрешностей результатов исследования электротехнических устройств	Отсутствие знаний или фрагментарные представления о методах обработки экспериментальных данных	Неполные представления о методах обработки экспериментальных данных	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы представления о методах обработки экспериментальных данных	Сформированные систематические представления о методах обработки экспериментальных данных	тест, устный опрос и зачет
<i>У2 (ПК-2)</i> Уметь: получать регрессионные аналитические модели, весовые коэффициенты факторов, оценивать степень их корреляционной связи для любых электротехнических объектов	Отсутствие умений или фрагментарные умения обработки экспериментальных данных, включая расчет коэффициентов регрессионной модели, определение весовых коэффициентов и коэффициента корреляции электротехнических устройств	Неполные умения обработки экспериментальных данных, включая расчет коэффициентов регрессионной модели, определение весовых коэффициентов и коэффициента корреляции электротехнических устройств	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы умения обработки экспериментальных данных, включая расчет коэффициентов регрессионной модели, определение весовых коэффициентов и коэффициента корреляции электротехнических устройств	Сформированные систематические умения обработки экспериментальных данных, включая расчет коэффициентов регрессионной модели, определение весовых коэффициентов и коэффициента корреляции электротехнических устройств	тест, устный опрос и зачет
<i>В2 (ПК-2)</i> Владеть: навыками статистической оценки, полученных в ходе экспериментальных исследований регрессионных моделей и результатов экспертного,	Отсутствие владений или фрагментарные владения методами обработки экспериментальных данных, включая расчет коэффициентов регрессионной модели, определение	Неполные владения методами обработки экспериментальных данных, включая расчет коэффициентов регрессионной модели, определение весовых коэффициентов и	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы владения методами обработки экспериментальных данных, включая расчет коэффициентов регрессионной модели,	Сформированные владения использовать полученные знания при обработке экспериментальных данных, включая расчет коэффициентов регрессионной модели, определение	тест, устный опрос и зачет

корреляционного и дисперсионного анализов	весовых коэффициентов и коэффициента корреляции электротехнических устройств	коэффициента корреляции электротехнических устройств	определение весовых коэффициентов и коэффициента корреляции электротехнических устройств	весовых коэффициентов и коэффициента корреляции электротехнических устройств	
---	--	--	--	--	--

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

1. Вид текущего контроля: Устный опрос

Вопросы для устного опроса на учебных занятиях семинарского типа

Тема № 1, 2. Введение. Теоретические основы эксперимента

Вопросы для устного опроса на учебных занятиях семинарского типа

1. История становления дисциплины.
2. Дать определение понятий эксперимент, опыт, объект исследования, фактор, отклик, функция отклика, план эксперимента.
3. Перечислить виды факторов в эксперименте применительно к электротехнике.
4. Перечислить виды эксперимента.
5. Операция нормирования факторов, ее назначение и формула.
6. Перечислить принципы организации эксперимента.

Тема № 3. Статистическое оценивание экспериментальных данных

Вопросы для устного опроса на учебных занятиях семинарского типа

1. Основные виды погрешностей измерений и формулы их оценки.
2. Сущность метода максимального правдоподобия.
3. Перечислить основные статистические оценки случайных величин.
4. Виды статистических критериев и область их применения.

Тема № 4. Экспертный анализ

Вопросы для устного опроса на учебных занятиях семинарского типа

1. Назначение и сущность экспертного анализа. Примеры его применения в электротехнике.
2. Сущность метода предпочтения для статистического анализа полученных экспертных оценок.

3. Сущность метода парных сравнений для статистического анализа полученных экспертных оценок.
4. Коэффициент конкордации и его назначение.

Тема № 5. Регрессионный анализ

Вопросы для устного опроса на учебных занятиях семинарского типа

1. Назначение и сущность регрессионного анализа. Примеры применения анализа в электротехнике.
2. Точечные оценки параметров регрессионной модели.
3. Проверка эксперимента на воспроизводимость.
4. Оценка значимости коэффициентов регрессионной модели.
5. Проверка регрессионной модели на адекватность.
6. Критерии оптимальности планов регрессионного анализа.

Тема № 6, 7, 8. Дисперсионный анализ. Корреляционный анализ. Факторный и компонентный анализ.

Вопросы для устного опроса на учебных занятиях семинарского типа

1. Назначение и сущность дисперсионного анализа. Примеры применения анализа в электротехнике.
2. Назначение и сущность корреляционного анализа. Примеры применения анализа в электротехнике.
3. Понятие ковариации, поля корреляции, коэффициента корреляции.
4. Формула вычисления коэффициента корреляции.
5. Назначение и сущность факторного и компонентного анализов. Примеры применения этих видов анализа в электротехнике.

Тема № 9, 10, 11. Планирование регрессионных экспериментов первого порядка. Планирование регрессионных экспериментов второго порядка. Планирование отсеивающих и экстремальных экспериментов.

Вопросы для устного опроса на учебных занятиях семинарского типа

1. Особенности планирования регрессионных экспериментов первого порядка.
2. Полный факторный эксперимент.
3. Дробный факторный эксперимент.
4. Виды планов второго порядка при планировании регрессионных экспериментов.
5. Сущность ортогонального центрального композиционного планирования.
6. Сущность ротатабельного центрального композиционного планирования.

7. Особенности построения композиционных *B*-планов.
8. Сущность и назначение метода случайного баланса.
9. Классификация и практическая реализация поисковых методов оптимизации в электротехнике.

Критерии оценивания:

- полнота и правильность ответа;
- степень осознанности, понимания изученного;
- языковое оформление ответа.

Показатели и шкала оценивания:

Шкала оценивания	Показатели
зачтено	– свободное владение материалом; – обучающийся дает правильное определение основных понятий
не зачтено	– обучающийся обнаруживает незнание большей части изучаемого материала и допускает большое количество существенных ошибок в формулировках определений; – беспорядочно и неуверенно излагает материал

2. Вид текущего контроля – тестовое задание

Примерный перечень вопросов:

1. По результатам наблюдений получена выборка, подчиняющаяся нормальному закону распределения:

5 2 4 6 3 4.

Требуется определить точечные оценки математического ожидания и дисперсии.

2. Определить нормированное значение фактора (сопротивление резистора), если его текущее значение равно 16 кОм, минимальное значение – 10 кОм, а максимальное значение – 20 кОм.

3. Записать информационную матрицу Фишера, если регрессионная модель имеет вид:

$Y = 3 - 2X$, а число опытов $N=2$ (X_1 и X_2 - значения фактора X , соответственно в первом и во втором опытах).

4. Построить регрессионную модель для заданной матрицы планирования.

Номер опыта	X_1	X_2	отклик		
1	+	+	4	3	5
2	+	-	2	2	2
3	-	+	7	8	9

4	-	-	-4	-2	0
---	---	---	----	----	---

5. определить дисперсию воспроизводимости для заданной матрицы планирования.

6. Определить значимость коэффициентов регрессионной модели, полученной на основе проведения полного факторного эксперимента и записать упрощенную модель, если:

число повторных опытов $m = 3$; табличное значение $t_{кр}$, оценки дисперсий во всех опытах получились равными 12, а регрессионная модель имеет вид:

$$Y = -0,7 + 1,6X_1 - 0,4 X_2 - 6X_1X_2 .$$

7. Привести численные значения всех базисных функций для любой одной звездной точки ОЦКП (ортогонального центрального композиционного плана) при $n = 2$.

8. Привести два любых примера двух случайных величин, имеющих статистическую связь.

Для заданного поля корреляции рассчитать коэффициент корреляции и оценить его значимость, если табличное (критическое) значение равно 2.

9. Четыре эксперта определили значимость четырех показателей качества Y_1 , Y_2 , Y_3 , Y_4 , для двух вариантов S_1 и S_2 . Итоги экспертизы приведены на рисунке. Для какого варианта решения S_1 или S_2 степень совпадения мнений экспертов оказалась выше? Ответ обосновать.

Показатели и шкала оценивания:

Шкала оценивания	Показатели
отлично	90 и более баллов
хорошо	75 – 90 балла
удовлетворительно	40 – 75 балла
неудовлетворительно	менее 40 баллов

2. Вид текущего контроля: практическая работа

Задания для практических работ представлены в сборнике задач для практических занятий по дисциплине «Планирование эксперимента в электротехнике» для направления подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» (<http://www.edu.kfgumrf.ru>).

Критерии оценивания:

- полнота и правильность ответа;
- степень осознанности, понимания изученного;
- языковое оформление ответа.

Показатели и шкала оценивания:

Шкала оценивания	Крите
зачтен о	– работа выполнена без ошибок; – свободное владение материалом; – обучающийся дает правильное определение основных понятий
не зачтено	– обучающийся обнаруживает незнание большей части изучаемого материала и допускает большое количество существенных ошибок в формулировках определений; – беспорядочно и неуверенно излагает материал

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1. Вид промежуточной аттестации – устный зачет

Перечень вопросов к зачету:

- 1) Перечислить основные понятия, используемые в дисциплине и дать их определения.
- 2) Операция нормирования факторов, ее назначение и формула.
- 3) Перечислить принципы организации эксперимента.
- 4) Основные виды погрешностей измерений и формулы их оценки.
- 5) Сущность метода максимального правдоподобия.
- 6) Перечислить основные статистические оценки случайных величин.
- 7) Виды статистических критериев и область их применения.
- 8) Назначение и сущность экспертного анализа. Примеры его применения в электротехнике.
- 9) Методы статистического анализа экспертных оценок.
- 10). Назначение и сущность регрессионного анализа. Привести примеры применения анализа в электротехнике.
- 11) Проверка эксперимента на воспроизводимость.
- 12) Оценка значимости коэффициентов регрессионной модели.
- 13) Проверка регрессионной модели на адекватность.
- 14) Критерии оптимальности планов регрессионного анализа.
- 15) Назначение и сущность дисперсионного анализа. анализа. Привести примеры применения анализа в электротехнике.
- 16) Назначение и сущность корреляционного анализа. Привести примеры применения анализа в электротехнике.
- 17) Понятие ковариации, поля корреляции, коэффициента корреляции.
- 18) Формула вычисления коэффициента корреляции.
- 19) Назначение и сущность факторного и компонентного анализов. Привести примеры применения этих видов анализа в электротехнике.
- 20) Особенности планирования регрессионных экспериментов первого

порядка.

21) Полный факторный эксперимент.

22) Дробный факторный эксперимент.

23) Виды планов второго порядка при планировании регрессионных экспериментов.

24) Сущность ортогонального центрального композиционного планирования.

25) Сущность ротatableльного центрального композиционного планирования.

26) Особенности построения композиционных *B*-планов.

27). Сущность и назначение метода случайного баланса.

28) Классификация и практическая реализация поисковых методов оптимизации в электротехнике.

Критерии оценивания:

- полнота и правильность ответа;
- степень осознанности, понимания изученного;
- языковое оформление ответа.

Показатели и шкала оценивания:

Шкала оценивания	Показатели
зачет	<ul style="list-style-type: none">– обучающийся обнаруживает знание и понимание основных положений данной темы, при этом допускается:– излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке правил;– не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры;– излагает материал непоследовательно и допускает ошибки в языковом оформлении излагаемого
не зачет	<ul style="list-style-type: none">– обучающийся обнаруживает незнание большей части соответствующего вопроса, допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал

2. Вид промежуточной аттестации: зачёт (тестирование)

Перечень тестовых заданий для промежуточной аттестации

Время проведения теста: 45 минут

ВАРИАНТ 1

1. Пассивным называется эксперимент, при котором...
 - а) факторы, влияние которых на отклик изучается в эксперименте, целенаправленно изменяются исследователем в соответствии с планом эксперимента;
 - б) факторы, влияние которых на отклик изучается в эксперименте, могут изменяться помимо воли исследователя;
 - в) значения факторов меняются незначительно в соответствии с намеченным планом проведения эксперимента.

2. План, у которого дисперсия предсказания отклика по уравнению регрессии, полученному с помощью этого плана, постоянна на фиксированном расстоянии от центра эксперимента, называется
 - а) ротатабельным;
 - б) униформным;
 - в) композиционным;
 - г) насыщенным.

3. Нормирование факторов означает ...
 - а) переход к единичным значениям по каждому фактору;
 - б) ограничение числа факторов, входящих в регрессионную модель;
 - в) перевод факторов к безразмерной шкале;
 - г) задание границ изменения каждого фактора.

4. Полным факторным экспериментом называется эксперимент, реализующий все возможные неповторяющиеся комбинации уровней факторов, каждый из которых варьируют ...
 - а) на трёх уровнях;
 - б) 2^n раз, где n – число факторов;
 - в) на двух уровнях;
 - г) n раз, где n – число факторов.

5. При дробном факторном эксперименте переменные, отобранные для возможного включения в математическую модель, называются ...
 - а) генерирующим соотношением;
 - б) ведущими переменными;

- в) выходными переменными;
- г) существенными переменными.

6. Установить порядок обработки экспериментальных данных, полученных с помощью планов первого порядка (расставить номера этапов в порядке их реализации):

№ этапа	Действие, выполняемое на этапе
	Проверка значимости коэффициентов регрессии
	Вычисление оценок коэффициентов регрессии
	Проверка адекватности уравнения регрессии
	Проверка воспроизводимости эксперимента

7. Для проверки воспроизводимости эксперимента применяется критерий

...

- а) Кохрена;
- б) Гаусса;
- в) Фишера;
- г) Стьюдента.

8. Планы второго порядка предназначены ...

- а) для усложнения функции отклика;
- б) для повторной проверки полученной регрессионной модели на адекватность;
- в) для получения регрессионных моделей в виде многочлена второй степени;
- г) для упрощения математической модели.

9. К планам второго порядка относятся:

- а) ортогональные центрально-композиционные планы;
- б) однофакторный эксперимент;
- в) В-планы;
- г) полный факторный эксперимент.

10. К составным частям любого центрально-композиционного плана относятся:

- а) свободные точки;
- б) точки ядра плана;
- в) центральные точки;
- г) «звёздные» точки.

ВАРИАНТ № 2

1. Активным называется эксперимент, при котором...
 - а) факторы, влияние которых на отклик изучается в эксперименте, целенаправленно изменяются исследователем в соответствии с планом эксперимента;
 - б) факторы, влияние которых на отклик изучается в эксперименте, могут изменяться помимо воли исследователя;
 - в) значения факторов меняются незначительно в соответствии с намеченным планом проведения эксперимента.

2. План, у которого в некоторой области факторного пространства дисперсия предсказания отклика практически постоянна, называется
 - а) ротатабельным;
 - б) равномерным;
 - в) композиционным;
 - г) насыщенным.

3. Нормирование факторов означает ...
 - а) перевод факторов к безразмерной шкале;
 - б) ограничение числа факторов, входящих в регрессионную модель;
 - в) переход к единичным значениям по каждому фактору;
 - г) задание границ изменения каждого фактора.

4. Полным факторным экспериментом называется эксперимент, реализующий все возможные неповторяющиеся комбинации уровней факторов, каждый из которых варьируют ...
 - а) на трёх уровнях;
 - б) 2^n раз, где n – число факторов;
 - в) на двух уровнях;
 - г) n раз, где n – число факторов.

5. При дробном факторном эксперименте переменные, отобранные для возможного включения в математическую модель, называются ...
 - а) генерирующим соотношением;
 - б) ведущими переменными;
 - в) выходными переменными;
 - г) существенными переменными.

6. Установить порядок обработки экспериментальных данных, полученных с помощью планов первого порядка (расставить номера этапов в порядке их реализации):

№ этапа	Действие, выполняемое на этапе
	Проверка адекватности уравнения регрессии
	Проверка значимости коэффициентов регрессии
	Вычисление оценок коэффициентов регрессии
	Проверка воспроизводимости эксперимента

7. Для проверки значимости коэффициентов регрессии применяется критерий ...
- а) Кохрена;
 - б) Гаусса;
 - в) Фишера;
 - г) Стьюдента.
8. Планы второго порядка предназначены ...
- а) для усложнения функции отклика;
 - б) для повторной проверки полученной регрессионной модели на адекватность;
 - в) для получения регрессионных моделей в виде многочлена второй степени;
 - г) для упрощения математической модели.
9. К планам второго порядка относятся:
- а) ортогональные центрально-композиционные планы;
 - б) однофакторный эксперимент;
 - в) В-планы;
 - г) полный факторный эксперимент.
10. К составным частям композиционных В-планов относятся:
- а) свободные точки;
 - б) точки ядра плана;
 - в) центральные точки;
 - г) «звёздные» точки.

Таблица. Ключи верных ответов

Номер вопроса	Вариант	
	1	2

1.	Б	А
2.	А	Б
3.	В	А
4.	В	В
5.	Г	Г
6.	3-2-4-1	4-3-2-1
7.	А	Г
8.	В	В
9.	А, В	А, В
10.	Б, В, Г	Б, Г

Пример расчетного задания для зачёта

Необходимо составить математическую модель, показывающую зависимость параметра Y от трех факторов: A , B и C . Область действия факторов ограничена значениями: $A_{min}=10$, $A_{max}=30$, $B_{min}=50$, $B_{max}=60$, $C_{min}=100$, $C_{max}=200$.

1) В качестве плана проведения эксперимента выбрать полный факторный эксперимент. По данным области действия найти уровни варьирования факторов. Составить матрицу планирования.

2) В результате проведения эксперимента были получены следующие результаты:

Номер опыта, k	Матрица планирования			Функция отклика		
	X_1	X_2	X_3	Y_{k1}	Y_{k2}	Y_{k3}
1	+1	+1	+1	11,0	11,2	10,8
2	-1	+1	+1	5,1	4,8	5,1
3	+1	-1	+1	6,8	7,0	7,2
4	-1	-1	+1	1,1	1,0	1,2
5	+1	+1	-1	9,0	9,2	9,4
6	-1	+1	-1	11,1	11,0	10,9
7	+1	-1	-1	5,0	4,8	5,2
8	-1	-1	-1	7,1	6,9	7,3

- 3) Дополнить таблицу базисных функций необходимыми столбцами, вычислить значения \bar{Y}_k .
- 4) Проверить эксперимент на воспроизводимость с помощью критерия Кохрена.
- 5) Вычислить оценки коэффициентов регрессии и проверить значимость этих коэффициентов с помощью критерия Стьюдента при уровне значимости 0,05.
- 6) Проверить адекватность регрессионной модели с помощью критерия Фишера.

Критерии и шкала оценивания выполнения тестовых заданий

Для перевода баллов в оценку применяется универсальная шкала оценки образовательных достижений.

Если обучающийся набирает от 90 до 100% от максимально возможной суммы баллов - выставляется оценка «отлично»;
от 80 до 89% - оценка «хорошо»,
от 60 до 79% - оценка «удовлетворительно»,
менее 60% - оценка «неудовлетворительно».