

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»

Направление подготовки/специальность: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Наименование образовательной программы: Электроэнергетика и электротехника

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
СТАТИСТИКА В ЗАДАЧАХ ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКОГО
ЭКСПЕРИМЕНТА

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.09.07.02
Трудоемкость в зачетных единицах:	8 семестр - 2;
Часов (всего) по учебному плану:	72 часа
Лекции	8 семестр - 14 часов;
Практические занятия	8 семестр - 14 часов;
Лабораторные работы	8 семестр - 14 часов;
Консультации	проводится в рамках часов аудиторных занятий
Самостоятельная работа	8 семестр - 29,7 часа;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая: Контрольная работа Расчетно-графическая работа	
Промежуточная аттестация:	
Зачет с оценкой	8 семестр - 0,3 часа;

Москва 2023

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Белогловский А.А.
	Идентификатор	R86421057-BeloglovskyAA-22f7da6

А.А.
Белогловский

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Тульский В.Н.
	Идентификатор	R292b173d-TulskyVN-7e812984

В.Н. Тульский

Заведующий выпускающей
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Тульский В.Н.
	Идентификатор	R292b173d-TulskyVN-7e812984

В.Н. Тульский

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: состоит в изучении научно обоснованных методов обработки статистической информации, полученной в результате электрофизических экспериментов и испытаний или собранной в процессе производства, эксплуатации оборудования.

Задачи дисциплины

- объяснение стохастической природы сведений, получаемых как при специально организованном научном исследовании, так и при наблюдении за явлением или оборудованием;
- ознакомление с основными методами организации статистического исследования;
- освоение основных методов обработки собранных статистических данных: расчет числовых характеристик, подбор законов распределения, проверка по критериям согласия;
- приобретение навыков построения регрессионных моделей, позволяющих выявить основные влияющие на явление факторы и построить модели, с помощью которых можно прогнозировать скорость развития процессов (например, старения).

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ПК-3 Способен участвовать в научно-исследовательской деятельности в области электроэнергетики	ИД-3ПК-3 Составляет отчеты и представляет результаты выполненной работы	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none">- современные методы обработки и анализа статистического материала, выявления взаимосвязей и построение прогнозов;- основные этапы статистического исследования, организационные формы, виды и способы статистического наблюдения, программно–методологические вопросы наблюдения;- основные источники научно-технической информации по методикам обработки результатов испытаний оборудования высокого напряжения;- основные понятия теории вероятностей и статистики. <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none">- выполнять подбор теоретического закона распределения, описывающего экспериментальные данные с оценкой его достоверности с помощью критериев согласия;- выполнять статистический анализ данных исследования путем точечного и интервального оценивание основных характеристик;- применять статистические методы выявления наличия связи, ее характера, направления и методы корреляционно-регрессионного анализа к исследуемым процессам с целью дальнейшего

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
		прогнозирования их развития; - систематизировать первичные данные, получать сводные характеристики объекта исследования; - представлять различные варианты графического изображения статистического материала.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Электроэнергетика и электротехника (далее – ОПОП), направления подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Базируется на уровне среднего общего образования.

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единицы, 72 часа.

№ п/п	Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы										Содержание самостоятельной работы/ методические указания
				Контактная работа						СР				
				Лек	Лаб	Пр	Консультация		ИКР		ПА	Работа в семестре	Подготовка к аттестации /контроль	
КПР	ГК	ИККП	ТК											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Основные понятия теории вероятностей и теоремы	8	8	2	2	2	-	-	-	-	-	2	-	<p><u>Подготовка к контрольной работе:</u> Подготовка к контрольной работе №1</p> <p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Подготовка к практическим занятиям по теме "Основные понятия теории вероятностей и теоремы"</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], 5-19</p>
1.1	Основные понятия теории вероятностей и теоремы	8		2	2	2	-	-	-	-	-	2	-	
2	Случайные величины и законы распределения	8		2	2	2	-	-	-	-	-	2	-	
2.1	Случайные величины и законы распределения	8		2	2	2	-	-	-	-	-	2	-	
3	Задачи математической статистики и первичная обработка экспериментальных данных	8		2	2	2	-	-	-	-	-	2	-	
3.1	Задачи математической статистики и первичная обработка	8		2	2	2	-	-	-	-	-	2	-	
														<p><u>Подготовка к контрольной работе:</u> Подготовка к контрольной работе №2</p> <p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Подготовка к практическим занятиям по теме "Задачи математической статистики и первичная обработка экспериментальных данных"</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], 25-38</p>

	экспериментальных данных												
4	Точечные и интервальные оценки параметров распределения	11	3	3	3	-	-	-	-	-	2	-	<u>Подготовка к контрольной работе:</u> Подготовка к контрольной работе №2 <u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Подготовка к практическим занятиям по теме "Точечные и интервальные оценки параметров распределения " <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], 25-38
4.1	Точечные и интервальные оценки параметров распределения	11	3	3	3	-	-	-	-	-	2	-	<u>Подготовка расчетных заданий:</u> Подготовка расчетных заданий <u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Подготовка к практическим занятиям по теме "Статистическая проверка гипотез " <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], с 40-64 [2], 42-51
5	Статистическая проверка гипотез	11	3	3	3	-	-	-	-	-	2	-	<u>Подготовка расчетных заданий:</u> Подготовка расчетных заданий <u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Подготовка к практическим занятиям по теме "Корреляционный и регрессионный анализ " <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], 51-59
5.1	Статистическая проверка гипотез	11	3	3	3	-	-	-	-	-	2	-	
6	Корреляционный и регрессионный анализ	8	2	2	2	-	-	-	-	-	2	-	
6.1	Корреляционный и регрессионный анализ	8	2	2	2	-	-	-	-	-	2	-	
	Зачет с оценкой	18.0	-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	17.7	
	Всего за семестр	72.0	14	14	14	-	-	-	-	0.3	12	17.7	
	Итого за семестр	72.0	14	14	14	-	-	-	-	0.3	29.7		

Примечание: Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПП – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

3.2 Краткое содержание разделов

1. Основные понятия теории вероятностей и теоремы

1.1. Основные понятия теории вероятностей и теоремы

Основные понятия: случайное явление (процесс), испытания, события, вероятность события. Непосредственный расчет вероятности. Полная группа событий, события совместные и несовместные, зависимые и независимые, схема случаев. Алгебра событий, теоремы сложения и умножения вероятностей и их следствия. Формула полной вероятности, теорема гипотез (формула Байеса). Многократные испытания, формула Бернулли. Примеры использования основных теорем теории вероятностей на примерах задач, связанных с экспериментальными исследованиями, испытаниями или эксплуатацией энергетического оборудования..

2. Случайные величины и законы распределения

2.1. Случайные величины и законы распределения

Случайные величины – дискретные и непрерывные. Их вероятностные и числовые характеристики. Распределение функции случайного аргумента. Основные законы распределения непрерывных и дискретных случайных величин, числовые характеристики и области их применения. Законы распределения непрерывных случайных величин: равномерной плотности, экспоненциальный и нормальный; дискретных величин: биномиальный закон, нормальное приближение к биномиальному и распределение Пуассона. Композиция законов распределения, усеченные распределения. Предельные теоремы теории вероятностей: закон больших чисел и центральная предельная теорема (теорема Ляпунова, теорема Муавра-Лапласа). Примеры задач с использованием основных законов в вопросах специальности..

3. Задачи математической статистики и первичная обработка экспериментальных данных

3.1. Задачи математической статистики и первичная обработка экспериментальных данных

Задачи математической статистики. Статистическое исследование, основные этапы статистического исследования. Статистическое наблюдение. Основные организационные формы, виды и способы статистического наблюдения. Программно–методологические вопросы наблюдения. Организационные вопросы и вопросы точности наблюдения. Понятия выборочного наблюдения, генеральной и выборочной совокупности. Основные принципы образования выборочной совокупности: собственно-случайная (простая случайная) выборка, механическая (систематическая) выборка, типическая и серийная. Повторный и бесповторный отбор. Метод группировки и его место в системе статистических методов. Виды статистических группировок. Принципы построения статистических группировок: определение числа групп и интервалов группировки, особенности построения группировок по атрибутивным и количественным признакам. Вторичная группировка. Ряды распределения: вариационный ряд, дискретные и интервальные статистические ряды. Графическое представление статистических рядов распределения: полигон, гистограмма, огива и кумулята распределения..

4. Точечные и интервальные оценки параметров распределения

4.1. Точечные и интервальные оценки параметров распределения

Показатели вариации и анализ частотных распределений. Понятия распределения признака и эмпирической функции (закономерности) распределения. Основные структурные характеристики (параметры) функции распределения: частотные показатели, квантили распределения, показатели центра распределения, показатели степени вариации и формы распределения. Статистические точечные оценки параметров эмпирической функции распределения выборочной совокупности и требования к ним: несмещенность, состоятельность и эффективность оценок. Способы расчета показателей центра распределения (математического ожидания, моды и медианы) и показателей вариации (вариационный размах, среднее линейное отклонение, дисперсия и среднее квадратическое отклонение, коэффициент вариации). Оценка показателей формы функции распределения: асимметрии и эксцесса. Оценки основных точечных показателей для нормального, экспоненциального и равновероятного законов распределения. Интервальное оценивание. Понятие доверительного интервала. Понятие большой и малой выборок. Построение доверительных интервалов оценок математического ожидания, дисперсии, частоты появления событий для асимптотически нормальных (большая) и малой выборок. Определение объема экспериментов необходимого для обеспечения заданной точности и надежности оценок числовых характеристик. Правило «трех сигм»..

5. Статистическая проверка гипотез

5.1. Статистическая проверка гипотез

Проверка статистических гипотез о законе распределения. Общие понятия: мера расхождения, критерий согласия, доверительная вероятность, уровень значимости, доверительная граница. вероятности ошибок I и II рода. Проверка гипотез для двух независимых выборок, сравнение средних значений и дисперсий двух выборок. Критерий согласия Колмогорова и Романовского. Теорема Пирсона и критерий согласия «хи-квадрат»..

6. Корреляционный и регрессионный анализ

6.1. Корреляционный и регрессионный анализ

Функциональная, статистическая и корреляционная зависимости. Система двух случайных величин. Вероятностные характеристики системы: безусловные и условные функции и плотности распределения, и их свойства. Числовые характеристики системы двух случайных величин: полные и условные математические ожидания и дисперсии, момент корреляции (ковариации), коэффициент корреляции. Статистический анализ системы двух случайных величин, вычисление оценок полных и условных числовых характеристик. Анализ корреляционной связи и построение линии регрессии. Проверка адекватности модели одномерной линейной регрессии. Сглаживание экспериментальных данных методом наименьших квадратов..

3.3. Темы практических занятий

1. Случайные величины и законы распределения;
2. Корреляционный и регрессионный анализ;
3. Статистическая проверка гипотез;
4. Точечные и интервальные оценки параметров распределения;
5. Задачи математической статистики и первичная обработка экспериментальных данных;
6. Основные понятия теории вероятностей и теоремы.

3.4. Темы лабораторных работ

1. Задачи математической статистики и первичная обработка экспериментальных данных;
2. Точечные и интервальные оценки параметров распределения.

3.5 Консультации

Текущий контроль (ТК)

1. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Основные понятия теории вероятностей и теоремы "
2. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Случайные величины и законы распределения "
3. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Задачи математической статистики и первичная обработка экспериментальных данных"
4. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Точечные и интервальные оценки параметров распределения"
5. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Статистическая проверка гипотез"
6. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Корреляционный и регрессионный анализ"

3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ

Курсовой проект/ работа не предусмотрены

3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)						Оценочное средство (тип и наименование)
		1	2	3	4	5	6	
Знать:								
основные понятия теории вероятностей и статистики	ИД-3ПК-3	+						Контрольная работа/Контрольная работа №1
основные источники научно-технической информации по методикам обработки результатов испытаний оборудования высокого напряжения	ИД-3ПК-3		+		+			Контрольная работа/Контрольная работа №1
основные этапы статистического исследования, организационные формы, виды и способы статистического наблюдения, программно–методологические вопросы наблюдения	ИД-3ПК-3			+				Контрольная работа/Контрольная работа №2
современные методы обработки и анализа статистического материала, выявления взаимосвязей и построение прогнозов	ИД-3ПК-3					+		Контрольная работа/Контрольная работа №2
Уметь:								
представлять различные варианты графического изображения статистического материала	ИД-3ПК-3	+						Расчетно-графическая работа/Расчетное задание
систематизировать первичные данные, получать сводные характеристики объекта исследования	ИД-3ПК-3			+				Расчетно-графическая работа/Расчетное задание
применять статистические методы выявления наличия связи, ее характера, направления и методы корреляционно-регрессионного анализа к исследуемым процессам с целью дальнейшего прогнозирования их развития	ИД-3ПК-3					+		Расчетно-графическая работа/Расчетное задание
выполнять статистический анализ данных исследования путем точечного и интервального оценивание основных характеристик	ИД-3ПК-3						+	Расчетно-графическая работа/Расчетное задание
выполнять подбор теоретического закона распределения, описывающего экспериментальные данные с оценкой его достоверности с помощью критериев согласия	ИД-3ПК-3						+	Расчетно-графическая работа/Расчетное задание

4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)

4.1. Текущий контроль успеваемости

8 семестр

Форма реализации: Письменная работа

1. Контрольная работа №1 (Контрольная работа)
2. Контрольная работа №2 (Контрольная работа)
3. Расчетное задание (Расчетно-графическая работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Зачет с оценкой (Семестр №8)

Используется только промежуточная аттестация

В диплом выставляется оценка за 8 семестр.

Примечание: Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Разевиг, Д. В. Методы теории вероятностей в технике высоких напряжений / Д. В. Разевиг ; Ред. М. А. Аронов, В. Д. Разевиг ; Моск. энерг. ин-т (МЭИ) . – М . – 1975 . – 263 с.;
2. Алексеев А. Б., Кабардов М. М., Филиппова А. Ф.- "Теория вероятностей. Элементы математической статистики", Издательство: "СПбГУТ им. М.А. Бонч-Бруевича", Санкт-Петербург, 2020 - (62 с.)
<https://e.lanbook.com/book/181520>.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. Office / Российский пакет офисных программ;
2. Windows / Операционная система семейства Linux;
3. Видеоконференции (Майнд, Сберджаз, ВК и др).

5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red
3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
4. База данных ВИНТИ online - <http://www.viniti.ru/>
5. База данных журналов издательства Elsevier - <https://www.sciencedirect.com/>
6. Электронные ресурсы издательства Springer - <https://link.springer.com/>
7. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
8. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
9. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>

10. ЭБС "Консультант студента" - <http://www.studentlibrary.ru/>
11. Журналы American Chemical Society - <https://www.acs.org/content/acs/en.html>
12. Журналы American Institute of Physics - <https://www.scitation.org/>
13. Журналы American Physical Society - <https://journals.aps.org/about>
14. База данных издательства Annual Reviews Science Collection - <https://www.annualreviews.org/>
15. База данных Association for Computing Machinery Digital Library - <https://dl.acm.org/about/content>
16. Журналы издательства Cambridge University Press - <https://www.cambridge.org/core>
17. База данных IEL издательства IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.) - <https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp?reload=true>
18. База данных Computers & Applied Sciences Complete (CASC) - <http://search.ebscohost.com>
19. База данных INSPEC на платформе компании EBSCO Publishing - <http://search.ebscohost.com>
20. Журналы Institute of Physics (IOP), Великобритания - <https://iopscience.iop.org/>
21. Журналы научного общества Optical Society of America (OSA) - <https://www.osapublishing.org/about.cfm>
22. Патентная база Orbit Intelligence компании Questel - <https://www.orbit.com/>
23. Журналы издательства Oxford University Press - <https://academic.oup.com/journals/>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Д-213, Учебная аудитория	парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Д-213, Учебная аудитория	парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	Д-4, Компьютерный класс каф. "ТЭВН"	стол компьютерный, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная передвижная, компьютер персональный, принтер
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Д-213, Учебная аудитория	парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-201, Компьютерный читальный зал	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	Д-213, Учебная аудитория	парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Д-12, Кладовая	стеллаж, стол, стул

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Статистика в задачах электрофизического эксперимента

(название дисциплины)

8 семестр**Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:**

КМ-1 Контрольная работа №1 (Контрольная работа)

КМ-2 Контрольная работа №2 (Контрольная работа)

КМ-3 Расчетное задание (Расчетно-графическая работа)

Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3
		Неделя КМ:	4	10	14
1	Основные понятия теории вероятностей и теоремы				
1.1	Основные понятия теории вероятностей и теоремы		+		+
2	Случайные величины и законы распределения				
2.1	Случайные величины и законы распределения		+		
3	Задачи математической статистики и первичная обработка экспериментальных данных				
3.1	Задачи математической статистики и первичная обработка экспериментальных данных			+	+
4	Точечные и интервальные оценки параметров распределения				
4.1	Точечные и интервальные оценки параметров распределения		+		
5	Статистическая проверка гипотез				
5.1	Статистическая проверка гипотез			+	+
6	Корреляционный и регрессионный анализ				
6.1	Корреляционный и регрессионный анализ				+
Вес КМ, %:			25	25	50