

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
Директор Инженерной школы энергетики

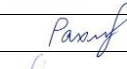
А.С. Матвеев
«30» июня 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2020 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

НАДЕЖНОСТЬ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

Направление подготовки/ специальность	13.04.02 Электроэнергетика и электротехника		
Образовательная программа (направленность (профиль))	Электроснабжение и альтернативная энергетика		
Специализация	Возобновляемая энергетика		
Уровень образования	высшее образование - магистратура		
Курс	1	семестр	1
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	3		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции		16
	Практические занятия		16
	Лабораторные занятия		16
	ВСЕГО		48
Самостоятельная работа, ч			60
в том числе отдельные виды самостоятельной работы с выделенной промежуточной аттестацией			Курсовой проект
ИТОГО, ч			108

Вид промежуточной аттестации	ЭКЗАМЕН Диф. зачет.	Обеспечивающее подразделение	ОЭЭ
---------------------------------	--------------------------------	---------------------------------	------------

И.о. заведующего кафедрой - руководителя отделения на правах кафедры Руководитель ООП Преподаватель		Ивашутенко А.С.
		Рахматуллин И.А.
		Сайгаш А.С.

2020 г.

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины является формирование у обучающихся определенного ООП (п. 5.4 Общей характеристики ООП) состава компетенций для подготовки к профессиональной деятельности.

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
ОПК(У)-2	Способен применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы	И.ОПК(У)-2.1	Выбирает необходимый метод исследования для решения поставленной задачи	ОПК(У)-2.1В1	Владеет опытом применения методов решения научных и технических проблем
				ОПК(У)-2.1У1	Умеет применять методы решения научных и технических проблем
				ОПК(У)-2.1З1	Знает методы решения научных и технических проблем
		И.ОПК(У)-2.2	Проводит анализ полученных результатов	ОПК(У)-2.2В1	Владеет опытом анализа полученных результатов
				ОПК(У)-2.2У1	Умеет выбирать и применять необходимые методы анализа
				ОПК(У)-2.2З1	Знает методы анализа результатов научного исследования
		И.ОПК(У)-2.3	Представляет результаты выполненной работы	ОПК(У)-2.3В1	Владеет опытом публичной презентации выполненной работы
				ОПК(У)-2.3У1	Умеет грамотно представить результаты своего научного исследования
				ОПК(У)-2.3З1	Знает современные технологии представления результатов научного исследования

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП

Дисциплина относится к базовой части Блока 1 учебного плана образовательной программы

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

После успешного освоения дисциплины будут сформированы результаты обучения:

Планируемые результаты обучения по дисциплине		Индикатор достижения компетенции
Код	Наименование	
РД 1	Использует методы математической статистики для оценки параметров надежности элементов систем электроснабжения	И.ОПК(У)-2.1
РД 2	Применять знания при построении рациональных по надежности схем электроснабжения	И.ОПК(У)-2.2
РД 3	Собирать, обобщать, обрабатывать и использовать статистический материал для организации надежных схем электроснабжения	И.ОПК(У)-2.3

Оценочные мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации представлены в календарном рейтинг-плане дисциплины.

4. Структура и содержание дисциплины

Основные виды учебной деятельности

Разделы дисциплины	Формируемый результат обучения по дисциплине	Виды учебной деятельности	Объем времени, ч.
раздел 1. Общие вопросы дисциплины. Задачи и исходные положения оценки надежности	РД1	Лекции	1
		Практические занятия	4
		Лабораторные работы	2
		Самостоятельная работа	10
раздел 2. Факторы, нарушающие надежность системы электроснабжения и их математические описания	РД1	Лекции	2
		Практические занятия	4
		Лабораторные работы	4
		Самостоятельная работа	10
раздел 3. Случайные величины в системах электроснабжения и законы их распределения	РД2	Лекции	1
		Практические занятия	2
		Лабораторные работы	6
		Самостоятельная работа	10
раздел 4. Числовые характеристики функционирования систем электроснабжения	РД2	Лекции	2
		Практические занятия	2
		Самостоятельная работа	10
раздел 5. Математические модели и их количественные описания	РД2	Лекции	1
		Практические занятия	2
		Лабораторные работы	4
		Самостоятельная работа	10
раздел 6. Математические модели и количественные расчеты надежности систем электроснабжения	РД3	Лекции	1
		Практические занятия	2
		Самостоятельная работа	10

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Общие вопросы дисциплины. Задачи и исходные положения оценки надежности

Предмет, цели и задачи дисциплины. Техническая и математическая постановка задачи. Области приложения вероятностных методов расчета в электроснабжении. Основные понятия и определения. Классификация случайных событий в задачах электроснабжения. Зависимые и независимые, совместные и несовместные события.

Темы практических занятий:

1. Определение вероятностей элементарных событий.
2. Определение вероятностей сложных событий

Лабораторные работы: Составление глоссария по теме «Энергосбережение».

Раздел 2. Факторы, нарушающие надежность системы электроснабжения и их математические описания

1. Модели отказов элементов систем электроснабжения

Внезапные и постепенные отказы элементов. Формирование модели внезапных отказов. Формирование модели постепенных отказов. Причины повреждений основных элементов электрических сетей. Случайные события как простейшая вероятностная модель.

2. Математические основы описания надежности систем электроснабжения

Основные теоремы теории вероятности в решении задач надежности электроснабжения. Основные правила определения вероятности сложных событий, их применение к задачам электроснабжения. Формула полной вероятности. Теорема гипотез.

Темы практических занятий:

1. Определение вероятностей с использованием формулы полной вероятности
2. Расчет вероятности сложных событий с использованием теоремы гипотез

Лабораторные работы: Экспериментальное исследование надежности при планировании определительных испытаний

Раздел 3. Случайные величины в системах электроснабжения и законы их распределения

Ряд распределения. Многоугольник распределения. Закон распределения случайных величин. Функция распределения непрерывной случайной величины. Свойства функции распределения. Вероятность попадания случайной величины на заданный участок по функции распределения. Плотность распределения. Кривая распределения. Вероятность попадания случайной величины на заданный участок по кривой распределения.

Темы практических занятий: Решение задач с биномиальным и равномерным распределением вероятностей событий в системах электроснабжения

Лабораторные работы: Экспериментальное исследование надежности при планировании контрольных испытаний

Раздел 4. Числовые характеристики функционирования систем электроснабжения

Характеристики положения. Математическое ожидание. Мода случайной величины. Полимодальные распределения. Медиана случайной величины. Начальные моменты случайной величины. Центральные моменты случайной величины. Дисперсия и среднее квадратическое отклонение случайной величины. Виды асимметрии распределения случайных величин. Свойства числовых характеристик случайных величин.

Темы практических занятий: Решение задач с биномиальным и равномерным распределением вероятностей событий в системах электроснабжения

Раздел 5. Математические модели и их количественные описания

5.1. Биномиальное распределение случайных величин в задачах надежности электроснабжения

Задачи, решаемые с помощью биномиального распределения. Формула Бернулли. Схема Бернулли как модель включенного, выключенного состояний элементов. Распределение вероятностей. Коэффициенты разложения бинома.

5.2. Распределение Пуассона – модель для оценки вероятности наступления определенного числа событий

Определение распределения Пуассона. Формула Пуассона. Многоугольники распределения. Числовые характеристики. Задачи, решаемые с использованием распределения Пуассона. Поток событий. Свойства пуассоновского потока событий. Задачи, решаемые в пуассоновском потоке событий.

5.3. Показательное распределение – модель оценки наработки на отказ

Определение показательного распределения. Плотность и функция распределения показательного закона. Вероятность попадания в заданный интервал показательного распределенной случайной величины. Числовые характеристики показательного распределения. Функция надежности. Показательный закон надежности.

5.4. Закон равномерного распределения вероятностей

Определение задач практики, распределяющихся по закону равномерной плотности. Функция распределения для равномерной плотности. Числовые характеристики.

5.5. Нормальный закон распределения нагрузки в системах электроснабжения

Особенность нормального закона распределения случайных величин в системах электроснабжения. Плотность вероятности распределения. Оценка воздействий числовых характеристик – математического ожидания и среднего квадратического отклонения на формул кривой распределения нормального закона. Функция распределения нормального закона. Вероятность попадания случайной величины на заданный участок. Вероятность отклонения случайной величины относительно центра рассеивания. Правило трех сигм.

Темы практических занятий:

1. Нормальное распределение в задачах надежности электроснабжения
2. Пуассоновское распределение в задачах надежности электроснабжения

Лабораторные работы: Экспериментальное исследование надежности. Определение объема и длительности наблюдения при планировании определительных испытаний

Раздел 6. Математические модели и количественные расчеты надежности систем электроснабжения

6.1. Метод расчета показателей надежности схем электроснабжения по средним значениям вероятностей состояния элементов

Понятие «элемент» и «система» в расчетах надежности. Средние вероятности состояния элемента. Использование статистических данных состояния элементов. Вероятности отказового и безотказового состояния схем с последовательным соединением элементов. Вероятности отказового и безотказового состояния схем с параллельным соединением элементов.

6.2. Метод анализа вероятностей состояний системы и метод с использованием формулы полной вероятности

Определение показателей надежности различных состояний системы с учетом логики функционирования сети. Преимущества метода анализа вероятностей состояний. Область применения и последовательность расчетов.

Интерпретация формулы полной вероятности для определения надежной работы схемы. Область ее приложения. Теорема разложения на множители как средство практического применения формулы полной вероятности в расчетах надежности схем электроснабжения. Расчет схемы типа «мостик». Расчет схемы типа «двойной мостик».

6.3. Методы структурного анализа сложных схем и использование их для оценки надежности

Применение методов структурного анализа для исследования схем систем электроснабжения. Определения понятий «минимальные пути» и «минимальные сечения» электрических схем. Задачи, решаемые с помощью методов минимальных путей и минимальных сечений. Минимальные пути для схемы типа «мостик». Минимальные сечения для схемы типа «мостик». Правило определения надежной работы схем по методу минимальных путей. Определение отказового состояния схем по методу минимальных сечений.

Темы практических занятий: Экспоненциальный закон надежности

Тема курсового проекта: «Расчет надежности системы электроснабжения». Выбор варианта расчетного раздела курсового проекта осуществляется в соответствии с порядковым номером студента в учебном журнале.

5. Организация самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов при изучении дисциплины (модуля) предусмотрена в следующих видах и формах:

- Работа с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по тематикам практических и лабораторных работ;
- Изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- Подготовка к практическим и лабораторным работам;
- Выполнение курсового проекта;
- Подготовка к оценивающим мероприятиям.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

Основная литература:

1. Вентцель Е.С. Теория вероятностей: учебник / Е. С. Вентцель. - 11-е изд., стер. - Москва: КноРус, 2010. - 658 с.
2. Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика: учебное пособие / В.Е. Гмурман. - 12-е изд., перераб. - Москва: Юрайт, 2010. — 479 с.
3. Гмурман В. Е. Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике : учебное пособие / В. Е. Гмурман. - 11-е изд., перераб. и доп. - Москва: Юрайт, 2011. - 405 с.
4. Н.Г. Волков, А.А. Сивков, А.С. Сайгаш. Надежность электроснабжения Учебное

пособие. Томский политехнический университет. 2-е изд., доп. – Томск: Изд-во ТПУ, 2011. 160 с.

Дополнительная литература:

1. Васильев И. Е. Надежность электроснабжения: учебное пособие для вузов / И. Е. Васильев. - Москва: Изд-во МЭИ, 2014. - 174 с
2. Гук Ю.Б. Расчеты надежности электрических сетей и систем: учебное пособие / Ю.Б. Гук, В.В. Карпов; ЛПИ. - Ленинград: Изд-во ЛПИ, 1990. - 68 с.
3. Розанов М.Н.. Управление надежностью электроэнергетических систем / М.Н. Розанов. — Новосибирск: Наука, 1991. — 207 с

6.2. Информационное и программное обеспечение

1. Сайгаш Анастасия Сергеевна. Надежность электроснабжения: электронный курс [Электронный ресурс]/ А.С. Сайгаш; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ), Инженерная школа энергетики, Отделение электроэнергетики - Доступ по логину и паролю. Схема доступа: <https://stud.lms.tpu.ru/course/view.php?id=3285>

Лицензионное программное обеспечение (в соответствии с **Перечнем лицензионного программного обеспечения ТПУ**): Microsoft Office Академическая лицензия

7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

В учебном процессе используется следующее лабораторное оборудование для практических и лабораторных занятий:

№	Наименование специальных помещений	Наименование оборудования
1. 1	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (учебная лаборатория) 634034 г. Томская область, Томск, Усова улица, д.7, учебный корпус №8, аудитория 348	Учебная аудитория: - компьютер – 1 шт., - проектор – 1 шт., - доска – 1 шт.
2.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (учебная лаборатория) 634034 г. Томская область, Томск, Усова улица, д.7, учебный корпус №8, аудитория 330	Учебная аудитория: - компьютер – 1 шт., - проектор – 1 шт., - доска – 1 шт.
3.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (компьютерный класс) 634034 г. Томская область, Томск, Усова улица, д.7, учебный корпус №8, аудитория 119	Компьютерный класс: - компьютер – 16 шт., - доска – 1 шт.

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника / профиль «Электроснабжение и альтернативная энергетика» / специализации «Возобновляемая энергетика» (приема 2020 г., очная форма обучения).

Разработчик:

Должность	Подпись	ФИО
Доцент ОЭЭ ИШЭ		А.С. Сайгаш

Программа одобрена на заседании Отделения Электроэнергетики и электротехники (протокол от «25» июня 2020 г. № 6).

И.о. заведующего кафедрой - руководителя отделения
на правах кафедры ОЭЭ ИШЭ, к.т.н.

 /Ивашутенко А.С./
подпись