

Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Оренбургский государственный университет»

Кафедра электро- и теплоэнергетики

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«Б1.Д.В.14 Техника высоких напряжений»

Уровень высшего образования

БАКАЛАВРИАТ

Направление подготовки

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
(код и наименование направления подготовки)

Электроснабжение
(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

Заочная

Год набора 2022

Рабочая программа дисциплины «Б1.Д.В.14 Техника высоких напряжений» рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

Кафедра электро- и теплоэнергетики

наименование кафедры

протокол № 5 от "22" 02 2022г.

Заведующий кафедрой

Кафедра электро- и теплоэнергетики

наименование кафедры

подпись

В.Ю. Соколов

расшифровка подписи

Исполнители:

должность

подпись

С.В. Митрофанов

расшифровка подписи

должность

подпись

расшифровка подписи

СОГЛАСОВАНО:

Председатель методической комиссии по направлению подготовки

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

код наименование

личная подпись

расшифровка подписи

Заведующий отделом комплектования научной библиотеки

личная подпись

Н.Н. Бигалиева

расшифровка подписи

Уполномоченный по качеству факультета

личная подпись

С.А. Сильвашко

расшифровка подписи

№ регистрации _____

1 Цели и задачи освоения дисциплины

Цель (цели) освоения дисциплины:

(получение знаний о методах обеспечения надежной работы изоляции электрических систем и оборудования при всех постоянно действующих на неё или кратковременно возникающих напряжениях.

Задачи:

- 1 Знание основ проектирования и эксплуатации изоляционных конструкций
- 2 Умение защитить электрооборудование от атмосферных и коммутационных перенапряжений
- 3 Знание научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по направлению исследований в области работы изоляционных конструкций в сильных электрических полях
- 4 Сбор и анализ исходных информационных данных для проектирования изделий изоляционных конструкций и технологий их изготовления.

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к обязательным дисциплинам (модулям) вариативной части блока Д «Дисциплины (модули)»

Пререквизиты дисциплины: Б1.Д.Б.12 Физика, Б1.Д.Б.13 Химия, Б1.Д.Б.14 Математика, Б1.Д.Б.16 Теоретические основы электротехники, Б1.Д.В.4 Основы электроэнергетики

Постреквизиты дисциплины: Б1.Д.В.10 Электрические станции и подстанции, Б1.Д.В.12 Релейная защита и автоматика, Б1.Д.В.15 Эксплуатационный контроль и техническая диагностика электрооборудования, Б1.Д.В.16 Электроснабжение промышленных предприятий, Б1.Д.В.17 Электромагнитная совместимость в электроэнергетике

3 Требования к результатам обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих результатов обучения

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
ПК*-1 Способен участвовать в проектировании объектов профессиональной деятельности	ПК*-1-В-4 Осуществляет сбор и анализ исходных данных для проектирования и выбора оптимального состава оборудования систем электроснабжения	Знать: методики сбора и анализа данных, состав основного силового оборудования объектов электроэнергетического комплекса Уметь: обрабатывать результаты полученных экспериментальных данных, производить подбор силового оборудования по

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
		заданным параметрам <u>Владеть:</u> навыками работы в графических редакторах, основами проектирования и выбора силового оборудования объектов электроэнергетического комплекса
ПК*-3 Способен применять методы и технические средства эксплуатационных испытаний и диагностики электроэнергетического и электротехнического оборудования	ПК*-3-В-3 Применяет математический аппарат для обработки результатов измерения, контроля и диагностики основных параметров устройств, входящих в систему электроснабжения	<u>Знать:</u> основные статистические ошибки и виды погрешностей <u>Уметь:</u> исключать математические и статистические ошибки из результатов измерения, контроля и диагностики основных параметров устройств, входящих в систему электроснабжения <u>Владеть:</u> навыками автоматизации математических расчетов в специализированных программных продуктах

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы (108 академических часов).

Вид работы	Трудоемкость, академических часов	
	5 семестр	всего
Общая трудоёмкость	108	108
Контактная работа:	10,5	10,5
Лекции (Л)	4	4
Практические занятия (ПЗ)	2	2
Лабораторные работы (ЛР)	4	4
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	0,5	0,5
Самостоятельная работа: - выполнение контрольной работы (КонтрР); - самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий); - подготовка к лабораторным занятиям;	97,5 +	97,5

Вид работы	Трудоемкость, академических часов	
	5 семестр	всего
- подготовка к практическим занятиям.		
Вид итогового контроля (дифференцированный зачет)	диф. зач.	

Разделы дисциплины, изучаемые в 5 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Конфигурация электрических полей	4	0,25			3,75
2	Ионизационные процессы в газе	4	0,25		0,5	3,25
3	Виды ионизации	8	0,25			7,75
4	Лавина электронов	4	0,25	1		2,75
5	Условие самостоятельности разряд	8	0,25			7,75
6	Образование стримера. Закон Пашена	10	0,25			9,75
7	Разряд в неоднородных полях	8	0,25			7,75
8	Эффект полярности	8	0,25			7,75
9	Барьерный эффект	8	0,25			7,75
10	Коронный разряд. Потери энергии при коронировании	10	0,25	1		8,75
11	Пробой жидких диэлектриков	10	0,25			9,75
12	Пробой твердой изоляции	8	0,25		0,5	7,25
13	Высоковольтная изоляция	8	0,5		1	6,5
14	Перенапряжения и защита от них	10	0,5		2	7,5
	Итого:	108	4	2	4	98
	Всего:	108	4	2	4	98

4.2 Содержание разделов дисциплины

№ 1 Конфигурация электрических полей

Зависимость формы электрического поля. Степень неоднородности электрического поля. Средняя напряженность поля. Максимальная напряженность поля. Коэффициенты неоднородности для однородного, слабонеоднородного и резконеоднородного полей.

№ 2 Ионизационные процессы в газе

Средняя длина свободного пробега. Направление движения заряженных частиц. Подвижность частицы в электрическом поле. Процессы возникновения и исчезновения заряженных частиц в газе. Состояние атома. Энергия возбуждения. Энергия ионизации. Коэффициент степени ионизации газа.

№ 3 Виды ионизации

Объемная и поверхностная ионизации. Ударная ионизация. Ступенчатая ионизация. Фотоионизация. Термоионизация.

№ 4 Лавина электронов

Лавина электронов. Коэффициент ударной ионизации. Подвижность ионов. Искажение электрического поля в промежутке, создаваемое лавиной. Определение числа электронов в лавине.

№ 5 Условие самостоятельности разряд

Вторичный эффективный электрон. Несамостоятельный разряд. Самостоятельный разряд. Условия возобновления. Коэффициент вторичной ионизации. Уравнение условия самостоятельности развития разряда в газовом промежутке. Образование эффективного электрона.

№ 6 Образование стримера. Закон Пашена

Вторичные лавины. Стример. Механизм развития катодного стримера. Критическое число электронов в лавине. Закон Пашена. Графическое отображение закона Пашена для воздуха.

№ 7 Разряд в неоднородных полях

Разряд в неоднородных полях с типичными промежутками с неоднородным полем: стержень–стержень, стержень–плоскость, провод–земля. Зависимость напряженности электрического поля от расстояния между электродами типа стержень–плоскость. Коронный разряд в стримерной форме.

№ 8 Эффект полярности

Образование анодного и катодного стримера. Зависимость пробивного напряжения от расстояния между электродами стержень–плоскость на импульсном напряжении.

№ 9 Барьерный эффект

Влияние распределения напряженности поля в межэлектродном промежутке при наличии барьера. Оптимальные расстояния расположения барьера. Влияние барьера на пробивное напряжение газового промежутка при положительной и отрицательной полярностях напряжения.

№ 10 Коронный разряд. Потери энергии при коронировании

Временная структура развития разряда на импульсном напряжении. Определение параметров импульса напряжения. Построение вольт-секундной характеристики изоляции по опытным данным (грозовые импульсы). ВСХ защитных разрядников и изоляции. Развитие короны при переменном напряжении. Потери энергии при коронировании.

№ 11 Пробой жидких диэлектриков

Классификация жидких диэлектриков. Важнейшие посторонние примеси в жидких диэлектриках. Факторы оказывающие существенное влияние на пробой жидких диэлектриков. Влияние влаги и микропримесей. Зависимость электрической прочности трансформаторного масла от содержания влаги. Влияние давления. Влияние температуры. Влияние времени воздействия напряжения. Влияние геометрии электродов, расстояния между ними материала и полярности на пробивное напряжение.

№ 12 Пробой твердой изоляции

Факторы, влияющие на электрическую прочность твердой изоляции. Виды пробоя твердого диэлектрика. Вольт-временная характеристика твердой изоляции. Развитие теплового пробоя в твердом диэлектрике. Частичные разряды при пробое твердого диэлектрика.

№ 13 Высоковольтная изоляция

Высоковольтные изоляторы. Изоляция высоковольтных конденсаторов. Изоляция трансформаторов. Изоляция кабелей. Профилактика изоляции.

№ 14 Перенапряжения и защита от них

Классификация перенапряжений. Внутренние перенапряжения. Грозозащита воздушных линий электропередач и подстанций. Перенапряжения при отключении ненагруженных ЛЭП и батарей конденсаторов.

4.3 Лабораторные работы

№ ЛР	№ раздела	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов
1	12	Тепловой пробой изоляции кабеля. Расчет тока, протекающего через изоляцию с локальным дефектом	0,5
2	14	Моделирование заземлителя и расчет его сопротивления	0,5
3	13	Моделирование плоского конденсатора. Расчет емкости	0,5
4	13	Моделирование сферического конденсатора. Расчет емкости	0,5
5	2	Заряженная частица в однородном электростатическом поле. Расчет траектории заряженной частицы в электрическом поле.	0,5
6	14	Плавкий предохранитель. Моделирование предохранителя и определение его времени срабатывания при токе 40 А	0,5
7	14	Ограничитель перенапряжений. Расчет тока через ограничитель перенапряжения при ударе молнии	1
		Итого:	4

4.4 Практические занятия (семинары)

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
1	4	Расчет количества электронов в лавине	1
2	10	Определение потерь на корону в ЛЭП	1
		Итого:	2

4.5 Контрольная работа (5 семестр)

Задание на контрольную работу студенты получают у преподавателя. Расчеты в работе производятся по следующим темам:

- виды ионизации;
- лавина электронов;
- условие самостоятельности разряд;
- образование стримера, закон Пашена;
- коронный разряд, потери энергии при коронировании;
- перенапряжения и защита от них.

5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1 Основная литература

5.1.1 Вазов, В. Ф. Техника высоких напряжений: Учебник / Вазов В.Ф., Лавринович В.А. - Москва : НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 256 с. (Высшее образование: Бакалавриат) ISBN 978-5-16-010565-9. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/544336> (дата обращения: 22.10.2020). – Режим доступа: по подписке.

5.1.2 Лавров, Ю. А. Техника высоких напряжений : учебное пособие / Ю. А. Лавров, Н. Ф. Петрова. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2020. - 204 с. - ISBN 978-5-7782-4196-1. - Текст :

электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1868894> (дата обращения: 16.05.2022). – Режим доступа: по подписке.

5.1.3 Веремеев, А. А. Техника высоких напряжений [Электронный ресурс] : учебное пособие для обучающихся по образовательной программе высшего образования по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника / А. А. Веремеев, С. В. Митрофанов, А. С. Сташкевич; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т", Каф. электро- и теплоэнергетики. - Электрон. текстовые дан. (1 файл: 52839 Кб). - Оренбург : ОГУ, 2018. - 124 с. - Загл. с тит. экрана. -Adobe Acrobat Reader 6.0 - ISBN 978-5-7410-2160-6.

5.2 Дополнительная литература

1 Базуткин, В. В. Техника высоких напряжений: изоляция и перенапряжения в электрических системах: учеб. для вузов / В. В. Базуткин, В. П. Ларионов, Ю. С. Пинталь.- 3-е изд., перераб. и доп. - М. : Энергоатомиздат, 1986. - 464 с. : ил.

2. Ларионов, В. П. Техника высоких напряжений [Текст] : изоляция и перенапряжения в электр. установках: учеб. для техникумов / В. П. Ларионов, В. В. Базуткин, Ю. Г. Сергеев; под ред. В. П. Ларионова. - М. : Энергоатомиздат, 1982. - 296 с. : ил. - Прил.: с. 284-291. - Библиогр.: с. 292.

5.3 Периодические издания

Материаловедение: журнал. - М : Агентство "Роспечать";

Вопросы материаловедения: журнал. - М.: Агентство "Роспечать".

5.4 Интернет-ресурсы

<https://www.coursera.org/learn/python> - «Coursera», MOOK: «Электростатика и магнитостатика»;

<http://materiology.info/> - экспериментальный информационный проект. Основная цель проекта: структурировать данные по ТВН и предоставить информацию конечному пользователю.

<http://www.materialscience.ru/> - сайт, содержащий конспекты лекций, учебники, методические указания по дисциплинам: материаловедение, технология материалов, композиционные материалы, техника высоких напряжений.

5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы современных информационных технологий

1 Open Office/LibreOffice - свободный офисный пакет программ, включающий в себя текстовый и табличный редакторы, редактор презентаций и другие офисные приложения;

2 Интегрированная система решения математических, инженерно-технических и научных задач PTC MathCAD 14.

6 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Аудитории оснащены комплектами ученической мебели, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Для проведения лабораторных занятий используется лаборатория «Техники высоких напряжений» оснащенная пробивной установкой по определению электрической прочности

диэлектриков, вискозиметром и тигельным устройством по определению температуры вспышки масла.

К рабочей программе прилагаются:

- Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине;
- Методические указания обучающихся по освоению дисциплины.