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 2024

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

Кафедра электро- и теплоэнергетики
наименование кафедры

протокол № 4 от "22" 02 2024 г.

Заведующий кафедрой
Кафедра электро- и теплоэнергетики _____ В.Ю. Соколов
наименование кафедры *подпись* *расшифровка подписи*

Исполнители:

_____ _____ С.В. Митрофанов
должность *подпись* *расшифровка подписи*

_____ _____ _____
должность *подпись* *расшифровка подписи*

СОГЛАСОВАНО:
Председатель методической комиссии по направлению подготовки
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника _____ С.В. Митрофанов
код наименование *личная подпись* *расшифровка подписи*

Заведующий отделом формирования фонда и научной обработки документов
_____ Н.Н. Бигалиева
личная подпись *расшифровка подписи*

Уполномоченный по качеству института
_____ С.А. Сильвашко
личная подпись *расшифровка подписи*

№ регистрации _____

© Митрофанов С.В., 2024
© ОГУ, 2024

2

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 воздействующих 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: *Отсутствуют*

Постреквизиты дисциплины: *Отсутствуют*

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 заданным параметрам **Владеть:** навыками работы в графических редакторах, основами проектирования и выбора силового

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
		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	**Знать:** основные статистические ошибки и виды погрешностей **Уметь:** исключать математические и статистические ошибки из результатов измерения, контроля и диагностики основных параметров устройств, входящих в систему электроснабжения **Владеть:** 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:	**8,5**	**8,5**
Лекции (Л)	4	4
Лабораторные работы (ЛР)	4	4
Промежуточная аттестация (зачет)	0,5	0,5
Самостоятельная работа: *- выполнение контрольной работы (КонтрР);* *- написание реферата (Р);* *- самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий;* *- изучение разделов курса в системе электронного обучения;* *- подготовка к лабораторным занятиям)*	**99,5** +	**99,5**
Вид итогового контроля	**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			3,75
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			9,75
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		4	100
	Всего:	108	4		4	100

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 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 Перенапряжения и молниезащита: водный транспорт : учебное пособие / Н. Н. Лизалек, О. А. Князева, К. С. Мочалин [и др.] ; под ред. С. В. Горелова, В. П. Горелова. – Изд. 5-е. – Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2015. – 360 с. : ил., схем., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=364598 (дата обращения: 15.05.2024). – Библиогр.: с. 290-291. – ISBN 978-5-4475-5858-1. – DOI 10.23681/364598. – Текст : электронный.

5.1.2 Горелов, С. В. Изоляция и перенапряжения в системах электроснабжения : учебное пособие : [16+] / С. В. Горелов, Л. Н. Татьянченко, С. О. Хомутов. – 2-е изд., стер. – Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2016. – Часть 1. – 119 с. : ил., схем., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=430452 (дата обращения: 15.05.2024). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-4475-6579-4. – DOI 10.23681/430452. – Текст : электронный.

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. элекго- и теплоэнергетики. - Электрон. текстовые дан. (1 файл: 52839 Кб). - Оренбург : ОГУ, 2018. - 124 с. - Загл. с тит. экрана. -Adobe Acrobat Reader 6.0 - Режим доступа: http://artlib.osu.ru/web/books/metod_all/66876_20180530.pdf.

5.2 Дополнительная литература

5.2.1 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.

5.2.2 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.

5.2.3 Конструкционные электротехнические материалы : учебное пособие : [16+] / В. П. Горелов, С. В. Горелов, В. С. Горелов, Е. А. Григорьев ; под ред. В. П. Горелова. – 5-е изд., стер. – Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2016. – 341 с. : ил., схем., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=445841 (дата обращения: 15.05.2024). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-4475-8609-6. – DOI 10.23681/445841. – Текст : электронный.

5.3 Периодические издания

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

5.4 Интернет-ресурсы

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

1. Операционная система РЕД ОС[1];

Раздел 1.01 [1] *Для Рабочих станций в редакции «Стандартная» или ОС Astra Linux (для кафедры КБиМОИС)*

2. Пакет офисных приложений LibreOffice[2];
3. Программная система для организации видео-конференц-связи Webinar.ru;
4. Свободно распространяемое программное обеспечение SMathStudio // https://ru.smath.com/обзор/SMathStudio/;
5. Математический пакет MathCAD;
6. Программа КОМПАС-3D v13 с прикладной библиотекой КОМПАС-Электрик Express;
7. Свободно-распространяемое ПО КОМПАС-3D учебная версия;

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.

2 Включает в себя текстовый процессор для всех видов документов Writer, табличный процессор Calc, программу для создания презентаций Impress, векторный графический редактор для создания блок-схем и диаграмм Draw, редактор формул Math, компонент, предназначенный для создания баз данных Base.