

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Кумертауский филиал
федерального государственного
бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Оренбургский государственный университет»
(Кумертауский филиал ОГУ)

Кафедра электроснабжения промышленных предприятий



УТВЕРЖДАЮ
Заместитель директора по УМиНР
Полякова Л.Ю.
(подпись, расшифровка подписи)
18 апреля 2024г.

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

Кумертау 2024

Рабочая программа дисциплины «Б1.Д.В.14 Техника высоких напряжений» /сост. С.Г. Шарипова - Кумертау: Кумертауский филиал ОГУ, 2024

Рабочая программа предназначена обучающимся заочной формы обучения по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника



© Шарипова С.Г., 2024
© Кумертауский филиал ОГУ, 2024

1 Цели и задачи освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины: формирование профессиональных знаний и умений в области обеспечения методов надежной работы изоляции электрических систем и оборудования при всех постоянно воздействующих на нее или кратковременно возникающих напряжениях.

Задачи:

- познакомить с принципами выполнения защиты электроэнергетических систем высоких напряжений;
- изучить основы проектирования и эксплуатации изоляционных конструкций;
- изучить способы защиты электрооборудования от атмосферных и коммутационных перенапряжений;
- изучить научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по направлению исследований в области работы изоляционных конструкций в сильных электрических полях;
- научить производить расчет установок релейной защиты систем электроснабжения при высоких напряжениях.

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

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

Пререквизиты дисциплины: *Б1.Д.Б.15 Физика, Б1.Д.Б.16 Химия, Б1.Д.Б.17 Математика, Б1.Д.Б.20 Теоретические основы электротехники, Б1.Д.В.2 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*

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: основные принципы конструирования электрофизических установок высокого напряжения Уметь: разрабатывать схемы и проектировать узлы и элементы электрофизических установок высокого напряжения Владеть: навыками выполнения расчетов высоковольтных

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
		электрических установок и анализа эффективности их применения в технологических процессах
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> специальные вопросы проведения испытаний, измерений и экспериментальных исследований с применением электрофизических установок высокого напряжения <u>Уметь:</u> осуществлять поиск и анализировать научно-техническую информацию и выбирать необходимые конструкционные элементы высоковольтных электрических аппаратов. Самостоятельно выполнять расчеты процессов, являющихся основой высоковольтных электрических аппаратов <u>Владеть:</u> методологией испытаний, измерений и экспериментальных исследований в области техники высоких напряжений

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:	14,5	14,5
Лекции (Л)	10	10
Лабораторные работы (ЛР)	4	4
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	0,5	0,5
Самостоятельная работа:	93,5	93,5

Вид работы	Трудоемкость, академических часов	
	5 семестр	всего
- <i>выполнение контрольной работы (КонтрР);</i>	4	4
- самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий);	83,5	83,5
- подготовка к лабораторным занятиям;	2	2
- подготовка к диф. зачету.	4	4
Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)	диф. зач.	диф. зач.

Разделы дисциплины, изучаемые в 5 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Разряды в газах, жидкостях и твердых диэлектриках		3		-	22
2	Высоковольтная изоляция		2		-	24
3	Перенапряжения и защита от них		2		2	24
4	Высоковольтные испытательные установки и измерение высоких напряжений		3		2	24
	Итого:	108	10		4	94
	Всего:	108	10		4	94

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Разряды в газах, жидкостях и твердых диэлектриках.

Конфигурация электрических полей. Ионизационные процессы в газе. Виды ионизации. Лавина электронов. Условие самостоятельности разряда. Образование стримера. Закон Пашена. Разряд в неоднородных полях. Эффект полярности. Барьерный эффект. Влияние времени приложения напряжения на электрическую прочность газовой изоляции. Вольтсекундная характеристика. Коронный разряд. Потери энергии при коронировании. Разряд в воздухе вдоль поверхности изоляторов. Разряд вдоль проводящей и загрязненной поверхности изолятора. Пробой жидких диэлектриков. Влияние различных факторов на пробой. Барьерный эффект. Пробой твердой изоляции.

Раздел 2. Высоковольтная изоляция.

Высоковольтные изоляторы. Изоляция высоковольтных конденсаторов. Изоляция трансформаторов, кабелей, электрических машин. Профилактика изоляции.

Раздел 3. Перенапряжения и защита от них.

Классификация перенапряжений. Внутренние перенапряжения. Грозозащита воздушных линий электропередач и подстанций. Средства защиты от перенапряжений. Волновые процессы в линиях. Волновые процессы в обмотках трансформаторов. Перенапряжения при отключении ненагруженных ЛЭП и батарей конденсаторов.

Раздел 4. Высоковольтные испытательные установки и измерение высоких напряжений.

Установки для получения высоких переменных напряжений. Установки для получения высоких постоянных напряжений. Импульсные испытательные установки. Измерение высоких напряжений.

4.3 Лабораторные работы

№ ЛР	№ раздела	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов
------	-----------	---------------------------------	--------------

№ ЛР	№ раздела	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов
1	3	Расчет грозовых перенапряжений на высоковольтных линиях	2
2	4	Методы профилактического контроля внутренней изоляции высоковольтного оборудования по абсорбционным явлениям и по тангенсу угла диэлектрических потерь	2
		Итого:	4

4.4 Контрольная работа (5 семестр)

Задания на выполнение индивидуальной контрольной работы приведены в источнике:

Методические рекомендации по выполнению контрольных работ по дисциплине «Техника высоких напряжений»/ С.Г. Шарипова; Кумертауский филиал ОГУ – Кумертау: Кумертауский филиал ОГУ, 2024. – 24 с.

Студенты должны выполнить одну контрольную работу, состоящую из 1 расчетной задачи.

Исходные данные. Волна перенапряжения $U_{пад}$ приходит с линии с волновым сопротивлением Z_1 на высоковольтное оборудование подстанции с волновым сопротивлением Z_2 и минимальным разрядным напряжением $U_{мин}$. Аналитически волна грозового перенапряжения описывается уравнением:

$$U_{пад}(t) = U [\exp(-t / T_1) - \exp(-t / T_2)], \quad (1.1)$$

где T_1, T_2 и U — параметры, приведенные в табл. 1.1.

Для защиты высоковольтного оборудования подстанции установлен вентильный разрядник с заданной вольтамперной характеристикой. Числовые значения вольтамперной характеристики разрядника, общие для всех вариантов, приведены в табл. 1.2.

Импульсное пробивное напряжение разрядника $U_{пр} = 100$ кВ.

Требуется:

1. Определить максимальное напряжение на защищаемом объекте ($U_{макс}$).
2. Дать заключение об эффективности применения данного разрядника для защиты высоковольтного оборудования с минимальным разрядным напряжением $U_{мин}$.

Числовые значения переменных параметров для различных вариантов приведены в табл. 1.1 и 1.3.

Таблица 1.1

Показатель	Вариант (предпоследняя цифра номера зачетной книжки)									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Напряжение волны U , кВ	300	320	340	360	380	400	420	440	460	480
Постоянная времени T_1 , мкс	40	42	44	46	48	50	53	54	56	58
Постоянная времени T_2 , мкс	0,50	0,55	0,60	0,65	0,70	0,75	0,80	0,85	0,90	0,95

Таблица 1.2

Ток разрядника I_p , кА	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	1,0	2,0	3,0	5,0	10
Напряжение разрядника U_p , кВ	44	50	54	57	60	72	86	88	94	98

Показатели	Вариант (последняя цифра номера зачетной книжки)									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Минимальное разрядное напряжение $U_{\text{мин}}$, кВ	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190
Сопротивление Z_1 , Ом	300	330	340	360	380	400	420	440	460	480
Сопротивление Z_2 , Ом	200	250	300	350	400	450	500	300	350	400

5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1 Основная литература

Техника высоких напряжений : учебное пособие / составитель В. А. Солдатов. — пос. Караваново : КГСХА, 2021. — 88 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/252128>.

Веремеев, А. А. Техника высоких напряжений : учебное пособие / А. А. Веремеев. — Оренбург : ОГУ, 2018. — 124 с. — ISBN 978-5-7410-2160-6. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/159721>.

5.2 Дополнительная литература

Бочаров, Ю. Н. Техника высоких напряжений : учебное пособие / Ю. Н. Бочаров, С. М. Дудкин, В. В. Титков ; Санкт-Петербургский государственный политехнический университет. — Санкт-Петербург : Издательство Политехнического университета, 2013. — 265 с. — ISBN 978-5-7422-3998-7. — Режим доступа: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=363032>.

Чайкина, Л. П. Техника высоких напряжений : учебник для техникумов и колледжей / Л. П. Чайкина. - Москва : Маршрут, 2005. - 229 с. - ISBN 5-89035-298-9.

Шарипова С.Г. Методические рекомендации для проведения лабораторных работ по дисциплине «Техника высоких напряжений» / С.Г. Шарипова, Кумертауский филиал ОГУ – Кумертау: Кумертауский филиал ОГУ, 2024.

5.3 Периодические издания

Электричество: журнал. Подписной индекс 71106. – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Национальный исследовательский университет МЭИ, ISSN 0013-5380, 2024.

Энергобезопасность и энергосбережение: журнал. Подписной индекс (Роспечать) - 84676 и 46577. - Частное учреждение высшего образования Московский институт энергобезопасности и энергосбережения, ISSN 2071-2219, 2024.

Теплоэнергетика. Теплоснабжение: журнал. Подписной индекс 18323. - Общество с ограниченной ответственностью Международная академическая издательская компания "Наука/Интерпериодика", ISSN 0040-3636, 2024.

Новости электротехники: электрон. журнал. Подписной индекс 14222. - Закрытое акционерное общество "Новости Электротехники". Режим доступа: <http://www.news.elteh.ru>.

5.4 Интернет-ресурсы

– <http://www.mon.gov.ru> – Официальный сайт Министерства образования и науки Российской Федерации;

– <http://www.edu.ru> – Федеральный портал «Российское образование»;

- <http://window.edu.ru> – Портал информационно-коммуникационных технологий в образовании;
- <http://rucont.ru> - Национальный цифровой ресурс «РУКОНТ» ЭБС ОГУ;
- <http://www.biblioclub.ru> - Университетская библиотека онлайн;
- <http://znanium.com> - ЭБС Znanium издательства «Инфра-М».
- <http://www.nelbook.ru/> - Электронно-библиотечная система для энергетиков "НЭЛБУК".
- <https://universarium.org/catalog> - «Универсариум», Курсы, MOOK: «Энергосбережение в производстве и быту»;
- <https://aist.osu.ru> - Система АИССТ - Автоматизированная Интерактивная Система Сетевого Тестирования

5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы

- Операционная система Microsoft Windows
- Пакет настольных приложений Microsoft Office (Word, Excel, PowerPoint, OneNote, Outlook, Publisher, Access)
- Приложения Microsoft Visio
- Интегрированная система решения математических задач: PTC MathCAD University Classroom Perpetual
- Интегрированная система решения инженерно-технических и научных задач: MathWorks MATLAB R2009a
- Система трехмерного моделирования в машиностроении и приборостроении - Университетская лицензия КОМПАС-3D
- Антивирус Dr.Web Desktop Security Suite
- Бесплатное средство просмотра файлов PDF Adobe Reader
- Свободный файловый архиватор 7-Zip
- Прикладное программное обеспечение общего назначения Яндекс. Браузер

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.

К рабочей программе прилагаются:

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

**ЛИСТ
согласования рабочей программы**

Направление подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
код и наименование

Профиль: Электроснабжение

Дисциплина: Б1.Д.В.14 Техника высоких напряжений

Форма обучения: заочная

Год набора 2024

РЕКОМЕНДОВАНА на заседании кафедры
электроснабжения промышленных предприятий
наименование кафедры

протокол №8 от "05" апреля 2024г.

Ответственный исполнитель, заведующий кафедрой
электроснабжения промышленных предприятий
наименование кафедры


подпись

Е.С. Золотарев
расшифровка подписи

Исполнители:

доцент каф. ЭПП
должность


подпись

С.Г. Шарипова
расшифровка подписи

ОДОБРЕНА на заседании НМС, протокол №5 от "18" апреля 2024г.

Председатель НМС


подпись

Л.Ю. Полякова
расшифровка подписи

СОГЛАСОВАНО:

И.о.зав. кафедрой ЭПП


подпись

Е.С. Золотарев
расшифровка подписи

Заведующий библиотекой


подпись

С.Н. Козак
расшифровка подписи