

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

Кафедра электроснабжения промышленных предприятий



УТВЕРЖДАЮ  
Зам. директора по УМиНР  
Полякова Л.Ю.  
(подпись, расшифровка подписи)  
21 августа 2023 г.

**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 2023

**Рабочая программа дисциплины «Б1.Д.В.14 Техника высоких напряжений» /сост. С.Г. Шарипова - Кумертау: Кумертауский филиал ОГУ, 2023**

Рабочая программа предназначена обучающимся заочной формы обучения по направлению подготовки 13.03.01 Электроэнергетика и электротехника

© Шарипова С.Г., 2023  
© Кумертауский филиал ОГУ, 2023

## 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	<b>Знать:</b> основные принципы конструирования электрофизических установок высокого напряжения <b>Уметь:</b> разрабатывать схемы и проектировать узлы и элементы электрофизических установок высокого напряжения <b>Владеть:</b> 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	<b>Знать:</b> специальные вопросы проведения испытаний, измерений и экспериментальных исследований с применением электрофизических установок высокого напряжения <b>Уметь:</b> осуществлять поиск и анализировать научно-техническую информацию и выбирать необходимые конструкционные элементы высоковольтных электрических аппаратов. Самостоятельно выполнять расчеты процессов, являющихся основой высоковольтных электрических аппаратов <b>Владеть:</b> 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
<b>Общая трудоёмкость</b>	<b>108</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа:</b>	<b>14,5</b>	<b>14,5</b>
Лекции (Л)	10	10
Лабораторные работы (ЛР)	4	4
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	0,5	0,5
<b>Самостоятельная работа:</b>	<b>93,5</b>	<b>93,5</b>

Вид работы	Трудоемкость, академических часов	
	5 семестр	всего
- выполнение контрольной работы (КонтрР);	7	7
- самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий);	78,5	78,5
- подготовка к лабораторным занятиям;	2	2
- подготовка к диф. зачету.	6	6
<b>Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)</b>	<b>диф. зач.</b>	<b>диф. зач.</b>

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	26	4		-	22
2	Высоковольтная изоляция	26	2		-	24
3	Перенапряжения и защита от них	28	2		2	24
4	Высоковольтные испытательные установки и измерение высоких напряжений	28	2		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	Защита высоковольтного оборудования подстанций от набегающих импульсов грозовых перенапряжений с помощью вентильных разрядников	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 и примеры решения задач приведены в источнике:

Шарипова, С.Г. Методические рекомендации по выполнению контрольных работ/ С.Г. Шарипова; Кумертауский филиал ОГУ – Кумертау: Кумертауский филиал ОГУ, 2023.

**Задача 1.** Для крепления и изоляции токоведущих частей электроустановки применена гирлянда подвесных изоляторов. По величине заданного номинального напряжения, назначению электроустановки и степени загрязненности атмосферы требуется:

1. Выбрать тип изолятора и обосновать его выбор.
2. Начертить эскиз конструкции выбранного изолятора и привести числовые значения его основных характеристик.
3. Определить необходимое количество изоляторов в гирлянде.
4. Рассчитать и построить график распределения падения напряжения вдоль гирлянды изоляторов.
5. Указать возможные пути выравнивания напряжения.

Числовые значения параметров электроустановки по вариантам приведены в табл. 1.1.

Таблица 1.1

Данные для расчета гирлянды изоляторов

Номер варианта	Последняя цифра шифра	Предпоследняя цифра шифра	
	$U_{ном}$	Степень загрязненности атмосферы	Виды токоведущих частей
0	6	VI	Провода ЛЭП
1	10	II	Шины РУ
2	15	III	Провода ЛЭП
3	20	IV	Шины РУ
4	27,5	V	Провода ЛЭП
5	35	VI	Шины РУ
6	110	III	Провода ЛЭП
7	220	IV	Шины РУ
8	500	II	Шины РУ
9	750	I	Провода ЛЭП

**Задача 2.** В трехфазной системе с изолированной нейтралью произошло короткое замыкание одной фазы на землю. Известно: номинальное напряжение сети  $U_N$ , сечения проводов  $S$  (провод круглого сечения), средняя высота подвеса проводов над землей  $h$ , длине линии электропередачи  $l$ . Требуется определить:

1. Величину тока однофазного короткого замыкания на землю.
2. Величину индуктивности дугогасящей катушки, выбираемой из условия идеальной компенсации тока замыкания на землю и пояснить достоинства и недостатки использования дугогасящих катушек.
3. Реактивную мощность дугогасящей катушки.
4. Величину возникшего перенапряжения на фазах трансформатора и его кратность по отношению к номинальному фазному напряжению, используя для этой цели векторную диаграмму при однофазном коротком замыкании на землю.

При расчете режим короткого замыкания следует считать установившимся. Числовые данные исходных величин приведены в табл. 1.2.

Таблица 1.2

Параметры линии электропередачи

Номер варианта	Последняя цифра шифра		Предпоследняя цифра шифра	
	$h, м$	$S, мм^2$	$l, км$	$U_H, кВ$
0	8	16	5	6
1	9	25	10	10
2	10	35	15	35
3	11	50	20	6
4	12	70	25	10
5	13	16	30	35
6	14	25	35	6
7	15	50	40	10
8	16	70	45	35
9	17	95	50	6

**Задача 3.** Грозовой разряд произошел в столб телеграфной линии, расположенной на расстоянии  $a$ , от высоковольтной линии электропередачи (ЛЭП) номинальным напряжением  $U_H$ . При этом зарегистрированная величина тока молнии была равна  $I_M$ . Высота подвеса проводов ЛЭП равна  $h$ , а стрела провеса ее проводов  $f$ . Требуется определить:

1. Величину индуктированного напряжения  $U_i$  на проводах высоковольтной ЛЭП.
2. Кратность перенапряжения.

Числовые значения заданных величин указаны в табл. 1.3.

Таблица 1.3

Параметры разряда молнии и телеграфной линии

Номер варианта	Последняя цифра шифра			Предпоследняя цифра шифра	
	$U_H, кВ$	$I_M, кА$	$h, м$	$f, м$	$a, м$
0	6	5	10	4	5
1	10	10	12	4,5	7,5
2	20	15	14	5	10
3	35	20	16	5,5	12
4	110	25	18	6	13
5	154	30	20	6,5	14
6	27,5	35	22	7	15
7	20	40	10	7,5	18
8	35	45	12	8	19
9	220	50	15	9	20

## 5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

### 5.1 Основная литература

1. 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>.

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

## 5.2 Дополнительная литература

1. 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>.

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

3. Шарипова, С.Г. Методические рекомендации для проведения лабораторных работ по дисциплине «Техника высоких напряжений» / С.Г. Шарипова; Кумертауский филиал ОГУ – Кумертау: Кумертауский филиал ОГУ, 2023.

4. Шарипова, С.Г. Методические указания по выполнению контрольных работ по дисциплине «Техника высоких напряжений» / С.Г. Шарипова; Кумертауский филиал ОГУ – Кумертау: Кумертауский филиал ОГУ, 2023.

## 5.3 Периодические издания

1. Электричество: журнал. Подписной индекс 71106. – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Национальный исследовательский университет МЭИ, ISSN 0013-5380, 2023.

2. Энергобезопасность и энергосбережение: журнал. Подписной индекс (Роспечать) - 84676 и 46577. - Частное учреждение высшего образования Московский институт энергобезопасности и энергосбережения, ISSN 2071-2219, 2023.

3. Теплоэнергетика. Теплоснабжение: журнал. Подписной индекс 18323. - Общество с ограниченной ответственностью Международная академическая издательская компания "Наука/Интерпериодика", ISSN 0040-3636, 2023

4. 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://aist.osu.ru/cgi-bin/auth.cgi> - АИССТ Автоматизированная Интерактивная Система Сетевого Тестирования.

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

- Операционная система РЕД ОС
- Пакет офисных приложений LibreOffice (Writer, Calc, Impress, Math, Draw, Base)
- 7zip — архиватор: P7Zip

- Веб-браузер с поддержкой ГОСТовского шифрования для работы с ГИС (госИС): Chromium
- Программа для создания и обработки растровой графики с частичной поддержкой работы с векторной графикой: GIMP
- САПР КОМПАС-3D
- Простой редактор файлов PDF: PDFedit
- <https://yandex.ru/> - бесплатный российский Интернет обозреватель Яндекс. Браузер
- <http://aist.osu.ru/> АИССТ ОГУ - автоматизированная интерактивная система сетевого тестирования ОГУ
- Онлайн электрик: база данных - портал "Онлайн Электрик", содержит справочную, теоретическую и нормативную информацию для энергетика. Режим доступа: <https://online-electric.ru/dbase.php>
- «Техэксперт» - профессиональные справочные системы по электрооборудованию. Режимы доступа: <http://техэксперт.рус/>
- Национальная электронная библиотека (НЭБ) - Федеральная государственная информационная система, обеспечивающая доступ к фондам публичных библиотек России федерального, регионального, муниципального уровней, библиотек научных и образовательных учреждений, а также правообладателей. Режим доступа: <https://нэб.рф>.
- Прикладное программное обеспечение общего назначения Яндекс. Браузер.

## **6 Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Лекционные и практические занятия проводятся в учебных аудиториях. Для проведения лабораторного практикума предназначена специализированная лаборатория: Аудитория № 2207 тип «Компьютерный класс».

Аудитория № 2207 предназначена для проведения лабораторных работ, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), текущего контроля и представляет собой специализированную учебную аудиторию.

Для выполнения указанных работ аудитория оснащена наглядными пособиями и компьютерами. Работа в аудитории осуществляется в соответствии с учебными планами, графиками учебного процесса, расписанием аудиторных занятий.

Помещение для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, подключенной к сети «Интернет», и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду филиала и ОГУ.

### ***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 2023

РЕКОМЕНДОВАНА на заседании кафедры  
электроснабжения промышленных предприятий  
наименование кафедры

протокол № 1 от "31 " августа 2023 г.

Ответственный исполнитель, заведующий кафедрой  
электроснабжения промышленных предприятий  
наименование кафедры

  
подпись

А.В. Богданов  
расшифровка подписи

Исполнители:  
доцент каф. ЭПП  
должность

  
подпись

С.Г. Шарипова  
расшифровка подписи

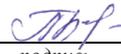
должность

подпись

расшифровка подписи

ОДОБРЕНА на заседании НМС, протокол № 1 от "31 " августа 2023 г.

Председатель НМС

  
подпись

Л.Ю. Полякова  
расшифровка подписи

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий кафедрой ЭПП

  
подпись

А.В. Богданов  
расшифровка подписи

Заведующий библиотекой

  
подпись

С.Н. Козак  
расшифровка подписи