

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце

ФИО: Шебзухова Татьяна Александровна

Должность: Директор Пятигорского института (филиал) Северо-Кавказского

федерального университета

Дата подписания: 12.09.2021

Уникальный программный ключ:

d74ce93cd40e39275c3ba2f58486412a1c8ef96f

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное автономное**

**образовательное учреждение высшего образования**

**«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**Пятигорский институт (филиал) СКФУ**

**УТВЕРЖДАЮ**

Директор Пятигорского института

(филиал) СКФУ

Шебзухова Т.А.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

Техника высоких напряжений

(ЭЛЕКТРОННЫЙ ДОКУМЕНТ)

Направление подготовки

**13.03.02 Электроэнергетика**

Направленность (профиль)

**и электротехника**

**Передача и распределение электрической**

**энергии в системах электроснабжения**

Квалификация выпускника

**Бакалавр**

Форма обучения

**заочная**

Год начала обучения

**2021**

Реализуется в 5 семестре

Пятигорск, 2021 г.

## 1. Цель и задачи освоения дисциплины

Основными целями дисциплины являются: формирование у студентов стройной и устойчивой системы знаний о фундаментальных закономерностях зажигания и развития электрических разрядов в диэлектрических средах, механизмах пробоя диэлектриков при воздействии сильных электрических полей, видах изоляции высоковольтного оборудования и методах контроля ее состояния, способах получения и измерения высоких напряжений, природе возникновения перенапряжений и способов защиты от них.

В результате освоения данной дисциплины обеспечивается достижение целей основной образовательной программы «Электроэнергетика и электротехника»; приобретенные знания, умения и навыки позволят подготовить выпускника:

- способного к расчету, анализу и проектированию электроэнергетических элементов, объектов и систем с использованием современных средств автоматизации проектных работ;
- научно-исследовательской деятельности, в том числе в междисциплинарных областях, связанной с математическим моделированием процессов в электроэнергетических системах и объектах, проведением экспериментальных исследований и анализом их результатов;
- к самостоятельному обучению и освоению новых знаний и умений для реализации своей профессиональной карьеры.

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина Б1.В.03 «Техника высоких напряжений» входит в вариативную часть Блока 1 учебного плана Б1.В.01 - Б1.В.03. ОП ВО подготовки бакалавра по направлению 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, её освоение происходит в 5 семестре.

## 3. Связь с предшествующими дисциплинами

Изучение данной дисциплины основано на знаниях, полученных при изучении дисциплин: Б1.О.17 Физика, Б1.О.19 Химия, Б1.О.23 Электротехническое и конструкционное материаловедение

## 4. Связь с последующими дисциплинами

Изучение данной дисциплины является предшествующей для дисциплины: Б1.В.05 Электроэнергетические системы и сети, Б1.В.07 Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем

## 5. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

### 5.1 Наименование компетенции

Индекс	Формулировка:
ПК-1	Способен участвовать в проектировании систем электроснабжения объектов ИД-3 <sub>ПК-1</sub> Обосновывает выбор параметров электрооборудования систем электроснабжения объектов, учитывая технические ограничения

**5.2. Знания, умения, навыки и (или) опыт деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций**

Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций	Формируемые компетенции
<b>Знает:</b> - основные физические явления, механизмы воздействия электромагнитных полей высокого напряжения на изоляцию в различных условиях эксплуатации.	<b>ПК-1</b> <b>ИД-3<sub>ПК-1</sub></b>
<b>Умеет:</b> - обосновывать выбор параметров электрооборудования систем электроснабжения объектов, учитывая технические ограничения и условия эксплуатации	<b>ПК-1</b> <b>ИД-3<sub>ПК-1</sub></b>
<b>Владеет:</b> - навыками выбора параметров электрооборудования систем электроснабжения объектов, учитывая технические ограничения и условия эксплуатации.	<b>ПК-1</b> <b>ИД-3<sub>ПК-1</sub></b>

**6. Объем учебной дисциплины/модуля**

Объем занятий: Итого	81 ч.	3 з.е.
В т.ч. аудиторных	9 ч.	
Из них:		
Лекций	3 ч.	
Лабораторных занятий	3 ч.	
Практических занятий	3 ч.	
Самостоятельной работы	69 ч.	
Зачет с оценкой	5 семестр	
Контрольная работа	5 семестр	

**7. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества астрономических часов и видов занятий**

**7.1 Тематический план дисциплины**

№	Раздел (тема) дисциплины	Реализу- емые компе- тенции	Контактная работа обучающихся с преподавателем, часов				Самостоятельная работа, часов
			Лекции	Практические за- нятия	Лабораторные работы	Групповые кон- сультации	
5 семестр							
1.	Тема 1. Электрический разряд в газах.	ПК-1					6
2.	Тема 2. Изоляторы воздушных линий и подстанций.	ПК-1					6
3.	Тема 3. Внутренняя изоляция электроустановок.	ПК-1		1,5			9
4.	Тема 4. Испытания изоляции. Измерение сопротивления и емкости изоляции.	ПК-1	1,5		1,5		6
5.	Тема 5. Контроль диэлектрических потерь и измерение параметров частичных разрядов. Контроль повышенным напряжением. испытания изоляции отдельных видов оборудования. Контроль изоляции контактной сети.	ПК-1					9
6.	Тема 6. Испытательные установки высокого переменного и постоянного напряжения	ПК-1					6
7.	Тема 7. Генераторы импульсных напряжений	ПК-1	1,5		1,5		9
8.	Тема 8. Измерение высоких напряжений. Перенапряжения в электрических сетях. Атмосферные перенапряжения.	ПК-1		1,5			9
9.	Тема 9. Распространение волн перенапряжений. квазистационарные и коммутационные перенапряжения. Защита от перенапряжений.	ПК-1					9
Итого за 5 семестр			3	3	3		69
Итого			3	3	3		69

**7.2 Наименование и содержание лекций**

№ Темы	Наименование тем дисциплины, их краткое содержание	Объем часов	Интерактивная форма проведения
	<b>5 семестр</b>		
1	<b>Тема 1. Электрический разряд в газах.</b> Терминология и определения. Виды токов в изоляции и вольтамперная характеристика газового промежутка. Диэлектрические потери и угол потерь. Механизмы пробоя изоляции. Пробой газового промежутка с однородным полем. Особенности пробоя газового промежутка с резконеоднородным электрическим полем. Пробой газового промежутка при импульсном напряжении. Перекрытие изоляции		
2	<b>Тема 2. Изоляторы воздушных линий и подстанций.</b> Основные характеристики изоляторов. Линейные и станционные изоляторы. Распределение напряжения вдоль гирлянды изоляторов.		
3	<b>Тема 3. Внутренняя изоляция электроустановок.</b> Изоляция силовых трансформаторов. Изоляция вводов высокого напряжения. Изоляция силовых конденсаторов. Изоляция силовых кабелей. Изоляция электрических машин высокого напряжения.		
4	<b>Тема 4. Испытания изоляции. Измерение сопротивления и емкости изоляции.</b> Дефекты изоляции и механизмы их возникновения. Основные виды профилактических испытаний изоляции. Контроль сопротивления изоляции. Контроль емкости изоляции. Хроматографический анализ масла.	1,5	
5	<b>Тема 5. Контроль диэлектрических потерь и измерение параметров частичных разрядов. Контроль повышенным напряжением, испытания изоляции отдельных видов оборудования. Контроль изоляции контактной сети.</b> Контроль диэлектрических потерь в изоляции. Контроль частичных разрядов. Испытания изоляции повышенным напряжением. Испытания изоляции кабелей, трансформаторов и высоковольтных вводов. Повреждаемость изоляции контактной сети. Основные методы контроля изоляции контактной сети. Методы повышения надежности изоляции контактной сети.		
6	<b>Тема 6. Испытательные установки высокого переменного и постоянного напряжения.</b> Испытательные установки высокого переменного напряжения. Испытательные установки высокого постоянного напряжения.		
7	<b>Тема 7. Генераторы импульсных напряжений.</b> Генераторы коммутационных импульсов. Генераторы импульсных напряжений.	1,5	
8	<b>Тема 8. Измерение высоких напряжений. Перенапряжения в электрических сетях. Атмосферные перенапряжения.</b> Измерение высоких постоянных напряжений. Измерение высоких переменных напряжений. Измерение высоких импульсных напряжений. Общая характеристика перенапряжений. Общая характеристика защитных мероприятий. Характеристики грозовой деятельности и параметры мол-		

	ний. Перенапряжения прямого удара молнии. Индуктированные перенапряжения. Грозопоражаемость контактной сети.		
9	<b>Тема 9. Распространение волн перенапряжений. Квазистационарные и коммутационные перенапряжения. Защита от перенапряжений.</b> Распространение волн перенапряжений вдоль проводов. Перенапряжения на оборудовании, подключенном к линии. Импульсные процессы в обмотках трансформаторов. Емкостный эффект линий электропередачи. Резонансное смещение нейтрали в сетях 3-35 кВ. Перенапряжения при гашении дуги. Коммутационные перенапряжения. Координация изоляции. Устройства для защиты от перенапряжений. Основные принципы грозозащиты линий и контактной сети. Основные принципы защиты подстанций.		
	<b>Итого за 5 семестр</b>	<b>3</b>	
	<b>Итого</b>	<b>3</b>	

### 7.3 Наименование лабораторных работ

<b>№ Темы</b>	<b>Наименование тем дисциплины, их краткое содержание</b>	<b>Объем часов</b>	<b>Интерактивная форма проведения</b>
	<b>5 семестр</b>		
1	<b>Лабораторная работа № 1.</b> Распределение напряжения по элементам гирлянды подвесных изоляторов.		
2	<b>Лабораторная работа № 2.</b> Исследование электрической прочности воздушных промежутков в резко неоднородном поле.	1,5	
3	<b>Лабораторная работа № 3.</b> Статистические закономерности пробоя		
4	<b>Лабораторная работа № 4.</b> Исследование перенапряжений в обмотках трансформатора.		
5	<b>Лабораторная работа № 5.</b> Защитные разрядники и ограничители перенапряжений		
6	<b>Лабораторная работа № 6.</b> Исследование модели каскадного выпрямителя высокого напряжения.	1,5	
7	<b>Лабораторная работа № 7.</b> Генератор импульсных напряжений 750 кВ.		
8	<b>Лабораторная работа № 8.</b> Определение зон защиты стержневых и тросовых молниеотводов.		
	<b>Итого за 5 семестр</b>	<b>3</b>	
	<b>Итого</b>	<b>3</b>	

#### 7.4 Наименование практических занятий

№ темы	Наименование тем дисциплины, их краткое содержание	Объем часов	Интерактивная форма проведения
1	<b>Практическая работа № 1.</b> Характеристики электрического поля и общий метод расчета емкости и напряженности электрического поля простейших систем конденсаторов	1,5	Решение разноразрядных и проблемных задач
2	<b>Практическая работа № 2.</b> Расчет плоского, цилиндрического и сферического конденсаторов		
3	<b>Практическая работа №3.</b> Частные методы расчетов емкости и напряженности сложных электрических полей	1,5	
4	<b>Практическая работа №4.</b> Общая характеристика и закономерность разрядов в газовой среде		
5	<b>Практическая работа №5.</b> Основные формы разрядов в газах и их использование		
6	<b>Практическая работа №6.</b> Перекрытие твердой изоляции и скользящие разряды на поверхности		
7	<b>Практическая работа №7.</b> Тепловой и электрический пробой		
8	<b>Практическая работа №8.</b> Расчет заземляющих устройств		
9	<b>Практическая работа №9.</b> Расчет сопротивления растеканию тока промышленной частоты		
	<b>Итого за 5 семестр:</b>	<b>3</b>	<b>1,5</b>
	<b>Итого:</b>	<b>3</b>	<b>1,5</b>

#### 7.5 Технологическая карта самостоятельной работы обучающегося

Код реализуемой компетенции	Вид деятельности студентов	Итоговый продукт самостоятельной работы	Средства и технологии оценки*	Объем часов, в том числе		
				СРС	Контактная работа с преподавателем	Всего
5 семестр						
ПК-1	Самостоятельное изучение литературы по темам 1-9	Конспект	Собеседование	51,48	5,72	57,2
	Подготовка к практическим занятиям	Решенная задача	Письменный отчет о решении типовых, разноуровневых задач	0,54	0,06	0,6
	Подготовка к лекциям	Конспект	Собеседование	0,27	0,03	0,3

	Выполнение контрольной работы	Индивидуальное задание	Защита	9	1	10
	Подготовка к лабораторным работам	Отчет по лабораторной работе	Собеседование	0,81	0,09	0,9
<b>Итого за 5 семестр</b>				<b>62,1</b>	<b>6,9</b>	<b>69</b>

## 8. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

### 8.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения ОП ВО. Паспорт фонда оценочных средств

Фонд оценочных средств, позволяющие оценить уровень сформированности компетенций, размещен в УМК дисциплины «Техника высоких напряжений» на кафедре физики, электротехники и электроэнергетики и представлен следующими компонентами:

Код оцениваемой компетенции	Этап формирования компетенции (№темы)	Средства и технологии оценки	Тип контроля (текущий/промежуточный)	Вид контроля (устный, письменный или с использованием технических средств)	Наименование оценочного средства
ПК-1	1-9	Собеседование	Текущий	Устный	Вопросы к собеседованию
	1-9	Собеседование	Текущий	Письменный	Задания к контрольной работе
	1-9	Собеседование	текущий	Письменный	Комплект заданий для решения разноуровневых и проблемных задач

### 8.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Уровни сформированности компетенций	Индикаторы	Дескрипторы			
		2 балла	3 балла	4 балла	5 баллов
ПК-1					
Базовый	Знает: - основные физические явления, механизмы воздействия электромагнитных полей высокого напряжения	Отсутствуют знания - основные физические явления, механизмы воздействия электромагнитных полей высоко-	Демонстрирует уровень знаний, недостаточный для понимания - основные физические явления, механизмы воз-	Обладает базовыми знаниями - основные физические явления, механизмы воздействия электромагнитных	



	на изоляцию в различных условиях эксплуатации.	го напряжения на изоляцию в различных условиях эксплуатации.	действия электромагнитных полей высокого напряжения на изоляцию в различных условиях эксплуатации.	полей высокого напряжения на изоляцию в различных условиях эксплуатации.	
	Умеет: - обосновывать выбор параметров электрооборудования систем электроснабжения объектов, учитывая технические ограничения и условия эксплуатации	Отсутствуют умения - обосновывать выбор параметров электрооборудования систем электроснабжения объектов, учитывая технические ограничения и условия эксплуатации	Демонстрирует уровень, недостаточный для умения - обосновывать выбор параметров электрооборудования систем электроснабжения объектов, учитывая технические ограничения и условия эксплуатации	Демонстрирует базовый уровень для умения - обосновывать выбор параметров электрооборудования систем электроснабжения объектов, учитывая технические ограничения и условия эксплуатации	
	Владеет: - навыками выбора параметров электрооборудования систем электроснабжения объектов, учитывая технические ограничения и условия эксплуатации.	Отсутствуют навыки владения - выбора параметров электрооборудования систем электроснабжения объектов, учитывая технические ограничения и условия эксплуатации.	Демонстрирует недостаточный уровень владения - выбора параметров электрооборудования систем электроснабжения объектов, учитывая технические ограничения и условия эксплуатации.	Демонстрирует базовый уровень владения - выбора параметров электрооборудования систем электроснабжения объектов, учитывая технические ограничения и условия эксплуатации.	
Повышенный	Знает: - основные физические явления, механизмы воздействия электромагнитных полей высокого напряжения на изоляцию в различных				Демонстрирует уверенные знания - основные физические явления, механизмы воздействия электромагнитных полей высокого напряжения

	<p>условиях эксплуатации.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные виды профилактических испытаний изоляции.</li> </ul>				<p>на изоляцию в различных условиях эксплуатации.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные виды профилактических испытаний изоляции.</li> </ul>
	<p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- обосновывать выбор параметров электрооборудования систем электропитания объектов, учитывая технические ограничения и условия эксплуатации</li> <li>- измерять сопротивления и емкости изоляции</li> </ul>				<p>Демонстрирует повышенный уровень для умения</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- обосновывать выбор параметров электрооборудования систем электропитания объектов, учитывая технические ограничения и условия эксплуатации</li> <li>- измерять сопротивления и емкости изоляции</li> </ul>
	<p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками выбора параметров электрооборудования систем электропитания объектов, учитывая технические ограничения и условия эксплуатации.</li> <li>- навыками исследования перенапряжений в электрооборудовании систем электропитания.</li> </ul>				<p>Уверенно владеет</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками выбора параметров электрооборудования систем электропитания объектов, учитывая технические ограничения и условия эксплуатации.</li> <li>- навыками исследования перенапряжений в электрооборудовании систем электропитания.</li> </ul>

## Описание шкалы оценивания

Рейтинговая система успеваемости студентов не предусмотрена для заочной формы обучения.

### 8.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Процедура зачета как отдельное контрольное мероприятие не проводится, оценивание знаний обучающегося происходит по результатам текущего контроля.

### 8.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

**Текущая аттестация студентов** проводится преподавателем, ведущим лабораторные и практические занятия по дисциплине. К практическому занятию студент должен подготовить ответы на вопросы, выполнить задания по теме занятия. Максимальное количество баллов студент получает, если он активно участвует в работе, владеет материалом, умеет логично и четко излагать мысли, творчески подходит к решению основных вопросов темы, показывает самостоятельность мышления.

Основанием для снижения оценки являются:

- слабое знание темы и основной терминологии;
- пассивность участия в групповой работе;
- отсутствие умения применить теоретические знания для решения практических задач;
- несвоевременность предоставления выполненных работ.

## 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

На первом этапе необходимо ознакомиться с рабочей программой дисциплины, в которой рассмотрено содержание тем практических занятий, темы и виды самостоятельной работы. По каждому виду самостоятельной работы предусмотрены определённые формы отчетности. Для успешного освоения дисциплины, необходимо выполнить следующие виды самостоятельной работы, используя рекомендуемые источники информации.

№ п/п	Виды самостоятельной работы	Рекомендуемые источники информации (№ источника)			
		Основная	Дополнительная	Методическая	Интернет- ресурсы
1	Самостоятельное изучение литературы	1	1	3	1-3
2	Выполнение контрольной работы	1	1	4	1-3
3	Подготовка к практическим занятиям	1	1	1	1-3
4	Подготовка к лабораторным занятиям	1	1	2	1-3
5	Подготовка к лекциям	1	1	3	1-3

## 10. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 10.1. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для

## **освоения дисциплины**

### **10.1.1. Перечень основной литературы:**

1. Бочаров Ю.Н. Техника высоких напряжений [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ю.Н. Бочаров, С.М. Дудкин, В.В. Титков. — Электрон. текстовые данные. — СПб. : Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, 2013. — 265 с. — 978-5-7422-3998-7. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/43976.html>

### **10.1.2. Перечень дополнительной литературы:**

1. Щеглов, Н. В. Современные виды изоляции. Часть 2. Изоляция высоковольтных вводов [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н. В. Щеглов. — Электрон. текстовые данные. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2010. — 72 с. — 978-5-7782-1317-3. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/45161.html>

## **10.2. Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

1. Методические рекомендации для подготовки к практическим занятиям.
2. Методические рекомендации для подготовки к лабораторным занятиям.
3. Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов.
4. Методические указания к выполнению контрольной работы.

## **10.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

1. <http://www.biblioclub.ru> -ЭБС "Университетская библиотека онлайн"
2. <http://www.iprbookshop.ru/> - Электронно- библиотечная система IPRbooks
3. <http://elibrary.ru/> - eLIBRARY.RU - НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ БИБЛИОТЕКА

## **11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Специальное программное обеспечение не требуется.

## **12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Специализированная учебная мебель и технические средства обучения, служащие для представления учебной информации: набор демонстрационного оборудования, учебно-наглядные пособия.

Комплект типового лабораторного оборудования «Электротехнические машины ЭМ1-С-Р».