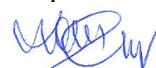


**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«КАБАРДИНО-БАЛКАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ В.М. КОКОВА»**

**Факультет – «Механизации и энергообеспечения предприятий»**

**Кафедра – «Энергообеспечение предприятий»**

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета  
профессор Ю.А. Шекихачев



---

« 27 » мая 2025 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.В.1.09 «Техника высоких напряжений»**

Направление подготовки **13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»**

Направленность (профиль) **«Электроснабжение»**

Квалификация выпускника	– <b>бакалавр</b>
Курс обучения	– <b>3(3)</b>
Семестр	– <b>5(5)</b>
Форма обучения	– <b><u>очная (заочная)</u></b>

Рабочая программа дисциплины **Б1.В.1.09 «Техника высоких напряжений»** составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» утвержденного приказом Минобрнауки России от 28 февраля 2018 г. №144 (далее – ФГОС ВО) и рабочего учебного плана подготовки бакалавров по данному направлению.

Составитель рабочей программы

к.т.н., доцент \_\_\_\_\_



А.М. Сохроков

Рабочая программа рассмотрена на заседании кафедры «Энергообеспечение предприятий»

Протокол от « 22 » мая 2025 г. № 10

Заведующий кафедрой  
к.т.н., доцент



А.Г. Фиापшев

Одобрено методической комиссией факультета «Механизация и энергообеспечение предприятий»

Протокол от « 23 » мая 2025 г. № 9

Председатель МК факультета «Механизация и энергообеспечение предприятий»

д.т.н., профессор



Ю.А. Шекихачев

Согласовано:

Директор научной библиотеки



И.А. Шогенова

« 22 » мая 2025 г.

### 1. Цели и задачи дисциплины

**Цель дисциплины** – формирование у обучающихся теоретических знаний и практических навыков о фундаментальных закономерностях и 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.

**Задачи дисциплины** – усвоение студентами навыков расчета, согласования и настройки параметров изоляции высоковольтного оборудования.

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

Коды компетенций	Наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
ПК-6	Способен управлять деятельностью по техническому обслуживанию и ремонту объектов профессиональной деятельности	ИД-1 ПК-6 Выполняет контроль и планирование деятельности по техническому обслуживанию и ремонту оборудования объектов профессиональной деятельности	<b>Знать:</b> нормальные, аварийные, послеаварийные и ремонтные режимы работы объектов профессиональной деятельности, допустимые перегрузки по току и температурам; технические характеристики, конструктивные особенности и планирования деятельности по техническому обслуживанию и ремонту основного высоковольтного оборудования <b>Уметь:</b> выбирать изоляционные расстояния, оценивать надёжность молниезащиты открытых распределительных устройств и воздушных линий электропередачи, определять необходимые параметры нелинейных ограничителей перенапряжений и вентильных разрядников <b>Владеть:</b> навыками измерения и анализа диагностических параметров изоляции высоковольтного оборудования, решения задач техники высоких напряжений с помощью специализированного программного обеспечения
		ИД-2 ПК-6 Организует работу подчиненного персонала по техническому обслуживанию и ремонту оборудования объектов профессиональной деятельности	<b>Знать:</b> методы оценки электрической прочности изоляции, надежности молниезащиты, определения уровня перенапряжений в сетях высокого напряжения, выбора защитных устройств <b>Уметь:</b> оперативно принимать и реализовывать решения для организации работ по техническому обслуживанию изоляции технического оборудования высокого напряжения <b>Владеть:</b> навыками организации работ подчиненного персонала по техническому обслуживанию и ремонту оборудования объектов профессиональной деятельности

### 3. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Техника высоких напряжений» входит в часть, формируемую

участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины (модули)» включенных в учебный план направления подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», направленность (профиль) «Электроснабжение».

**4. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах и в академических часах, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

Учебные занятия	Очная форма обучения	Заочная форма обучения
	семестр	семестр
	5	5
	з.е./час.	з.е./час.
<b>1. Контактная работа, з.е./час, в том числе (час):</b>	<b>2,4/87</b>	<b>0,7/24</b>
лекции	36(8)*	6(2)*
лабораторные работы	36(8)*	10(4)*
практические занятия	-	-
групповые консультации	3	3
курсовой проект	-	-
контрольные балльно-рейтинговые мероприятия	3	-
промежуточная аттестация: экзамен	9	5
<b>2. Самостоятельная работа з.е./час, в том числе (час):</b>	<b>1,6/57</b>	<b>3,3/120</b>
самостоятельное изучение отдельных тем модуля, подготовка к лабораторным работам и т.п.;	30	116
выполнение курсового проекта	-	-
Подготовка к промежуточной аттестации	27	4
<b>Общая трудоемкость з. е./час.</b>	<b>4/144</b>	<b>4/144</b>

(\*) - занятия, проводимые в интерактивных формах.

**4.1 Содержание дисциплины (модуля) структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества часов и видов учебных занятий (очная форма обучения)**

№ п/п	Наименование разделов и тем дисциплины	Аудиторные занятия			Самост. работа
		Лекции	Лабор. работы	Практич. занятия	Сам.изуч. отд. тем
1.	Общие сведения и характеристики изоляции электроустановок	2	4(2)*		1
2.	Физические процессы при ионизации в газе	2			1
3.	Коронный разряд на линиях электропередач	2(2)*	4		1
4.	Основные особенности изоляционных жидкостей. Механизм пробоя жидких диэлектриков	2			1
5.	Маслобарьерная изоляция	2	4		1
6.	Твердая изоляция. Тепловой, электрический и ионизационный пробой твердой изоляции	2			1
7.	Газовая и вакуумная изоляция	2	4(2)*		2
8.	Испытательные установки высокого напряжения	2			2
9.	Измерения на высоком напряжении	2(2)*	4		2
10.	Изоляторы высокого напряжения	2			2
11.	Изоляция силовых электроустановок напряжением выше 1 кВ	2(2)*	4(2)*		2

12.	Профилактика изоляции. Основные методы профилактики	2			2
13.	Профилактика изоляции высоковольтной техники	2			2
14.	Грозовые перенапряжения и защита от них	2	4(2)*		2
15.	Защита линии электропередачи от молнии	2(2)*			2
16.	Защита оборудования подстанций от атмосферных перенапряжений (1 часть)	2	4		2
17.	Защита оборудования подстанций от атмосферных перенапряжений (2 часть)	2	4		2
18.	Молниезащита зданий и сооружений	2			2
<b>Итого:</b>		<b>36(8)*</b>	<b>36(8)*</b>		<b>30</b>

(\*) – занятия, проводимые в интерактивных формах.

#### 4.2 Содержание дисциплины (модуля) структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества часов и видов учебных занятий (заочная форма обучения)

№ п/п	Наименование разделов и тем дисциплины	Аудиторные занятия			Самост. работа
		Лекции	Лабор. работы	Практич. занятия	Сам.изуч. отд. тем
1.	Общие сведения и характеристики изоляции электроустановок	0,5	1(1)*		6
2.	Физические процессы при ионизации в газе				6
3.	Коронный разряд на линиях электропередач	0,5(0,5)*	1		6
4.	Основные особенности изоляционных жидкостей. Механизм пробоя жидких диэлектриков	0,5			6
5.	Маслобарьерная изоляция	0,5	1		6
6.	Твердая изоляция. Тепловой, электрический и ионизационный пробой твердой изоляции	0,5			6
7.	Газовая и вакуумная изоляция	0,5	1(1)*		6
8.	Испытательные установки высокого напряжения	0,5			6
9.	Измерения на высоком напряжении	0,5(0,5)*	1		6
10.	Изоляторы высокого напряжения				6
11.	Изоляция силовых электроустановок напряжением выше 1 кВ	0,5(0,5)*	2(1)*		7
12.	Профилактика изоляции. Основные методы профилактики				7
13.	Профилактика изоляции высоковольтной техники				7
14.	Грозовые перенапряжения и защита от них	0,5	1(1)*		7
15.	Защита линии электропередачи от молнии				7
16.	Защита оборудования подстанций от атмосферных перенапряжений (1 часть)	0,5(0,5)*	1		7
17.	Защита оборудования подстанций от атмосферных перенапряжений (2 часть)	0,5	1		7
18.	Молниезащита зданий и сооружений				7
<b>Итого:</b>		<b>6(2)*</b>	<b>10(4)*</b>		<b>116</b>

(\*) – занятия, проводимые в интерактивных формах.

### 4.3 Содержание разделов дисциплины (модуля)

#### 4.3.1 Лекции

№ п/п	Номер и тема лекции Содержание лекции	Трудоемкость час.	
		очно	заочно
1	<b>Лекция №1</b> <b>Общие сведения и характеристики изоляции электроустановок</b> 1. Введение 2. Общие сведения 3. Общая характеристика внешней изоляции электроустановок	2	0,5
2	<b>Лекция №2</b> <b>Физические процессы при ионизации в газе</b> 1. Возбуждение и ионизация атомов и молекул. Лавина электронов. Несамостоятельный и самостоятельный разряды 2. Переход от лавинной формы самостоятельного разряда к искровому разряду в малых искровых промежутках с равномерным полем. Образование стримеров 3. Самостоятельный разряд в неравномерном поле. Лавинная корона 4. Стримерная корона 5. Переход стримера в искровой разряд в промежутках с неравномерным полем 6. Переход стримера в искровой разряд в длинных воздушных промежутках. Лидерная стадия разряда 7. Главный разряд в длинных промежутках 8. Искра 9. Длинная дуга в воздухе 10. Последовательность стадий газового разряда	2	
3	<b>Лекция №3</b> <b>Коронный разряд на линиях электропередач</b> 1. Коронный разряд на линиях электропередач 2. Корона на проводах при постоянном напряжении 3. Корона на проводах при переменном напряжении	2(2)*	0,5(0,5)*
4	<b>Лекция №4</b> <b>Основные особенности изоляционных жидкостей. Механизм пробоя жидких диэлектриков</b> 1. Основные особенности минерального масла как диэлектрика 2. Синтетические изоляционные жидкости. Чистые углеводороды 3. Подготовка изоляционных жидкостей 4. Механизм пробоя в жидких диэлектриках	2	0,5
5	<b>Лекция №5</b> <b>Маслобарьерная изоляция</b> 1. Примеры применения маслобарьерной изоляции: силовые трансформаторы, вводы 2. Типовая конструкция изоляции обмотки 110 кВ силового трансформатора	2	0,5
6	<b>Лекция №6</b> <b>Твердая изоляция. Тепловой, электрический и ионизационный пробой твердой изоляции</b> 1. Твердая изоляция 2. Виды твердых изоляционных материалов 3. Тепловой, электрический и ионизационный пробой твердой изоляции	2	0,5

7	<b>Лекция №7</b> <b>Газовая и вакуумная изоляция</b> 1. Газовая изоляция высоковольтной техники 2. Вакуумная изоляция в технике высокого напряжения	2	0,5
8	<b>Лекция №8</b> <b>Испытательные установки высокого напряжения</b> 1. Общие сведения 2. Испытательные трансформаторы 3. Генераторы импульсных напряжений и токов	2	0,5
9	<b>Лекция №9</b> <b>Измерения на высоком напряжении</b> 1. Электростатические вольтметры 2. Измерительные разрядники 3. Делители для измерений высоких постоянных, переменных и импульсных напряжений	2(2)*	0,5(0,5)*
10	<b>Лекция №10</b> <b>Изоляторы высокого напряжения</b> 1. Изоляторы высокого напряжения 2. Линейные изоляторы 3. Станционно-аппаратные изоляторы	2	
11	<b>Лекция №11</b> <b>Изоляция силовых электроустановок напряжением выше 1 кВ</b> 1. Общие положения 2. Изоляция вращающихся электрических машин 3. Изоляция силовых трансформаторов 4. Изоляция кабелей	2(2)*	0,5(0,5)*
12	<b>Лекция №12</b> <b>Профилактика изоляции. Основные методы профилактики</b> 1. Профилактика изоляции. Основные методы профилактики изоляции 2. Контроль изоляции по $\tan \delta$ 3. Методы контроля с использованием явления абсорбции 4. Испытание повышенным напряжением 5. Контроль изоляции по распределению напряжения на элементах конструкции 6. Обнаружение ионизационных процессов в изоляции	2	
13	<b>Лекция №13</b> <b>Профилактика изоляции высоковольтной техники</b> 1. Профилактика изоляции силовых трансформаторов 2. Профилактика линейной изоляции 3. Профилактика изоляции вращающихся машин 4. Профилактика изоляции кабелей	2	
14	<b>Лекция №14</b> <b>Грозовые перенапряжения и защита от них</b> 1. Молния как источник грозовых перенапряжений 2. Основные параметры молнии 3. Воздействие молнии 4. Защита от прямых ударов молнии 5. Зоны защиты молниеводов 6. Конструктивное выполнение молниеводов	2	0,5
15	<b>Лекция №15</b> <b>Защита линии электропередачи от молнии</b> 1. Закрытые и защищенные шинопроводы 2. Монтаж магистральных шинопроводов	2(2)*	



	3. Монтаж распределительных шинопроводов 4. Открытые шинопроводы 5. Открытые троллейные магистрали 6. Троллейный шинопровод		
16	<b>Лекция №16</b> <b>Защита оборудования подстанций от атмосферных перенапряжений (1 часть)</b> 1. Защита оборудования подстанций от набегающих с линии импульсов грозовых перенапряжений	2	0,5(0,5)*
17	<b>Лекция №17</b> <b>Защита оборудования подстанций от атмосферных перенапряжений (2 часть)</b> 1. Вентильный разрядник как основной аппарат защиты подстанционного оборудования от набегающих импульсов 2. Нелинейные ограничители перенапряжений	2	0,5
18	<b>Лекция №18</b> <b>Молниезащита зданий и сооружений</b> 1. Молниезащита зданий и сооружений 2. Молниезащита зданий и сооружений I категории, II категории, III категории	2	
	<b>Итого:</b>	<b>36(8)*</b>	<b>6(2)*</b>

(\*) – занятия, проводимые в интерактивных формах.

#### 4.3.2 Лабораторные работы

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Номер и тема лабораторной работы	Трудоемкость час.	
			очно	заочно
1	Общие сведения и характеристики изоляции электроустановок	<b>Лаб. работа №1.</b> Распределение напряжения в изоляционных конструкциях	4(2)*	1(1)*
2	Физические процессы при ионизации в газе			
3	Коронный разряд на линиях электропередач	<b>Лаб. работа №2.</b> Исследование электрической прочности воздушных промежутков в резко неоднородном электрическом поле	4	1
4	Основные особенности изоляционных жидкостей. Механизм пробоя жидких диэлектриков			
5	Маслобарьерная изоляция	<b>Лаб. работа №3.</b> Исследование основных характеристик жидких диэлектриков	4	1
6	Твердая изоляция. Тепловой, электрический и ионизационный пробой твердой изоляции			
7	Газовая и вакуумная изоляция	<b>Лаб. работа №4.</b> Статистические закономерности пробоя изоляции	4(2)*	1(1)*
8	Испытательные установки высокого напряжения			
9	Измерения на высоком напряжении	<b>Лаб. работа №5.</b> Исследование модели каскадного выпрямителя высокого напряжения	4	1
10	Изоляторы высокого напряжения			

11	Изоляция силовых электроустановок напряжением выше 1 кВ	Лаб. работа №6. Исследование перенапряжений в обмотках трансформатора	4(2)*	2(1)*
12	Профилактика изоляции. Основные методы профилактики			
13	Профилактика изоляции высоковольтной техники			
14	Грозовые перенапряжения и защита от них	Лаб. работа №7. Исследование грозовых перенапряжений методом моделирования	4(2)*	1(1)*
15	Защита линии электропередачи от молнии			
16	Защита оборудования подстанций от атмосферных перенапряжений (1 часть)	Лаб. работа №8. Определение зон защиты стержневых и тросовых молниеотводов	4	1
17	Защита оборудования подстанций от атмосферных перенапряжений (2 часть)	Лаб. работа №9. Защитные разрядники и ограничители перенапряжений	4	1
18	Молниезащита зданий и сооружений			
Итого:			36(8)*	10(4)*

(\*) – занятия, проводимые в интерактивных формах.

## 5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Техника высоких напряжений» в научной библиотеке университета имеется достаточное количество учебников и учебных пособий. Кроме этого, надо отметить, что для полноты обеспечения самостоятельной работы с учебно-методической документацией по данной дисциплине разработаны для внутривузовского пользования следующие учебные пособия и методические указания:

1. Учебно-методическое пособие к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Техника высоких напряжений», для студентов направления подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» очной и заочной форм обучения [Текст]: / А.М. Сохроков. – Нальчик: ФГБОУ ВО КБГАУ им. В.М. Кокова, 2022. -60с.
2. Учебно-методическое пособие к самостоятельному изучению разделов дисциплины «Техника высоких напряжений», для студентов направления подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» очной и заочной форм обучения [Текст]: / А.М. Сохроков. – Нальчик: ФГБОУ ВО КБГАУ им. В.М. Кокова, 2022. -60с.

На самостоятельную работу при изучении данной дисциплины отводится по очной (заочной) формам обучения соответственно **57(120)** часов, из них **30(116)** часов выделяется на самостоятельное изучение отдельных тем и вопросов. При самостоятельном изучении отдельных вопросов и тем основными видами самостоятельной работы обучающихся являются: проработка учебников, учебных пособий, учебно-методической литературы и информационно-образовательных ресурсов, конспектирование материалов, подготовка к выполнению лабораторных работ, к опросу, тестированию, к контрольным балльно-рейтинговым мероприятиям, подготовка к промежуточной аттестации.

На очной форме обучения контроль самостоятельной работы, чаще всего осуществляется перед началом чтения лекции, выполнения лабораторных работ, во время проведения балльно-рейтинговых контрольных мероприятий и промежуточной

аттестации.

На заочной форме обучения, контроль самостоятельной работы осуществляется только во время промежуточной аттестации.

Объем часов выделяемых для подготовки к промежуточной аттестации (27 ч. по очной форме и 4 ч. по заочной форме обучения), используется для самостоятельной подготовки обучающихся к экзаменам. Данный этап является завершающим при изучении дисциплины и контроль самостоятельной работы осуществляется на промежуточной аттестации.

№ разд ела	Тема и вопросы самостоятельной работы студентов	Объем часов очно (заочно)	Перечень учебно- методического обеспечения	Форма контроля
1	Поляризация диэлектриков. Диэлектрические потери	1(6)	[1], [2], [3], [4], [5], [6], [7], [8]	Подготовка к балльно-рейтинговым контрольным мероприятиям и к сдаче экзамена. Защита лабораторных работ
2	Развитие разряда и пробивные напряжения промежутков с однородным электрическим полем	1(6)	[1], [2], [3], [4], [5], [6], [7], [8]	Подготовка к балльно-рейтинговым контрольным мероприятиям и к сдаче экзамена. Защита лабораторных работ
3	Переход стримера в искровой разряд в длинных воздушных промежутках. Лидерная стадия разряда Главный разряд в длинных промежутках	1(6)	[1], [2], [3], [4], [5], [6], [7], [8]	Подготовка к балльно-рейтинговым контрольным мероприятиям и к сдаче экзамена. Защита лабораторных работ
4	Корона на проводах при постоянном напряжении	1(6)	[1], [2], [3], [4], [5], [6], [7], [8]	Подготовка к балльно-рейтинговым контрольным мероприятиям и к сдаче экзамена. Защита лабораторных работ
5	Синтетические изоляционные жидкости. Чистые углеводороды	1(6)	[1], [2], [3], [4], [5], [6], [7], [8]	Подготовка к балльно-рейтинговым контрольным мероприятиям и к сдаче экзамена. Защита лабораторных работ
6	Бумажно-масляная изоляция	1(6)	[1], [2], [3], [4], [5], [6], [7], [8]	Ответ во время проведения балльно- рейтинговым контрольных мероприятий
7	Ионизационный пробой твердой изоляции	2(6)	[1], [2], [3], [4], [5], [6], [7], [8]	Подготовка к балльно-рейтинговым контрольным мероприятиям и к сдаче экзамена. Защита лабораторных работ
8	Использование вакуумной изоляции в технике высокого напряжения	2(6)	[1], [2], [3], [4], [5], [6], [7], [8]	Подготовка к балльно-рейтинговым контрольным мероприятиям и к сдаче экзамена. Защита лабораторных работ
9	Генераторы импульсных напряжений и токов	2(6)	[1], [2], [3], [4], [5], [6], [7], [8]	Подготовка к балльно-рейтинговым контрольным мероприятиям и к сдаче экзамена. Защита лабораторных работ
10	Делители для измерений высоких импульсных напряжений	2(6)	[1], [2], [3], [4], [5], [6], [7], [8]	Подготовка к балльно-рейтинговым контрольным мероприятиям и к сдаче экзамена. Защита лабораторных работ
11	Изоляторы высокого напряжения	2(7)	[1], [2], [3], [4], [5], [6], [7], [8]	Подготовка к балльно-рейтинговым контрольным мероприятиям и к сдаче экзамена. Защита лабораторных работ
12	Защитные аппараты и устройства (ограничители перенапряжений)	2(7)	[1], [2], [3], [4], [5], [6], [7], [8]	Ответ во время проведения балльно- рейтинговым контрольных мероприятий
13	Диагностика изоляции вращающихся машин	2(7)	[1], [2], [3], [4], [5], [6], [7], [8]	Подготовка к балльно-рейтинговым контрольным мероприятиям и к сдаче экзамена. Защита лабораторных работ
14	Воздействие тока молнии	2(7)	[1], [2], [3], [4], [5], [6], [7], [8]	Подготовка к балльно-рейтинговым контрольным мероприятиям и к сдаче экзамена. Защита лабораторных работ
15	Конструктивное выполнение молниевыводов	2(7)	[1], [2], [3], [4], [5], [6], [7], [8]	Подготовка к балльно-рейтинговым контрольным мероприятиям и к сдаче экзамена. Защита лабораторных работ

16	Защита оборудования подстанций от набегающих с линии импульсов грозовых перенапряжений Нелинейные ограничители перенапряжений	2(7)	[1], [2], [3], [4], [5], [6], [7], [8], [9], [10]	Подготовка к балльно-рейтинговым контрольным мероприятиям и к сдаче экзамена. Защита лабораторных работ
17	Установившиеся перенапряжения в электропередачах	2(7)	[1], [2], [3], [4], [5], [6], [7], [8]	Подготовка к балльно-рейтинговым контрольным мероприятиям и к сдаче экзамена. Защита лабораторных работ
18	Изоляция кабельных линий высокого напряжения Изоляция силовых трансформаторов	2(7)	[1], [2], [3], [4], [5], [6], [7], [8], [9], [10]	Ответ во время проведения балльно-рейтинговым контрольных мероприятий
11	Подготовка к промежуточной аттестации	27(4)	[1], [2], [3], [4], [5], [6], [7], [8]	Сдача экзамена
<b>Итого:</b>		<b>57(120)</b>		

\* Перечень учебно-методического обеспечения приведен в разделе 8.

## 6. Фонд оценочных средств, для проведения текущего и промежуточного контроля обучающихся по дисциплине (модулю)

### 6.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования при текущем и промежуточном контроле знаний обучающихся

№ модуля	Структурированные модули	Коды формируемых компетенций	Этапы формирования компетенции в процессе освоения дисциплины
1.	Общие сведения и характеристики изоляции электроустановок	ПК-6	<u>1-ый рейтинг-контроль.</u> (Рейтинговые контрольные мероприятия (контрольные работы, тесты) подготовка к выполнению лабораторных работ и их защита)
2.	Физические процессы при ионизации в газе		
3.	Коронный разряд на линиях электропередач		
4.	Основные особенности изоляционных жидкостей. Механизм пробоя жидких диэлектриков		
5.	Маслобарьерная изоляция		
6.	Твердая изоляция. Тепловой, электрический и ионизационный пробой твердой изоляции		
7.	Газовая и вакуумная изоляция	ПК-6	<u>2-ой рейтинг-контроль.</u> (Рейтинговые контрольные мероприятия (контрольные работы, тесты) подготовка к выполнению лабораторных работ и их защита)
8.	Испытательные установки высокого напряжения		
9.	Измерения на высоком напряжении		
10.	Изоляторы высокого напряжения		
11.	Изоляция силовых электроустановок напряжением выше 1 кВ		
12.	Профилактика изоляции. Основные методы профилактики		
13.	Профилактика изоляции высоковольтной техники	ПК-6	<u>3-ий рейтинг контроль.</u> (Рейтинговые контрольные мероприятия (контрольные работы, тесты) подготовка к выполнению лабораторных работ и их защита)
14.	Грозовые перенапряжения и защита от них		
15.	Защита линии электропередачи от молнии		
16.	Защита оборудования подстанций от атмосферных перенапряжений (1 часть)		
17.	Защита оборудования подстанций от атмосферных перенапряжений (2 часть)		

18.	Молниезащита зданий и сооружений		
-----	----------------------------------	--	--

## **6.2 Показатели и критерии оценивания индикаторов достижения компетенций на различных этапах их формирования, шкалы и процедуры оценивания при текущем и промежуточном контроле знаний обучающихся.**

**Текущий контроль** – это непрерывное отслеживание освоения индикаторов достижения универсальных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций по дисциплине.

**Промежуточный контроль** проводится с целью оценки усвоения студентами материала крупного модуля или раздела учебной дисциплины. В течение семестра проводится два таких контрольных мероприятия, согласно календарного учебного графика. Промежуточный контроль – это своего рода микроэкзамен по пройденному материалу учебной дисциплины. Он может проводиться, как в устной, так и в письменной форме, а также в виде тестового контроля.

Оценка знаний студентов осуществляется в баллах с учетом:

- оценки (текущего контроля) за работу в семестре (оценки за выполнение контрольных заданий, за выполнение и успешную защиту лабораторных работ, за активное участие на семинарских и практических занятиях);
- оценки промежуточных знаний на рейтинговых мероприятиях (тестовые задания и коллоквиум);

Для определения оценки за работу в семестре и оценки промежуточных знаний на рейтинговых мероприятиях содержательная часть рабочей программы четко структурируется на содержательные модули из которых формируется два блока (модуля), с периодами изучения равными периодам проведения рейтинг-контроля.

Таким образом, устанавливается объем дисциплины, подлежащей оценке качества усвоения в рамках блоков. При этом каждая контрольная точка оценивается в 30 баллов, из которых на долю текущего контроля приходится 15 баллов, а остальные 15 баллов студент может получить по результатам промежуточного контроля.

Критериями оценки сформированности компетенций являются уровень освоения обучающимися знаний, умений и навыков, которыми они должны обладать при изучении разделов (модулей) дисциплин.

Согласно этих критериев при разработке шкал оценивания руководствуемся следующим:

**15-20 баллов** – студент получает при **высоком** уровне овладения компетенциями и освоения знаний, умений и теоретического материала без пробелов; выполнении всех заданий, предусмотренных учебным планом на высоком качественном уровне; сформировании практических навыков, профессионального применения освоенных знаний;

Это позволяет получить студенту «автоматом» (при 55 и более баллов) или на промежуточной аттестации (при 45 и более баллов) оценку «отлично».

**10-14 баллов** – студент получает при **среднем** уровне овладения компетенциями и освоении знаний, умений и теоретического материала, когда учебные задания не оценены максимальным числом баллов, и в основном сформированы практические навыки.

**До 10 баллов** – студент получает при **пороговом** уровне овладения компетенциями и частично с пробелом освоении знаний, умений и теоретического материала, некачественном выполнении учебных заданий, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, в случаях не сформирования некоторых практических навыков.

## **7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)**

### **7.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы**

Рабочей программой дисциплины «Техника высоких напряжений»

предусмотрено участие дисциплины в формировании следующих компетенций:

ПК-6 – Способен управлять деятельностью по техническому обслуживанию и ремонту объектов профессиональной деятельности.

В процессе освоения образовательной программы компетенции **ПК-6** формируются при изучении дисциплин, прохождении практик и ГИА.

#### Этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы «Электроэнергетика и электротехника»

Код компетенции	Дисциплины, практики, ГИА, через которые формируется компетенция (компоненты)	Этапы формирования компетенции в процессе освоения образовательной программы
ПК-4	<b>Б1.В.1.09 Техника высоких напряжений</b>	<b>5</b>
	Б1.В.1.22 Электрическое освещение	6
	Б2.О.05(Пд) Производственная практика, преддипломная	8
	Б3.01(Д) Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	8

\* Этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы определяются семестром изучения дисциплин и прохождения практик.

#### 7.2 Описание показателей индикаторов достижения компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Для оценки знаний, умений, навыков и формирования компетенции по дисциплине применяется балльно-рейтинговая система контроля и оценки успеваемости студентов. В основу балльно-рейтинговой системы (БРС) положены принципы, в соответствии с которыми формирование рейтинга студента осуществляется в ходе текущего, промежуточного контроля и промежуточной аттестации знаний.

**Промежуточная аттестация** – экзамен.

При модульной системе основным стимулом к регулярной работе студентов является возможность быть освобожденным от семестрового экзамена (получить их «автоматом»). Для этого студент должен выполнить следующие условия:

- не иметь по промежуточным модулям **0** баллов;
- если студент по итогам текущего рейтинга набрал в семестре **49-54** баллов то он получает, «автоматом» оценку – «хорошо», **55** и выше «отлично».

Максимальная сумма баллов, которую студент может набрать за семестр составляет **100** баллов, из которых на текущий и промежуточный контроль отводится **60** баллов. Оставшиеся **40** баллов – это сумма баллов, которую студент может набрать по результатам промежуточной аттестации (экзамен).

Студент, получивший по итогам текущего и промежуточного контроля меньше **45** баллов, не может претендовать на оценку «отлично».

#### Индикаторы достижения компетенции\*

Код и наименование индикатора достижения компетенции, этапы освоения	Планируемые результаты обучения	Соответствие индикатора достижения компетенции планируемым результатам обучения и критериям их оценивания			
		минимальный	пороговый	средний	высокий
		0-59	60-69	70-84	85-100
		Оценка			
		неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично
ИД-1 ПК-6 Выполняет контроль и планирование деятельности по техническому обслуживанию и ремонту	<b>Знать:</b> нормальные, аварийные, послеаварийные и ремонтные режимы работы объектов профессиональной деятельности,	Не знает нормальные, аварийные, послеаварийные и ремонтные режимы работы объектов профессиональной деятельности, допустимые перегрузки по току и температурам;	Частично знает нормальные, аварийные, послеаварийные и ремонтные режимы работы объектов профессиональной деятельности, допустимые	Знает на достаточно высоком уровне нормальные, аварийные, послеаварийные и ремонтные режимы работы объектов	На высоком уровне знает нормальные, аварийные, послеаварийные и ремонтные режимы работы объектов профессионально

Код и наименование индикатора достижения компетенции, этапы освоения	Планируемые результаты обучения	Соответствие индикатора достижения компетенции планируемым результатам обучения и критериям их оценивания			
		минимальный	пороговый	средний	высокий
		0-59	60-69	70-84	85-100
		Оценка			
		неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично
оборудования объектов профессиональной деятельности  (пятый этап)	допустимые перегрузки по току и температурам; технические характеристики, конструктивные особенности и планирования деятельности по техническому обслуживанию и ремонту основного высоковольтного оборудования	технические характеристики, конструктивные особенности и планирования деятельности по техническому обслуживанию и ремонту основного высоковольтного оборудования	перегрузки по току и температурам; технические характеристики, конструктивные особенности и планирования деятельности по техническому обслуживанию и ремонту основного высоковольтного оборудования	профессионально й деятельности, допустимые перегрузки по току и температурам; технические характеристики, конструктивные особенности и планирования деятельности по техническому обслуживанию и ремонту основного высоковольтного оборудования	й деятельности, допустимые перегрузки по току и температурам; технические характеристики, конструктивные особенности и планирования деятельности по техническому обслуживанию и ремонту основного высоковольтного оборудования
	<b>Уметь:</b> выбирать изоляционные расстояния, оценивать надёжность молниезащиты открытых распределительных устройств и воздушных линий электропередачи, определять необходимые параметры нелинейных ограничителей перенапряжений и вентильных разрядников	Не умеет выбирать изоляционные расстояния, оценивать надёжность молниезащиты открытых распределительных устройств и воздушных линий электропередачи, определять необходимые параметры нелинейных ограничителей перенапряжений и вентильных разрядников	Не в полной мере умеет выбирать изоляционные расстояния, оценивать надёжность молниезащиты открытых распределительных устройств и воздушных линий электропередачи, определять необходимые параметры нелинейных ограничителей перенапряжений и вентильных разрядников	На достаточно хорошем уровне умеет выбирать изоляционные расстояния, оценивать надёжность молниезащиты открытых распределительных устройств и воздушных линий электропередачи, определять необходимые параметры нелинейных ограничителей перенапряжений и вентильных разрядников	На высоком уровне умеет выбирать изоляционные расстояния, оценивать надёжность молниезащиты открытых распределительных устройств и воздушных линий электропередачи, определять необходимые параметры нелинейных ограничителей перенапряжений и вентильных разрядников
	<b>Владеть:</b> навыками измерения и анализа диагностических параметров изоляции высоковольтного оборудования, решения задач техники высоких напряжений с помощью специализированного программного обеспечения	Не владеет навыками измерения и анализа диагностических параметров изоляции высоковольтного оборудования, решения задач техники высоких напряжений с помощью специализированного программного обеспечения	Знаком с некоторыми навыками измерения и анализа диагностических параметров изоляции высоковольтного оборудования, решения задач техники высоких напряжений с помощью специализированного программного обеспечения	Владеет навыками измерения и анализа диагностических параметров изоляции высоковольтного оборудования, решения задач техники высоких напряжений с помощью специализированного программного обеспечения	В полной мере владеет навыками измерения и анализа диагностических параметров изоляции высоковольтного оборудования, решения задач техники высоких напряжений с помощью специализированного программного обеспечения



Код и наименование индикатора достижения компетенции, этапы освоения	Планируемые результаты обучения	Соответствие индикатора достижения компетенции планируемым результатам обучения и критериям их оценивания			
		минимальный	пороговый	средний	высокий
		0-59	60-69	70-84	85-100
		Оценка			
		неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично
ИД-2 ПК-6 Организует работу подчиненного персонала по техническому обслуживанию и ремонту оборудования объектов профессиональной деятельности  (пятый этап)	<b>Знать:</b> методы оценки электрической прочности изоляции, надежности молниезащиты, определения уровня перенапряжений в сетях высокого напряжения, выбора защитных устройств	Не знает методы оценки электрической прочности изоляции, надежности молниезащиты, определения уровня перенапряжений в сетях высокого напряжения, выбора защитных устройств	Частично знает методы оценки электрической прочности изоляции, надежности молниезащиты, определения уровня перенапряжений в сетях высокого напряжения, выбора защитных устройств	Знает на достаточно высоком уровне методы оценки электрической прочности изоляции, надежности молниезащиты, определения уровня перенапряжений в сетях высокого напряжения, выбора защитных устройств	На высоком уровне знает методы оценки электрической прочности изоляции, надежности молниезащиты, определения уровня перенапряжений в сетях высокого напряжения, выбора защитных устройств
	<b>Уметь:</b> оперативно принимать и реализовывать решения для организации работ по техническому обслуживанию изоляции технического оборудования высокого напряжения	Не умеет оперативно принимать и реализовывать решения для организации работ по техническому обслуживанию изоляции технического оборудования высокого напряжения	Не в полной мере умеет оперативно принимать и реализовывать решения для организации работ по техническому обслуживанию изоляции технического оборудования высокого напряжения	На достаточно хорошем уровне умеет оперативно принимать и реализовывать решения для организации работ по техническому обслуживанию изоляции технического оборудования высокого напряжения	На высоком уровне умеет оперативно принимать и реализовывать решения для организации работ по техническому обслуживанию изоляции технического оборудования высокого напряжения
	<b>Владеть:</b> навыками организации работ подчиненного персонала по техническому обслуживанию и ремонту оборудования объектов профессиональной деятельности	Не владеет навыками организации работ подчиненного персонала по техническому обслуживанию и ремонту оборудования объектов профессиональной деятельности	Знаком с некоторыми навыками организации работ подчиненного персонала по техническому обслуживанию и ремонту оборудования объектов профессиональной деятельности	Владеет навыками организации работ подчиненного персонала по техническому обслуживанию и ремонту оборудования объектов профессиональной деятельности	В полной мере владеет навыками организации работ подчиненного персонала по техническому обслуживанию и ремонту оборудования объектов профессиональной деятельности

*\*На этапе освоения дисциплины*

Для допуска к экзамену, студент должен набрать в ходе текущего и промежуточного контроля не менее **40** баллов. Если эта сумма меньше **30** баллов, то студент не допускается к экзамену. Если эта сумма больше или равна **30**, то путем дополнительного опроса (собеседование, контрольная работа, тест, реферат) эта сумма может быть повышена до **40** баллов.

Для допуска к экзамену студенту необходимо восстановить пробелы, как по текущему, так и по промежуточному контролю. На экзамене студент может получить **20 – 40** баллов. Максимальный балл при каждой повторной пересдаче уменьшается на **10** баллов. Если ответы студента оцениваются суммой баллов менее **20**, то студенту выставляется **0** баллов.

Студент, набравший по итогам текущего и промежуточного контроля по дисциплине менее 30 баллов, после всех разрешенных отработок может получить оценку не выше «удовлетворительно».

### Критерии оценивания результатов обучения

Оценка	Шкала оценивания	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	85-100	заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы.
Средний уровень «4» (хорошо)	70-84	заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки.
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	60-69	заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы.
Минимальный уровень «2» (не удовлетворительно)	0-59	заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.

**7.3 Контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов освоения индикаторов достижений компетенций ИД-1 ПК-6 ИД-2 ПК-6 в процессе освоения образовательной программы**

**7.3.1 Примерная тематика курсовых проектов**

Рабочей программой не предусмотрено.

**7.3.2 Тесты для текущего и промежуточного контроля знаний обучающихся**

*Укажите номер правильного ответа*

**Лекция 1. Общие сведения и характеристики изоляции электроустановок**

***1. Сопротивления изоляции – это***

- a. отношение напряжения, приложенного к изоляции, к току, проходящему через сечение изоляции
- b. отношение среднего значения напряжения, приложенного к изоляции, к среднему току, протекающему через изоляцию
- c. сопротивление при постоянном напряжении через 1 минуту после его подачи

***2. Выберите правильное определение угла диэлектрических потерь:***

- a. показывает соотношение между активной мощностью нагрева изоляции и реактивной мощностью в изоляции
- b. угол, дополняющий до  $90^\circ$  угол сдвига фазы между напряжением на изоляции и током через изоляцию
- c. понятие угла диэлектрических потерь применимо только для синусоидальных токов и напряжений

***3. Коэффициент неоднородности вычисляется по формуле:***

- a.  $k_n = E_{\max}/E_{cp}$
- b.  $k_n = 1/E_{cp}$
- c.  $k_n = E_{\max}/(E_{cp}+1)$
- d.  $U = IR$

***4. Разрушающее действие частичного разряда на диэлектрики не обусловлено следующим фактором, возникающим при пробое включения:***

- a. Воздействием ударных волн
- b. Воздействием излучения
- c. Развитием древовидных побегов-дендритов
- d. Тепловым воздействием

***5. Какой материал используется для изоляции токоведущих проводников***

- a. Древесина
- b. Металл
- c. Диэлектрик

***6. Какая из перечисленных жидкостей не относится к диэлектрикам***

- a. Вода
- b. Углеводороды растительные: касторовое, льняное и другие масла
- c. Углеводороды минеральные: трансформаторное, конденсаторное и др. масла

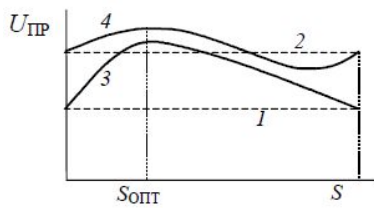
**Лекция 2. Физические процессы при ионизации в газе**

***1. К разрядным напряжениям относятся***

- a. сухоразрядное, мокроразрядное, импульсное, пробивное

- b. сухоразрядное, грозовое, импульсное, номинальное
- c. мокроразрядное, номинальное, грозовое, пробивное

**2. Укажите на рисунке пробивное напряжение газового промежутка при отрицательной полярности напряжения с барьером**



- a. 3
- b. 4
- c. 1
- d. 2

**3. Какое явление называется “тлеющим разрядом”**

- a. Вид стационарного электрического разряда в газах; формируется, как правило, при низком давлении газа и малом токе
- b. Вид нестационарного электрического разряда в газах; формируется, как правило, при высоком токе
- c. Частный случай плазмы

**4. Когда в газе появляется электрический ток**

- a. При наличии внешнего электрического поля
- b. При повышении давления в газовой среде
- c. При повышении температуры газа

**5. В каком случае разряд в газе из несамостоятельного может перейти в самостоятельный**

- a. Если увеличить приложенное к электродам напряжение
- b. Если количество электронов и ионов в газе будут одинаковыми
- c. Если уменьшить приложенное к электродам напряжение

**6. Что подразумевается под ударной ионизацией**

- a. Соударение атомов в разряженной газовой среде
- b. Процесс ионизации атомов при ударе о него электрона (или другой заряженной частицы)
- c. Первый электрон, воздействующий на нейтральный атом, переводит его только в возбужденное состояние (энергии первого электрона недостаточна для ионизации атома), воздействие второго электрона на возбужденный атом приводит к его ионизации

### Лекция 3. Коронный разряд на линиях электропередач

**1. Минимальная энергия ионизации  $O_2$**

- a. 14,5 эВ
- b. 13,6 эВ
- c. 15,5 эВ
- d. 12,5 эВ

**2. Какие из перечисленных газов являются электроотрицательными?**

- a. Аргон
- b. Воздух, Азот
- c. Водород
- d. Шестифосфорная сера

**3. В каких единицах измеряется энергия ионизации атомов**

- a. В генри [Гн]

- b. В веберах [Вб]
- c. В электронвольтах [эВ]

**4. Как определяется направленная скорость электронов в газовой среде под действием электрического поля**

- a.  $V = k \cdot E^2$ , где E – напряженность поля между электродами, В/см; V — скорость, см / с; k — коэффициент подвижности ( скорость дрейфа заряженной частицы в электрическом поле с E=1 В/см)
- b.  $V = k \cdot U^2$ , где U – напряжение между электродами, В; V — скорость, см / с; k — коэффициент подвижности ( скорость дрейфа заряженной частицы в электрическом поле с E = 1 В/см)
- c.  $V = k \cdot E$ , где E – напряженность поля между электродами, В/см; V — скорость, см/с; k — коэффициент подвижности ( скорость дрейфа заряженной частицы в электрическом поле с E=1 В/см)

**5. Где может возникнуть объемная ионизация**

- a. В диэлектрике
- b. В проводнике
- c. В газовой среде

**6. Какой процесс называется лавиной электронов**

- a. Неуклонно нарастающий процесс размножения электронов в результате ионизации атомов и молекул газа в электрическом поле, как правило, электронным ударом
- b. Свободное движение атомов в газах под действием гравитационного поля
- c. Движение электронов по атомным орбиталам

**Лекция 4. Основные особенности изоляционных жидкостей. Механизм пробоя жидких диэлектриков**

**1. Почему существует зависимость разрядного напряжения от предразрядного времени?**

- a. Для достижения пробивного напряжения требуется появление активного электрона и формирование канала пробоя
- b. Они связаны вольт-секундной характеристикой
- c. Предразрядное время не зависит от разрядного напряжения

**2. Какое явление называется “коронным разрядом”**

- a. Форма самостоятельного газового разряда, возникающего в однородных полях
- b. Форма самостоятельного газового разряда, возникающего в резконеоднородных полях
- c. Накопление электростатического заряда на остроконечных электродах

**3. Плазма состоит в основном из положительных или отрицательных зарядов**

- a. В основном из положительных зарядов
- b. Концентрация положительных и отрицательных зарядов в плазме примерно одинакова
- c. В основном из отрицательных зарядов

**4. Как определяется средняя напряженность электрического поля**

- a. Отношение заряда на электроде q к расстоянию между электродами, S  $E_{cp} = \frac{q}{S}$
- b. Произведение заряда на электроде q и расстояния между электродами S  $E_{cp} = q \cdot S$
- c. Отношение напряжения, приложенного к электродам U, к расстоянию между электродами S  $E_{cp} = \frac{U}{S}$

**5. Чем характеризуется степень неоднородности электрического поля между электродами**

- a. Средним значением напряженности поля  $E_{cp}$
- b. Коэффициентом неоднородности  $K_H$
- c. Максимальным значением напряженности поля  $E_{max}$

**6. Какая изоляция имеет наибольшее значение напряжения пробоя: твердая, жидкая, газообразная**

- a. Жидкостная
- b. Твердая
- c. Газообразная

## **Лекция 5. Маслобарьерная изоляция**

### **1. Виды изоляционных промежутков:**

- a. однородный, неоднородный, резконеоднородный
- b. слабонеоднородный, неоднородный, резконеоднородный
- c. однородный, слабонеоднородный, резконеоднородный

### **2. Механизм пробоя изоляции**

- a. ударная ионизация, фотоионизация в объеме газов, термическая ионизация, автоэлектронная эмиссия электронов, тепловые и электрические ионизационные процессы
- b. ударная ионизация, фотоионизация в объеме газов, термическая ионизация, автоэлектронная эмиссия электронов, тепловые ионизационные процессы, электрические ионизационные процессы
- c. ударная ионизация, фотоионизация в объеме газов, термическая ионизация, эмиссия электронов, тепловые ионизационные процессы, электрические ионизационные процессы

### **3. Виды токов изоляции:**

- a. емкостные, адсорбционные, индуктивные
- b. емкостные, адсорбционные, сквозные
- c. емкостные, абсорбционные, сквозные

### **4. На увеличение напряжения пробоя жидких диэлектриков влияет...**

- a. Увеличение температуры
- b. Увеличение давления
- c. Уменьшение вязкости
- d. Увеличение загрязненности масла

### **5. Каково среднее значение электрической прочности для хорошо очищенных жидкостных диэлектриков**

- a. До 100000 кВ/см
- b. До 1000 кВ/см
- c. До 10 кВ/см

### **6. В каком случае повысится значение напряжения пробоя жидкостного диэлектрика**

- a. При повышении температуры жидкостного диэлектрика
- b. При понижении температуры жидкостного диэлектрика
- c. Температура жидкостного диэлектрика не влияет на значение его напряжения пробоя

## **Лекция 6. Твердая изоляция. Тепловой, электрический и ионизационный пробой твердой изоляции**

### **1. Как устроена изоляция силовых конденсаторов?**

- a. Камерно
- b. Секционно
- c. Последовательно

### **2. Как изменяется значение напряжения пробоя для трансформаторного масла при увеличении времени воздействия напряжения**

- a. Напряжение пробоя увеличивается
- b. Напряжение пробоя не меняется
- c. Напряжение пробоя уменьшается

**3. Какой из диэлектриков обладает большей электрической прочностью: жидкость или газ**

- a. Жидкостный диэлектрик
- b. Газообразный диэлектрик и газообразный диэлектрик обладают одинаковой электрической прочностью
- c. Газообразный диэлектрик

**4. Как расстояние между электродами влияет на значение напряжения пробоя жидкостного диэлектрика**

- a. При увеличении расстояния между электродами значение напряжения пробоя жидкостного диэлектрика не изменяется
- b. При увеличении расстояния между электродами значение напряжения пробоя жидкостного диэлектрика увеличивается
- c. При увеличении расстояния между электродами значение напряжения пробоя жидкостного диэлектрика снижается

**5. Как наличие загрязнений в трансформаторном масле влияет на значение его напряжения пробоя**

- a. Повышает напряжение пробоя
- b. Наличие загрязнений в трансформаторном масле не меняет напряжение его пробоя
- c. Снижает напряжение пробоя

**6. Как изменяется напряжение пробоя жидкого диэлектрика при увеличении площади электродов**

- a. Площадь электродов не меняет напряжение пробоя жидкостного диэлектрика
- b. Повышает напряжение пробоя
- c. Снижает напряжение пробоя

**Лекция 7. Газовая и вакуумная изоляция**

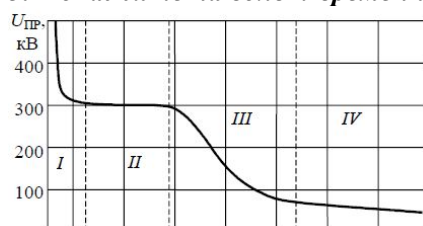
**1. Сущность электрического старения изоляции:**

- a. тепловое старение, электрическое старение, механическое старение
- b. микротрещины, влажность, эрозия
- c. уменьшение сопротивления, рост диэлектрических потерь, снижение электрической прочности

**2. Диэлектрическая проницаемость твердого диэлектрика...**

- a. В 3–4 раза меньше, чем воздуха
- b. В 2 раза меньше, чем воздуха
- c. В 2 раза больше, чем воздуха
- d. В 3–4 раза больше, чем воздуха

**3. Покажите на вольт-временной характеристике твердой изоляции старение**



- a. III
- b. II
- c. I

d. IV

**4. Тепловой пробой твёрдого диэлектрика**

- a.  $E \sim 10$  кВ/мм и менее
- b.  $E \sim 10^2 - 10^3$  кВ/мм
- c.  $E \sim 10 - 10^2$  кВ/мм
- d.  $E \sim 10^3$  кВ/мм и более

**5. Электрические причины старения высоковольтной изоляции**

- a. Частичные разряды, трекинг
- b. Образование радикалов
- c. Ускорение химических реакций
- d. Замыкания

**6. В каком случае более вероятно возникновение частичных разрядов**

- a. Если диэлектрик имеет однородную структуру
- b. Если имеются местные неоднородности диэлектрика
- c. Структура диэлектрика не влияет на вероятность возникновения частичных разрядов

**Лекция 8. Испытательные установки высокого напряжения**

**1. Воздух – это внешняя или внутренняя изоляция линий электропередачи**

- a. Внутренняя
- b. Внешняя
- c. И внешняя, и внутренняя

**2. Как определяется коэффициент ударной ионизации газа**

- a. Число ионизаций, производимых электроном на пути в 1 м по направлению действия электрического поля
- b. Отношение максимальной скорости свободных электронов к их средней скорости
- c. Отношение минимальной скорости свободных электронов к их средней скорости

**3. Каково условие осуществления фотоионизации газа**

- a. Необходимо, чтобы энергия фотонов, излучаемая возбужденными атомами или молекулами, была меньше энергии ионизации при поглощении фотона нейтральным атомом или молекулой
- b. Необходимо, чтобы энергия фотонов, излучаемая возбужденными атомами или молекулами, была строго равна энергии ионизации при поглощении фотона нейтральным атомом или молекулой
- c. Необходимо, чтобы энергия фотонов, излучаемая возбужденными атомами или молекулами, была больше энергии ионизации при поглощении фотона нейтральным атомом или молекулой

**4. При каких условиях не возможна термоионизация газа**

- a. Освобождение электрона при соударениях между атомами и молекулами при высоких температурах
- b. Фотоионизация нейтральных атомов и молекул, возбужденных в результате теплового взаимодействия при высоких температурах
- c. Ионизация при столкновении электрона с нейтральным атомом или молекулой при высоких температурах
- d. Свободное движение атомов в газах под действием гравитационного поля

**5. Что подразумевается под понятием “ионизация атома”**

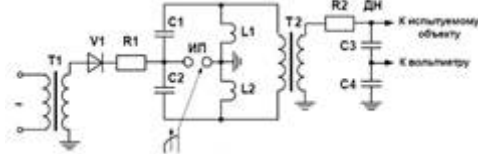
- a. Когда распадается ядро атома
- b. Когда сложная молекула делится на независимые атомы



- с. Когда электрон атома в результате получения им внешней энергии становится свободным, и образуются две независимые частицы: электрон и положительный ион
- 6. Коронный разряд (корона) – это самостоятельный разряд, возникающий:**
- в резконеоднородных полях
  - в неоднородных полях
  - в однородных полях

## **Лекция 9. Измерения на высоком напряжении**

### **1. Определите название схемы**

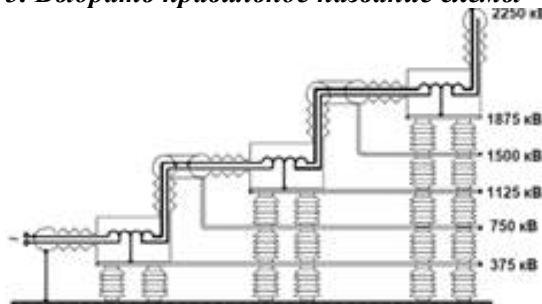


- Генератор коммутационных импульсов
- Одноступенчатый ГИН
- Четырехступенчатый ГИН

### **2. Основные виды испытательных напряжений:**

- десятиударный метод
- трехударный метод
- постоянное повышенное напряжение
- напряжение повышенной частоты

### **3. Выбрать правильное название схемы**



- схема каскада трансформаторов
- испытательный трансформатор с двумя вводами
- генератор импульсов

### **4. Каковы параметры стандартного грозового импульса?**

- Время фронта  $1,4 \text{ мкс} \pm 30 \%$ , время импульса  $40 \text{ мкс} \pm 20 \%$
- Время фронта  $1,2 \text{ мкс} \pm 30 \%$ , время импульса  $50 \text{ мкс} \pm 20 \%$
- Время фронта  $1,2 \text{ мкс} \pm 20 \%$ , время импульса  $50 \text{ мкс} \pm 30 \%$

### **5. Класс напряжения совпадает:**

- со средним напряжением ЭС
- с номинальным линейным напряжением ЭС
- с номинальным фазным напряжением ЭС

### **6. Методы получения и обработки экспериментальных данных по электрической прочности изоляции:**

- Моделирование, статистический анализ, проверка статистических гипотез, планирование эксперимента, проведение эксперимента, подтверждение гипотез

- б. Проведение эксперимента, выдвижение гипотез, повторный эксперимент, подтверждение гипотез
- с. Моделирование, эксперимент, статистический анализ, выдвижение гипотез

## **Лекция 10. Изоляторы высокого напряжения**

### ***1. Виды входного контроля изоляторов контактной сети***

- а. Испытание повышенным напряжением и контроль мегаомметрами и очистка от загрязнений
- б. Испытание повышенным напряжением и контроль мегаомметрами только фарфоровых изоляторов
- с. стандартные грозовые импульсы

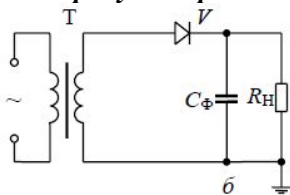
### ***2. Дефекты изоляции, выявляемые методом измерения ёмкости***

- а. Сквозные проводящие пути или пробой
- б. Частичный пробой, несквозные пути утечки
- с. Местные дефекты при снижении электрической прочности
- д. Общее увлажнение изоляции

### ***3. Система резконеоднородного поля***

- а. При электродах стержень–плоскость и стержень–стержень
- б. Система электродов шар–шар
- с. При отрицательных электродах
- д. Между электродами Роговского

### ***4. На рисунке представлена***



- а. Схема выпрямления однополупериодная с фильтром
- б. Схема выпрямления однополупериодная без фильтра
- с. Мостовая схема выпрямления с фильтром
- д. Мостовая схема выпрямления без фильтра

### ***5. Чему равна средняя напряженность электрического поля между коаксиальными проводниками***

- а.  $E_{\text{ср}} = \frac{U}{(R + r)^2}$ , где  $U$  — приложенное напряжение, кВ;  $r$  — внешний радиус внутреннего цилиндра (жила кабеля);  $R$  — внутренний радиус наружного цилиндра (оплетка кабеля)
- б.  $E_{\text{ср}} = \frac{U}{R - r}$ , где  $U$  — приложенное напряжение, кВ;  $r$  — внешний радиус внутреннего цилиндра (жила кабеля);  $R$  — внутренний радиус наружного цилиндра (оплетка кабеля)
- с.  $E_{\text{ср}} = \frac{U}{R + r}$ , где  $U$  — приложенное напряжение;  $r$  — внешний радиус внутреннего цилиндра (жила кабеля);  $R$  — внутренний радиус наружного цилиндра (оплетка кабеля)

### ***6. Наибольшее рабочее линейное напряжение $U_{\text{раб.наиб}}$ устанавливается из условия:***

- а.  $U_{\text{раб.наиб}} < U_{\text{ном}}$
- б.  $U_{\text{раб.наиб}} = U_{\text{ном}}$
- с.  $U_{\text{раб.наиб}} > U_{\text{ном}}$
- д.  $U_{\text{раб.наиб}} = 0$

## **Лекция 11. Изоляция силовых электроустановок напряжением выше 1 кВ**

**1. На какое максимальное напряжение рассчитаны штыревые изоляторы**

- a. 220 кВт
- b. 110 кВт
- c. 35 кВт

**2. Проходными изоляторами называют изоляторы на напряжение...**

- a. 220 кВ и выше
- b. 110...150 кВ
- c. до 35 кВ
- d. 35...110 кВ

**3. Где используются проходные изоляторы**

- a. При креплении высоковольтных проводов к опорам электропередач
- b. Где токоведущие части проходят через стены, перекрытия зданий, ограждения электроустановок
- c. В монтажных схемах систем управления

**4. Как разрядное напряжение цилиндрического гладкого изолятора  $R_y$  зависит от его диаметра  $D$**

- a.  $R_y = \rho \cdot \frac{I_y \cdot D}{\pi \cdot \Delta \cdot L}$ , где  $I_y$  – ток утечки;  $L$  – длина пути утечки;  $\Delta$  – толщина слоя загрязнения;  $\rho$  – удельное объемное сопротивление слоя загрязнения
- b.  $R_y = \rho \cdot D \cdot L \cdot \frac{I_y}{\pi \cdot \Delta}$ , где  $I_y$  – ток утечки;  $L$  – длина пути утечки;  $\Delta$  – толщина слоя загрязнения;  $\rho$  – удельное объемное сопротивление слоя загрязнения
- c.  $R_y = \rho \cdot \frac{I_y \cdot L}{\pi \cdot \Delta \cdot D}$ , где  $I_y$  – ток утечки;  $L$  – длина пути утечки;  $\Delta$  – толщина слоя загрязнения;  $\rho$  – удельное объемное сопротивление слоя загрязнения

**5. Может ли подвесной изолятор использоваться при напряжении 110 кВ**

- a. Может
- b. Не может
- c. Может, если изолятор изготовлен из фторопласта
- d. Может, если изолятор изготовлен из фарфора

**6. Диэлектрики для изоляторов наружной установки должны обладать высокой трекинговостойкостью. Трекинговостойкость это:**

- a. способность противостоять механическим нагрузкам
- b. способность противостоять образованию токопроводящих следов
- c. способность противостоять электрическим нагрузкам

**Лекция 12. Профилактика изоляции. Основные методы профилактики**

**1. Какие изоляторы относятся к линейным**

- a. Станционно-аппаратные
- b. Опорные и проходные
- c. Штыревые и подвесные
- d. Фарфоровые и стеклянные

**2. Каков принцип действия длинно-искровых разрядников?**

- a. Длинно-искровой разрядник использует эффект скользящего разряда, обеспечивающий большую длину импульсного перекрытия по поверхности разрядника, обеспечивая переход импульсного перекрытия в силовую дугу тока промышленной частоты. Разрядный элемент РДИ, вдоль которого развивается скользящий разряд, имеет длину, в несколько раз превышающую длину защищаемого изолятора линии. Конструкция разрядника обеспечивает его более низкую импульсную электрическую прочность по сравнению с защищаемой изоляцией. Главной особенностью длинно-искрового

разрядника является то, что вследствие большой длины импульсного грозового перекрытия вероятность установления дуги короткого замыкания сводится к нулю

- b. Длинно-искровой разрядник использует эффект скользящего разряда, обеспечивающий большую длину импульсного перекрытия по поверхности разрядника, обеспечивая переход импульсного перекрытия в силовую дугу тока промышленной частоты. Разрядный элемент РДИ, вдоль которого развивается скользящий разряд, имеет длину, в несколько раз превышающую длину защищаемого изолятора линии. Конструкция разрядника обеспечивает его более высокую импульсную электрическую прочность по сравнению с защищаемой изоляцией. Главной особенностью длинно-искрового разрядника является то, что вследствие большой длины импульсного грозового перекрытия вероятность установления дуги короткого замыкания сводится к нулю
- c. Длинно-искровой разрядник использует эффект скользящего разряда, обеспечивающий меньшую длину импульсного перекрытия по поверхности разрядника, обеспечивая переход импульсного перекрытия в силовую дугу тока промышленной частоты. Разрядный элемент РДИ, вдоль которого развивается скользящий разряд, имеет длину, в несколько раз превышающую длину защищаемого изолятора линии. Конструкция разрядника обеспечивает его более низкую импульсную электрическую прочность по сравнению с защищаемой изоляцией. Главной особенностью длинно-искрового разрядника является то, что вследствие большой длины импульсного грозового перекрытия вероятность установления дуги короткого замыкания сводится к нулю

### **3. Как выбирается число изоляторов в гирляндах?**

- a. Основной электрической характеристикой гирлянды является мокроразрядное напряжение перекрытия. Величина мокроразрядного напряжения  $U_{м.р.}$  должна быть выше возможных внутренних перенапряжений и, прямо пропорциональна числу изоляторов ( $n$ ) в гирлянде
- b. Основной электрической характеристикой гирлянды является мокроразрядное напряжение перекрытия. Величина мокроразрядного напряжения  $U_{м.р.}$  должна быть ниже возможных внутренних перенапряжений и, прямо пропорциональна числу изоляторов ( $n$ ) в гирлянде
- c. Основной электрической характеристикой гирлянды является мокроразрядное напряжение перекрытия. Величина мокроразрядного напряжения  $U_{м.р.}$  должна быть выше возможных внутренних перенапряжений и, обратно пропорциональна числу изоляторов ( $n$ ) в гирлянде

### **4. Факторы, влияющие на электрическую прочность элегазовой изоляции?**

- a. Необходимо удалять пыль с тефлона и сульфиды, необходимость специального оборудования
- b. Некачественные стыки, необходимость тщательной очистки во время профилактического обслуживания в чистом и сухом окружении
- c. Некачественные стыки, необходимость тщательной очистки во время профилактического обслуживания в чистом и сухом окружении. Необходимо удалять пыль с тефлона и сульфиды, необходимость специального оборудования

### **5. Назначение опорных изоляторов**

- a. предназначены для изоляции и крепления токоведущих частей в электрических аппаратах и распределительных устройствах
- b. предназначены для крепления токоведущих частей в электрических аппаратах и распределительных устройствах
- c. предназначены для изоляции токоведущих частей в электрических аппаратах и распределительных устройствах

### **6. Для изоляции масляных выключателей используются...**

- a. В качестве изоляции токоведущих частей друг от друга и дугогасительных устройств от земли применяются различные твердые изоляционные материалы (керамика и т.п.). Масло служит только для выделения газа
- b. В качестве изоляции токоведущих частей друг от друга и дугогасительных устройств от земли применяются масляные изоляторы
- c. Масляные выключатели не требуют изоляции

## **Лекция 13. Профилактика изоляции высоковольтной техники**

### **1. Выберите правильное определение цепи с распределенными параметрами**

- a. цепи, в которых индуктивность, емкость и активное сопротивление распределены по длине цепи
- b. цепи, в которых индуктивность, емкость и активное сопротивление распределены по длине молниеотвода
- c. цепи, в которых индуктивность, емкость и активное сопротивление распределены по длине изолятора

**2. Как толщина твердой изоляции влияет на значение ее удельной электрической прочности  $E$  [В/мм]**

- a. С увеличением толщины твердой изоляции ее удельная электрическая прочность снижается
- b. С увеличением толщины твердой изоляции ее удельная электрическая прочность увеличивается
- c. С увеличением толщины твердой изоляции ее удельная электрическая прочность не меняется

**3. Какой срок службы должна иметь высоковольтная изоляция**

- a. 20 лет
- b. 2-3 года
- c. В пределах одного года
- d. 10 лет

**4. Как влияет сухое загрязнение изоляторов линий электропередач на значение пробивного напряжения**

- a. Пробивное напряжение практически не меняется
- b. Пробивное напряжение уменьшается
- c. Пробивное напряжение увеличивается

**5. При какой температуре электрическая прочность фарфора начинает резко снижаться**

- a. При  $T > 75^\circ\text{C}$
- b. При  $T > 200^\circ\text{C}$
- c. При  $T > 20^\circ\text{C}$

**6. Какой из факторов в наибольшей степени влияет на значение напряжения пробоя твердой изоляции**

- a. Форма электродов
- b. Время приложения напряжения
- c. Температура изоляции

**Лекция 14. Грозовые перенапряжения и защита от них**

**1. Понятие индуцированных перенапряжений**

- a. Возникают при грозовом разряде вблизи от электроустановки и линии электропередачи и образуются за счет индуктивных влияний
- b. Лидер грозового разряда представляет собой спускающийся от облака к земле канал, несущий отрицательный заряд. Отрицательные заряды лидера индуцируют на проводе линии положительные заряды, т.е. продольная составляющая напряженности электрического поля стягивает положительные заряды в точку
- c. При разряде молнии возникает ЭДС самоиндукции в тросе. Что вызывает индуцированные перенапряжения

**2. Может ли единичный частичный разряд привести к сквозному пробое изоляции**

- a. Может, если изоляция выполнена из стекла
- b. Может
- c. Не может

**3. Интенсивность грозовой деятельности в данной местности характеризуется:**

- a. средним числом ударов молнии

- b. средним числом грозových часов в году
- c. средним числом грозových дней в году

**4. Почему изменение температуры, давления и плотности воздуха влияет на начальное и пробивное напряжения?**

- a. Изменение температуры, давления и плотности взаимосвязано, поэтому не влияют на напряжение
- b. При повышении температуры давления и плотности воздуха изменяется активность носителей заряда
- c. Изменяется степень подвижности ионов и электронов, расстояния между ними и их активность

**5. С чем связаны процессы поляризации и токи абсорбции?**

- a. отсутствие блокирующих контактов с электродами, однородная структура диэлектрика, ионная или молионная проводимость в жидком диэлектрике, инжекция электронов или дырок в диэлектрик, наличие в диэлектрике замедленной поляризации
- b. наличие блокирующих контактов с электродами, неоднородная структура диэлектрика, ионная или молионная проводимость в жидком диэлектрике, инжекция электронов или дырок в диэлектрик, наличие в диэлектрике замедленной поляризации
- c. наличие блокирующих контактов с электродами, неоднородная структура диэлектрика, ионная или молионная проводимость в жидком диэлектрике

**6. Опишите явление ударной ионизации и развитие самостоятельного разряда**

- a. Туннельный переход ионов и электронов из валентной зоны в зону проводимости
- b. Туннельный переход ионов и электронов из зоны проводимости в валентную зону
- c. Лавинообразное размножение ионов и электронов

**Лекция 15. Защита линии электропередачи от молнии**

**1. Чем объясняется увеличение общей зоны защиты двойного и многократного молниеотводов?**

- a. Законом Ома для участка цепи
- b. Квадратичной зависимостью напряжения и мощности разряда молнии
- c. Каждый молниеотвод покрывает определенную площадь, величина этой площади прямо пропорциональна количеству молниеотводов

**2. Как определяется уровень грозоупорности ВЛ на металлических опорах?**

- a. Уровень грозозащиты определяется максимальным импульсным током через изолятор
- b. Уровень грозозащиты определяется максимальным значением импульсного напряжения на изоляторе
- c. Уровень грозозащиты ВЛ определяется числом грозových отключений, которые определяются с учетом вероятности импульсного перекрытия изоляции линии и вероятности возникновения устойчивой дуги сопровождающего тока короткого замыкания

**3. Выберите верное утверждение**

- a. На разрядные напряжения воздушных промежутков оказывает влияние давление, температура и абсолютная влажность воздуха. Поэтому изоляционные расстояния выбирают так, чтобы они имели достаточную электрическую прочность при благоприятных атмосферных условиях
- b. На разрядные напряжения воздушных промежутков оказывает влияние давление, температура и абсолютная влажность воздуха. Поэтому изоляционные расстояния выбирают так, чтобы они имели недостаточную электрическую прочность при неблагоприятных атмосферных условиях
- c. На разрядные напряжения воздушных промежутков оказывает влияние давление, температура и абсолютная влажность воздуха. Поэтому изоляционные расстояния выбирают так, чтобы они имели достаточную электрическую прочность при неблагоприятных атмосферных условиях

**4. Какие конструктивные элементы зданий и сооружений могут рассматриваться как естественные молниеприемники?**

- a. Металлические конструкции крыши (фермы, соединенная между собой стальная арматура);
- b. Металлические элементы типа водосточных труб;
- c. Технологические металлические трубы и резервуары, выполненные из металла толщиной не менее 2,5 мм;
- d. Любые элементы из перечисленных.

**5. Выберите неправильное суждение по молниезащите**

- a. при установке молниеотводов на защищаемом объекте от каждого стержневого молниеприемника, от каждой стойки тросового молниеприемника должно быть выполнено не менее двух токоотводов, присоединенных к разным заземлителям
- b. в качестве заземлителей молниеотводов применяют заземлители электроустановок, выполненные согласно ПУЭ, а также хорошо заглубленные в землю металлические конструкции, железобетонные опоры и фундаменты зданий, имеющие выходящую наружу стальную арматуру, к которой можно приварить токоотвод
- c. тросовый молниеприемник выполняют в виде горизонтально натянутого на двух опорах металлического многопроволочного каната сечением не менее 35 мм<sup>2</sup>, присоединенного к заземлителю у каждой опоры

**6. Молниеотвод состоит из (укажите не правильный вариант):**

- a. опоры, заземлителя
- b. молниеприемника
- c. токоотвода
- d. усилителя

**Лекция 16. Защита оборудования подстанций от атмосферных перенапряжений**

**1. Как снизить вероятность прорыва молнии через тросовую защиту?**

- a. Для снижения вероятности прорыва молнии уменьшают защитные углы на высоких опорах путем сдвигания тросостоек к концам траверсы; условия защиты среднего провода при этом обычно сохраняются
- b. Для снижения вероятности прорыва молнии уменьшают защитные углы на высоких опорах путем раздвигания тросостоек к концам траверсы; условия защиты среднего провода при этом обычно сохраняются
- c. Для снижения вероятности прорыва молнии увеличивают защитные углы на высоких опорах путем раздвигания тросостоек к концам траверсы; условия защиты среднего провода при этом обычно сохраняются

**2. От каких параметров зависит эффективность экранирующего действия тросов?**

- a. Коэффициент экранирования, материал троса
- b. Коэффициент экранирования, площадь сечения троса
- c. Коэффициент экранирования, материал троса, площадь сечения троса

**3. Что является показателем грозоупорности подстанции?**

- a. Количество попаданий молнии в заданный промежуток времени
- b. Минимально допустимое количество попаданий молнии
- c. Количество лет безаварийной работы

**4. Принципы защиты изоляции ВЛ и ПС от набегающих волн атмосферных перенапряжений**

- a. защита оборудования от волн, приходящих с линии, с помощью разрядников или ОПН; защита подходов линий от прямых ударов молнии
- b. защита от прямых ударов молнии стержневыми молниеотводами; защита оборудования от волн, приходящих с линии, с помощью разрядников или ОПН

- с. защита от прямых ударов молнии стержневыми молниеотводами; защита оборудования от волн, приходящих с линии, с помощью разрядников или ОПН; защита подходов линий от прямых ударов молнии

#### **5. Основные характеристики изоляторов**

- а. Разрядные напряжения, геометрические параметры и механические характеристики, а также номинальное напряжение электроустановки, для которой предназначен изолятор
- б. К разрядным напряжениям изоляторов относят три напряжения перекрытия и одно пробивное напряжение
- с. Изготавливают изоляторы из электротехнического фарфора, закаленного электротехнического стекла и полимерных материалов (кремнийорганическая резина, стеклопластик, фторопласт)

#### **6. С помощью, какой из перечисленных мер достигается усовершенствование внешней системы молниезащиты?**

- а. Уменьшением промежутков между металлическими спусками и уменьшением шага ячейки молниеприемника
- б. Установкой соединительных полос (гибких плоских проводников) в местах стыков между соседними, но структурно разделенными блоками; расстояние между полосами должно быть вдвое меньше расстояния между спусками
- с. Защитой отдельными молниеприемниками, соединенными с общей системой молниезащиты, если металлические части крыши нуждаются в защите от прямого удара молнии; молниеприемник должен находиться на безопасном расстоянии от указанного элемента
- д. Всеми перечисленными мерами

### **Лекция 17. Защита оборудования подстанций от атмосферных перенапряжений**

#### **1. Причины возникновения перенапряжений при коммутации на линии**

- а. Включение ненагруженной линии
- б. Влияние лидера
- с. Возникновение дуги

#### **2. В приведенной таблице представлены:**

$U_{\text{ном}}, \text{кВ}$	110	150	220	330	500
$k_n$ без ОПН	3.2	3.0	3.0	2.7	2.5
$k_n$ при ОПН	2.3-2.5	2.4	2.2	2.2	2.2

- а. Рабочие напряжения цепи
- б. Расчетные кратности перенапряжений
- с. Максимально допустимые перенапряжения

#### **3. Выбрать правильное определение кратности перенапряжения**

- а. Кратность равна отношению максимального значения перенапряжения к амплитуде наибольшего допустимого рабочего напряжения
- б. Величина перенапряжения должна быть кратна максимально допустимой амплитуде рабочего напряжения
- с. Величина перенапряжения должна быть кратна минимально допустимой амплитуде рабочего напряжения
- д. Кратность равна отношению максимального значения тока к амплитуде наибольшего допустимого рабочего напряжения

#### **4. Причины коммутационных перенапряжений возникающих в энергосистемах:**

- а. отключение автоматических выключателей и других аппаратов защиты; пуск или отключение от сети мощных электродвигателей; включение и отключение от сети силовых трансформаторов
- б. пуск или отключение от сети мощных электродвигателей; включение и отключение от сети силовых трансформаторов; включение или отключение от сети конденсаторных батарей



- с. отключение автоматических выключателей и других аппаратов защиты; пуск или отключение от сети мощных электродвигателей; включение и отключение от сети силовых трансформаторов; включение или отключение от сети конденсаторных батарей

**5. Какие средства применяются для ограничения внутренних перенапряжений?**

- а. Для ограничения внутренних перенапряжений в сети с изолированной нейтралью применяется резистивное заземление нейтрали
- б. Для ограничения внутренних перенапряжений в сети с изолированной нейтралью применяется заземление нейтрали
- с. Для ограничения внутренних перенапряжений в сети с изолированной нейтралью применяется резистивное зануление нейтрали

**6. Почему ограничиваются перенапряжения при установке резисторов в выключателях?**

- а. Резисторы перегреваются
- б. Резисторы имеют гостированную мощность
- с. Резисторы имеют гостированный номинал

**Лекция 18. Молниезащита зданий и сооружений**

**1. Конструктивные элементы выравнивания напряжения на гирлянде изоляторов**

- а. Экранирование
- б. Зануление
- с. Заземление

**2. Электромагнитный переходный процесс в трансформаторе не зависит от фактора:**

- а. Схемы соединения обмоток
- б. Конструкции обмоток
- с. Материала изоляции
- д. Режима нейтрали (заземлена или изолирована)

**3. Как увеличение давления трансформаторного масла влияет на значение его напряжения пробоя**

- а. Повышает напряжение пробоя
- б. Изменение давления трансформаторного масла не меняет напряжение его пробоя
- с. Снижает напряжение пробоя

**4. Как увлажнение загрязнения изоляторов линий электропередач влияет на значение пробивного напряжения**

- а. Пробивное напряжение увеличивается
- б. Пробивное напряжение практически не меняется
- с. Пробивное напряжение уменьшается

**5. Какой элемент не относится к внутренней изоляции?**

- а. изоляция обмоток трансформаторов
- б. внешняя поверхность твердой изоляции (изоляторов)
- с. изоляция кабелей

**6. Компонентом продольной изоляции силового трансформатора является:**

- а. изоляционные промежутки между слоями витков
- б. междофазная изоляция между наружными катушками двух соседних стержней
- с. изоляция наружной катушки от стенки бака

### 7.3.3 Задания для подготовки к балльно-рейтинговым контрольным мероприятиям

#### 1-ый рейтинг-контроль

1. Частичные разряды в изоляции ЭМ: скользящие разряды, коронный разряд.
2. Напряженность электрического поля внутри изоляции ЭМ.
3. Испытательное напряжение.
4. Виды изоляции линий.
5. Изоляционные конструкции и воздушные промежутки.
6. Классификация изоляционных конструкций.
7. Виды электрической изоляции оборудования высокого напряжения.
8. Изоляция электрооборудования станций и подстанций, открытых и закрытых распределительных устройств.
9. Конструктивное выполнение распределительных устройств.
10. Изоляция электрических машин (ЭМ). Виды изоляции ЭМ.
11. Применение изоляции в основных типах ЭМ.
12. Электроизоляционные материалы ЭМ.
13. Частичные разряды в изоляции ЭМ: скользящие разряды, коронный разряд.
14. Напряженность электрического поля внутри изоляции ЭМ.
15. Испытательное напряжение.
16. Внешняя и внутренняя изоляция.
17. Частичные разряды.
18. Электрическая прочность маслосодержащей изоляции.
19. Особенности конструкций силовых трансформаторов.
20. Распределение импульсного напряжения по обмотке при грозовых перенапряжениях.

#### 2-ой рейтинг-контроль

1. Сухие трансформаторы.
2. Изоляция силовых конденсаторов.
3. Кабели с вязкой пропиткой.
4. Маслонаполненные кабели.
5. Кабели в стальных трубах с маслом или газом под давлением.
6. Кабели с пластмассовой и резиновой изоляцией.
7. Кабельные муфты.
8. Кабели с изоляцией из сшитого полиэтилена. Особенности конструкции.
9. Элегазовая изоляция. Особенности разряда в элегазе.
10. Элегазовые выключатели.
11. Элегазовые комплектные распределительные герметичные устройства (КРУЭ).
12. Вакуумная изоляция.
13. Разрядные напряжения.
14. Вакуумные выключатели. Достоинства вакуумного выключателя.
15. Отключение токов.
16. Процессы в многослойной изоляции.
17. Миграционная поляризация.
18. Кривая возвратного напряжения.
19. Сопротивление изоляции.
20. Зависимость емкости изоляции от частоты.
21. Контроль изоляции по тангенсу угла диэлектрических потерь  $\tan \delta$ . Измерения  $\tan \delta$ .
22. Контроль сопротивления изоляции.
23. Контроль емкости изоляции.
24. Хроматографический анализ масла.
25. Контроль диэлектрических потерь в изоляции. Контроль изоляции по тангенсу угла диэлектрических потерь  $\tan \delta$ . Измерения  $\tan \delta$ .
26. Частичные разряды.

#### 3-ий рейтинг-контроль

1. Контроль изоляции по параметрам частичных разрядов.
2. Измерения параметров частичных разрядов.

3. Методы испытания электрической прочности изоляции.
4. Испытания изоляции коммутационными импульсами напряжения или напряжением промышленной частоты.
5. Испытания изоляции грозowymi импульсами.
6. Испытания изоляции кабелей, трансформаторов и высоковольтных вводов.
7. Восстановление напряжения при отключении коротких замыканий.
8. Перенапряжения при включении длинных линий.
9. Перенапряжения при рассогласовании фаз.
10. Перенапряжения при отключении ненагруженных трансформаторов.
11. Перенапряжения при отключении асинхронных двигателей.
12. Перенапряжения при отключении емкостных токов.
13. Перенапряжения при дуговых замыканиях на землю в системах с изолированной нейтралью.
14. Феррорезонансные перенапряжения.
15. Защита изоляции электрооборудования от внутренних перенапряжений.
16. Коммутационный разрядник.
17. Высоконелинейные ограничители перенапряжений.
18. Шунтирующие реакторы с искровым подключением.
19. Защита от прямых ударов молнии.
20. Защита от обратных перекрытий.
21. Защита от волн, набегающих с линии электропередачи.
22. Защита подходов линии к подстанции.
23. Молниезащита электрических машин высокого напряжения.
24. Молниезащита воздушных линий

#### **7.3.4 Перечень вопросов выносимых на промежуточную аттестацию по дисциплине**

1. Терминология и определения изоляции техники высоких напряжений.
2. Виды токов в изоляции и вольтамперная характеристика газового промежутка.
3. Диэлектрические потери и угол потерь.
4. Механизмы пробоя изоляции.
5. Пробой газового промежутка с однородным полем.
6. Особенности пробоя газового промежутка с резконеоднородным электрическим полем.
7. Пробой газового промежутка при импульсном напряжении.
8. Перекрытие изоляции.
9. Основные характеристики изоляторов.
10. Линейные и стационарные изоляторы.
11. Распределение напряжения вдоль гирлянды изоляторов.
12. Изоляция силовых трансформаторов.
13. Изоляция вводов высокого напряжения.
14. Изоляция силовых конденсаторов.
15. Изоляция силовых кабелей.
16. Изоляция электрических машин высокого напряжения.
17. Контроль сопротивления изоляции.
18. Контроль емкости изоляции.
19. Хроматографический анализ масла.
20. Контроль диэлектрических потерь изоляции.
21. Контроль частичных разрядов.
22. Испытание изоляции повышенным напряжением.
23. Испытание изоляции кабелей, трансформаторов и высоковольтных вводов.
24. Повреждаемость изоляции контактной сети.
25. Основные методы контроля изоляции контактной сети.
26. Методы повышения надежности изоляции контактной сети.
27. Координация изоляции.
28. Устройства для защиты от перенапряжений.
29. Основные принципы грозозащиты линий и контактной сети.
30. Основные принципы защиты подстанций.

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

Методическими материалами, определяющими процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих индикаторы достижений компетенций являются внутривузовские локальные нормативные акты: «Положение о балльно-рейтинговой системе контроля и оценки успеваемости студентов» и «Положение о промежуточной аттестации обучающихся».

График проведения рейтинговых контрольных мероприятий и даты проведения промежуточной аттестации, по курсам и семестрам, отражены в утвержденных проректором по УР календарных учебных графиках и расписаниях промежуточной аттестации по направлению подготовки (специальности), которые размещаются на информационных стендах факультетов и на сайте университета в установленные сроки.

#### **8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы**

##### **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. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/159721>.
2. Малахова, Т. Ф. Техника высоких напряжений. Раздел «Электрофизические процессы в диэлектриках» : учебное пособие / Т. Ф. Малахова. — Кемерово : КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2017. — 41 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/172534>.
3. Соловьев, И. И. Основы техники высоких напряжений : учебное пособие / И. И. Соловьев. — Архангельск : САФУ, 2019 — Часть 1 — 2019. — 110 с. — ISBN 978-5-261-01401-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/161905>.
4. Мельникова, О. С. Электрофизические основы техники высоких напряжений : учебное пособие / О. С. Мельникова. — Иваново : ИГЭУ, 2020. — 80 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/183962>.
5. Техника высоких напряжений : учебно-методическое пособие / составители А. В. Черепанов, А. Д. Степанов. — Иркутск : ИрГУПС, 2020. — 72 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/200171>.

##### **Дополнительная литература:**

6. Малахова, Т. Ф. Изоляция высоковольтного оборудования : учебное пособие / Т. Ф. Малахова, С. Г. Захаренко. — Кемерово : КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2017. — 66 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/172533>.
7. Савина, Н. В. Техника высоких напряжений. Перенапряжения и защита от них : учебное пособие / Н. В. Савина. — Благовещенск : АмГУ, 2015. — 191 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/156473>.
8. Сизганова, Е. Ю. Методы оценки технического состояния силовых маслонаполненных трансформаторов : монография / Е. Ю. Сизганова, А. Г. Степанов, А. Ю. Южанников. — Красноярск : СФУ, 2018. — 166 с. — ISBN 978-5-7638-3930-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/157728>.
9. Электроснабжение. Системы электроснабжения городов и промышленных предприятий : учебное пособие / составители А. Н. Алюнов, О. С. Вяткина. — Вологда : ВоГУ, 2017. — 46 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/171220>.
10. Режимы работы электрооборудования электрических станций : учебное пособие. — 2-е изд., испр. — Благовещенск : АмГУ, 2017. — 122 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/156461>.

**Перечень периодических изданий, имеющихся в библиотеке университета:**

- Водоснабжение и санитарная техника;
- Достижения науки и техники АПК;
- Механизация и электрификация сельского хозяйства;
- Промышленная энергетика;
- Теплоэнергетика;
- Электрические станции;
- Энергосбережение.

**9. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем**

- **ЭБС «Издательства Лань»**  
**Коллекция «Единая профессиональная база знаний для аграрных вузов»**  
**ООО «Издательство Лань».**  
Лицензионный договор № 003/2025-44ФЗ от 22.05.25 г сроком на 1 год  
<http://e.lanbook.com/>
- **Сетевая электронная библиотека**  
**ООО «ЭБС ЛАНЬ»**  
Договор № СЭБ НВ-164 от 17.12.2019 г. – бессрочный  
<http://e.lanbook.com/>  
<http://seb.e.lanbook.com/>
- **ЭБС «Университетская библиотека online». Базовая часть**  
**ООО «Директ-Медиа»**  
Контракт № 51-04/2025 от 22.05.2025 г сроком на 1 год  
<http://biblioclub.ru>
- **ЭБС «ЮРАЙТ» Пакет СПО**  
**ООО «Электронное издательство Юрайт»**  
Лицензионный договор № 6703 от 27.08.2024 г. сроком на 1 год  
<https://urait.ru/>
- **Научная электронная библиотека e-LIBRARY.RU (SCIENCE INDEX)**  
**ООО Научная электронная библиотека.**  
Лицензионный договор № SIO-2114/2025 от 06.05.2025 сроком на 1 год  
<http://elibrary.ru>
- **Антиплагиат.ВУЗ 5.0**  
**Модуль поиска «Объединенная коллекция 2020»**  
**АО «Антиплагиат»**  
Лицензионный договор № 10023 от 12.05.2025 г. сроком на 1 год
- **Гарант**  
**ООО «Гарант-КБР»** Договор № 305-2025г. от 09.01.2025 г. сроком на 1 год

**10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Система университетского обучения основывается на рациональном сочетании нескольких видов учебных занятий (в первую очередь, лекций, лабораторных работ, практических и семинарских занятий), работа на которых обладает определенной спецификой.

На лекциях студенту рекомендуется внимательно слушать учебный материал, записывать основные моменты, идеи, пытаться сразу понять главные положения темы, а если что не ясно – делать соответствующие пометки. После лекции во внеурочное время целесообразно прочитать записанный материал с целью его усвоения и выяснения непонятных вопросов.

**Для подготовки и выполнения лабораторных работ студенту следует завести**

отдельную тетрадь. При подготовке к лабораторной работе студенту следует составить краткий ответ (1-2 стр.) на контрольные вопросы к лабораторным работам (см. методические указания к выполнению лабораторной работы по курсу «**Техника высоких напряжений**»). Студент должен тщательно готовиться к лабораторным занятиям путем проработки теоретических положений по теме занятия из конспекта лекции, рекомендуемых учебников, учебных пособия, дополнительной литературы, интернет – источников.

Защита лабораторных работ, приходящиеся на каждый промежуточный рубеж оценивается в **15** баллов (за две точки – **30** баллов).

Раздел «Самостоятельная работа» информирует обучающихся, какие вопросы раздела (модуля) выносятся на самостоятельное изучение, об их учебно-методическом обеспечении (учебники, учебные пособия, методические указания, рекомендуемые страницы и т.д.). Самостоятельная работа студента является основным средством овладения учебным материалом во время, свободное от обязательных учебных занятий. Самостоятельная работа студента над усвоением учебного материала по учебной дисциплине может выполняться в библиотеке университета, учебных кабинетах, компьютерных классах, а также в домашних условиях. Содержание самостоятельной работы студента определяется учебной программой дисциплины, методическими материалами, заданиями и указаниями преподавателя.

Самостоятельная работа может осуществляться в аудиторной и внеаудиторной формах. Самостоятельная работа в аудиторное время может включать:

- конспектирование (составление тезисов) лекций;
- выполнение контрольных работ;
- решение задач;
- работу со справочной и методической литературой;
- работу с нормативными правовыми актами;
- выступления с докладами, сообщениями на семинарских занятиях;
- защиту выполненных работ;
- участие в оперативном (текущем) опросе по отдельным темам изучаемой дисциплины;
- участие в собеседованиях, деловых (ролевых) играх, дискуссиях, круглых столах, конференциях;
- участие в тестировании и др.

Самостоятельная работа во внеаудиторное время может состоять из:

- повторение лекционного материала;
- подготовки к семинарам (практическим занятиям);
- изучения учебной и научной литературы;
- изучения нормативных правовых актов (в т.ч. в электронных базах данных);
- решения задач, выданных на практических занятиях;
- подготовки к контрольным работам, тестированию и т.д.;
- подготовки рефератов, эссе и иных индивидуальных письменных работ по заданию преподавателя;
- выполнения курсовых работ, предусмотренных учебным планом;
- выделение наиболее сложных и проблемных вопросов по изучаемой теме,
- проведение самоконтроля путем ответов на вопросы текущего контроля знаний, решения представленных в учебно-методических материалах кафедры задач, тестов.

Степень усвояемости вопросов самостоятельной работы определяется при текущем и промежуточном контроле и при промежуточной аттестации.

Студенту следует тщательно готовиться к промежуточному контролю (тестированию, контрольным работам, контрольным опросам), прорабатывая конспект лекций и рекомендуемую литературу.

#### **Подготовка к промежуточной аттестации.**

При подготовке к промежуточной аттестации целесообразно:

- внимательно изучить перечень вопросов и определить, в каких источниках находятся сведения, необходимые для ответа на них;
- внимательно прочитать рекомендованную литературу;
- составить краткие конспекты ответов (планы ответов).

Дисциплина «**Техника высоких напряжений**» рассчитана на изучение в один семестр

и заканчивается экзаменом.

## 11. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства

### 11.1 Лицензионное программное обеспечение

AutoDesk AutoCad 2012 Education Product Standalone б/н

**Антиплагиат.ВУЗ 5.0 Модуль поиска «Объединенная коллекция 2020»**

лицензионный договор № 10023 от 12.05.2025 г. сроком на 1 год

Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Стандартный Russian Edition № лицензии 26ЕС-241021-134643-810-2826, договор № 651/А от 18.10.2024 г. до 31.10.2025

### 11.2 Интернет-ресурсы свободного доступа

Наименование ресурса сети «Интернет»	Электронный адрес ресурса
«Российское образование» – федеральный портал	<a href="http://www.edu.ru/index.php">http://www.edu.ru/index.php</a>
Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам"	<a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>
БД «AGROS» – международная документографическая база данных по проблемам АПК, охватывает все научные публикации (книги, брошюры, авторефераты, диссертации, труды сельскохозяйственных научных учреждений).	<a href="http://www.cnsheb.ru/cataloga.shtm">http://www.cnsheb.ru/cataloga.shtm</a>
Агроакадемсеть – базы данных РАСХН.	<a href="http://www.vniikormov.ru/pub/0004/lektcii-poslevuzovskogo-obrazovaniia-po-spetcialnosti-06-01-06-lugovodstvo-lekarstvennye-i-efirno-maslichnye-kultury-01.php">http://www.vniikormov.ru/pub/0004/lektcii-poslevuzovskogo-obrazovaniia-po-spetcialnosti-06-01-06-lugovodstvo-lekarstvennye-i-efirno-maslichnye-kultury-01.php</a>
<b>Enerdata</b> – независимая информационно-консалтинговая компания, областью исследований которой являются энергетические отрасли промышленности	<a href="http://www.enerdata.ru/">http://www.enerdata.ru/</a>
<b>Топливо-энергетический комплекс</b> Профессиональные справочные системы для руководителей и специалистов, работающих в энергетической отрасли.	<a href="https://cntd.ru/products/toplivno_e_kompleks">https://cntd.ru/products/toplivno_e_kompleks</a>

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

№ п./п.	Вид учебной работы	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий	Перечень оборудования и технических средств обучения
1.	Лекционные занятия	Учебная аудитория № 416 (для проведения занятий лекционного семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации)	Учебная мебель: столы-35, стулья-71, доска меловая – 1, кафедра. Основное оборудование: Компьютер Pentium 4 с выходом в Internet; монитор Samsung Samtron 55E; проектор Projector-10 Nec M3W; интерактивная доска Star Board HITACHI FX-TRIO-77-E . Информационные пособия по дисциплине Стенды, таблицы, плакаты, макеты
2.	Лабораторный практикум	Лаборатория Электрические станции № 127 (для проведения занятий лабораторного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации)	Учебная мебель: столы-15, стулья-31, доска меловая – 1, кафедра. Основное оборудование: Компьютер Pentium 4 с выходом в Internet; монитор Samsung Samtron 55E; проектор Projector-10 Nec M3W. 1. 1. Котел КВ – 300. 2. Котельная установка системы теплоснабжения. 3. Комплект нагревательных приборов. 4. Тепловой счетчик. 5. Комплект вентилей системы теплоснабжения. 6. Макеты и плакаты по тепловым

			<p>установкам.</p> <p>7. Микро ГЭС мощностью 4 кВт.</p> <p>8. Силовой трансформатор ТМ 6/0,4 25 кВА.</p> <p>9. Прибор для проверки изоляции.</p> <p>10. Пункт распределительный.</p> <p>11. Маслений трансформатор 0,22/10 кВ.</p> <p>12. Комплект выключателей.</p> <p>13. Лабораторный стенд для проверки падения напряжения в воздушной линии.</p> <p>14. Масляный выключатель ВМП – 10 – 30000.</p> <p>15. Трансформатор напряжения 250 КВА.</p> <p>16. Автоматический выключатель 600А</p> <p>Филиал кафедры в ПАО «Россети Северный Кавказ» - «Каббалкэнерго»</p> <p>Типовой учебный класс по обучению ПТБ при работе с электроустановками.</p> <p>Оборудование: 1. «Элементы устройства РЗА» (реле указательное РУ-21, реле мощности, реле времени РВ-247 электромагнитное реле тока РТ-40, реле частоты РЧ-1 и т.д.)</p> <p>2. Стенд «Провода и кабели»</p> <p>3. Стенд «Индукционные счетчики электрической энергии» (СА-4-И672М, САЗУ-И670М, СО-ЭЭ9301 и т.д.)</p> <p>4. Стенд «Микропроцессорные многофункциональные счетчики электрической энергии» (ЦЭ6850, Ф68700В, ЦЭ6805В, ЦЭ6811, ЦЭ6822)</p> <p>5. Стенд «Счетчики электрической энергии для трехфазного потребителя» (ЦЭ6812, ЦЭ6808В, ЦЭ6803В, ЦЭ6804)</p> <p>6. Стенд «Учетно-распределительные щитки и устройства защитного отключения» (ЩКУЗ, ЩКУ2, трансформатор тока)</p> <p>7. Стенд «Однофазные современные счетчики» (ЦЭ6807Б, ЦЭ6807Б-Ш1, ЦЭ6827М1, ЦЭ6807Б-Р и т.д.)</p> <p>8. Стенд «Изоляторы»</p> <p>9. Стенд «Самонесущие изолированные провода»</p> <p>10. Стенд «Средства индивидуальной защиты»</p> <p>11. Стенд «Средства индивидуальной защиты»</p> <p>12. Стенд «Средства индивидуальной защиты»</p> <p>Информационные пособия по дисциплине</p> <p>Стенды, таблицы, плакаты, макеты</p>
3.	Самостоятельная работа	Помещение для самостоятельной работы обучающихся	<p>Доска аудиторная, специализированная мебель, компьютеры с выходом в Интернет</p>