

Документ подписан простой электронной подписью
 Информация о владельце:
 ФИО: Гаранин Максим Александрович
 Должность: Ректор
 Дата подписания: 21.10.2025 15:09:13
 Уникальный программный ключ:
 7708e3a47e66a8ee02711b298d7c78bd1e40bf88

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ПРИВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ»

Техника высоких напряжений

рабочая программа дисциплины (модуля)

Направление подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность (профиль) Электрический транспорт

Квалификация **бакалавр**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **7 ЗЕТ**

Виды контроля в семестрах:

экзамены 7

зачеты 6

курсовые работы 7

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	6 (3.2)		7 (4.1)		Итого	
Неделя	16		17			
Вид занятий	уп	ип	уп	ип	уп	ип
Лекции	16	16	16	16	32	32
Лабораторные	16	16			16	16
Практические	16	16	16	16	32	32
Конт. ч. на аттест.			1	1	1	1
Конт. ч. на аттест. в период ЭС	0,15	0,15	2,3	2,3	2,45	2,45
В том числе в форме практ.подготовки	32	32	50	50	82	82
Итого ауд.	48	48	32	32	80	80
Контактная работа	48,15	48,15	35,3	35,3	83,45	83,45
Сам. работа	51	51	84	84	135	135
Часы на контроль	8,85	8,85	24,7	24,7	33,55	33,55
Итого	108	108	144	144	252	252

Программу составил(и):

старший преподаватель, Амиров Намик Эльманович

Рабочая программа дисциплины

Техника высоких напряжений

разработана в соответствии с ФГОС ВО:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника (приказ Минобрнауки России от 28.02.2018 г. № 144)

составлена на основании учебного плана: 13.03.02-25-2-ЭЭб.plm.plx

Направление подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника Направленность (профиль) Электрический транспорт

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

Тяговый подвижной состав

Зав. кафедрой к.т.н., доцент Муратов А.В.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1.1	Целью дисциплины является формирование компетенции ПК-3 в части представленных в п. 1.3. результатов обучения (знаний, умений, навыков)
-----	---

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Цикл (раздел) ОП:	Б1.В.10
-------------------	---------

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ПК-3 Способен проводить измерения параметров, диагностику, испытания узлов и агрегатов подвижного состава электрического транспорта, подстанций, кабельных и воздушных линий электропередачи

ПК-3.3 Анализирует основные процессы, протекающие в высоковольтной изоляции электроустановок подстанций, кабельных и воздушных линий электропередач

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен

3.1	Знать:
3.1.1	виды высоковольтной изоляции, которая используется в электроустановках, подстанциях, кабельных и воздушных линиях электропередач
3.2	Уметь:
3.2.1	описывать процессы, протекающие в высоковольтной изоляции электроустановок подстанций, кабельных и воздушных линий электропередач
3.3	Владеть:
3.3.1	методикой расчета параметров высоковольтной изоляции, которая используется в электроустановках, подстанциях, кабельных и воздушных линиях электропередач

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Примечание
	Раздел 1. Техника высоких напряжений			
1.1	Разряд в воздухе при переменном напряжении /Лаб/	6	6	Практическая подготовка
1.2	Испытания жидких диэлектриков /Лаб/	6	6	Практическая подготовка
1.3	Скользкий разряд /Лаб/	6	4	Практическая подготовка
1.4	Виды и способы проведения профилактических мероприятий по поддержанию в эксплуатации необходимого уровня изоляции /Пр/	6	4	Практическая подготовка
1.5	Защита подстанций от прямых ударов молнии (расчет защитных зон стержневых молниевыводов) /Пр/	6	4	Практическая подготовка
1.6	Испытательные установки высокого напряжения и методы испытаний электрической прочности изоляции электроустановок. /Пр/	6	4	Практическая подготовка
1.7	Общие сведения о дисциплине. Введение, краткая характеристика дисциплины, литература. Исторический обзор развития энергетики, транспорта, высоковольтных устройств. /Лек/	6	2	
1.8	Изоляционные конструкции. Основные характеристики изоляторов. Типы изоляторов, применяемых в устройствах электрической тяги. Гирлянды изоляторов и распределение напряжения вдоль гирлянды. Изоляция высоковольтных кабелей и конденсаторов. Изоляция трансформаторов и электротяговых аппаратов электроподвижного состава. Координация изоляции. /Лек/	6	4	
1.9	Общие сведения об электрической изоляции электроустановок высокого напряжения: внешняя и внутренняя изоляция; виды электрических разрядов; самовосстанавливающаяся и несамовосстанавливающаяся изоляция /Лек/	6	2	
1.10	Электрическая прочность воздушных промежутков: электрический разряд в однородных электрических полях; электрический разряд в резко неоднородных электрических полях; закон Пашена (правило подобия промежутков); вольт-секундная характеристика изоляции /Лек/	6	2	
1.11	Высоковольтные изоляторы: основные характеристики; распределение напряжения вдоль гирлянды изоляторов; разрядные характеристики изоляторов /Лек/	6	2	

1.12	Внутренняя изоляция электроустановок: общие свойства внутренней изоляции; механизм пробоя твердых диэлектриков; механизм пробоя жидких диэлектриков; виды внутренней изоляции и материалы, используемые для ее изготовления; старение внутренней изоляции; изоляция некоторых видов оборудования высокого напряжения /Лек/	6	2	
1.13	Координация изоляции в нормальном эксплуатационном режиме: установление необходимого согласования между электрической прочностью изоляторов и воздействующими на них напряжениями; поддержание в эксплуатации необходимого согласования между электрической прочностью изоляторов и воздействующими на них напряжениями /Лек/	6	2	
1.14	Перенапряжения в электроустановках высокого напряжения: разделение перенапряжений по месту приложения; внешние и внутренние перенапряжения; характеристики грозовой деятельности и параметры молний; грозопоражаемость электроустановок; грозоупорность электроустановок; перенапряжения прямого удара молнии; индуцированные перенапряжения; коммутационные перенапряжения /Лек/	7	2	
1.15	Защита изоляции электрооборудования от внутренних и грозовых перенапряжений. Виды внутренних перенапряжений. Способы ограничения перенапряжений /Лек/	7	2	
1.16	Испытание изоляции: величина испытательного напряжения тяговых электрических машин; прогнозирование качества изоляции электрических машин; испытания изоляции электрооборудования тяговых подстанций; испытания изоляции оборудования электроподвижного состава; профилактические испытания изоляции контактной сети. испытания жидких диэлектриков; испытание защитных средств /Лек/	7	4	
1.17	Виды современной изоляции. Элегазовая изоляция. Вакуумная изоляция. Изоляция силовых конденсаторов /Лек/	7	4	
1.18	Молниезащита оборудования станций и подстанций. Молниезащита воздушных линий. Высоковольтное испытательное оборудование и измерения. /Лек/	7	4	
1.19	Виды и условия испытания внешней изоляции /Пр/	6	4	Практическая подготовка
1.20	Назначения и типы изоляторов /Пр/	7	4	Практическая подготовка
1.21	Регулирование электрических полей во внешней изоляции /Пр/	7	4	Практическая подготовка
1.22	Испытательные установки высокого напряжения /Пр/	7	1	Практическая подготовка
1.23	Основные виды внутренней изоляции /Пр/	7	1	Практическая подготовка
1.24	Способы регулирования полей во внутренней изоляции /Пр/	7	2	Практическая подготовка
1.25	Молния как источник грозовых перенапряжений и способы защиты от прямых ударов молнии. /Пр/	7	2	Практическая подготовка
1.26	Средства защиты от перенапряжений /Пр/	7	2	Практическая подготовка
	Раздел 2. Самостоятельная работа			
2.1	Подготовка к лекциям /Ср/	7	8	
2.2	Подготовка к практическим занятиям /Ср/	7	16	
2.3	Подготовка к лабораторным работам /Ср/	6	16	
2.4	Подготовка к лекциям /Ср/	6	8	
2.5	Подготовка к практическим занятиям /Ср/	6	16	
2.6	Выполнение курсовой работы /Ср/	7	35	Практическая подготовка
2.7	Электрические разряды по поверхности твёрдого диэлектрика /Ср/	6	5	
2.8	Исследование распределения напряжения по гирлянде изоляторов /Ср/	6	6	

2.9	Исследование электрической прочности воздушного промежутка при длительном воздействии напряжения /Ср/	7	14	
2.10	Импульсная прочность изоляции /Ср/	7	11	
	Раздел 3. Контактная работа			
3.1	Сдача экзамена /КЭ/	7	2,3	
3.2	Защита курсовой работы /КА/	7	1	
3.3	Зачет /КЭ/	6	0,15	

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации обучающихся приведены в приложении к рабочей программе дисциплины.

Формы и виды текущего контроля по дисциплине (модулю), виды заданий, критерии их оценивания, распределение баллов по видам текущего контроля разрабатываются преподавателем дисциплины с учетом ее специфики и доводятся до сведения обучающихся на первом учебном занятии.

Текущий контроль успеваемости осуществляется преподавателем дисциплины (модуля) в рамках контактной работы и самостоятельной работы обучающихся. Для фиксирования результатов текущего контроля может использоваться ЭИОС.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Эл. адрес
Л1.1	Веремеев А. А.	Техника высоких напряжений: Учебное пособие для обучающихся по образовательной программе высшего образования по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника	Оренбургский государственный университет, 2018	http://e.lanbook.com/book/15

6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Эл. адрес
Л2.1	Титков В. В., Халилов Ф. Х.	Перенапряжения и молниезащита: учебное пособие для вузов	Санкт-Петербург: Лань, 2020	http://e.lanbook.com/book/14

6.2 Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю)

6.2.1 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

6.2.1.1	Microsoft Office 2010 Professional
6.2.2 Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем	
6.2.2.1	База данных Государственных стандартов: http://gostexpert.ru/
6.2.2.2	База данных Объединения производителей железнодорожной техники - www.opzt.ru
6.2.2.3	Электротехника. https://electrono.ru
6.2.2.4	Отраслевой электротехнический портал. Адрес ресурса: https://marketelectro.ru/

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

7.1	Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, укомплектованные специализированной мебелью и техническими средствами обучения: мультимедийное оборудование для предоставления учебной информации большой аудитории и/или звукоусиливающее оборудование (стационарное или переносное).
-----	---

7.2	Учебные аудитории для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, укомплектованные специализированной мебелью и техническими средствами обучения: мультимедийное оборудование и/или звукоусиливающее оборудование (стационарное или переносное)
7.3	Помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.
7.4	Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования. Лабораторное оборудование: лабораторный стенд для изучения электрических свойств активных диэлектриков, лабораторный стенд для определения электрической прочности твердых диэлектриков, лабораторный стенд "Диэлектрическая проницаемость и электрические потери в твердых диэлектриках".

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ
АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

Техника высоких напряжений

(наименование дисциплины(модуля))

Направление подготовки / специальность

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

(код и наименование)

Направленность (профиль)/специализация

Электрический транспорт

(наименование)

Содержание

1. Пояснительная записка.
2. Типовые контрольные задания или иные материалы для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих уровень сформированности компетенций.
3. Методические материалы, определяющие процедуру и критерии оценивания сформированности компетенций при проведении промежуточной аттестации.

1. Пояснительная записка

Цель промежуточной аттестации – оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине, обеспечивающих достижение планируемых результатов освоения образовательной программы.

Форма промежуточной аттестации: зачет (6 семестр очная форма), курсовая работа, экзамен (7 семестр очная форма).

Перечень компетенций, формируемых в процессе освоения дисциплины

Код и наименование компетенции	Код индикатора достижения компетенции
ПК-3 Способен проводить измерения параметров, диагностику, испытания узлов и агрегатов подвижного состава электрического транспорта, подстанций, кабельных и воздушных линий электропередачи	ПК-3.3 Анализирует основные процессы, протекающие в высоковольтной изоляции электроустановок подстанций, кабельных и воздушных линий электропередач

Результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Оценочные материалы
ПК-3.3 Анализирует основные процессы, протекающие в высоковольтной изоляции электроустановок подстанций, кабельных и воздушных линий электропередач	Обучающийся знает: виды высоковольтной изоляции, которая используется в электроустановках, подстанциях, кабельных и воздушных линиях электропередач	Вопросы (1 – 10)
	Обучающийся умеет: описывать процессы, протекающие в высоковольтной изоляции электроустановок подстанций, кабельных и воздушных линий электропередач	Задания (1 – 3)
	Обучающийся владеет: методикой расчета параметров высоковольтной изоляции, которая используется в электроустановках, подстанциях, кабельных и воздушных линиях электропередач	Задания (4 – 6)

Промежуточная аттестация (зачет) проводится в одной из следующих форм:

- 1) собеседование;
- 2) выполнение заданий в ЭИОС университета.

Промежуточная аттестация (экзамен) проводится в одной из следующих форм:

- 1) ответы на вопросы, состоящие из теоретических вопросов и практических заданий;
- 2) выполнение заданий в ЭИОС университета.

2. Типовые¹ контрольные задания или иные материалы для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих уровень сформированности компетенций

¹ Приводятся типовые вопросы и задания. Оценочные средства, предназначенные для проведения аттестационного мероприятия, хранятся на кафедре в достаточном для проведения оценочных процедур количестве вариантов. Оценочные

средства подлежат актуализации с учетом развития науки, образования, культуры, экономики, техники, технологий и социальной сферы. Ответственность за нераспространение содержания оценочных средств среди обучающихся университета несут заведующий кафедрой и преподаватель – разработчик оценочных средств.

2.1 Типовые вопросы (тестовые задания) для оценки знание проверяемого образовательного результата

Проверяемый образовательный результат:

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Образовательный результат
ПК-3.3 Анализирует основные процессы, протекающие в высоковольтной изоляции электроустановок подстанций, кабельных и воздушных линий электропередач	Обучающийся знает: виды высоковольтной изоляции, которая используется в электроустановках, подстанциях, кабельных и воздушных линиях электропередач

1. Высоковольтная изоляция может быть разделена на:

- 1) внешнюю и двойную
- 2) двойную внутреннюю
- 3) внешнюю и внутреннюю

1. К внешней изоляции относятся...

- a) изоляция обмоток;
- b) герметизированная изоляция вводов;
- c) воздушные промежутки;
- d) сочетание жидкого и твердого диэлектриков;
- e) изоляционные материалы.

2. Что не относится к основным видам внутренней изоляции?

- a) маслобарьерная изоляция;
- b) газовая и вакуумная изоляция;
- c) твердая изоляция;
- d) бумажно-масляная изоляция;
- e) герметизированная изоляция вводов.

3. Какой из видов внутренней изоляции подразделяется на органическую и неорганическую изоляцию?

- a) маслобарьерная изоляция;
- b) твердая изоляция;
- c) бумажно-масляная изоляция;
- d) газовая изоляция;
- e) вакуумная изоляция.

4. Какой вид внутренней изоляции отличается очень малыми диэлектрическими потерями и практически не изменяет своих свойств в процессе эксплуатации?

- a) маслобарьерная изоляция;
- b) твердая изоляция;
- c) бумажно-масляная изоляция;
- d) газовая изоляция;
- e) вакуумная изоляция.

5. Какой вид внутренней изоляции используется в качестве главной изоляции в силовых трансформаторах подстанций?

- a) маслобарьерная изоляция;
- b) твердая изоляция;
- c) бумажно-масляная изоляция;
- d) газовая изоляция;
- e) вакуумная изоляция.

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Образовательный результат
ПК-3.3 Анализирует основные процессы, протекающие в высоковольтной изоляции электроустановок подстанций, кабельных и воздушных линий электропередач	Обучающийся умеет: описывать процессы, протекающие в высоковольтной изоляции электроустановок подстанций, кабельных и воздушных линий электропередач
<i>Примеры вопросов/заданий</i> Задание 1 Описать и представить графически развитие разряда в длинных (километры) воздушных промежутках. Задание 2 Описать и представить графически возникновение коронного разряда на проводах линий электропередач при переменном напряжении. Назвать технические мероприятия по уменьшению потерь на корону. Задание 3 Описать и представить графически разряд вдоль увлажненной и загрязненной поверхности твердого диэлектрика, а также перечислить факторы, влияющие на разрядное напряжение перекрытия.	
Код и наименование индикатора достижения компетенции	Образовательный результат
ПК-3.3 Анализирует основные процессы, протекающие в высоковольтной изоляции электроустановок подстанций, кабельных и воздушных линий электропередач	Обучающийся владеет: методикой расчета параметров высоковольтной изоляции, которая используется в электроустановках, подстанциях, кабельных и воздушных линиях электропередач
<i>Примеры вопросов/заданий</i> Задание 4 Определить потери энергии на корону и среднегодовую мощность потерь для трехфазной линии электропередач переменного напряжения с горизонтальным расположением проводов, в соответствии с методикой расчетов высоковольтной изоляции. Задание 5 Рассчитать и построить кривую емкостного (начального) распределения напряжения (U_C), кривую максимальных потенциалов ($U_{МАКС}$) вдоль обмотки трансформатора тяговой подстанции в координатах $U_0, n/N$, при воздействии прямоугольной ($\tau\phi=0$) бесконечно длинной волны напряжения с амплитудой U_0. Общее число элементов схемы замещения обмотки трансформатора – N, число элементов, где определяется величина U_C и $U_{МАКС}$ – n. Емкость одного элемента на землю – ΔC, собственная емкость каждого элемента вдоль обмотки трансформатора – ΔK. Значение $U_0, N, \Delta C, \Delta K$ и режим нейтрали трансформатора представлены в таблице исходных данных. Задание 6 Рассчитать и построить форму волны на шинах подстанции, схема замещения которой содержит последовательно соединенные индуктивность L и емкость C. Набегающая волна имеет косоугольный фронт $t\phi$ и постоянную амплитуду U_0. Значения $L, C, t\phi, U_0$ указаны в таблице	

2.3 Типовые задания по курсовой работе для оценки знаний и навыков образовательных результатов

Тема типовой курсовой работы: «Защита открытого распределительного устройства (ОРУ) подстанции от прямых ударов молнии. Расчет контура заземления ОРУ».

Вопросы к защите курсовой работы:

1. Координация изоляции по грозовым перенапряжениям.
2. Расщепление провода. Потери энергии на корону.
3. Защитное действие стержневых и тросовых молниеотводов.
4. Дуговые замыкания на землю в сетях с изолированной нейтралью.
5. Электрическая прочность кабельной изоляции.
6. Линейные изоляторы и гирлянды изоляторов, их выбор.
7. Характеристика грозопоражаемости линий.
8. Импульсные коэффициенты заземлителей и его зависимость от размеров заземлителей, тока молнии.
9. Испытания и эксплуатация изоляторов.
10. Испытания изоляции коммутационными импульсами напряжения или напряжением промышленной частоты.
11. Испытания изоляции грозовыми импульсами.
12. Испытания изоляции кабелей, трансформаторов и высоковольтных вводов.
13. Защита от прямых ударов молнии.
14. Защита от обратных перекрытий.
15. Защита от волн, набегающих с линии электропередачи.
16. Защита подходов линии к подстанции.
17. Молниезащита воздушных линий.

В содержании разделов требуется следующее:

1. Используя исходные данные, начертить план и боковой разрез ОРУ, определить его основные размеры.
2. На территории ОРУ расставить молниеотводы для защиты электрооборудования от прямых ударов молнии. Определить необходимое число молниеотводов и рассчитать их высоту. На плане и боковом разрезе ОРУ показать границы зоны защиты молниеотводов.
3. С учетом сопротивления заземления естественных заземлителей (системы трос-опора воздушных линий) определить допустимую величину стационарного сопротивления заземления контура заземления ОРУ.
4. Определить параметры контура заземления (длину и число вертикальных электродов, шаг сетки), обеспечивающие допустимую величину его стационарного сопротивления заземления.
5. Подсчитать импульсное сопротивление заземления контура во время грозового сезона.
6. Определить число повреждений в год изоляции электрооборудования ОРУ от прямых ударов молнии в молниеотводы. Оценить, находится ли в допустимых пределах показатель надежности (число лет безаварийной работы электрооборудования) молниезащиты ОРУ. Указать, какие мероприятия могут улучшить этот показатель.

Пример варианта исходных данных для выполнения курсовой работы

Вариант	$U_{ном},$ кВ	n_y	$n_{вл}$	$n_{тр}$	Тип трос са	$l_p, м$	$R_{изм}$ Ом·м	$n_{ч},$ ч/год
1	110	1 4	7	1	С-50	200	150	45

2.4 Перечень вопросов для подготовки обучающихся к промежуточной аттестации

2.4.1 Перечень вопросов для подготовки обучающихся к промежуточной аттестации (зачету)

1. Лавина электронов.
2. Неразрушающие методы оценки изоляции электрооборудования.
3. Конструктивное исполнение конденсаторов.
4. Корона на проводах при переменном напряжении.

5. Тепловой пробой внутренней изоляции.

6. Перенапряжения при работе АПВ (автомата повторного включения).
7. Координация изоляции по грозовым перенапряжениям.
8. Защита подстанций вентильными разрядниками.
9. Частичные разряды в маслобарьерной изоляции.
10. Перенапряжения при отключении ненагруженных ЛЭП
11. Изоляция сухих трансформаторов.
12. Изоляция электрических машин высокого напряжения.
13. Расщепление провода. Потери энергии на корону.
14. Защитное действие стержневых и тросовых молниеотводов.
15. Дуговые замыкания на землю в сетях с изолированной нейтралью.
16. Электрическая прочность кабельной изоляции.
17. Линейные изоляторы и гирлянды изоляторов, их выбор.
18. Условия самостоятельного разряда в диэлектрике.
19. Дугогасящие катушки (ДГК). Выбор ДГК.
20. Конструктивное исполнение кабелей с бумажной изоляцией.
21. Пробивное напряжение газа в однородном и неоднородном полях.
22. Взрывобезопасность и термическая устойчивость ограничителей перенапряжения.
23. Стримерная теория разряда.
24. Характеристика грозопоражаемости линий.
25. Импульсные коэффициенты заземлителей и его зависимость от размеров заземлителей, тока молнии.
26. Испытания и эксплуатация изоляторов.
27. Допустимые рабочие напряженности в изоляции.
28. Пробивное напряжение газа в неоднородном поле.
29. Частичные разряды в БМИ и МБИ.
30. Электрическая прочность кабельной изоляции.
31. Кабельные муфты.
32. Помехи, создаваемые коронным разрядом на проводах.
33. Координация изоляции.
34. Защита обмотки электродвигателей от высокочастотных перенапряжений.
35. Защита изоляции подстанций от волн, набегающих с ЛЭП.
36. Прямой удар в опору, трос линии.
37. Витковая изоляция обмоток трансформаторов.
38. Защита подстанций от ПУМ (прямых ударов молнии).
39. Главная изоляция силовых трансформаторов.
40. Электрическая прочность масляных промежутков.
41. Закономерности электрического старения изоляции.
42. Испытание изоляции трансформаторов.
43. Изоляция отводов и переключателей.
44. Защита линейных подходов к подстанции.
45. Индуктивные напряжения при грозовых разрядах вблизи ЛЭП.

2.4.2 Перечень вопросов для подготовки обучающихся к промежуточной аттестации (экзамену)

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 маслобарьерной изоляции.
19. Особенности конструкций силовых трансформаторов.
20. Распределение импульсного напряжения по обмотке при грозовых перенапряжениях.
21. Сухие трансформаторы.
22. Изоляция силовых конденсаторов.
23. Кабели с вязкой пропиткой.
24. Маслонаполненные кабели.
25. Кабели в стальных трубах с маслом или газом под давлением.
26. Кабели с пластмассовой и резиновой изоляцией.
27. Кабельные муфты
28. Кабели с изоляцией из сшитого полиэтилена. Особенности конструкции.
29. Водный трекинг.
30. Элегазовая изоляция. Особенности разряда в элегазе.
31. Элегазовые выключатели.
32. Элегазовые комплектные распределительные герметичные устройства (КРУЭ).
33. Вакуумная изоляция.
34. Разрядные напряжения.
35. Вакуумные выключатели. Достоинства вакуумного выключателя.
36. Отключение токов.
37. Процессы в многослойной изоляции.
38. Миграционная поляризация.
39. Кривая возвратного напряжения.
40. Сопротивление изоляции.
41. Зависимость емкости изоляции от частоты.
42. Контроль изоляции по тангенсу угла диэлектрических потерь $\tan \delta$. Измерения $\tan \delta$.
43. Контроль сопротивления изоляции.
44. Контроль емкости изоляции.
45. Хроматографический анализ масла.
46. Контроль диэлектрических потерь в изоляции. Контроль изоляции по тангенсу угла диэлектрических потерь $\tan \delta$. Измерения $\tan \delta$.
47. Частичные разряды.
48. Контроль изоляции по параметрам частичных разрядов.
49. Измерения параметров частичных разрядов.
50. Методы испытания электрической прочности изоляции.
51. Испытания изоляции коммутационными импульсами напряжения или напряжением промышленной частоты.
52. Испытания изоляции грозовыми импульсами.
53. Испытания изоляции кабелей, трансформаторов и высоковольтных вводов.
54. Восстановление напряжения при отключении коротких замыканий.
55. Перенапряжения при включении длинных линий.
56. Перенапряжения при рассогласовании фаз.
57. Перенапряжения при отключении ненагруженных трансформаторов.
58. Перенапряжения при отключении асинхронных двигателей.
59. Перенапряжения при отключении емкостных токов.
60. Перенапряжения при дуговых замыканиях на землю в системах с изолированной нейтралью.
61. Феррорезонансные перенапряжения.
62. Защита изоляции электрооборудования от внутренних перенапряжений.

63. Коммутационный разрядник.
64. Высоконелинейные ограничители перенапряжений.
65. Шунтирующие реакторы с искровым подключением.
66. Защита от прямых ударов молнии.
67. Защита от обратных перекрытий.
68. Защита от волн, набегающих с линии электропередачи.
69. Защита подходов линии к подстанции.
70. Молниезащита электрических машин высокого напряжения.
71. Молниезащита воздушных линий.
72. Экологические аспекты электроустановок высокого напряжения.

Перечень вопросов к подготовке обучающегося к защите курсовой работы.

1. Испытательное напряжение.
2. Внешняя и внутренняя изоляция.
3. Частичные разряды.
4. Электрическая прочность маслобарьерной изоляции.
5. Особенности конструкций силовых трансформаторов.
6. Распределение импульсного напряжения по обмотке при грозовых перенапряжениях.
7. Сухие трансформаторы.
8. Изоляция силовых конденсаторов.
9. Кабели с вязкой пропиткой.
10. Маслонаполненные кабели.
11. Кабели в стальных трубах с маслом или газом под давлением.
12. Кабели с пластмассовой и резиновой изоляцией.
13. Кабельные муфты
14. Кабели с изоляцией из сшитого полиэтилена. Особенности конструкции.
15. Водный трекинг.
16. Элегазовая изоляция. Особенности разряда в элегазе.
17. Элегазовые выключатели.

3. Методические материалы, определяющие процедуру и критерии оценивания сформированности компетенций при проведении промежуточной аттестации

Критерии формирования оценок по ответам на вопросы, выполнению тестовых заданий

- оценка **«отлично»** выставляется обучающемуся, если количество правильных ответов на вопросы составляет 100 – 90 % от общего объёма заданных вопросов;
- оценка **«хорошо»** выставляется обучающемуся, если количество правильных ответов на вопросы – 89 – 76 % от общего объёма заданных вопросов;
- оценка **«удовлетворительно»** выставляется обучающемуся, если количество правильных ответов на тестовые вопросы – 75–60 % от общего объёма заданных вопросов;
- оценка **«неудовлетворительно»** выставляется обучающемуся, если количество правильных ответов – менее 60 % от общего объёма заданных вопросов.

Критерии формирования оценок по результатам выполнения курсовой работы

«Отлично/зачтено» – ставится за работу, выполненную полностью без ошибок и недочетов.

«Хорошо/зачтено» – ставится за работу, выполненную полностью, но при наличии в ней не более одной негрубой ошибки и одного недочета, не более трех недочетов.

«Удовлетворительно/зачтено» – ставится за работу, если обучающийся правильно выполнил не менее 2/3 всей работы или допустил не более одной грубой ошибки и двух недочетов, не более одной грубой и одной негрубой ошибки, не более трех негрубых ошибок, одной негрубой ошибки и двух недочетов.

«Неудовлетворительно/не зачтено» – ставится за работу, если число ошибок и недочетов превысило норму для оценки «удовлетворительно» или правильно выполнено менее 2/3 всей работы.

Виды ошибок:

- *грубые ошибки:* незнание основных понятий, правил, норм; незнание приемов решения заданий; ошибки, показывающие неправильное понимание условия предложенного задания.

- *негрубые ошибки:* неточности формулировок, определений; нерациональный выбор хода решения.

- *недочеты:* нерациональные приемы выполнения задания; отдельные погрешности в формулировке выводов; небрежное выполнение задания.

Критерии формирования оценок по зачету

«Зачтено» – студент приобрел необходимые умения и навыки, продемонстрировал навык практического применения полученных знаний, не допустил логических и фактических ошибок

«Не зачтено» – студент демонстрирует фрагментарные знания изучаемого курса; отсутствуют необходимые умения и навыки, допущены грубые ошибки.

Критерии формирования оценок по экзамену

«Отлично» (5 баллов) – обучающийся демонстрирует знание всех разделов изучаемой дисциплины: содержание базовых понятий и фундаментальных проблем; умение излагать программный материал с демонстрацией конкретных примеров. Свободное владение материалом должно характеризоваться логической ясностью и четким видением путей применения полученных знаний в практической деятельности, умением связать материал с другими отраслями знания.

«Хорошо» (4 балла) – обучающийся демонстрирует знания всех разделов изучаемой дисциплины: содержание базовых понятий и фундаментальных проблем; приобрел необходимые умения и навыки, освоил вопросы практического применения полученных знаний, не допустил фактических ошибок при ответе, достаточно последовательно и логично излагает теоретический материал, допуская лишь незначительные нарушения последовательности изложения и некоторые неточности. Таким образом данная оценка выставляется за правильный, но недостаточно полный ответ.

«Удовлетворительно» (3 балла) – обучающийся демонстрирует знание основных разделов программы изучаемого курса: его базовых понятий и фундаментальных проблем. Однако знание основных проблем курса не подкрепляется конкретными практическими примерами, не полностью раскрыта сущность вопросов, ответ недостаточно логичен и не всегда последователен, допущены ошибки и неточности.

«Неудовлетворительно» (0 баллов) – выставляется в том случае, когда обучающийся демонстрирует фрагментарные знания основных разделов программы изучаемого курса: его базовых понятий и фундаментальных проблем. У экзаменуемого слабо выражена способность к самостоятельному аналитическому мышлению, имеются затруднения в изложении материала, отсутствуют необходимые умения и навыки, допущены грубые ошибки и незнание терминологии, отказ отвечать на дополнительные вопросы, знание которых необходимо для получения положительной оценки.