

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Луганский государственный университет имени Владимира Даля»

Стахановский инженерно-педагогический институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«Луганский государственный университет имени Владимира Даля»

Кафедра электромеханики и транспортных систем



УТВЕРЖДАЮ:
Директор СИПИ (филиала)
ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. Даля»
А.А. Авершин
(подпись)
« 21 » апреля 2023 года

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«ТЕХНИКА ВЫСОКИХ НАПРЯЖЕНИЙ»

по направлению подготовки 44.03.04 Профессиональное обучение
(по отраслям)
профиль «Электроснабжение»

Луганск – 2023

Лист согласования РПУД

Рабочая программа учебной дисциплины «Техника высоких напряжений» по направлению подготовки 44.03.04 Профессиональное обучение (по отраслям) - 25 с.

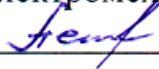
Рабочая программа учебной дисциплины «Техника высоких напряжений» разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 44.03.04 Профессиональное обучение (по отраслям), утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 22 февраля 2018 года № 124 (с изменениями и дополнениями от 26 ноября 2020 г., 8 февраля 2021 г., 27 февраля 2023)

СОСТАВИТЕЛИ:

канд. техн. наук, доцент Петров А.Г.

канд. психол. наук, доцент Авершин А.А.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры электромеханики и транспортных систем «18» апрель 2023г., протокол № 9.

Заведующий кафедрой электромеханики и транспортных систем  А.Г. Петров

Переутверждена: « » 20 г., протокол № .

Переутверждена: « » 20 г., протокол № .

Рекомендована на заседании учебно-методической комиссии Стахановского инженерно-педагогического института (филиала) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Луганский государственный университет имени Владимира Даля» «21» апрель 2023 г., протокол № 3.

Председатель учебно-методической комиссии СИПИ (филиала) ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. Даля»  Н.В. Банник

©Петров А.Г., Авершин А.А. 2023 год

© ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. Даля», 2023 год

Структура и содержание дисциплины

1. Цели и задачи дисциплины, ее место в учебном процессе

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

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

2. Место дисциплины в структуре ООП ВО

Логико-структурный анализ дисциплины: курс входит в часть дисциплин, формируемых участниками образовательных отношений, подготовки студентов по направлению 44.03.04 Профессиональное обучение (по отраслям).

Содержание дисциплины является логическим продолжением содержания дисциплин: «Физика», «Теоретические основы электротехники», «Электротехнические и конструкционные материалы», «Проектирование систем электроснабжения», «Электромагнитные переходные процессы», и служит основой для освоения дисциплин «Основы релейной защиты и автоматики», «Электромагнитные переходные процессы», «Управление системами электроснабжения и эксплуатация электроустановок».

3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Код и наименование компетенций	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов
УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1. Выбирает источники информации, адекватные поставленным задачам и соответствующие научному мировоззрению УК-1.2. Демонстрирует умение осуществлять поиск информации для решения поставленных задач в рамках научного мировоззрения	Знать: основы поиска и выбора источников информации, адекватные поставленным задачам и соответствующие научному мировоззрению; законы и формы логически правильного мышления, основы теории аргументации, сущность и основные принципы

	УК-1.3. Демонстрирует умение рассматривать различные точки зрения на поставленную задачу в рамках научного мировоззрения УК-1.4. Выявляет степень доказательности различных точек зрения на поставленную задачу в рамках научного мировоззрения УК-1.5. Определяет рациональные идеи для решения поставленных задач в рамках научного мировоззрения.	системного подхода. Уметь: осуществлять поиск информации для решения поставленных задач и критически ее анализировать; применять методы критического анализа и синтеза информации, необходимой для решения поставленных задач; применять законы логики и основы теории аргументации при осуществлении критического анализа и синтеза информации, необходимой для решения поставленных задач; грамотно, логично, аргументированно формировать собственные суждения и оценки. Владеть: методами системного и критического мышления.
ПК-2 Способен обеспечить производство работ по ремонту оборудования распределительных устройств подстанций электрических сетей напряжением до 35 кВ включительно	ПК 2.1 Осуществляет выполнение вспомогательных и подготовительных работ по ремонту оборудования распределительных устройств подстанций электрических сетей напряжением до 35 кВ включительно ПК 2.2 Обеспечивает ремонт оборудования распределительных устройств подстанций электрических сетей напряжением до 35 кВ включительно ПК 2.3 Анализирует и обеспечивает учет первичных данных по техническому обслуживанию и ремонту оборудования подстанций электрических сетей ПК 2.4 Осуществляет ведение документации по техническому обслуживанию и ремонту оборудования подстанций электрических сетей	Знать: общие вопросы электромеханического преобразования энергии; основные типы силовых преобразователей энергии, применяемых в электромеханических системах; схемные решения полупроводниковых преобразователей и особенности их работы; физические законы, лежащие в основе работы оборудования распределительных устройств; алгоритм производства работ по ремонту оборудования распределительных устройств подстанций электрических сетей. Уметь: проанализировать и обеспечить учет первичных данных по техническому обслуживанию и ремонту оборудования; обеспечить ремонт оборудования подстанций электрических сетей; Владеть: способностью рассчитывать режимы работы и характеристики преобразователей энергии различного назначения.
ПК-3 Способен обеспечить инженерно-	ПК 3.1 Способен выполнить работы по	Знать: действующие стандарты, технические

техническое сопровождение деятельности по техническому обслуживанию и ремонту устройств РЗА	техническому обслуживанию и ремонту устройств РЗА ПК 3.2 Осуществляет расчет уставок устройств РЗА ПК 3.3 Обеспечивает ведение нормативно-технической документации по техническому обслуживанию устройств РЗА	условия, положения и инструкции по эксплуатации оборудования, программы испытаний; материально-техническую базу, обслуживаемого оборудования РЗА. Уметь: выбирать контрольно-измерительные приборы для контроля работы РЗА и анализировать характеристики функциональных узлов измерительной аппаратуры; проводить измерения параметров электрических сигналов приборами и устройствами и оценивать качество полученных результатов. Владеть: широкой общей подготовкой (базовыми знаниями) для решения практических задач в электроэнергетике и электротехнике; методами проведения различных видов измерений, а также методами оценки их точности
---	--	--

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Объем часов (зач. ед.)		
	Очная форма	Очно-заочная форма	Заочная форма
Общая учебная нагрузка (всего)	108 (3 зач. ед)	-	108 (3 зач. ед)
Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего)	60	-	12
в том числе:			
Лекции	30	-	4
Семинарские занятия	-	-	-
Практические занятия	14	-	4
Лабораторные работы	16	-	4
Курсовая работа (курсовой проект)	-	-	-
Другие формы и методы организации образовательного процесса (<i>расчетно-графические работы, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинг, компьютерные симуляции, интерактивные лекции, семинары, анализ деловых ситуаций и т.п.</i>)	-	-	-
Самостоятельная работа студента (всего)	48	-	96
Форма аттестации	экзамен	-	экзамен

4.2. Содержание разделов дисциплины

Тема 1. Электрофизические процессы в диэлектрических средах

Классификация видов электрических полей. Основные виды ионизационных процессов. Виды эмиссии. Явление электроотрицательности. Понятие плазмы. Степень ионизации. Уравнение Саха. Понятие «лавина электронов». Лавинная форма развития разряда. Стример. Стримерная форма развития разряда. Разряд в резконеоднородных полях. Закон Пашена. Закономерности возникновения и развития основных видов электрических разрядов в газах: коронный, искровой, дуговой, поверхностный. Лидерная форма разряда. Молния. Понятие о частичных разрядах. Время запаздывания разряда. Общая характеристика и теории пробоя жидких диэлектриков. Механизмы пробоя твердых диэлектриков: электрический, тепловой, электрическое старение.

Тема 2. Изоляция высоковольтного оборудования

Классификация изоляции. Виды внутренней изоляции. Линейная и аппаратно-станционная изоляция. Изоляция линий электропередач (ЛЭП). Гирлянды изоляторов. Опорные и проходные изоляторы. Вводы. Изоляция мощных трансформаторов, конденсаторов, кабелей, электрических машин. Новые перспективные разработки в области изоляции.

Тема 3. Получение и измерение высоких напряжений

Методы и устройства получения высоких переменных, постоянных и импульсных напряжений. Генератор импульсных напряжений Аркадьева-Маркса. Генератор импульсных токов. Способы измерений высоких напряжений: электростатический вольтметр, измерительный шаровой разрядник, делители напряжения. Измерение больших импульсных токов. Общая характеристика испытаний электрооборудования. Физические основы и методы профилактического контроля внутренней изоляции. Схема замещения изоляции. Контроль изоляции по тангенсу угла диэлектрических потерь, по величине емкости, интенсивности частичных разрядов. Испытание изоляции повышенным напряжением.

Тема 4. Атмосферные перенапряжения в электрических системах.

Классификация перенапряжений. Средства защиты от перенапряжений. Индуктированные перенапряжения. Перенапряжения прямого удара молнии. Молниезащита ЛЭП и подстанций. Волновые процессы в линиях и обмотках трансформаторов.

Тема 5. Коммутационные перенапряжения в электрических системах.

Перенапряжения при отключении ненагруженных линий. Перенапряжения при отключении ненагруженных трансформаторов. Перенапряжения при дуговых замыканиях на землю. Дугогасящие реакторы. Резонансные перенапряжения на основной частоте односторонне питаемой линии. Резонансные перенапряжения при несимметричном отключении фаз.

4.3 Лекции

№ п/п	Название темы	Объем часов		
		Очная форма	Очно- заочная форма	Заочная форма
1	Основные виды ионизационных процессов. Виды эмиссии.	2	-	2
2	Закономерности возникновения и развития основных видов электрических разрядов в газах.	2	-	2
3	Общая характеристика и теории пробоя жидких и твердых диэлектриков.	2	-	
4	Изоляция электрооборудования.	2	-	2
5	Изоляторы.	4	-	
6	Изоляция аппаратов и электрических машин.	2	-	
7	Методы и устройства получения высоких напряжений.	2	-	
8	Способы измерений высоких напряжений.	2	-	
9	Схема замещения изоляции.	2	-	
10	Классификация перенапряжений.	2	-	
11	Молниезащита ЛЭП и подстанций.	2	-	
12	Перенапряжения при отключении ненагруженных линий.	2	-	
13	Перенапряжения при дуговых замыканиях на землю. Дугогасящие реакторы.	2	-	
14	Резонансные перенапряжения.	2	-	
Итого:		30	-	-

4.4. Практические (семинарские) занятия

№ п/п	Название темы	Объем часов		
		Очная форма	Очно- заочная форма	Заочная форма
1	Нахождение напряженности электрического поля при короне на линии электропередач.	4	-	2
2	Расчет и построение в координатах огибающей максимальных градиентов вдоль обмотки двухобмоточного трансформатора при попадании на ввод его электромагнитной волны перенапряжения с прямоугольным фронтом и амплитудой U_0 .	4	-	2
3	Расчет и построение зоны защиты для открытого распредустройства (ОРУ) 110 (220, 500) кВ от прямых ударов молнии.	4	-	-
4	Расчет импульсного сопротивления заземлителя молниеотвода с учетом удельного сопротивления грунта.	2	-	
Итого:		14	-	-

4.5. Лабораторные работы

№ п/п	Название темы	Объем часов		
		Очная форма	Очно- заочная форма	Заочная форма
1	Изучение лабораторных высоковольтных установок	2	-	2
2	Искровой разряд в воздухе	2	-	
3	Исследование эффекта полярности и влияния барьеров на электрическую прочность воздушных промежутков	2	-	
4	Определение распределения напряжения по гирлянде изоляторов	2	-	
5	Определение сухоразрядных напряжений изоляторов	2	-	2
6	Определение электрической прочности трансформаторного масла	2	-	
7	Изучение методов и средств защиты высоковольтного оборудования от перенапряжений	4	-	
	Итого	16	-	4

4.6. Самостоятельная работа студентов

№ п/п	Название темы	Вид СРС	Объем часов		
			Очная форма	Очно- заочная форма	Заочная форма
1	Электрофизические процессы в диэлектрических средах	Изучение лекций, Подготовка к лабораторной работе (ЛР), проведение расчетов	10	-	20
2	Изоляция высоковольтного оборудования	Изучение лекций Подготовка к ЛР, проведение расчетов	9	-	19
3	Получение и измерение высоких напряжений	Изучение лекций Подготовка к ЛР, проведение расчетов	10	-	19
4	Атмосферные перенапряжения в электрических системах	Изучение лекций Подготовка к ЛР, проведение расчетов	9	-	19
5	Коммутационные перенапряжения в электрических системах	Изучение лекций Подготовка к ЛР, проведение расчетов	10	-	19
Итого:			48		-

4. Образовательные технологии

5.

С целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся используются инновационные образовательные технологии при реализации различных видов аудиторной работы в сочетании с внеаудиторной. Используемые образовательные технологии и методы направлены на повышение качества подготовки путем развития у обучающихся способностей к самообразованию и нацелены на активизацию и реализацию личностного потенциала.

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

- аудиторные занятия – лекции, практические и лабораторные работы в соответствии с учебным планом;
- информационные технологии – использование электронных образовательных ресурсов при подготовке к лекциям и лабораторным занятиям (электронный конспект, видеофайлы, размещенные во внутренней сети).

В рамках перечисленных технологий основными методами обучения являются:

- работа в команде: совместная работа студентов в группе при выполнении лабораторных работ;
- самостоятельная работа студентов: освоение теоретического материала, подготовка к выполнению практических и лабораторных работ, защита выполненных работ, выполнение и защита курсового проекта, подготовка к экзамену.

6. Формы контроля освоения дисциплины

Текущая аттестация студентов производится в дискретные временные интервалы лектором и преподавателем(ями), ведущими лабораторные работы по дисциплине в следующих формах:

- собеседование (устный или письменный опрос);
- лабораторные работы;
- практические занятия;
- защита лабораторных работ;
- защита практических работ.

Форма аттестации: по результатам освоения дисциплины аттестация проходит в форме устного экзамена (включает в себя ответы на теоретические вопросы). Студенты, выполнившие 75 % текущих и контрольных мероприятий на «отлично», а остальные 25 % на «хорошо», имеют право на получение итоговой отличной оценки.

В экзаменационную ведомость и зачетную книжку выставляются оценки по шкале, приведенной в таблице.

Шкала оценивания (экзамен)	Характеристика знания предмета и ответов	Шкала оценивания
отлично (5)	Студент глубоко и в полном объеме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач.	зачтено
хорошо (4)	Студент знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.	
удовлетворительно (3)	Студент знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно четкие формулировки, непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30% ошибок в излагаемых ответах.	
неудовлетворительно (2)	Студент не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Студент отказывается от ответов на дополнительные вопросы.	не зачтено

7. Учебно-методическое и программно-информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Основы современной энергетики в 2 т. Том 2. Современная электроэнергетика [Электронный ресурс]: учебник для вузов / под ред. профессоров А.П. Бурмана и В.А. Строева; под общей редакцией чл.-корр. РАН Е.В. Аметистова - М.: Издательский дом МЭИ, 2016. – ISBN 978-5-383-01017-4 - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383010440.html>
2. Бортник И.М., Электрофизические основы техники высоких напряжений: учебник для вузов / И.М. Бортник и др.; под общ. ред. И.П. Верещагина - М.: Издательский дом МЭИ, 2016. - ISBN 978-5-383-01017-4 - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383010174.html>

3. Белоедова И.П., Расчет электрических полей устройств высокого напряжения: учебное пособие для вузов / И.П. Белоедова, Ю.В. Елисеев, Е.С. Колечицкий и др.; под ред. Е.С. Колечицкого - М.: Издательский дом МЭИ, 2016. - ISBN 978-5-383-00971-0 - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL:

<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383009710.html>

4. Белоедова И.П., Расчет электрических полей устройств высокого напряжения: учебное пособие для вузов / Белоедова И.П., Елисеев Ю.В., Колечицкий Е.С. - М.: Издательский дом МЭИ, 2017. - ISBN 978-5-383-01112-6 - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL:

<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383011126.html>

б) дополнительная литература:

1. Основы современной энергетики. В 2 т. Т. 2. Современная электроэнергетика [Электронный ресурс]: учебник для вузов / под общ. ред. Е.В. Аметистова. - 5-е изд., стер. - М.: Издательский дом МЭИ, 2010. –

<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383005033.html>

2. Щеглов Н.В., Современные виды изоляции. Ч. 5. Изоляция высоковольтных электрических машин: учеб. пособие / Щеглов Н.В. - Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2013. - 87 с. - ISBN 978-5-7782-2166-6 - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL:

<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778221666.html>

3. Защита оборудования подстанций от электромагнитного импульса [Электронный ресурс]: Учебно-практическое пособие / Гуревич В.И. - 2-е изд. - М.: Инфра-Инженерия, 2017. - - ISBN 978-5-7782-2166-6 - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL:

<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785972901043.html>

4. Монтаж, техническое обслуживание и ремонт силовых масляных трансформаторов [Электронный ресурс] / Шонин Ю.П. - М.: Издательский дом МЭИ, 2017. Режим доступа:

<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383012116.html>

5. Силовая электроника [Электронный ресурс]: учебник для вузов / Ю.К. Розанов, М.В. Рябчицкий, А.А. Кваснюк - М.: Издательский дом МЭИ, 2016. -

<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383010235.html>

в) методические указания:

1. Конспект лекций по дисциплине «Техника высоких напряжений» для студентов / А.Л. Кухарев – СУНИГОТ, 2017. – 59с.

2. Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Техника высоких напряжений». / А.Л. Кухарев. – Стаханов: СУНИГОТ 2018. – 46 с.

г) интернет-ресурсы:

Министерство науки и высшего образования РФ

<https://minobrnauki.goy.ru/>

Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки
<https://minobrnauki.gov.ru/>

Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования – <http://fgosvo.ru>

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

Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» – <http://window.edu.ru/>

Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов
<http://fcior.edu.ru/>

Электронные библиотечные системы и ресурсы

1. Электронно-библиотечная система «Консультант студента»
<http://www.studentlibrary.ru/egi-bin/mb4x>

2. Электронная библиотека ФГБОУ ВО «ЮРГПУ (НПИ) имени М.И. Платова» «МегаПро» <https://jiweb.srspu.ru/MegaProWeb/Web>.

3. Научная библиотека имени А.И. Коняева
<http://biblio.dahluniver.ru/>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Освоение дисциплины «Техника высоких напряжений» предполагает использование академических аудиторий, соответствующих действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

Прочее: рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет.

Освоение дисциплины «Техника высоких напряжений» предполагает использование академических аудиторий, соответствующих действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

Программное обеспечение:

Функциональное назначение	Бесплатное программное обеспечение	Ссылки
Офисный пакет	Libre Office 6.3.1	https://www.libreoffice.org/ https://ru.wikipedia.org/wiki/LibreOffice
Операционная система	UBUNTU 19.04	https://ubuntu.com/ https://ru.wikipedia.org/wiki/Ubuntu
Браузер	Firefox Mozilla	http://www.mozilla.org/ru/firefox/fx
Браузер	Opera	http://www.opera.com
Почтовый клиент	Mozilla Thunderbird	http://www.mozilla.org/ru/thunderbird
Файл-менеджер	Far Manager	http://www.farmanager.com/download.php
Архиватор	7Zip	http://www.7-zip.org/
Графический редактор	GIMP (GNU Image Manipulation Program)	http://www.gimp.org/ http://gimp.ru/viewpage.php?page_id=8 http://ru.wikipedia.org/wiki/GIMP
Редактор PDF	PDFCreator	http://www.pdfforge.org/pdfcreator
Аудиоплеер	VLC	http://www.videolan.org/vlc/

9. Оценочные средства по дисциплине
Паспорт
оценочных средств по учебной дисциплине
«Техника высоких напряжений»

Перечень компетенций (элементов компетенций), формируемых в результате освоения учебной дисциплины (модуля) или практики

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Формулировка контролируемой компетенции	Индикато ры достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Контролируе мые темы учебной дисциплины, практики	Этапы формирова ния (семестр изучения)
	УК-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 УК-1.4 УК-1.5	Тема 1 Тема 2 Тема 3 Тема 4 Тема 5	6
1	ПК-2	Способен обеспечить производство работ по ремонту оборудования распределительных устройств подстанций электрических сетей напряжением до 35 кВ включительно	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-2.4	Тема 1 Тема 2 Тема 3 Тема 4 Тема 5	6
2	ПК-3	Способен обеспечить инженерно-техническое сопровождение деятельности по техническому обслуживанию и ремонту устройств РЗА	ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3	Тема 1 Тема 2 Тема 3 Тема 4 Тема 5	6

Показатели и критерии оценивания компетенций, описание шкал оценивания

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов	Контролируемые темы учебной дисциплины	Наименование оценочного средства
1	УК-1	УК-1.1 Выбирает источники информации, адекватные поставленным задачам и соответствующие научному мировоззрению УК-1.2. Демонстрирует умение осуществлять поиск информации для решения поставленных задач в рамках научного мировоззрения УК-1.3. Демонстрирует умение рассматривать различные точки зрения на поставленную задачу в рамках научного мировоззрения УК-1.4. Выявляет степень доказательности различных точек зрения на поставленную задачу в рамках научного мировоззрения УК-1.5. Определяет рациональные идеи для решения поставленных задач в рамках научного мировоззрения.	Знать: основы поиска и выбора источников информации, адекватные поставленным задачам и соответствующие научному мировоззрению; законы и формы логически правильного мышления, основы теории аргументации, сущность и основные принципы системного подхода. Уметь: осуществлять поиск информации для решения поставленных задач и критически ее анализировать; применять методы критического анализа и синтеза информации, необходимой для решения поставленных задач; применять законы логики и основы теории аргументации при осуществлении критического анализа и синтеза информации, необходимой для решения поставленных задач; грамотно, логично, аргументированно формировать собственные суждения и оценки. Владеть: методами системного и критического мышления.	Тема 1 Тема 2 Тема 3 Тема 4 Тема 5 Тема 6	Собеседование (устный опрос), вопросы и задания к лабораторным работам, вопросы и задания к практическим работам, вопросы к экзамену.
2	ПК-2	ПК 2.1 Осуществляет выполнение вспомогательных и подготовительных работ по ремонту оборудования распределительных устройств подстанций электрических сетей напряжением до 35 кВ включительно	Знать: общие вопросы электромеханического преобразования энергии; основные типы силовых преобразователей энергии, применяемых в электромеханических системах; схемные решения полупроводниковых преобразователей и особенности их работы; физические законы, лежащие	Тема 1 Тема 2 Тема 3 Тема 4 Тема 5 Тема 6	Собеседование (устный опрос), вопросы и задания к лабораторным работам, вопросы и задания к практическим работам,

		ПК 2.2 Обеспечивает ремонт оборудования распределительных устройств подстанций электрических сетей напряжением до 35 кВ включительно ПК 2.3 Анализирует и обеспечивает учет первичных данных по техническому обслуживанию и ремонту оборудования подстанций электрических сетей ПК 2.4 Осуществляет ведение документации по техническому обслуживанию и ремонту оборудования подстанций электрических сетей	в основе работы оборудования распределительных устройств; алгоритм производства работ по ремонту оборудования распределительных устройств подстанций электрических сетей. Уметь: проанализировать и обеспечить учет первичных данных по техническому обслуживанию и ремонту оборудования; обеспечить ремонт оборудования подстанций электрических сетей; Владеть: способностью рассчитывать режимы работы и характеристики преобразователей энергии различного назначения.		вопросы к экзамену.
3	ПК-3	ПК 3.1 Способен выполнить работы по техническому обслуживанию и ремонту устройств РЗА ПК 3.2 Осуществляет расчет уставок устройств РЗА ПК 3.3 Обеспечивает ведение нормативно-технической документации по техническому обслуживанию устройств РЗА	Знать: действующие стандарты, технические условия, положения и инструкции по эксплуатации оборудования, программы испытаний; материально-техническую базу, обслуживаемого оборудования РЗА. Уметь: выбирать контрольно-измерительные приборы для контроля работы РЗА и анализировать характеристики функциональных узлов измерительной аппаратуры; проводить измерения параметров электрических сигналов приборами и устройствами и оценивать качество полученных результатов. Владеть: широкой общей подготовкой (базовыми знаниями) для решения практических задач в электроэнергетике и электротехнике; методами	Тема 1 Тема 2 Тема 3 Тема 4 Тема 5 Тема 6	Собеседование (устный опрос), вопросы и задания к лабораторным работам, вопросы и задания к практическим работам, вопросы к экзамену.

			проведения различных видов измерений, а также методами оценки их точности		
--	--	--	---	--	--

Фонды оценочных средств по дисциплине «Техника высоких напряжений»

Вопросы для собеседования (устного опроса)

1. Что такое «стример», «лидер»?
2. Что такое ионизация? Виды ионизации.
3. Понятие плазмы.
4. Свойства газовых разрядов.
5. Пробивное напряжение в однородном поле. Форма закона Пашена.
6. Условие самостоятельности разряда в неоднородном поле.
7. Особенности электрического и теплового пробоя твердых диэлектриков.
8. Закономерности старения изоляции.
9. Особенности пробоя в жидких диэлектриках.
10. Общие требования к конструкции изоляции.
11. Особенности внутренней изоляции.
12. Конструкция аппаратных изоляторов.
13. Конструкция линейных изоляторов.
14. Способы подвески изоляторов в гирлянде.
15. Конструкции опорных изоляторов.
16. Конструкция проходных изоляторов.
17. Конструкция вводов трансформаторов.
18. Схемы изоляции трансформаторов.
19. Электрические барьеры.
20. Изоляция конденсаторов.
21. Изоляция кабелей.
22. Изоляция электрических машин.
23. Назовите методы получения высоких напряжений.
24. Дайте определение понятию «генератор импульсных напряжений»
25. Какие способы измерений высоких напряжений вы знаете?
26. Принцип действия электростатического вольтметра.
27. Зависимость разрядного напряжения от расстояния между шарами.
28. Способы измерения импульсных токов.
28. Виды испытаний электрооборудования.
29. Методы контроля внутренней изоляции.
30. Схемы замещения изоляции.
31. Активные потери в изоляционных конструкциях.
32. Формула тангенсу угла диэлектрических потерь.
33. Измерение частичных разрядов.
34. Внутренние и наружные перенапряжения.
35. Способы защиты от перенапряжений.

36. Особенности индуцированных перенапряжений.
37. Особенности удара молнии.
38. Перечислите параметры молнии.
39. Параметры волновых процессов в обмотках трансформаторов при ударе молнии.
40. Устройство и принцип действия молниеотводов.
41. Грозозащитные тросы.
42. Устройство и принцип действия разрядников и ограничителей перенапряжений (ОПН).
43. Схемы расстановки разрядников и ОПН для защиты подстанций.
44. Влияние емкости линии на переходной процесс отключения;
45. Восстанавливающееся напряжение.
46. Вероятность повторного зажигания дуги на контактах выключателя.
47. Емкости воздушных и кабельных линий.
48. Схема замещения однофазного замыкания в сети с изолированной нейтралью.
49. Варианты поведения дуги и влияние ее на перенапряжения.
50. Выбор индуктивности дугогасящего реактора.
51. В чем смысл компенсации емкостного тока?
52. Условия появления высших и низших гармоник.
53. Перенапряжения при неполнофазных режимах.
54. Феррорезонансные перенапряжения в сетях с заземленной нейтралью.
55. Феррорезонансные перенапряжения в системах с заземленной нейтралью.
56. Влияние намагничивающего тока трансформатора напряжения.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству собеседование
(устный опрос)

Шкала оценивания	Критерии оценивания
5	Полно и аргументировано отвечает по содержанию вопроса. Обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры не только по учебнику, но и самостоятельно составленные. Излагает материал последовательно и правильно.
4	Студент дает ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для оценки «5», но допускает 1...3 ошибки, которые сам же исправляет.
3	Студент обнаруживает знание и понимание основных положений вопроса, но: излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке правил; не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры; излагает материал непоследовательно и допускает ошибки.
2	Студент обнаруживает незнание ответа на вопрос, допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал; отмечаются такие

недостатки в подготовке студента, которые являются серьезным препятствием к успешному овладению последующим материалом.

Задания к лабораторным работам и практическим занятиям

1. Изучить лабораторные высоковольтные установки.
2. Изучить искровой разряд в воздухе.
3. Исследовать эффект полярности и влияние барьеров на электрическую прочность воздушных промежутков.
4. Определить распределение напряжения по гирлянде изоляторов.
5. Определить сухоразрядные напряжения изоляторов.
6. Определить электрическую прочность трансформаторного масла.
7. Изучить методы и средства защиты высоковольтного оборудования от перенапряжений.
8. Найти напряженность электрического поля при короне на линии электропередач.
9. Рассчитать и построить в координатах огибающую максимальных градиентов вдоль обмотки двухобмоточного трансформатора при попадании на ввод его электромагнитной волны перенапряжения с прямоугольным фронтом и амплитудой U_0 .
10. Рассчитать и построить зону защиты для открытого распределительного устройства (ОРУ) 110 (220, 500) кВ от прямых ударов молнии.
11. Рассчитать импульсное сопротивление заземлителя молниеотвода с учетом удельного сопротивления грунта.

Контрольные вопросы к лабораторным работам и практическим занятиям

1. Назначение и устройство лабораторной высоковольтной установки ЛВУ-1 и ЛВУ-2.
2. Принцип действия ЛВУ-1 и ЛВУ-2.
3. Как работает схема защиты ЛВУ при открывании двери?
4. Как работает схема защиты от превышения тока?
5. От чего зависят погрешности измерения?
6. Можно ли работать без сопротивления в цепи шарового разрядника?
7. Почему посторонние заземленные предметы нельзя располагать рядом с шаровым разрядником?
8. От чего зависит напряжение пробоя на шаровых разрядниках.
9. Дать определение эффекту полярности.
10. Объяснить причину повышения пробивного напряжения при введении между электродами барьера.
11. Объяснить практическую значимость эффекта полярности.
12. Почему возникает необходимость в выравнивании напряжений по гирлянде изоляторов?

13. Как на практике осуществляется поиск дефектных изоляторов в гирлянде?
14. Объясните физический смысл влияния защитной аппаратуры на распределение напряжения по гирлянде изоляторов.
15. Что называют сухоразрядным напряжением изолятора?
16. Какие факторы влияют на величину разрядного напряжения?
17. Что называют мокроразрядным напряжением изолятора и при каких условиях его измеряют?
18. Как влияет на электрическую прочность масла большое число следующих друг за другом пробоев?
19. В каких электрических аппаратах применяется трансформаторное масло?
20. Почему измеряется электрическая прочность масла при содержании в нем воды и других примесей.
21. Какие защитные оборудования от возможных перенапряжений вы знаете?
22. В каких местах устанавливаются стержневые молниеотводы?
23. Какие меры необходимо принять для обеспечения надежной защиты оборудования от перенапряжений?
24. Условия выбора ОПН.
25. Вид разряда не разрушающий изоляцию промежутка и от чего он зависит.
26. Вид ионизации для промежутков положительный стержень - отрицательная плоскость и отрицательный стержень положительная плоскость. Явление обратное процессу ионизации.
27. Объясните увеличение напряжения U при снижении давления в газовом промежутке и при увеличении давления в маслonaполненном кабеле, используя закон Пашена в равномерном промежутке.
28. Причина образования стримера и объяснить различную электрическую прочность промежутков по п.2, где формируются стример-анод и стример-катод соответственно.
29. Предложите способ оценки (выбора) изоляционного промежутка на линиях электропередач (ЛЭП) переменного тока между проводом и опорой и дайте мероприятия исключающие общую и местную корону на проводе.
30. Причина образования лидера в длинном промежутке и физическое объяснение явлению грома в разряде молнии.
31. Приведите мероприятия по увеличению напряжения перекрытия для проходного маслonaполненного с фибровой втулкой изолятора, не изменяя его габарита, и схему замещения изоляции для оценки емкости между фланцем и шиной.
32. Приведите математическое выражение для формы экрана в опорном изоляторе, когда увеличивается напряжение перекрытия его.
33. Рассчитать ток через первый изолятор у провода двумя способами в гирлянде из двух изоляторов, если напряжение на проводе $U_n = 35 \text{ кВ}$ (110, 220), собственная емкость изолятора $C = 70 \text{ пФ}$ (75, 80), емкость относительно

провода $C_p = 0,5 \text{ пФ}$ (1,0; 1,5), емкость относительно земли $C_z = 1,5 \text{ пФ}$ (2,5; 5,0).

34. Устройство, назначение и принцип действия стержневых и тросовых молниеотводов, их зоны защиты.

35. Устройство, назначение и принцип действия защитных разрядников и заземлители и их характеристики.

36. Дайте понятие точке возмущения и узловой точке в электрической цепи ЛЭП и распреедустроств при перенапряжениях.

37. Назначение устройств колец, экранов и слоистых обмоток внутри силовых трансформаторов.

38. Схемы замещения обмотки трансформатора в зависимости от формы падающей волны перенапряжения.

39. Принцип составления электрических схем грозозащиты электрооборудования ЛЭП и распределительных устройств.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству «практическое занятие»

Шкала оценивания	Критерий оценивания
5	Задание выполнено на высоком уровне (студент в полном объеме осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, владеет профильным понятийным (категориальным) аппаратом и т.п.
4	Задание выполнено на среднем уровне (студент в целом осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, допустив некоторые неточности и т.п.)
3	Задание выполнено на низком уровне (студент допустил существенные неточности, изложил материал с ошибками, не владеет в достаточной степени профильным категориальным аппаратом и т.п.)
2	Задание выполнено на неудовлетворительном уровне или не представлено (студент не готов, не выполнил задание и т.п.)

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству «лабораторная работа»

Шкала оценивания	Критерий оценивания
5	Студент выполнил работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности проведения опытов и измерений, самостоятельно и рационально выбрал и подготовил для опыта все необходимое оборудование, все опыты провел в условиях и режимах, обеспечивающих получение результатов и выводов с наибольшей точностью, в представленном отчете правильно и аккуратно выполнил все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики, вычисления и сделал выводы, правильно выполнил анализ погрешностей,

	соблюдал требования безопасности труда.
4	Студент выполнил работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности проведения опытов и измерений, самостоятельно и рационально выбрал и подготовил для опыта все необходимое оборудование, однако опыты провел в условиях и режимах, не обеспечивающих получение результатов и выводов с достаточной точностью, в представленном отчете правильно и аккуратно выполнил все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики, вычисления и сделал выводы, правильно выполнил анализ погрешностей, соблюдал требования безопасности труда, допускал незначительные ошибки при ответе на дополнительные вопросы.
3	Студент выполнил работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности проведения опытов и измерений, выбрал и подготовил для опыта все необходимое оборудование, однако опыт проводился в нерациональных условиях, что привело к получению результатов с большей погрешностью, в отчете были допущены в общей сложности не более двух ошибок (в записях единиц, измерениях, в вычислениях, графиках, таблицах, схемах, анализе погрешностей и т.д.), не принципиального для данной работы характера, не повлиявших на результат выполнения, соблюдал требования безопасности труда, допускал незначительные ошибки при ответе на дополнительные вопросы.
2	Студент выполнил работу не в полном объеме, не сумел выбрать для опыта необходимое оборудование, опыты, измерения, вычисления, наблюдения производились неправильно, в отчете были допущены множественные ошибки, не выполнил анализ погрешностей, не соблюдал требования безопасности труда, допускал ошибки при ответе на дополнительные вопросы.

Вопросы к экзамену

1. Каковы два достоинства внешней изоляции?
2. Каков физический смысл коэффициента ударной ионизации?
3. Какие три вида ионизации в объеме газа вы знаете?
4. Каково соотношение при лавине в однородном поле (S-путь лавины)?
5. Что такое «вторичная ионизация»?
6. Каково условие самостоятельности разряда в однородном поле?
7. Какова формула пробивного напряжения в однородном поле?
8. Что отражает закон Пашена?
9. Какими двумя путями можно увеличить электрическую прочность воздушного промежутка при неизменной форме поля?
10. Какое напряжение называют «статическим разрядным напряжением»?
11. Какое напряжение называют «минимальным импульсным разрядным напряжением»?
12. Какое напряжение называют «пятидесятипроцентным импульсным разрядным напряжением»?
13. Что называется вольт-секундной характеристикой?
14. Каково влияние формы электрического поля объекта на вид вольт-секундной характеристики?

15. Какие электрические характеристики изоляторов высокого напряжения считаются основными?
16. Какая характеристика изолятора является основной механической характеристикой?
17. По какому параметру выбирается количество изоляторов в поддерживающей гирлянде?
18. Каковы три особенности внутренней изоляции?
19. Какие два воздействия напряжения на внутреннюю изоляцию определяют кратковременную электрическую прочность?
20. Какое воздействие напряжения на внутреннюю изоляцию определяют длительную электрическую прочность?
21. Чем определяется работоспособность внутренней изоляции при грозовых перенапряжениях?
22. Чем определяется работоспособность внутренней изоляции при внутренних перенапряжениях?
23. Какими двумя измерениями или испытаниями определяется работоспособность внутренней изоляции в области длительной электрической прочности?
24. Какое неоднородное поле считают слабонеоднородным?
25. Каковы требования к толщине изоляции d в неоднородном поле (d_0 - толщина изоляции в однородном поле)?
26. Каковы три преимущества испытательного постоянного высокого напряжения.
27. Зачем для увеличения электрической прочности масляных промежутков используют несколько барьеров?
28. Какова роль «покрытия» в слабонеоднородном поле?
29. Какие три вида бумажно-масляной изоляции (БМИ) Вы знаете?
30. В каких устройствах применяют маслосбарьерную изоляцию?
31. В чем заключаются «аномалии» разряда в газах?
32. Что называется «классом нагревостойкости» изоляции?
33. Какова причина теплового пробоя изоляции?
34. Какое сопряжение электрода с твердым диэлектриком в масле обеспечивает самые высокие напряжения поверхностных разрядов?
35. Какой расчет производят для правильного выбора трубчатых разрядников?
36. За счет чего происходит гашение дуги сопровождающего тока в трубчатом разряднике после его срабатывания?
37. В каких двух местах воздушной линии ВЛ устанавливаются трубчатые разрядники?
38. Что называется «остающим напряжением» разрядника $U_{ост}$?
39. Какую величину тока гасит обычный искровой промежуток вентильного разрядника РВС?
40. Места установки вентильных разрядников?
41. В чем заключаются два отличия ОПН от вентильных разрядников?
42. Где устанавливаются ОПН?

43. Какой вид повреждения является расчетным при ударе молнии в провод ВЛ 25 – 110 кВ на деревянных опорах?

44. Почему ВЛ 35-110 кВ на деревянных опорах не требует тросовой защиты?

45. Почему ВЛ 20-35 кВ на металлических и ж/б опорах не требуют тросовой защиты?

46. В каких трех случаях ВЛ 110 кВ и выше на металлических и ж/б опорах не требуют тросовой защиты?

47. Каких двух параметров импульса «боится» изоляция вращающейся машины?

48. Почему в схемах грозозащиты вращающихся машин обязательно присутствует конденсатор, шунтирующий разрядник (ОПН)?

49. Как выполнен подход ВЛ к машинам в случае чисто воздушного подхода?

50. Какова роль кабельной вставки на подходе линии к вращающейся машине при импульсе, недостаточным для срабатывания трубчатых разрядников?

51. Какова роль кабельной вставки на подходе линии к вращающейся машине при импульсе, достаточном для срабатывания трубчатого разрядника на подходе?

52. Каковы два влияния реактора на импульс, проникающий к машине?

53. Как влияет совместная работа кабельной вставки и реактора на грозозащиту машины?

54. В каких случаях молниеотводы на подходе линии к вращающейся машине могут отсутствовать?

55. Какие ограничения накладывают правила устройства электроустановок (ПУЭ) на связь машины с воздушными линиями?

56. Как связаны с ВЛ машины, которые ПУЭ запрещают присоединять непосредственно к ВЛ?

57. В каком случае отсутствуют перенапряжения при отключении трансформаторов выключателем?

58. За счет каких двух факторов возникают перенапряжения при отключении ненагруженных трансформаторов?

59. Каким аппаратом надо отключать ток холостого хода трансформатора, чтобы не было перенапряжений?

60. Как уменьшают перенапряжения при отключении ненагруженных трансформаторов масляными выключателями?

61. Какова максимальная кратность перенапряжений при отключении воздушным выключателем трансформатора?

62. В каком случае на зажимах трансформатора с нормальным уровнем изоляции (не более 15 м от вводов по ошиновке) устанавливаются вентильные разрядники РВС (или ОПН)?

63. Какие два фактора являются причиной возникновения перенапряжений при отключении длинной ненагруженной линии?

64. Когда измеряют сопротивление утечки изоляции?

65. Как определяют коэффициент абсорбции изоляции?
66. Какая величина допустима для нормальной эксплуатации изоляции?
67. Какое соотношение используется для контроля увлажнения конструкции, заполненной маслом (например, трансформатора)?
68. Понятие о координации изоляции.

Критерии и шкала оценивания к промежуточной аттестации
«Экзамен»

Шкала оценивания	Характеристика знания предмета и ответов
отлично (5)	Студент глубоко и в полном объёме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач.
хорошо (4)	Студент знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.
удовлетворительно (3)	Студент знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно чёткие формулировки, непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30% ошибок в излагаемых ответах.
неудовлетворительно (2)	Студент не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Студент отказывается от ответов на дополнительные вопросы

Лист изменений и дополнений

№ п/п	Виды дополнений и изменений	Дата и номер протокола заседания кафедры (кафедр), на котором были рассмотрены и одобрены изменения и дополнения	Подпись (с расшифровкой) заведующего кафедрой (заведующих кафедрами)