

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

«КООРДИНАЦИЯ ИЗОЛЯЦИИ И ЗАЩИТА ОТ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЙ»

по направлению подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника
магистерская программа «Электроснабжение»

Лист согласования РПУД

Рабочая программа учебной дисциплины «Координация изоляции и защита от перенапряжений» по направлению подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника - 26 с.

Рабочая программа учебной дисциплины «Координация изоляции и защита от перенапряжений» разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 28 февраля 2018 года № 147 (с изменениями и дополнениями от 26 ноября 2020 г., 8 февраля 2021 г.)

СОСТАВИТЕЛИ:

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

канд. техн. наук, доцент Петров А.Г.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры электромеханики и транспортных систем «18» апреля 2023 г., 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» апреля 2023 г., протокол № 3.

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

Структура и содержание дисциплины

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

Цель изучения дисциплины – формирование знаний о способах защиты от перенапряжений и координации изоляции в высоковольтных и низковольтных электрических сетях.

Задачи: изучение развития грозовых и внутренних перенапряжений; оценка вероятности появления перенапряжений, превышающих допустимый уровень для различных видов электрооборудования; изучение средств защиты от перенапряжений, а также методов проектирования систем электроснабжения с учетом координации изоляции.

2. Место дисциплины в структуре ООП ВО.

Логико-структурный анализ дисциплины: дисциплина входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений, учебного плана подготовки студентов по направлению 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника.

Содержание дисциплины является логическим продолжением содержания дисциплин «Электрическая часть станций и подстанций», «Проектирование систем электроснабжения», «Техника высоких напряжений», и служит основой для прохождения практик, подготовки к защите курсовых и квалификационных работ, для научно-исследовательской деятельности магистра и будущей профессиональной деятельности.

3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов
УК-2 Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	УК-2.1. Знает: основы проектной деятельности; основы управления проектной деятельностью на всех этапах жизненного цикла проекта УК-2.2. Умеет: разрабатывать проект, реализовывать и контролировать ход его выполнения; организовывать, координировать и контролировать работу участников проекта; контролировать ресурсы проекта (материальные, человеческие, финансовые) УК-2.3. Владеет: методикой	Знать: основы управления проектной деятельностью; принципы разработки проектной документации в среде пакета системы автоматизированного проектирования (САПР); Уметь: разрабатывать проект, реализовывать и контролировать ход его выполнения; профессионально составлять научную документацию, доклады, статьи; организовывать, координировать и контролировать работу участников проекта на всех этапах его жизненного

	разработки проекта; навыками публичного представления результатов проекта (или отдельных его этапов) в различных формах (отчетов, статей, выступлений на научно-практических конференциях и др.); основами организации, координации и контроля работы участников проекта	цикла; Владеть: методикой разработки проекта и навыками публичного представления полученных результатов.
ОПК 1 . Способен формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать критерии оценки	ОПК-1.1.Знает: состав, содержание и область действия нормативных правовых актов в сфере образования; психолого-педагогические основы профессионального взаимодействия; содержание основных категорий профессиональной этики; структуру управления образовательной организацией ОПК-1.2.Умеет: выстраивать (корректировать) профессиональную деятельность в соответствии с нормативными правовыми актами Российской Федерации и локальными нормативными актами образовательной организации; анализировать и оптимизировать процессы в сфере профессиональной деятельности ОПК-1.3.Владеет: методами поиска и анализа нормативных правовых актов и локальных нормативных актов образовательной организации, регламентирующих различные аспекты профессиональной деятельности; нормами профессиональной этики при взаимодействии с	Знать: методы научного исследования; особенности технологии подготовки научной документации, докладов, статей; теорию и методику педагогического проектирования; Уметь: профессионально составлять научную документацию, доклады, статьи; проектировать и оценивать педагогические (образовательные) системы; Владеть: методами педагогического проектирования; методикой внеклассных форм проведения занятий; навыками определения соответствия востребованным профессиональным квалификациям;

	участниками образовательных отношений; основами анализа и планирования профессиональной деятельности	
ПК-1 Способен осуществлять руководство структурным подразделением по техническому обслуживанию и ремонту трансформаторных подстанций и распределительных пунктов	ПК 1.1. – Осуществляет организационно-техническое, технологическое и ресурсное обеспечение работ по эксплуатации трансформаторных подстанций и распределительных пунктов ПК 1.2. – Планирует и контролирует деятельность по эксплуатации трансформаторных подстанций и распределительных пунктов ПК 1.3. – Координирует деятельность персонала, осуществляющего техническое обслуживание и ремонт трансформаторных подстанций и распределительных пунктов	Знать: методы обеспечения руководства структурным подразделением по техническому обслуживанию трансформаторных подстанций и распределительных пунктов; способы и средства защиты от перенапряжений стандартного и нестандартного электрооборудования; Уметь: координировать деятельность персонала, осуществляющего техническое обслуживание и ремонт трансформаторных подстанций и распределительных пунктов. Владеть: опытом планирования и контроля за деятельностью обслуживающего электротехнического персонала, осуществляющего техническое обслуживание и ремонт оборудования электрических сетей, подстанций и распределительных пунктов; навыками поиска информации о технических параметрах оборудования для использования при выборе аппаратов защиты от перенапряжений
ПК-2– Техническое руководство эксплуатацией, ремонтом и развитием оборудования организации муниципальных электрических сетей	ПК 2.1. – Обеспечивает техническое руководство эксплуатацией оборудования организации муниципальных электрических сетей ПК 2.2. – Руководит	Знать: особенности конструкции и технической эксплуатации оборудования организации муниципальных электрических сетей; Уметь: обеспечить

	разработкой и внедрением мероприятий по повышению надежности работы оборудования организации муниципальных электрических сетей, подготовкой оборудования к работе в осенне-зимних условиях, разработкой планов проведения ремонтов, перспективного развития организации муниципальных электрических сетей ПК 2.3. – Обеспечивает техническое руководство подготовкой технических условий на подключение новых потребителей к муниципальным электрическим сетям	техническое руководство эксплуатацией оборудования организации муниципальных электрических сетей; разбираться в нормативных методиках расчета перенапряжений и применять их для решения поставленной задачи защиты от перенапряжений; обеспечить руководство разработкой и внедрением мероприятий по повышению надежности работы оборудования организации муниципальных электрических сетей; руководить разработкой планов проведения ремонтов, перспективного развития организации муниципальных систем электроснабжения; Владеть: методами анализа особенностей рабочих процессов, происходящих в электрооборудовании электрических сетей; навыками работы с научно-исследовательским оборудованием с соблюдением требований техники безопасности.
--	--	---

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
Объем учебной дисциплины (всего)	144 (4 зач.ед.)	-	144 (4 зач.ед.)
Обязательная аудиторная учебная нагрузка дисциплины (всего)	74	-	36
в том числе:			
Лекции	30	-	14
Семинарские занятия		-	
Практические занятия	30	-	16
Лабораторные работы	14	-	6

Курсовая работа (курсовой проект)		-	
Другие методы и формы 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)	70	-	108
Итоговая аттестация:	зачет, зачет(д)	-	зачет, зачет(д)

4. Структура и содержание дисциплины

4.2. Содержание разделов дисциплины

Тема 1. Основные положения курса.

Тема 2. Коммутационные перенапряжения. Расчет параметров закона распределения ударных коэффициентов коммутационных перенапряжений.

Тема 3. Перенапряжения при отключении ненагруженных линий.

Тема 4. Перенапряжения при однофазном коротком замыкании (к.з.) на землю в системах с незаземленной нейтралью. Гашение емкостного тока к.з. на землю с помощью дугогасящих аппаратов.

Тема 5. Резонансные перенапряжения. Расчет резонансных перенапряжений в симметричном минимальном и максимальном режимах.

Тема 6. Координация изоляции.

4.3. Лекции

№ п/п	Название темы	Объем часов		
		Очная форма	Очно- заочная форма	Заочная форма
1	Основные положения курса. Перенапряжение как случайное событие	2	-	1
2	Грозовые перенапряжения. Расчет грозовых перенапряжений.	2	-	1
3	Коммутационные перенапряжения. Перенапряжения при включении разомкнутой линии	2	-	1
4	Перенапряжения при автоматическом повторном включении (АПВ)	2	-	1
5	Перенапряжения при отключении конденсаторов и ненагруженных линий	2	-	1
6	Перенапряжения при отключении больших токов	2	-	1
7	Перенапряжения при отключении малых индуктивных токов. Перенапряжения при неполнофазных режимах	4	-	1
8	Перенапряжения при однофазном к.з. на землю в системах с незаземленной нейтралью. Перенапряжения при перемежающихся	4	-	1

	замыканиях на землю			
9	Гашение емкостного тока к.з. на землю с помощью дугогасящих аппаратов. Основные принципы защиты от коммутационных перенапряжений	2	-	2
10	Перенапряжения установившегося режима в электрических сетях. Резонансные перенапряжения симметричных и неполнофазных установившихся режимов	4	-	2
11	Феррорезонансные перенапряжения. Координация внешней и внутренней изоляции электрооборудования	2	-	1
12	Энергетические воздействия на ограничители перенапряжений. Методы испытаний электрической прочности изоляции оборудования	2	-	1
Итого:		30	-	14

4.4. Практические занятия

№ п/п	Название темы	Объем часов		
		Очная форма	Очно- заочная форма	Заочная форма
1	Расчет параметров перенапряжений.	2	-	1
2	Расчет параметров молниезащиты и импульсных воздействий.	4	-	1
3	Составление и расчет параметров схем замещения для коммутационных перенапряжений.	4	-	1
4	Особенности коммутации вакуумными выключателями.	4	-	1
5	Средства и методы ограничения перенапряжений.	4	-	1
6	Расчет RC-цепи для ограничения переходных восстанавливающихся напряжений на выключателях.	4	-	2
7	Перенапряжения при перемежающихся замыканиях на землю.	4	-	1
8	Выбор и настройка параметров дугогасящих реакторов (ДГР).	4	-	2
9	Расчет неполнофазных режимов электрических сетей.	4	-	1
10	Расчет резонансных перенапряжений.	4	-	1
11	Методы расчета феррорезонансных перенапряжений.	4	-	2
12	Выбор ограничителей перенапряжений, вида и места установки. Оценка эффективности схемы защиты.	4		2
Итого:		30	-	16

4.5. Лабораторные работы

№ п/п	Название темы	Объем часов		
		Очная форма	Очно- заочная форма	Заочная форма
1	Изучение конструкции и схем молниезащиты	2	-	1
2	Моделирование перенапряжений при включении разомкнутой линии	2	-	1
3	Моделирование перенапряжений при отключении конденсаторов	3	--	1
4	Моделирование перенапряжений при отключении малых индуктивных токов	3	-	1
5	Моделирование перенапряжений при однофазных кз	2	-	1
6	Изучения вольт-амперной характеристики ограничителей перенапряжений (ВАХ ОПН)	2	-	1
Итого:		14	-	6

4.6. Самостоятельная работа студентов

№ п/п	Название темы	Вид СРС	Объем часов		
			Очная форма	Очно- заочная форма	Заочная форма
1	Основные положения курса	Подготовка к лабораторной работе (ЛР) и практическому заданию (ПЗ), к текущему и промежуточному контролю знаний и умений.	11	-	18
2	Коммутационные перенапряжения. Расчет параметров закона распределения ударных коэффициентов коммутационных перенапряжений	Подготовка к ЛР и ПЗ, к текущему и промежуточному контролю знаний и умений.	12	-	18
3	Перенапряжения при отключении ненагруженных линий	Подготовка к ЛР и ПЗ, к текущему и промежуточному контролю знаний и умений.	12	-	18
4	Перенапряжения при однофазном к.з. на землю в системах с незаземленной нейтралью. Гашение емкостного тока к.з. на землю с помощью дугогасящих аппаратов	Подготовка к ЛР и ПЗ, к текущему и промежуточному контролю знаний и умений.	11	-	18

5	Резонансные перенапряжения. Расчет резонансных перенапряжений в симметричном минимальном и максимальном режимах	Подготовка к ЛР и ПЗ, к текущему и промежуточному контролю знаний и умений.	12	-	18
6	Координация изоляции	Подготовка к ЛР и ПЗ, к текущему и промежуточному контролю знаний и умений.	12	-	18
Итого:			70		108

4.7. Курсовые проекты (работы) – не предусмотрены.

5. Образовательные технологии

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 и практические 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 Зачет
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 зачтено 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.	зачтено
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.	зачтено
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. Непомнящий В.А., Электрофизические основы техники высоких напряжений: учебник для вузов / Непомнящий В.А. - М.: Издательский дом МЭИ, 2017. - ISBN 978-5-383-01153-9 - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL:

<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383011539.html>

2. Бортник И.М., Основы современной энергетики в 2 т. Том 2. Современная электроэнергетика: 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. - 678 с. - ISBN 978-5-383-01044-0 - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL:

<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383010440.html>

3. Лукашкин В.Г., Эталоны и стандартные образцы в измерительной технике. Электрорадиоизмерения / Лукашкин В.Г., Булатов М.Ф. - М.: Техносфера, 2018. - 402 с. - ISBN 978-5-94836-512-1 - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL:

<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785948365121.html>

б) дополнительная литература:

1. Сопов В.И., Электроснабжение нефтегазовых комплексов и производств: учеб. пособие / Сопов В.И. - Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2011. - 270 с. - ISBN 978-5-7782-1844-4 - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL:

<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778218444.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. Щеглов Н.В., Современные виды изоляции. Ч. 3. Вакуумная изоляция: учеб. пособие / Н.В. Щеглов - Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2011. - 94 с. - ISBN 978-5-7782-1549-8 - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL:

<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778215498.html>

4. Щеглов Н.В., Современные виды изоляции. Ч. 4. Изоляция силовых трансформаторов: учеб. пособие / Щеглов Н.В. - Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2011. - 88 с. - ISBN 978-5-7782-1841-3 - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL:

<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778218413.html>

в) методические указания:

1. Конспект лекций по дисциплине «Координация изоляции и защита от перенапряжений» для студентов / А.Л. Кухарев – СУНИГОТ, 2017. – 63с.

2. Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Координация изоляции и защита от перенапряжений». / А.Л. Кухарев. – Стаханов: СУНИГОТ 2018. – 36 с.

г) интернет-ресурсы:

Министерство науки и высшего образования РФ

<https://minobrnauki.gov.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

Лекционные занятия: комплект электронных презентаций/слайдов, видеофайлов; аудитория, оснащенная презентационной техникой (компьютер), набор таблиц и плакатов и т.п.

Лабораторные работы: лаборатория «Электрических сетей и техники высоких напряжений», оснащена специализированными лабораторными стендами; действующими макетами электрооборудования.

Лекционные и практические занятия проводятся в специальных аудиториях оснащенных персональными компьютерами.

Освоение дисциплины предполагает использование академических аудиторий, соответствующих действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

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

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

фонда оценочных средств по учебной дисциплине

«Координация изоляции и защита от перенапряжений»

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

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Формулировка контролируемой компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Контролируемые разделы (темы) учебной дисциплины	Этапы формирования (семестр изучения)
1	УК-2	Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	УК-2.1 УК-2.2 УК-2.3	Тема 1. Тема 2 Тема 3 Тема 4 Тема 5 Тема 6	1/2
2	ОПК-1	Способен формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать критерии оценки	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3	Тема 1. Тема 2 Тема 3 Тема 4 Тема 5 Тема 6	1/2
3	ПК-1	Способен осуществлять руководство структурным подразделением по техническому обслуживанию и ремонту трансформаторных подстанций и распределительных пунктов	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3	Тема 1. Тема 2 Тема 3 Тема 4 Тема 5 Тема 6	1/2
4	ПК-2	Техническое руководство эксплуатацией, ремонтом и развитием оборудования организации муниципальных электрических сетей	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3	Тема 1. Тема 2 Тема 3 Тема 4 Тема 5 Тема 6	1/2

**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-2	УК-2.1 УК-2.2 УК-2.3	Знать: основы управления проектной деятельностью; принципы разработки проектной документации в среде пакета системы автоматизированного проектирования (САПР); Уметь: разрабатывать проект, реализовывать и контролировать ход его выполнения; профессионально составлять научную документацию, доклады, статьи; организовывать, координировать и контролировать работу участников проекта на всех этапах его жизненного цикла; Владеть: методикой разработки проекта и навыками публичного представления полученных результатов.	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 зачетам.
2	ОПК-1	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3	Знать: методы научного исследования; особенности технологии подготовки научной документации, докладов, статей; теорию и методику педагогического проектирования; Уметь: профессионально составлять научную документацию, доклады, статьи; проектировать и оценивать педагогические (образовательные) системы; Владеть: методами педагогического проектирования; методикой внеклассных форм проведения занятий; навыками определения соответствия востребованным профессиональным квалификациям;	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 зачетам.
3	ПК-1	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3	Знать: методы обеспечения руководства структурным подразделением по техническому обслуживанию трансформаторных подстанций и распределительных пунктов; способы и средства защиты от перенапряжений стандартного и нестандартного электрооборудования; Уметь: координировать деятельность персонала, осуществляющего	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

			техническое обслуживание и ремонт трансформаторных подстанций и распределительных пунктов. Владеть: опытом планирования и контроля за деятельностью обслуживающего электротехнического персонала, осуществляющего техническое обслуживание и ремонт оборудования электрических сетей, подстанций и распредел-пунктов; навыками поиска информации о технических параметрах оборудования для использования при выборе аппаратов защиты от перенапряжений		работам, вопросы к зачетам.
4	ПК-2	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3	Знать: особенности конструкции и технической эксплуатации оборудования организации муниципальных электрических сетей; Уметь: обеспечить техническое руководство эксплуатацией оборудования организации муниципальных электрических сетей; разбираться в нормативных методиках расчета перенапряжений и применять их для решения поставленной задачи защиты от перенапряжений; обеспечить руководство разработкой и внедрением мероприятий по повышению надежности работы оборудования организации муниципальных электрических сетей; руководить разработкой планов проведения ремонтов, перспективного развития организации муниципальных систем электроснабжения; Владеть: методами анализа особенностей рабочих процессов, происходящих в электрооборудовании электрических сетей; навыками работы с научно-исследовательским оборудованием с соблюдением требований техники безопасности.	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 зачетам.

**Фонды оценочных средств по дисциплине
«Координация изоляции и защита от перенапряжений»**

Вопросы для собеседования (устного опроса)

1. Вероятность появления перенапряжения.
2. Расчет вероятности пробоя изоляционных конструкций.

3. Что такое кратность перенапряжений.
4. Что такое лидерный разряд?
5. Тепловое и электродинамическое воздействие молнии.
6. Что такое грозовые районы?
7. Схема замещения линии
8. Что такое коэффициент затухания?
9. Как увеличить пропускную способность линии?
10. Цикл АПВ.
11. Выражение для напряжения переходного процесса.
12. Что такое ненулевые начальные условия?
13. Схема замещения дуги в выключателе.
14. Условия повторного зажигания дуги.
15. Как вычисляется заряд, оставшийся после обрыва дуги на линии?
16. Как вычисляется напряжение переходного процесса?
17. Векторная диаграмма токов и напряжений.
18. Причины перенапряжений при отключении однофазного КЗ в трехфазной линии.
19. Расчетная схема переходного процесса.
20. Максимальное напряжение на отключенной цепи.
21. Процессы, происходящие при пробое между контактами выключателя.
22. Что такое неполнофазные режимы?
23. Основные параметры схемы замещения.
24. Какие бывают неполнофазные режимы?
25. Схема замещения
26. Основные параметры схемы замещения.
27. Какие процессы происходят при однофазном к.з. на землю?
28. Дуговые перенапряжения.
29. Основные параметры дугового замыкания.
30. Что такое перемежающиеся замыкания?
31. Что такое дугогасящие аппараты?
32. Недокомпенсация и перекомпенсация
33. Принцип гашения дуги дугогасящими катушками.
34. Что такое коммутационное перенапряжение?
35. Основные принципы защиты от коммутационных перенапряжений.
36. Схемные мероприятия.
37. Основные способы защиты от перенапряжений установившегося режима.
38. Что такое установившийся режим?

39. Мероприятия по обеспечению защиты от перенапряжений в установившемся режиме.
40. Схема замещения.
41. Индуктивные сопротивления прямой и нулевой последовательности источника.
42. Вычисление тока нулевой последовательности.
43. Схема замещения.
44. Что такое феррорезонансные перенапряжения?
45. Феррорезонансные перенапряжения в сети с изолированной нейтралью.
46. Какие существуют принципы координации изоляции?
47. Импульсная прочность изоляции.
48. Как выбирается импульсное испытательное напряжение?
49. С чего состоит ограничитель перенапряжений (ОПН)?
50. Какими динамическими свойствами обладает ОПН?
51. Как перенапряжение воздействует на ОПН?
52. Как выбирается испытательное напряжение?
53. Какие методы испытаний изоляции бывают?
54. Какие устройства применяют при испытаниях?

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 практическим занятиям и лабораторным работам

1. Рассчитать параметры перенапряжений.
2. Рассчитать параметровы молниезащиты и импульсных воздействий.
3. Составить и рассчитать параметры схем замещения для коммутационных перенапряжений.
4. Изучить особенности коммутации вакуумными выключателями.
5. Изучить средства и методы ограничения перенапряжений.
6. Рассчитать RC-цепь для ограничения переходных восстанавливающихся напряжений на выключателях.
7. Изучить виды перенапряжений при перемежающихся замыканиях на землю.
8. Выбрать и настроить параметры дугогасящих реакторов (ДГР).
9. Рассчитать неполнофазные режимы электрических сетей.
10. Рассчитать резонансные перенапряжения.
11. Рассчитать феррорезонансные перенапряжения различными методами.
12. Выбрать ограничители перенапряжений, вида и места установки. Оценить эффективность схемы защиты.
13. Изучить конструкции и схем молниезащиты.
14. Смоделировать перенапряжения при включении разомкнутой линии.
15. Смоделировать перенапряжения при отключении конденсаторов.
16. Смоделировать перенапряжения при отключении малых индуктивных токов.
17. Смоделировать перенапряжения при однофазных КЗ.
18. Изучить вольт-амперную характеристику (ВАХ) ОПН.

Контрольные вопросы к практическим занятиям и лабораторным работам

1. Какие бывают виды перенапряжений?
2. Коммутационные перенапряжения.
3. Грозовые перенапряжения.
4. Для чего нужны грозозащитные троссы?
5. Что такое зона защиты?
6. Как вычисляются параметры заземлителя?
7. Виды коммутационных перенапряжений.
8. Перенапряжения при АПВ.
9. Выражение для напряжения переходного процесса.

10. В чем недостатки вакуумных выключателей?
11. Перенапряжения на конденсаторных батареях при отключении их вакуумными выключателями.
12. Особенности конструкции вакуумных выключателей..
13. Схемные мероприятия.
14. Оперативные мероприятия.
15. Защитные аппараты.
16. Что такое допустимый коэффициент перенапряжений?
17. Как выбирается защитная аппаратура?
18. Диаграммы токов и напряжений.
19. Схема замещения сети с изолированной нейтралью.
20. Напряжение переходного процесса при дуговом КЗ.
21. Условия повторного зажигания дуги.
22. Что такое ДГР.
23. Как выбираются ДГР?
24. Принцип работы ДГР.
25. Что такое неполнофазный режим?
26. Схема замещения.
27. Параметры схемы замещения.
28. Вынужденное напряжение переходного процесса.
29. Несимметричный режим при успешном автоматическом повторном включении (АПВ).
30. Параметры прямой последовательности.
31. Расчетная схема.
32. Неполнофазные режимы при изолированной нейтрали принимающего трансформатора.
33. Зависимость тока в линии от ее длины.
34. Предназначение ОПН.
35. Выбор сопротивления ОПН.
36. Где устанавливаются ОПН?
37. Что такое молниеприемник?
38. Что такое токоотвод?
39. Молниеприемная сетка.
40. Схема замещения.
41. Элементы схемы замещения
42. Принципы, используемые при моделировании.
43. Векторные диаграммы токов и напряжений
44. Условия для повторного зажигания дуги.
45. Для чего применяются конденсаторные батареи?

46. Эффект среза тока в выключателе.
47. Как снизить кратность перенапряжений?
48. Скорость роста электрической прочности.
49. Схема замещения сети при однофазном КЗ.
50. Электрическая прочность воздушного промежутка.
51. Максимальная кратность перенапряжений.
52. Для чего применяются ОПН.
53. Принцип работы ОПН.
54. В каких местах устанавливаются ОПН?

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.

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.)

Вопросы к зачету

1. Характеристические параметры электропередачи.
2. Соединение 4-х-полюсников по цепной схеме.
3. Резонансные перенапряжения на основной частоте при холостом ходе электропередачи в установившемся режиме при источнике бесконечной мощности.
4. Физический смысл эффекта Ферранти.
5. Резонансные перенапряжения на основной частоте при холостом ходе электропередачи в установившемся режиме при источнике ограниченной мощности.
6. Выбор выключателя для синхронизации.
7. Влияние короны на резонансные перенапряжения в электрических системах.
8. Резонансные перенапряжения на высших гармониках.
9. Резонансные перенапряжения при неполнофазных режимах в дальних линиях электропередач (ЛЭП).
10. Резонансные перенапряжения при несимметричном отключении фаз в системах с изолированной нейтралью.
11. Докажите устойчивость режима точки «А» при феррорезонансе.
12. Докажите устойчивость или неустойчивость режима точки «в» при феррорезонансе в элементарном колебательном контуре.
13. Влияние насыщения стали трансформаторов на вынужденную составляющую напряжения.

14. Поясните влияние характеристик вентильного разрядника на импульсный уровень изоляции электрической системы?
15. Характеристические параметры ЭП.
16. Общие уравнения 4-х полюсника.
17. Покажите влияние предвключенного сопротивления на величину резонансных перенапряжений.
18. Соединение 4-х полюсников по цепной схеме.
19. Коэффициенты 4-х полюсника для последовательного сопротивления.
20. Поясните влияние реактора поперечной компенсации, включенного на питающих шинах, на величину резонансных перенапряжений.
21. Учет насыщения стали трансформаторов.
22. Реактор включен в конце линии. Найдите вынужденную составляющую напряжения на конце ЛЭП.
23. Поясните влияние короны на вынужденную составляющую напряжения
24. Физический смысл эффекта Ферранти
25. Теорема преобразования плотности
26. Как определить вероятность перекрытия гирлянды изоляторов
27. Перечислите факторы, определяющие статистичность резонансных перенапряжений
28. Что представляет собой ударный коэффициент перенапряжений.
29. Разделение установок на два вида напряжения.
30. Электрический разряд в газах.
31. Виды токов в изоляции.
32. Вольт-амперная характеристика газового промежутка.
33. Диэлектрические потери и угол потерь.
34. Механизмы пробоя изоляции для газов.
35. Механизмы пробоя изоляции для жидких и твердых диэлектриков.
36. Перекрытие изоляции.
37. Основные характеристики изоляторов.
38. Разрядные напряжения изоляторов.
39. Геометрические параметры изоляторов.
40. Механические характеристики изоляторов.
41. Изоляторы воздушных ЛЭП.
42. Распределение напряжения вдоль гирлянды изоляторов.
43. Изоляция силовых трансформаторов.
44. Изоляция вводов высокого напряжения.
45. Изоляция силовых кабелей.
46. Изоляция эл.машин высокого напряжения.

47. Дефекты изоляции.
48. Методы контроля состояния изоляции.
49. Измерение сопротивления изоляции.
50. Контроль повышенным напряжением.
51. Перенапряжения в эл. сетях.
52. Классификация перенапряжений.
53. Мероприятия по защите от перенапряжений.
54. Атмосферные перенапряжения.
55. Координация изоляции.
56. Устройства для защиты от перенапряжений.
57. Трубчатые разрядники.
58. Вентильные разрядники.
59. Нелинейные ограничители перенапряжений (ОПН).
60. Основные принципы защиты ЛЭП.
61. Основные принципы защиты подстанций.

Критерии и шкала оценивания к промежуточной аттестации
«зачет»

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)