

**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
«ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ПЕРЕХОДНЫЕ ПРОЦЕССЫ»

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

Лист согласования РПУД

Рабочая программа учебной дисциплины «Электромагнитные переходные процессы» по направлению подготовки 44.03.04 Профессиональное обучение (по отраслям) 25 с.

Рабочая программа учебной дисциплины «Электромагнитные переходные процессы» 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 г.)

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» апреля 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» 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 – изучить общую теорию электромагнитных переходных процессов применительно к электрооборудованию электрических сетей и систем.

Задачи: систематизация знаний в области математических моделей электроэнергетических систем (ЭЭС), усвоение современных методов расчета коротких замыканий и других аварийных процессов; приобретение практических умений и навыков при решении переходных процессов на электронной вычислительной машине (ЭВМ).

2. Место дисциплины в структуре ООП ВО

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

Необходимыми условиями для освоения дисциплины является:

знать физику электромагнитных переходных процессов (ЭПП) в синхронных и асинхронных машинах, трансформаторах, узлах комплексной нагрузки и электроэнергетической системе; основные нормативные документы по энергообеспечению; виды защит и приборов электрической энергии; методы расчета токов короткого замыкания (КЗ) на линиях электропередач (ЛЭП).

уметь физические причины, обуславливающие характерные особенности электромагнитных и электромеханических переходных процессов в энергосистемах; осуществлять нормирование и учет энергоресурсов на производстве; проводить расчеты по определению токов короткого замыкания для различных цепей.

владеть анализом физических явлений в электрических устройствах, объектах и системах; навыками работы с приборами и установками для экспериментальных исследований научной терминологией; методикой технико-экономической оценки мероприятий по защите электрического оборудования от перегрузок при КЗ.

Содержание дисциплины является логическим продолжением содержания дисциплин: «Физика», «Теоретические основы электротехники», «Электрические машины и аппараты», «Электрические сети и системы», «Основы релейной защиты и автоматики» и служит основой для освоения дисциплин «Проектирование систем электроснабжения» и для подготовки прохождения производственных практик, подготовки к защите курсовых и квалификационных работ, будущей профессиональной деятельности.

3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Код и наименование компетенций	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов
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: перечень и технологию работ по ремонту оборудования распределительных устройств подстанций электрических сетей напряжением до 35 кВ включительно. Уметь: обеспечить ремонт оборудования распределительных устройств подстанций электрических сетей напряжением до 35 кВ включительно. Владеть: навыком ведения документации по техническому обслуживанию и ремонту оборудования подстанций электрических сетей.
ПК-3 Способен обеспечить инженерно-техническое сопровождение деятельности по техническому обслуживанию и ремонту устройств РЗА	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 изоляционные расстояния, оценивать надежность открытых распределительных устройств, определять необходимые параметры преобразовательной техники; использовать методы оценки технического состояния при их

		обслуживании. Владеть: высокой мотивацией к выполнению профессиональной деятельности; способностью к письменной, устной и электронной коммуникации; широкой общей подготовкой (базовыми знаниями) для решения практических задач в электроэнергетике и электротехнике; навыками работы с контрольно-измерительными приборами.
--	--	---

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.)	108 (3 зач. ед.)
Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего) в том числе:	48	-	28
Лекции	24	-	10
Семинарские занятия	-	-	-
Практические занятия	12	-	10
Лабораторные работы	12	-	8
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)	60	-	80
Итоговая аттестация	экзамен экзамен	-	экзамен экзамен

4.2. Содержание разделов дисциплины

Тема 1. Общие сведения.

Основные сведения о переходных процессах в электрических системах и электромагнитных переходных процессах. Причины возникновения и последствия КЗ. Назначение расчётов токов КЗ. Основные допущения, принимаемые в расчётах токов КЗ. Понятие о расчетных условиях

Тема 2. Расчетная схема и ее элементы, общие указания к выполнению расчётов.

Составление расчётных схем и схем замещения. Параметры элементов системы, основные положения. Параметры синхронных генераторов.

Параметры силовых трансформаторов. Параметры линий электропередачи. Сопротивление реакторов.

Сопротивление двигателей и нагрузки. Точное приведение параметров схемы к основной ступени напряжения. Приближенное приведение параметров схемы замещения в именованных единицах. Система относительных единиц. Точное приведение в относительных единицах. Приближенное приведение в относительных единицах. Расчетные выражения для определения приведенных значений сопротивлений. Основные формулы преобразования схем замещения.

Тема 3. Практические методы расчёта периодической составляющей тока короткого замыкания

Удалённость точки короткого замыкания. Расчёт периодической составляющей тока удалённого короткого замыкания. Расчёт периодической составляющей тока короткого замыкания методом типовых кривых.

Практическая работа 1. Определение тока трехфазного короткого замыкания и приведение величин различными методами

Тема 4. Переходный процесс в простейшей трёхфазной цепи, питаемой от источника бесконечной мощности.

Начальные условия в простейшей трёхфазной цепи. Законы коммутации. Векторная диаграмма токов и напряжений (до и после коммутации). Определение ударного тока. Расчётные условия для вычисления ударного тока.

Тема 5. Практический расчёт ударного тока короткого замыкания

Общий порядок расчёта. Определение активных сопротивлений элементов энергосистемы. Влияние двигателей и синхронных компенсаторов на ток короткого замыкания 3.3. Обобщённая нагрузка

Тема 6. Электромагнитные переходные процессы при нарушении симметрии трехфазной системы.

Применение метода симметричных составляющих к расчету несимметричных режимов.

Сопротивления элементов энергосистемы токам разных последовательностей.

Сопротивления обратной и нулевой последовательностей вращающихся электрических машин.

Сопротивления и схемы замещения нулевой последовательности трансформаторов.

Сопротивления нулевой последовательности воздушных линий электропередач 110 кВ и выше.

Составление схем замещения различных последовательностей. Частные случаи схем замещения нулевой последовательности.

Тема 7. Однократная поперечная несимметрия

Общие замечания. Двухфазное короткое замыкание.

Однофазное короткое замыкание.

Двухфазное КЗ на землю.

Правило эквивалентности прямой последовательности.

Комплексные схемы замещения.

Тема 8. Практический расчет несимметричных коротких замыканий.

Порядок расчета несимметричных коротких замыканий. Расчеты токов короткого замыкания на ЭВМ.

Сравнение видов КЗ по величине тока короткого замыкания. Определение симметричных составляющих токов и напряжения в любой ветви или точке сети при несимметричном КЗ в другой.

Тема 9. Переходный процесс при замыканиях в распределительных сетях и системах электроснабжения 6 час.

Общие замечания. Однофазное замыкание на землю. Компенсация емкостного замыкания. Расчет токов короткого замыкания в установках до 1000 В.

Расчеты токов короткого замыкания в системах электроснабжения.

Тема 10. Включение силового трансформатора на холостой ход.

Индуктивности и потокосцепления трансформатора при включении. Включение однофазного трансформатора.

Временные диаграммы тока переходного процесса. Включение трехфазного и группы однофазных трансформаторов.

Особенности тока броска намагничивания трансформаторов.

4.3 Лекции

№	Наименование	Объем часов		
		Очная форма	Очно-заочная форма	Заочная форма
1	Общие сведения	2	-	1
2	Расчетная схема и ее элементы, общие указания к выполнению расчетов	2	-	1
3	Практические методы расчёта периодической составляющей тока короткого замыкания	2	-	1
4	Переходный процесс в простейшей трёхфазной цепи, питаемой от источника бесконечной мощности	2	-	1
5	Переходный процесс в простейшей трёхфазной цепи, питаемой от источника бесконечной мощности	2	-	1
6	Электромагнитные переходные процессы при нарушении симметрии трехфазной системы	2	-	1
7	Однократная поперечная несимметрия	2	-	1
8	Практический расчет несимметричных коротких замыканий	4	-	1
9	Переходный процесс при замыканиях в распределительных сетях и системах электроснабжения	2	-	1
10	Включение силового трансформатора на холостой ход	4	-	1
	Итого	24	-	10

4.4. Практические (семинарские) занятия

№	Название темы	Объем часов
---	---------------	-------------

п/п		Очная форма	Очно-заочная форма	Заочная форма
1	Определение тока трехфазного короткого замыкания и приведение величин различными методами	1	-	2
2	Построение кривых изменения действующего значения периодической составляющей тока станции в зависимости от времени по типовым кривым	2	-	2
3	Определение сверхпереходных и ударных токов от различных источников и построение осциллограмм их токов в течение 5 периодов после КЗ	2	-	2
4	Определение сверхпереходных токов и построение графиков изменения во времени токов всех видов несимметричных коротких замыканий с проверкой результата на ЭВМ	2	-	1
5	Распределение токов и напряжений всех последовательностей по схеме и определение фазных величин токов и напряжений в любой точке сети	2	-	1
6	Замыкания в распределительных сетях и системах электроснабжения	2	-	1
7	Специальные расчеты переходных процессов	1	-	1
Итого		12	--	10

4.5. Лабораторные занятия – не предусмотрены.

4.6. Самостоятельная работа студентов

№ п/п	Название темы	Вид СРС	Объем часов		
			Очная форма	Очно-заочная форма	Заочная форма
1	Общие сведения	Изучение лекций Подготовка к практической работе (ПР), лабораторной работе (ЛБ) проведение расчетов	6	-	8
2	Расчетная схема и ее элементы, общие указания к выполнению расчётов	Изучение лекций Подготовка к ПР, ЛБ, проведение расчетов	6	-	8
3	Практические методы расчёта периодической составляющей тока короткого замыкания	Изучение лекций Подготовка к ПР, ЛБ, проведение расчетов	6	-	8
4	Переходный процесс в простейшей трёхфазной цепи, питаемой от источника бесконечной мощности	Изучение лекций Подготовка к ПР, ЛБ, проведение расчетов	6	-	8
5	Переходный процесс в простейшей трёхфазной цепи, питаемой от	Изучение лекций Подготовка к ПР, ЛБ, проведение расчетов.	6	-	8

	источника бесконечной мощности				
6	Электромагнитные переходные процессы при нарушении симметрии трехфазной системы	Изучение лекций Подготовка к ПР, ЛБ , проведение расчетов.	6	-	8
7	Однократная поперечная несимметрия	Изучение лекций Подготовка к ПР, ЛБ , проведение расчетов.	6	-	8
8	Практический расчет несимметричных коротких замыканий	Изучение лекций Подготовка к ПР, ЛБ , проведение расчетов.	6	-	8
9	Переходный процесс при замыканиях в распределительных сетях и системах электроснабжения	Изучение лекций Подготовка к ПР, ЛБ , проведение расчетов.	6	-	8
10	Включение силового трансформатора на холостой ход	Изучение лекций Подготовка к ПР, ЛБ , проведение расчетов.	6	-	8
Итого			60	-	80

4.7. Курсовые работы/проекты - не предусмотрены учебным планом.

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, ведущими практические работы по дисциплине.

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 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.	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 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.	не зачтено

7. Учебно-методическое и программно-информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Кувшинов А.А., Теория электропривода. Часть 3: Переходные процессы в электроприводе: учебное пособие / Кувшинов А.А. - Оренбург: ОГУ, 2017. - 114 с. - ISBN 978-5-7410-1731-9 - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785741017319.html>
2. Петренко Ю.В., Теоретические основы электротехники. Переходные процессы в линейных электрических цепях : учебное пособие / Петренко Ю.В. - Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2016. - 84 с. - ISBN 978-57782-2812-2 - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778228122.html>
3. Крючков И.П., Короткие замыкания и выбор электрооборудования: учебное пособие для вузов / Крючков И.П. - М.: Издательский дом МЭИ, 2017. - ISBN 978-5-383-01191-1 - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383011911.html>

б) дополнительная литература:

1. [Электротехнические системы и комплексы](https://elibrary.ru/contents.asp?id=34841713): [Электронный ресурс] электрон. журн. – Режим доступа <https://elibrary.ru/contents.asp?id=34841713>
2. Электроэнергия. Передача и распределение: [Электронный ресурс] электрон. журн. – Режим доступа <https://elibrary.ru/contents.asp?id=34464923>
3. Армеев Д.В., Переходные процессы в электрических системах / Армеев Д.В., Гусев Е.П. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2014. - 332 с. - ISBN 978-5-7782-2498-8 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778224988.html>
4. Крючков И.П., Короткие замыкания и выбор электрооборудования: учебное пособие для вузов / И.П. Крючков, В.А. Старшинов, Ю.П. Гусев и др.; под ред. И.П. Крюčkова, В.А. Старшинова. - М.: Издательский дом МЭИ, 2012. - 568 с. - ISBN 978-5-383-00709-9 - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383007099.html>

в) методические указания:

1. Конспект лекций по дисциплине «Электромагнитные переходные процессы» для студентов / А.Л. Кухарев – СУНИГОТ, 2017. – 85с.
2. Методические указания к выполнению практических работ по дисциплине «Электромагнитные переходные процессы». / А.Л. Кухарев. – Стаханов: СУНИГОТ 2018. – 46 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.

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
оценочных средств по учебной дисциплине
«Электромагнитные переходные процессы»

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

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Формулировка контролируемой компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Контролируемые темы учебной дисциплины, практики	Этапы формирования (семестр изучения)
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 Тема 6 Тема 7 Тема 8 Тема 9 Тема 10	7/8
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 Тема 6 Тема 7 Тема 8 Тема 9 Тема 10	7/8

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	ПК-2	ПК 2.1 – Осуществляет выполнение вспомогательных и подготовительных работ по	Знать: перечень и технологию работ по ремонту оборудования распределительных устройств подстанций электрических сетей напряжением до 35 кВ включительно.	Тема 1 Тема 2 Тема 3 Тема 4 Тема 5 Тема 6 Тема 7	Собеседование (устный опрос), вопросы и задания к практическим работам,

		ремонт оборудования распределительн ых устройств подстанций электрических сетей напряжением до 35 кВ включительно. ПК 2.2 – Обеспечивает ремонт оборудования распределительн ых устройств подстанций электрических сетей напряжением до 35 кВ включительно. ПК 2.3 – Анализирует и обеспечивает учет первичных данных по техническому обслуживанию и ремонт оборудования подстанций электрических сетей. ПК 2.4 – Осуществляет ведение документации по техническому обслуживанию и ремонт оборудования подстанций электрических сетей.	Уметь: обеспечить ремонт оборудования распределительных устройств подстанций электрических сетей напряжением до 35 кВ включительно. Владеть: навыком ведения документации по техническому обслуживанию и ремонт оборудования подстанций электрических сетей.	Тема 8 Тема 9	вопросы к экзамену.
2	ПК-3	ПК 3.1 Способен выполнить работы по техническому обслуживанию и ремонт устройств РЗА.	Знать: действующие стандарты, технические условия, положения и инструкции по эксплуатации оборудования, программы испытаний; материально- техническую базу,	Тема 1 Тема 2 Тема 3 Тема 4 Тема 5 Тема 6 Тема 7	Собеседова ние (устный опрос), вопросы и задания к практически м и

		ПК 3.2 Осуществляет расчет уставок устройств РЗА. ПК 3.3 Обеспечивает ведение нормативно-технической документации по техническому обслуживанию устройств РЗА.	обслуживаемого оборудования РЗА; Уметь: выбирать изоляционные расстояния, оценивать надежность открытых распределительных устройств, определять необходимые параметры преобразовательной техники; использовать методы оценки технического состояния при их обслуживании. Владеть: высокой мотивацией к выполнению профессиональной деятельности; способностью к письменной, устной и электронной коммуникации; широкой общей подготовкой (базовыми знаниями) для решения практических задач в электроэнергетике и электротехнике; навыками работы с контрольно-измерительными приборами.	Тема 8 Тема 9	лабораторным работам, вопросы к экзамену.
--	--	---	---	--------------------------	--

Фонды оценочных средств по дисциплине «Электромагнитные переходные процессы»

Вопросы для собеседования (устного опроса)

1. Назовите основные определения дисциплины «Электромагнитные переходные процессы».
2. Каковы причины возникновения КЗ и каковы их последствия?
3. Какие допущения принимаются при расчётах токов КЗ. Какое назначение расчета токов КЗ?
4. В чем разница между приближенным и точным приведения при расчете КЗ в относительных единицах?
5. Какие основные параметры элементов системы электроснабжения?
6. Основные параметры синхронных генераторов.
7. Параметры силовых трансформаторов.
8. Параметры кабельных и воздушных ЛЭП.
9. Расчет КЗ в относительных единицах.

10. Какие основные формулы преобразования схем замещения вы знаете?
11. В чем разница между точным и приближенным приведением?
12. Выбор относительных единиц.
13. Приведение относительных величин
14. Основные формулы преобразования схем замещения.
15. Что такое «удаленность точки КЗ»?
16. По какому алгоритму выполняется расчёт периодической составляющей тока удаленного КЗ?
17. В каких единицах выполнять расчет?
18. На чем основан данный метод
19. По какому алгоритму выполняется расчёт периодической составляющей тока удаленного КЗ?
20. Как уточнить этот расчет?
21. Перечислите законы коммутации.
22. Поясните смысл векторной диаграммы токов и напряжения до и после коммутации.
23. Каковы начальные условия в простейшей трехфазной цепи?
24. Что такое «ударный ток»?
25. В какой момент времени появляется ударный ток?
26. Каковы расчетные условия для вычисления ударного тока?
27. Физический смысл постоянной времени.
28. Общий порядок расчета ударного тока КЗ.
29. Как определить активные сопротивления элементов энергосистемы.
30. Какие составляющие в формулах этого расчета?
31. Типовые постоянные времени элементов системы электроснабжения.
32. Чем определяется сопротивление нулевой последовательности при обобщенной нагрузке?
33. Каково влияние синхронных компенсаторов на ток КЗ?
33. Каково влияние двигателей на ток КЗ?
34. Как применить метод симметричных составляющих в расчете несимметричных режимов?
35. Как определить сопротивления обратной и нулевой последовательности?
36. Особенности определения обратной и нулевой последовательности при различных видах замыканий?
37. Что такое сопротивление нулевой последовательности?
38. Чем определяется сопротивление нулевой последовательности вращающихся электрических машин?
39. Чем в значительной мере определяется сопротивление нулевой

последовательности трансформатора?

40. Зависимость схемы соединения обмоток трансформатора на величины сопротивлений нулевой последовательности.

41. В чем трудность достоверного определения сопротивления нулевой последовательности воздушных линий?

42. Начало и конец схемы прямой или обратной последовательности.

43. Какие частные случаи схем замещения нулевой последовательности вы знаете?

44. Как может быть представлена поперечная несимметрия в произвольной точке?

45. Формулы при расчете двухфазного КЗ.

46. Формулы при расчете однофазного КЗ.

47. Формулы при расчете двухфазного КЗ на землю?

48. Каким параметром можно охарактеризовать электрическую дугу?

49. Назовите правило эквивалентности прямой последовательности.

50. Комплексная схема для двухфазного КЗ на землю при бесконечных Z_0 и r_0 .

51. Что позволяет соединять схемы отдельных последовательностей?

52. Когда целесообразно применение операторного метода?

53. Каков порядок расчета несимметричных коротких замыканий?

54. Как рассчитать токи КЗ на электронной вычислительной машине (ЭВМ)?

55. Составляющие в формулах при этом расчете.

56. В чем смысл сравнения видов КЗ по величине тока КЗ?

57. Как определить симметричную составляющую тока при несимметричном КЗ?

58. Как определить симметричную составляющую напряжения при несимметричном КЗ?

59. Почему необходимо учитывать активные сопротивления в линиях распределительных сетей?

60. Почему напряжение в узле, от которого питаются установки до 1000 В, считают неизменным?

61. Формулы для расчет однофазного КЗ на землю?

62. Для чего необходимо компенсировать емкостной ток замыкания на землю?

63. Выбор параметров дугогасящего реактора?

64. Какие номинальные средние напряжения принимаются для соответствующих ступеней трансформации?

65. Как определяется наибольшее действующее значение тока КЗ?

66. Что должно быть учтено, когда в имеется генератор?
67. Что проводят для настройки защиты от замыканий на землю?
68. Что такое «индуктивность» и «потокосцепление» трансформатора. Почему они изменяются при включении трансформатора?
69. Что происходит при включении однофазного трансформатора?
70. От чего зависит бросок тока намагничивания трансформатора.
71. Особенности протекания магнитного потока в трехфазном трансформаторе?
72. Особенности соединения однофазных трансформаторов в группе?
73. Изменение магнитного потока и тока в разных фазах?
74. Дайте определение понятию «бросок тока намагничивания»?
75. Чем объясняется возрастание тока намагничивания?
76. Каковы причины возникновения броска тока намагничивания?
77. Параметры трансформатора, влияющие на затухание переходного процесса.

**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 и лабораторным занятиям

1. Определить ток трехфазного короткого замыкания и выполнить приведение величин различными методами.

2. Построить кривые изменения действующего значения периодической составляющей тока станции в зависимости от времени по типовым кривым.
3. Определение сверхпереходных и ударных токов от различных источников и построение осциллограмм их токов в течение 5 периодов после КЗ.
4. Определить сверхпереходные токи и построить графики изменения во времени токов всех видов несимметричных коротких замыканий с проверкой результата на ЭВМ.
5. Выполнить распределение токов и напряжений всех последовательностей по схеме и определить фазные величины токов и напряжений в любой точке сети.
6. Изучить замыкания в распределительных сетях и системах электроснабжения.
7. Выполнить специальные расчеты переходных процессов.

Контрольные вопросы к практическим и лабораторным занятиям

1. Какие методы расчета тока трехфазного КЗ вы знаете?
2. Какие допущения принимаются при расчетах токов КЗ?
3. В каком порядке выполняется расчет токов КЗ?
4. При каком условии необходимо определять периодическую составляющую тока КЗ по типовым кривым?
5. Необходимо ли составлять схемы замещения зачем при этом расчете?
6. Что учитывает метод типовых кривых?
7. Преобразование схемы с несколькими источниками.
8. Определение временных параметров тока КЗ
9. Влияние ударного тока КЗ на электродинамическую стойкость.
10. Формулы для определения начального сверхпереходного тока.
11. От чего зависит ударный коэффициент?
12. Как определить ударный ток?
13. Формулы для расчета сопротивлений прямой, обратной и нулевой последовательностей.
14. Что происходит при переходе через трансформатор с различными схемами соединения?
15. Как удобнее всего определять фазные токи и напряжения при несимметричном КЗ?
16. Как определить наибольший ток КЗ на землю?
17. Как определить наименьший ток КЗ на землю?
18. Двойные КЗ на землю?

19. Формулы для расчета переходного процесса методом дискретных схем замещений.
20. Численные методы расчета переходных процессов.
21. Классический и операторный метод расчета переходных процессов?

**Критерии и шкала оценивания по оценочному средству
«практическое и лабораторное 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 экзамену:

1. Определение переходного электромагнитного процесса электрической системы.
2. Определение короткого замыкания КЗ.
3. Виды коротких замыканий.
4. Причины возникновения и последствия КЗ.
5. Назначение расчётов токов КЗ.
6. Основные допущения, принимаемые в расчётах токов КЗ.
7. Понятие о расчетных условиях.
8. Понятие о расчётной схеме и схеме замещения, определение схемы замещения.
9. Схемы замещения элементов электрической сети.
10. Сопротивление синхронных генераторов. Понятие продольной и поперечной оси. Сверх-переходное, переходное и синхронное сопротивления.
11. ЭДС синхронных генераторов. Векторная диаграмма, поясняющая принцип определения ЭДС. Формулы вычисления ЭДС, точная и приближённая.
12. Сопротивление силовых трансформаторов и автотрансформаторов. Полная схема замещения (Т-образная, физический смысл индуктивностей намагничивания и рассеяния. Принцип и схема эксперимента для определения параметров трансформатора. Расчётные соотношения.

13. Трансформатор с расщеплённой обмоткой, его схема замещения. Расчётные соотношения для определения индуктивного и активного сопротивлений.
14. Сопротивление линий электропередачи, физический смысл, различие воздушных и кабельных линий. Расчётные соотношения. Зависимость сопротивления от напряжения линии и от расщепления проводов.
15. Сопротивление реакторов (одиночных и сдвоенных).
16. Сопротивление двигателей и нагрузки..
17. Приведение параметров элементов схемы в именованных единицах. Физический смысл и необходимость процедуры приведения. Определение коэффициента приведения. Понятие основной ступени и рекомендации по её выбору. Точное и приближённое приведение.
18. Система относительных единиц. Основной смысл, пример использования. Расчётные соотношения для токов, напряжений, сопротивлений. Преимущества и недостатки относительных единиц.
19. Приведение параметров элементов схемы в относительных единицах (точное и приближённое). Пояснения принципа, расчётные соотношения.
20. Практические методы расчёта тока КЗ в произвольный момент времени. Рекомендации по выбору метода. Определение сопротивления системы.
21. Закономерности изменения тока КЗ во времени, метод типовых кривых.
22. КЗ в простейшей трёхфазной цепи. Векторная диаграмма. Полный ток короткого замыкания и его составляющие, ударный ток, ударный коэффициент. Основные факторы, влияющие на составляющие полного тока КЗ и значение ударного тока.
23. Влияние синхронных двигателей на ток короткого замыкания. Сопротивление и ЭДС синхронного двигателя. Зависимость ЭДС от режима возбуждения двигателя.
24. Влияние асинхронных двигателей и нагрузки на ток короткого замыкания. Сопротивление и ЭДС асинхронного двигателя.
25. Порядок расчёта ударного тока. Расчётные соотношения. Определение постоянной времени апериодической составляющей.
26. Методы и формулы преобразования схем замещения.
27. Основные положения метода симметричных составляющих.
28. Схемы фильтров симметричных составляющих.
29. Основные соотношения метода симметричных составляющих применительно к расчёту токов несимметричных коротких замыканий.
30. Сопротивления прямой и нулевой последовательности синхронных генераторов.
31. Сопротивления и схемы замещения нулевой последовательности двух-обмоточных трансформаторов.
32. Сопротивления и схемы замещения нулевой последовательности трёх-обмоточных трансформаторов.

33. Сопротивления и схемы замещения нулевой последовательности авто-трансформаторов.
34. Сопротивления обратной и нулевой последовательности одной цепи трёхфазной воздушной линии электропередачи.
35. Сопротивления обратной и нулевой последовательности двухцепной трёхфазной воздушной линии электропередачи.
36. Схема замещения двухцепной трёхфазной воздушной линии электропередачи при замыкании на трассе одной цепи.
37. Двухфазное короткое замыкание – соотношения, векторные диаграммы.
38. Однофазное короткое замыкание – соотношения, векторные диаграммы.
39. Двухфазное короткое замыкание на землю – соотношения, векторные диаграммы.
40. Правило эквивалентности прямой последовательности. Комплексные схемы замещения.
41. Сравнение токов короткого замыкания при различных видах не-симметрии.
42. Закономерности распределения токов и напряжений различных последовательностей по соответствующим схемам замещения.
43. Особенности сетей напряжением 6/10/35 кВ. Определение тока замыкания на землю.
44. Компенсация тока замыкания на землю в сетях напряжением 6/10/35 кВ.
45. Особенности сетей напряжением 0,4 кВ. Определение тока замыкания на землю.

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, на котором были рассмотрены и одобрены изменения и дополнения	Подпись (с расшифровкой) заведующего кафедрой (заведующих кафедрами)