

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 » сентября 2023 года

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**«ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ СТАНЦИЙ И ПОДСТАНЦИЙ»**

по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника  
профиль «Электроснабжение»

## Лист согласования РПУД

Рабочая программа учебной дисциплины «Электрическая часть станций и подстанций» по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника. - 33 с.

Рабочая программа учебной дисциплины «Электрическая часть станций и подстанций» разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, твержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 28 февраля 2018 года № 144 (с изменениями и дополнениями от 26 ноября 2020 г., 8 февраля 2021 г., 19 июля 2022 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 2023 г., протокол № 9.

Заведующий кафедрой  
электромеханики и транспортных систем \_\_\_\_\_ Петров 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

© 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 – овладение знаниями по основным элементам электрической части станций и подстанций, схемным решениям, конструкциям и режимам их работы.

Задачи: выработка умений выбора элементов распределительных устройств и подстанций, изучение основных способов объединения электрооборудования в схемах электрических соединений; выбор современных проектных и конструктивных решений.

### 2. Место дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина «Электрическая часть станций и подстанций» входит в часть дисциплин, формируемую участниками образовательных отношений.

Содержание дисциплины является логическим продолжением содержания дисциплин: «Теоретические основы электротехники», «Электрические машины», «Электрические системы и сети и служит основой для освоения дисциплин: «Проектирование систем электроснабжения», «Электромагнитные переходные процессы», «Безопасная эксплуатация электроустановок».

### 3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов
УК-2. Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	УК-2.1. Проводит декомпозицию поставленной цели проекта в задачах УК-2.2. Демонстрирует знание правовых норм достижения поставленной цели в сфере реализации проекта УК-2.3. Демонстрирует умение определять имеющиеся ресурсы для достижения цели проекта УК-2.4. Осуществляет поиск необходимой информации для достижения задач проекта УК-2.5. Выявляет и анализирует различные способы решения задач в рамках цели проекта и аргументирует их выбор	<b>Знать:</b> правовую структуру общества и место выполняемой профессиональной деятельности в этой структуре; знает основы действующего законодательства Российской Федерации применительно к профессиональной деятельности. <b>Уметь:</b> планировать собственную деятельность с учетом ограниченности ресурсов в рамках допустимых законодательством средств и методов; осуществлять поиск информации для решения поставленных задач и

		<p>критически ее анализировать; применять методы критического анализа и синтеза информации, необходимой для решения поставленных задач; грамотно, логично, аргументированно формировать собственные суждения и оценки; отличать факты от мнений, интерпретаций и оценок; применять методы системного подхода при решении поставленных задач.</p> <p><b>Владеть:</b> практическим опытом подбора правовых норм и определения экономических условий для решения конкретных профессиональных задач; методами системного и критического мышления.</p>
<p>УК-4. Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(ых) языке(ах)</p>	<p>УК-4.1. Грамотно и ясно строит диалогическую речь в рамках межличностного и межкультурного общения на иностранном языке</p> <p>УК-4.2. Демонстрирует умение осуществлять деловую переписку на иностранном языке с учетом социокультурных особенностей</p> <p>УК-4.3. Демонстрирует способность находить, воспринимать и использовать информацию на иностранном языке, полученную из печатных и электронных источников для решения стандартных коммуникативных задач</p> <p>УК-4.4. Создает на русском языке грамотные и непротиворечивые письменные тексты реферативного характера</p> <p>УК-4.5. Демонстрирует умение осуществлять деловую переписку на русском языке, учитывая особенности стилистики официальных и неофициальных писем</p> <p>УК-4.6. Осуществляет поиск</p>	<p><b>Знать:</b> Нормативные, коммуникативные, этические аспекты устной и письменной речи.</p> <p><b>Уметь:</b> осуществлять письменную и устную коммуникацию в соответствии с языковыми коммуникативными и этическими нормами, в соответствии с речевой ситуацией; пользоваться справочниками и словарями разных типов.</p> <p><b>Владеть:</b> нормами русского литературного языка; навыками монологической и диалогической речи в различных коммуникативных ситуациях; навыками письменной и устной коммуникации; правилами речевого этикета.</p>

	<p>необходимой информации для решения стандартных коммуникативных задач с применением ИКТ-технологий УК-4.7. Осуществляет выбор коммуникативных стратегий и тактик при ведении деловых переговоров</p>	
<p>ОПК-5. Способен использовать свойства конструкционных и электротехнических материалов в расчетах параметров и режимов объектов профессиональной деятельности</p>	<p>ОПК-5.1. Демонстрирует знание областей применения, свойств, характеристик и методов исследования конструкционных материалов, выбирает конструкционные материалы в соответствии с требуемыми характеристиками для использования в области профессиональной деятельности.</p> <p>ОПК-5.2. Демонстрирует знание областей применения, свойств, характеристик и методов исследования электротехнических материалов, выбирает электротехнические материалы в соответствии с требуемыми характеристиками.</p> <p>ОПК-5.3. Выполняет расчеты на прочность простых конструкций.</p>	<p><b>Знать:</b> свойства, характеристики, методы исследования и выбора конструкционных материалов, в соответствии с требуемыми характеристиками для использования в области профессиональной деятельности.</p> <p><b>Уметь:</b> обосновать и использовать свойства конструкционных и электротехнических материалов в расчетах параметров и режимов объектов.</p> <p><b>Владеть:</b> методиками выполнения расчетов применительно к использованию электроизоляционных материалов при проектировании и конструировании электротехнического оборудования.</p>
<p>ПК-2 – Способен обеспечить производство работ по ремонту оборудования распределительных устройств подстанций электрических сетей напряжением до 35 кВ включительно</p>	<p>ПК 2.1 – Осуществляет выполнение вспомогательных и подготовительных работ по ремонту оборудования распределительных устройств подстанций электрических сетей напряжением до 35 кВ включительно.</p> <p>ПК 2.2 – Обеспечивает ремонт оборудования распределительных устройств подстанций электрических сетей напряжением до 35 кВ включительно.</p> <p>ПК 2.3 – Анализирует и обеспечивает учет первичных данных по техническому обслуживанию и ремонту оборудования подстанций электрических сетей.</p> <p>ПК 2.4 – Осуществляет ведение документации по техническому обслуживанию и ремонту оборудования подстанций электрических сетей.</p>	<p><b>Знать:</b> общие вопросы электромеханического преобразования энергии; физические законы, лежащие в основе работы электрических машин; алгоритм производства работ по ремонту оборудования распределительных устройств подстанций электрических сетей.</p> <p><b>Уметь:</b> составить математическое описание электрической машины постоянного и переменного тока на основании уравнений электрического и механического равновесия; анализировать и обеспечить учет первичных данных по техническому обслуживанию и ремонту оборудования, обеспечить его ремонт;</p> <p><b>Владеть:</b> способами графического отображения трансформаторов, машин переменного и постоянного тока, специальных</p>

		электрических машин в соответствии с требованиями ГОСТ и ЕСКД; методами электромагнитного расчета электромеханических преобразователей и расчета их характеристик.
ПК-3 – Способен обеспечить инженерно-техническое сопровождение деятельности по техническому обслуживанию и ремонту устройств РЗА	<p>ПК 3.1 Способен выполнить работы по техническому обслуживанию и ремонту устройств РЗА.</p> <p>ПК 3.2 Осуществляет расчет уставок устройств РЗА.</p> <p>ПК 3.3 Обеспечивает ведение нормативно-технической документации по техническому обслуживанию устройств РЗА.</p>	<p><b>Знать:</b> действующие стандарты, технические условия, положения и инструкции по эксплуатации оборудования, программы испытаний; материально-техническую базу, обслуживаемого оборудования РЗА;</p> <p><b>Уметь:</b> выбирать изоляционные расстояния, оценивать надежность открытых распределительных устройств, определять необходимые параметры преобразовательной техники; использовать методы оценки технического состояния при их обслуживании.</p> <p><b>Владеть:</b> 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.</p>

## 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)	288 (8 зач.ед.)		288 (8 зач.ед.)
Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего)	114	-	20

<b>в том числе:</b>			
Лекции	48	-	8
Семинарские занятия		-	
Практические занятия	48	-	8
Лабораторные работы	18	-	4
Курсовая работа (курсовой проект)	36	-	36
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> )		-	
<b>Самостоятельная работа студента (всего)</b>	<b>174</b>	<b>-</b>	<b>268</b>
Итоговая аттестация	экзамен экзамен		экзамен экзамен

## 4.2. Содержание разделов дисциплины

Тема 1. Структурные схемы и графики нагрузок электрических станций и подстанций.

Назначение структурных схем станций и подстанций, их основные составляющие. Типы графиков нагрузок (суточные и годовые), расчет их основных показателей.

Тема 2. Заземления и режимы нейтралей в схемах электрических станций и подстанций.

Два типа заземления в электрических схемах электростанций и подстанций: рабочее заземление и защитное заземление. Режимы нейтралей. Коэффициент замыкания на землю. Режим изолированной нейтрали. Режим компенсированной нейтрали. Режим с эффективно заземленной нейтралью.

Тема 3. Синхронные генераторы и синхронные компенсаторы.

Основные элементы и особенности конструкции синхронных турбо- и гидрогенераторов электрических станций. Параметры синхронных генераторов. Соотношение между частотой ЭДС, наведенных в фазных обмотках статора, и скоростью вращения ротора. Векторная диаграмма фазной обмотки статора (треугольник напряжений). Дифференциальное уравнение вращения ротора и способ регулирования отдаваемой генератором активной мощности.

Выражение для ЭДС генератора и способ регулирования реактивной мощности генератора. Назначение и основные элементы конструкции синхронных компенсаторов электрических подстанций. Режимы работы генераторов и синхронных компенсаторов. Высоковольтные аппараты в цепи генераторов и компенсаторов.

Тема 4. Основные системы синхронных генераторов и синхронных компенсаторов. Включение генераторов и компенсаторов в сеть.

Системы охлаждения и возбуждения генераторов и компенсаторов. Способы включения генераторов на параллельную работу. Схемы и способы включения компенсаторов в сеть.

Тема 5. Силовые трансформаторы в схемах станций и подстанций.

Назначение. Основные элементы конструкции. Деление по числу фаз и обмоток. Схемы и группы соединения. Параметры. Режимы нейтралей силовых

трансформаторов. Особенности автотрансформаторов. Номинальная и типовая мощности автотрансформаторов. Автотрансформаторные и комбинированные режимы автотрансформаторов. Высоковольтные аппараты в цепи силовых трансформаторов.

Условия параллельной работы силовых трансформаторов. Регулирование напряжения трансформаторов. Линейные регулировочные трансформаторы на подстанциях. Систематические нагрузки и допустимые аварийные перегрузки силовых трансформаторов. Системы охлаждения силовых трансформаторов.

Тема 6. Выбор силовых трансформаторов в схемах станций и подстанций.

Места расположения силовых трансформаторов в схемах станций и подстанций: трансформаторы блоков, трансформаторы питания собственных нужд, трансформаторы (автотрансформаторы) связи. Выбор числа и мощности силовых трансформаторов.

Тема 7. Схемы распределительных устройств (РУ) станций и подстанций, главные схемы соединений станций и подстанций.

Схемы РУ со сборными шинами: РУ с одной рабочей секционированной системой сборных шин, РУ с одной рабочей секционированной системой сборных шин и обходной шиной, РУ с двумя рабочими системами сборных шин и обходной шиной, РУ с двумя рабочими системами сборных шин и 3/2 (4/3)выключателями на присоединение.

Схемы РУ без сборных шин: кольцевые схемы РУ (многоугольники), РУ по упрощенным схемам (блок линия – трансформатор и схемы мостиков).

Требования к изображению главных схем. Конструктивное выполнение РУ. Деление РУ по способу размещения: открытые РУ (ОРУ), закрытые РУ (ЗРУ). Деление РУ по конструкции: сборные РУ, комплектные РУ (КРУ), комплектные РУ элегазовые (КРУЭ).

Тема 8. Токоведущие части и изоляторы в схемах станций и подстанций.

Жесткие проводники (шины), гибкие проводники (провода), комплектные токопроводы, высоковольтные кабели. Опорные изоляторы, проходные изоляторы, подвесные изоляторы.

Тема 9. Коммутационные аппараты до и выше 1000 В.

Масляные, вакуумные и элегазовые выключатели. Назначение и конструкция дугогасительных камер.Разъединители. Приводы выключателей и разъединителей. Рубильники, автоматические выключатели, контакторы и магнитные пускатели. Способы гашения электрической дуги.

Тема 10. Термическое действие токов в схемах станций и подстанций на токоведущие части и аппараты.

Уравнение теплового баланса проводника с током в общем случае. Два режима нагрева в схемах энергоустановок. Нагрев проводников и электрических аппаратов в продолжительном режиме. Уравнение теплового баланса в этом случае. Допустимая температура проводника в продолжительном режиме нагрева. Номинальный ток проводника и электрического аппарата. Длительно допустимый ток проводника. Определение температуры проводника в продолжительном режиме нагрева.

Нагрев проводников и аппаратов в кратковременном режиме нагрева. Уравнение теплового баланса в этом случае. Тепловой импульс при кратковременном нагреве, его вычисление. Допустимая температура проводника при кратковременном нагреве. Определение конечной температуры проводника при кратковременном режиме нагрева. Проверка термической стойкости проводников. Проверка термической стойкости аппаратов.

Тема 11. Электродинамическое действие токов в схемах станций и подстанций на токоведущие части и аппараты.

Взаимодействие двух проводников с токами. Взаимодействие в трехфазной системе проводников. Погонная сила, действующая на проводник.

Типы конструкций изоляторов: опорные, проходные, подвесные.

Типы конструкций токоведущих частей: жесткие (шины), гибкие (провода), кабели, комплектные токопроводы.

Электродинамическая стойкость гибких проводников. Электродинамическая стойкость жестких проводников. Электродинамическая стойкость опорных изоляторов. Электродинамическая стойкость аппаратов.

Тема 12. Выбор проводников в схемах энергоустановок.

Выбор и проверка проводников сборных шин. Выбор и проверка проводников ошиновок.

Тема 13. Выбор и проверка коммутационных аппаратов в схемах энергоустановок.

Выбор и проверка высоковольтных выключателей. Выбор и проверка разъединителей. Выбор и проверка короткозамыкателей. Выбор и проверка отделителей.

Тема 14. Выбор и проверка измерительных трансформаторов в схемах энергоустановок.

Измерение электрических величин в схемах станций и подстанций.

Особенности измерений с учетом высоких уровней напряжений и токов в первичной сети. Состав контролируемых величин в зависимости от типа присоединения. Выбор и проверка измерительных трансформаторов тока. Выбор и проверка измерительных трансформаторов напряжения.

Тема 15. Средства ограничения токов короткого замыкания.

Причины, которые могут приводить к необходимости ограничения токов короткого замыкания в цепи генераторного напряжения станций и на стороне низкого напряжения подстанций. Схемные и аппаратные методы ограничения тока короткого замыкания. Выбор токоограничивающих реакторов.

Тема 16. Распределительные устройства станций и подстанций.

Типы распределительных устройств. Сборные и комплексные распределительные устройства. Закрытые распределительные устройства и трансформаторные подстанции. Открытые распределительные устройства.

Тема 17. Собственные нужды.

Схемы питания собственных нужд конденсационной электростанции (КЭС), теплоэлектроцентралей (ТЭЦ), гидроэлектростанции (ГЭС) и подстанций. Потребители оперативного тока на станциях и подстанциях. Источники питания системы оперативного тока.

Тема 18. Средства оперативного тока.

Назначение и источники оперативного тока. Постоянный оперативный ток. Аккумуляторные батареи. Схемы питания оперативных цепей постоянного тока. Переменный оперативный ток. Выпрямленный оперативный ток.

Тема 19. Щиты управления и вторичные цепи.

Организация управления станций и подстанций. Электрические измерительные приборы. Схемы дистанционного управления выключателями. Сигнализация и блокировка.

### 4.3 Лекции

№ п/п	Название темы	Объем часов		
		Очная форма	Очно-заочная форма	Заочная форма
1	Структурные схемы и графики нагрузок электрических станций и подстанций.	2	-	
2	Заземления и режимы нейтралей в схемах электрических станций и подстанций.	2	-	
3	Синхронные генераторы и синхронные компенсаторы.	2	-	
4	Основные системы синхронных генераторов и синхронных компенсаторов. Включение генераторов и компенсаторов в сеть.	2	-	
5	Силовые трансформаторы в схемах станций и подстанций.	4	-	2
6	Выбор силовых трансформаторов в схемах станций и подстанций.	2	-	
7	Схемы распределительных устройств (РУ) станций и подстанций, главные схемы соединений станций и подстанций.	4	-	2
8	Токоведущие части и изоляторы в схемах станций и подстанций.	4	-	2
9	Коммутационные аппараты до и выше 1000 В.	4	-	
10	Термическое действие токов в схемах станций и подстанций на токоведущие части и аппараты.	4	-	
11	Электродинамическое действие токов в схемах станций и подстанций на токоведущие части и аппараты.	2	-	2
12	Выбор проводников в схемах энергоустановок.	2	-	
13	Выбор и проверка коммутационных аппаратов в схемах энергоустановок.	2	-	
14	Измерительные трансформаторы. Выбор и проверка измерительных трансформаторов в схемах энергоустановок.	2	-	
15	Средства ограничения токов короткого замыкания.	2	-	
16	Распределительные устройства станций и подстанций.	2	-	
17	Собственные нужды станций и подстанций.	2	-	
18	Средства оперативного тока.	2	-	

19	Щиты управления и вторичные цепи.	2	-	
<b>Итого:</b>		<b>48</b>	<b>-</b>	<b>8</b>

#### 4.4. Практические (семинарские) занятия

№ п/п	Название темы	Объем часов		
		Очная форма	Очно-заочная форма	Заочная форма
1	Составление структурных схем электрических станций и подстанций	6	-	
2	Выбор основного оборудования (генераторы, трансформаторы) в схемах станций и подстанций	4	-	
3	Расчет теплового импульса в схемах станций и подстанций при КЗ	4	-	
4	Расчет температуры проводника в момент отключения КЗ	4	-	
5	Расчет динамической стойкости проводников в схемах станций и подстанций	6	-	2
6	Выбор высоковольтных выключателей в схемах станций и подстанций Выбор разъединителей, отделителей, короткозамыкателей	6	-	2
7	Выбор измерительных трансформаторов тока и напряжения	6	-	2
8	Выбор токоведущих частей сборных шин. Выбор токоограничивающих реакторов	6	-	2
9	Составление главной схемы электрической части станций и подстанций	2	-	
10	Составление схем оперативного тока и вторичных цепей	4	-	
<b>11</b>	<b>Компоновка основных устройств подстанции</b>	<b>2</b>	<b>-</b>	<b></b>
	<b>Итого</b>	<b>48</b>	<b>-</b>	<b>8</b>

#### 4.5. Лабораторные работы

№ п/п	Название темы	Объем часов		
		Очная форма	Очно-заочная форма	Заочная форма
1	Измерение потерь х.х. трансформаторов и автотрансформаторов при малом напряжении	2	-	
2	Определение групп соединений силовых трансформаторов	2	-	
3	Изучение конструкции высоковольтных разъединителей	4	-	2
4	Изучение конструкции многообъемных и малообъемных масляных выключателей	4	-	2
5	Изучение конструкций приводов к выключателям высокого напряжения	2	-	
6	Изучение конструкций высоковольтных распредустройств	2	-	
7	Исследование измерительных трансформаторов тока (ТТ) и трансформаторов напряжения (ТН)	2	-	

8	Исследование режимов работы сдвоенного реактора	2	-	
9	Изучение устройства и работы плавких предохранителей	2	-	
10	Изучение устройств и принципов работы контакторов, магнитных пускателей и автоматических выключателей	2	-	
11	Выполнение оперативных переключений на макетах схем электрических соединений	2	-	
12	Изучение схем дистанционного управления и сигнализации	2	-	
	<b>Итого</b>	<b>18</b>	<b>-</b>	<b>4</b>

#### 4.6. Самостоятельная работа студентов

№ п/п	Название темы	Вид СРС	Объем часов		
			Очная форма	Очно-заочная форма	Заочная форма
1	Структурные схемы и графики нагрузок электрических станций и подстанций.	Изучение лекций, Подготовка к лабораторной работе (ЛР), проведение расчетов	9	-	14
2	Заземления и режимы нейтралей в схемах электрических станций и подстанций.	Изучение лекций Подготовка к ЛР, проведение расчетов	9	-	14
3	Синхронные генераторы и синхронные компенсаторы.	Изучение лекций Подготовка к ЛР, проведение расчетов	9	-	14
4	Основные системы синхронных генераторов и синхронных компенсаторов. Включение генераторов и компенсаторов в сеть.	Изучение лекций Подготовка к ЛР, проведение расчетов	10	-	14
5	Силовые трансформаторы в схемах станций и подстанций.	Изучение лекций Подготовка к ЛР, проведение расчетов	9	-	14
6	Выбор силовых трансформаторов в схемах станций и подстанций.	Изучение лекций Подготовка к ЛР, проведение расчетов	9	-	14
7	Схемы распределительных устройств (РУ) станций и подстанций, главные схемы соединений станций и подстанций.	Изучение лекций Подготовка к ЛР, проведение расчетов	9	-	14
8	Токоведущие части и изоляторы в схемах станций и	Изучение лекций Подготовка к ЛР,	9	-	14

	подстанций.	проведение расчетов			
9	Коммутационные аппараты до и выше 1000 В.	Изучение лекций Подготовка к ЛР, проведение расчетов	9	-	14
10	Термическое действие токов в схемах станций и подстанций на токоведущие части и аппараты.	Изучение лекций Подготовка к ЛР, проведение расчетов	9	-	14
11	Электродинамическое действие токов в схемах станций и подстанций на токоведущие части и аппараты.	Изучение лекций Подготовка к ЛР, проведение расчетов	10	-	14
12	Выбор проводников в схемах энергоустановок.	Изучение лекций Подготовка к ЛР, проведение расчетов	9	-	14
13	Выбор и проверка коммутационных аппаратов в схемах энергоустановок.	Изучение лекций Подготовка к ЛР, проведение расчетов	9	-	14
14	Измерительные трансформаторы. Выбор и проверка измерительных трансформаторов в схемах энергоустановок.	Изучение лекций Подготовка к ЛР, проведение расчетов	10	-	14
15	Средства ограничения токов короткого замыкания.	Изучение лекций Подготовка к ЛР, проведение расчетов	9	-	14
16	Распределительные устройства станций и подстанций.	Изучение лекций Подготовка к ЛР, проведение расчетов	9	-	14
17	Собственные нужды станций и подстанций.	Изучение лекций Подготовка к ЛР, проведение расчетов	9	-	14
18	Средства оперативного тока.	Изучение лекций Подготовка к ЛР, проведение расчетов	9	-	14
19	Щиты управления и вторичные цепи.	Изучение лекций Подготовка к ЛР, проведение расчетов	9	-	16
<b>Итого:</b>			<b>174</b>	<b>-</b>	<b>268</b>

#### **4.7. Курсовые работы/проекты.**

В курсовой работе производится проектирование электрической части подстанции 220-35 кВ.

#### **5. Образовательные технологии**

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий: объяснительно-иллюстративного обучения (технология поддерживающего обучения, технология проведения учебной дискуссии), информационных технологий (презентационные материалы), развивающих и инновационных образовательных технологий.

Практические занятия проводятся с использованием развивающих, проблемных, проектных, информационных (использование электронных образовательных ресурсов (электронный конспект) образовательных технологий.

#### **6. Формы контроля освоения дисциплины**

Промежуточная аттестации по результатам освоения дисциплины проходит в форме устных/письменных экзаменов, зачета с оценкой (включает в себя ответы на теоретические вопросы и ответы на тестовые задания). Студенты, выполнившие 75% текущих и контрольных мероприятий на «отлично», а остальные 25 % на «хорошо», имеют право на получение итоговой оценки.

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

Шкала оценивания	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.	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.	
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. Старшинов В.А., Электрическая часть электростанций и подстанций: учебное пособие / Старшинов В.А. - М.: Издательский дом МЭИ, 2019. - ISBN 978-5-383-01261-1 - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383012611.html>

2. Крючков И.П., Электрическая часть электростанций и подстанций. Справочные и методические материалы для выполнения квалификационных работ: учебно-справочное пособие для вузов / Крючков И.П. - М.: Издательский дом МЭИ, 2019. - ISBN 978-5-383-01270-3 - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383012703.html>

3. Электротехнический справочник: В 4 т. Т. 3. Производство, передача и распределение электрической энергии [Электронный ресурс] / Герасимова В.Г. - М.: Издательский дом МЭИ, 2017. Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383011751.html>

4. Электрическая часть электростанций и подстанций. Справочные и методические материалы для выполнения квалификационных работ [Электронный ресурс]: учебно-справочное пособие для вузов / Крючков И.П. – М.: Издательский дом МЭИ, 2019. Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383012703.html>

### б) дополнительная литература:

1. Старшинов В.А., Электрическая часть электростанций и подстанций : учебное пособие / В.А. Старшинов, М.В. Пираторов, М.А. Козина; под ред. В.А. Старшинова. – М.: Издательский дом МЭИ, 2015. - 296 с. - ISBN 978-5-383-00874-4 – Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383008744.html>

2. Крючков И.П., Электрическая часть электростанций и подстанций. Справочные и методические материалы для выполнения квалификационных работ : учебно-справочное пособие для вузов / И.П. Крючков, М.В. Пираторов, В.А. Старшинов; под ред. И.П. Крючкова. - М.: Издательский дом МЭИ, 2015. - 138 с. - ISBN 978-5-383-00958-1 - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383009581.html>

3. Электротехнический справочник: В 4 т. Т. 3. Производство, передача и распределение электрической энергии [Электронный ресурс] / Под общ. ред. профессоров МЭИ В.Г. Герасимова и др. (гл. ред. А.И. Попов). - 10-е изд., стереот. - М.: Издательский дом МЭИ, 2009. -

<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383003381.html>

4. Электрическая часть электростанций с газотурбинными и парогазовыми установками [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов / В.В. Жуков. – М.: Издательский дом МЭИ, 2015. -

<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383009369.html>

5. Электрическая часть электростанций с газотурбинными и парогазовыми установками [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов / Жуков В.В. - М.: Издательский дом МЭИ, 2019. Режим доступа:

<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383012604.html>

6. Немировский А.Е., Электрооборудование электрических сетей, станций и подстанций: учебное пособие / Немировский А.Е. - М.: Инфра-Инженерия, 2018. - 148 с. - ISBN 978-5-9729-0207-1 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL:

<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785972902071.html>

**в) методические указания:**

1. Методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Электрическая часть станций и подстанций» для студентов направления подготовки «Профессиональное обучение (по отраслям)»/ А.Л. Кухарев, В.Н. Западонец - Стаханов: ГОУ ВО ЛНР ЛГУ им. В. Даля, 2020. - 88 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

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

## 9. Оценочные средства по дисциплине

### Паспорт Оценочных средств по учебной дисциплине «Электрическая часть станций и подстанций»

Перечень компетенций, формируемых в результате освоения учебной дисциплины

№п/п	Код контролируемой компетенции	Формулировка контролируемой компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Контролируемые темы учебной дисциплины, практики	Этапы формирования (семестр изучения)
1	УК-2	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	УК-2.1 УК-2.2 УК-2.3 УК-2.4 УК-2.5	Тема1 Тема2 Тема 3 Тема 4 Тема 5 Тема 6 Тема 7 Тема 8 Тема 9 Тема 10 Тема 11 Тема 12 Тема 13 Тема 14 Тема 15 Тема 16 Тема 17 Тема 18 Тема 19	5,6
2	УК-4	Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(ых) языке(ах)	УК-4.1 УК-4.2 УК-4.3 УК-4.4 УК-4.5 УК-4.6 УК-4.7	Тема1 Тема2 Тема 3 Тема 4 Тема 5 Тема 6 Тема 7 Тема 8 Тема 9 Тема 10 Тема 11 Тема 12 Тема 13 Тема 14 Тема 15 Тема 16 Тема 17 Тема 18	

3	ОПК-5	Способен использовать свойства конструкционных и электротехнических материалов в расчетах параметров и режимов объектов профессиональной деятельности	ОПК-5.1. ОПК-5.2. ОПК-5.3.	Тема 19 Тема1 Тема2 Тема 3 Тема 4 Тема 5 Тема 6 Тема 7 Тема 8 Тема 9 Тема 10 Тема 11 Тема 12 Тема 13 Тема 14 Тема 15 Тема 16 Тема 17 Тема 18 Тема 19	5,6
4	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	Тема1 Тема2 Тема 3 Тема 4 Тема 5 Тема 6 Тема 7 Тема 8 Тема 9 Тема 10 Тема 11 Тема 12 Тема 13 Тема 14 Тема 15 Тема 16 Тема 17 Тема 18 Тема 19	5,6
5	ПК-3	Способен обеспечить инженерно-техническое сопровождение деятельности по техническому обслуживанию и ремонту устройств РЗА	ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3	Тема1 Тема2 Тема 3 Тема 4 Тема 5 Тема 6 Тема 7 Тема 8 Тема 9 Тема 10 Тема 11 Тема 12 Тема 13	

				Тема 14 Тема 15 Тема 16 Тема 17 Тема 18 Тема 19	
--	--	--	--	--	--

### 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 УК-2.4 УК-2.5	<p><b>Знать:</b> правовую структуру общества и место выполняемой профессиональной деятельности в этой структуре; знает основы действующего законодательства Российской Федерации применительно к профессиональной деятельности.</p> <p><b>Уметь:</b> планировать собственную деятельность с учетом ограниченности ресурсов в рамках допустимых законодательством средств и методов; осуществлять поиск информации для решения поставленных задач и критически ее анализировать; применять методы критического анализа и синтеза информации, необходимой для решения поставленных задач; грамотно, логично, аргументированно формировать собственные суждения и оценки; отличать факты от мнений, интерпретаций и оценок; применять методы системного подхода при решении поставленных задач.</p> <p><b>Владеть:</b> практическим опытом подбора правовых норм и определения экономических условий для решения</p>	Тема1 Тема2 Тема 3 Тема 4 Тема 5 Тема 6 Тема 7 Тема 8 Тема 9 Тема 10 Тема 11 Тема 12 Тема 13 Тема 14 Тема 15 Тема 16 Тема 17 Тема 18 Тема 19	Собеседование (устный опрос), вопросы к курсовой работе, вопросы и задания к лабораторным работам, вопросы и задания к практическим работам, вопросы к экзамену.

			конкретных профессиональных задач; методами системного и критического мышления.		
2	УК-4	УК-4.1 УК-4.2 УК-4.3 УК-4.4 УК-4.5 УК-4.6 УК-4.7	<p><b>Знать:</b> Нормативные, коммуникативные, этические аспекты устной и письменной речи.</p> <p><b>Уметь:</b> осуществлять письменную и устную коммуникацию в соответствии с языковыми коммуникативными и этическими нормами, в соответствие с речевой ситуацией; пользоваться справочниками и словарями разных типов.</p> <p><b>Владеть:</b> нормами русского литературного языка; навыками монологической и диалогической речи в различных коммуникативных ситуациях; навыками письменной и устной коммуникации; правилами речевого этикета.</p>	Тема1 Тема2 Тема 3 Тема 4 Тема 5 Тема 6 Тема 7 Тема 8 Тема 9 Тема 10 Тема 11 Тема 12 Тема 13 Тема 14 Тема 15 Тема 16 Тема 17 Тема 18 Тема 19	Собеседование (устный опрос), вопросы к курсовой работе, вопросы и задания к лабораторным работам, вопросы и задания к практическим работам, вопросы к экзамену.
3	ОПК-5	ОПК-5.1 ОПК-5.2. ОПК-5.3.	<p><b>Знать:</b> свойства, характеристики, методы исследования и выбора конструкционных материалов, в соответствии с требуемыми характеристиками для использования в области профессиональной деятельности.</p> <p><b>Уметь:</b> обосновать и использовать свойства конструкционных и электротехнических материалов в расчетах параметров и режимов объектов.</p> <p><b>Владеть:</b> методиками выполнения расчетов применительно к использованию электроизоляционных материалов при проектировании и конструировании электротехнического оборудования.</p>	Тема1 Тема2 Тема 3 Тема 4 Тема 5 Тема 6 Тема 7 Тема 8 Тема 9 Тема 10 Тема 11 Тема 12 Тема 13 Тема 14 Тема 15 Тема 16 Тема 17 Тема 18 Тема 19	Собеседование (устный опрос), вопросы к курсовой работе, вопросы и задания к лабораторным работам, вопросы и задания к практическим работам, вопросы к экзамену.
4	ПК-2	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-2.4	<p><b>Знать:</b> общие вопросы электромеханического преобразования энергии; физические законы, лежащие в основе работы электрических машин; алгоритм производства работ по ремонту оборудования распределительных устройств подстанций электрических сетей.</p> <p><b>Уметь:</b> составить математическое описание электрической машины</p>	Тема1 Тема2 Тема 3 Тема 4 Тема 5 Тема 6 Тема 7 Тема 8 Тема 9 Тема 10	Собеседование (устный опрос), вопросы к курсовой работе, вопросы и задания к лабораторным работам, вопросы к экзамену.

			<p>постоянного и переменного тока на основании уравнений электрического и механического равновесия; анализировать и обеспечить учет первичных данных по техническому обслуживанию и ремонту оборудования, обеспечить его ремонт;</p> <p><b>Владеть:</b> способами графического отображения трансформаторов, машин переменного и постоянного тока, специальных электрических машин в соответствии с требованиями ГОСТ и ЕСКД; методами электромагнитного расчета электромеханических преобразователей и расчета их характеристик.</p>	<p>Тема 11 Тема 12 Тема 13 Тема 14 Тема 15 Тема 16 Тема 17 Тема 18 Тема 19</p>	<p>ным работам, вопросы и задания к практическим работам, вопросы к экзамену.</p>
5	ПК-3	<p>ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3</p>	<p>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.</p>	<p>Тема1 Тема2 Тема 3 Тема 4 Тема 5 Тема 6 Тема 7 Тема 8 Тема 9 Тема 10 Тема 11 Тема 12 Тема 13 Тема 14 Тема 15 Тема 16 Тема 17 Тема 18 Тема 19</p>	<p>Собеседование (устный опрос), вопросы к курсовой работе, вопросы и задания к лабораторным работам, вопросы и задания к практическим работам, вопросы к экзамену.</p>

**Фонды оценочных средств по дисциплине  
«Электрическая часть станций и подстанций»**

**Вопросы для собеседования (устного опроса)**

1. Типы электрических станций и подстанций.
2. Графики нагрузки. Основные показатели.
3. Регулирование графиков нагрузок
4. Виды заземлений.
5. Режимы нейтрали трансформаторов.
6. Особенности работы сети с заземленной нейтралью.
7. Особенности работы сети с изолированной нейтралью.

8. Принцип действия синхронного генератора.
9. Устройство синхронных генераторов.
10. Устройство и назначение синхронных компенсаторов.
11. Уравнения синхронного генератора.
12. Векторная диаграмма режима работы синхронного генератора.
13. Системы охлаждения и системы возбуждения генераторов.
14. Анормальные режимы работы синхронных машин.
15. Условия включения синхронных машин в сеть.
16. Что такое «силовой трансформатор»?
17. По каким параметрам различаются силовые трансформаторы?
18. Параллельная работа трансформаторов.
19. Способы регулирования напряжения трансформаторов.
20. Условия допустимых перегрузок трансформатора.
21. По каким параметрам выбирают силовые трансформаторы?
22. Особенности включения силовых трансформаторов.
23. Особенности подключения трансформаторов собственных нужд.
24. Перечислите схемы РУ и сферы их применения.
25. Что такое «главная схема электрических соединений»?
26. Какие бывают схемы присоединения подстанций к сети?
27. Условия выбора схем РУ.
28. Какие кольцевые схемы РУ вы знаете?
29. Назовите условия применения упрощенных схем РУ.
30. Особенности выполнения открытых и закрытых РУ (ОРУ и ЗРУ)?
31. Что относится к токоведущим частям станций и подстанций?
32. Как чаще всего подвешиваются гирлянды изоляторов?
33. Режимы работы проводников и токопроводов.
34. Нагрев проводников, условия охлаждения.
35. Какие режимы нагрева проводников вы знаете?
36. С помощью чего можно описать процесс нагрева?
37. Назовите составляющие уравнения теплового баланса.
38. Какой режим называется кратковременным?
39. Как вычислить тепловой импульс при кратковременном режиме?
40. Особенности нагрева проводников в различных режимах.
41. Уравнения проверки термической стойкости.
42. Электромагнитные силы.
43. Взаимодействие проводников различных конструкций.
44. Электродинамическая стойкость проводников.
45. Электродинамическая стойкость электрических аппаратов. Условия проверки.
46. Выбор проводников по механической стойкости.
47. Проверка проводников на термическую и динамическую стойкость.
48. Проверка проводников по условиям короны.
49. Условия выбора выключателей.
50. Условия выбора разъединителей?
51. Условия выбора короткозамыкателей и отделителей.

52. По каким условиям проверяются измерительные трансформаторы тока?
53. По каким условиям проверяются измерительные трансформаторы напряжения?
54. Условия выбора измерительных трансформаторов в необходимом классе точности.
55. Факторы, влияющие на погрешности измерительных трансформаторов.
56. Причины и последствия коротких замыканий?
57. Какие токоограничивающие устройства вы знаете?
58. Назовите виды токоограничивающих реакторов.
59. Режимы работы сдвоенного реактора.
60. От чего зависит состав электроприемников собственных нужд?
61. Как делятся электроприемники собственных нужд по их влиянию и надежности электроснабжения?
62. Ступени напряжения собственных нужд.
63. Оборудование для оперативного тока.

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. Составить структурные схемы электрических станций и подстанций.
2. Выбрать основное оборудование (генераторы, трансформаторы) в схемах станций и подстанций.
3. Рассчитать тепловой импульс в схемах станций и подстанций при КЗ.
4. Рассчитать температуру проводника в момент отключения КЗ
5. Рассчитать динамическую стойкость проводников в схемах станций и подстанций.

6. Выбрать высоковольтные выключатели в схемах станций и подстанций. Выбор разъединителей, отделителей, короткозамыкателей.
7. Выбрать измерительные трансформаторы тока и напряжения.
8. Выбрать токоведущие части сборных шин, токоограничивающие реакторы.
9. Составить главную схему электрической части станций и подстанций.
10. Измерить потери х.х. трансформаторов и автотрансформаторов при малом напряжении.
11. Определить группы соединений силовых трансформаторов.
12. Изучить конструкции высоковольтных разъединителей.
13. Изучить конструкции многообъемных и малообъемных масляных выключателей.
14. Изучить конструкции приводов к выключателям высокого напряжения.
15. Изучить конструкции высоковольтных распределительных устройств.
16. Исследовать измерительные трансформаторы тока и трансформаторы напряжения (ТТ и ТН).
17. Исследовать режимы работы сдвоенного реактора.

### **Контрольные вопросы к практическим занятиям и лабораторным работам**

1. Что такое «структурная схема»?
2. Какие факторы учитываются при составлении структурной схемы?
3. Структурные схемы конденсационных, гидро-, и гидроаккумулирующих электростанций (КЭС, ГЭС, ГАЭС).
4. По каким параметрам выбирают основное оборудование?
5. Что включает в себя выбор трансформаторов?
6. Условия выбора генераторов.
7. Какая схема составляется при расчете теплового импульса?
8. Формула для расчета минимально допустимых сечений токоведущих частей оборудования.
9. По каким формулам производится расчет теплового импульса?
10. Из-за чего уменьшается ток короткого замыкания?
11. Формулы для расчета температуры проводника в момент отключения КЗ.
12. Температура проводника в зависимости от времени срабатывания защиты.
13. Формулы для расчета динамической стойкости проводников.
14. Силы взаимодействия в проводниках.
15. Условие электродинамической стойкости жестких проводников.
16. Условия выбора высоковольтных выключателей.
17. Назовите условия выбора разъединителей.
18. Условия выбора отделителей и короткозамыкателей.
19. По каким условиям проверяются измерительные трансформаторы тока?

20. По каким условиям проверяются измерительные трансформаторы напряжения?
21. Векторные диаграммы измерительных трансформаторов.
22. Амплитудная и угловая погрешности.
23. Условия выбора реакторов.
24. Условия выбора силовых кабелей.
25. Условия выбора шинных токопроводов.
26. Что отображают главные схемы?
27. Выбор числа и мощности генераторов и силовых трансформаторов.
28. Для чего нужны РУ в схемах станций и подстанций?
29. Для чего необходимо проводить исследование холостого хода (х.х.) трансформатора?
30. Какие преимущества имеет метод измерения потерь х.х при малом напряжении?
31. Какие дефекты можно определить при исследовании х.х.?
32. Метод двух вольтметров.
33. Метод постоянного тока.
34. Какие обязательные данные должен иметь щиток каждого трансформатора?
35. Назначение разъединителей.
36. Что можно включать и отключать разъединителями?
37. Что должен обеспечивать разъединитель в отключенном и во включенном состоянии?
38. Недостатки многообъемных масляных выключателей без специальных устройств для гашения дуги.
39. Какие основные части многообъемного масляного выключателя?
40. Конструктивные особенности выключателей типа МГГ и МГ.
41. Современные типы выключателей.
42. Назначение приводов.
43. Требования, предъявляемые к приводам.
44. Особенности конструкции приводов разъединителей.
45. Особенности электромагнитных приводов.
46. Особенности пружинных приводов.
47. Назначение распредустройств.
48. Выкатные и стационарные КРУ.
49. Компоновка оборудования в КРУ.
50. Назначение измерительных ТТ и ТН.
51. Что входит в объем проверки ТТ и ТН?
52. Что такое номинальная нагрузка ТН? Перечислить классы точности измерительных трансформаторов.
53. Особенности фазировки ТТ и ТН.
54. Назначение реакторов.
55. Чем отличается сдвоенный реактор от обычного?
56. Схема замещения сдвоенного реактора.
57. Уравнения режимов работы сдвоенного реактора

**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.

### **Задание на курсовую работу**

В курсовой работе производится проектирование электрической части подстанции 220-35 кВ.

### **Вопросы к курсовой работе**

1. Электрические схемы электрических станций и подстанций. Общие сведения.
2. Основные требования, предъявляемые к схемам распределительных устройств электроустановок.
3. Классификация схем распределительных устройств.
4. Первая группа схем РУ.
5. Вторая группа схем РУ.
6. Третья группа схем РУ.
7. Четвертая группа схем РУ.
8. Схемы электрических соединений на стороне 6-10 кВ. Схема с одной системой сборных шин.
9. Схемы электрических соединений на стороне 6-10 кВ. Схема с двумя системами сборных шин.
10. Схемы, применяемые на генераторном напряжении.
11. Схемы, применяемые на высшем и среднем напряжениях.
12. Схемы электрических соединений на стороне 35 кВ и выше. Упрощенные схемы РУ.
13. Схемы электрических соединений на стороне 35 кВ и выше. Кольцевые схемы.
14. Схемы электрических соединений на стороне 35 кВ и выше. Схемы с одной рабочей и обходной системами сборных шин.
15. Схемы электрических соединений на стороне 35 кВ и выше. Схемы с двумя рабочими и обходной системами сборных шин.
16. Схемы электрических соединений на стороне 35 кВ и выше. Схемы с двумя системами шин и тремя выключателями на две цепи.
17. Схемы электрических соединений на стороне 35 кВ и выше. Схемы с двумя системами шин и четырьмя выключателями на три цепи.
18. Структурные схемы электрических станций и подстанций. Структурные схемы ТЭЦ.
19. Структурные схемы электрических станций и подстанций. Структурные схемы АЭС, ГЭС и КЭС.

20. Структурные схемы электрических станций и подстанций.  
Структурные схемы подстанций.
21. Главные схемы КЭС.
22. Главные схемы АЭС.
23. Главные схемы ТЭЦ.
24. Главные схемы подстанций.
25. Типовая сетка схем распределительных устройств.
26. Структурные схемы электрических станций и подстанций.
27. Электроснабжение собственных нужд электростанций и подстанций.  
Схемы ТЭС и ТЭЦ.
28. Электроснабжение собственных нужд электростанций и подстанций.  
Схемы АЭС.
29. Электроснабжение собственных нужд электростанций и подстанций.  
Схемы подстанций.
30. Условия возникновения и горения дуги.
31. Гашение дуги. Основные способы гашения дуги в аппаратах до 1 кВ.
32. Гашение дуги. Основные способы гашения дуги в аппаратах свыше 1 кВ.
33. Коммутационные и защитные аппараты высокого напряжения.  
Назначение и классификация аппаратов.
34. Условия работы аппаратов высокого напряжения и общие требования, предъявляемые к ним.
35. Выключатели высокого напряжения. Общие сведения.
36. Воздушные выключатели. Общие сведения. Достоинства, недостатки.  
Принцип действия дугогасительных устройств (ДУ) воздушных выключателей.
37. Конструкция воздушных выключателей.
38. Элегазовые выключатели. Физико-химические свойства элегаза.  
Дугогасительные устройства.
39. Конструкции элегазовых выключателей.
40. Масляные выключатели. Принцип действия дугогасительных устройств.
41. Конструкции масляных выключателей.
42. Электромагнитные выключатели.
43. Вакуумные выключатели. Общие сведения. Физические основы существования дуги в вакууме. Устройство ВДК.
44. Конструкции вакуумных выключателей.
45. Разъединители, отделители, короткозамыкатели. Общие сведения.
46. Разъединители для внутренней установки рубящего и катящегося типа.
47. Разъединители для наружной установки рубящего и катящегося типа.
48. Разъединители для наружной установки подвешенного и горизонтально-поворотного типа.
49. Короткозамыкатели и отделители.
50. Защитные и токоограничивающие аппараты.
51. Силовые конденсаторы.

52. Шины распределительных устройств и силовые кабели.
53. Плавкие предохранители выше 1 кВ.
54. Измерительные трансформаторы тока.
55. Измерительные трансформаторы напряжения.
56. Коммутационные аппараты до 1 кВ, предохранители, автоматические выключатели, контакторы, пускатели.
57. Система измерений на электростанциях и подстанциях.
58. Изоляторы.
59. Провода для ВЛ, волоконно-оптические кабели.
60. ЗУ в установках высокого напряжения.
61. Силовые кабели, арматура силовых кабелей.
62. Синхронные генераторы. Технические характеристики и конструкции современных генераторов. Номинальные параметры. Принцип действия. Типы генераторов.
63. Системы охлаждения генераторов.
64. Типы трансформаторов и их параметры. Схемы и группы соединений обмоток трансформаторов. Элементы конструкции силовых трансформаторов.
65. Системы охлаждения силовых трансформаторов. Изоляция в трансформаторах.
66. Нагрузочная способность силовых трансформаторов. Особенности конструкции и режимы работы автотрансформаторов.
67. Регулирование напряжения трансформаторов. Потери и КПД трансформаторов.

### **Вопросы к экзамену:**

1. Назначение электрических подстанций в электроэнергетической системе.
2. Назначение подстанций, деление их по назначению
3. Основное оборудование в электрической схеме станции, его назначение и условное изображение.
4. Основное оборудование в электрической схеме подстанции, его назначение и условное изображение.
5. Состав высоковольтных электрических аппаратов в схемах станций и подстанций, назначение, условное изображение.
6. Назначение и разновидности графиков электрических нагрузок станций и подстанций, указать показатели графиков нагрузок.
7. Нейтраль, что такое режим нейтрали, какие режимы нейтралей применяются в схемах станций и подстанций.
8. Преимущества и недостатки режимов изолированной и компенсированной нейтрали.
9. Причина перехода на режим эффективно заземленной нейтрали, недостаток этого режима.
10. Назначение синхронных генераторов на электрических станциях.
11. Основные конструктивные части и параметры синхронных генераторов.

12. Соотношение между частотой, эдс фазных обмоток статора генератора и скоростью вращения ротора.
13. Чем регулируется отдаваемая генератором активная мощность?
14. Выражение для фазной ЭДС генератора и способ регулирования реактивной мощности генератора.
15. Состав высоковольтных аппаратов в цепи генератора
16. Назначение синхронных компенсаторов на подстанциях.
17. Назначение и источники питания систем возбуждения генераторов и синхронных компенсаторов
18. Назначение и типы систем охлаждения генераторов на станциях.
19. Режимы работы генераторов. Необходимые условия для работы в нормальных режимах.
20. Назначение силовых трансформаторов в схемах станций и подстанций. Деление их по числу фаз и обмоток.
21. Схемы и группы соединения силовых трансформаторов. Условное графическое и буквенное обозначение трансформаторов.
22. Особенности автотрансформаторов
23. Высоковольтные аппараты в цепях силовых трансформаторов.
24. Способы регулирования напряжения трансформаторов.
25. Систематические нагрузки трансформаторов.
26. Допустимые аварийные перегрузки трансформаторов.
27. Назначение и типы систем охлаждения трансформаторов.
28. Выбор трансформаторов в схемах станций и подстанций.
29. Два режима нагрева в схемах энергоустановок. Уравнение теплового баланса проводника с током.
30. Нагрев в продолжительном режиме. Уравнение теплового баланса проводника в этом случае.
31. Номинальный и длительно допустимый ток проводника.
32. Допустимая температура проводника в продолжительном режиме. Определение температуры проводника в продолжительном режиме.
33. Вычисление теплового импульса при КЗ.
34. Условие термической стойкости проводников. Вычисление конечной температуры проводника.
35. Условие термической стойкости аппаратов.
36. Типы конструкций проводников и изоляторов в схемах станций и подстанций.
37. Сила взаимодействия двух проводников с токами.
38. Условие динамической стойкости жестких проводников.
39. Условие динамической стойкости гибких проводников.
40. Возникновение электрической дуги на контактах выключателя.
41. Назначение РУ в схемах станций и подстанций.
42. Классификация схем РУ.
43. Схема РУ с одной рабочей системой шин, область применения.
44. Схема РУ с одной рабочей системой шин и обходной шиной, область применения.

45. Схема РУ с двумя рабочими системами шин и обходной шиной, область применения

46. Схема РУ с двумя рабочими системами шин и тремя выключателями на два присоединения.

47. РУ по схеме четырехугольника.

48. Деление РУ по способу размещения.

49. Деление РУ по конструкции.

50. Выбор и проверка проводников сборных шин.

51. Выбор и проверка проводников ошиновок.

52. Выбор проверка высоковольтных выключателей.

53. Выбор и проверка разъединителей.

54. Выбор трансформаторов тока.

55. Выбор трансформаторов напряжения.

56. Схемные и аппаратные способы ограничения тока КЗ в схемах станций и подстанций.

57. Выбор токоограничивающих реакторов.

58. Назначение системы собственных нужд. Схемы их питания.

59. Назначение системы оперативного тока, источники ее питания.

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)