

Приложение 1.3
к ОПОП-П по специальности
13.02.12 Электрические станции, сети, их релейная защита и автоматизация

**Рабочая программа профессионального модуля
«ПМн.03 Проверка, наладка и испытания устройств релейной защиты,
автоматики электрических сетей и электростанций (по выбору)»**

Содержание

1. Общая характеристика РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ	3
1.1 Цель и место профессионального модуля в структуре образовательной программы	3
1.2 Планируемые результаты освоения профессионального модуля	3
2. Структура и содержание профессионального модуля	9
2.1. Трудоемкость освоения модуля	9
2.2. Структура профессионального модуля	10
2.3. Содержание профессионального модуля	11
2.4. Курсовой проект (работа) (для специальностей СПО, если предусмотрено)	43
3. Условия реализации профессионального модуля	45
3.1. Материально-техническое обеспечение	45
3.2. Учебно-методическое обеспечение	45
4. Контроль и оценка результатов освоения профессионального модуля	46

1. Общая характеристика РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ

«ПМн.03 Проверка, наладка и испытания устройств релейной защиты, автоматики электрических сетей и электростанций (по выбору)»

код и наименование модуля

1.1 Цель и место профессионального модуля в структуре образовательной программы

Цель модуля: освоение вида деятельности «Проверка, наладка и испытания устройств релейной защиты, автоматики электрических сетей и электростанций (по выбору)».

Профессиональный модуль включен в обязательную часть образовательной программы по направленности «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем».

1.2 Планируемые результаты освоения профессионального модуля

Результаты освоения профессионального модуля соотносятся с планируемыми результатами освоения образовательной программы, представленными в матрице компетенций выпускника (п. 4.3 ОПОП-П).

В результате освоения профессионального модуля обучающийся должен:

Код ОК, ПК	Уметь	Знать	Владеть навыками
---------------------------	--------------	--------------	-----------------------------

ОК 01	распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте, владеть актуальными методами работы в профессиональной и смежных сферах, оценивать результат и последствия своих действий (самостоятельно или с помощью наставника), выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы, определять необходимые ресурсы, анализировать и выделять её составные части определять этапы решения задачи, составлять план действия, реализовывать составленный план	актуальный профессиональный и социальный контекст, в котором приходится работать и жить, порядок оценки результатов решения задач профессиональной деятельности, методы работы в профессиональной и смежных сферах, основные источники информации и ресурсы для решения задач и/или проблем в профессиональном и/или социальном контексте, структура плана для решения задач, алгоритмы выполнения работ в профессиональной и смежных областях	
ОК 02	оценивать практическую значимость результатов поиска, использовать различные цифровые средства для решения профессиональных задач, выделять наиболее значимое в перечне информации, структурировать получаемую информацию, оформлять результаты поиска, использовать современное программное обеспечение в профессиональной деятельности, определять задачи для поиска информации, планировать процесс поиска, выбирать необходимые источники информации, применять средства информационных технологий для решения профессиональных задач	приемы структурирования информации, формат оформления результатов поиска информации, номенклатура информационных источников, применяемых в профессиональной деятельности, программное обеспечение в профессиональной деятельности, в том числе цифровые средства, современные средства и устройства информатизации, порядок их применения и	

ОК 03	определять актуальность нормативно-правовой документации в профессиональной деятельности, определять и выстраивать траектории профессионального развития и самообразования, применять современную научную профессиональную терминологию, выявлять достоинства и недостатки коммерческой идеи, находить интересные проектные идеи, грамотно их формулировать и документировать, определять инвестиционную привлекательность коммерческих идей в рамках профессиональной деятельности, выявлять источники финансирования, определять источники достоверной правовой информации, оценивать жизнеспособность проектной идеи, составлять план проекта, презентовать идеи открытия собственного дела в профессиональной деятельности, составлять различные правовые документы	содержание актуальной нормативно-правовой документации, возможные траектории профессионального развития и самообразования, современная научная и профессиональная терминология, основные этапы разработки и реализации проекта, основы предпринимательской деятельности, правовой и финансовой грамотности, правила разработки презентации	
ОК 04	организовывать работу коллектива и команды, взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами в ходе профессиональной деятельности	психологические основы деятельности коллектива, психологические особенности личности	

ОК 09	понимать общий смысл четко произнесенных высказываний на известные темы (профессиональные и бытовые), понимать тексты на базовые профессиональные темы, кратко обосновывать и объяснять свои действия (текущие и планируемые), писать простые связные сообщения на знакомые или интересующие профессиональные темы, строить простые высказывания о себе и о своей профессиональной деятельности, участвовать в диалогах на знакомые общие и профессиональные темы	Правила построения простых и сложных предложений на профессиональные темы, Лексический минимум, относящийся к описанию предметов, средств и процессов профессиональной деятельности, Правила чтения текстов профессиональной направленности, основные общеупотребительные глаголы (бытовая и профессиональная лексика), особенности произношения	
-------	--	---	--

ПК.3.1	проверять простые защиты или отдельные их элементы в лаборатории; проверять работоспособность микроэлектронных устройств РЗиА; работать в бригаде по проверке устройств релейной защиты и автоматики.	аппаратуры для проверки защиты, для регулирования тока и напряжения; основных требований к релейной защите; основных требований при проверке простых устройств РЗиА; принципов действия реле; классификаций реле; режимов работы аккумуляторных батарей; способов проверки сопротивления изоляции и испытания ее повышенным напряжением; конструкционных особенностей и защитных характеристик применяемых устройств РЗиА; конструкций реле на электромагнитном и индукционном принципах; максимальной токовой защиты, токовой отсечки, максимальной направленной токовой защиты и дифференциальной, газовой, дистанционной защиты и основные требования к защите этих видов; назначения устройств АПВ; основных требований к устройствам АВР и их назначение; комплектных испытательных устройств для проверки защит; общих сведений об источниках и схемах питания оперативного тока, применяемых на объектах электроэнергетики; принципиальных схем управления и сигнализации выключателей с дистанционным приводом; требований к точности трансформаторов тока; условий селективности действия защитных устройств электрической сети; инструкций по проверке измерительных трансформаторов	проверки заданных уставок защит средней сложности под руководством работника более высокой квалификации; проверки и регулирования при необходимости механических характеристик устройств (люфтов, зазоров, провалов, растворов, прогибов) в лаборатории под руководством работника более высокой квалификации.
--------	--	---	---

ПК.3.2	настраивать простые защиты; настраивать механические узлы устройств РЗА; настраивать электромеханические устройства РЗА; производить расчет защит силового оборудования от всех видов повреждений и аномальных режимов; разбираться в принципах построения схем автоматики.	приводов высоковольтных выключателей и основы дистанционного управления ими; видов повреждений в электротехнических установках электрических сетей; методик наладки и проверки электромеханических реле; схем емкостных делителей напряжения; требований к устройствам сетевой автоматики, их назначение; видов, конструкций, принципов действия, технических характеристик элементов релейной защиты, автоматики, противоаварийной автоматики, средств измерений и систем сигнализации; методов наладки; микропроцессорных устройств РЗА; типов и схем защит силового оборудования и шин; порядка расчета уставок защит; способов синхронизации и самосинхронизации, принципов действия, достоинства и недостатки, области применения автосинхронизаторов; видов, назначения, характеристик и области применения систем возбуждения; мероприятий, предотвращающих снижение частоты; мер безопасности при производстве наладочных работ.	наладки простых защит; чтения принципиальных и монтажных схем.
--------	--	---	---

ПК.3.3	работать с измерительной и испытательной аппаратурой; снимать показания и строить векторные диаграммы в цепях тока и напряжения; составлять программы испытаний устройств релейной защиты и автоматики.	методов и технологий проведения испытаний устройств РЗА; конструкций и принципов действия испытательного оборудования; мер безопасности при производстве испытательных работ.	сборки испытательных схем для проверки, наладки защит средней сложности и устройств автоматики, измерительных трансформаторов, приводов высоковольтных выключателей и испытания изоляции цепей вторичной коммутации; сборки испытательных схем для проверки, наладки защит средней сложности на энергообъектах под руководством работника более высокой квалификации.
ПК.3.4	оформлять акты проверки; оформлять протоколы испытаний	правил оформления документации проверок и испытаний.	оформления документации по результатам проверок и испытаний.

2. Структура и содержание профессионального модуля

2.1. Трудоемкость освоения модуля

Наименование составных частей модуля	Объем в часах	В т.ч. в форме практической подготовки
Теоретические занятия	48	0
Лабораторные и практические занятия	70	0
Курсовая работа (проект)	20	0
Самостоятельная работа	4	0
Практика, в т.ч.:	288	288
учебная	144	144
производственная	144	144
Промежуточная аттестация	18	0

Всего	448	358
-------	-----	-----

2.2. Структура профессионального модуля

Код ОК, ПК	Наименования разделов профессионального модуля	Всего, час.	В т.ч. в форме практической подготовки	Обучение по МДК, в т.ч.:	Теоретические занятия	Лабораторные и практические занятия	Курсовая работа (проект)	Самостоятельная работа	Учебная практика	Производственная практика
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
ОК 01 ОК 02 ОК 03 ОК 04 ОК 09	Раздел 1. Применение средств измерений в энергетике	14	8	2				2		
ОК 01 ОК 02 ОК 03 ОК 04 ОК 09	Раздел 2. Исполнение устройств релейной защиты	80	38	2				2		
ОК 01 ОК 02 ОК 03 ОК 04 ОК 09	Раздел 3. Эксплуатация устройств автоматики электроэнергетических систем	30	10							
ОК 01 ОК 02 ОК 03 ОК 04 ОК 09	Раздел 4. Выполнение наладки устройств релейной защиты и автоматики	24	12							
	Учебная практика	144	144						144	
	Производственная практика	144	144							144
	Промежуточная аттестация	0								
	Всего	436	356		0	0	0	4	144	144

2.3. Содержание профессионального модуля

Наименование разделов и тем	Содержание учебного материала, практических и лабораторных занятия, <i>курсовая работа (проект)</i>	Объем, ак. ч. / в том числе в форме практической подготовки, ак. ч.	Коды компетенций, формированию которых способствует элемент программы
Раздел 1. Применение средств измерений в энергетике (14 ч)		220/150	
МДК.03.01 Основы проверки, наладки и испытаний устройств релейной защиты и автоматики электрических сетей и электростанций		220/150	
Тема 1.1. Приборы учета и контроля	Содержание	8/6	ОК 01 ПК.3.1 ПК.3.2 ОК 02 ПК.3.3 ОК 03 ПК.3.4 ОК 04
	1. Аналоговые электронные измерительные приборы. 2. Устройство и принцип действия электронных вольтметров и амперметров. Правила подключения электронных приборов с симметричным и несимметричным входами. 3. Цифровые электронные измерительные приборы. 4. Принцип действия время-импульсных цифровых приборов, реагирующих на мгновенное и среднее значения измеряемой величины (вольтметры, частотомеры, измерители интервалов времени). 5. Принцип действия и метрологические свойства частотно-импульсных цифровых приборов. 6. Особенности подключения цифровых приборов с симметричным и несимметричным входами. 7. Электронные счетчики электрической энергии. 8. Аналоговый преобразователь активной мощности в постоянное напряжение. Счетчик с аналоговым преобразователем мощности, структурная схема, принцип действия. 9. Структурная схема и принцип действия электронного микропроцессорного счетчика.	4/2	
	В том числе практических и лабораторных занятий	2/2	
	Лабораторное занятие «Поверка электронного счетчика»	1/1	
	Лабораторное занятие «Измерения электрических величин с помощью цифрового мультиметра»	1/1	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся	2/2	
	самостоятельная работа №1	2/2	
Тема 1.2. Электронные осциллографы	Содержание	6/4	ОК 01 ПК.3.1 ПК.3.2 ОК 02 ПК.3.3 ОК 03 ПК.3.4 ОК 04
	1. Процесс формирования временной развертки сигнала на экране осциллографа. 2. Структурная схема и принцип действия аналогового электронного осциллографа. 3. Синхронизация изображения. Измерение по экрану осциллографа.	4/2	
	В том числе практических и лабораторных занятий	2/2	
	Лабораторное занятие «Измерения электрических величин с помощью электронного осциллографа»	2/2	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся	0/0	

Тема 1.3. Методы измерений электрических и магнитных величин	Содержание	8/6	ОК 01 ПК.3.1 ПК.3.2 ОК 02 ПК.3.3 ОК 03 ПК.3.4 ОК 04 ОК 09
	1. Прямые измерения напряжения и силы тока. Методическая погрешность прямых измерений. 2. Компенсационный метод измерения напряжения и силы тока на постоянном токе. Делители напряжения. 3. Компенсационный метод измерения напряжения и силы тока на переменном токе. 4. Правила работы с потенциометром (компенсатором) переменного тока. Классификация сопротивлений. 5. Косвенные методы измерения сопротивлений, индуктивностей и емкостей. 6. Схемы измерения для малых и больших сопротивлений: двух-, трех- и четырехпроводные схемы. 7. Мостовой метод измерения сопротивления, индуктивности и емкости. Четырехплечий мост.	2/1	
	8. Частные случаи измерения сопротивлений (измерение сопротивления заземляющего устройства, измерение сопротивления изоляции кабеля, сопротивления изоляции двухпроводной линии). 9. Схемы измерения активной и реактивной мощности в однофазных и трехфазных сетях. 10. Схемы измерения мощности и энергии с использованием измерительных трансформаторов тока и напряжения. 11. Измерение активной, реактивной, полной мощностей. Измерение коэффициента мощности по схеме двух ваттметров. 12. Понятие о коэффициенте мощности при наличии искажений формы кривой напряжения и (или) тока, а также в трехфазных сетях при несимметрии фазных (линейных) напряжений. 13. Методы измерения активной и реактивной энергии в однофазных и трехфазных цепях.	2/1	
	В том числе практических и лабораторных занятий	2/2	
	Лабораторное занятие «Измерение сопротивления изоляции мегомметром. Измерение сопротивления мостовым методом»	1/1	
	Лабораторное занятие «Измерение мощности в трехфазных цепях»	1/1	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся	2/2	
Тема 1.4. Поверка средств измерений	Содержание	6/4	ОК 01 ПК.3.1 ПК.3.2 ОК 02 ПК.3.3 ОК 03 ПК.3.4 ОК 04 ОК 09
	1. Прямые, косвенные, совокупные измерения. Погрешности измерений. Погрешности средств измерений. Инструментальная и методическая составляющие погрешности измерений. Способы выражения пределов погрешности. 2. Понятие о классе точности и его ограниченность. Основные метрологические характеристики мер, измерительных приборов, измерительных преобразователей, каналов измерительных систем. Характеристики влияния влияющих величин на погрешности средств и результатов измерений. 3. Методы поверки измерительных приборов	4/2	
	В том числе практических и лабораторных занятий	2/2	
	Лабораторное занятие «Поверка щитовых приборов методом сличения»	2/2	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся	0/0	
Тема 2.1. Основные требования, предъявляемые к релейной защите, принципы построения схем релейной защиты	Содержание	8/4	ОК 01 ПК.3.1 ПК.3.2 ОК 02 ПК.3.3 ОК 03 ПК.3.4 ОК 04 ОК 09
	1. Назначение релейной защиты. Требования к современной релейной защите. Основные и резервные релейные защиты. 2. Основные принципы построения схем релейной защиты Виды схем РЗ. Функциональная схема релейной защиты как устройства автоматического управления. Способы графического изображения и позиционного обозначения реле и его элементов в соответствии с действующими стандартами ЕСКД. Измерительная и логическая части устройств релейной защиты. Классификация реле. Необходимость оперативного тока в устройствах РЗА. 3. Измерительные трансформаторы тока и напряжения: назначение, погрешности, схема соединения	6/2	
	В том числе практических и лабораторных занятий	2/2	
	Лабораторное занятие «Исследование схем соединения вторичных обмоток трансформаторов тока и реле»	2/2	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся	0/0	
Тема 2.2. Электромеханические измерительные органы, реагирующие на одну электрическую величину	Содержание	12/8	ОК 01 ПК.3.1 ПК.3.2 ОК 02 ПК.3.3 ОК 03 ПК.3.4 ОК 04
	1. Принципы выполнения и действия электромагнитных реле. Параметры срабатывания, возврата; коэффициент возврата. Способы регулирования параметров. 2. Конструктивные особенности электромагнитных реле тока и напряжения, регулирование параметров. 3. Принцип действия индукционного реле тока с зависимой характеристикой, его конструктивные особенности. Способы регулирования параметров срабатывания. Поляризованные и магнитоэлектрические реле	8/4	
	В том числе практических и лабораторных занятий	4/4	
	Лабораторное занятие «Испытание электромагнитных реле тока и напряжения, индукционного реле тока»	4/4	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся	0/0	

Тема 2.3. Токовые защиты	Содержание	12/8	ОК 01 ПК.3.1 ПК.3.2 ОК 02 ПК.3.3 ОК 03 ПК.3.4 ОК 04 ОК 09
	1. Принципы выполнения и действия максимальной токовой защиты. Схема, назначение элементов схемы. Выбор уставок по току и времени, проверка чувствительности. 2. Максимальная токовая защита с пуском по напряжению. Выбор уставок по току и напряжению. Определение остаточного напряжения в месте установки защиты. Проверка чувствительности по напряжению. Принципиальная схема максимальной токовой защиты на постоянном оперативном токе. 3. Токовая отсечка. Неселективная токовая отсечка. Токовая отсечка с выдержкой времени на электрических линиях с одно- и двухсторонним питанием. 4. Особенности выполнения токовых защит на переменном оперативном токе по схеме дешунтирования отключающих катушек выключателей. Условия выбора уставок. Схема с реле типа РТ-80. Согласование уставок по времени с аналогичными защитами на смежном участке.	4/2	
	5. Максимальные токовые направленные защиты от междуфазных КЗ. со ступенчатой характеристикой выдержки времени. Согласование уставок по току и времени для ступеней защит на участках электрической сети. 6. Особенности релейных защит электрических сетей 0,4 - 35 кВ: Защиты линий при питании защит переменным током от трансформаторов тока. Защиты линий при питании защит выпрямленным оперативным током. 7. Защиты от замыканий на землю в сетях с малым током замыкания на землю. Векторные диаграммы токов и напряжений при однофазном замыкании на землю в электрических сетях с малым током замыкания на землю; требования, предъявляемые к защите. Защита кабельных электрических линий от замыканий на землю, реагирующая на естественный емкостный ток. Устройство и особенности конструкций трансформаторов тока нулевой последовательности. Схема защиты с реле типа РТЗ-51. Принципы работы направленных защит типов ЗЗП-1, УСЗ-2, реагирующих на высшие гармонические составляющие тока.	4/2	
	В том числе практических и лабораторных занятий	4/4	
	Лабораторное занятие «Испытание ступенчатой защиты от междуфазных КЗ»	1/1	
	Лабораторное занятие «Испытание защиты от замыканий на землю с изолированной нейтралью»	1/1	
	Лабораторное занятие «Испытание максимальной токовой защиты с пуском по напряжению»	1/1	
	Практическое занятие «Расчет токовой отсечки на линиях с глухозаземленной нейтралью»	1/1	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся	0/0	

Тема 2.4. Защита линий напряжением 110 кВ и выше	Содержание	14/10	ОК 01 ПК.3.1 ПК.3.2 ОК 02 ПК.3.3 ОК 03 ПК.3.4 ОК 04
	1. Защита от замыканий на землю в электрических сетях с большим током замыкания на землю Векторные диаграммы токов и напряжений при замыканиях на землю в электрических сетях с большим током замыкания на землю. Необходимость отдельной защиты от замыканий на землю в электрических сетях напряжением 110 кВ и выше. Принцип действия направленной ступенчатой токовой защиты нулевой последовательности и ее основные органы. Назначение ступеней защиты и принципы их согласования по току и времени срабатывания. Комплектные устройства токовой защиты нулевой последовательности. Исследование необходимости выполнения ступеней защиты направленными.	1/0	
	2. Расчет токов срабатывания ступеней защиты. Расчетные схемы для определения коэффициентов токораспределения. Проверка чувствительности ступеней защиты. Выбор вида повреждения (однофазное или двухфазное замыкание на землю) для определения тока срабатывания защиты. Особенности расчета защиты от замыканий на землю параллельных электрических линий. Учет взаимной индукции при различных режимах работы параллельных линий. 3. Дифференциальные защиты: Принципы выполнения и действия продольной дифференциальной защиты с циркулирующими токами. Токи небаланса. Требования к трансформаторам тока. Способы снижения нагрузки на трансформаторы тока. Выбор параметров срабатывания, оценка чувствительности. Принципиальная схема защиты ДЗЛ-1. Основные органы защиты, их назначение.	2/0	
	4. Принципы выполнения, действия и виды поперечной дифференциальной токовой защиты двух параллельных электрических линий. Каскадное действие, автоматическая блокировка, "мертвая зона" защиты. Выбор уставок, проверка чувствительности. Оценка и область применения поперечных дифференциальных токовых защит. Поперечная дифференциальная токовая направленная защита параллельных линий 5. Дистанционная защита: Принцип действия дистанционной защиты, ее основные органы и их назначение. Понятие о сопротивлении на зажимах реле. Изображение на комплексной плоскости сопротивлений на зажимах реле в различных режимах. Время срабатывания защиты. Характеристики современных реле сопротивления на комплексной плоскости. Принцип работы направленного и ненаправленного реле сопротивления. Основные элементы реле сопротивления, их назначение. Регулирование уставок на реле. Схемы включения реле сопротивления. Устройство и характеристика реле сопротивления на выпрямленном токе. Ток точной работы.	2/2	
	6. Пусковые органы дистанционной защиты. Выбор формы характеристики. Смещение характеристики в III квадрант комплексной плоскости. Поведение дистанционной защиты при нарушении цепей напряжения. Устройство и принцип работы блокировки при нарушениях цепей напряжения. Поведение дистанционной защиты при качаниях. Способы блокировки защиты при качаниях. Устройство комплекта блокировки. Принципы расчета первичных уставок трехступенчатой дистанционной защиты. Выбор расчетных режимов. Определение коэффициента токораспределения. Проверка чувствительности в основной и резервной зонах проверка чувствительности по току точной работы. Расчет вторичных уставок и выбор отпайки на реле. Устройство, принципиальная схема и работа панели резервных защит типа ЭПЗ-1636-67. Особенности выполнения современных устройств дистанционной защиты типов ЩДЭ-2801 и ШДЭ-2802. Расчет уставок.	2/2	
	7. Высокочастотная защита: Принцип действия дифференциально-фазной высокочастотной защиты, изучение схемы защиты ДФЗ-201 при различных видах КЗ в зоне и вне зоны путем построения диаграмм токов дифференциально-фазной защиты. Канал токов высокой частоты. Основные органы защиты и их назначение. Выбор уставок пусковых органов защиты. Принцип действия направленной защиты с высокочастотной блокировкой. Основные органы защиты и их назначение. Выбор уставок защиты. Современные устройства направленной защиты с высокочастотной блокировкой типа ПДЭ-2801. Дистанционная защита с высокочастотной блокировкой, ускорение действия второй ступени защиты при КЗ в зоне защиты.	1/0	
	В том числе практических и лабораторных занятий	4/4	
	Лабораторное занятие «Проверка работы комплекта продольной дифференциальной защиты линии»	2/2	
	Практическое занятие «Расчет дистанционной защиты линий электропередачи»	2/2	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся	2/2	
	Самостоятельная работа № 2	2/2	

Тема 2.5. Защиты трансформаторов (автотрансформаторов) напряжением 110 кВ и выше	Содержание	12/8	
	1. Виды повреждений и аномальных режимов работы трансформаторов и автотрансформаторов Газовая защита, принцип работы. Устройство наиболее распространенных газовых реле. Особенности газовой защиты на трансформаторах с РПН. Оперативные цепи газовой защиты. Контроль исправности цепей газовой защиты. 2. Принцип действия и конструктивные особенности продольной дифференциальной защиты трансформатора (автотрансформатора). Токи небаланса в реле дифференциальной защиты. Броски тока намагничивания при включении ненагруженного трансформатора (автотрансформатора). Способы отстройки от бросков тока намагничивания и повышенных токов небаланса. Устройство и принцип действия токовых реле с быстронасыщающимися трансформаторами	2/2	
	3. Устройство и принцип действия токовых реле с магнитным торможением. Порядок расчета дифференциальной защиты трехобмоточного трансформатора с реле типа ДЗТ-11 Время-импульсный принцип отстройки от броска тока намагничивания. Реле типа ДЗТ-21. Элементы реле и их назначение. Характеристика реле. Порядок расчета дифференциальной защиты автотрансформатора или трансформатора собственных нужд электростанции с реле типа ДЗТ-21.	4/2	
	4. Максимальная токовая защита с комбинированным пуском по напряжению и без него. Схемы включения элементов защиты, расчет первичных и вторичных уставок. Особенности выполнения защит от сверхтоков внешних КЗ для многообмоточных трансформаторов и автотрансформаторов. Фильтровая токовая защита обратной последовательности. Дистанционная защита. Выполнение и расчёт уставок защиты от перегрузки трансформаторов (автотрансформаторов) с учетом их типов и режима работы. Выполнение защит от сверхтоков нулевой последовательности на повышающих и понижающих трансформаторах. Особенности выполнения защит на автотрансформаторах. Условия выбора уставок. 5. Дуговая защита. Автоматический пуск устройства пожаротушения на трансформаторах и автотрансформаторах. Полная схема защиты трансформатора (автотрансформатора)	2/0	
	В том числе практических и лабораторных занятий	4/4	
	Лабораторное занятие «Проверка работы дифференциальной защиты трансформатора»	2/2	
	Практическое занятие «Расчет дифференциальной защиты понижающего трансформатора»	2/2	
Тема 2.6. Защита генераторов, работающих на сборные шины	В том числе самостоятельная работа обучающихся	0/0	
	Содержание	12/8	
	1. Виды повреждений и аномальных режимов работы синхронных генераторов и компенсаторов. Продольная дифференциальная защита генераторов. Схемы, расчет уставок защит генераторов разной мощности с реле типов РСТ-15, ДЗТ-11/5. Оценка чувствительности. 2. Защита от замыканий между витками одной фазы. Схема, реле защиты, расчет уставок. Защита от замыкания обмотки статора на корпус (землю), реализованная комплектами БРЭ1301-02 и БРЭ1301-03. Принципы выполнения и действия, структурная схема. 3. Защита от сверхтоков КЗ и перегрузок, Токовые защиты с комбинированным пуском по напряжению, токовые защиты обратной последовательности со ступенчатой время - токовой характеристикой. Дистанционная защита. 4. Защита обмотки ротора генератора от замыкания на корпус во второй точке, защита от перегрузки током возбуждения с независимой выдержкой времени. Особенности защиты гидрогенераторов.	8/4	
	В том числе практических и лабораторных занятий	4/4	
	Практическое занятие «Расчет защит генератора, работающего на сборные шины»	4/4	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся	0/0	

Тема 2.7. Защита блоков генератор-трансформатор	Содержание	14/8	
	1. Особенности выполнения защит генераторов и трансформаторов при их работе по схеме блока. Требования к выполнению основных защит на блоках генератор-трансформатор. 2. Дифференциальная защита блока, варианты схем, расчет уставок. Резервная дифференциальная защита блока. Дифференциальная защита ошиновки высокого напряжения. 3. Защита блока от замыканий на землю на генераторном напряжении без зоны нечувствительности. Защита генератора от несимметричных КЗ и перегрузок с помощью токовой защиты обратной последовательности с интегральной время - токовой характеристикой. Основные органы защиты, их назначение. Двухступенчатая максимальная токовая защита нулевой последовательности блока трансформатора.	4/0	
	4. Дистанционная защита от сверхтоков симметричных КЗ. Защита генератора от потери возбуждения. Защита от симметричных перегрузок. 5. Защита ротора генератора от перегрузок током возбуждения с помощью реле с интегральной время - токовой характеристикой. Структурная схема защиты. Защита ротора генератора от замыкания в одной точке цепи возбуждения. Защита блока от повышения напряжения. Принципы выполнения и действия устройства контроля изоляции вводов (КИВ). Особенности выполнения выходных цепей блока.	6/4	
	В том числе практических и лабораторных занятий	4/4	
	Практическое занятие «Чтение полной схемы защиты блока генератор-трансформатор»	4/4	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся	0/0	
Тема 2.8. Защита электродвигателей	Содержание	12/8	
	1. Виды повреждений и аномальных режимов работы электродвигателей. Характеристика пускового тока. Защита асинхронных электродвигателей от междофазных КЗ и перегрузок. Разновидности защит, схемы, выбор уставок. 2. Защита электродвигателей от однофазных замыканий на землю. Защита минимального напряжения. Полная схема защиты и управления асинхронным электродвигателем. Особенности защиты синхронных электродвигателей.	8/4	
	В том числе практических и лабораторных занятий	4/4	
	Защита асинхронного трехфазного двигателя.	4/4	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся	0/0	
Тема 2.9. Защита шин	Содержание	12/8	
	1. Виды повреждений на шинах. Требования к защитах шин. Способы выполнения защиты шин. Принципы выполнения и действия дифференциальной защиты шин. Контроль токовых цепей. Требования к трансформаторам тока для дифференциальной защиты шин. 2. Особенности выполнения дифференциальной защиты шин при фиксированном присоединении элементов. Выбор уставок. Дифференциальная защита магистрали резервного питания. Дифференциальная защита шин с торможением. 3. Неполная дифференциальная защита шин. Схема, назначение ступеней, расчет параметров. Защита в цепях шиносоединительного, обходного и секционного выключателей. Взаимодействие дифференциальной защиты шин со схемами АПВ присоединений.	8/4	
	В том числе практических и лабораторных занятий	4/4	
	Чтение схем защиты шин 110 кВ.	4/4	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся	0/0	
Тема 2.10. Резервирование действия релейной защиты и выключателя	Содержание	8/4	
	1. Необходимость резервирования и его способы. Дальнее резервирование действием последних ступеней ступенчатых защит. Ближнее резервирование отказа защит и выключателей. 2. Принципы выполнения и действия устройства резервирования отказа выключателей (УРОВ). УРОВ на электрических линиях и трансформаторах собственных нужд электростанций. УРОВ в первичной сети высокого напряжения при разных электрических схемах первичных соединений.	6/2	
	В том числе практических и лабораторных занятий	2/2	
	Чтение схем защиты высоковольтных выключателей.	2/2	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся	0/0	

Тема 3.1. Автоматика электроэнергетических систем	Содержание	12/8	
	1. Основные понятия и определения теории автоматического управления. Устройства автоматического управления: назначение, принцип построения структурной схемы, ее основные элементы. 2. Назначение и область применения АПВ. Классификация устройств АПВ. Основные требования к схемам АПВ. Устройство трехфазного АПВ однократного действия. 3. Ускорение действия релейной защиты при АПВ. Выполнение схем АПВ на переменном оперативном токе. Двукратное АПВ: назначение, область применения. Устройство автоматического повторного включения типа АПВ-2П. 4. Трехфазное АПВ на линиях с двусторонним питанием. Несинхронное АПВ (НАПВ). Быстродействующее АПВ (БАПВ). Автоматическое повторное включение с ожиданием синхронизма (АПВОС). Ускоренное трехфазное АПВ (УТАПВ). Однофазное АПВ. АПВ шин.	2/1	
	5. Назначение и область применения АВР. Типы АВР: автоматическое включение резервной линии, секций сборных шин, трансформатора, электродвигателя. Основные требования, предъявляемые к схемам АВР. АВР на подстанциях. 6. Сетевые АВР. Принципы выполнения пусковых органов схем АВР. АВР резервных трансформаторов на блочных тепловых электростанциях. Расчет уставок АВР. 7. Назначение и основные принципы выполнения устройств АЧР. Изменение частоты при возникновении дефицита активной мощности и действия АЧР. Категории АЧР: АЧР1 и АЧР11. Предотвращение ложных отключений потребителей с помощью АЧР при отключении подстанции с синхронными компенсаторами или синхронными электродвигателями и кратковременном снижении частоты.	2/1	
	8. АПВ после АЧР (ЧАПВ). Схемы АЧР и ЧАПВ. Дополнительные мероприятия, предотвращающие снижение частоты: отделение части генераторов электростанции с целью поддержания требуемой частоты в системе собственных нужд, автоматический пуск и загрузка гидрогенераторов при снижении частоты и др. 9. Назначение и классификация устройств противоаварийной автоматики. Понятие о статической и динамической устойчивости параллельной работы энергосистем. Виды повреждений и аномальных режимов работы, вызывающих нарушение устойчивости параллельной работы или развитие аварии. Средства повышения статической и динамической устойчивости.	2/1	
	10. Устройства противоаварийной автоматики (ПА) для предотвращения нарушения устойчивости (АПНУ): структура устройств, схема пусковых органов, устройство автоматической дозировки управляющих воздействий. Исполнительные устройства ПА. 11. Устройство телепередачи аварийных сигналов автоматики (ТСА). Асинхронные режимы в энергосистеме. Изменение электрических параметров в асинхронном режиме. Способы ликвидации асинхронного режима. 12. Принципы выполнения устройств автоматической ликвидации асинхронного режима (АЛАР). Структурная схема, выявительный орган устройства АЛАР, счетчик циклов асинхронного режима. 13. Причины, вызывающие внутренние перенапряжения в энергосистеме. Устройства автоматического ограничения повышения напряжения (АОПН) на линии. Автоматика шунтирующего реактора с искровым промежутком.	2/1	
	В том числе практических и лабораторных занятий	4/4	
	Лабораторное занятие «Испытание устройства трехфазного электрического АПВ однократного действия для линий с односторонним питанием»	1/1	
	Лабораторное занятие «Испытание устройства АВР секционного выключателя»	1/1	
	Лабораторное занятие «Испытание устройств АЧР»	1/1	
	Практическое занятие «Чтение схемы АВР собственных нужд электростанции»	1/1	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся	0/0	
Тема 3.2. Автоматическое включение синхронных генераторов и частей энергетических систем на параллельную работу	Содержание	12/8	
	1. Способы синхронизации. Способ точной синхронизации. Условия включения при точной синхронизации. 2. Автосинхронизаторы с постоянным углом опережения и постоянным временем опережения, принцип их действия, достоинства, недостатки, область применения. Автосинхронизатор типа УБАС. Схемы его узлов, характеристики работы при различных значениях скольжения и разности напряжений. Настройка узлов на требуемое время включения выключателя, на допустимое скольжение и разность напряжений генератора и сети. 3. Автосинхронизатор типа СА-1. Способ самосинхронизации. Условия включения способом самосинхронизации, область применения этого способа. 4. Устройства полуавтоматической самосинхронизации. 5. Способ несинхронного включения частей энергосистемы с использованием устройства АПВ.	8/4	
	В том числе практических и лабораторных занятий	4/4	
	Лабораторное занятие «Испытание устройства для полуавтоматической самосинхронизации синхронного генератора»	2/2	
	Практическое занятие «Чтение схемы полуавтоматической самосинхронизации синхронного генератора»	1/1	
	Практическое занятие «Чтение схемы точной синхронизации синхронного генератора»	1/1	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся	0/0	

Тема 3.3. Устройства автоматического регулирования	Содержание	12/8	
	1. Устройства автоматического регулирования: назначение, принцип построения структурных схем регуляторов «по возмущению» и «по отклонению» регулируемой величины, основные элементы этих схем. Назначение и виды обратных связей в схемах автоматических регуляторов. 2. Требования, предъявляемые к качеству процесса регулирования. Статические и динамические характеристики регуляторов и их звеньев. Усилители в системах автоматического регулирования. 3. Назначение устройств автоматического регулирования напряжения. Допустимые отклонения уровней напряжения. 4. Автоматический регулятор напряжения силовых трансформаторов и автотрансформаторов. Структурная схема АРНТ. Токовая компенсация в измерительном органе устройства. Устройства для автоматического управления батареями конденсаторов.	3/2	
	5. Устройства АРВ - синхронных компенсаторов для регулирования напряжения на шинах подстанции. Регулирование напряжения при помощи регулировочных трансформаторов и линейных регулировочных автотрансформаторов 6. Системы возбуждения генераторов: тиристорное возбуждение и высокочастотное возбуждение. Назначение и виды устройств автоматического регулирования возбуждения. 7. Релейные устройства быстродействующей форсировки возбуждения и расфорсировки. 8. Устройство компаундирования возбуждения генераторов. Явление «порога компаундирования» и способы его устранения. 9. Электромагнитный корректор (ЭМК) напряжения, его основные элементы и характеристики. Виды ЭМК: односистемные согласованные и противовключенные, двухсистемные. 10. Совместное использование устройств компаундирования и электромагнитного корректора напряжения; АРО с компаундированием полным током; АРВ с фазовым компаундированием.	3/2	
	11. Устройство автоматического регулирования и форсировки возбуждения для генераторов возбуждения с высокочастотными возбудителями. Автоматические регуляторы возбуждения сильного действия (АРВ-СД). 12. Использование устройств АРВ генераторов для регулирования напряжения на шинах электростанций. Распределение реактивной мощности между параллельно включенными генераторами. 13. Способы создания статизма при регулировании напряжения. Групповое управление возбуждением генераторов. 14. Микропроцессорный автоматический регулятор возбуждения сильного действия. Микропроцессорная система группового регулирования напряжения.	2/0	
	В том числе практических и лабораторных занятий	4/4	
	Лабораторное занятие «Испытание электромагнитного корректора напряжения»	2/2	
	Практическое занятие «Сравнение схем автоматических регуляторов напряжения трансформатора разных типов»	2/2	
Тема 4.1. Проверка и настройка различных элементов релейной защиты	В том числе самостоятельная работа обучающихся	0/0	
	Содержание	10/8	
	1. Внешний осмотр реле, проверка целостности стекол. Вскрытие и внутренний осмотр реле: проверка качества уплотнений, удаление пыли, металлической стружки, проверка чистоты контактов, исправности изоляционных и антикоррозийных покрытий, качества пек, состояние пружин. 2. Настройка, испытания и регулировка реле. Замер омического сопротивления катушек, проверка и регулировка размеров раствора контактов и их прилегания, проверка и регулировка усилия нажатия контактов, снятие электрических характеристик реле, измерение сопротивления изоляции токоведущих частей относительно основания	6/4	
	В том числе практических и лабораторных занятий	4/4	
	Лабораторное занятие «Наладка промежуточных и указательных реле»	1/1	
	Лабораторное занятие «Наладка реле времени»	1/1	
	Лабораторное занятие «Наладка реле тока»	1/1	
Тема 4.2. Наладка узлов релейной защиты и автоматики	Лабораторное занятие «Наладка реле напряжения»	1/1	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся	0/0	
	Содержание	10/8	
	1. Проверка монтажа панелей, пультов отдельных устройств защиты и автоматики: правильность сборки перемычек в испытательных блоках и подвод заземляющего проводника в трансформаторах тока. Измерение сопротивления изоляции токоведущих частей относительно корпуса панели. Проверка кабельных связей: сверка с проектом маркировки кабелей, сечения и количества жил. Сборка цепей тока и напряжения с учетом полярности обмоток. 2. Комплектные устройства для проверки релейных защит. Проверка токовых цепей. Внесение изменений в монтажные схемы. Меры безопасности при производстве наладочных работ.	6/4	
	В том числе практических и лабораторных занятий	4/4	
	Лабораторное занятие «Сборка схем и наладка узлов релейной защиты и автоматики на стендах»	4/4	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся	0/0	

Тема 4.3. Испытания схем релейной защиты и автоматики	Содержание	10/8	
	Схемы испытаний, составление программ испытаний. Методы и технология проведения испытаний, испытание электрической прочности изоляции вторичных цепей переменным напряжением 1000 В, испытания пониженным напряжением оперативного тока. Изучение испытательных и проверочных устройств. Меры безопасности при производстве испытательных работ.	6/4	
	В том числе практических и лабораторных занятий	4/4	
	Лабораторное занятие «Сборка схемы испытаний»	4/4	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся	0/0	
Тема 4.4. Оформление протоколов проверки и испытаний, отчетов	Содержание	10/8	ОК 01 ПК.3.1 ПК.3.2 ОК 02 ПК.3.3 ОК 03 ПК.3.4 ОК 04 ОК 09
	Правила оформления документации проверок и испытаний	6/4	
	В том числе практических и лабораторных занятий	4/4	
	Практическое занятие «Составление протоколов проверки и испытаний устройств РЗА»	4/4	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся	0/0	
Раздел 2. Исполнение устройств релейной защиты (80 ч)		220/150	
МДК.03.01 Основы проверки, наладки и испытаний устройств релейной защиты и автоматики электрических сетей и электростанций		220/150	
Тема 1.1. Приборы учета и контроля	Содержание	8/6	ОК 01 ПК.3.1 ПК.3.2 ОК 02 ПК.3.3 ОК 03 ПК.3.4 ОК 04
	1. Аналоговые электронные измерительные приборы. 2. Устройство и принцип действия электронных вольтметров и амперметров. Правила подключения электронных приборов с симметричным и несимметричным входами. 3. Цифровые электронные измерительные приборы. 4. Принцип действия время-импульсных цифровых приборов, реагирующих на мгновенное и среднее значения измеряемой величины (вольтметры, частотомеры, измерители интервалов времени). 5. Принцип действия и метрологические свойства частотно-импульсных цифровых приборов. 6. Особенности подключения цифровых приборов с симметричным и несимметричным входами. 7. Электронные счетчики электрической энергии. 8. Аналоговый преобразователь активной мощности в постоянное напряжение. Счетчик с аналоговым преобразователем мощности, структурная схема, принцип действия. 9. Структурная схема и принцип действия электронного микропроцессорного счетчика.	4/2	
	В том числе практических и лабораторных занятий	2/2	
	Лабораторное занятие «Проверка электронного счетчика»	1/1	
	Лабораторное занятие «Измерения электрических величин с помощью цифрового мультиметра»	1/1	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся	2/2	
	самостоятельная работа №1	2/2	
Тема 1.2. Электронные осциллографы	Содержание	6/4	ОК 01 ПК.3.1 ПК.3.2 ОК 02 ПК.3.3 ОК 03 ПК.3.4 ОК 04
	1. Процесс формирования временной развертки сигнала на экране осциллографа. 2. Структурная схема и принцип действия аналогового электронного осциллографа. 3. Синхронизация изображения. Измерение по экрану осциллографа.	4/2	
	В том числе практических и лабораторных занятий	2/2	
	Лабораторное занятие «Измерения электрических величин с помощью электронного осциллографа»	2/2	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся	0/0	

Тема 1.3. Методы измерений электрических и магнитных величин	Содержание	8/6	ОК 01 ПК.3.1 ПК.3.2 ОК 02 ПК.3.3 ОК 03 ПК.3.4 ОК 04 ОК 09
	1. Прямые измерения напряжения и силы тока. Методическая погрешность прямых измерений. 2. Компенсационный метод измерения напряжения и силы тока на постоянном токе. Делители напряжения. 3. Компенсационный метод измерения напряжения и силы тока на переменном токе. 4. Правила работы с потенциометром (компенсатором) переменного тока. Классификация сопротивлений. 5. Косвенные методы измерения сопротивлений, индуктивностей и емкостей. 6. Схемы измерения для малых и больших сопротивлений: двух-, трех- и четырехпроводные схемы. 7. Мостовой метод измерения сопротивления, индуктивности и емкости. Четырехплечий мост.	2/1	
	8. Частные случаи измерения сопротивлений (измерение сопротивления заземляющего устройства, измерение сопротивления изоляции кабеля, сопротивления изоляции двухпроводной линии). 9. Схемы измерения активной и реактивной мощности в однофазных и трехфазных сетях. 10. Схемы измерения мощности и энергии с использованием измерительных трансформаторов тока и напряжения. 11. Измерение активной, реактивной, полной мощностей. Измерение коэффициента мощности по схеме двух ваттметров. 12. Понятие о коэффициенте мощности при наличии искажений формы кривой напряжения и (или) тока, а также в трехфазных сетях при несимметрии фазных (линейных) напряжений. 13. Методы измерения активной и реактивной энергии в однофазных и трехфазных цепях.	2/1	
	В том числе практических и лабораторных занятий	2/2	
	Лабораторное занятие «Измерение сопротивления изоляции мегомметром. Измерение сопротивления мостовым методом»	1/1	
	Лабораторное занятие «Измерение мощности в трехфазных цепях»	1/1	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся	2/2	
Тема 1.4. Поверка средств измерений	Содержание	6/4	ОК 01 ПК.3.1 ПК.3.2 ОК 02 ПК.3.3 ОК 03 ПК.3.4 ОК 04 ОК 09
	1. Прямые, косвенные, совокупные измерения. Погрешности измерений. Погрешности средств измерений. Инструментальная и методическая составляющие погрешности измерений. Способы выражения пределов погрешности. 2. Понятие о классе точности и его ограниченность. Основные метрологические характеристики мер, измерительных приборов, измерительных преобразователей, каналов измерительных систем. Характеристики влияния влияющих величин на погрешности средств и результатов измерений. 3. Методы поверки измерительных приборов	4/2	
	В том числе практических и лабораторных занятий	2/2	
	Лабораторное занятие «Поверка щитовых приборов методом сличения»	2/2	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся	0/0	
Тема 2.1. Основные требования, предъявляемые к релейной защите, принципы построения схем релейной защиты	Содержание	8/4	ОК 01 ПК.3.1 ПК.3.2 ОК 02 ПК.3.3 ОК 03 ПК.3.4 ОК 04 ОК 09
	1. Назначение релейной защиты. Требования к современной релейной защите. Основные и резервные релейные защиты. 2. Основные принципы построения схем релейной защиты Виды схем РЗ. Функциональная схема релейной защиты как устройства автоматического управления. Способы графического изображения и позиционного обозначения реле и его элементов в соответствии с действующими стандартами ЕСКД. Измерительная и логическая части устройств релейной защиты. Классификация реле. Необходимость оперативного тока в устройствах РЗА. 3. Измерительные трансформаторы тока и напряжения: назначение, погрешности, схема соединения	6/2	
	В том числе практических и лабораторных занятий	2/2	
	Лабораторное занятие «Исследование схем соединения вторичных обмоток трансформаторов тока и реле»	2/2	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся	0/0	
Тема 2.2. Электромеханические измерительные органы, реагирующие на одну электрическую величину	Содержание	12/8	ОК 01 ПК.3.1 ПК.3.2 ОК 02 ПК.3.3 ОК 03 ПК.3.4 ОК 04
	1. Принципы выполнения и действия электромагнитных реле. Параметры срабатывания, возврата; коэффициент возврата. Способы регулирования параметров. 2. Конструктивные особенности электромагнитных реле тока и напряжения, регулирование параметров. 3. Принцип действия индукционного реле тока с зависимой характеристикой, его конструктивные особенности. Способы регулирования параметров срабатывания. Поляризованные и магнитоэлектрические реле	8/4	
	В том числе практических и лабораторных занятий	4/4	
	Лабораторное занятие «Испытание электромагнитных реле тока и напряжения, индукционного реле тока»	4/4	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся	0/0	

Тема 2.3. Токовые защиты	Содержание	12/8	ОК 01 ПК.3.1 ПК.3.2 ОК 02 ПК.3.3 ОК 03 ПК.3.4 ОК 04 ОК 09
	1. Принципы выполнения и действия максимальной токовой защиты. Схема, назначение элементов схемы. Выбор уставок по току и времени, проверка чувствительности. 2. Максимальная токовая защита с пуском по напряжению. Выбор уставок по току и напряжению. Определение остаточного напряжения в месте установки защиты. Проверка чувствительности по напряжению. Принципиальная схема максимальной токовой защиты на постоянном оперативном токе. 3. Токовая отсечка. Неселективная токовая отсечка. Токовая отсечка с выдержкой времени на электрических линиях с одно- и двухсторонним питанием. 4. Особенности выполнения токовых защит на переменном оперативном токе по схеме дешунтирования отключающих катушек выключателей. Условия выбора уставок. Схема с реле типа РТ-80. Согласование уставок по времени с аналогичными защитами на смежном участке.	4/2	
	5. Максимальные токовые направленные защиты от междуфазных КЗ. со ступенчатой характеристикой выдержки времени. Согласование уставок по току и времени для ступеней защит на участках электрической сети. 6. Особенности релейных защит электрических сетей 0,4 - 35 кВ: Защиты линий при питании защит переменным током от трансформаторов тока. Защиты линий при питании защит выпрямленным оперативным током. 7. Защиты от замыканий на землю в сетях с малым током замыкания на землю. Векторные диаграммы токов и напряжений при однофазном замыкании на землю в электрических сетях с малым током замыкания на землю; требования, предъявляемые к защите. Защита кабельных электрических линий от замыканий на землю, реагирующая на естественный емкостный ток. Устройство и особенности конструкций трансформаторов тока нулевой последовательности. Схема защиты с реле типа РТЗ-51. Принципы работы направленных защит типов ЗЗП-1, УСЗ-2, реагирующих на высшие гармонические составляющие тока.	4/2	
	В том числе практических и лабораторных занятий	4/4	
	Лабораторное занятие «Испытание ступенчатой защиты от междуфазных КЗ»	1/1	
	Лабораторное занятие «Испытание защиты от замыканий на землю с изолированной нейтралью»	1/1	
	Лабораторное занятие «Испытание максимальной токовой защиты с пуском по напряжению»	1/1	
	Практическое занятие «Расчет токовой отсечки на линиях с глухозаземленной нейтралью»	1/1	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся	0/0	

Тема 2.4. Защита линий напряжением 110 кВ и выше	Содержание	14/10	ОК 01 ПК.3.1 ПК.3.2 ОК 02 ПК.3.3 ОК 03 ПК.3.4 ОК 04
	1. Защита от замыканий на землю в электрических сетях с большим током замыкания на землю Векторные диаграммы токов и напряжений при замыканиях на землю в электрических сетях с большим током замыкания на землю. Необходимость отдельной защиты от замыканий на землю в электрических сетях напряжением 110 кВ и выше. Принцип действия направленной ступенчатой токовой защиты нулевой последовательности и ее основные органы. Назначение ступеней защиты и принципы их согласования по току и времени срабатывания. Комплектные устройства токовой защиты нулевой последовательности. Исследование необходимости выполнения ступеней защиты направленными.	1/0	
	2. Расчет токов срабатывания ступеней защиты. Расчетные схемы для определения коэффициентов токораспределения. Проверка чувствительности ступеней защиты. Выбор вида повреждения (однофазное или двухфазное замыкание на землю) для определения тока срабатывания защиты. Особенности расчета защиты от замыканий на землю параллельных электрических линий. Учет взаимной индукции при различных режимах работы параллельных линий. 3. Дифференциальные защиты: Принципы выполнения и действия продольной дифференциальной защиты с циркулирующими токами. Токи небаланса. Требования к трансформаторам тока. Способы снижения нагрузки на трансформаторы тока. Выбор параметров срабатывания, оценка чувствительности. Принципиальная схема защиты ДЗЛ-1. Основные органы защиты, их назначение.	2/0	
	4. Принципы выполнения, действия и виды поперечной дифференциальной токовой защиты двух параллельных электрических линий. Каскадное действие, автоматическая блокировка, "мертвая зона" защиты. Выбор уставок, проверка чувствительности. Оценка и область применения поперечных дифференциальных токовых защит. Поперечная дифференциальная токовая направленная защита параллельных линий 5. Дистанционная защита: Принцип действия дистанционной защиты, ее основные органы и их назначение. Понятие о сопротивлении на зажимах реле. Изображение на комплексной плоскости сопротивлений на зажимах реле в различных режимах. Время срабатывания защиты. Характеристики современных реле сопротивления на комплексной плоскости. Принцип работы направленного и ненаправленного реле сопротивления. Основные элементы реле сопротивления, их назначение. Регулирование уставок на реле. Схемы включения реле сопротивления. Устройство и характеристика реле сопротивления на выпрямленном токе. Ток точной работы.	2/2	
	6. Пусковые органы дистанционной защиты. Выбор формы характеристики. Смещение характеристики в III квадрант комплексной плоскости. Поведение дистанционной защиты при нарушении цепей напряжения. Устройство и принцип работы блокировки при нарушениях цепей напряжения. Поведение дистанционной защиты при качаниях. Способы блокировки защиты при качаниях. Устройство комплекта блокировки. Принципы расчета первичных уставок трехступенчатой дистанционной защиты. Выбор расчетных режимов. Определение коэффициента токораспределения. Проверка чувствительности в основной и резервной зонах проверка чувствительности по току точной работы. Расчет вторичных уставок и выбор отпайки на реле. Устройство, принципиальная схема и работа панели резервных защит типа ЭПЗ-1636-67. Особенности выполнения современных устройств дистанционной защиты типов ЩДЭ-2801 и ШДЭ-2802. Расчет уставок.	2/2	
	7. Высокочастотная защита: Принцип действия дифференциально-фазной высокочастотной защиты, изучение схемы защиты ДФЗ-201 при различных видах КЗ в зоне и вне зоны путем построения диаграмм токов дифференциально-фазной защиты. Канал токов высокой частоты. Основные органы защиты и их назначение. Выбор уставок пусковых органов защиты. Принцип действия направленной защиты с высокочастотной блокировкой. Основные органы защиты и их назначение. Выбор уставок защиты. Современные устройства направленной защиты с высокочастотной блокировкой типа ПДЭ-2801. Дистанционная защита с высокочастотной блокировкой, ускорение действия второй ступени защиты при КЗ в зоне защиты.	1/0	
	В том числе практических и лабораторных занятий	4/4	
	Лабораторное занятие «Проверка работы комплекта продольной дифференциальной защиты линии»	2/2	
	Практическое занятие «Расчет дистанционной защиты линий электропередачи»	2/2	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся	2/2	
	Самостоятельная работа № 2	2/2	

Тема 2.5. Защиты трансформаторов (автотрансформаторов) напряжением 110 кВ и выше	Содержание	12/8	
	1. Виды повреждений и аномальных режимов работы трансформаторов и автотрансформаторов Газовая защита, принцип работы. Устройство наиболее распространенных газовых реле. Особенности газовой защиты на трансформаторах с РПН. Оперативные цепи газовой защиты. Контроль исправности цепей газовой защиты. 2. Принцип действия и конструктивные особенности продольной дифференциальной защиты трансформатора (автотрансформатора). Токи небаланса в реле дифференциальной защиты. Броски тока намагничивания при включении ненагруженного трансформатора (автотрансформатора). Способы отстройки от бросков тока намагничивания и повышенных токов небаланса. Устройство и принцип действия токовых реле с быстронасыщающимися трансформаторами	2/2	
	3. Устройство и принцип действия токовых реле с магнитным торможением. Порядок расчета дифференциальной защиты трехобмоточного трансформатора с реле типа ДЗТ-11 Время-импульсный принцип отстройки от броска тока намагничивания. Реле типа ДЗТ-21. Элементы реле и их назначение. Характеристика реле. Порядок расчета дифференциальной защиты автотрансформатора или трансформатора собственных нужд электростанции с реле типа ДЗТ-21.	4/2	
	4. Максимальная токовая защита с комбинированным пуском по напряжению и без него. Схемы включения элементов защиты, расчет первичных и вторичных уставок. Особенности выполнения защит от сверхтоков внешних КЗ для многообмоточных трансформаторов и автотрансформаторов. Фильтровая токовая защита обратной последовательности. Дистанционная защита. Выполнение и расчёт уставок защиты от перегрузки трансформаторов (автотрансформаторов) с учетом их типов и режима работы. Выполнение защит от сверхтоков нулевой последовательности на повышающих и понижающих трансформаторах. Особенности выполнения защит на автотрансформаторах. Условия выбора уставок. 5. Дуговая защита. Автоматический пуск устройства пожаротушения на трансформаторах и автотрансформаторах. Полная схема защиты трансформатора (автотрансформатора)	2/0	
	В том числе практических и лабораторных занятий	4/4	
	Лабораторное занятие «Проверка работы дифференциальной защиты трансформатора»	2/2	
	Практическое занятие «Расчет дифференциальной защиты понижающего трансформатора»	2/2	
Тема 2.6. Защита генераторов, работающих на сборные шины	В том числе самостоятельная работа обучающихся	0/0	
	Содержание	12/8	
	1. Виды повреждений и аномальных режимов работы синхронных генераторов и компенсаторов. Продольная дифференциальная защита генераторов. Схемы, расчет уставок защит генераторов разной мощности с реле типов РСТ-15, ДЗТ-11/5. Оценка чувствительности. 2. Защита от замыканий между витками одной фазы. Схема, реле защиты, расчет уставок. Защита от замыкания обмотки статора на корпус (землю), реализованная комплектами БРЭ1301-02 и БРЭ1301-03. Принципы выполнения и действия, структурная схема. 3. Защита от сверхтоков КЗ и перегрузок, Токовые защиты с комбинированным пуском по напряжению, токовые защиты обратной последовательности со ступенчатой время - токовой характеристикой. Дистанционная защита. 4. Защита обмотки ротора генератора от замыкания на корпус во второй точке, защита от перегрузки током возбуждения с независимой выдержкой времени. Особенности защиты гидрогенераторов.	8/4	
	В том числе практических и лабораторных занятий	4/4	
	Практическое занятие «Расчет защит генератора, работающего на сборные шины»	4/4	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся	0/0	

Тема 2.7. Защита блоков генератор-трансформатор	Содержание	14/8	
	1. Особенности выполнения защит генераторов и трансформаторов при их работе по схеме блока. Требования к выполнению основных защит на блоках генератор-трансформатор. 2. Дифференциальная защита блока, варианты схем, расчет уставок. Резервная дифференциальная защита блока. Дифференциальная защита ошиновки высокого напряжения. 3. Защита блока от замыканий на землю на генераторном напряжении без зоны нечувствительности. Защита генератора от несимметричных КЗ и перегрузок с помощью токовой защиты обратной последовательности с интегральной время - токовой характеристикой. Основные органы защиты, их назначение. Двухступенчатая максимальная токовая защита нулевой последовательности блока трансформатора.	4/0	
	4. Дистанционная защита от сверхтоков симметричных КЗ. Защита генератора от потери возбуждения. Защита от симметричных перегрузок. 5. Защита ротора генератора от перегрузок током возбуждения с помощью реле с интегральной время - токовой характеристикой. Структурная схема защиты. Защита ротора генератора от замыкания в одной точке цепи возбуждения. Защита блока от повышения напряжения. Принципы выполнения и действия устройства контроля изоляции вводов (КИВ). Особенности выполнения выходных цепей блока.	6/4	
	В том числе практических и лабораторных занятий	4/4	
	Практическое занятие «Чтение полной схемы защиты блока генератор-трансформатор»	4/4	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся	0/0	
Тема 2.8. Защита электродвигателей	Содержание	12/8	
	1. Виды повреждений и аномальных режимов работы электродвигателей. Характеристика пускового тока. Защита асинхронных электродвигателей от междофазных КЗ и перегрузок. Разновидности защит, схемы, выбор уставок. 2. Защита электродвигателей от однофазных замыканий на землю. Защита минимального напряжения. Полная схема защиты и управления асинхронным электродвигателем. Особенности защиты синхронных электродвигателей.	8/4	
	В том числе практических и лабораторных занятий	4/4	
	Защита асинхронного трехфазного двигателя.	4/4	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся	0/0	
Тема 2.9. Защита шин	Содержание	12/8	
	1. Виды повреждений на шинах. Требования к защитах шин. Способы выполнения защиты шин. Принципы выполнения и действия дифференциальной защиты шин. Контроль токовых цепей. Требования к трансформаторам тока для дифференциальной защиты шин. 2. Особенности выполнения дифференциальной защиты шин при фиксированном присоединении элементов. Выбор уставок. Дифференциальная защита магистрали резервного питания. Дифференциальная защита шин с торможением. 3. Неполная дифференциальная защита шин. Схема, назначение ступеней, расчет параметров. Защита в цепях шиносоединительного, обходного и секционного выключателей. Взаимодействие дифференциальной защиты шин со схемами АПВ присоединений.	8/4	
	В том числе практических и лабораторных занятий	4/4	
	Чтение схем защиты шин 110 кВ.	4/4	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся	0/0	
Тема 2.10. Резервирование действия релейной защиты и выключателя	Содержание	8/4	
	1. Необходимость резервирования и его способы. Дальнее резервирование действием последних ступеней ступенчатых защит. Ближнее резервирование отказа защит и выключателей. 2. Принципы выполнения и действия устройства резервирования отказа выключателей (УРОВ). УРОВ на электрических линиях и трансформаторах собственных нужд электростанций. УРОВ в первичной сети высокого напряжения при разных электрических схемах первичных соединений.	6/2	
	В том числе практических и лабораторных занятий	2/2	
	Чтение схем защиты высоковольтных выключателей.	2/2	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся	0/0	

Тема 3.1. Автоматика электроэнергетических систем	Содержание	12/8	
	1. Основные понятия и определения теории автоматического управления. Устройства автоматического управления: назначение, принцип построения структурной схемы, ее основные элементы. 2. Назначение и область применения АПВ. Классификация устройств АПВ. Основные требования к схемам АПВ. Устройство трехфазного АПВ однократного действия. 3. Ускорение действия релейной защиты при АПВ. Выполнение схем АПВ на переменном оперативном токе. Двукратное АПВ: назначение, область применения. Устройство автоматического повторного включения типа АПВ-2П. 4. Трехфазное АПВ на линиях с двусторонним питанием. Несинхронное АПВ (НАПВ). Быстродействующее АПВ (БАПВ). Автоматическое повторное включение с ожиданием синхронизма (АПВОС). Ускоренное трехфазное АПВ (УТАПВ). Однофазное АПВ. АПВ шин.	2/1	
	5. Назначение и область применения АВР. Типы АВР: автоматическое включение резервной линии, секций сборных шин, трансформатора, электродвигателя. Основные требования, предъявляемые к схемам АВР. АВР на подстанциях. 6. Сетевые АВР. Принципы выполнения пусковых органов схем АВР. АВР резервных трансформаторов на блочных тепловых электростанциях. Расчет уставок АВР. 7. Назначение и основные принципы выполнения устройств АЧР. Изменение частоты при возникновении дефицита активной мощности и действия АЧР. Категории АЧР: АЧР1 и АЧР11. Предотвращение ложных отключений потребителей с помощью АЧР при отключении подстанции с синхронными компенсаторами или синхронными электродвигателями и кратковременном снижении частоты.	2/1	
	8. АПВ после АЧР (ЧАПВ). Схемы АЧР и ЧАПВ. Дополнительные мероприятия, предотвращающие снижение частоты: отделение части генераторов электростанции с целью поддержания требуемой частоты в системе собственных нужд, автоматический пуск и загрузка гидрогенераторов при снижении частоты и др. 9. Назначение и классификация устройств противоаварийной автоматики. Понятие о статической и динамической устойчивости параллельной работы энергосистем. Виды повреждений и аномальных режимов работы, вызывающих нарушение устойчивости параллельной работы или развитие аварии. Средства повышения статической и динамической устойчивости.	2/1	
	10. Устройства противоаварийной автоматики (ПА) для предотвращения нарушения устойчивости (АПНУ): структура устройств, схема пусковых органов, устройство автоматической дозировки управляющих воздействий. Исполнительные устройства ПА. 11. Устройство телепередачи аварийных сигналов автоматики (ТСА). Асинхронные режимы в энергосистеме. Изменение электрических параметров в асинхронном режиме. Способы ликвидации асинхронного режима. 12. Принципы выполнения устройств автоматической ликвидации асинхронного режима (АЛАР). Структурная схема, выявительный орган устройства АЛАР, счетчик циклов асинхронного режима. 13. Причины, вызывающие внутренние перенапряжения в энергосистеме. Устройства автоматического ограничения повышения напряжения (АОПН) на линии. Автоматика шунтирующего реактора с искровым промежуток.	2/1	
	В том числе практических и лабораторных занятий	4/4	
	Лабораторное занятие «Испытание устройства трехфазного электрического АПВ однократного действия для линий с односторонним питанием»	1/1	
	Лабораторное занятие «Испытание устройства АВР секционного выключателя»	1/1	
	Лабораторное занятие «Испытание устройств АЧР»	1/1	
	Практическое занятие «Чтение схемы АВР собственных нужд электростанции»	1/1	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся	0/0	
Тема 3.2. Автоматическое включение синхронных генераторов и частей энергетических систем на параллельную работу	Содержание	12/8	
	1. Способы синхронизации. Способ точной синхронизации. Условия включения при точной синхронизации. 2. Автосинхронизаторы с постоянным углом опережения и постоянным временем опережения, принцип их действия, достоинства, недостатки, область применения. Автосинхронизатор типа УБАС. Схемы его узлов, характеристики работы при различных значениях скольжения и разности напряжений. Настройка узлов на требуемое время включения выключателя, на допустимое скольжение и разность напряжений генератора и сети. 3. Автосинхронизатор типа СА-1. Способ самосинхронизации. Условия включения способом самосинхронизации, область применения этого способа. 4. Устройства полуавтоматической самосинхронизации. 5. Способ несинхронного включения частей энергосистемы с использованием устройства АПВ.	8/4	
	В том числе практических и лабораторных занятий	4/4	
	Лабораторное занятие «Испытание устройства для полуавтоматической самосинхронизации синхронного генератора»	2/2	
	Практическое занятие «Чтение схемы полуавтоматической самосинхронизации синхронного генератора»	1/1	
	Практическое занятие «Чтение схемы точной синхронизации синхронного генератора»	1/1	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся	0/0	

Тема 3.3. Устройства автоматического регулирования	Содержание	12/8	
	1. Устройства автоматического регулирования: назначение, принцип построения структурных схем регуляторов «по возмущению» и «по отклонению» регулируемой величины, основные элементы этих схем. Назначение и виды обратных связей в схемах автоматических регуляторов. 2. Требования, предъявляемые к качеству процесса регулирования. Статические и динамические характеристики регуляторов и их звеньев. Усилители в системах автоматического регулирования. 3. Назначение устройств автоматического регулирования напряжения. Допустимые отклонения уровней напряжения. 4. Автоматический регулятор напряжения силовых трансформаторов и автотрансформаторов. Структурная схема АРНТ. Токовая компенсация в измерительном органе устройства. Устройства для автоматического управления батареями конденсаторов.	3/2	
	5. Устройства АРВ - синхронных компенсаторов для регулирования напряжения на шинах подстанции. Регулирование напряжения при помощи регулировочных трансформаторов и линейных регулировочных автотрансформаторов 6. Системы возбуждения генераторов: тиристорное возбуждение и высокочастотное возбуждение. Назначение и виды устройств автоматического регулирования возбуждения. 7. Релейные устройства быстродействующей форсировки возбуждения и расфорсировки. 8. Устройство компаундирования возбуждения генераторов. Явление «порога компаундирования» и способы его устранения. 9. Электромагнитный корректор (ЭМК) напряжения, его основные элементы и характеристики. Виды ЭМК: односистемные согласованные и противовключенные, двухсистемные. 10. Совместное использование устройств компаундирования и электромагнитного корректора напряжения; АРО с компаундированием полным током; АРВ с фазовым компаундированием.	3/2	
	11. Устройство автоматического регулирования и форсировки возбуждения для генераторов возбуждения с высокочастотными возбудителями. Автоматические регуляторы возбуждения сильного действия (АРВ-СД). 12. Использование устройств АРВ генераторов для регулирования напряжения на шинах электростанций. Распределение реактивной мощности между параллельно включенными генераторами. 13. Способы создания статизма при регулировании напряжения. Групповое управление возбуждением генераторов. 14. Микропроцессорный автоматический регулятор возбуждения сильного действия. Микропроцессорная система группового регулирования напряжения.	2/0	
	В том числе практических и лабораторных занятий	4/4	
	Лабораторное занятие «Испытание электромагнитного корректора напряжения»	2/2	
	Практическое занятие «Сравнение схем автоматических регуляторов напряжения трансформатора разных типов»	2/2	
Тема 4.1. Проверка и настройка различных элементов релейной защиты	В том числе самостоятельная работа обучающихся	0/0	
	Содержание	10/8	
	1. Внешний осмотр реле, проверка целостности стекол. Вскрытие и внутренний осмотр реле: проверка качества уплотнений, удаление пыли, металлической стружки, проверка чистоты контактов, исправности изоляционных и антикоррозийных покрытий, качества пек, состояние пружин. 2. Настройка, испытания и регулировка реле. Замер омического сопротивления катушек, проверка и регулировка размеров раствора контактов и их прилегания, проверка и регулировка усилия нажатия контактов, снятие электрических характеристик реле, измерение сопротивления изоляции токоведущих частей относительно основания	6/4	
	В том числе практических и лабораторных занятий	4/4	
	Лабораторное занятие «Наладка промежуточных и указательных реле»	1/1	
	Лабораторное занятие «Наладка реле времени»	1/1	
	Лабораторное занятие «Наладка реле тока»	1/1	
Тема 4.2. Наладка узлов релейной защиты и автоматики	Лабораторное занятие «Наладка реле напряжения»	1/1	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся	0/0	
	Содержание	10/8	
	1. Проверка монтажа панелей, пультов отдельных устройств защиты и автоматики: правильность сборки перемычек в испытательных блоках и подвод заземляющего проводника в трансформаторах тока. Измерение сопротивления изоляции токоведущих частей относительно корпуса панели. Проверка кабельных связей: сверка с проектом маркировки кабелей, сечения и количества жил. Сборка цепей тока и напряжения с учетом полярности обмоток. 2. Комплектные устройства для проверки релейных защит. Проверка токовых цепей. Внесение изменений в монтажные схемы. Меры безопасности при производстве наладочных работ.	6/4	
	В том числе практических и лабораторных занятий	4/4	
	Лабораторное занятие «Сборка схем и наладка узлов релейной защиты и автоматики на стендах»	4/4	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся	0/0	

Тема 4.3. Испытания схем релейной защиты и автоматики	Содержание	10/8	
	Схемы испытаний, составление программ испытаний. Методы и технология проведения испытаний, испытание электрической прочности изоляции вторичных цепей переменным напряжением 1000 В, испытания пониженным напряжением оперативного тока. Изучение испытательных и проверочных устройств. Меры безопасности при производстве испытательных работ.	6/4	
	В том числе практических и лабораторных занятий	4/4	
	Лабораторное занятие «Сборка схемы испытаний»	4/4	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся	0/0	
Тема 4.4. Оформление протоколов проверки и испытаний, отчетов	Содержание	10/8	ОК 01 ПК.3.1 ПК.3.2 ОК 02 ПК.3.3 ОК 03 ПК.3.4 ОК 04 ОК 09
	Правила оформления документации проверок и испытаний	6/4	
	В том числе практических и лабораторных занятий	4/4	
	Практическое занятие «Составление протоколов проверки и испытаний устройств РЗА»	4/4	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся	0/0	
Раздел 3. Эксплуатация устройств автоматики электроэнергетических систем (30 ч)		220/150	
МДК.03.01 Основы проверки, наладки и испытаний устройств релейной защиты и автоматики электрических сетей и электростанций		220/150	
Тема 1.1. Приборы учета и контроля	Содержание	8/6	ОК 01 ПК.3.1 ПК.3.2 ОК 02 ПК.3.3 ОК 03 ПК.3.4 ОК 04
	1. Аналоговые электронные измерительные приборы. 2. Устройство и принцип действия электронных вольтметров и амперметров. Правила подключения электронных приборов с симметричным и несимметричным входами. 3. Цифровые электронные измерительные приборы. 4. Принцип действия время-импульсных цифровых приборов, реагирующих на мгновенное и среднее значения измеряемой величины (вольтметры, частотомеры, измерители интервалов времени). 5. Принцип действия и метрологические свойства частотно-импульсных цифровых приборов. 6. Особенности подключения цифровых приборов с симметричным и несимметричным входами. 7. Электронные счетчики электрической энергии. 8. Аналоговый преобразователь активной мощности в постоянное напряжение. Счетчик с аналоговым преобразователем мощности, структурная схема, принцип действия. 9. Структурная схема и принцип действия электронного микропроцессорного счетчика.	4/2	
	В том числе практических и лабораторных занятий	2/2	
	Лабораторное занятие «Проверка электронного счетчика»	1/1	
	Лабораторное занятие «Измерения электрических величин с помощью цифрового мультиметра»	1/1	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся	2/2	
	самостоятельная работа №1	2/2	
Тема 1.2. Электронные осциллографы	Содержание	6/4	ОК 01 ПК.3.1 ПК.3.2 ОК 02 ПК.3.3 ОК 03 ПК.3.4 ОК 04
	1. Процесс формирования временной развертки сигнала на экране осциллографа. 2. Структурная схема и принцип действия аналогового электронного осциллографа. 3. Синхронизация изображения. Измерение по экрану осциллографа.	4/2	
	В том числе практических и лабораторных занятий	2/2	
	Лабораторное занятие «Измерения электрических величин с помощью электронного осциллографа»	2/2	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся	0/0	

Тема 1.3. Методы измерений электрических и магнитных величин	Содержание	8/6	ОК 01 ПК.3.1 ПК.3.2 ОК 02 ПК.3.3 ОК 03 ПК.3.4 ОК 04 ОК 09
	1. Прямые измерения напряжения и силы тока. Методическая погрешность прямых измерений. 2. Компенсационный метод измерения напряжения и силы тока на постоянном токе. Делители напряжения. 3. Компенсационный метод измерения напряжения и силы тока на переменном токе. 4. Правила работы с потенциометром (компенсатором) переменного тока. Классификация сопротивлений. 5. Косвенные методы измерения сопротивлений, индуктивностей и емкостей. 6. Схемы измерения для малых и больших сопротивлений: двух-, трех- и четырехпроводные схемы. 7. Мостовой метод измерения сопротивления, индуктивности и емкости. Четырехплечий мост.	2/1	
	8. Частные случаи измерения сопротивлений (измерение сопротивления заземляющего устройства, измерение сопротивления изоляции кабеля, сопротивления изоляции двухпроводной линии). 9. Схемы измерения активной и реактивной мощности в однофазных и трехфазных сетях. 10. Схемы измерения мощности и энергии с использованием измерительных трансформаторов тока и напряжения. 11. Измерение активной, реактивной, полной мощностей. Измерение коэффициента мощности по схеме двух ваттметров. 12. Понятие о коэффициенте мощности при наличии искажений формы кривой напряжения и (или) тока, а также в трехфазных сетях при несимметрии фазных (линейных) напряжений. 13. Методы измерения активной и реактивной энергии в однофазных и трехфазных цепях.	2/1	
	В том числе практических и лабораторных занятий	2/2	
	Лабораторное занятие «Измерение сопротивления изоляции мегомметром. Измерение сопротивления мостовым методом»	1/1	
	Лабораторное занятие «Измерение мощности в трехфазных цепях»	1/1	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся	2/2	
Тема 1.4. Поверка средств измерений	Содержание	6/4	ОК 01 ПК.3.1 ПК.3.2 ОК 02 ПК.3.3 ОК 03 ПК.3.4 ОК 04 ОК 09
	1. Прямые, косвенные, совокупные измерения. Погрешности измерений. Погрешности средств измерений. Инструментальная и методическая составляющие погрешности измерений. Способы выражения пределов погрешности. 2. Понятие о классе точности и его ограниченность. Основные метрологические характеристики мер, измерительных приборов, измерительных преобразователей, каналов измерительных систем. Характеристики влияния влияющих величин на погрешности средств и результатов измерений. 3. Методы поверки измерительных приборов	4/2	
	В том числе практических и лабораторных занятий	2/2	
	Лабораторное занятие «Поверка щитовых приборов методом сличения»	2/2	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся	0/0	
Тема 2.1. Основные требования, предъявляемые к релейной защите, принципы построения схем релейной защиты	Содержание	8/4	ОК 01 ПК.3.1 ПК.3.2 ОК 02 ПК.3.3 ОК 03 ПК.3.4 ОК 04 ОК 09
	1. Назначение релейной защиты. Требования к современной релейной защите. Основные и резервные релейные защиты. 2. Основные принципы построения схем релейной защиты Виды схем РЗ. Функциональная схема релейной защиты как устройства автоматического управления. Способы графического изображения и позиционного обозначения реле и его элементов в соответствии с действующими стандартами ЕСКД. Измерительная и логическая части устройств релейной защиты. Классификация реле. Необходимость оперативного тока в устройствах РЗА. 3. Измерительные трансформаторы тока и напряжения: назначение, погрешности, схема соединения	6/2	
	В том числе практических и лабораторных занятий	2/2	
	Лабораторное занятие «Исследование схем соединения вторичных обмоток трансформаторов тока и реле»	2/2	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся	0/0	
Тема 2.2. Электромеханические измерительные органы, реагирующие на одну электрическую величину	Содержание	12/8	ОК 01 ПК.3.1 ПК.3.2 ОК 02 ПК.3.3 ОК 03 ПК.3.4 ОК 04
	1. Принципы выполнения и действия электромагнитных реле. Параметры срабатывания, возврата; коэффициент возврата. Способы регулирования параметров. 2. Конструктивные особенности электромагнитных реле тока и напряжения, регулирование параметров. 3. Принцип действия индукционного реле тока с зависимой характеристикой, его конструктивные особенности. Способы регулирования параметров срабатывания. Поляризованные и магнитоэлектрические реле	8/4	
	В том числе практических и лабораторных занятий	4/4	
	Лабораторное занятие «Испытание электромагнитных реле тока и напряжения, индукционного реле тока»	4/4	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся	0/0	

Тема 2.3. Токовые защиты	Содержание	12/8	ОК 01 ПК.3.1 ПК.3.2 ОК 02 ПК.3.3 ОК 03 ПК.3.4 ОК 04 ОК 09
	1. Принципы выполнения и действия максимальной токовой защиты. Схема, назначение элементов схемы. Выбор уставок по току и времени, проверка чувствительности. 2. Максимальная токовая защита с пуском по напряжению. Выбор уставок по току и напряжению. Определение остаточного напряжения в месте установки защиты. Проверка чувствительности по напряжению. Принципиальная схема максимальной токовой защиты на постоянном оперативном токе. 3. Токовая отсечка. Неселективная токовая отсечка. Токовая отсечка с выдержкой времени на электрических линиях с одно- и двухсторонним питанием. 4. Особенности выполнения токовых защит на переменном оперативном токе по схеме дешунтирования отключающих катушек выключателей. Условия выбора уставок. Схема с реле типа РТ-80. Согласование уставок по времени с аналогичными защитами на смежном участке.	4/2	
	5. Максимальные токовые направленные защиты от междуфазных КЗ. со ступенчатой характеристикой выдержки времени. Согласование уставок по току и времени для ступеней защит на участках электрической сети. 6. Особенности релейных защит электрических сетей 0,4 - 35 кВ: Защиты линий при питании защит переменным током от трансформаторов тока. Защиты линий при питании защит выпрямленным оперативным током. 7. Защиты от замыканий на землю в сетях с малым током замыкания на землю. Векторные диаграммы токов и напряжений при однофазном замыкании на землю в электрических сетях с малым током замыкания на землю; требования, предъявляемые к защите. Защита кабельных электрических линий от замыканий на землю, реагирующая на естественный емкостный ток. Устройство и особенности конструкций трансформаторов тока нулевой последовательности. Схема защиты с реле типа РТЗ-51. Принципы работы направленных защит типов ЗЗП-1, УСЗ-2, реагирующих на высшие гармонические составляющие тока.	4/2	
	В том числе практических и лабораторных занятий	4/4	
	Лабораторное занятие «Испытание ступенчатой защиты от междуфазных КЗ»	1/1	
	Лабораторное занятие «Испытание защиты от замыканий на землю с изолированной нейтралью»	1/1	
	Лабораторное занятие «Испытание максимальной токовой защиты с пуском по напряжению»	1/1	
	Практическое занятие «Расчет токовой отсечки на линиях с глухозаземленной нейтралью»	1/1	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся	0/0	

Тема 2.4. Защита линий напряжением 110 кВ и выше	Содержание	14/10	ОК 01 ПК.3.1 ПК.3.2 ОК 02 ПК.3.3 ОК 03 ПК.3.4 ОК 04
	1. Защита от замыканий на землю в электрических сетях с большим током замыкания на землю Векторные диаграммы токов и напряжений при замыканиях на землю в электрических сетях с большим током замыкания на землю. Необходимость отдельной защиты от замыканий на землю в электрических сетях напряжением 110 кВ и выше. Принцип действия направленной ступенчатой токовой защиты нулевой последовательности и ее основные органы. Назначение ступеней защиты и принципы их согласования по току и времени срабатывания. Комплектные устройства токовой защиты нулевой последовательности. Исследование необходимости выполнения ступеней защиты направленными.	1/0	
	2. Расчет токов срабатывания ступеней защиты. Расчетные схемы для определения коэффициентов токораспределения. Проверка чувствительности ступеней защиты. Выбор вида повреждения (однофазное или двухфазное замыкание на землю) для определения тока срабатывания защиты. Особенности расчета защиты от замыканий на землю параллельных электрических линий. Учет взаимной индукции при различных режимах работы параллельных линий. 3. Дифференциальные защиты: Принципы выполнения и действия продольной дифференциальной защиты с циркулирующими токами. Токи небаланса. Требования к трансформаторам тока. Способы снижения нагрузки на трансформаторы тока. Выбор параметров срабатывания, оценка чувствительности. Принципиальная схема защиты ДЗЛ-1. Основные органы защиты, их назначение.	2/0	
	4. Принципы выполнения, действия и виды поперечной дифференциальной токовой защиты двух параллельных электрических линий. Каскадное действие, автоматическая блокировка, "мертвая зона" защиты. Выбор уставок, проверка чувствительности. Оценка и область применения поперечных дифференциальных токовых защит. Поперечная дифференциальная токовая направленная защита параллельных линий 5. Дистанционная защита: Принцип действия дистанционной защиты, ее основные органы и их назначение. Понятие о сопротивлении на зажимах реле. Изображение на комплексной плоскости сопротивлений на зажимах реле в различных режимах. Время срабатывания защиты. Характеристики современных реле сопротивления на комплексной плоскости. Принцип работы направленного и ненаправленного реле сопротивления. Основные элементы реле сопротивления, их назначение. Регулирование уставок на реле. Схемы включения реле сопротивления. Устройство и характеристика реле сопротивления на выпрямленном токе. Ток точной работы.	2/2	
	6. Пусковые органы дистанционной защиты. Выбор формы характеристики. Смещение характеристики в III квадрант комплексной плоскости. Поведение дистанционной защиты при нарушении цепей напряжения. Устройство и принцип работы блокировки при нарушениях цепей напряжения. Поведение дистанционной защиты при качаниях. Способы блокировки защиты при качаниях. Устройство комплекта блокировки. Принципы расчета первичных уставок трехступенчатой дистанционной защиты. Выбор расчетных режимов. Определение коэффициента токораспределения. Проверка чувствительности в основной и резервной зонах проверка чувствительности по току точной работы. Расчет вторичных уставок и выбор отпайки на реле. Устройство, принципиальная схема и работа панели резервных защит типа ЭПЗ-1636-67. Особенности выполнения современных устройств дистанционной защиты типов ЩДЭ-2801 и ШДЭ-2802. Расчет уставок.	2/2	
	7. Высокочастотная защита: Принцип действия дифференциально-фазной высокочастотной защиты, изучение схемы защиты ДФЗ-201 при различных видах КЗ в зоне и вне зоны путем построения диаграмм токов дифференциально-фазной защиты. Канал токов высокой частоты. Основные органы защиты и их назначение. Выбор уставок пусковых органов защиты. Принцип действия направленной защиты с высокочастотной блокировкой. Основные органы защиты и их назначение. Выбор уставок защиты. Современные устройства направленной защиты с высокочастотной блокировкой типа ПДЭ-2801. Дистанционная защита с высокочастотной блокировкой, ускорение действия второй ступени защиты при КЗ в зоне защиты.	1/0	
	В том числе практических и лабораторных занятий	4/4	
	Лабораторное занятие «Проверка работы комплекта продольной дифференциальной защиты линии»	2/2	
	Практическое занятие «Расчет дистанционной защиты линий электропередачи»	2/2	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся	2/2	
	Самостоятельная работа № 2	2/2	

Тема 2.5. Защиты трансформаторов (автотрансформаторов) напряжением 110 кВ и выше	Содержание	12/8	
	1. Виды повреждений и аномальных режимов работы трансформаторов и автотрансформаторов Газовая защита, принцип работы. Устройство наиболее распространенных газовых реле. Особенности газовой защиты на трансформаторах с РПН. Оперативные цепи газовой защиты. Контроль исправности цепей газовой защиты. 2. Принцип действия и конструктивные особенности продольной дифференциальной защиты трансформатора (автотрансформатора). Токи небаланса в реле дифференциальной защиты. Броски тока намагничивания при включении ненагруженного трансформатора (автотрансформатора). Способы отстройки от бросков тока намагничивания и повышенных токов небаланса. Устройство и принцип действия токовых реле с быстронасыщающимися трансформаторами	2/2	
	3. Устройство и принцип действия токовых реле с магнитным торможением. Порядок расчета дифференциальной защиты трехобмоточного трансформатора с реле типа ДЗТ-11 Время-импульсный принцип отстройки от броска тока намагничивания. Реле типа ДЗТ-21. Элементы реле и их назначение. Характеристика реле. Порядок расчета дифференциальной защиты автотрансформатора или трансформатора собственных нужд электростанции с реле типа ДЗТ-21.	4/2	
	4. Максимальная токовая защита с комбинированным пуском по напряжению и без него. Схемы включения элементов защиты, расчет первичных и вторичных уставок. Особенности выполнения защит от сверхтоков внешних КЗ для многообмоточных трансформаторов и автотрансформаторов. Фильтровая токовая защита обратной последовательности. Дистанционная защита. Выполнение и расчёт уставок защиты от перегрузки трансформаторов (автотрансформаторов) с учетом их типов и режима работы. Выполнение защит от сверхтоков нулевой последовательности на повышающих и понижающих трансформаторах. Особенности выполнения защит на автотрансформаторах. Условия выбора уставок. 5. Дуговая защита. Автоматический пуск устройства пожаротушения на трансформаторах и автотрансформаторах. Полная схема защиты трансформатора (автотрансформатора)	2/0	
	В том числе практических и лабораторных занятий	4/4	
	Лабораторное занятие «Проверка работы дифференциальной защиты трансформатора»	2/2	
	Практическое занятие «Расчет дифференциальной защиты понижающего трансформатора»	2/2	
Тема 2.6. Защита генераторов, работающих на сборные шины	В том числе самостоятельная работа обучающихся	0/0	
	Содержание	12/8	
	1. Виды повреждений и аномальных режимов работы синхронных генераторов и компенсаторов. Продольная дифференциальная защита генераторов. Схемы, расчет уставок защит генераторов разной мощности с реле типов РСТ-15, ДЗТ-11/5. Оценка чувствительности. 2. Защита от замыканий между витками одной фазы. Схема, реле защиты, расчет уставок. Защита от замыкания обмотки статора на корпус (землю), реализованная комплектами БРЭ1301-02 и БРЭ1301-03. Принципы выполнения и действия, структурная схема. 3. Защита от сверхтоков КЗ и перегрузок, Токовые защиты с комбинированным пуском по напряжению, токовые защиты обратной последовательности со ступенчатой время - токовой характеристикой. Дистанционная защита. 4. Защита обмотки ротора генератора от замыкания на корпус во второй точке, защита от перегрузки током возбуждения с независимой выдержкой времени. Особенности защиты гидрогенераторов.	8/4	
	В том числе практических и лабораторных занятий	4/4	
	Практическое занятие «Расчет защит генератора, работающего на сборные шины»	4/4	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся	0/0	

Тема 2.7. Защита блоков генератор-трансформатор	Содержание	14/8	
	1. Особенности выполнения защит генераторов и трансформаторов при их работе по схеме блока. Требования к выполнению основных защит на блоках генератор-трансформатор. 2. Дифференциальная защита блока, варианты схем, расчет уставок. Резервная дифференциальная защита блока. Дифференциальная защита ошиновки высокого напряжения. 3. Защита блока от замыканий на землю на генераторном напряжении без зоны нечувствительности. Защита генератора от несимметричных КЗ и перегрузок с помощью токовой защиты обратной последовательности с интегральной время - токовой характеристикой. Основные органы защиты, их назначение. Двухступенчатая максимальная токовая защита нулевой последовательности блока трансформатора.	4/0	
	4. Дистанционная защита от сверхтоков симметричных КЗ. Защита генератора от потери возбуждения. Защита от симметричных перегрузок. 5. Защита ротора генератора от перегрузок током возбуждения с помощью реле с интегральной время - токовой характеристикой. Структурная схема защиты. Защита ротора генератора от замыкания в одной точке цепи возбуждения. Защита блока от повышения напряжения. Принципы выполнения и действия устройства контроля изоляции вводов (КИВ). Особенности выполнения выходных цепей блока.	6/4	
	В том числе практических и лабораторных занятий	4/4	
	Практическое занятие «Чтение полной схемы защиты блока генератор-трансформатор»	4/4	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся	0/0	
Тема 2.8. Защита электродвигателей	Содержание	12/8	
	1. Виды повреждений и аномальных режимов работы электродвигателей. Характеристика пускового тока. Защита асинхронных электродвигателей от междофазных КЗ и перегрузок. Разновидности защит, схемы, выбор уставок. 2. Защита электродвигателей от однофазных замыканий на землю. Защита минимального напряжения. Полная схема защиты и управления асинхронным электродвигателем. Особенности защиты синхронных электродвигателей.	8/4	
	В том числе практических и лабораторных занятий	4/4	
	Защита асинхронного трехфазного двигателя.	4/4	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся	0/0	
Тема 2.9. Защита шин	Содержание	12/8	
	1. Виды повреждений на шинах. Требования к защитах шин. Способы выполнения защиты шин. Принципы выполнения и действия дифференциальной защиты шин. Контроль токовых цепей. Требования к трансформаторам тока для дифференциальной защиты шин. 2. Особенности выполнения дифференциальной защиты шин при фиксированном присоединении элементов. Выбор уставок. Дифференциальная защита магистрали резервного питания. Дифференциальная защита шин с торможением. 3. Неполная дифференциальная защита шин. Схема, назначение ступеней, расчет параметров. Защита в цепях шиносоединительного, обходного и секционного выключателей. Взаимодействие дифференциальной защиты шин со схемами АПВ присоединений.	8/4	
	В том числе практических и лабораторных занятий	4/4	
	Чтение схем защиты шин 110 кВ.	4/4	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся	0/0	
Тема 2.10. Резервирование действия релейной защиты и выключателя	Содержание	8/4	
	1. Необходимость резервирования и его способы. Дальнее резервирование действием последних ступеней ступенчатых защит. Ближнее резервирование отказа защит и выключателей. 2. Принципы выполнения и действия устройства резервирования отказа выключателей (УРОВ). УРОВ на электрических линиях и трансформаторах собственных нужд электростанций. УРОВ в первичной сети высокого напряжения при разных электрических схемах первичных соединений.	6/2	
	В том числе практических и лабораторных занятий	2/2	
	Чтение схем защиты высоковольтных выключателей.	2/2	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся	0/0	

Тема 3.1. Автоматика электроэнергетических систем	Содержание	12/8	
	1. Основные понятия и определения теории автоматического управления. Устройства автоматического управления: назначение, принцип построения структурной схемы, ее основные элементы. 2. Назначение и область применения АПВ. Классификация устройств АПВ. Основные требования к схемам АПВ. Устройство трехфазного АПВ однократного действия. 3. Ускорение действия релейной защиты при АПВ. Выполнение схем АПВ на переменном оперативном токе. Двукратное АПВ: назначение, область применения. Устройство автоматического повторного включения типа АПВ-2П. 4. Трехфазное АПВ на линиях с двусторонним питанием. Несинхронное АПВ (НАПВ). Быстродействующее АПВ (БАПВ). Автоматическое повторное включение с ожиданием синхронизма (АПВОС). Ускоренное трехфазное АПВ (УТАПВ). Однофазное АПВ. АПВ шин.	2/1	
	5. Назначение и область применения АВР. Типы АВР: автоматическое включение резервной линии, секций сборных шин, трансформатора, электродвигателя. Основные требования, предъявляемые к схемам АВР. АВР на подстанциях. 6. Сетевые АВР. Принципы выполнения пусковых органов схем АВР. АВР резервных трансформаторов на блочных тепловых электростанциях. Расчет уставок АВР. 7. Назначение и основные принципы выполнения устройств АЧР. Изменение частоты при возникновении дефицита активной мощности и действия АЧР. Категории АЧР: АЧР1 и АЧР11. Предотвращение ложных отключений потребителей с помощью АЧР при отключении подстанции с синхронными компенсаторами или синхронными электродвигателями и кратковременном снижении частоты.	2/1	
	8. АПВ после АЧР (ЧАПВ). Схемы АЧР и ЧАПВ. Дополнительные мероприятия, предотвращающие снижение частоты: отделение части генераторов электростанции с целью поддержания требуемой частоты в системе собственных нужд, автоматический пуск и загрузка гидрогенераторов при снижении частоты и др. 9. Назначение и классификация устройств противоаварийной автоматики. Понятие о статической и динамической устойчивости параллельной работы энергосистем. Виды повреждений и аномальных режимов работы, вызывающих нарушение устойчивости параллельной работы или развитие аварии. Средства повышения статической и динамической устойчивости.	2/1	
	10. Устройства противоаварийной автоматики (ПА) для предотвращения нарушения устойчивости (АПНУ): структура устройств, схема пусковых органов, устройство автоматической дозировки управляющих воздействий. Исполнительные устройства ПА. 11. Устройство телепередачи аварийных сигналов автоматики (ТСА). Асинхронные режимы в энергосистеме. Изменение электрических параметров в асинхронном режиме. Способы ликвидации асинхронного режима. 12. Принципы выполнения устройств автоматической ликвидации асинхронного режима (АЛАР). Структурная схема, выявительный орган устройства АЛАР, счетчик циклов асинхронного режима. 13. Причины, вызывающие внутренние перенапряжения в энергосистеме. Устройства автоматического ограничения повышения напряжения (АОПН) на линии. Автоматика шунтирующего реактора с искровым промежутком.	2/1	
	В том числе практических и лабораторных занятий	4/4	
	Лабораторное занятие «Испытание устройства трехфазного электрического АПВ однократного действия для линий с односторонним питанием»	1/1	
	Лабораторное занятие «Испытание устройства АВР секционного выключателя»	1/1	
	Лабораторное занятие «Испытание устройств АЧР»	1/1	
	Практическое занятие «Чтение схемы АВР собственных нужд электростанции»	1/1	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся	0/0	
Тема 3.2. Автоматическое включение синхронных генераторов и частей энергетических систем на параллельную работу	Содержание	12/8	
	1. Способы синхронизации. Способ точной синхронизации. Условия включения при точной синхронизации. 2. Автосинхронизаторы с постоянным углом опережения и постоянным временем опережения, принцип их действия, достоинства, недостатки, область применения. Автосинхронизатор типа УБАС. Схемы его узлов, характеристики работы при различных значениях скольжения и разности напряжений. Настройка узлов на требуемое время включения выключателя, на допустимое скольжение и разность напряжений генератора и сети. 3. Автосинхронизатор типа СА-1. Способ самосинхронизации. Условия включения способом самосинхронизации, область применения этого способа. 4. Устройства полуавтоматической самосинхронизации. 5. Способ несинхронного включения частей энергосистемы с использованием устройства АПВ.	8/4	
	В том числе практических и лабораторных занятий	4/4	
	Лабораторное занятие «Испытание устройства для полуавтоматической самосинхронизации синхронного генератора»	2/2	
	Практическое занятие «Чтение схемы полуавтоматической самосинхронизации синхронного генератора»	1/1	
	Практическое занятие «Чтение схемы точной синхронизации синхронного генератора»	1/1	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся	0/0	

Тема 3.3. Устройства автоматического регулирования	Содержание	12/8	
	1. Устройства автоматического регулирования: назначение, принцип построения структурных схем регуляторов «по возмущению» и «по отклонению» регулируемой величины, основные элементы этих схем. Назначение и виды обратных связей в схемах автоматических регуляторов. 2. Требования, предъявляемые к качеству процесса регулирования. Статические и динамические характеристики регуляторов и их звеньев. Усилители в системах автоматического регулирования. 3. Назначение устройств автоматического регулирования напряжения. Допустимые отклонения уровней напряжения. 4. Автоматический регулятор напряжения силовых трансформаторов и автотрансформаторов. Структурная схема АРНТ. Токовая компенсация в измерительном органе устройства. Устройства для автоматического управления батареями конденсаторов.	3/2	
	5. Устройства АРВ - синхронных компенсаторов для регулирования напряжения на шинах подстанции. Регулирование напряжения при помощи регулировочных трансформаторов и линейных регулировочных автотрансформаторов 6. Системы возбуждения генераторов: тиристорное возбуждение и высокочастотное возбуждение. Назначение и виды устройств автоматического регулирования возбуждения. 7. Релейные устройства быстродействующей форсировки возбуждения и расфорсировки. 8. Устройство компаундирования возбуждения генераторов. Явление «порога компаундирования» и способы его устранения. 9. Электромагнитный корректор (ЭМК) напряжения, его основные элементы и характеристики. Виды ЭМК: односистемные согласованные и противонастроенные, двухсистемные. 10. Совместное использование устройств компаундирования и электромагнитного корректора напряжения; АРО с компаундированием полным током; АРВ с фазовым компаундированием.	3/2	
	11. Устройство автоматического регулирования и форсировки возбуждения для генераторов возбуждения с высокочастотными возбудителями. Автоматические регуляторы возбуждения сильного действия (АРВ-СД). 12. Использование устройств АРВ генераторов для регулирования напряжения на шинах электростанций. Распределение реактивной мощности между параллельно включенными генераторами. 13. Способы создания статизма при регулировании напряжения. Групповое управление возбуждением генераторов. 14. Микропроцессорный автоматический регулятор возбуждения сильного действия. Микропроцессорная система группового регулирования напряжения.	2/0	
	В том числе практических и лабораторных занятий	4/4	
	Лабораторное занятие «Испытание электромагнитного корректора напряжения»	2/2	
	Практическое занятие «Сравнение схем автоматических регуляторов напряжения трансформатора разных типов»	2/2	
Тема 4.1. Проверка и настройка различных элементов релейной защиты	В том числе самостоятельная работа обучающихся	0/0	
	Содержание	10/8	
	1. Внешний осмотр реле, проверка целостности стекол. Вскрытие и внутренний осмотр реле: проверка качества уплотнений, удаление пыли, металлической стружки, проверка чистоты контактов, исправности изоляционных и антикоррозийных покрытий, качества пек, состояние пружин. 2. Настройка, испытания и регулировка реле. Замер омического сопротивления катушек, проверка и регулировка размеров раствора контактов и их прилегания, проверка и регулировка усилия нажатия контактов, снятие электрических характеристик реле, измерение сопротивления изоляции токоведущих частей относительно основания	6/4	
	В том числе практических и лабораторных занятий	4/4	
	Лабораторное занятие «Наладка промежуточных и указательных реле»	1/1	
	Лабораторное занятие «Наладка реле времени»	1/1	
	Лабораторное занятие «Наладка реле тока»	1/1	
Тема 4.2. Наладка узлов релейной защиты и автоматики	Лабораторное занятие «Наладка реле напряжения»	1/1	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся	0/0	
	Содержание	10/8	
	1. Проверка монтажа панелей, пультов отдельных устройств защиты и автоматики: правильность сборки перемычек в испытательных блоках и подвод заземляющего проводника в трансформаторах тока. Измерение сопротивления изоляции токоведущих частей относительно корпуса панели. Проверка кабельных связей: сверка с проектом маркировки кабелей, сечения и количества жил. Сборка цепей тока и напряжения с учетом полярности обмоток. 2. Комплектные устройства для проверки релейных защит. Проверка токовых цепей. Внесение изменений в монтажные схемы. Меры безопасности при производстве наладочных работ.	6/4	
	В том числе практических и лабораторных занятий	4/4	
	Лабораторное занятие «Сборка схем и наладка узлов релейной защиты и автоматики на стендах»	4/4	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся	0/0	

Тема 4.3. Испытания схем релейной защиты и автоматики	Содержание	10/8	
	Схемы испытаний, составление программ испытаний. Методы и технология проведения испытаний, испытание электрической прочности изоляции вторичных цепей переменным напряжением 1000 В, испытания пониженным напряжением оперативного тока. Изучение испытательных и проверочных устройств. Меры безопасности при производстве испытательных работ.	6/4	
	В том числе практических и лабораторных занятий	4/4	
	Лабораторное занятие «Сборка схемы испытаний»	4/4	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся	0/0	
Тема 4.4. Оформление протоколов проверки и испытаний, отчетов	Содержание	10/8	ОК 01 ПК.3.1 ПК.3.2 ОК 02 ПК.3.3 ОК 03 ПК.3.4 ОК 04 ОК 09
	Правила оформления документации проверок и испытаний	6/4	
	В том числе практических и лабораторных занятий	4/4	
	Практическое занятие «Составление протоколов проверки и испытаний устройств РЗА»	4/4	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся	0/0	
Раздел 4. Выполнение наладки устройств релейной защиты и автоматики (24 ч)		220/150	
МДК.03.01 Основы проверки, наладки и испытаний устройств релейной защиты и автоматики электрических сетей и электростанций		220/150	
Тема 1.1. Приборы учета и контроля	Содержание	8/6	ОК 01 ПК.3.1 ПК.3.2 ОК 02 ПК.3.3 ОК 03 ПК.3.4 ОК 04
	1. Аналоговые электронные измерительные приборы. 2. Устройство и принцип действия электронных вольтметров и амперметров. Правила подключения электронных приборов с симметричным и несимметричным входами. 3. Цифровые электронные измерительные приборы. 4. Принцип действия время-импульсных цифровых приборов, реагирующих на мгновенное и среднее значения измеряемой величины (вольтметры, частотомеры, измерители интервалов времени). 5. Принцип действия и метрологические свойства частотно-импульсных цифровых приборов. 6. Особенности подключения цифровых приборов с симметричным и несимметричным входами. 7. Электронные счетчики электрической энергии. 8. Аналоговый преобразователь активной мощности в постоянное напряжение. Счетчик с аналоговым преобразователем мощности, структурная схема, принцип действия. 9. Структурная схема и принцип действия электронного микропроцессорного счетчика.	4/2	
	В том числе практических и лабораторных занятий	2/2	
	Лабораторное занятие «Проверка электронного счетчика»	1/1	
	Лабораторное занятие «Измерения электрических величин с помощью цифрового мультиметра»	1/1	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся	2/2	
	самостоятельная работа №1	2/2	
Тема 1.2. Электронные осциллографы	Содержание	6/4	ОК 01 ПК.3.1 ПК.3.2 ОК 02 ПК.3.3 ОК 03 ПК.3.4 ОК 04
	1. Процесс формирования временной развертки сигнала на экране осциллографа. 2. Структурная схема и принцип действия аналогового электронного осциллографа. 3. Синхронизация изображения. Измерение по экрану осциллографа.	4/2	
	В том числе практических и лабораторных занятий	2/2	
	Лабораторное занятие «Измерения электрических величин с помощью электронного осциллографа»	2/2	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся	0/0	

Тема 1.3. Методы измерений электрических и магнитных величин	Содержание	8/6	ОК 01 ПК.3.1 ПК.3.2 ОК 02 ПК.3.3 ОК 03 ПК.3.4 ОК 04 ОК 09
	1. Прямые измерения напряжения и силы тока. Методическая погрешность прямых измерений. 2. Компенсационный метод измерения напряжения и силы тока на постоянном токе. Делители напряжения. 3. Компенсационный метод измерения напряжения и силы тока на переменном токе. 4. Правила работы с потенциометром (компенсатором) переменного тока. Классификация сопротивлений. 5. Косвенные методы измерения сопротивлений, индуктивностей и емкостей. 6. Схемы измерения для малых и больших сопротивлений: двух-, трех- и четырехпроводные схемы. 7. Мостовой метод измерения сопротивления, индуктивности и емкости. Четырехплечий мост.	2/1	
	8. Частные случаи измерения сопротивлений (измерение сопротивления заземляющего устройства, измерение сопротивления изоляции кабеля, сопротивления изоляции двухпроводной линии). 9. Схемы измерения активной и реактивной мощности в однофазных и трехфазных сетях. 10. Схемы измерения мощности и энергии с использованием измерительных трансформаторов тока и напряжения. 11. Измерение активной, реактивной, полной мощностей. Измерение коэффициента мощности по схеме двух ваттметров. 12. Понятие о коэффициенте мощности при наличии искажений формы кривой напряжения и (или) тока, а также в трехфазных сетях при несимметрии фазных (линейных) напряжений. 13. Методы измерения активной и реактивной энергии в однофазных и трехфазных цепях.	2/1	
	В том числе практических и лабораторных занятий	2/2	
	Лабораторное занятие «Измерение сопротивления изоляции мегомметром. Измерение сопротивления мостовым методом»	1/1	
	Лабораторное занятие «Измерение мощности в трехфазных цепях»	1/1	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся	2/2	
Тема 1.4. Поверка средств измерений	Содержание	6/4	ОК 01 ПК.3.1 ПК.3.2 ОК 02 ПК.3.3 ОК 03 ПК.3.4 ОК 04 ОК 09
	1. Прямые, косвенные, совокупные измерения. Погрешности измерений. Погрешности средств измерений. Инструментальная и методическая составляющие погрешности измерений. Способы выражения пределов погрешности. 2. Понятие о классе точности и его ограниченность. Основные метрологические характеристики мер, измерительных приборов, измерительных преобразователей, каналов измерительных систем. Характеристики влияния влияющих величин на погрешности средств и результатов измерений. 3. Методы поверки измерительных приборов	4/2	
	В том числе практических и лабораторных занятий	2/2	
	Лабораторное занятие «Поверка щитовых приборов методом сличения»	2/2	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся	0/0	
Тема 2.1. Основные требования, предъявляемые к релейной защите, принципы построения схем релейной защиты	Содержание	8/4	ОК 01 ПК.3.1 ПК.3.2 ОК 02 ПК.3.3 ОК 03 ПК.3.4 ОК 04 ОК 09
	1. Назначение релейной защиты. Требования к современной релейной защите. Основные и резервные релейные защиты. 2. Основные принципы построения схем релейной защиты Виды схем РЗ. Функциональная схема релейной защиты как устройства автоматического управления. Способы графического изображения и позиционного обозначения реле и его элементов в соответствии с действующими стандартами ЕСКД. Измерительная и логическая части устройств релейной защиты. Классификация реле. Необходимость оперативного тока в устройствах РЗА. 3. Измерительные трансформаторы тока и напряжения: назначение, погрешности, схема соединения	6/2	
	В том числе практических и лабораторных занятий	2/2	
	Лабораторное занятие «Исследование схем соединения вторичных обмоток трансформаторов тока и реле»	2/2	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся	0/0	
Тема 2.2. Электромеханические измерительные органы, реагирующие на одну электрическую величину	Содержание	12/8	ОК 01 ПК.3.1 ПК.3.2 ОК 02 ПК.3.3 ОК 03 ПК.3.4 ОК 04
	1. Принципы выполнения и действия электромагнитных реле. Параметры срабатывания, возврата; коэффициент возврата. Способы регулирования параметров. 2. Конструктивные особенности электромагнитных реле тока и напряжения, регулирование параметров. 3. Принцип действия индукционного реле тока с зависимой характеристикой, его конструктивные особенности. Способы регулирования параметров срабатывания. Поляризованные и магнитоэлектрические реле	8/4	
	В том числе практических и лабораторных занятий	4/4	
	Лабораторное занятие «Испытание электромагнитных реле тока и напряжения, индукционного реле тока»	4/4	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся	0/0	

Тема 2.3. Токовые защиты	Содержание	12/8	ОК 01 ПК.3.1 ПК.3.2 ОК 02 ПК.3.3 ОК 03 ПК.3.4 ОК 04 ОК 09
	1. Принципы выполнения и действия максимальной токовой защиты. Схема, назначение элементов схемы. Выбор уставок по току и времени, проверка чувствительности. 2. Максимальная токовая защита с пуском по напряжению. Выбор уставок по току и напряжению. Определение остаточного напряжения в месте установки защиты. Проверка чувствительности по напряжению. Принципиальная схема максимальной токовой защиты на постоянном оперативном токе. 3. Токовая отсечка. Неселективная токовая отсечка. Токовая отсечка с выдержкой времени на электрических линиях с одно- и двухсторонним питанием. 4. Особенности выполнения токовых защит на переменном оперативном токе по схеме дешунтирования отключающих катушек выключателей. Условия выбора уставок. Схема с реле типа РТ-80. Согласование уставок по времени с аналогичными защитами на смежном участке.	4/2	
	5. Максимальные токовые направленные защиты от междуфазных КЗ. со ступенчатой характеристикой выдержки времени. Согласование уставок по току и времени для ступеней защит на участках электрической сети. 6. Особенности релейных защит электрических сетей 0,4 - 35 кВ: Защиты линий при питании защит переменным током от трансформаторов тока. Защиты линий при питании защит выпрямленным оперативным током. 7. Защиты от замыканий на землю в сетях с малым током замыкания на землю. Векторные диаграммы токов и напряжений при однофазном замыкании на землю в электрических сетях с малым током замыкания на землю; требования, предъявляемые к защите. Защита кабельных электрических линий от замыканий на землю, реагирующая на естественный емкостный ток. Устройство и особенности конструкций трансформаторов тока нулевой последовательности. Схема защиты с реле типа РТЗ-51. Принципы работы направленных защит типов ЗЗП-1, УСЗ-2, реагирующих на высшие гармонические составляющие тока.	4/2	
	В том числе практических и лабораторных занятий	4/4	
	Лабораторное занятие «Испытание ступенчатой защиты от междуфазных КЗ»	1/1	
	Лабораторное занятие «Испытание защиты от замыканий на землю с изолированной нейтралью»	1/1	
	Лабораторное занятие «Испытание максимальной токовой защиты с пуском по напряжению»	1/1	
	Практическое занятие «Расчет токовой отсечки на линиях с глухозаземленной нейтралью»	1/1	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся	0/0	

Тема 2.4. Защита линий напряжением 110 кВ и выше	Содержание	14/10	ОК 01 ПК.3.1 ПК.3.2 ОК 02 ПК.3.3 ОК 03 ПК.3.4 ОК 04
	1. Защита от замыканий на землю в электрических сетях с большим током замыкания на землю Векторные диаграммы токов и напряжений при замыканиях на землю в электрических сетях с большим током замыкания на землю. Необходимость отдельной защиты от замыканий на землю в электрических сетях напряжением 110 кВ и выше. Принцип действия направленной ступенчатой токовой защиты нулевой последовательности и ее основные органы. Назначение ступеней защиты и принципы их согласования по току и времени срабатывания. Комплектные устройства токовой защиты нулевой последовательности. Исследование необходимости выполнения ступеней защиты направленными.	1/0	
	2. Расчет токов срабатывания ступеней защиты. Расчетные схемы для определения коэффициентов токораспределения. Проверка чувствительности ступеней защиты. Выбор вида повреждения (однофазное или двухфазное замыкание на землю) для определения тока срабатывания защиты. Особенности расчета защиты от замыканий на землю параллельных электрических линий. Учет взаимной индукции при различных режимах работы параллельных линий. 3. Дифференциальные защиты: Принципы выполнения и действия продольной дифференциальной защиты с циркулирующими токами. Токи небаланса. Требования к трансформаторам тока. Способы снижения нагрузки на трансформаторы тока. Выбор параметров срабатывания, оценка чувствительности. Принципиальная схема защиты ДЗЛ-1. Основные органы защиты, их назначение.	2/0	
	4. Принципы выполнения, действия и виды поперечной дифференциальной токовой защиты двух параллельных электрических линий. Каскадное действие, автоматическая блокировка, "мертвая зона" защиты. Выбор уставок, проверка чувствительности. Оценка и область применения поперечных дифференциальных токовых защит. Поперечная дифференциальная токовая направленная защита параллельных линий 5. Дистанционная защита: Принцип действия дистанционной защиты, ее основные органы и их назначение. Понятие о сопротивлении на зажимах реле. Изображение на комплексной плоскости сопротивлений на зажимах реле в различных режимах. Время срабатывания защиты. Характеристики современных реле сопротивления на комплексной плоскости. Принцип работы направленного и ненаправленного реле сопротивления. Основные элементы реле сопротивления, их назначение. Регулирование уставок на реле. Схемы включения реле сопротивления. Устройство и характеристика реле сопротивления на выпрямленном токе. Ток точной работы.	2/2	
	6. Пусковые органы дистанционной защиты. Выбор формы характеристики. Смещение характеристики в III квадрант комплексной плоскости. Поведение дистанционной защиты при нарушении цепей напряжения. Устройство и принцип работы блокировки при нарушениях цепей напряжения. Поведение дистанционной защиты при качаниях. Способы блокировки защиты при качаниях. Устройство комплекта блокировки. Принципы расчета первичных уставок трехступенчатой дистанционной защиты. Выбор расчетных режимов. Определение коэффициента токораспределения. Проверка чувствительности в основной и резервной зонах проверка чувствительности по току точной работы. Расчет вторичных уставок и выбор отпайки на реле. Устройство, принципиальная схема и работа панели резервных защит типа ЭПЗ-1636-67. Особенности выполнения современных устройств дистанционной защиты типов ЩДЭ-2801 и ШДЭ-2802. Расчет уставок.	2/2	
	7. Высокочастотная защита: Принцип действия дифференциально-фазной высокочастотной защиты, изучение схемы защиты ДФЗ-201 при различных видах КЗ в зоне и вне зоны путем построения диаграмм токов дифференциально-фазной защиты. Канал токов высокой частоты. Основные органы защиты и их назначение. Выбор уставок пусковых органов защиты. Принцип действия направленной защиты с высокочастотной блокировкой. Основные органы защиты и их назначение. Выбор уставок защиты. Современные устройства направленной защиты с высокочастотной блокировкой типа ПДЭ-2801. Дистанционная защита с высокочастотной блокировкой, ускорение действия второй ступени защиты при КЗ в зоне защиты.	1/0	
	В том числе практических и лабораторных занятий	4/4	
	Лабораторное занятие «Проверка работы комплекта продольной дифференциальной защиты линии»	2/2	
	Практическое занятие «Расчет дистанционной защиты линий электропередачи»	2/2	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся	2/2	
	Самостоятельная работа № 2	2/2	

Тема 2.5. Защиты трансформаторов (автотрансформаторов) напряжением 110 кВ и выше	Содержание	12/8	
	1. Виды повреждений и аномальных режимов работы трансформаторов и автотрансформаторов Газовая защита, принцип работы. Устройство наиболее распространенных газовых реле. Особенности газовой защиты на трансформаторах с РПН. Оперативные цепи газовой защиты. Контроль исправности цепей газовой защиты. 2. Принцип действия и конструктивные особенности продольной дифференциальной защиты трансформатора (автотрансформатора). Токи небаланса в реле дифференциальной защиты. Броски тока намагничивания при включении ненагруженного трансформатора (автотрансформатора). Способы отстройки от бросков тока намагничивания и повышенных токов небаланса. Устройство и принцип действия токовых реле с быстронасыщающимися трансформаторами	2/2	
	3. Устройство и принцип действия токовых реле с магнитным торможением. Порядок расчета дифференциальной защиты трехобмоточного трансформатора с реле типа ДЗТ-11 Время-импульсный принцип отстройки от броска тока намагничивания. Реле типа ДЗТ-21. Элементы реле и их назначение. Характеристика реле. Порядок расчета дифференциальной защиты автотрансформатора или трансформатора собственных нужд электростанции с реле типа ДЗТ-21.	4/2	
	4. Максимальная токовая защита с комбинированным пуском по напряжению и без него. Схемы включения элементов защиты, расчет первичных и вторичных уставок. Особенности выполнения защит от сверхтоков внешних КЗ для многообмоточных трансформаторов и автотрансформаторов. Фильтровая токовая защита обратной последовательности. Дистанционная защита. Выполнение и расчёт уставок защиты от перегрузки трансформаторов (автотрансформаторов) с учетом их типов и режима работы. Выполнение защит от сверхтоков нулевой последовательности на повышающих и понижающих трансформаторах. Особенности выполнения защит на автотрансформаторах. Условия выбора уставок. 5. Дуговая защита. Автоматический пуск устройства пожаротушения на трансформаторах и автотрансформаторах. Полная схема защиты трансформатора (автотрансформатора)	2/0	
	В том числе практических и лабораторных занятий	4/4	
	Лабораторное занятие «Проверка работы дифференциальной защиты трансформатора»	2/2	
	Практическое занятие «Расчет дифференциальной защиты понижающего трансформатора»	2/2	
Тема 2.6. Защита генераторов, работающих на сборные шины	В том числе самостоятельная работа обучающихся	0/0	
	Содержание	12/8	
	1. Виды повреждений и аномальных режимов работы синхронных генераторов и компенсаторов. Продольная дифференциальная защита генераторов. Схемы, расчет уставок защит генераторов разной мощности с реле типов РСТ-15, ДЗТ-11/5. Оценка чувствительности. 2. Защита от замыканий между витками одной фазы. Схема, реле защиты, расчет уставок. Защита от замыкания обмотки статора на корпус (землю), реализованная комплектами БРЭ1301-02 и БРЭ1301-03. Принципы выполнения и действия, структурная схема. 3. Защита от сверхтоков КЗ и перегрузок, Токовые защиты с комбинированным пуском по напряжению, токовые защиты обратной последовательности со ступенчатой время - токовой характеристикой. Дистанционная защита. 4. Защита обмотки ротора генератора от замыкания на корпус во второй точке, защита от перегрузки током возбуждения с независимой выдержкой времени. Особенности защиты гидрогенераторов.	8/4	
	В том числе практических и лабораторных занятий	4/4	
	Практическое занятие «Расчет защит генератора, работающего на сборные шины»	4/4	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся	0/0	

Тема 2.7. Защита блоков генератор-трансформатор	Содержание	14/8	
	1. Особенности выполнения защит генераторов и трансформаторов при их работе по схеме блока. Требования к выполнению основных защит на блоках генератор-трансформатор. 2. Дифференциальная защита блока, варианты схем, расчет уставок. Резервная дифференциальная защита блока. Дифференциальная защита ошиновки высокого напряжения. 3. Защита блока от замыканий на землю на генераторном напряжении без зоны нечувствительности. Защита генератора от несимметричных КЗ и перегрузок с помощью токовой защиты обратной последовательности с интегральной время - токовой характеристикой. Основные органы защиты, их назначение. Двухступенчатая максимальная токовая защита нулевой последовательности блока трансформатора.	4/0	
	4. Дистанционная защита от сверхтоков симметричных КЗ. Защита генератора от потери возбуждения. Защита от симметричных перегрузок. 5. Защита ротора генератора от перегрузок током возбуждения с помощью реле с интегральной время - токовой характеристикой. Структурная схема защиты. Защита ротора генератора от замыкания в одной точке цепи возбуждения. Защита блока от повышения напряжения. Принципы выполнения и действия устройства контроля изоляции вводов (КИВ). Особенности выполнения выходных цепей блока.	6/4	
	В том числе практических и лабораторных занятий	4/4	
	Практическое занятие «Чтение полной схемы защиты блока генератор-трансформатор»	4/4	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся	0/0	
Тема 2.8. Защита электродвигателей	Содержание	12/8	
	1. Виды повреждений и аномальных режимов работы электродвигателей. Характеристика пускового тока. Защита асинхронных электродвигателей от межфазных КЗ и перегрузок. Разновидности защит, схемы, выбор уставок. 2. Защита электродвигателей от однофазных замыканий на землю. Защита минимального напряжения. Полная схема защиты и управления асинхронным электродвигателем. Особенности защиты синхронных электродвигателей.	8/4	
	В том числе практических и лабораторных занятий	4/4	
	Защита асинхронного трехфазного двигателя.	4/4	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся	0/0	
Тема 2.9. Защита шин	Содержание	12/8	
	1. Виды повреждений на шинах. Требования к защитах шин. Способы выполнения защиты шин. Принципы выполнения и действия дифференциальной защиты шин. Контроль токовых цепей. Требования к трансформаторам тока для дифференциальной защиты шин. 2. Особенности выполнения дифференциальной защиты шин при фиксированном присоединении элементов. Выбор уставок. Дифференциальная защита магистрали резервного питания. Дифференциальная защита шин с торможением. 3. Неполная дифференциальная защита шин. Схема, назначение ступеней, расчет параметров. Защита в цепях шиносоединительного, обходного и секционного выключателей. Взаимодействие дифференциальной защиты шин со схемами АПВ присоединений.	8/4	
	В том числе практических и лабораторных занятий	4/4	
	Чтение схем защиты шин 110 кВ.	4/4	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся	0/0	
Тема 2.10. Резервирование действия релейной защиты и выключателя	Содержание	8/4	
	1. Необходимость резервирования и его способы. Дальнее резервирование действием последних ступеней ступенчатых защит. Ближнее резервирование отказа защит и выключателей. 2. Принципы выполнения и действия устройства резервирования отказа выключателей (УРОВ). УРОВ на электрических линиях и трансформаторах собственных нужд электростанций. УРОВ в первичной сети высокого напряжения при разных электрических схемах первичных соединений.	6/2	
	В том числе практических и лабораторных занятий	2/2	
	Чтение схем защиты высоковольтных выключателей.	2/2	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся	0/0	

Тема 3.1. Автоматика электроэнергетических систем	Содержание	12/8	
	1. Основные понятия и определения теории автоматического управления. Устройства автоматического управления: назначение, принцип построения структурной схемы, ее основные элементы. 2. Назначение и область применения АПВ. Классификация устройств АПВ. Основные требования к схемам АПВ. Устройство трехфазного АПВ однократного действия. 3. Ускорение действия релейной защиты при АПВ. Выполнение схем АПВ на переменном оперативном токе. Двукратное АПВ: назначение, область применения. Устройство автоматического повторного включения типа АПВ-2П. 4. Трехфазное АПВ на линиях с двусторонним питанием. Несинхронное АПВ (НАПВ). Быстродействующее АПВ (БАПВ). Автоматическое повторное включение с ожиданием синхронизма (АПВОС). Ускоренное трехфазное АПВ (УТАПВ). Однофазное АПВ. АПВ шин.	2/1	
	5. Назначение и область применения АВР. Типы АВР: автоматическое включение резервной линии, секций сборных шин, трансформатора, электродвигателя. Основные требования, предъявляемые к схемам АВР. АВР на подстанциях. 6. Сетевые АВР. Принципы выполнения пусковых органов схем АВР. АВР резервных трансформаторов на блочных тепловых электростанциях. Расчет уставок АВР. 7. Назначение и основные принципы выполнения устройств АЧР. Изменение частоты при возникновении дефицита активной мощности и действия АЧР. Категории АЧР: АЧР1 и АЧР11. Предотвращение ложных отключений потребителей с помощью АЧР при отключении подстанции с синхронными компенсаторами или синхронными электродвигателями и кратковременном снижении частоты.	2/1	
	8. АПВ после АЧР (ЧАПВ). Схемы АЧР и ЧАПВ. Дополнительные мероприятия, предотвращающие снижение частоты: отделение части генераторов электростанции с целью поддержания требуемой частоты в системе собственных нужд, автоматический пуск и загрузка гидрогенераторов при снижении частоты и др. 9. Назначение и классификация устройств противоаварийной автоматики. Понятие о статической и динамической устойчивости параллельной работы энергосистем. Виды повреждений и аномальных режимов работы, вызывающих нарушение устойчивости параллельной работы или развитие аварии. Средства повышения статической и динамической устойчивости.	2/1	
	10. Устройства противоаварийной автоматики (ПА) для предотвращения нарушения устойчивости (АПНУ): структура устройств, схема пусковых органов, устройство автоматической дозировки управляющих воздействий. Исполнительные устройства ПА. 11. Устройство телепередачи аварийных сигналов автоматики (ТСА). Асинхронные режимы в энергосистеме. Изменение электрических параметров в асинхронном режиме. Способы ликвидации асинхронного режима. 12. Принципы выполнения устройств автоматической ликвидации асинхронного режима (АЛАР). Структурная схема, выявительный орган устройства АЛАР, счетчик циклов асинхронного режима. 13. Причины, вызывающие внутренние перенапряжения в энергосистеме. Устройства автоматического ограничения повышения напряжения (АОПН) на линии. Автоматика шунтирующего реактора с искровым промежуток.	2/1	
	В том числе практических и лабораторных занятий	4/4	
	Лабораторное занятие «Испытание устройства трехфазного электрического АПВ однократного действия для линий с односторонним питанием»	1/1	
	Лабораторное занятие «Испытание устройства АВР секционного выключателя»	1/1	
	Лабораторное занятие «Испытание устройств АЧР»	1/1	
	Практическое занятие «Чтение схемы АВР собственных нужд электростанции»	1/1	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся	0/0	
Тема 3.2. Автоматическое включение синхронных генераторов и частей энергетических систем на параллельную работу	Содержание	12/8	
	1. Способы синхронизации. Способ точной синхронизации. Условия включения при точной синхронизации. 2. Автосинхронизаторы с постоянным углом опережения и постоянным временем опережения, принцип их действия, достоинства, недостатки, область применения. Автосинхронизатор типа УБАС. Схемы его узлов, характеристики работы при различных значениях скольжения и разности напряжений. Настройка узлов на требуемое время включения выключателя, на допустимое скольжение и разность напряжений генератора и сети. 3. Автосинхронизатор типа СА-1. Способ самосинхронизации. Условия включения способом самосинхронизации, область применения этого способа. 4. Устройства полуавтоматической самосинхронизации. 5. Способ несинхронного включения частей энергосистемы с использованием устройства АПВ.	8/4	
	В том числе практических и лабораторных занятий	4/4	
	Лабораторное занятие «Испытание устройства для полуавтоматической самосинхронизации синхронного генератора»	2/2	
	Практическое занятие «Чтение схемы полуавтоматической самосинхронизации синхронного генератора»	1/1	
	Практическое занятие «Чтение схемы точной синхронизации синхронного генератора»	1/1	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся	0/0	

Тема 3.3. Устройства автоматического регулирования	Содержание	12/8	
	1. Устройства автоматического регулирования: назначение, принцип построения структурных схем регуляторов «по возмущению» и «по отклонению» регулируемой величины, основные элементы этих схем. Назначение и виды обратных связей в схемах автоматических регуляторов. 2. Требования, предъявляемые к качеству процесса регулирования. Статические и динамические характеристики регуляторов и их звеньев. Усилители в системах автоматического регулирования. 3. Назначение устройств автоматического регулирования напряжения. Допустимые отклонения уровней напряжения. 4. Автоматический регулятор напряжения силовых трансформаторов и автотрансформаторов. Структурная схема АРНТ. Токовая компенсация в измерительном органе устройства. Устройства для автоматического управления батареями конденсаторов.	3/2	
	5. Устройства АРВ - синхронных компенсаторов для регулирования напряжения на шинах подстанции. Регулирование напряжения при помощи регулировочных трансформаторов и линейных регулировочных автотрансформаторов 6. Системы возбуждения генераторов: тиристорное возбуждение и высокочастотное возбуждение. Назначение и виды устройств автоматического регулирования возбуждения. 7. Релейные устройства быстродействующей форсировки возбуждения и расфорсировки. 8. Устройство компаундирования возбуждения генераторов. Явление «порога компаундирования» и способы его устранения. 9. Электромагнитный корректор (ЭМК) напряжения, его основные элементы и характеристики. Виды ЭМК: односистемные согласованные и противовключенные, двухсистемные. 10. Совместное использование устройств компаундирования и электромагнитного корректора напряжения; АРО с компаундированием полным током; АРВ с фазовым компаундированием.	3/2	
	11. Устройство автоматического регулирования и форсировки возбуждения для генераторов возбуждения с высокочастотными возбудителями. Автоматические регуляторы возбуждения сильного действия (АРВ-СД). 12. Использование устройств АРВ генераторов для регулирования напряжения на шинах электростанций. Распределение реактивной мощности между параллельно включенными генераторами. 13. Способы создания статизма при регулировании напряжения. Групповое управление возбуждением генераторов. 14. Микропроцессорный автоматический регулятор возбуждения сильного действия. Микропроцессорная система группового регулирования напряжения.	2/0	
	В том числе практических и лабораторных занятий	4/4	
	Лабораторное занятие «Испытание электромагнитного корректора напряжения»	2/2	
	Практическое занятие «Сравнение схем автоматических регуляторов напряжения трансформатора разных типов»	2/2	
Тема 4.1. Проверка и настройка различных элементов релейной защиты	В том числе самостоятельная работа обучающихся	0/0	
	Содержание	10/8	
	1. Внешний осмотр реле, проверка целостности стекол. Вскрытие и внутренний осмотр реле: проверка качества уплотнений, удаление пыли, металлической стружки, проверка чистоты контактов, исправности изоляционных и антикоррозийных покрытий, качества пек, состояние пружин. 2. Настройка, испытания и регулировка реле. Замер омического сопротивления катушек, проверка и регулировка размеров раствора контактов и их прилегания, проверка и регулировка усилия нажатия контактов, снятие электрических характеристик реле, измерение сопротивления изоляции токоведущих частей относительно основания	6/4	
	В том числе практических и лабораторных занятий	4/4	
	Лабораторное занятие «Наладка промежуточных и указательных реле»	1/1	
	Лабораторное занятие «Наладка реле времени»	1/1	
	Лабораторное занятие «Наладка реле тока»	1/1	
Тема 4.2. Наладка узлов релейной защиты и автоматики	Лабораторное занятие «Наладка реле напряжения»	1/1	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся	0/0	
	Содержание	10/8	
	1. Проверка монтажа панелей, пультов отдельных устройств защиты и автоматики: правильность сборки перемычек в испытательных блоках и подвод заземляющего проводника в трансформаторах тока. Измерение сопротивления изоляции токоведущих частей относительно корпуса панели. Проверка кабельных связей: сверка с проектом маркировки кабелей, сечения и количества жил. Сборка цепей тока и напряжения с учетом полярности обмоток. 2. Комплектные устройства для проверки релейных защит. Проверка токовых цепей. Внесение изменений в монтажные схемы. Меры безопасности при производстве наладочных работ.	6/4	
	В том числе практических и лабораторных занятий	4/4	
	Лабораторное занятие «Сборка схем и наладка узлов релейной защиты и автоматики на стендах»	4/4	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся	0/0	

Тема 4.3. Испытания схем релейной защиты и автоматики	Содержание	10/8	
	Схемы испытаний, составление программ испытаний. Методы и технология проведения испытаний, испытание электрической прочности изоляции вторичных цепей переменным напряжением 1000 В, испытания пониженным напряжением оперативного тока. Изучение испытательных и проверочных устройств. Меры безопасности при производстве испытательных работ.	6/4	
	В том числе практических и лабораторных занятий	4/4	
	Лабораторное занятие «Сборка схемы испытаний»	4/4	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся	0/0	
Тема 4.4. Оформление протоколов проверки и испытаний, отчетов	Содержание	10/8	
	Правила оформления документации проверок и испытаний	6/4	
	В том числе практических и лабораторных занятий	4/4	
	Практическое занятие «Составление протоколов проверки и испытаний устройств РЗА»	4/4	
	В том числе самостоятельная работа обучающихся	0/0	
Курсовой проект (работа) (20ч)			
Учебная практика Виды работ: 1. Промывка и чистка узлов и деталей средств измерений и аппаратуры, чистка контактов и контактных поверхностей 2. Маркировка и простая окраска поверхностей красками, антикоррозионная смазка деталей, упаковка электроизмерительных приборов и аппаратуры для перевозки 3. Оконцевание и присоединение проводов и жил к наборным зажимам. 4. Разделка, прокладка кабелей и проводов в составе бригады 5. Разборка, сборка и ревизия простых реле. 6. Ремонт механической части электромагнитных реле тока, напряжения, времени, указательных, промежуточных с применением персональных компьютеров. 7. Ремонт электрической части электромагнитных реле тока, напряжения, времени, указательных, промежуточных с применением персональных компьютеров. 8. Ремонт реле направления мощности с применением персональных компьютеров. 9. Сборка испытательных схем для проверки, наладки простых устройств РЗА в мастерской. Установка на стендах средств измерений и подключение их для проверки. 10. Проверка реле после ремонта от постороннего источника. 11. Разборка и сборка механических и электрических частей простых устройств РЗА. 12. Выполнение чистки от пыли кожухов устройств, монтажных проводов и рядов зажимов. 13. Проверка герметичности уплотнений отверстий и крышек в шкафах и ящиках рядов зажимов. 14. Настройка простых устройств РЗА. 15. Сборка испытательных схем для проверки, наладки простых устройств РЗА. 16. Проверка заданных уставок простых устройств РЗА. 17. Работа с комплектными испытательными устройствами для проверки защит и автоматики. 18. Снятие векторных диаграмм в цепях тока и напряжения. 19. Применение справочных материалов в области выполнения работ по техническому обслуживанию и ремонту устройств РЗА. 20. Чтение конструкторской документации, рабочих чертежей, электрических схем. 21. Использование измерительной аппаратуры. 22. Производство работ с соблюдением требований безопасности. 23. Проверка и измерение мегаомметром сопротивления изоляции простых устройств РЗА.			
Производственная практика Виды работ: 1. Разборка и ревизия простых устройств РЗА. 2. Проверка устройств РЗА или отдельных их элементов в лаборатории под руководством работника более высокой квалификации. 3. Внутренний осмотр и проверка механической части простых устройств РЗА на объектах электроэнергетики. 4. Проверка и при необходимости регулирование механических характеристик устройств (люфтов, зазоров, провалов, растрескивания, прогибов) в лаборатории под руководством работника более высокой квалификации. 5. Подготовка необходимых приборов и испытательной аппаратуры. 6. Подготовка необходимой документации для выполнения простых работ по техническому обслуживанию устройств РЗА. 7. Чтение конструкторской документации, рабочих чертежей, электрических схем. 8. Проверка и измерение мегаомметром сопротивления изоляции простых устройств РЗА в мастерской под руководством работника более высокой квалификации. 9. Сборка испытательных схем для проверки, наладки простых устройств РЗА в мастерской под руководством работника более высокой квалификации. 10. Проверка заданных уставок простых устройств РЗА в лаборатории под руководством работника более высокой квалификации. 11. Проверка взаимодействия элементов простых устройств РЗА в электролаборатории. 12. Снятие векторных диаграмм в цепях тока и напряжения в лаборатории под руководством работника более высокой квалификации. 13. Проверка электрических характеристик элементов простых устройств РЗА под руководством работника более высокой квалификации. 14. Испытание и наладка отдельных элементов устройств РЗА на интегральных микросхемах. 15. Производство работ с соблюдением требований безопасности.			
Рекомендуемая форма промежуточной аттестации -			
Всего:		880/600	

2.4. Курсовой проект (работа) (для специальностей СПО, если предусмотрено)

Указывается, является ли выполнение курсового проекта (работы) по модулю обязательным или обучающийся имеет право выбора: выполнять курсовой проект по тематике данного или иного профессионального модуля(ей) или общепрофессиональной

дисциплине(-ам).

Тематика курсовых проектов (работ)

3. Условия реализации профессионального модуля

3.1. Материально-техническое обеспечение

Кабинет(ы) , оснащенный(е) в соответствии с приложением 3 ОПОП-П.

Лаборатория(и) Релейная защита и автоматика, оснащенная(ые) в соответствии с приложением 3 ОПОП-П.

Мастерская(ие) и зоны по видам работ Электромонтажная мастерская, Ремонт теплоэнергетического оборудования, оснащенная(ые) в соответствии с приложением 3 ОПОП-П.

Оснащенные базы практики (мастерские/зоны по видам работ), оснащенная(ые) в соответствии с приложением 3 ОПОП-П.

3.2. Учебно-методическое обеспечение

3.2.1. Основные печатные и/или электронные издания

1. Киреева, Э.А. Релейная защита и автоматика электроэнергетических систем: учебник для студ. учреждений пред. проф. образования / Э.А. Киреева, С.А. Цырук. – 6-е изд., пер. – М.: Академия, 2017. – 288 с. – ISBN 978-5-4468-4786-0

2. Портал нормативных документов OPENGOST.RU. Методические указания по наладке и проверке промежуточных, указательных реле и реле импульсной сигнализации СО 34.35.655-2006. – URL: <http://www.opengost.ru>. Дата обращения: 01.08.2022

3. Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации – Новосибирск: Норматика, 2018. – 143 с. – (Кодексы. Законы. Нормы). – ISBN 978-5-4374-1129-2.

4. Правила устройства электроустановок: Все действующие разделы шестого и седьмого изданий с изменениями и дополнениями. – М.: Центрмг, 2022. – 464 с. – ISBN 978-5-903086-16-0.

5. Релейная защита электрооборудования электрических станций, сетей и систем : учебное пособие для СПО / Л. Г. Мигунова, А. И. Земцов, Е. М. Шишков, А. В. Гофман. — Саратов : Профобразование, 2022. — 204 с. — ISBN 978-5-4488-1406-8. — Текст : электронный // Электронный ресурс цифровой образовательной среды СПО PROФобразование : [сайт]. — URL: <https://profspo.ru/books/116292> (дата обращения: 27.05.2026). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

6. Чернобровов, Н.В. Релейная защита энергетических систем: учеб. пособие для техникумов / Н.В. Чернобровов, В.А. Семенов. – М.: Альянс, 2019. – 800 с. – ISBN 978-5-00106-125-0.

1. Киреева, Э.А. Релейная защита и автоматика электроэнергетических систем: учебник для студ. учреждений пред. проф. образования / Э.А. Киреева, С.А. Цырук. – 6-е изд., пер. – М.: Академия, 2017. – 288 с. – ISBN 978-5-4468-4786-0

2. Портал нормативных документов OPENGOST.RU. Методические указания по наладке и проверке промежуточных, указательных реле и реле импульсной сигнализации СО 34.35.655-2006. – URL: <http://www.opengost.ru>. Дата обращения: 01.08.2022

3. Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации – Новосибирск: Норматика, 2018. – 143 с. – (Кодексы. Законы. Нормы). – ISBN 978-5-4374-1129-2.

4. Правила устройства электроустановок: Все действующие разделы шестого и

седьмого изданий с изменениями и дополнениями. – М.: Центрмaг, 2022. – 464 с. – ISBN 978-5-903086-16-0.

5. Релейная защита электрооборудования электрических станций, сетей и систем : учебное пособие для СПО / Л. Г. Мигунова, А. И. Земцов, Е. М. Шишков, А. В. Гофман. — Саратов : Профобразование, 2022. — 204 с. — ISBN 978-5-4488-1406-8. — Текст : электронный // Электронный ресурс цифровой образовательной среды СПО PROФобразование : [сайт]. — URL: <https://profspo.ru/books/116292> (дата обращения: 27.05.2026). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

6. Чернобровов, Н.В. Релейная защита энергетических систем: учеб. пособие для техникумов / Н.В. Чернобровов, В.А. Семенов. – М.: Альянс, 2019. – 800 с. – ISBN 978-5-00106-125-0.

4. Контроль и оценка результатов освоения профессионального модуля

Код ПК, ОК	Критерии оценки результата (показатели освоённости компетенций)	Формы контроля и методы оценки
---------------------------	--	---

	определение по внешнему виду типа и назначения элементов релейной защиты, автоматики и средств измерения обоснованность выбора необходимых измерений параметров защит и точность проведения измерений правильность выполнения регулировки необходимых параметров срабатывания реле в соответствии с техническими паспортами отыскание и устранение дефектов механизма кинематики и электрической схемы в соответствии с инструкциями по ремонту подготовка к работе установок для проверки устройств релейной защиты и автоматики в соответствии с инструкциями соответствие методик расчета параметров срабатывания устройств релейной защиты и автоматики алгоритму обоснованность выбора методов проверки, способов регулирования реле соблюдение мер безопасности при производстве проверок и настройке элементов релейной защиты в соответствии с инструкцией по технике безопасности правильность и скорость чтения принципиальных и монтажных схем	выполнение практического задания выполнение заданий на лабораторных занятиях и их оценка; оценка тестирования
	соблюдение мер безопасности при производстве наладочных работ в соответствии с инструкцией по технике безопасности полнота и четкость характеристики узлов релейной защиты и автоматики характеристика методов наладки устройств релейной защиты и автоматики в соответствии с инструкциями по наладке проведение слесарных работ при монтаже устройств релейной защиты в соответствии с технологической картой выполнение электромонтажных работ при наладке устройств РЗА по заданному алгоритму последовательность проведения работ при наладке устройств релейной защиты и автоматики в соответствии с типовой программой проведение наладки, балансировки, замены деталей в соответствии с инструкцией по наладке правильность выполнения сборки и наладки узлов релейной защиты и автоматики	наблюдение за действиями обучающихся на производственной практике и их оценка наблюдение за выполнением заданий на производственной практике Наблюдение за ходом выполнения практического задания и оценка результатов;
	составление программ испытаний устройств релейной защиты и автоматики в соответствии с типовыми инструкциями обоснованность выбора методов и технологии проведения испытаний устройств релейной защиты и автоматики проведение испытаний устройств релейной защиты и автоматики в соответствии с инструкциями по проведению испытаний правильность выполнения сборки схем по испытанию тиристоров на стенде	наблюдение за ходом выполнения лабораторных работ и оценка результатов; наблюдение за выполнением заданий на учебной и производственной практиках.
	заполнение протоколов проверки и испытаний элементов релейной защиты и автоматики и средств измерений в соответствии с требованиями оформления технической документации аргументированность выбора типовых устройств для защиты различных элементов электрических станций, подстанций и линий электропередачи полнота и точность анализа эффективности устройств релейной защиты и автоматики полнота и точность расчета параметров срабатывания элементов релейной защиты и автоматики	Оценка коммуникативной деятельности
ОК 01	Демонстрация умений быстрого принятия решения в стандартных и нестандартных ситуациях. Демонстрация умений принимать решения в штатных и нештатных ситуациях. Демонстрация в разных ситуациях умений выбирать различные способы решения задач профессиональной деятельности.	обучающегося в процессе освоения образовательной программы на практических занятиях, при выполнении работ на учебной и производственной практиках
ОК 02	Демонстрация умений использования современных средств поиска, результативность анализа и интерпретации информации и ее использование для качественного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития Демонстрация умений использования различных источников информации, включая электронные	
ОК 03	обоснованность выбора и применения методов и способов решения задач профессионального и личностного развития	
ОК 04	Демонстрация умений работы в коллективе и команде, эффективно общаться, выходить из конфликтов, заниматься профилактикой конфликтов и контролем собственного эмоционального поведения.	
ОК 09	Демонстрация умений понимать тексты на базовые и профессиональные темы; составлять документацию, относящуюся к процессам профессиональной деятельности на государственном и иностранном языках	