

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Зайко Татьяна Ивановна
Должность: Ректор
Дата подписания: 24.09.2024 16:02:01
Уникальный программный ключ:
cf6863c76438e5984b0fd5e14e7154bfb610e203

Шифр ОПОП: 2014.13.03.02.01

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ВОДНОГО ТРАНСПОРТА»**

Год начала подготовки (по учебному плану): 2020
(год набора)

Шифр дисциплины: Б1.В.13
(шифр дисциплины из учебного плана)

Рабочая программа дисциплины (модуля)

**Релейная защита и автоматизация
электроэнергетических систем**

(полное наименование дисциплины (модуля), в строгом соответствии с учебным планом)

Новосибирск

Составитель:

доцент

(должность)

Кафедры Электроэнергетические системы и электротехника

(наименование кафедры)

М.Н.Иванов

(И.О.Фамилия)

Одобрена:

Ученым советом

Электромеханического факультета

(наименование факультета, реализующего образовательную программу)

Протокол № _____ от « _____ » 20 _____ г.
число месяц год

Председатель совета

Е.А. Григорьев

(И.О.Фамилия)

На заседании кафедры Электроэнергетические системы и электротехника

(наименование кафедры)

Протокол № _____ от « _____ » 20 _____ г.
число месяц год

Заведующий кафедрой

Е.В.Иванова

(И.О.Фамилия)

Согласована:

Руководитель рабочей группы по разработке ОПОП по направлению 13.03.02

(наименование коллектива разработчиков по направлению подготовки / специальности)

«Электроэнергетика и электротехника»

Д.Т.Н.

(ученая степень)

Е.В. Иванова

(И.О.Фамилия)

1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

1.1.Цели дисциплины

Цель: формирование знаний о современных средствах релейной защиты и автоматики как об основных средствах повышения надежности работы энергосистем в нормальных, аварийных и послеаварийных режимах.

В ходе освоения дисциплины изучаются измерительные преобразователи тока и напряжения в схемах релейной защиты; принципы построения защит, фиксирующих отклонение контролируемой величины – токовый, токовый направленный, дистанционный; принципы построения защит, основанных на сравнении контролируемых величин – дифференциальный и дифференциально-фазный; защита основных элементов энергосистем: линий электропередачи среднего, высокого и сверхвысокого напряжения, трансформаторов и автотрансформаторов, генераторов, блоков генератор-трансформатор, двигателей, шин; ближнее и дальнее резервирование; включение генераторов на параллельную работу, регулирование напряжения, частоты и активной мощности; автоматическое повторное включение, автоматическое включение резерва, автоматическая частотная разгрузка.

1.2.Перечень формируемых компетенций

В результате освоения дисциплины (модуля) у обучающегося должны сформироваться следующие компетенции, выраженные через результат обучения по дисциплине (модуля), как часть результата освоения образовательной программы (далее – ОП):

1.2.1. Универсальные компетенции (ОК):

Дисциплина не формирует универсальные компетенции.

1.2.2. Общепрофессиональные компетенции (ОПК):

Дисциплина не формирует общепрофессиональных компетенции.

1.2.3. Профессиональные компетенции (ПК):

Компетенция		Этапы формирования компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
Шифр	Содержание		
ПК-1	ПК-1. Способен выбирать и реализовывать на практике эффективную методику исследования параметров и характеристик электрооборудования, схем,	I - III	Знать: Технологии производства и распределения электроэнергии. Оптимальные условия и режимы работы электротехнического оборудования электроэнергетических систем. Уметь:

Компетенция		Этапы формирования компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
Шифр	Содержание		
	<i>устройств и электро-технических установок предприятий</i>		Разрабатывать варианты релейной защиты оборудования электростанций. Определять оптимальные условия и режимы защиты при повреждениях в системах электроснабжения и основного оборудования электрических станций. Владеть: Методиками и навыками расчёта релейных защит основного оборудования .
ПК-4	<i>ПК-4. Способен обеспечивать расчёт, требуемые режимы и заданные параметры технологического процесса работы по заданной методике электроэнергетических систем и сетей, электрических станций и подстанций в соответствии с нормативными документами</i>		Знать: Принципы построения и функционирования основных типов устройств релейной защиты и автоматики электроэнергетических устройств. Технические параметры уставок для обеспечения эффективной защиты от аварийных и аномальных режимов. Уметь: Анализировать режимы работы электроэнергетического оборудования электроэнергетических систем и производить выбор элементов релейной защиты и автоматики. Владеть: Методами анализа режимов работы электроэнергетического и электротехнического оборудования электроэнергетических систем и методами расчёта параметров устройств релейной защиты и автоматики. Навыками выбора уставок защиты основного оборудования электрических сетей и электрических станций.

1.2.4. Профессиональные компетенции профиля или специализации (ПКС):

Дисциплина не формирует компетентности профиля или специализации.

1.2.5. Компетентности МК ПДНВ (КМК):

Дисциплина не формирует компетентности МК ПДНВ.

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина (модуль) реализуется в рамках вариативной части
(базовой, вариативной или факультативной)
основной профессиональной образовательной программы.

3 Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах (з.е.) с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Для очной формы обучения:
(очной, заочной)

Формы контроля						Всего часов					Всего з.е.		Курс 4						
						По з.е.	По плану	в том числе					Семестр 7						
Экзамены	Зачёты	Зачёты с оценкой	Курсовые проекты	Курсовые работы	РГР			Контактная работа	СР	Контроль	Экспертное	Факт	Лек	Лаб	Пр	КСР	СР	Контроль	з.е.
7						180	180	63	81	36	5	5	28	14	14	7	81	36	5
в том числе тренажёрная подготовка:																			

Для заочной формы обучения:
(очной, заочной)

Формы контроля						Всего часов					Всего з.е.		Курс 5						
						По з.е.	По плану	в том числе											
Экзамены	Зачеты	Зачеты с оценкой	Курсовые проекты	Курсовые работы	КР			Контактная работа	СР	Контроль	Экспертное	Факт	Лек	Лаб	Пр	КСР	СР	Контроль	з.е.
5						180	180	28	134	18	5	4	12	6	6	4	134	18	5
в том числе тренажёрная подготовка:																			

4 Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1. Разделы и темы дисциплины (модуля) и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах):

№	Разделы и темы дисциплины (модуля)	Лек		Лаб		Пр		СР	
		О	З	О	З	О	З	О	З
7 семестр – очная форма обучения; 5 курс – заочная форма обучения									
1	Измерительные преобразователи	2				2	2	7	12
2	Измерительные органы релейной защиты и автоматики на микроэлектронной элементной базе	2	2					7	12
3	Принципы действия защит, фиксирующих отклонение контролируемой величины	2		4	2	2		7	12
4	Принципы действия защит, основанных на сравнении контролируемых величин	4		2				7	12
5	Защита трансформаторов и автотрансформаторов	4		4	2			8	12
6	Защита синхронных генераторов и блоков генератор-трансформатор	2	2	2		4	2	8	12
7	Защита асинхронных и синхронных электродвигателей	4	2					8	13
8	Защита шин станций и подстанций	2	2					8	13
9	Регулирование напряжения и реактивной мощности в энергосистеме	2				2		7	12
10	Автоматическое регулирование частоты и активной мощности на электростанциях и в энергосистемах	2	2	2	2			7	12
11	Противоаварийная автоматика энергосистем	2	2			4	2	7	12
	ИТОГО	28	12	14	6	14	6	81	134

Примечания: О – очная форма обучения, З – заочная форма обучения.

4.2. Содержание разделов и тем дисциплины

Тема 1. Измерительные преобразователи [1-5]

Назначение трансформаторов тока. Принцип действия, конструктивное выполнение. Особенности работы трансформаторов тока в схемах релейной защиты, погрешности. Выбор трансформаторов тока для схем релейной защиты. Схемы соединения трансформаторов тока и измерительных органов защит.

Назначение трансформаторов напряжения. Принцип действия, конструктивное выполнение, типовые схемы соединения. Погрешности трансформаторов напряжения. Выбор трансформаторов напряжения для релейной защиты, их проверка.

Тема 2. Измерительные органы релейной защиты и автоматики на микроэлектронной элементной базе[1-5]

Основные схемы применения операционных усилителей: повторитель напряжения, инвертирующий и неинвертирующий усилители. Типовые схемы операционных усилителей, используемые в качестве функциональных элементов защиты: усилитель-ограничитель, сумматор, дифференциальный усилитель, компараторы, датчики тока и напряжения.

Тема 3. Принципы действия защит, фиксирующих отклонение контролируемой величины[1-5]

Максимальные токовые защиты с независимой и зависимой выдержкой времени, принцип действия. Примеры выполнения максимальных токовых защит. Расчет параметров. Область применения, достоинства и недостатки.

Токковые ступенчатые защиты. Принцип выполнения, расчет параметров, примеры схемных решений. Общая оценка токовых ступенчатых защит, область применения.

Максимальная токовая защита с блокировкой по напряжению. Принцип действия, расчет параметров, область применения.

Максимальная токовая направленная защита, назначение, принцип действия.

Пример схемы максимальной токовой направленной защиты, расчет параметров. Недостатки защиты и возможные способы их устранения. Область применения защиты.

Дистанционная защита. Принцип действия. Характеристики измерительных органов дистанционной защиты и определяющие их факторы. Структурная схема построения защиты. Поведение защиты при возникновении качаний в энергосистеме, принципы выполнения блокировок от качаний. Расчет параметров срабатывания дистанционной защиты. Область применения, достоинства и недостатки.

Тема 4. Принципы действия защит, основанных на сравнении контролируемых величин[1-5]

Продольная и поперечная дифференциальные защиты. Принцип действия, причины возникновения токов небаланса, расчет параметров срабатывания, достоинства и недостатки, область применения.

Дифференциально-фазная защита. Принцип действия, область применения. Основные органы ДФЗ линий электропередачи и выбор параметров их настройки.

Высокочастотные каналы связи и принципы их использования для осуществления направленной защиты с блокировкой. Фильтровая направленная защита с высокочастотной блокировкой.

Поведение направленных защит с блокировкой при качаниях в ЭЭС и в неполнофазных режимах.

Сравнение направленной защиты с высокочастотной блокировкой и дифференциально-фазных защит.

Тема 5. Защита трансформаторов и автотрансформаторов[1-5]

Защита трансформаторов и автотрансформаторов. Виды повреждений и ненормальных режимов трансформаторов и автотрансформаторов. Защиты трансформаторов от внутренних повреждений: токовая отсечка, дифференциальная защита, газовая защита. Причины погрешностей дифференциальной защиты, выбор тока срабатывания. Сравнительная оценка защит с торможением и без торможения. Защита трансформаторов от внешних замыканий: максимальная токовая защита, максимальная токовая защита с блокировкой по напряжению, дистанционная защита, защита обратной последовательности, защита от внешних замыканий на землю. Защита от перегрузок.

Рекомендации по выбору типа защит. Структурная схема защиты трансформатора.

Тема 6. Защита синхронных генераторов и блоков генератор-трансформатор[1-5]

Защита генераторов. Виды повреждений и ненормальных режимов работы генераторов. Защиты генераторов от внутренних повреждений: продольная и поперечная дифференциальные защиты, защита от замыканий на землю. Защиты от внешних замыканий: максимальная токовая защита с блокировкой по напряжению, токовая защита обратной последовательности, дистанционная защита. Рекомендации по выбору типа защит. Структурная схема защиты генератора. Особенности защиты блоков генератор-трансформатор (автотрансформатор).

Тема 7. Защита асинхронных и синхронных электродвигателей[1-5]

Защита электродвигателей. Виды повреждений и ненормальных режимов работы электродвигателей. Защита от внутренних повреждений. Защита от перегрузок. Рекомендации по выбору типа защит. Защита от асинхронных режимов и затянувшихся пусков. Структурная схема защиты электродвигателя. Особенности защиты синхронных двигателей.

Тема 8. Защита шин станций и подстанций[1-5]

Виды повреждений и требования, предъявляемые к защите. Принципы выполнения защит: токовый, дистанционный, дифференциальный. Дифференциальная токовая и дифференциальная токовая с торможением защита двойной системы шин с фиксированным присоединением элементов. Защита шин генераторного напряжения.

Тема 9. Регулирование напряжения и реактивной мощности в энергосистеме [1-5]

Методы, способы и принципы реализации автоматического регулирования возбуждения (АРВ) синхронных генераторов с электромашинными и диодно-электромашинными возбудителями.

АРВ с компаундированием, в том числе фазовым и управляемым, электромагнитным корректором напряжения, в том числе двухсистемным, их операторные функциональные схемы и характеристики; АРВ с высокочастотной системой возбуждения, операторная функциональная схема

АРВ и его характеристики; АРВ сильного действия, его операторные функциональные схемы и характеристики.

Принципы и средства реализации различных видов и типов АРВ. Групповое управление возбуждением генераторов.

Принципы и средства реализации различных видов автоматических статических регуляторов напряжения и реактивной мощности в энергосистемах.

Тема 10. Автоматическое регулирование частоты и активной мощности на электростанциях и в энергосистемах [1-5]

Методы, способы и принципы реализации автоматического регулирования частоты и активной мощности на электростанциях и в энергосистемах.

Принципы и средства реализации автоматического регулирования частоты и активной мощности на электростанциях.

Принципы и средства реализации автоматического регулирования частоты и активной мощности в энергосистемах.

Тема 11. Противоаварийная автоматика энергосистем [1-5]

Методы, способы и принципы реализации различных видов противоаварийного управления в энергосистемах.

Принципы и средства реализации автоматики предотвращения и прекращения асинхронного режима в энергосистемах.

Принципы и средства реализации автоматического аварийного управления мощностью турбин.

Принципы и средства реализации противоаварийной автоматики ограничения частоты, напряжения, перетоков мощности и др.

4.3. Содержание лабораторных работ [7]

№ раздела (темы) дисциплины	Наименование лабораторных работ или деловых игр
<i>7 семестр – очная форма обучения; 5 курс – заочная форма обучения</i>	
Тема 1. Измерительные преобразователи.	Схемы соединения измерительных трансформаторов тока.

№ раздела (темы) дисциплины	Наименование лабораторных работ или деловых игр
<i>7 семестр – очная форма обучения; 5 курс – заочная форма обучения</i>	
Тема 3. Принципы действия защит, фиксирующих отклонение контролируемой величины.	Максимальная токовая защита/отсечка двух линий электропередачи с односторонним питанием.
	Токовая направленная защита линий электропередачи в кольцевой сети.
	Защита от замыканий на землю в сети с большим током замыкания на землю.
Тема 5. Защита трансформаторов и автотрансформаторов	Дифференциальная защита трансформатора.

4.4. Содержание практических занятий [1-6]

№ раздела (темы) дисциплины	Наименование практических занятий, семинаров
<i>7 семестр – очная форма обучения; 5 курс – заочная форма обучения</i>	
Тема 1. Измерительные преобразователи	Выбор трансформаторов тока и напряжения для схем релейной защиты.
Тема 3. Принципы действия защит, фиксирующих отклонение контролируемой величины.	Особенности расчёта токов короткого замыкания для определения уставок релейной защиты и автоматики.
	Расчёт защит линий напряжением 6-35 кВ.
	Расчёт защит линий напряжением 110-220 кВ.
Тема 6. Защита синхронных генераторов и блоков генератор-трансформатор.	Расчёт защит трансформаторов.
	Расчёт защит генераторов.
	Порядок построения круговых диаграмм и их использование.
Тема 11. Противоаварийная автоматика энергосистем	Анализ и расчёт микроэлектронных элементов устройств автоматики энергосистем.
	АПВ линий электропередачи с односторонним и двусторонним питанием.
	Расчёт АВР.
	Расчёт АЧР.

4.5. Курсовой проект [1-6,8]

Не предусмотрен.

4.6. Самостоятельная работа. Контроль самостоятельной работы [1-13]

В самостоятельную работу обучающихся входит подготовка к лекционным и практическим занятиям путём изучения соответствующего теоретического материала, оформления отчётов по результатам лабораторных занятий, а также подготовка к демонстрации сформированности всех этапов компетенций в процессе освоения образовательной программы в части дисциплины (модуля).

Текущий контроль самостоятельной работы обучающихся осуществляется в ходе практических и лабораторных занятий, а также при проведении индивидуальных и групповых консультаций.

Итоговый контроль освоения всех этапов компетенций в процессе освоения образовательной программы в части дисциплины (модуля), включает оценку самостоятельной проработки лекционного материала в виде анализа результатов практических занятий и защиты курсового проекта.

5 Фонд оценочных материалов для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

5.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в части дисциплины (модуля)

Контролируемая компетенция	Этапы формирования компетенции	Наименование темы (раздела) дисциплины (модуля)	Наименование оценочного средства
ПК-1	I-Формирование знаний;	Тема 1 Измерительные преобразователи. Тема 2 Измерительные органы релейной защиты и автоматики на микроэлектронной элементной базе	Экзамен
	II- Формирование способностей;	Тема 1. Измерительные преобразователи	Комплект практических заданий
	III – Интеграция способностей	Тема 1 Измерительные преобразователи. Тема 10 Автоматическое регулирование частоты и активной мощности на электростанциях и в энергосистемах Тема 11 Противоаварийная автоматика энергосистем.	Отчет по лабораторным работам

Контролируемая компетенция	Этапы формирования компетенции	Наименование темы (раздела) дисциплины (модуля)	Наименование оценочного средства
ПК-4	I-Формирование знаний;	Тема 3 Принципы действия защит, фиксирующих отклонение контролируемой величины. Тема 4 Принципы действия защит, основанных на сравнении контролируемых величин. Тема 5 Защита трансформаторов и автотрансформаторов Тема 6 Защита синхронных генераторов и блоков генератор - трансформатор Тема 9 Регулирование напряжения и реактивной мощности в энергосистеме. Тема 10 Автоматическое регулирование частоты и активной мощности на электростанциях и в энергосистемах. Тема 11 Противоаварийная автоматика энергосистем.	Экзамен
	II- Формирование способностей;	Тема 3 Принципы действия защит, фиксирующих отклонение контролируемой величины. Тема 7 Защита асинхронных и синхронных электродвигателей Тема 8 Защита шин станций и подстанций Тема 11 Противоаварийная автоматика энергосистем.	Комплект практических заданий
	III – Интеграция способностей	Тема 3 Принципы действия защит, фиксирующих отклонение контролируемой величины.	Отчет по лабораторным работам

5.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Шифр компетенции	Этапы формирования компетенции	Наименование оценочного средства	Показатели оценивания	Критерии оценивания	Шкала оценивания
ПК-1	I-Формирование знаний	Экзамен	Итоговый балл	Итоговый балл 3 (удовлетворительно), 4(хорошо) или 5 (отлично) соответствует критерию оценивания	Шкала порядка с рангами: 2 (неудовлетворительно), 3 (удовлетворительно), 4(хорошо),

Шифр компетенции	Этапы формирования компетенции	Наименование оценочного средства	Показатели оценивания	Критерии оценивания	Шкала оценивания
				этапа формирования компетенции «освоен» . Итоговый балл 2 (неудовлетворительно) соответствует критерию оценивания этапа формирования компетенции «не освоен» .	5 (отлично).
	II- Формирование способностей	Комплект практических заданий	Итоговый балл	Итоговая оценка «зачтено» для всех практических заданий данного этапа соответствует критерию оценивания этапа формирования компетенций «освоено» . Все остальные случаи соответствуют критерию оценивания этапа формирования компетенций «не освоено» .	Дихотомическая шкала «зачтено –не зачтено» Дихотомическая шкала «освоена –не освоена»
	III – Интеграция способностей	Отчеты по лабораторным работам	Итоговый балл	Итоговая оценка «зачтено» для всех лабораторных работ данного этапа соответствует критерию оценивания этапа формирования компетенций «освоено» . Все остальные случаи соответствуют критерию оценивания этапа формирования компетенций «не освоено» .	Дихотомическая шкала «зачтено –не зачтено» Дихотомическая шкала «освоена –не освоена»
ПК-4	I- Формирование знаний	Экзамен	Итоговый балл	Итоговый балл 3 (удовлетворительно), 4(хорошо) или 5 (отлично) соответствует критерию оценивания этапа формирования	Шкала порядка с рангами: 2 (неудовлетворительно), 3 (удовлетворительно), 4(хорошо),

Шифр компетенции	Этапы формирования компетенции	Наименование оценочного средства	Показатели оценивания	Критерии оценивания	Шкала оценивания
				компетенции « освоен ». Итоговый балл 2 (неудовлетворительно) соответствует критерию оценивания этапа формирования компетенции « не освоен ».	5 (отлично).
	II- Формирование способностей	Комплект практических заданий	Итоговый балл	Итоговая оценка «зачтено» для всех практических заданий данного этапа соответствует критерию оценивания этапа формирования компетенций « освоено ». Все остальные случаи соответствуют критерию оценивания этапа формирования компетенций « не освоено ».	Дихотомическая шкала «зачтено –не зачтено» Дихотомическая шкала «освоена –не освоена»
	III – Интеграция способностей	Отчеты по лабораторным работам	Итоговый балл	Итоговая оценка «зачтено» для всех лабораторных работ данного этапа соответствует критерию оценивания этапа формирования компетенций « освоено ». Все остальные случаи соответствуют критерию оценивания этапа формирования компетенций « не освоено ».	Дихотомическая шкала «зачтено –не зачтено» Дихотомическая шкала «освоена –не освоена»

5.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и (или) навыков, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

5.3.1 Компетенции ПК-3 «Способен выбирать и реализовывать на практике эффективную методику исследования параметров и характеристик электрооборудования, схем, устройств и электротехнических установок предприятий»

Этап I-Формирование знаний

Типовые теоретические вопросы к экзамену по дисциплине:

- 1 Общие сведения о релейной защите (РЗ). Назначение РЗ. Функции и свойства. Основные понятия РЗ и А.
2. Структурная схема устройств РЗ и А. Пусковые и измерительные органы РЗ и А.
3. Измерительная часть устройств РЗ и А. Измерительные трансформаторы. Общие сведения. Схемы замещения трансформаторов тока (ТТ) и трансформаторов напряжения (ТН). Схемы соединения ТТ и ТН. Коэффициент схемы.
4. Источники оперативного тока. Варианты организации питания оперативных цепей от источников оперативного тока. Особенности работы реле на постоянном токе.
5. Пусковые органы РЗ и А. Общие сведения. Классификация и обозначение реле.
6. Электромеханические реле. Принцип действия электромагнитной системы реле различного конструктивного исполнения. Реле тока, реле напряжения, реле времени, промежуточное и указательное реле. Особенности конструктивного исполнения и принцип действия указанных реле. Требования, предъявляемые к данным реле.
7. Реле с индукционным принципом действия. Реле тока. Реле сопротивления. Поляризованное и герконовое реле. Статические, полупроводниковые реле. Реле тока, напряжения и мощности. Особенности конструктивного исполнения и принцип действия указанных реле.

Этап II – формирование способностей

Практические занятия:

Практическое занятие 1. Выбор трансформатора тока и напряжения для схем релейной защиты

Этап III - Интеграция способностей

Лабораторные работы:

Лабораторная работа 1. Схемы соединения измерительных трансформаторов тока.

Лабораторные работы выполняются бригадой обучающихся с последующим оформлением отчетов по лабораторной работе. Защита лабораторной работы организована как специальная беседа педагогического работника с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной. Защита лабораторной работы рассчитана на выяснение объема знаний, умений и практического применения знаний к конкретной ситуации, проблеме. Контрольные вопросы к защите лабораторной работы находятся в методических указаниях по лабораторному практикуму.

5.3.2 ПК-4 «Способен обеспечивать расчёт, требуемые режимы и заданные параметры технологического процесса работы по заданной методике электро-энергетических систем и сетей, электрических станций и подстанций в соответствии с нормативными документами»

Этап I-Формирование знаний.

Типовые теоретические вопросы к экзамену по дисциплине:

1. РЗ линий электропередачи (ЛЭП). Классификация защит. Способы обеспечения селективной работы защит. Виды повреждений и аномальных режимов ЛЭП.
2. Ступенчатые защиты. Токовые защиты от междуфазных к.з. Токовая отсечка (ТО), максимальная токовая защита (МТЗ ЛЭП) с 1-ним питанием. Условия выбора уставок, оценка чувствительности защит. Особенности задания выдержек времени: независимый и зависимый принципы.
3. Способы повышения чувствительности защит. Токовая отсечка (ТО), максимальная токовая защита (МТЗ) с блокировкой по напряжению. Условия выбора уставок.
4. Направленные защиты. Схемы включения реле направления мощности. Направленная МТЗ ЛЭП с 2-ним питанием. ТО сетей с 2-ним питанием. Условия выбора уставок.
5. Токовые защиты к.з. на землю МТЗ нулевой последовательности (МТЗ НП). Токовые защиты с замыканий на землю. Защита, реагирующая на суммарный емкостной ток сети. Особенности защит электрических сетей с компенсированной нейтралью. Условия выбора уставок.
6. Дистанционный принцип. Дистанционные защиты. 3-х ступенчатая дистанционная защита. Условия выбора уставок.
7. Защиты абсолютной селективности. Дифференциальный принцип. Продольная дифференциальная защита. Методы повышения чувствительности защит. Условия выбора уставок.
8. Поперечная дифференциальная защита. Область применения. Поперечная дифференциально-токовая направленная защита. Условия выбора уставок.
9. Защиты абсолютной селективности. Высокочастотная (ВЧ) защита. Направленная ВЧ защита. Дифференциально-фазная ВЧ защита. Условия выбора уставок.
10. АРВ. Генератор как объект регулирования. АРВ с компаундированием, в том числе фазовым и управляемым, электромагнитным корректором напряжения, в том числе двухсистемным, их операторные функциональные схемы и характеристики; АРВ с высокочастотной системой возбуждения, операторная функциональная схема. Принципы и средства реализации различных видов автоматических статических регуляторов напряжения и реактивной мощности в энергосистемах.
11. Методы, способы и принципы реализации автоматического регулирования частоты и активной мощности на электростанциях и в энергосистемах.
12. Методы, способы и принципы реализации различных видов противоаварийного управления в энергосистемах. Принципы и средства реализации автоматики предотвращения и прекращения асинхронного режима в энергосистемах. Принципы и средства реализации автоматического аварийного управления мощностью турбин.

13. Система противоаварийного управления в ЭЭС. Требования к специальным устройствам противоаварийной автоматики (ПА).

14. РЗ трансформаторов. Виды повреждений и аномальных режимов трансформаторов. Классификация защит трансформаторов.

15. Токовые защиты трансформаторов. ТО МТЗ. Условия выбора уставок и оценки чувствительности защит. Способы повышения чувствительности защит. ТО. МТЗ с блокировкой по напряжению защиты с пуском по несимметричным составляющим. Условия выбора уставок.

16. Токовая защита от к.з. на землю. Условия выбора уставок.

17. Дифференциальная защита трансформатора. Особенности исполнения. Дифференциальная ТО трансформатора. Способы повышения чувствительности защит: мероприятия по снижению тока небаланса. Дифференциальная защита с быстронасыщающимся трансформатором (БНТ). Торможение защиты током внешнего к.з., торможение защиты токами высших гармоник. Условия выбора уставок.

18. Газовая защита (ГЗ) трансформатора. Принцип действия ГЗ. Схема ГЗ. Особенности эксплуатации ГЗ. Корпусная защита и особенности исполнения. Область применения. Условия выбора уставок.

19. РЗ генераторов. Продольная дифференциальная защита. Поперечная дифференциальная защита. Защита от замыканий на землю в обмотке статора. Защита от замыканий в 1-ой и в 2-х точках обмотки ротора (самостоятельное изучение).

20. РЗ шин станций и подстанций. Токовая защита шин. Дистанционная защита шин. Полная и неполная дифференциальная защита шин. Принцип действия указанных защит. Условия выбора уставок.

Этап II - Формирование способностей

Практические занятия:

Практическое занятие 2. Особенности расчёта токов короткого замыкания для определения уставок релейной защиты и автоматики.

Практическое занятие 3. Расчёт защит линий напряжением 6-35 кВ.

Практическое занятие 4. Расчёт защит линий напряжением 110-220 кВ.

Практическое занятие 5. Анализ и расчёт микроэлектронных элементов устройств автоматики энергосистем.

Практическое занятие 6. АПВ линий электропередачи с односторонним и двусторонним питанием.

Практическое занятие 7. Расчёт АВР.

Практическое занятие 8. Расчёт АЧР.

Практическое занятие 9. Расчёт защит трансформаторов.

Практическое занятие 10. Расчёт защит генераторов.

Практическое занятие 11. Порядок построения круговых диаграмм и их использование.

Этап III - Интеграция способностей

Лабораторные работы:

Лабораторная работа 2. Максимальная токовая защита/отсечка двух линий электропередачи с односторонним питанием.

Лабораторная работа 3. Токовая направленная защита линий электропередачи в кольцевой сети.

Лабораторная работа 4. Защита от замыканий на землю в сети с большим током замыкания на землю.

Лабораторная работа 5. Дифференциальная защита трансформатора.

Лабораторные работы выполняются бригадой обучающихся с последующим оформлением отчетов по лабораторной работе. Защита лабораторной работы организована как специальная беседа педагогического работника с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной. Защита лабораторной работы рассчитана на выяснение объема знаний, умений и практического применения знаний к конкретной ситуации, проблеме. Контрольные вопросы к защите лабораторной работы находятся в методических указаниях по лабораторному практикуму.

5.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

5.4.1 Методика оценки экзамена по дисциплине

Экзамен по дисциплине содержит теоретическую часть, направленную на оценку знаний и практическую часть, направленную на оценку умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенции. Экзаменационный билет содержит два вопроса, охватывающих основные понятия, изучаемые в дисциплине и задачу. Экзамен проводится в письменном виде (задача) и устной форме - ответы на вопросы. После получения экзаменационного билета обучающемуся представляется 60 минут для решения задачи и подготовки к ответам на вопросы билета.

Оценка за экзамен выставляется с учетом результатов выполнения теоретической и практической частей в соответствии с приведенными ниже требованиями.

Критерии оценки экзамена по дисциплине

Итоговый балл за экзамен	Процент правильных заданий теоретической части экзамена	Требования к результатам практической части экзамена
5 (отлично)	Обучающийся дает правильные ответы на 2 вопроса, свободно владеет понятийным аппаратом	Решение задачи выполнено в полном объеме и без ошибок
4 (хорошо)	Правильный ответ на 1 вопрос и при ответе на 2-ой вопрос обучающийся допускает ошибки принципиального характера, демонстрирует не до конца сформированные компетенции или при ответе на оба вопроса обуча-	Решение задачи выполнено в полном объеме, но с ошибками не влияющими на алгоритм расчета

Итоговый балл за экзамен	Процент правильных заданий теоретической части экзамена	Требования к результатам практической части экзамена
	ющийся допускает не принципиальные неточности при изложении ответов	
3 (удовлетворительно)	При ответе на оба вопроса обучающийся допускает ошибки принципиального характера, демонстрирует не до конца сформированные компетенции	Решение задачи выполнено в неполном объеме
2 (неудовлетворительно)	все остальные случаи	все остальные случаи

В спорных случаях преподаватель вправе задавать уточняющие вопросы и давать дополнительные практические задания.

5.4.3. Методика оценки комплекта практических заданий по дисциплине

Комплект практических заданий по дисциплине направлен на оценку умений и навыков, характеризующих освоение компетенции.

При проведении практикума оценивается достижение обучающимся целей, поставленных в работе в соответствии с заданием. Оценка **«зачтено»** выставляется обучающемуся, если он достиг всех целей, поставленных в работе, выполнил все задания по теме занятия, оформил их соответствующим образом, смог правильно ответить при необходимости на вопросы преподавателя по существу выполненной работы.

Оценка **«не зачтено»** выставляется обучающемуся, если он не выполнил или не предоставил все задания по теме занятия, не смог правильно ответить на вопросы преподавателя по существу выполненной работы.

5.4.4. Методика оценки лабораторных работ

Комплект лабораторных работ по дисциплине направлен на оценку умений и навыков, характеризующих освоение компетенций.

В комплект входят лабораторные работы, каждая из которых оценивается критерием **«зачтено»** или **«не зачтено»**. Условиями сформированности всех предусмотренных этапов компетенций в процессе освоения образовательной программы в части дисциплины (модуля) является выполнение всех лабораторных работ, соответствующих данному этапу компетенции, на оценку **«зачтено»**.

Оценка **«зачтено»** выставляется обучающемуся, если работа выполнена полностью, правильно оформлен отчет по лабораторной работе. Обучающийся понимает содержание выполненной работы (знает определения понятий, уметь разъяснить значение и смысл любого термина, используемого в работе и т.п.), владеет теоретическим материалом, отсутствуют ошибки при описании теории, формулирует собственные, самостоятельные, обоснованные, аргументированные суждения, допуская незначительные ошибки на дополнительные вопросы.

Оценка **«не зачтено»** выставляется обучающемуся, если работа выполнена полностью, но он не владеет теоретическим материалом, допускает грубые ошибки,

испытывает затруднения в формулировке собственных суждений, неспособен ответить на вопросы преподавателя по существу выполненной работы.

6 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

а) основная учебная литература

1. Тонышев, В.Ф. Основы релейной защиты [Электронный ресурс] : учебное пособие для студ. электромеханич. фак., обуч. по курсу "Основы релейной защиты", для спец. и бакалавров / В.Ф. Тонышев, Е.П. Малышева, Г.Е. Солнцев ; М-во трансп. Рос. Федерации, Фед. агентство мор. и реч. транспорта, ФБОУ ВПО "НГАВТ". - Новосибирск : НГАВТ, 2012. - 168 с. : Прил. - Сетевой ресурс. Открывается с использованием Adobe Reader версии 9.0 и новее.

2. Основы электроэнергетики: учебник / В.Ф. Тонышев, Е.П. Малышева, К.С. Мочалин. – Новосибирск: Изд-во Новосиб. гос. акад. водн. тр-та, 2012. – 129 с.

б) дополнительная учебная литература

3. Справочник по проектированию электроснабжения, линий электропередачи и сетей. [Текст] / П.И. Анастасиев [и др.]; под ред. Я.М. Большама, В.И. Круповича, М.Л. Самовера. – 2-е изд. – М.: Энергия, 1974. – 650 с.

4. Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации: Обязательны для всех Потребителей электроэнергии независимо от их ведомств.принадлежности и форм собственности [Электронный ресурс] : Утв. приказом Минэнерго России N229 от.19.06.03 : Ввод.с 1 окт.2003 г. / М-во энергетики РФ. - СПб. : Изд-во ДЕАН, 2003. – 336 с. – Электронные текстовые данные. – доступ из СПС Консультант Плюс.

5. ПУЭ [Электронный ресурс] : правила устройства электроустановок / 6-е и 7-е изд. - Электронные текстовые данные. - доступ из СПС Консультант Плюс.

7 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

6. Иванов М.Н.. Методические указания к практическим занятиям по дисциплине «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем» [Электронный ресурс] / М.Н.Иванов: - Новосибирск: СГУВТ, 2018. - Режим доступа: <http://www.ssuwt.ru/education/uchebnye-plany-rabochie-programmy-i-drugie-dokumenty/>. – Загл. с экрана. (раздел «Методические и иные документы»)

8 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

7. Иванов М.Н.. Методические указания к курсовому проектированию по дисциплине «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем» [Электронный ресурс] / М.Н.Иванов: - Новосибирск: СГУВТ, 2018. - Режим доступа: <http://www.ssuwt.ru/education/uchebnye-plany-rabochie-programmy-i-drugie-dokumenty/>. – Загл. с экрана. (раздел «Методические и иные документы»)

9 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет" (далее - сеть "Интернет"), необходимых для освоения дисциплины (модуля)

8. ФГУП «Стандартинформ» (Российский научно-технический центр информации и оценки соответствия) [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.standards.ru/collect/4199456.aspx>, свободный. – Загл. с экрана.

9. Журнал «Электротехнический рынок». Электротехнический интернет-портал [Электронный ресурс]. – URL: www.elec.ru, свободный. – Загл. с экрана.

10. ПАО «ФСК ЕЭС» - Федеральная сетевая компания ЕЭС [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.fsk-ees.ru/>, свободный. – Загл. с экрана.

11. Акционерное общество «Системный оператор Единой энергетической системы» [Электронный ресурс]. – URL: <https://so-ops.ru/>, свободный. – Загл. с экрана.

12. Научная электронная библиотека elibrary.ru [Электронный ресурс]. – URL: <https://elibrary.ru/>, свободный. – Загл. с экрана.

10 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

- Пакет прикладных офисных программ, включающий в себя текстовый процессор, средства просмотра pdf-файлов и средства работы с графикой.

- Консультационно-правовая система «Консультант Плюс».

- Электронно-библиотечная система «Лань» <https://e.lanbook.com/>.

11 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий	Перечень основного оборудования
Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа	Набор демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий, в том числе: доска учебная, мультимедийный проектор, экран проекционный.
Учебная аудитория для проведения практических занятий	Набор демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий, в том числе: доска учебная, мультимедийный проектор, экран проекционный.
Учебная аудитория для самостоятельной работы обучающихся	Компьютерная техника с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.
Лаборатория электроэнергетических систем	Учебно-наглядные пособия: доска учебная, мультимедийный проектор, экран проекционный и универсальные стенды для проведения лабораторных работ