

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования
«ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Структурное подразделение «Электрических станций, сетей и систем (139)»

УТВЕРЖДЕНА:
на заседании кафедры электрических станций, сетей и систем
Протокол №9 от 16 марта 2026 г.

Рабочая программа дисциплины

«РЕЛЕЙНАЯ ЗАЩИТА ЭЭС»

Направление: 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Электрические станции, системы и сети

Квалификация: Магистр

Форма обучения: очная

Документ подписан простой электронной подписью Составитель программы: Федосов Денис Сергеевич Дата подписания: 09.06.2026

Документ подписан простой электронной подписью Утвердил и согласовал: Федосов Денис Сергеевич Дата подписания: 09.06.2026

Год набора – 2026

Иркутск, 2026 г.

1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

1.1 Дисциплина «Релейная защита ЭЭС» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ПК-1 Способен выполнять научные исследования и анализ нормальных и аварийных режимов работы электрических станций, сетей и систем	ПК-1.1, ПК-1.3
ПК-3 Способен выполнять исследования и анализ работы устройств и комплексов релейной защиты и противоаварийной автоматики, осуществлять их эксплуатацию, техническое обслуживание и реконструкцию	ПК-3.1, ПК-3.2

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ПК-1.1	Анализирует работу устройств релейной защиты электроэнергетических систем в аварийных режимах	Знать принципы функционирования и структуру микропроцессорных устройств релейной защиты Уметь анализировать алгоритмы и принципы действия цифровых устройств релейной защиты в аварийных режимах Владеть навыками конфигурирования микропроцессорных устройств релейной защиты, применяемых в электроэнергетике
ПК-1.3	Выполняет расчёты токов короткого замыкания с применением современного программного обеспечения для выбора устройств релейной защиты электрических систем и исследования работы защит в переходных режимах	Знать основы эксплуатации, расчёта параметров и настройки устройств релейной защиты электрооборудования Уметь систематизировать и анализировать данные о работе релейной защиты электроэнергетических систем Владеть навыками составления электрических и принципиальных схем, выполнения расчётов параметров релейной защиты электроэнергетических систем
ПК-3.1	Формулирует требования к системам релейной защиты, умеет выполнять их проверку, демонстрирует понимание правил их эксплуатации	Знать нормативно-техническую документацию по эксплуатации и техническому обслуживанию устройств релейной защиты электроэнергетических систем

		Уметь выполнять проверку и испытания устройств релейной защиты электроэнергетических систем с применением современных испытательных комплексов Владеть навыками анализа работы устройств и комплексов релейной защиты при авариях и нарушениях нормального режима работы энергосистемы
ПК-3.2	Оценивает правильность работы устройств и комплексов релейной защиты, принимает решения по реконструкции систем релейной защиты	Знать режимы работы и принципы эксплуатации вспомогательного электротехнического оборудования электрических станций и подстанций Уметь применять научно-техническую документацию для разработки мероприятий по обеспечению надёжной работы вторичного электрооборудования Владеть навыками разработки программ и планов технического обслуживания, испытаний и реконструкции релейной защиты электрических систем

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Релейная защита ЭЭС» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Микропроцессорная техника в электроэнергетике»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Автоматизированные системы управления технологическими процессами», «Диагностика основного оборудования электростанций», «Ремонт основного оборудования электростанций», «Производственная практика: практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности»

3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 6 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)		
	Всего	Семестр № 1	Семестр № 2
Общая трудоемкость дисциплины	216	108	108
Аудиторные занятия, в том числе:	91	52	39
лекции	26	13	13
лабораторные работы	39	26	13
практические/семинарские	26	13	13

занятия			
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	89	20	69
Трудоемкость промежуточной аттестации	36	36	0
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	Экзамен, Зачет, Курсовой проект	Экзамен	Зачет, Курсовой проект

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

Семестр № 1

№ п/п	Наименование раздела и темы дисциплины	Виды контактной работы						СРС		Форма текущего контроля
		Лекции		ЛР		ПЗ(СЕМ)				
		№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Общие вопросы релейной защиты оборудования электростанций	1	2	1	4	1	3	1, 2	3	Устный опрос
2	Защиты генераторов	2	3	3	6	2	4	1, 2	6	Отчет по лаборатор ной работе
3	Защиты трансформаторов и автотрансформато ров	3	3	2, 4	10	3	6	1, 2	5	Отчет по лаборатор ной работе
4	Защиты блока генератор- трансформатор	4	2	5	6			1, 2	3	Решение задач
5	Защиты шин и ошиновок	5	3					2	3	Устный опрос
	Промежуточная аттестация								36	Экзамен
	Всего		13		26		13		56	

Семестр № 2

№ п/п	Наименование раздела и темы дисциплины	Виды контактной работы						СРС		Форма текущего контроля
		Лекции		ЛР		ПЗ(СЕМ)				
		№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Общие вопросы релейной защиты ЭЭС	1	2					3	5	Устный опрос
2	Защиты линий электропередачи с относительной селективностью	2	6	1, 2	9	1, 2	9	1, 2, 3, 4	45	Отчет по лаборатор ной работе
3	Защиты линий электропередачи	3	5	3	4	3	4	2, 3, 4	19	Решение задач

	с абсолютной селективностью									
	Промежуточная аттестация									Зачет, Курсовой проект
	Всего		13		13		13		69	

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Семестр № 1

№	Тема	Краткое содержание
1	Общие вопросы релейной защиты оборудования электростанций	Виды повреждений и ненормальных режимов работы генераторов и трансформаторов. Выбор измерительных трансформаторов для релейной защиты. Классификация защит оборудования электростанций. Выходные воздействия защит блока.
2	Защиты генераторов	Продольная дифференциальная защита генератора. Поперечная дифференциальная защита генератора. Защита от замыканий на землю в обмотке статора. Защита от замыканий на землю в одной и двух точках обмотки ротора. Токовая защита обратной последовательности. Защита обмотки статора от симметричных перегрузок. Защита обмотки ротора генератора от перегрузок. Защита от потери возбуждения. Защита от асинхронного режима без потери возбуждения. Резервная дистанционная защита генератора от междуфазных КЗ. Защита от повышения напряжения.
3	Защиты трансформаторов и автотрансформаторов	Дифференциальная защита трансформатора блока. Газовая защита трансформатора. Защита от замыканий на землю в цепи обмотки низшего напряжения трансформатора. Дополнительная резервная токовая защита на стороне высшего напряжения. Защита от внешних коротких замыканий на землю. Защита от перевозбуждения трансформатора. Защита от частичного пробоя изоляции высоковольтных вводов трансформатора (КИВ).
4	Защиты блока генератор-трансформатор	Особенности выполнения защит генератора и трансформатора, работающих в блоке. Резервная дифференциальная защита блока. Защиты трансформатора (реактора) собственных нужд
5	Защиты шин и ошиновок	Дифференциальная защита одинарной секционированной системы сборных шин. Дифференциальная защита двойной системы сборных шин. Работа защиты шин при нарушении фиксации присоединений. Дифференциальная защита ошиновки высшего напряжения трансформатора

Семестр № 2

№	Тема	Краткое содержание
1	Общие вопросы релейной защиты ЭЭС	Виды повреждений и ненормальных режимов работы электрических сетей. Выбор измерительных трансформаторов для релейной защиты. Классификация защит ЭЭС. Выходные воздействия защит.
2	Защиты линий электропередачи с относительной селективностью	Дистанционные защиты ЛЭП. Виды характеристик реле сопротивления, схемы подключения реле. Контроль исправности цепей напряжения. Токовые защиты нулевой последовательности ЛЭП. Обоснование необходимости направленных ТЗНП.
3	Защиты линий электропередачи с абсолютной селективностью	Организация ВЧ канала связи. Направленная защита с ВЧ блокировкой. Телеускорение, телеотключение. Дифференциально-фазная защита. Обеспечение правильной работы дифференциально-фазной защиты при нарушении устойчивости в энергосистеме

4.3 Перечень лабораторных работ

Семестр № 1

№	Наименование лабораторной работы	Кол-во академических часов
1	Изучение устройств проверки реле РЕТОМ-21 и РЕТОМ-51	4
2	Изучение и проверка терминала токовых защит ABB SPAC 801	4
3	Изучение и проверка терминала защит фидера ABB REF 542 Plus	6
4	Изучение и проверка терминала дифференциальной защиты трансформатора ABB SPAD 346	6
5	Изучение и проверка шкафа защит блока генератор-трансформатор ЭКРА ШЭ1110	6

Семестр № 2

№	Наименование лабораторной работы	Кол-во академических часов
1	Изучение и проверка шкафа дистанционной и токовой защит линии ЭКРА ШЭ2607 021	5
2	Изучение и проверка шкафа дистанционной и токовой защит линии Бреслер ШЛ 2606	4
3	Изучение и проверка дифференциально-фазной защиты линии на базе терминалов MiCOM P547	4

4.4 Перечень практических занятий

Семестр № 1

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
1	Расчёт нагрузки трансформаторов тока	3
2	Расчёт дифференциальной защиты генератора	4
3	Расчёт дифференциальной защиты трансформатора	6

Семестр № 2

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
1	Анализ работы реле сопротивления при различных влияющих факторах	4
2	Проектирование реле сопротивления с различными видами характеристик	5
3	Анализ работы дифференциально-фазной защиты при нарушении устойчивости в энергосистеме	4

4.5 Самостоятельная работа

Семестр № 1

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Оформление отчетов по лабораторным и практическим работам	10
2	Проработка разделов теоретического материала	10

Семестр № 2

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Написание курсового проекта (работы)	24
2	Оформление отчетов по лабораторным и практическим работам	8
3	Подготовка к зачёту	23
4	Подготовка к сдаче и защите отчетов	14

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: исследовательский метод, поисковый метод, имитационный метод, проектный метод, моделирование профессиональной деятельности

5 Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины

5.1 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

5.1.1 Методические указания для обучающихся по курсовому проектированию/работе:

Промежуточная аттестация и представление разделов курсового проекта руководителю осуществляется в соответствии с графиком проектирования, представленным в выданном в начале семестра задании.

Оформленная согласно требованиям нормативных документов пояснительная записка представляется руководителю не позднее двух недель до окончания теоретического обучения. После проверки пояснительной записки руководитель допускает обучающегося к защите и назначает дату защиты курсового проекта либо возвращает пояснительную записку для доработки и устранения замечаний.

Защита курсового проекта происходит в форме доклада, в котором должны быть последовательно отражены основные этапы проектирования релейной защиты и технические решения, принятые в курсовом проекте. Продолжительность доклада не более 5 минут. После доклада руководитель при необходимости задаёт дополнительные вопросы для определения уровня знаний обучающегося.

Оценка за курсовой проект определяется следующими факторами:

- знаниями и умениями обучающегося, проявленными при выполнении курсового проекта, способностью продемонстрировать знания при защите проекта;
- самостоятельностью при выборе и обосновании технических решений проекта, глубиной и тщательностью проработки проекта;
- систематичностью и своевременностью представления разделов пояснительной записки руководителю в течение семестра;
- качеством оформления пояснительной записки.

Критерии, применяемые при выставлении оценок за курсовой проект, представлены в п. 6.2 данной рабочей программы.

Методические указания по выполнению курсового проекта содержатся в литературе:

- Висящев А. Н. Релейная защита и автоматика: Курсовое проектирование : учеб. пособие для вузов по направлению подгот. дипломир. специалистов "Электроэнергетика" / А. Н. Висящев, А. М. Тришечкин, Г. С. Беркин, 2001. - 228 с. - Цена 60.00

5.1.2 Методические указания для обучающихся по практическим занятиям

Перед каждым практическим занятием обучающиеся знакомятся с теоретическими сведениями по практической работе, которые содержатся в методических указаниях, конспектах лекций или раздаточных материалах. В начале каждой работы проводится устный опрос обучающихся. Практические работы проводятся в форме выполнения расчётно-графических работ и выполнения учебных проектов.

По практическим работам обучающиеся готовят общий индивидуальный отчёт за семестр в печатном виде, в который включают расчётно-графические работы и другие разделы по указанию преподавателя. Обучающиеся индивидуально защищают отчёт преподавателю на собеседовании, отвечая на контрольные вопросы и/или демонстрируя выполнение индивидуальных заданий.

5.1.3 Методические указания для обучающихся по лабораторным работам:

Лабораторные работы проводятся в лаборатории релейной защиты и автоматики КУИЦ «ЕвроСибЭнерго-ИРНИТУ» (ауд. 3-130).

Перед курсом лабораторных работ в начале каждого семестра обучающиеся проходят инструктаж по технике безопасности в лаборатории и подписываются в журнале об усвоении инструктажа. Перед каждой работой обучающиеся знакомятся с теоретическими сведениями по лабораторной работе, которые содержатся в методических указаниях, конспектах лекций или раздаточных материалах. В начале каждой работы проводится устный опрос обучающихся, выдаются приборы и инструменты для проведения работы, проводится целевой инструктаж.

Лабораторные работы выполняются в бригадах внутри подгруппы. Перед началом работы обучающиеся показывают преподавателю собранную схему для испытаний и после проверки схемы преподавателем подают напряжение на стенды и установки. По завершении работы обучающиеся разбирают схему испытаний.

По каждой лабораторной работе обучающиеся готовят индивидуальный отчёт в письменном или печатном виде. Обучающиеся индивидуально защищают каждый отчёт преподавателю на собеседовании, отвечая на контрольные вопросы и/или демонстрируя выполнение индивидуальных заданий.

5.1.4 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

Изучение дисциплины следует начинать с проработки данной рабочей программы, особое внимание уделяя целям и задачам, структуре и содержанию дисциплины.

По каждой лабораторной и практической работе обучающиеся готовят индивидуальные отчёты в письменном или печатном виде и готовятся к их защите. Контрольные вопросы к каждой работе содержатся в п. 6.1 данной рабочей программы. Защита проходит индивидуально в формате собеседования, где обучающиеся отвечают на вопросы преподавателя и/или защищают выполненные индивидуальные задания.

Проработка теоретических разделов курса выполняется по конспектам лекций и рекомендуемой литературе в соответствии с перечнем оценочных средств и контрольных вопросов, представленных в п. 6.2 данной рабочей программы.

6 Фонд оценочных средств для контроля текущей успеваемости и проведения промежуточной аттестации по дисциплине

6.1 Оценочные средства для проведения текущего контроля

6.1.1 семестр 1 | Отчет по лабораторной работе

Описание процедуры.

Защита отчёта по лабораторной работе в форме индивидуального собеседования после выполнения соответствующей работы и изучения теоретического материала. Преподаватель задаёт обучающемуся выборочно 3-5 вопросов по теме работы.

Тема (раздел): Защиты генераторов

Вопросы для контроля:

1. Виды повреждений и ненормальных режимов работы генераторов.
2. Защиты генераторов (основные и резервные).
3. Продольная и поперечная дифференциальная защита генератора.
4. Защита обмотки статора генератора от замыканий на землю.
5. Защита обмотки ротора генератора от замыканий на землю в одной и в двух точках.
6. Защита генератора от асинхронного режима с потерей и без потери возбуждения.
7. Защита от повышения напряжения.
8. Защиты статора от симметричных и несимметричных перегрузок.
9. Защита обмотки ротора от перегрузки током возбуждения.
10. Резервная защита генератора от внешних КЗ.
11. Особенности проверки и обслуживания микропроцессорных защит генератора.

Тема (раздел): Защиты трансформаторов и автотрансформаторов

Вопросы для контроля:

1. Виды повреждений и ненормальных режимов работы трансформаторов.
2. Дифференциальная защита трансформаторов. Особенности дифференциальной защиты трансформаторов.
3. Выравнивание токов при помощи уравнительных обмоток и промежуточных автотрансформаторов тока.
4. Понятие группы соединения обмоток трансформатора. Методика определения

группы соединения обмоток трансформатора.

5. Выравнивание токов по фазе в плечах дифференциальной защиты за счёт изменения схемы соединения обмоток ТТ.
6. Цифровое выравнивание токов в дифференциальной защите трансформатора.
7. Составляющие тока небаланса дифференциальной защиты трансформатора.
8. Защита трансформатора без выключателей на стороне высшего напряжения. Схема ОД-КЗ.
9. Токовая защита нулевой последовательности трансформатора.
10. Защита трансформатора от перевозбуждения.
11. Защита от замыканий на землю в обмотке НН блочного трансформатора.
12. Устройство КИВ 500 кВ.
12. Особенности проверки и обслуживания микропроцессорных защит трансформаторов и автотрансформаторов.

Тема (раздел): Защиты линий электропередачи с относительной селективностью

Вопросы для контроля:

1. Виды повреждений и ненормальных режимов работы ЛЭП.
2. Направленные МТЗ линии. Схема, принцип действия НМТЗ.
3. Понятие мертвой зоны НМТЗ и НМТЗ нулевой последовательности.
4. Влияние токов неповрежденных фаз на поведение НМТЗ.
5. Защита от однофазных замыканий в сетях с незаземленной нейтралью.
6. Токовая защита нулевой последовательности ЛЭП. Обоснование необходимости направленных ТЗНП.
7. Дистанционные защиты ЛЭП. Виды характеристик реле сопротивления, схемы подключения реле.
8. Контроль исправности цепей напряжения дистанционной защиты.
9. Поведение дистанционной защиты ЛЭП при качаниях. Принцип действия БК.
10. Особенности проверки и обслуживания микропроцессорных защит линий электропередачи.

Критерии оценивания.

Обучающийся защитил отчёт по лабораторной работе, если ответил на все заданные вопросы, продемонстрировав знание и удовлетворительное понимание темы работы. Допускается затруднение при ответе на один из заданных вопросов, при этом преподаватель вправе задать 1-2 дополнительных вопроса, на которые обучающийся должен дать полный ответ. В противном случае отчёт по лабораторной работе защищается повторно на следующем отведённом для этого занятии.

6.1.2 семестр 1 | Решение задач

Описание процедуры.

Обучающийся выполняет расчётно-графическую работу по индивидуальному варианту, оформляя решение в печатном виде. Преподаватель проверяет решение и задаёт 1-2 уточняющих вопроса по ходу решения.

Тема (раздел): Защиты блока генератор-трансформатор

Обучающемуся предлагается решить задачу следующего вида:

Требуется выполнить расчёт уставок защит блока генератор-трансформатор G1-T1.

При выполнении расчётно-графической работы должны быть представлены:

1. Расчётно-пояснительная записка

Примерное содержание: расчёт токов короткого замыкания, требования к защитам блока

генератор-трансформатор, выбор защит блока генератор-трансформатор, расчёт уставок защит блока генератор-трансформатор, разработка схем релейной защиты блока генератор-трансформатор.

Объём записки около 20 страниц, представляется в печатном виде.

2. Графическая часть работы

Поясняющая схема защищаемого оборудования.

Тема (раздел): Защиты линий электропередачи с абсолютной селективностью

Обучающемуся предлагается решить задачу следующего вида:

Требуется выполнить расчёт уставок дифференциально-фазной защиты ЛЭП W1.

При выполнении расчётно-графической работы должны быть представлены:

1. Расчётно-пояснительная записка

Примерное содержание: расчёт токов короткого замыкания, расчёт уставок дифференциально-фазной защиты ЛЭП, разработка схем дифференциально-фазной защиты ЛЭП.

Объём записки около 10 страниц, представляется в печатном виде.

2. Графическая часть работы

Поясняющая схема защищаемого оборудования.

Критерии оценивания.

Обучающийся сдал расчётно-графическую работу, если не допустил ошибок при решении и оформлении и показал при ответе на уточняющие вопросы самостоятельность решения, знание и удовлетворительное понимание темы работы. В противном случае решение задачи защищается повторно на следующем отведённом для этого занятии.

6.1.3 семестр 1 | Устный опрос

Описание процедуры.

Устный выборочный опрос обучающихся на лекциях, лабораторных и практических работах по темам, пройденным на предыдущих занятиях по дисциплине.

Тема (раздел): Общие вопросы релейной защиты оборудования электростанций. Защиты генераторов

Вопросы для контроля:

1. Виды повреждений и ненормальных режимов работы генераторов.
2. Выбор измерительных трансформаторов для релейной защиты.
3. Классификация защит оборудования электростанций. Выходные воздействия защит блока.
4. Микропроцессорные релейные защиты. Общие сведения. Функциональная схема РЗ на операционных усилителях.
5. Защиты генераторов (основные и резервные).
6. Продольная и поперечная дифференциальная защита генератора.
7. Защита обмотки статора генератора от замыканий на землю.
8. Защита обмотки ротора генератора от замыканий на землю в одной и в двух точках.
9. Защита генератора от асинхронного режима с потерей и без потери возбуждения.
10. Защита от повышения напряжения.
11. Защиты статора от симметричных и несимметричных перегрузок.
12. Защита обмотки ротора от перегрузки током возбуждения.
13. Резервная защита генератора от внешних КЗ.
14. Защиты двигателей. Основные и резервные защиты Защита от обрыва фаз двигателя.

Тема (раздел): Защиты трансформаторов и автотрансформаторов. Защиты блока генератор-трансформатор. Защиты шин и ошиновок

Вопросы для контроля:

1. Дифференциальная защита трансформаторов. Особенности дифференциальной защиты трансформаторов.
2. Выравнивание токов при помощи уравнительных обмоток и промежуточных автотрансформаторов тока.
3. Понятие группы соединения обмоток трансформатора. Методика определения группы соединения обмоток трансформатора.
4. Выравнивание токов по фазе в плечах дифференциальной защиты за счёт изменения схемы соединения обмоток ТТ.
5. Цифровое выравнивание токов в дифференциальной защите трансформатора.
6. Мероприятия для уменьшения тока небаланса дифференциальной защиты.
7. Назначение промежуточного быстронасыщающегося трансформатора дифференциального реле. Принцип действия тормозных обмоток дифференциального реле.
8. Составляющие тока небаланса дифференциальной защиты трансформатора.
9. Защита трансформатора без выключателей на стороне высшего напряжения. Схема ОД-КЗ.
10. Токовая защита нулевой последовательности трансформатора.
11. Защита трансформатора от перевозбуждения.
12. Защита от замыканий на землю в обмотке НН блочного трансформатора.
13. Устройство КИВ 500 кВ.
14. Защиты блока генератор-трансформатор. Особенности выполнения основных и резервных защит блоков.
15. Резервная дифференциальная защита блока генератор-трансформатор.
16. Дифференциальная защита одиночной секционированной системы шин. Схема, принцип действия.
17. Дифференциальная защита двойной системы шин. Схема, принцип действия.
18. Дифференциальные защиты ошиновки трансформаторов и автотрансформаторов.

Тема (раздел): Общие вопросы релейной защиты ЭЭС. Защиты линий электропередачи с относительной селективностью. Защиты линий электропередачи с абсолютной селективностью

Вопросы для контроля:

1. Виды повреждений и ненормальных режимов работы электрических сетей.
2. Классификация защит ЭЭС. Выходные воздействия защит.
3. Направленные МТЗ линии. Схема, принцип действия НМТЗ.
4. Понятие мертвой зоны НМТЗ и НМТЗ нулевой последовательности.
5. Влияние токов неповрежденных фаз на поведение НМТЗ.
6. Защита от однофазных замыканий в сетях с незаземленной нейтралью.
7. Токовая защита нулевой последовательности ЛЭП. Обоснование необходимости направленных ТЗНП.
8. Дистанционные защиты ЛЭП. Виды характеристик реле сопротивления, схемы подключения реле.
9. Контроль исправности цепей напряжения дистанционной защиты.
10. Поведение дистанционной защиты ЛЭП при качаниях. Принцип действия БК.
11. Дифференциальные защиты линий. Продольная дифференциальная защита линий: схема, принцип действия, особенности выполнения.
12. Поперечная направленная дифференциальная защита параллельных линий. Схема,

принцип действия, расчет параметров защиты.

13. Организация ВЧ канала связи на ЛЭП. Фильтр присоединения, конденсатор связи, ВЧ заградитель.

14. Направленная защита с ВЧ блокировкой: принцип действия, пусковые органы, выбор уставок.

15. Дифференциально-фазная защита: принцип действия, пусковые органы, выбор уставок.

16. Обеспечение правильной работы дифференциально-фазной защиты при нарушении устойчивости в энергосистеме

17. Телеускорение, телеотключение на ЛЭП 110 кВ и выше.

Критерии оценивания.

В течение семестра каждый обучающийся в течение 1-3 раз (в зависимости от числа обучающихся в группах) участвует в устном опросе (выборочно по списку группы). Ответ на вопрос должен быть кратким и содержательным. За каждый неверный ответ или отсутствие ответа обучающийся получает штрафной балл. При сдаче промежуточной аттестации за каждый штрафной балл обучающийся получает по дополнительному вопросу по той же теме, которая вызвала затруднения при устном опросе.

6.1.4 семестр 2 | Отчет по лабораторной работе

Описание процедуры.

Защита отчёта по лабораторной работе в форме индивидуального собеседования после выполнения соответствующей работы и изучения теоретического материала. Преподаватель задаёт обучающемуся выборочно 3-5 вопросов по теме работы.

Тема (раздел): Защиты генераторов

Вопросы для контроля:

1. Виды повреждений и ненормальных режимов работы генераторов.
2. Защиты генераторов (основные и резервные).
3. Продольная и поперечная дифференциальная защита генератора.
4. Защита обмотки статора генератора от замыканий на землю.
5. Защита обмотки ротора генератора от замыканий на землю в одной и в двух точках.
6. Защита генератора от асинхронного режима с потерей и без потери возбуждения.
7. Защита от повышения напряжения.
8. Защиты статора от симметричных и несимметричных перегрузок.
9. Защита обмотки ротора от перегрузки током возбуждения.
10. Резервная защита генератора от внешних КЗ.
11. Особенности проверки и обслуживания микропроцессорных защит генератора.

Тема (раздел): Защиты трансформаторов и автотрансформаторов

Вопросы для контроля:

1. Виды повреждений и ненормальных режимов работы трансформаторов.
2. Дифференциальная защита трансформаторов. Особенности дифференциальной защиты трансформаторов.
3. Выравнивание токов при помощи уравнительных обмоток и промежуточных автотрансформаторов тока.
4. Понятие группы соединения обмоток трансформатора. Методика определения группы соединения обмоток трансформатора.
5. Выравнивание токов по фазе в плечах дифференциальной защиты за счёт изменения схемы соединения обмоток ТТ.

6. Цифровое выравнивание токов в дифференциальной защите трансформатора.
7. Составляющие тока небаланса дифференциальной защиты трансформатора.
8. Защита трансформатора без выключателей на стороне высшего напряжения. Схема ОД-КЗ.
9. Токовая защита нулевой последовательности трансформатора.
10. Защита трансформатора от перевозбуждения.
11. Защита от замыканий на землю в обмотке НН блочного трансформатора.
12. Устройство КИВ 500 кВ.
12. Особенности проверки и обслуживания микропроцессорных защит трансформаторов и автотрансформаторов.

Тема (раздел): Защиты линий электропередачи с относительной селективностью

Вопросы для контроля:

1. Виды повреждений и ненормальных режимов работы ЛЭП.
2. Направленные МТЗ линии. Схема, принцип действия НМТЗ.
3. Понятие мертвой зоны НМТЗ и НМТЗ нулевой последовательности.
4. Влияние токов неповрежденных фаз на поведение НМТЗ.
5. Защита от однофазных замыканий в сетях с незаземленной нейтралью.
6. Токовая защита нулевой последовательности ЛЭП. Обоснование необходимости направленных ТЗНП.
7. Дистанционные защиты ЛЭП. Виды характеристик реле сопротивления, схемы подключения реле.
8. Контроль исправности цепей напряжения дистанционной защиты.
9. Поведение дистанционной защиты ЛЭП при качаниях. Принцип действия БК.
10. Особенности проверки и обслуживания микропроцессорных защит линий электропередачи.

Критерии оценивания.

Обучающийся защитил отчёт по лабораторной работе, если ответил на все заданные вопросы, продемонстрировав знание и удовлетворительное понимание темы работы. Допускается затруднение при ответе на один из заданных вопросов, при этом преподаватель вправе задать 1-2 дополнительных вопроса, на которые обучающийся должен дать полный ответ. В противном случае отчёт по лабораторной работе защищается повторно на следующем отведённом для этого занятии.

6.1.5 семестр 2 | Решение задач

Описание процедуры.

Обучающийся выполняет расчётно-графическую работу по индивидуальному варианту, оформляя решение в печатном виде. Преподаватель проверяет решение и задаёт 1-2 уточняющих вопроса по ходу решения.

Тема (раздел): Защиты блока генератор-трансформатор

Обучающемуся предлагается решить задачу следующего вида:

Требуется выполнить расчёт уставок защит блока генератор-трансформатор G1-T1.

При выполнении расчётно-графической работы должны быть представлены:

1. Расчётно-пояснительная записка

Примерное содержание: расчёт токов короткого замыкания, требования к защитах блока генератор-трансформатор, выбор защит блока генератор-трансформатор, расчёт уставок защит блока генератор-трансформатор, разработка схем релейной защиты блока генератор-трансформатор.

Объём записки около 20 страниц, представляется в печатном виде.

2. Графическая часть работы

Поясняющая схема защищаемого оборудования.

Тема (раздел): Защиты линий электропередачи с абсолютной селективностью

Обучающемуся предлагается решить задачу следующего вида:

Требуется выполнить расчёт уставок дифференциально-фазной защиты ЛЭП W1.

При выполнении расчётно-графической работы должны быть представлены:

1. Расчётно-пояснительная записка

Примерное содержание: расчёт токов короткого замыкания, расчёт уставок дифференциально-фазной защиты ЛЭП, разработка схем дифференциально-фазной защиты ЛЭП.

Объём записки около 10 страниц, представляется в печатном виде.

2. Графическая часть работы

Поясняющая схема защищаемого оборудования.

Критерии оценивания.

Обучающийся сдал расчётно-графическую работу, если не допустил ошибок при решении и оформлении и показал при ответе на уточняющие вопросы самостоятельность решения, знание и удовлетворительное понимание темы работы. В противном случае решение задачи защищается повторно на следующем отведённом для этого занятии.

6.1.6 семестр 2 | Устный опрос

Описание процедуры.

Устный выборочный опрос обучающихся на лекциях, лабораторных и практических работах по темам, пройденным на предыдущих занятиях по дисциплине.

Тема (раздел): Общие вопросы релейной защиты оборудования электростанций. Защиты генераторов

Вопросы для контроля:

1. Виды повреждений и ненормальных режимов работы генераторов.
2. Выбор измерительных трансформаторов для релейной защиты.
3. Классификация защит оборудования электростанций. Выходные воздействия защит блока.
4. Микропроцессорные релейные защиты. Общие сведения. Функциональная схема РЗ на операционных усилителях.
5. Защиты генераторов (основные и резервные).
6. Продольная и поперечная дифференциальная защита генератора.
7. Защита обмотки статора генератора от замыканий на землю.
8. Защита обмотки ротора генератора от замыканий на землю в одной и в двух точках.
9. Защита генератора от асинхронного режима с потерей и без потери возбуждения.
10. Защита от повышения напряжения.
11. Защиты статора от симметричных и несимметричных перегрузок.
12. Защита обмотки ротора от перегрузки током возбуждения.
13. Резервная защита генератора от внешних КЗ.
14. Защиты двигателей. Основные и резервные защиты Защита от обрыва фаз двигателя.

Тема (раздел): Защиты трансформаторов и автотрансформаторов. Защиты блока генератор-трансформатор. Защиты шин и ошиновок

Вопросы для контроля:

1. Дифференциальная защита трансформаторов. Особенности дифференциальной защиты трансформаторов.
2. Выравнивание токов при помощи уравнительных обмоток и промежуточных автотрансформаторов тока.
3. Понятие группы соединения обмоток трансформатора. Методика определения группы соединения обмоток трансформатора.
4. Выравнивание токов по фазе в плечах дифференциальной защиты за счёт изменения схемы соединения обмоток ТТ.
5. Цифровое выравнивание токов в дифференциальной защите трансформатора.
6. Мероприятия для уменьшения тока небаланса дифференциальной защиты.
7. Назначение промежуточного быстронасыщающегося трансформатора дифференциального реле. Принцип действия тормозных обмоток дифференциального реле.
8. Составляющие тока небаланса дифференциальной защиты трансформатора.
9. Защита трансформатора без выключателей на стороне высшего напряжения. Схема ОД-КЗ.
10. Токовая защита нулевой последовательности трансформатора.
11. Защита трансформатора от перевозбуждения.
12. Защита от замыканий на землю в обмотке НН блочного трансформатора.
13. Устройство КИВ 500 кВ.
14. Защиты блока генератор-трансформатор. Особенности выполнения основных и резервных защит блоков.
15. Резервная дифференциальная защита блока генератор-трансформатор.
16. Дифференциальная защита одиночной секционированной системы шин. Схема, принцип действия.
17. Дифференциальная защита двойной системы шин. Схема, принцип действия.
18. Дифференциальные защиты ошиновки трансформаторов и автотрансформаторов.

Тема (раздел): Общие вопросы релейной защиты ЭЭС. Защиты линий электропередачи с относительной селективностью. Защиты линий электропередачи с абсолютной селективностью

Вопросы для контроля:

1. Виды повреждений и ненормальных режимов работы электрических сетей.
2. Классификация защит ЭЭС. Выходные воздействия защит.
3. Направленные МТЗ линии. Схема, принцип действия НМТЗ.
4. Понятие мертвой зоны НМТЗ и НМТЗ нулевой последовательности.
5. Влияние токов неповрежденных фаз на поведение НМТЗ.
6. Защита от однофазных замыканий в сетях с незаземленной нейтралью.
7. Токовая защита нулевой последовательности ЛЭП. Обоснование необходимости направленных ТЗНП.
8. Дистанционные защиты ЛЭП. Виды характеристик реле сопротивления, схемы подключения реле.
9. Контроль исправности цепей напряжения дистанционной защиты.
10. Поведение дистанционной защиты ЛЭП при качаниях. Принцип действия БК.
11. Дифференциальные защиты линий. Продольная дифференциальная защита линий: схема, принцип действия, особенности выполнения.
12. Поперечная направленная дифференциальная защита параллельных линий. Схема, принцип действия, расчет параметров защиты.
13. Организация ВЧ канала связи на ЛЭП. Фильтр присоединения, конденсатор связи, ВЧ заградитель.

14. Направленная защита с ВЧ блокировкой: принцип действия, пусковые органы, выбор уставок.
15. Дифференциально-фазная защита: принцип действия, пусковые органы, выбор уставок.
16. Обеспечение правильной работы дифференциально-фазной защиты при нарушении устойчивости в энергосистеме
17. Телеускорение, телеотключение на ЛЭП 110 кВ и выше.

Критерии оценивания.

В течение семестра каждый обучающийся в течение 1-3 раз (в зависимости от числа обучающихся в группах) участвует в устном опросе (выборочно по списку группы). Ответ на вопрос должен быть кратким и содержательным. За каждый неверный ответ или отсутствие ответа обучающийся получает штрафной балл. При сдаче промежуточной аттестации за каждый штрафной балл обучающийся получает по дополнительному вопросу по той же теме, которая вызвала затруднения при устном опросе.

6.2 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

6.2.1 Критерии и средства (методы) оценивания индикаторов достижения компетенции в рамках промежуточной аттестации

Индикатор достижения компетенции	Критерии оценивания	Средства (методы) оценивания промежуточной аттестации
ПК-1.1	На высоком уровне проводит анализ работы различных типов устройств релейной защиты электроэнергетических систем в аварийных режимах с применением теоретического аппарата	Письменный ответ и устное собеседование на экзамене
ПК-1.3	Правильно и с пониманием составляет математическую модель электроэнергетической системы, рассчитывает токи короткого замыкания с применением современного программного обеспечения, правильно выбирает и объясняет выбор устройств релейной защиты электрических систем, самостоятельно выполняет исследование работы защит в переходных режимах	Решение задачи и устное собеседование на зачёте, выполнение и защита курсового проекта
ПК-3.1	На основании нормативно-технических документов составляет требования к системам релейной защиты, самостоятельно выполняет их проверку с помощью испытательных комплексов, демонстрирует общее понимание правил их эксплуатации	Письменный ответ и устное собеседование на экзамене
ПК-3.2	Самостоятельно и корректно	Решение задачи и

	оценивает правильность работы устройств и комплексов релейной защиты, на основании действующих нормативно-технических документов принимает решения по реконструкции систем релейной защиты	устное собеседование на зачёте, выполнение и защита курсового проекта
--	--	---

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

6.2.2.1 Семестр 1, Типовые оценочные средства для проведения экзамена по дисциплине

6.2.2.1.1 Описание процедуры

К экзамену допускаются обучающиеся, прошедшие все этапы текущего контроля (входной контроль, защита отчётов по лабораторным и практическим работам, защита курсового проекта). На экзамен ко времени, указанному в расписании, приходит вся учебная группа либо поочерёдно первая и вторая подгруппа (по согласованию с преподавателем). Экзамен состоит из двух частей: письменной и устной. Обучающиеся, получив билет, в течение 40-45 минут в письменной форме тезисно отвечают на вопросы билета. На письменной части экзамена обучающимся не разрешается разговаривать друг с другом и пользоваться конспектами лекций, литературой, средствами связи. Письменная часть экзамена заканчивается тогда, когда последний обучающийся из группы/подгруппы сдаёт свой письменный ответ. В течение 10-15 минут преподаватель проверяет ответы обучающихся, после чего начинается устная часть экзамена. При подготовке к устному ответу разрешается пользоваться любой литературой. На устную часть экзамена обучающийся предоставляет преподавателю написанный собственноручно конспект лекций. Преподаватель задаёт 2-3 уточняющих вопроса по темам в билете обучающегося и 1-2 дополнительных вопроса по теоретическому курсу из расчёта около 10 минут на обучающегося.

Пример задания:

Экзамен за семестр 1 обучающиеся сдают по билетам. Билеты за семестр 1 содержат любые 2 теоретических вопроса из следующего списка:

1. Виды повреждений и ненормальных режимов работы генераторов и трансформаторов.
2. Выбор измерительных трансформаторов для релейной защиты.
3. Классификация защит оборудования электростанций. Выходные воздействия защит блока.
4. Дифференциальная защита трансформаторов. Особенности дифференциальной защиты трансформаторов.
5. Выравнивание токов при помощи уравнительных обмоток и промежуточных автотрансформаторов тока.
6. Понятие группы соединения обмоток трансформатора. Методика определения группы соединения обмоток трансформатора.
7. Выравнивание токов по фазе в плечах дифференциальной защиты за счёт изменения схемы соединения обмоток ТТ.
8. Цифровое выравнивание токов в дифференциальной защите трансформатора.
9. Мероприятия для уменьшения тока небаланса дифференциальной защиты.
10. Назначение промежуточного быстродействующего трансформатора

дифференциального реле. Принцип действия тормозных обмоток дифференциального реле.

11. Составляющие тока небаланса дифференциальной защиты трансформатора.
12. Защита трансформатора без выключателей на стороне высшего напряжения. Схема ОД-КЗ.
13. Токовая защита нулевой последовательности трансформатора.
14. Защита трансформатора от перевозбуждения.
15. Защита от замыканий на землю в обмотке НН блочного трансформатора.
16. Устройство КИВ 500 кВ.
17. Защиты генераторов (основные и резервные).
18. Продольная и поперечная дифференциальная защита генератора.
19. Защита обмотки статора генератора от замыканий на землю.
20. Защита обмотки ротора генератора от замыканий на землю в одной и в двух точках.
21. Защита генератора от асинхронного режима с потерей и без потери возбуждения.
22. Защита от повышения напряжения.
23. Защиты статора от симметричных и несимметричных перегрузок.
24. Защита обмотки ротора от перегрузки током возбуждения.
25. Резервная защита генератора от внешних КЗ.
26. Защиты блока генератор-трансформатор. Особенности выполнения основных и резервных защит блоков.
27. Резервная дифференциальная защита блока генератор-трансформатор.
28. Защиты двигателей. Основные и резервные защиты Защита от обрыва фаз двигателя.
29. Микропроцессорные релейные защиты. Общие сведения. Функциональная схема РЗ на операционных усилителях.
30. Дифференциальная защита одиночной секционированной системы шин. Схема, принцип действия.
31. Дифференциальная защита двойной системы шин. Схема, принцип действия.
32. Дифференциальные защиты ошиновки трансформаторов и автотрансформаторов.

6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Отлично	Хорошо	Удовлетворительн о	Неудовлетворительно
Обучающийся обнаруживает всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала по дисциплине, а именно: принципов действия и назначения защит генераторов, трансформаторов, блоков генератор-трансформатор, сборных шин и ошиновок на	Обучающийся обнаруживает полное знание учебно-программного материала, а именно: принципов действия и назначения защит генераторов, трансформаторов, блоков генератор-трансформатор, сборных шин и ошиновок на	Обучающийся обнаруживает знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии (принципы действия и назначение защит генераторов, трансформаторов, блоков генератор-трансформатор,	Обучающийся обнаруживает пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допускает принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий (не знает принципы действия и назначение защит генераторов, трансформаторов, блоков генератор-трансформатор, сборных шин и

трансформатор, сборных шин и ошинок на микропроцессорных терминалах. Обучающийся умеет свободно выполнять проектирование и рассчитывать уставки основных и резервных защит блока генератор-трансформатор, выполнять проверку и эксплуатацию сложных релейных защит на цифровых терминалах при помощи испытательных установок. Обучающийся усвоил основную образовательную программу дисциплины и знаком с дополнительной литературой. Обучающийся усвоил взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявил творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала	микропроцессорных терминалах. Обучающийся успешно выполнил предусмотренные в программе задания, способен выполнять проектирование и рассчитывать уставки основных и резервных защит блока генератор-трансформатор, выполнять проверку и эксплуатацию сложных релейных защит на цифровых терминалах при помощи испытательных установок. Обучающийся усвоил основную литературу, рекомендованную в программе. Обучающийся показал систематический характер знаний по дисциплине и способность к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности	сборных шин и ошинок на микропроцессорных терминалах). Обучающийся справился с выполнением заданий, предусмотренных программой, знаком с основной литературой, рекомендованной программой. Обучающийся допустил погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя	ошинок на микропроцессорных терминалах). Обучающийся не может продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности по окончании вуза, не способен проектировать и рассчитывать уставки защит блока генератор-трансформатор, не умеет выполнять проверку и эксплуатацию релейных защит на цифровых терминалах
--	---	--	---

6.2.2.2 Семестр 2, Типовые оценочные средства для проведения зачета по дисциплине

6.2.2.2.1 Описание процедуры

К зачёту допускаются обучающиеся, прошедшие все этапы текущего контроля (защита отчётов по лабораторным и практическим работам). На зачёт ко времени, указанному в расписании, приходит вся учебная группа либо поочерёдно первая и вторая подгруппа (по согласованию с преподавателем). Зачёт состоит из двух частей: письменной и устной. Обучающиеся, получив билет, в течение 40-45 минут в письменной форме тезисно отвечают на вопросы билета. На письменной части зачёта обучающимся не разрешается разговаривать друг с другом и пользоваться конспектами лекций, литературой, средствами связи. Письменная часть зачёта заканчивается тогда, когда последний обучающийся из группы/подгруппы сдаёт свой письменный ответ. В течение 10-15 минут преподаватель проверяет ответы обучающихся, после чего начинается устная часть зачёта. При подготовке к устному ответу разрешается пользоваться любой литературой. На устную часть зачёта обучающийся предоставляет преподавателю написанный собственноручно конспект лекций. Преподаватель задаёт 2-3 уточняющих вопроса по темам в билете обучающегося и 1-2 дополнительных вопроса по теоретическому курсу из расчёта около 10 минут на обучающегося.

Пример задания:

Зачёт за семестр 2 обучающиеся сдают по билетам. Билеты за семестр 2 содержат любые 2 теоретических вопроса из следующего списка:

1. Виды повреждений и ненормальных режимов работы электрических сетей.
2. Классификация защит ЭЭС. Выходные воздействия защит.
3. Направленные МТЗ линии. Схема, принцип действия НМТЗ.
4. Понятие мертвой зоны НМТЗ и НМТЗ нулевой последовательности.
5. Влияние токов неповрежденных фаз на поведение НМТЗ.
6. Защита от однофазных замыканий в сетях с незаземленной нейтралью.
7. Токовая защита нулевой последовательности ЛЭП. Обоснование необходимости направленных ТЗНП.
8. Дистанционные защиты ЛЭП. Виды характеристик реле сопротивления, схемы подключения реле.
9. Контроль исправности цепей напряжения дистанционной защиты.
10. Поведение дистанционной защиты ЛЭП при качаниях. Принцип действия БК.
11. Дифференциальные защиты линий. Продольная дифференциальная защита линий: схема, принцип действия, особенности выполнения.
12. Поперечная направленная дифференциальная защита параллельных линий. Схема, принцип действия, расчет параметров защиты.
13. Организация ВЧ канала связи на ЛЭП. Фильтр присоединения, конденсатор связи, ВЧ заградитель.
14. Направленная защита с ВЧ блокировкой: принцип действия, пусковые органы, выбор уставок.
15. Дифференциально-фазная защита: принцип действия, пусковые органы, выбор уставок.
16. Обеспечение правильной работы дифференциально-фазной защиты при нарушении устойчивости в энергосистеме
17. Телеускорение, телеотключение на ЛЭП 110 кВ и выше.

6.2.2.2.2 Критерии оценивания

Зачтено	Не зачтено
Обучающийся обнаруживает всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного и нормативного материала в области релейной защиты ЭЭС, а именно: знание видов повреждений в электрических сетях, назначения и принципов действия защит линий электропередачи с относительной и абсолютной селективностью. Обучающийся умеет свободно выполнять задания, предусмотренные программой, знает основные типы защит и оборудования для проверки современных цифровых защит, способен выполнять расчёты уставок дистанционных и дифференциально-фазных защит. Обучающийся демонстрирует систематический характер знаний по дисциплине и способность к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности	Обучающийся обнаруживает пробелы в знаниях основного учебного материала: не знает виды повреждений в электрических сетях, назначения и принципов действия защит линий электропередачи с относительной и абсолютной селективностью. Обучающийся допускает принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий, не знает основные типы защит и оборудования для проверки современных цифровых защит, не способен выполнить расчёты уставок дистанционных и дифференциально-фазных защит. Ответы обучающегося носят несистематизированный, отрывочный, поверхностный характер, обучающийся не понимает существа излагаемых им вопросов

6.2.2.3 Семестр 2, Типовые оценочные средства для курсовой работы/курсового проектирования по дисциплине

6.2.2.3.1 Описание процедуры

Защита курсового проекта проходит в форме доклада и последующего собеседования с преподавателем.

Пример задания:

Защита курсового проекта проходит в форме доклада и последующего собеседования с преподавателем по вопросам из следующего списка:

1. Покажите контур протекания тока замыкании обмотки статора на корпус. Чем опасно это замыкание?
2. Чем опасны замыкания на корпус обмотки ротора?
3. Почему несимметричные режимы особо опасны для крупных генераторов?
4. Каковы задачи релейной защиты генераторов, трансформаторов?
5. Какие защиты генераторов и трансформаторов обладают абсолютной, относительной селективностью?
6. Причины возникновения токов небаланса продольных дифференциальных защит генераторов, трансформаторов.
7. От чего зависят коэффициенты K_a , $K_{одн}$, K_n , f_i при определении тока срабатывания продольных дифференциальных защит генераторов и трансформаторов?
8. В каких точках и для каких режимов рассчитывается I_{K3max} для выбора уставок продольной дифференциальной защиты генератора, двухобмоточного (трехобмоточного)

трансформатора и автотрансформатора?

9. Каковы особенности продольной дифференциальной защиты трансформаторов относительно генераторов?
10. Для каких точек и в каких режимах оценивается чувствительности продольных дифференциальных защит генераторов и трансформаторов (автотрансформаторов)?
11. Сущность работы промежуточных трансформаторов тока, торможения дифференциального реле.
12. Как выравниваются намагничивающие силы плеч продольной дифференциальной защиты трансформаторов и автотрансформаторов?
13. Назначение и работа короткозамкнутой обмотки дифференциального реле.
14. Назначение и работа реле тока, дифференциального реле, указательных и промежуточных реле дифференциальных защит генераторов и трансформаторов (по полным схемам защит).
15. Каково назначение фильтра поперечной дифференциальной защиты генератора?
16. Принципы выполнения защиты от замыкания на корпус обмотки статора.
17. Что дает подмагничивание защиты от замыкания на корпус обмотки статора?
18. Каково назначение блокировок при КЗ защиты от замыкания на корпус?
19. Как выполняется защита генераторов от двойных замыканий на землю?
20. Расчет токов срабатывания максимальных токовых защит МТЗ генераторов, трансформаторов от междуфазных КЗ
21. Как повысить чувствительность МТЗ от междуфазных КЗ по току?
22. Определение времени срабатывания МТЗ.
23. В каких точках режимах оценивается чувствительность МТЗ по току, напряжению?
24. Принцип работы блокировок по напряжению МТЗ генераторов и трансформаторов.
25. В каких случаях на генераторах и трансформаторах устанавливаются МТЗ обратной последовательности?
26. Особенности МТЗ ОП генераторов.
27. В каких случаях и для чего на генераторах устанавливается дистанционная защита?
28. На каких генераторах устанавливается защита от повышения напряжения?
29. Чем отличается защита обмотки ротора от замыканий на корпус турбогенератора и гидрогенератора?
30. В каких случаях на генераторах устанавливается защита ротора от перегрузки ротора? Принцип ее действия.
31. Токовая защита нулевой последовательности трансформаторов (схема и расчет) (ТЗНП).
32. Каковы особенности ТЗНП автотрансформаторов?
33. На что реагирует газовая защита трансформаторов?
34. В каком случае и как газовая защита переводится на сигнал?
35. Почему в газовой защите используется промежуточное реле с тремя обмотками?
36. Чтение полных схем защит генераторов и трансформаторов.

6.2.2.3.2 Критерии оценивания

Отлично	Хорошо	Удовлетворительн о	Неудовлетворительно
Проект выполнен самостоятельно и в срок, имеет практический характер,	Проект выполнен самостоятельно, возможно незначительное отступление от	Проект выполнен самостоятельно, но с существенными отступлениями от срока. Проект не	Проект выполнен несамостоятельно. Обучающийся не владеет теоретическим материалом по теме

содержит элементы новизны и оригинальные технические решения. Обучающийся показал знание теоретического материала по теме проекта, умение анализировать, аргументировать свою точку зрения, делать обобщения и выводы. Материал излагается грамотно, логично, последовательно. Оформление отвечает требованиям к проектной документации, графическая часть соответствует требованиям ЕСКД. Во время защиты обучающийся показал умение кратко, доступно (ясно) представить результаты проектирования, адекватно ответить на поставленные вопросы.	срока, проект имеет практический характер, содержит элементы новизны и самостоятельные технические решения. Обучающийся показал знание теоретического материала по теме проекта, однако анализ, аргументация своей точки зрения, обобщения и выводы вызывают у него незначительные затруднения. Материал не всегда излагается логично, последовательно, однако это не мешает целостному восприятию работы. Имеются незначительные недочеты в оформлении проектной документации, графическая часть в целом соответствует требованиям ЕСКД. Во время защиты обучающийся показал умение кратко, доступно (ясно) представить результаты проектирования, однако испытывал	содержит элементов новизны, приняты только типовые технические решения. Обучающийся не в полной мере владеет теоретическим материалом по теме проекта, слабо проявлено умение анализировать, аргументировать свою точку зрения, делать обобщения и выводы. Материал не всегда излагается логично, последовательно. Имеются недочеты в оформлении проектной документации, графическая часть существенно отстает от требований ЕСКД. Во время защиты обучающийся испытывает затруднения в представлении результатов проектирования и в ответах на поставленные вопросы, однако имеет представления об общем назначении и принципах работы проектируемых защит	проекта, не проявлено умение анализировать, аргументировать свою точку зрения, делать обобщения и выводы. Материал излагается нелогично, имеются грубые недочеты в оформлении проектной документации, графическая часть отсутствует. Во время защиты обучающийся не способен представить результаты проектирования, не имеет представления об общем назначении и принципах работы проектируемых защит
---	---	--	--

	затруднения при ответе на отдельные вопросы		
--	--	--	--

7 Основная учебная литература

1. Пионкевич В. А. Релейная защита и автоматика в электрических сетях. Моделирование элементов электрических сетей и релейных защит : учебное пособие / В. А. Пионкевич, 2020. - 121.

[Сайт] – URL: <http://elib.istu.edu/viewer/view.php?file=/files3/er-23121.pdf>

2. Пионкевич В. А. Релейная защита и автоматика в электрических сетях. Микропроцессорные релейные защиты : учебное пособие / В. А. Пионкевич, 2020. - 103.

[Сайт] – URL: <http://elib.istu.edu/viewer/view.php?file=/files3/er-23120.pdf>

3. Пионкевич В. А. Релейная защита и автоматика в электрических сетях : лабораторный практикум / В. А. Пионкевич, 2021. - 116.

[Сайт] – URL: <http://elib.istu.edu/viewer/view.php?file=/files3/er-25075.pdf>

4. Федосеев Алексей Михайлович. Релейная защита электроэнергетических систем: Релейн. защита сетей : учеб. пособие для вузов по спец. "Автоматизация пр-ва и распределения электроэнергии" / Алексей Михайлович Федосеев, 1984. - 520.

5. Чернобровов Н. В. Релейная защита : учебное пособие для техникумов / Н. В. Чернобровов, 1974. - 680.

6. Андреев В. А. Релейная защита и автоматика систем электроснабжения : учебник для вузов по специальности "Электроснабжение" направления подготовки "Электроэнергетика" / В. А. Андреев, 2008. - 639.

7. Басс Э. И. Релейная защита электроэнергетических систем : учеб. пособие для вузов по направлению "Электроэнергетика" ... / Э. И. Басс, В. Г. Дорогунцев; под ред. А. Ф. Дьякова, 2006. - 294.

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Пионкевич В. А. Релейная защита и автоматика в электрических сетях. Базовый уровень : учебное пособие / В. А. Пионкевич, 2020. - 96.

[Сайт] – URL: <http://elib.istu.edu/viewer/view.php?file=/files3/er-22561.pdf>

2. Релейная защита и автоматика : метод. указания к лаб. работам для специальностей : 140204 (100100)- Электр. станции... / Иркут. гос. техн. ун-т, 2007. - 47.

[Сайт] – URL: <http://elib.istu.edu/viewer/view.php?file=/files/er-1598.pdf>

3. Релейная защита и автоматика : метод. указания к лаб. работам для специальности 10.01.04 / Иркут. гос. техн. ун-т, 2001. - 72.

[Сайт] – URL: <http://elib.istu.edu/viewer/view.php?file=/files/er-9658.pdf>

4. Висящев А. Н. Релейная защита и автоматика: Курсовое проектирование : учебное пособие для вузов по направлению подготовки дипломированных специалистов "Электроэнергетика" / А. Н. Висящев, А. М. Тришечкин, Г. С. Беркин, 2001. - 228.

[Сайт] – URL: <http://elib.istu.edu/viewer/view.php?file=/files/er-2227.pdf>

5. Висящев А. Н. Релейная защита генераторов, трансформаторов, блоков "генератор-трансформатор" : учебное пособие / Висящев А. Н., 2005. - 209.

[Сайт] – URL: <http://elib.istu.edu/viewer/view.php?file=/files/er-2444.pdf>

6. Чернобровов Николай Васильевич. Релейная защита энергетических систем : учеб. пособие для энерг. специальностей сред. проф. учеб. заведений / Николай Васильевич Чернобровов, Владимир Александрович Семенов, 1998. - 798.

7. Дьяков А. Ф. Микропроцессорная автоматика и релейная защита электроэнергетических систем : учебное пособие для вузов по направлению подготовки 140200 "Электроэнергетика" / А. Ф. Дьяков, Н. И. Овчаренко, 2010. - 335.

8. Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем [Электронный ресурс] : методические указания по лабораторным работам, курсовому проектированию и самостоятельной работе для очной и заочной форм обучения по направлению подготовки бакалавров 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, профили "Электрические станции" и "Электроснабжение" / Иркут. нац. исслед. техн. ун-т, 2018. - 88.

[Сайт] – URL: <http://elib.istu.edu/viewer/view.php?file=/files3/er-19885.pdf>

9. Релейная защита ЭЭС [Электронный ресурс] : методические указания по лабораторным работам, практическим работам, курсовому проектированию и самостоятельной работе для очной формы обучения по направлению подготовки магистров 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, магистерская программа "Электрические станции, системы и сети" / Иркут. нац. исслед. техн. ун-т, 2018. - 166.

[Сайт] – URL: <http://elib.istu.edu/viewer/view.php?file=/files3/er-19886.pdf>

10. Федосов Д. С. Релейная защита электрических станций и подстанций : учебное пособие по направлениям подготовки 13.03.02 "Электроэнергетика и электротехника" и 13.04.02 "Электроэнергетика и электротехника" очной и заочной форм обучения / Д. С. Федосов, 2019. - 111.

11. Релейная защита и автоматика : метод. указания для курсового и диплом. проектирования электроэнергет. специальностей 140205 "Электр. станции", 140211 "Электроснабжение" / Иркут. гос. техн. ун-т, 2006. - 46.

[Сайт] – URL: <http://elib.istu.edu/viewer/view.php?file=/files/er-9657.pdf>

12. Засыпкин Александр Сергеевич. Релейная защита трансформаторов / Александр Сергеевич Засыпкин, 1989. - 239.

13. Руководящие указания по релейной защите. Вып. 9. Дифференциально-фазная высокочастотная защита линий 110-330 кВ / Сост. Всесоюз. гос. проект.-изыскат. и НИИ энергет. систем и электр. сетей "Энергосетьпроект" М-ва энергетики и электрификации СССР, 1972. - 192.

14. Руководящие указания по релейной защите. Вып. 13А. Релейная защита понижающих трансформаторов и автотрансформаторов 110-500 кВ, 1985. - 112.

15. Руководящие указания по релейной защите. Вып. 13Б. Релейная защита понижающих трансформаторов и автотрансформаторов 110-500 кВ. Расчеты, 1985. - 94.
16. Руководящие указания по релейной защите. Вып. 12. Токовая защита нулевой последовательности от замыканий на землю линий 110-500 кВ. Расчеты / Всесоюз. гос. проектно-изыскательский и н.-и. ин-т энерг. систем и электр. сетей ЭНЕРГОСЕТЬПРОЕКТ М-ва энергетики и электрификации СССР, 1980. - 87.
17. Руководящие указания по релейной защите. Вып. 7. Дистанционная защита линий 35-300 кВ / Всесоюз. гос. проектно-изыскательский и н.-и. ин-т энерг. систем и электр. сетей ЭНЕРГОСЕТЬПРОЕКТ М-ва энергетики и электрификации СССР, 1966. - 172.
18. Руководящие указания по релейной защите. Вып. 7 (дополнение). Дистанционная защита линий 35-330 кВ / Всесоюз. гос. проектно-изыскательский и н.-и. ин-т энерг. систем и электр. сетей ЭНЕРГОСЕТЬПРОЕКТ М-ва энергетики и электрификации СССР, 1968. - 16.
19. Руководящие указания по релейной защите. Вып. 5 : Защита блоков. Генератор, трансформатор и генератор-автотрансформатор, 1963. - 112.

9 Ресурсы сети Интернет

1. <http://library.istu.edu/>
2. <https://e.lanbook.com/>

10 Профессиональные базы данных

1. <http://new.fips.ru/>
2. <http://www1.fips.ru/>

11 Перечень информационных технологий, лицензионных и свободно распространяемых специализированных программных средств, информационных справочных систем

1. Microsoft Windows Professional 8 Russian
2. Microsoft Office Professional Plus 2013
3. PTC_MathCAD14
4. MathWorks_MatLabR2010b (Simulink - 30, SimPowerSystems - 30)_511547_eng
5. Visio Standard 2007 Russian OpenLicensePack NoLevel AcademicEdition
6. SiminTech Academic Classroom
7. NanoCAD для учебного процесса
8. Свободно распространяемое программное обеспечение Модуль расчета токов короткого замыкания сервиса «Лаборатория РЗА» (<https://labrza.ru>), лицензионный договор № ЛРЗА-31-2024 от 03.06.2024 г.
9. Лицензионное программное обеспечение Системное программное обеспечение

10. Лицензионное программное обеспечение Пакет прикладных офисных программ
11. Лицензионное программное обеспечение Интернет-браузер

12 Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Установка для проверки простых реле У-5053 (ЭУ-5001)
2. У 5053 Испытательная проверочная установка
3. Экран с эл/приводом 180*180
4. 314197 Панель защиты ШДЭ-2802
5. мультимед.проектор ViewSonic PJ400
6. 316335 Шестисекционная панель
7. 311705 Шестисекционная панель
8. Портативный осциллограф Fluke 190-202
9. Портативный осциллограф Fluke 190-202
10. 313745 Комплект измерительных приборов
11. 313744 Комплект измерительных приборов
12. Вольтамперфазометр (с двумя клещами) Парма ВАФ-А 2
13. Устройство испытательное РЕТОМ-21 с аксссуарами РЕТОМ
14. 313730 Комплект измерительных приборов
15. Устройство испытательное РЕТОМ-51 с аксессуар и стандартный пакет программ РЕТОМ
16. Компьютер Р4 631/1646Gz/1024/120/3.5"/GF256/DVD-RW/ монитор Samsung940/кл/мышь
17. 310697 Синхронизатор СА-1
18. 312726 Установка испытательного напряжения
19. Доска магнитно-маркерная INDEX настенная ,размер 1x1.8 м
20. Устройство испытательное Ретом-51
21. Устройство испытательное Ретом-51
22. Шкаф постоян, тока нетиповой (MiCOM P633,MiCOM P145) Устройства защит трансформ.
23. Комплект управл. и резервн.защит MiCOM P547

24. Учебная аудитория для проведения лекционных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Оснащение: комплект учебной мебели, рабочее место преподавателя, доска. Мультимедийное оборудование (в том числе переносное): мультимедийный проектор, экран, акустическая система, компьютер с выходом в интернет.

25. Учебная аудитория для проведения лабораторных/практических (семинарских) занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Оснащение: комплект учебной мебели, рабочее место преподавателя, доска. Мультимедийное оборудование (в том числе переносное): мультимедийный проектор, экран, акустическая система, компьютер с выходом в интернет.