

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

Структурное подразделение «Брикс кафедры (205)»

УТВЕРЖДЕНА:
на заседании кафедры
Протокол №15 от 18 марта 2025 г.

Рабочая программа дисциплины

**«РЕЛЕЙНАЯ ЗАЩИТА СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ / RELAY PROTECTION OF
POWER SUPPLY SYSTEMS»**

Направление: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Современные технологии электроэнергетики / Power Electrical Engineering

Квалификация: Бакалавр

Форма обучения: очная

Документ подписан простой
электронной подписью
Составитель программы:
Федосов Денис Сергеевич
Дата подписания: 05.06.2025

Документ подписан простой
электронной подписью
Утвердил: Киреенко Анна
Павловна
Дата подписания: 10.06.2025

Документ подписан простой
электронной подписью
Согласовал: Карамов
Дмитрий Николаевич
Дата подписания: 05.06.2025

Год набора – 2025

Иркутск, 2025 г.

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

1.1 Дисциплина «Релейная защита систем электроснабжения / Relay Protection of Power Supply Systems» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ПКР-3 Способность к планированию, организации и ведению работ по эксплуатации объектов профессиональной деятельности	ПКР-3.3
ПКС-3 Способность выполнять работы по диагностике, ремонту силового и вспомогательного оборудования	ПКС-3.1

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ПКР-3.3	Выполняет проверку и испытания вторичного электрооборудования, объясняет структурную связь и функциональное взаимодействие различных элементов схемы релейной защиты в эксплуатации	Знать структурную связь различных элементов схемы релейной защиты в эксплуатации Уметь объяснить функциональное взаимодействие различных элементов схемы релейной защиты в эксплуатации Владеть навыками проверки и испытания вторичного электрооборудования релейной защиты и автоматики
ПКС-3.1	Учитывает особенности эксплуатации и проверки оборудования при разработке проекта релейной защиты и автоматизации	Знать особенности эксплуатации оборудования релейной защиты и автоматики Уметь проверять оборудование релейной защиты и автоматики с учётом требований проектной документации Владеть навыками разработки проекта релейной защиты и автоматизации

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Релейная защита систем электроснабжения / Relay Protection of Power Supply Systems» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Теоретические основы электротехники / Theoretical Foundations of Electrical Engineering», «Информационно-измерительная техника / Information Support for Professional Purposes», «Общая энергетика / General Energy Issues», «Электрические машины / Electric Machines», «Цифровые технологии в энергетике / Digital Technologies and Measuring Equipment in Energy», «Переходные процессы / Transient Processes», «Проектирование электроустановок подстанций / Designing of Electrical Substations»,

«Электрические станции и подстанции / Power Stations and Substations»,
«Электроэнергетические системы и сети / Electric Power Systems and Networks»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик:
«Интегрированные энергосистемы / Integrated Energy Systems», «Монтаж, наладка и эксплуатация систем электроснабжения / Installation, Commissioning and Operation of Power Supply Systems», «Системы электроснабжения / Power Supply Systems», «Электрический привод и электротехнологическое оборудование / Electric Drive and Electrical Equipment»

3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 7 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)		
	Всего	Семес тр № 6	Семестр № 7
Общая трудоемкость дисциплины	252	108	144
Аудиторные занятия, в том числе:	114	54	60
лекции	48	18	30
лабораторные работы	18	18	0
практические/семинарские занятия	48	18	30
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	102	54	48
Трудоемкость промежуточной аттестации	36	0	36
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	Экзамен, Курсовой проект, Зачет	Зачет	Экзамен, Курсовой проект

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

Семестр № 6

№ 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	1	2					2	7	Устный опрос
2	Виды повреждений в системах электроснабжени я	2	2			1	8	1, 2	10	Устный опрос
3	Измерительные	3	4	4	3	2	4	1, 2	10	Отчет

	трансформаторы тока									
4	Измерительные трансформаторы напряжения	4	2					2	8	Устный опрос
5	Фильтры симметричных составляющих тока и напряжения	5	2					2	8	Устный опрос
6	Реле и терминалы	6	4	1, 2	8			1, 2	9	Отчет
7	Источники оперативного тока	7	2	3, 5	7	3	6	1	2	Отчет
	Промежуточная аттестация									Зачет
	Всего		18		18		18		54	

Семестр № 7

№ 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	Максимальная токовая защита	1	4			2	6	2	2	Отчет
2	Токовая отсечка	2	4					3	4	Отчет
3	Направленные токовые защиты	3	4			1	6	2	2	Отчет
4	Защиты от замыканий на землю	4	2					3	4	Устный опрос
5	Дифференциальн ая защита	5	4			3	8	2, 3	6	Отчет
6	Релейная защита элементов СЭС	6	6			4	10	1, 2	24	Отчет
7	Резервирование в релейной защите	7	2					3	2	Устный опрос
8	Автоматика элементов СЭС	8	4					3	4	Отчет
	Промежуточная аттестация								36	Экзамен, Курсовой проект
	Всего		30				30		84	

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Семестр № 6

№	Тема	Краткое содержание
1	Общие вопросы релейной защиты	Назначение релейной защиты. История релейной защиты. Элементная база устройств релейной защиты. Требования, предъявляемые к релейной защите. Структурная схема релейной защиты. Классификация защит.
2	Виды повреждений в системах	Виды повреждений и ненормальных режимов в энергосистемах. Соотношения между

	электроснабжения	электрическими величинами и векторные диаграммы при нагрузке и коротких замыканиях. Однофазные замыкания на землю в сети с изолированной нейтралью. Особенности расчёта токов короткого замыкания для релейной защиты. Особенности составления схем замещения для токов обратной и нулевой последовательностей.
3	Измерительные трансформаторы тока	Назначение и принцип действия трансформаторов тока (ТТ). Маркировка выводов обмоток ТТ. Векторная диаграмма ТТ. Причины и виды погрешностей ТТ. Параметры, влияющие на уменьшение погрешностей ТТ. Требования к ТТ для релейной защиты и для измерений. Выбор ТТ для релейной защиты. Особенности работы ТТ в режиме глубокого насыщения. Схемы соединения обмоток трансформаторов тока (ТТ). Нагрузка ТТ и её расчёт.
4	Измерительные трансформаторы напряжения	Назначение и принцип действия трансформаторов напряжения (ТН). Основные параметры ТН. Маркировка выводов обмоток ТН. Векторная диаграмма, причины и виды погрешностей ТН. Схемы соединения обмоток ТН. Емкостные делители напряжения.
5	Фильтры симметричных составляющих тока и напряжения	Фильтры симметричных составляющих: определение, классификация. Фильтры тока и напряжения нулевой последовательности. Фильтры тока и напряжения прямой и обратной последовательности.
6	Реле и терминалы	Конструкция и принцип действия электромагнитных реле. Причины появления вибрации якоря и способы её устранения. Конструкция и принцип действия индукционных реле. Классификация реле по назначению. Обозначения реле и их элементов на схемах. Терминалы релейной защиты.
7	Источники оперативного тока	Постоянный оперативный ток. Источник и принципиальная схема оперативного тока. Устройство контроля изоляции цепей оперативного тока. Достоинства и недостатки схемы. Разновидности источников переменного оперативного тока. Схемы оперативного тока с реле прямого действия, с дешунтированием электромагнита отключения, с блоками питания и с предварительно заряженными конденсаторами. Достоинства и недостатки схем.

Семестр № 7

№	Тема	Краткое содержание
1	Максимальная токовая защита	Максимальная токовая защита (МТЗ). Определение, принципы действия и обеспечения селективности. Схемы цепей переменного тока и

		оперативного тока защиты. Типы выдержек времени МТЗ. Выбор тока срабатывания МТЗ. Проверка чувствительности МТЗ. Поведение МТЗ при двойных замыканиях на землю в сети с изолированной нейтралью. Согласование выдержек времени МТЗ. Особенности согласования защит с зависимыми характеристиками. МТЗ с пуском от реле напряжения. Назначение, принцип действия, схемы цепей переменного тока и оперативного тока защиты.
2	Токовая отсечка	Токовая отсечка. Определение, принципы действия и обеспечения селективности. Схемы цепей переменного тока и оперативного тока защиты. Выбор уставок токовой отсечки без выдержки времени. Зона действия мгновенной токовой отсечки. Неселективные токовые отсечки. Ненаправленные токовые отсечки на линиях с двухсторонним питанием. Выбор уставок токовой отсечки с выдержкой времени. Зона действия токовой отсечки с выдержкой времени.
3	Направленные токовые защиты	Обоснование необходимости направленных токовых защит. Принцип действия направленных защит. Реле направления мощности: назначение, конструкция, векторная диаграмма. Основные характеристики реле направления мощности. Схемы включения реле направления мощности. Схемы цепей переменного тока и оперативного тока направленной защиты. Выбор уставок срабатывания направленных токовых защит. Мёртвая зона направленной защиты.
4	Защиты от замыканий на землю	Защиты от замыканий на землю в сети с глухозаземлённой нейтралью. Защиты от замыканий на землю в сети с изолированной нейтралью.
5	Дифференциальная защита	Принцип действия продольной дифференциальной токовой защиты. Ток небаланса и способы его уменьшения. Работа защиты при наличии апериодической составляющей в первичном токе. Быстронасыщающиеся трансформаторы. Применение короткозамкнутых обмоток в дифференциальных реле. Торможение в дифференциальной защите. Расчёт уставок защиты. Особенности дифференциальных защит трансформаторов и автотрансформаторов. Способы выравнивания токов в плечах защиты по величине и фазе. Токи небаланса в дифференциальной защите трансформатора. Броски тока намагничивания (БТН) при включении трансформаторов. Способы отстройки от БТН.

6	Релейная защита элементов СЭС	Основные и резервные защиты трансформаторов. Релейная защита ЛЭП. Релейная защита шин. Релейная защита электродвигателей.
7	Резервирование в релейной защите	Способы резервирования в релейной защите. Устройство резервирования при отказе выключателя.
8	Автоматика элементов СЭС	Автоматическое повторное включение (АПВ). Классификация устройств АПВ. Ускорение защит после АПВ и оперативное ускорение. Автоматический ввод резерва. Автоматическая частотная разгрузка. Частотное автоматическое повторное включение.

4.3 Перечень лабораторных работ

Семестр № 6

№	Наименование лабораторной работы	Кол-во академических часов
1	Испытание электромагнитных реле тока РТ-40 и реле напряжения РН-54	4
2	Испытание промежуточных реле и реле времени на постоянном и переменном оперативном токе	4
3	Испытание индукционного реле тока РТ-80	3
4	Испытание измерительного трансформатора тока	3
5	Испытание реле РП-341, РВМ-13 и сборка схемы токовой защиты с дешунтированием электромагнита отключения	4

4.4 Перечень практических занятий

Семестр № 6

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
1	Расчёт токов короткого замыкания для выбора уставок защиты	8
2	Проверка трансформатора тока на десятипроцентную погрешность	4
3	Разработка схем релейной защиты на переменном оперативном токе	6

Семестр № 7

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
1	Испытание индукционного реле направления мощности типа РБМ-170	6
2	Ступенчатая токовая защита ЛЭП	6
3	Защиты трансформатора	8
4	Токовые защиты на микропроцессорах	10

4.5 Самостоятельная работа

Семестр № 6

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Подготовка к сдаче и защите отчетов	8
2	Проработка разделов теоретического материала	46

Семестр № 7

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Написание курсового проекта (работы)	22
2	Подготовка к сдаче и защите отчетов	8
3	Проработка разделов теоретического материала	18

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: проблемное обучение, поисковый метод, моделирование профессиональной деятельности, имитационный метод, применение информационных технологий, проектный метод

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. Обучающийся должен владеть базовыми сведениями о выполнении защит не только представленного в проекте оборудования, но и другого оборудования системы электроснабжения.

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

Практические работы проводятся в лаборатории релейной защиты и автоматики (ауд. В-212) либо в лаборатории релейной защиты и автоматики КУИЦ «ЕвроСибЭнерго-ИРНИТУ» (ауд. ТП-130).

Перед курсом практических работ в начале каждого семестра обучающиеся проходят инструктаж по технике безопасности в лаборатории и расписываются в журнале об усвоении инструктажа. Перед каждой работой 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, выдаются приборы и инструменты для проведения работы, проводится целевой инструктаж.

Практические 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 практической 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.

Методические указания по выполнению практических работ содержатся в литературе:

- Релейная защита и автоматика : метод. указания к лаб. работам для специальности 10.01.04 / Иркут. гос. техн. ун-т, 2001. - 72 с. - Цена 12.50

5.1.3 Методические указания для обучающихся по лабораторным работам:

Лабораторные работы проводятся в лаборатории релейной защиты и автоматики (ауд. В-212) либо в лаборатории релейной защиты и автоматики КУИЦ «ЕвроСибЭнерго-ИРНИТУ» (ауд. ТП-130).

Перед курсом лабораторных работ в начале каждого семестра обучающиеся проходят инструктаж по технике безопасности в лаборатории и расписываются 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.

Методические указания по выполнению лабораторных работ содержатся в литературе:

- Релейная защита и автоматика : метод. указания к лаб. работам для специальности 10.01.04 / Иркут. гос. техн. ун-т, 2001. - 72 с. - Цена 12.50

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 практической работе обучающиеся готовят индивидуальные отчёты в письменном или печатном виде и готовятся к их защите. Контрольные вопросы к каждой работе содержатся в методических указаниях и 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 6 | Отчет

Описание процедуры.

Защита отчёта по практической 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): Измерительные трансформаторы тока

Вопросы для контроля:

1. Назначение трансформатора тока.
2. Принцип действия трансформатора тока.
3. Конструкция трансформаторов тока.
4. Условные обозначения трансформаторов тока на схемах.
5. Схема замещения трансформатора тока.
6. В чём причина погрешности трансформаторов тока?
7. Почему недопустимо размыкать вторичную обмотку трансформатора тока?
8. Каким выбирается направление тока во вторичной обмотке трансформатора тока?
9. Как экспериментально определить однополярные выводы первичной и вторичной обмоток трансформаторов тока?
10. Как снимается вольтамперная характеристика (ВАХ) трансформатора тока? Что по ней можно определить?
11. От чего зависит допустимая нагрузка трансформатора тока?
12. В координатах $U = f(I)$ построены ВАХ двух обмоток исправного трансформатора тока. Какая ВАХ будет проходить выше: обмотки, предназначенной для измерений, или обмотки для релейной защиты? Почему?
13. Как по внешнему виду двух сердечников одного трансформатора тока определить, на каком из них расположена обмотка, предназначенная для измерений, а на каком – для релейной защиты?

Тема (раздел): Реле

Вопросы для контроля:

1. Назначение промежуточных реле.
2. Принцип действия промежуточных реле.
3. Конструкция промежуточных реле.

4. Схема внутренних соединений промежуточного реле.
5. В какие цепи включаются катушки промежуточных реле РП-23, РП-25, РП-250?
6. Как внешне отличить промежуточное реле постоянного тока от реле переменного тока?
7. Как поведёт себя промежуточное реле постоянного тока при его включении в цепь переменного тока?
8. При каком напряжении должны срабатывать промежуточные реле?
9. От чего зависит время срабатывания промежуточного реле?
10. Какое время срабатывания желательно обеспечить для промежуточных реле в большинстве случаев?
11. Назначение медных шайб у реле РП-251, РП-252.
12. Почему время срабатывания у промежуточных реле постоянного тока РП-23 и РП-251 неодинаковое?
13. Как работает промежуточное реле с удерживающей обмоткой?
14. Назначение реле времени.
15. Принцип действия реле времени.
16. Конструкция реле времени.
17. Схема внутренних соединений реле времени.
18. В какие цепи включаются катушки реле времени РВ-100, РВ-200?
19. Как внешне отличить реле времени постоянного тока от реле времени переменного тока?
20. При каком напряжении должны срабатывать реле времени?
21. Типы контактов реле времени.
22. Какие контакты, замыкающиеся с выдержкой времени, могут быть у реле времени?
23. За счёт какой силы приводится в действие часовой механизм реле времени?
24. На катушку реле времени (220 В) с часовым механизмом в одном случае подали напряжение 210 В, а в другом – 230 В. В каком случае время срабатывания реле времени будет больше? Почему?
25. Необходимо замедлить действие релейной защиты на 2 с. Какое для этого лучше выбрать реле времени: со шкалой 9 с или 20 с? Почему?
26. Назначение реле РТ-80.
27. Принцип действия реле РТ-80.
28. Конструкция реле РТ-80.
29. Схема внутренних соединений реле РТ-80.
30. В какие цепи включается катушка реле РТ-80?
31. Комбинация каких двух принципов действия электромеханических реле использована в реле РТ-80?
32. Что необходимо для создания момента, вращающего диск реле?
33. Для чего в реле РТ-80 применяется расцепление полюса на две части и экранирование одной из них?
34. Что такое ток трогания диска? Какую величину он имеет?
35. Вращается ли диск реле РТ-80 при токах в катушке меньше номинального? Если да, то почему при этом не происходит срабатывания реле?
36. Как называется характеристика времени срабатывания индукционного элемента реле РТ-80? Поясните её смысл.
37. Как изменить номинальный ток реле РТ-80?
38. При помощи чего изменяется вид токовременной характеристики индукционного элемента на реле РТ-80?
39. Как регулируется ток срабатывания отсечки в реле РТ-80?

Тема (раздел): Источники оперативного тока

Вопросы для контроля:

1. Назначение реле РП-341.
2. Принцип действия реле РП-341.
3. Конструкция реле РП-341.
4. Схема внутренних соединений реле РП-341.
5. В какие цепи включаются катушки реле РП-341?
6. Какие значения номинального тока можно установить на реле? Как это сделать?
7. Назначение насыщающегося трансформатора реле РП-341.
8. Для чего предназначен конденсатор, подключенный параллельно вторичной обмотке насыщающегося трансформатора?
9. Для чего предназначены силовые переключающие контакты реле РП-341? В чём особенность работы этой контактной системы?
10. Чем отличается реле РП-341 от реле РП-321?
11. Как добиваются того, чтобы реле РП-341 и РП-321 не подавали команду на отключение выключателя при номинальном токе в катушках?
12. Назначение реле времени РВМ-13.
13. Принцип действия реле времени РВМ-13.
14. Конструкция реле времени РВМ-13.
15. Схема внутренних соединений реле времени РВМ-13.
16. В какие цепи включаются катушки реле времени РВМ-13?
17. Какие значения номинального тока можно установить на реле? Как это сделать?
18. Как приводится в действие подвижная рамка реле времени РВМ-13?
19. От чего зависит частота вращения ротора синхронного двигателя реле времени РВМ-13?
20. Для работы синхронной машины необходимо наличие магнитного потока возбуждения. Как выполняется возбуждение синхронного двигателя реле времени РВМ-13?
21. Для чего в реле времени РВМ-13 применяется промежуточный насыщающийся трансформатор?
22. Назовите источники переменного оперативного тока.
23. Что такое дешунтирование электромагнита отключения? Почему не допускается размыкание вторичной обмотки трансформатора тока при подаче тока в цепь электромагнита отключения?
24. Нарисуйте схему токовой защиты с дешунтированием электромагнита отключения и объясните логику её действия.

Тема (раздел): Максимальная токовая защита

Вопросы для контроля:

1. Назначение реле РТ-40 и РН-54.
2. Принцип действия электромагнитных реле РТ-40 и РН-54.
3. Конструкция реле РТ-40 и РН-54.
4. Схема внутренних соединений реле РТ-40.
5. Схема внутренних соединений реле РН-54.
6. В какие цепи включаются катушки реле РТ-40 и РН-54?
7. Как изменяются уставки срабатывания реле РТ-40 и РН-54?
8. Для чего в реле РТ-40 предусмотрено две катушки на магнитопроводе?
9. Для чего в реле РН-54 предусмотрено добавочное сопротивление?
10. В чём отличие реле максимального действия от реле минимального действия?
11. Что такое ток срабатывания и ток возврата реле?
12. Почему у максимального реле ток срабатывания больше тока возврата?
13. Что такое коэффициент возврата реле?

14. Как различаются коэффициенты возврата для реле максимального и минимального действия?
15. Что такое нормально разомкнутый и нормально замкнутый контакт реле?
16. Какое условие должно выполниться, чтобы якорь реле притянулся?
17. Как зависит электромагнитный момент от тока в катушке реле? Каков его закон изменения во времени для реле РТ-40 и РН-54?
18. Причина вибрации якоря у реле РТ-40, РН-54.
19. Как уменьшают вибрацию якоря в реле РТ-40?
20. Как уменьшают вибрацию якоря в реле РН-54?
21. Каким способом можно отрегулировать ток срабатывания реле РТ-40 при его значительном отклонении от уставки?
22. Почему с увеличением кратности тока в катушке реле уменьшается его время срабатывания?
23. Почему при изменении соединения обмоток реле РТ-40 с последовательное на параллельное уставка увеличивается вдвое?
24. За счёт чего сглаживаются пульсации выпрямленного напряжения в реле РН-54?

Тема (раздел): Направленные токовые защиты

Вопросы для контроля:

1. Назначение реле направления мощности РБМ-170.
2. Принцип действия реле РБМ-170.
3. Конструкция реле РБМ-170.
4. Схема внутренних соединений реле РБМ-170.
5. В какие цепи включаются катушки реле РБМ-170?
6. Что необходимо для создания момента, поворачивающего ротор реле?
7. Нарисуйте векторную диаграмму токов, напряжений и магнитных потоков реле направления мощности.
8. Что такое самоход реле? Для чего и как проверяется реле на самоход?
9. Что такое угол максимальной чувствительности реле? Как он определяется?
10. Что такое мощность срабатывания реле направления мощности? При каком угле между векторами тока и напряжения она минимальна?
11. Нарисуйте угловую характеристику реле направления мощности. Обозначьте на ней зоны углов срабатывания, углов блокировки, линию нулевых моментов, линию максимальных моментов.
12. Что такое 90-градусная схема включения реле направления мощности? Для чего она применяется?

Тема (раздел): Дифференциальная защита

Вопросы для контроля:

1. Назовите основные и резервные защиты трансформатора.
2. Объясните принцип действия дифференциальной защиты трансформатора.
3. Нарисуйте схему токовых цепей дифференциальной защиты. Что такое плечи дифференциальной защиты, дифференциальная цепь?
4. Какая зона действия у дифференциальной защиты?
5. Что такое ток небаланса? Чем он вызван и какие составляющие имеет?
6. Почему трансформаторы тока на стороне треугольника силового трансформатора соединяются в звезду, а на стороне звезды – в треугольник?
7. Для чего в реле РНТ и ДЗТ для дифференциальной защиты используются насыщающиеся трансформаторы?
8. Что характеризуют коэффициенты K_a и $K_{одн}$?
9. Для чего нужны уравнивающие обмотки? Какие могут быть варианты их

использования?

10. Чем отличаются реле РНТ-565 и ДЗТ-11?
11. Что такое торможение? Для чего оно применяется?
12. Нарисуйте тормозную характеристику дифференциальной защиты с торможением. Что она отображает?
13. Как выполняется защита трансформатора от перегруза?
14. Где устанавливается газовое реле для защиты трансформатора? Поясните принцип его действия.
15. По каким условиям выбирается ток срабатывания реле РНТ-565?
16. Чем характеризуется чувствительность защит трансформатора?

Тема (раздел): Релейная защита элементов СЭС

Вопросы для контроля:

1. В чём отличие максимальной токовой защиты (МТЗ) от токовой отсечки (ТО)?
2. По какому условию выбирается уставка тока срабатывания МТЗ?
3. Что такое ступень селективности?
4. Каков принцип выбора уставок выдержки времени МТЗ?
5. Что такое коэффициент чувствительности? Какие допустимые значения коэффициента чувствительности для основных и резервных токовых защит?
6. Каким образом можно повысить чувствительность МТЗ?
7. Что такое самозапуск? Какие значения может принимать коэффициент самозапуска при выборе уставки МТЗ?
8. Изобразите цепи переменного тока и оперативные цепи МТЗ.
9. Что такое МТЗ с пуском по напряжению? В каких случаях она применяется?
10. Нарисуйте схему оперативных цепей МТЗ с пуском по напряжению.
11. Для чего необходим блок-контакт выключателя в цепи электромагнита отключения?
12. Как обеспечивается селективность ТО?
13. По какому условию выбирается уставка тока срабатывания ТО?
14. Изобразите цепи переменного тока и оперативные цепи ТО.
15. Как определяется ток срабатывания ТО с выдержкой времени?
16. Почему на линии Л2 и на трансформаторе Т лабораторного стенда нет ТО с выдержкой времени, а на линии Л1 она есть?
17. Что такое коэффициент схемы?
18. Чем отличается ток срабатывания защиты от тока срабатывания реле?
19. Объясните принцип действия автоматического повторного включения (АПВ).
20. Назовите основные достоинства и недостатки микропроцессорных защит в сравнении с электромеханическими и полупроводниковыми.
21. Из каких структурных элементов состоит микропроцессорное устройство релейной защиты (МУРЗ)?
22. Что является главным отличительным признаком цифровых устройств РЗА?
23. Как выполняется изменение уставок цифровой защиты? В каких величинах они могут быть заданы?
24. Что такое программируемая логика терминала? Для чего она используется?
25. При помощи чего осуществляется индикация срабатывания МУРЗ?
26. Какие функции помимо защитных могут выполнять терминалы?

Критерии оценивания.

Обучающийся защитил отчёт по практической 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 практической работе защищается повторно на следующем отведённом для этого занятии.

6.1.2 семестр 6 | Устный опрос

Описание процедуры.

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

Тема (раздел): Общие вопросы релейной защиты

Вопросы для контроля:

1. Какие требования предъявляются к релейной защите? Что означает каждое из них?
2. Что такое защита с относительной селективностью?
3. Назовите этапы развития элементной базы устройств РЗА
4. Чем характеризуется и как проверяется чувствительность защиты?

Тема (раздел): Виды повреждений в электроэнергетических системах

Вопросы для контроля:

1. Как режим работы нейтрали влияет на выполнение защиты от замыканий на землю?
2. Нарисуйте векторную диаграмму токов и напряжений при нагрузке и n-фазном КЗ.
3. Какие виды повреждений (КЗ) вы знаете в сетях с заземлённой и изолированной нейтралью?
4. Какие особенности у схем замещения сети для обратной и нулевой последовательности?
5. Как меняется сопротивление генератора без регулирования возбуждения при КЗ? Как это влияет на величину тока КЗ?

Тема (раздел): Измерительные трансформаторы тока. Измерительные трансформаторы напряжения

Вопросы для контроля:

1. Какой номинальный вторичный ток трансформаторов тока (ТТ)?
2. Нарисуйте схему замещения ТТ. В чём причина погрешности ТТ?
3. Для чего и как нужно определять однополярные выводы ТТ?
4. Чем опасно размыкание вторичной обмотки ТТ при нагрузке? Нарисуйте график напряжения на разомкнутой вторичной обмотке.
5. Как выбираются ТТ для РЗ и ТТ для измерительных приборов?
6. В каких случаях ТТ начинает работать в режиме насыщения? Как при этом меняется его погрешность?
7. Какие схемы соединения обмоток ТТ вы знаете?
8. Почему в сетях 6-35 кВ достаточно установить ТТ в 2 из трёх фаз?
9. Что такое коэффициент схемы?
10. От чего зависит нагрузка на ТТ?
11. Какое номинальное вторичное напряжение ТН?
12. Какие схемы соединения обмоток ТН вы знаете?
13. Для чего заземляют нейтраль первичной обмотки ТН, соединённой в звезду?
14. Для чего применяют пятистержневые ТН?
15. Для чего предназначена схема соединения обмоток ТН в разомкнутый треугольник? Какое на её выводах напряжение? Когда оно появляется? Как проверяется исправность этих цепей?

16. Каков принцип работ емкостных делителей напряжения? Где их применяют?

Тема (раздел): Фильтры симметричных составляющих тока и напряжения. Реле

Вопросы для контроля:

1. Для чего в релейной защите применяют ФСС? Какие вы знаете типы ФСС?
2. Когда появляются ток и напряжение НП?
3. Как выполнить ФТНП и ФННП?
4. Чем отличаются электромагнитные реле от индукционных?
5. Почему возникает вибрация якоря у электромагнитных реле? Как её уменьшить?
6. Как изменить ток срабатывания электромагнитного реле?
7. Что нужно для создания вращающего момента в индукционных реле?

Тема (раздел): Источники оперативного тока. Максимальная токовая защита. Токовая отсечка

Вопросы для контроля:

1. Для чего нужен оперативный ток? Какие основные группы потребителей?
2. Назовите виды источников переменного оперативного тока. В электроустановках каких классов напряжения применяется переменный ОТ?
3. Источник постоянного ОТ. Достоинства и недостатки.
4. Что такое МТЗ?
5. Какие характеристики выдержки времени у МТЗ вы знаете? Нарисуйте их.
6. Как должна вести себя защита при двойных ЗНЗ в сети с изолированной нейтралью?
7. Что такое самозапуск?
8. От чего отстраивается ток срабатывания МТЗ? Запишите формулу.
9. Чем отличается ток срабатывания защиты от тока срабатывания реле?
10. Как обеспечивается селективность МТЗ? Что такое степень селективности? Чему она равна?
11. Что такое коэффициент чувствительности для МТЗ? Чему он должен быть равен?
12. Как повысить чувствительность МТЗ?
13. Для чего применяется МТЗ с пуском по напряжению? Что такое комбинированный пуск по напряжению?
14. Что такое ТО? Чем отличается ТО от МТЗ?
15. Как изменяется ток КЗ в зависимости от расстояния до точки КЗ? Нарисуйте график
16. От чего отстраивается ток срабатывания ТО? Запишите формулу.
17. Что такое качания? Чем они опасны для ТО?
18. Для чего время срабатывания ТО делают отличным от нуля?
19. Для чего нужна ТОВ?
20. От чего отстраивается ТОВ? Если есть несколько смежных участков, то с каким из них будет согласовываться ТОВ?
21. Как выполняют ТО в сети с двухсторонним питанием?
22. Что такое неселективная ТО? Как исправляется её неселективная работа?
23. Как определяется зона действия ТО? Какой она должна быть согласно ПУЭ?
24. Что входит в зону защиты ТО и ТОВ?
25. Какие ступени образуют двух- и трёхступенчатую токовую защиту?

Тема (раздел): Направленные токовые защиты. Защиты от замыканий на землю

Вопросы для контроля:

1. Какие защиты называются направленными? В каких сетях они применяются? Какое направление тока в РЗ считается положительным?

2. Для чего служит реле направления мощности?
3. По какой схеме чаще всего включается реле направления мощности? Почему именно такая схема?
4. Когда ТЗ в сети с двухсторонним питанием можно сделать ненаправленной?
5. Что такое мёртвая зона направленной защиты? Почему мёртвая зона есть только при трёхфазных КЗ?
6. Как режим работы нейтрали влияет на выполнение защиты от замыканий на землю? На что реагируют эти защиты? На какую симметричную составляющую?
7. Как измерить ток НП в сети с заземлённой нейтралью?
8. Почему ТЗНП могут делать направленными даже в сети с односторонним питанием? Откуда идёт «подпитка» точки КЗ токами НП?
9. По какому признаку можно понять, что произошло замыкание на землю в сети с изолированной нейтралью? Как при этом выявить повреждённое присоединение?
10. Как измерить емкостной ток в сети с изолированной нейтралью? Какой трансформатор для этого применяется? Как заземляют при этом броню кабеля?

Тема (раздел): Дифференциальная защита

Вопросы для контроля:

1. В чём состоит принцип действия продольной дифференциальной токовой защиты? Чем вызван ток небаланса?
2. Для чего в дифференциальных реле применяют быстронасыщающиеся трансформаторы? Что такое торможение в дифференциальной защите? От чего отстраивают ток срабатывания дифференциальной защиты?
3. В чём заключаются особенности дифференциальных защит трансформаторов и автотрансформаторов?

Тема (раздел): Релейная защита элементов СЭС. Резервирование в релейной защите

Вопросы для контроля:

1. Перечислите виды повреждений и защиты трансформаторов и автотрансформаторов.
2. Перечислите виды повреждений и защиты линий электропередачи.
3. Перечислите виды повреждений и защиты сборных шин.
4. Перечислите виды повреждений и защиты электродвигателей.
5. Назовите способы резервирования в релейной защите. В чём состоит принцип действия устройства резервирования при отказе выключателя?

Тема (раздел): Автоматика элементов СЭС

Вопросы для контроля:

1. В чём состоит назначение и принцип действия автоматического повторного включения (АПВ)? Что такое ускорение защит после АПВ и оперативное ускорение?
2. В чём состоит назначение и принцип действия автоматического ввода резерва?
3. В чём состоит назначение и принцип действия автоматической частотной разгрузки и частотного автоматического повторного включения?

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.

6.1.3 семестр 7 | Отчет

Описание процедуры.

Защита отчёта по практической 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): Измерительные трансформаторы тока

Вопросы для контроля:

1. Назначение трансформатора тока.
2. Принцип действия трансформатора тока.
3. Конструкция трансформаторов тока.
4. Условные обозначения трансформаторов тока на схемах.
5. Схема замещения трансформатора тока.
6. В чём причина погрешности трансформаторов тока?
7. Почему недопустимо размыкать вторичную обмотку трансформатора тока?
8. Каким выбирается направление тока во вторичной обмотке трансформатора тока?
9. Как экспериментально определить однополярные выводы первичной и вторичной обмоток трансформаторов тока?
10. Как снимается вольтамперная характеристика (ВАХ) трансформатора тока? Что по ней можно определить?
11. От чего зависит допустимая нагрузка трансформатора тока?
12. В координатах $U = f(I)$ построены ВАХ двух обмоток исправного трансформатора тока. Какая ВАХ будет проходить выше: обмотки, предназначенной для измерений, или обмотки для релейной защиты? Почему?
13. Как по внешнему виду двух сердечников одного трансформатора тока определить, на каком из них расположена обмотка, предназначенная для измерений, а на каком – для релейной защиты?

Тема (раздел): Реле

Вопросы для контроля:

1. Назначение промежуточных реле.
2. Принцип действия промежуточных реле.
3. Конструкция промежуточных реле.
4. Схема внутренних соединений промежуточного реле.
5. В какие цепи включаются катушки промежуточных реле РП-23, РП-25, РП-250?
6. Как внешне отличить промежуточное реле постоянного тока от реле переменного тока?
7. Как поведёт себя промежуточное реле постоянного тока при его включении в цепь переменного тока?
8. При каком напряжении должны срабатывать промежуточные реле?
9. От чего зависит время срабатывания промежуточного реле?
10. Какое время срабатывания желательно обеспечить для промежуточных реле в большинстве случаев?
11. Назначение медных шайб у реле РП-251, РП-252.
12. Почему время срабатывания у промежуточных реле постоянного тока РП-23 и РП-251 неодинаковое?
13. Как работает промежуточное реле с удерживающей обмоткой?
14. Назначение реле времени.
15. Принцип действия реле времени.
16. Конструкция реле времени.

17. Схема внутренних соединений реле времени.
18. В какие цепи включаются катушки реле времени РВ-100, РВ-200?
19. Как внешне отличить реле времени постоянного тока от реле времени переменного тока?
20. При каком напряжении должны срабатывать реле времени?
21. Типы контактов реле времени.
22. Какие контакты, замыкающиеся с выдержкой времени, могут быть у реле времени?
23. За счёт какой силы приводится в действие часовой механизм реле времени?
24. На катушку реле времени (220 В) с часовым механизмом в одном случае подали напряжение 210 В, а в другом – 230 В. В каком случае время срабатывания реле времени будет больше? Почему?
25. Необходимо замедлить действие релейной защиты на 2 с. Какое для этого лучше выбрать реле времени: со шкалой 9 с или 20 с? Почему?
26. Назначение реле РТ-80.
27. Принцип действия реле РТ-80.
28. Конструкция реле РТ-80.
29. Схема внутренних соединений реле РТ-80.
30. В какие цепи включается катушка реле РТ-80?
31. Комбинация каких двух принципов действия электромеханических реле использована в реле РТ-80?
32. Что необходимо для создания момента, вращающего диск реле?
33. Для чего в реле РТ-80 применяется расщепление полюса на две части и экранирование одной из них?
34. Что такое ток трогания диска? Какую величину он имеет?
35. Вращается ли диск реле РТ-80 при токах в катушке меньше номинального? Если да, то почему при этом не происходит срабатывания реле?
36. Как называется характеристика времени срабатывания индукционного элемента реле РТ-80? Поясните её смысл.
37. Как изменить номинальный ток реле РТ-80?
38. При помощи чего изменяется вид токовременной характеристики индукционного элемента на реле РТ-80?
39. Как регулируется ток срабатывания отсечки в реле РТ-80?

Тема (раздел): Источники оперативного тока

Вопросы для контроля:

1. Назначение реле РП-341.
2. Принцип действия реле РП-341.
3. Конструкция реле РП-341.
4. Схема внутренних соединений реле РП-341.
5. В какие цепи включаются катушки реле РП-341?
6. Какие значения номинального тока можно установить на реле? Как это сделать?
7. Назначение насыщающегося трансформатора реле РП-341.
8. Для чего предназначен конденсатор, подключенный параллельно вторичной обмотке насыщающегося трансформатора?
9. Для чего предназначены силовые переключающие контакты реле РП-341? В чём особенность работы этой контактной системы?
10. Чем отличается реле РП-341 от реле РП-321?
11. Как добиваются того, чтобы реле РП-341 и РП-321 не подавали команду на отключение выключателя при номинальном токе в катушках?
12. Назначение реле времени РВМ-13.
13. Принцип действия реле времени РВМ-13.

14. Конструкция реле времени РВМ-13.
15. Схема внутренних соединений реле времени РВМ-13.
16. В какие цепи включаются катушки реле времени РВМ-13?
17. Какие значения номинального тока можно установить на реле? Как это сделать?
18. Как приводится в действие подвижная рамка реле времени РВМ-13?
19. От чего зависит частота вращения ротора синхронного двигателя реле времени РВМ-13?
20. Для работы синхронной машины необходимо наличие магнитного потока возбуждения. Как выполняется возбуждение синхронного двигателя реле времени РВМ-13?
21. Для чего в реле времени РВМ-13 применяется промежуточный насыщающийся трансформатор?
22. Назовите источники переменного оперативного тока.
23. Что такое дешунтирование электромагнита отключения? Почему не допускается размыкание вторичной обмотки трансформатора тока при подаче тока в цепь электромагнита отключения?
24. Нарисуйте схему токовой защиты с дешунтированием электромагнита отключения и объясните логику её действия.

Тема (раздел): Максимальная токовая защита

Вопросы для контроля:

1. Назначение реле РТ-40 и РН-54.
2. Принцип действия электромагнитных реле РТ-40 и РН-54.
3. Конструкция реле РТ-40 и РН-54.
4. Схема внутренних соединений реле РТ-40.
5. Схема внутренних соединений реле РН-54.
6. В какие цепи включаются катушки реле РТ-40 и РН-54?
7. Как изменяются уставки срабатывания реле РТ-40 и РН-54?
8. Для чего в реле РТ-40 предусмотрено две катушки на магнитопроводе?
9. Для чего в реле РН-54 предусмотрено добавочное сопротивление?
10. В чём отличие реле максимального действия от реле минимального действия?
11. Что такое ток срабатывания и ток возврата реле?
12. Почему у максимального реле ток срабатывания больше тока возврата?
13. Что такое коэффициент возврата реле?
14. Как различаются коэффициенты возврата для реле максимального и минимального действия?
15. Что такое нормально разомкнутый и нормально замкнутый контакт реле?
16. Какое условие должно выполняться, чтобы якорь реле притянулся?
17. Как зависит электромагнитный момент от тока в катушке реле? Каков его закон изменения во времени для реле РТ-40 и РН-54?
18. Причина вибрации якоря у реле РТ-40, РН-54.
19. Как уменьшают вибрацию якоря в реле РТ-40?
20. Как уменьшают вибрацию якоря в реле РН-54?
21. Каким способом можно отрегулировать ток срабатывания реле РТ-40 при его значительном отклонении от уставки?
22. Почему с увеличением кратности тока в катушке реле уменьшается его время срабатывания?
23. Почему при изменении соединения обмоток реле РТ-40 с последовательное на параллельное уставка увеличивается вдвое?
24. За счёт чего сглаживаются пульсации выпрямленного напряжения в реле РН-54?

Тема (раздел): Направленные токовые защиты

Вопросы для контроля:

1. Назначение реле направления мощности РБМ-170.
2. Принцип действия реле РБМ-170.
3. Конструкция реле РБМ-170.
4. Схема внутренних соединений реле РБМ-170.
5. В какие цепи включаются катушки реле РБМ-170?
6. Что необходимо для создания момента, поворачивающего ротор реле?
7. Нарисуйте векторную диаграмму токов, напряжений и магнитных потоков реле направления мощности.
8. Что такое самоход реле? Для чего и как проверяется реле на самоход?
9. Что такое угол максимальной чувствительности реле? Как он определяется?
10. Что такое мощность срабатывания реле направления мощности? При каком угле между векторами тока и напряжения она минимальна?
11. Нарисуйте угловую характеристику реле направления мощности. Обозначьте на ней зоны углов срабатывания, углов блокировки, линию нулевых моментов, линию максимальных моментов.
12. Что такое 90-градусная схема включения реле направления мощности? Для чего она применяется?

Тема (раздел): Дифференциальная защита

Вопросы для контроля:

1. Назовите основные и резервные защиты трансформатора.
2. Объясните принцип действия дифференциальной защиты трансформатора.
3. Нарисуйте схему токовых цепей дифференциальной защиты. Что такое плечи дифференциальной защиты, дифференциальная цепь?
4. Какая зона действия у дифференциальной защиты?
5. Что такое ток небаланса? Чем он вызван и какие составляющие имеет?
6. Почему трансформаторы тока на стороне треугольника силового трансформатора соединяются в звезду, а на стороне звезды – в треугольник?
7. Для чего в реле РНТ и ДЗТ для дифференциальной защиты используются насыщающиеся трансформаторы?
8. Что характеризуют коэффициенты K_a и $K_{одн}$?
9. Для чего нужны уравнительные обмотки? Какие могут быть варианты их использования?
10. Чем отличаются реле РНТ-565 и ДЗТ-11?
11. Что такое торможение? Для чего оно применяется?
12. Нарисуйте тормозную характеристику дифференциальной защиты с торможением. Что она отображает?
13. Как выполняется защита трансформатора от перегруза?
14. Где устанавливается газовое реле для защиты трансформатора? Поясните принцип его действия.
15. По каким условиям выбирается ток срабатывания реле РНТ-565?
16. Чем характеризуется чувствительность защит трансформатора?

Тема (раздел): Релейная защита элементов СЭС

Вопросы для контроля:

1. В чём отличие максимальной токовой защиты (МТЗ) от токовой отсечки (ТО)?
2. По какому условию выбирается уставка тока срабатывания МТЗ?
3. Что такое ступень селективности?
4. Каков принцип выбора уставок выдержки времени МТЗ?

5. Что такое коэффициент чувствительности? Какие допустимые значения коэффициента чувствительности для основных и резервных токовых защит?
6. Каким образом можно повысить чувствительность МТЗ?
7. Что такое самозапуск? Какие значения может принимать коэффициент самозапуска при выборе уставки МТЗ?
8. Изобразите цепи переменного тока и оперативные цепи МТЗ.
9. Что такое МТЗ с пуском по напряжению? В каких случаях она применяется?
10. Нарисуйте схему оперативных цепей МТЗ с пуском по напряжению.
11. Для чего необходим блок-контакт выключателя в цепи электромагнита отключения?
12. Как обеспечивается селективность ТО?
13. По какому условию выбирается уставка тока срабатывания ТО?
14. Изобразите цепи переменного тока и оперативные цепи ТО.
15. Как определяется ток срабатывания ТО с выдержкой времени?
16. Почему на линии Л2 и на трансформаторе Т лабораторного стенда нет ТО с выдержкой времени, а на линии Л1 она есть?
17. Что такое коэффициент схемы?
18. Чем отличается ток срабатывания защиты от тока срабатывания реле?
19. Объясните принцип действия автоматического повторного включения (АПВ).
20. Назовите основные достоинства и недостатки микропроцессорных защит в сравнении с электромеханическими и полупроводниковыми.
21. Из каких структурных элементов состоит микропроцессорное устройство релейной защиты (МУРЗ)?
22. Что является главным отличительным признаком цифровых устройств РЗА?
23. Как выполняется изменение уставок цифровой защиты? В каких величинах они могут быть заданы?
24. Что такое программируемая логика терминала? Для чего она используется?
25. При помощи чего осуществляется индикация срабатывания МУРЗ?
26. Какие функции помимо защитных могут выполнять терминалы?

Критерии оценивания.

Обучающийся защитил отчёт по практической 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 практической работе защищается повторно на следующем отведённом для этого занятии.

6.1.4 семестр 7 | Устный опрос

Описание процедуры.

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

Тема (раздел): Общие вопросы релейной защиты

Вопросы для контроля:

1. Какие требования предъявляются к релейной защите? Что означает каждое из них?
2. Что такое защита с относительной селективностью?
3. Назовите этапы развития элементной базы устройств РЗА
4. Чем характеризуется и как проверяется чувствительность защиты?

Тема (раздел): Виды повреждений в электроэнергетических системах

Вопросы для контроля:

1. Как режим работы нейтрали влияет на выполнение защиты от замыканий на землю?
2. Нарисуйте векторную диаграмму токов и напряжений при нагрузке и n-фазном КЗ.
3. Какие виды повреждений (КЗ) вы знаете в сетях с заземлённой и изолированной нейтралью?
4. Какие особенности у схем замещения сети для обратной и нулевой последовательности?
5. Как меняется сопротивление генератора без регулирования возбуждения при КЗ? Как это влияет на величину тока КЗ?

Тема (раздел): Измерительные трансформаторы тока. Измерительные трансформаторы напряжения

Вопросы для контроля:

1. Какой номинальный вторичный ток трансформаторов тока (ТТ)?
2. Нарисуйте схему замещения ТТ. В чём причина погрешности ТТ?
3. Для чего и как нужно определять однополярные выводы ТТ?
4. Чем опасно размыкание вторичной обмотки ТТ при нагрузке? Нарисуйте график напряжения на разомкнутой вторичной обмотке.
5. Как выбираются ТТ для РЗ и ТТ для измерительных приборов?
6. В каких случаях ТТ начинает работать в режиме насыщения? Как при этом меняется его погрешность?
7. Какие схемы соединения обмоток ТТ вы знаете?
8. Почему в сетях 6-35 кВ достаточно установить ТТ в 2 из трёх фаз?
9. Что такое коэффициент схемы?
10. От чего зависит нагрузка на ТТ?
11. Какое номинальное вторичное напряжение ТН?
12. Какие схемы соединения обмоток ТН вы знаете?
13. Для чего заземляют нейтраль первичной обмотки ТН, соединённой в звезду?
14. Для чего применяют пятистержневые ТН?
15. Для чего предназначена схема соединения обмоток ТН в разомкнутый треугольник? Какое на её выводах напряжение? Когда оно появляется? Как проверяется исправность этих цепей?
16. Каков принцип работ емкостных делителей напряжения? Где их применяют?

Тема (раздел): Фильтры симметричных составляющих тока и напряжения. Реле

Вопросы для контроля:

1. Для чего в релейной защите применяют ФСС? Какие вы знаете типы ФСС?
2. Когда появляются ток и напряжение НП?
3. Как выполнить ФТНП и ФННП?
4. Чем отличаются электромагнитные реле от индукционных?
5. Почему возникает вибрация якоря у электромагнитных реле? Как её уменьшить?
6. Как изменить ток срабатывания электромагнитного реле?
7. Что нужно для создания вращающего момента в индукционных реле?

Тема (раздел): Источники оперативного тока. Максимальная токовая защита. Токовая отсечка

Вопросы для контроля:

1. Для чего нужен оперативный ток? Какие основные группы потребителей?
2. Назовите виды источников переменного оперативного тока. В электроустановках

каких классов напряжения применяется переменный ОТ?

3. Источник постоянного ОТ. Достоинства и недостатки.
4. Что такое МТЗ?
5. Какие характеристики выдержки времени у МТЗ вы знаете? Нарисуйте их.
6. Как должна вести себя защита при двойных ЗНЗ в сети с изолированной нейтралью?
7. Что такое самозапуск?
8. От чего отстраивается ток срабатывания МТЗ? Запишите формулу.
9. Чем отличается ток срабатывания защиты от тока срабатывания реле?
10. Как обеспечивается селективность МТЗ? Что такое ступень селективности? Чему она равна?
11. Что такое коэффициент чувствительности для МТЗ? Чему он должен быть равен?
12. Как повысить чувствительность МТЗ?
13. Для чего применяется МТЗ с пуском по напряжению? Что такое комбинированный пуск по напряжению?
14. Что такое ТО? Чем отличается ТО от МТЗ?
15. Как изменяется ток КЗ в зависимости от расстояния до точки КЗ? Нарисуйте график
16. От чего отстраивается ток срабатывания ТО? Запишите формулу.
17. Что такое качания? Чем они опасны для ТО?
18. Для чего время срабатывания ТО делают отличным от нуля?
19. Для чего нужна ТОВ?
20. От чего отстраивается ТОВ? Если есть несколько смежных участков, то с каким из них будет согласовываться ТОВ?
21. Как выполняют ТО в сети с двухсторонним питанием?
22. Что такое неселективная ТО? Как исправляется её неселективная работа?
23. Как определяется зона действия ТО? Какой она должна быть согласно ПУЭ?
24. Что входит в зону защиты ТО и ТОВ?
25. Какие ступени образуют двух- и трёхступенчатую токовую защиту?

Тема (раздел): Направленные токовые защиты. Защиты от замыканий на землю

Вопросы для контроля:

1. Какие защиты называются направленными? В каких сетях они применяются? Какое направление тока в РЗ считается положительным?
2. Для чего служит реле направления мощности?
3. По какой схеме чаще всего включается реле направления мощности? Почему именно такая схема?
4. Когда ТЗ в сети с двухсторонним питанием можно сделать ненаправленной?
5. Что такое мёртвая зона направленной защиты? Почему мёртвая зона есть только при трёхфазных КЗ?
6. Как режим работы нейтрали влияет на выполнение защиты от замыканий на землю? На что реагируют эти защиты? На какую симметричную составляющую?
7. Как измерить ток НП в сети с заземлённой нейтралью?
8. Почему ТЗНП могут делать направленными даже в сети с односторонним питанием? Откуда идёт «подпитка» точки КЗ токами НП?
9. По какому признаку можно понять, что произошло замыкание на землю в сети с изолированной нейтралью? Как при этом выявить повреждённое присоединение?
10. Как измерить емкостной ток в сети с изолированной нейтралью? Какой трансформатор для этого применяется? Как заземляют при этом броню кабеля?

Тема (раздел): Дифференциальная защита

Вопросы для контроля:

1. В чём состоит принцип действия продольной дифференциальной токовой защиты? Чем вызван ток небаланса?
2. Для чего в дифференциальных реле применяют быстронасыщающиеся трансформаторы? Что такое торможение в дифференциальной защите? От чего отстраивают ток срабатывания дифференциальной защиты?
3. В чём заключаются особенности дифференциальных защит трансформаторов и автотрансформаторов?

Тема (раздел): Релейная защита элементов СЭС. Резервирование в релейной защите
Вопросы для контроля:

1. Перечислите виды повреждений и защиты трансформаторов и автотрансформаторов.
2. Перечислите виды повреждений и защиты линий электропередачи.
3. Перечислите виды повреждений и защиты сборных шин.
4. Перечислите виды повреждений и защиты электродвигателей.
5. Назовите способы резервирования в релейной защите. В чём состоит принцип действия устройства резервирования при отказе выключателя?

Тема (раздел): Автоматика элементов СЭС

Вопросы для контроля:

1. В чём состоит назначение и принцип действия автоматического повторного включения (АПВ)? Что такое ускорение защит после АПВ и оперативное ускорение?
2. В чём состоит назначение и принцип действия автоматического ввода резерва?
3. В чём состоит назначение и принцип действия автоматической частотной разгрузки и частотного автоматического повторного включения?

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
ПКР-3.3	Самостоятельно выполняет проверку простейшего оборудования релейной защиты и автоматики, не испытывает затруднений при объяснении структурной связи и функционального взаимодействия различных элементов схемы релейной защиты,	Выполнение и защита курсового проекта, устное собеседование на экзамене

	демонстрирует назначение релейной защиты в эксплуатации	
ПКС-3.1	Демонстрирует понимание основных особенностей эксплуатации и проверки оборудования релейной защиты, разрабатывает в полном объёме проект релейной защиты и автоматики основного электрооборудования	Выполнение и защита курсового проекта, устное собеседование на экзамене

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

6.2.2.1 Семестр 6, Типовые оценочные средства для проведения зачета по дисциплине

6.2.2.1.1 Описание процедуры

К зачёту допускаются обучающиеся, прошедшие все этапы текущего контроля (входной контроль, 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 6 обучающиеся сдают по билетам.

Билеты за семестр 6 содержат любые 2 теоретических вопроса из следующего списка:

1. Назначение релейной защиты. История релейной защиты. Элементная база устройств релейной защиты.
2. Требования, предъявляемые к релейной защите.
3. Структурная схема релейной защиты. Классификация защит.
4. Виды повреждений и ненормальных режимов в энергосистемах. Соотношения между электрическими величинами и векторные диаграммы при нагрузке и трёх-фазных коротких замыканиях.
5. Соотношения между электрическими величинами и векторные диаграммы при несимметричных коротких замыканиях. Однофазные замыкания на землю в сети с изолированной нейтралью.
6. Особенности расчёта токов короткого замыкания для релейной защиты. Учёт параметров синхронных машин в схемах замещения. Учёт регулирования возбуждения. Особенности составления схем замещения для токов обратной и нулевой

последовательностей.

7. Назначение и принцип действия трансформаторов тока (ТТ). Маркировка выводов обмоток ТТ. Векторная диаграмма ТТ. Причины и виды погрешностей ТТ.
8. Параметры, влияющие на уменьшение погрешностей трансформаторов тока (ТТ). Требования к ТТ для релейной защиты и для измерений.
9. Выбор трансформаторов тока (ТТ) для релейной защиты. Особенности работы ТТ в режиме глубокого насыщения.
10. Схемы соединения обмоток трансформаторов тока (ТТ). Нагрузка ТТ и её расчёт.
11. Назначение и принцип действия трансформаторов напряжения (ТН). Основные параметры ТН. Маркировка выводов обмоток ТН. Векторная диаграмма, причины и виды погрешностей ТН.
12. Схемы соединения обмоток трансформаторов напряжения.
13. Емкостные делители напряжения.
14. Фильтры симметричных составляющих: определение, классификация. Фильтры тока и напряжения нулевой последовательности.
15. Фильтры тока и напряжения прямой и обратной последовательности.
16. Конструкция и принцип действия электромагнитных реле. Причины появления вибрации якоря и способы её устранения.
17. Конструкция и принцип действия индукционных реле. Классификация реле по назначению. Обозначения реле и их элементов на схемах.
18. Постоянный оперативный ток. Источник и принципиальная схема оперативного тока. Устройство контроля изоляции цепей оперативного тока. Достоинства и недостатки схемы.
19. Разновидности источников переменного оперативного тока. Схемы оперативного тока с реле прямого действия и с дешунтированием электромагнита отключения. Достоинства и недостатки схем.
20. Разновидности источников переменного оперативного тока. Схемы оперативного тока с блоками питания и с предварительно заряженными конденсаторами. Достоинства и недостатки схем.

6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Зачтено	Не зачтено
Обучающийся обнаруживает всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного и нормативного материала в области релейной защиты систем электроснабжения, а именно: знание видов повреждений, назначения и принципов действия измерительных трансформаторов, реле, источников оперативного тока. Обучающийся умеет свободно выполнять задания, предусмотренные программой, знает основные типы реле и приборы для испытания реле и трансформаторов тока. Обучающийся демонстрирует систематический характер знаний по дисциплине и способность к их самостоятельному пополнению и	Обучающийся обнаруживает пробелы в знаниях основного учебного материала: не знает виды повреждений, назначение и принципы действия измерительных трансформаторов, реле, источников оперативного тока. Обучающийся допускает принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий, не знает основные типы реле и приборы для испытания реле и трансформаторов тока. Ответы обучающегося носят несистематизированный, отрывочный, поверхностный характер, обучающийся не понимает существа излагаемых им вопросов

6.2.2.2 Семестр 7, Типовые оценочные средства для проведения экзамена по дисциплине

6.2.2.2.1 Описание процедуры

К экзамену допускаются обучающиеся, прошедшие все этапы текущего контроля (защита отчётов по 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 и решают в общем виде задачу. 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 7 обучающиеся сдают по билетам.

Билеты за семестр 7 содержат любые 2 теоретических вопроса из следующего списка:

1. Максимальная токовая защита (МТЗ). Определение, принципы действия и обеспечения селективности. Схемы цепей переменного тока и оперативного тока защиты. Типы выдержек времени МТЗ.
2. Выбор тока срабатывания максимальной токовой защиты (МТЗ). Проверка чувствительности МТЗ.
3. Поведение максимальной токовой защиты (МТЗ) при двойных замыканиях на землю в сети с изолированной нейтралью. Согласование выдержек времени МТЗ. Особенности согласования защит с зависимыми характеристиками.
4. Максимальная токовая защита с пуском от реле напряжения. Назначение, принцип действия, схемы цепей переменного тока и оперативного тока защиты.
5. Токовая отсечка. Определение, принципы действия и обеспечения селективности. Схемы цепей переменного тока и оперативного тока защиты.
6. Выбор уставок токовой отсечки без выдержки времени. Зона действия мгновенной токовой отсечки.
7. Неселективные токовые отсечки. Ненаправленные токовые отсечки на линиях с двухсторонним питанием.
8. Выбор уставок токовой отсечки с выдержкой времени. Зона действия токовой отсечки с выдержкой времени.
9. Обоснование необходимости направленных токовых защит. Принцип действия направленных защит.
10. Реле направления мощности: назначение, конструкция, векторная диаграмма.

Основные характеристики реле направления мощности.

11. Схемы включения реле направления мощности. Схемы цепей переменного тока и оперативного тока направленной защиты.
12. Выбор уставок срабатывания направленных токовых защит. Мёртвая зона направленной защиты.
13. Защиты от замыканий на землю в сети с глухозаземлённой нейтралью.
14. Защиты от замыканий на землю в сети с изолированной нейтралью.
15. Принцип действия продольной дифференциальной токовой защиты. Ток небаланса и способы его уменьшения. Работа защиты при наличии апериодической составляющей в первичном токе. Быстронасыщающиеся трансформаторы.
16. Применение короткозамкнутых обмоток в дифференциальных реле. Торможение в дифференциальной защите. Расчёт уставок защиты.
17. Особенности дифференциальных защит трансформаторов и автотрансформаторов. Способы выравнивания токов в плечах защиты по величине и фазе.
18. Токи небаланса в дифференциальной защите трансформатора. Броски тока намагничивания (БТН) при включении трансформаторов. Способы отстройки от БТН.
19. Основные защиты трансформаторов и автотрансформаторов.
20. Резервные защиты трансформаторов и автотрансформаторов.
21. Релейная защита линий электропередачи.
22. Релейная защита шин.
23. Релейная защита электродвигателей.
24. Способы резервирования в релейной защите. Устройство резервирования при отказе выключателя.
25. Автоматическое повторное включение (АПВ). Классификация устройств АПВ. Ускорение защит после АПВ и оперативное ускорение.
26. Автоматический ввод резерва. Автоматическая частотная разгрузка. Частотное автоматическое повторное включение.

Билеты за семестр 7 также содержат одну задачу.

6.2.2.2.2 Критерии оценивания

Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
Обучающийся обнаруживает всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала по дисциплине, а именно: всех типов релейных защит СЭС. Обучающийся умеет свободно выполнять проектирование и	Обучающийся обнаруживает полное знание учебно-программного материала, а именно: всех типов релейных защит СЭС. Обучающийся успешно выполнил предусмотренные в программе задания, способен выполнять	Обучающийся обнаруживает знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии (принципы действия и назначение большинства типов релейных защит СЭС). Обучающийся справился с	Обучающийся обнаруживает пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допускает принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий (не знаком с большинством типов релейных защит СЭС). Обучающийся не может продолжить обучение или приступить к

рассчитывать уставки простой релейной защиты на основании типовых решений, выполнять проверку и эксплуатацию простых реле и релейных защит 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	проектирование и рассчитывать уставки простой релейной защиты на основании типовых решений, выполнять проверку и эксплуатацию простых реле и релейных защит 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	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	профессиональной деятельности по окончании вуза, не способен проектировать и рассчитывать уставки релейной защиты, не может выполнить проверку простых реле и релейных защит
---	--	---	---

6.2.2.3 Семестр 7, 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 по вопросам из списка.

Пример задания:

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

1. Каковы достоинства и недостатки микропроцессорных защит в сравнении с защитами на электромеханических и статических реле?
2. Виды повреждений и ненормальных режимов работы трансформаторов и автотрансформаторов.
3. Перечислите основные и резервные защиты трансформаторов (автотрансформаторов).
4. Перечислите основные и резервные защиты линий электропередачи.
5. Перечислите основные и резервные защиты электродвигателей.
6. Перечислите основные и резервные защиты БСК.
7. Перечислите основные и резервные защиты шин.
8. Объясните принцип действия дифференциальной защиты.
9. Чем вызвано появление тока небаланса в дифференциальной защите трансформатора?
10. Чем обусловлена необходимость цифрового выравнивания токов в плечах дифференциальной защиты трансформаторов и автотрансформаторов по величине и по фазе? Как выполняется это выравнивание?
11. Что такое торможение в дифференциальной защите? Для чего оно применяется? Изобразите характеристику торможения дифференциальной защиты.
12. Как выполняется газовая защита трансформаторов? На что она реагирует? Какие элементы имеет газовое реле?
13. Какое реле применяется для защиты от повреждений внутри бака РПН трансформатора? Объясните его принцип работы.
14. Как выполняется МТЗ трансформатора с пуском по напряжению? Что такое комбинированный пуск защиты по напряжению? Для чего он применяется?
15. Каковы требования к источникам оперативного тока на электростанциях?
16. Назначение испытательных блоков в цепях переменного тока и напряжения защиты. Чем отличаются испытательные блоки в цепях тока и напряжения?
17. Покажите зоны действия дифференциальных защит на поясняющей схеме.
18. Каковы выходные воздействия основных и резервных защит трансформатора?_

6.2.2.3.2 Критерии оценивания

Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
Проект выполнен самостоятельно и в срок, имеет практический характер, содержит элементы новизны и оригинальные технические решения. Обучающийся показал знание теоретического материала по теме проекта, умение анализировать,	Проект выполнен самостоятельно, возможно незначительное отступление от срока, проект имеет практический характер, содержит элементы новизны и самостоятельные технические решения. Обучающийся	Проект выполнен самостоятельно, но с существенными отступлениями от срока. Проект не содержит элементов новизны, приняты только типовые технические решения. Обучающийся не в полной мере владеет теоретическим материалом по теме проекта, слабо проявлено умение	Проект выполнен несамостоятельно. Обучающийся не владеет теоретическим материалом по теме проекта, не проявлено умение анализировать, аргументировать свою точку зрения, делать обобщение и выводы. Материал излагается нелогично, имеются грубые недочеты в оформлении проектной документации,

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.	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 затруднения при ответе на отдельные вопросы	анализировать, аргументировать свою точку зрения, делать обобщение 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 представление об общем назначении и принципах работы проектируемых защит	графическая часть отсутствует. Во время защиты обучающийся не способен представить результаты проектирования, не имеет представления об общем назначении и принципах работы проектируемых защит
--	---	--	--

7 Основная учебная литература

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

2. Чернобровов Николай Васильевич. Релейная защита : учеб пособие для энерг. и энергостроит. техникумов / Николай Васильевич Чернобровов, 1974. - 670.
3. Релейная защита и автоматика : метод. указания к лаб. работам для специальностей : 140204 (100100)- Электр. станции... / Иркут. гос. техн. ун-т, 2007. - 47.
4. Пионкевич В. А. Релейная защита и автоматика в электрических сетях. Моделирование элементов электрических сетей и релейных защит : учебное пособие / В. А. Пионкевич, 2020. - 121.
5. Пионкевич В. А. Релейная защита и автоматика в электрических сетях. Микропроцессорные релейные защиты : учебное пособие / В. А. Пионкевич, 2020. - 103.
6. Пионкевич В. А. Релейная защита и автоматика в электрических сетях : лабораторный практикум / В. А. Пионкевич, 2021. - 116.

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Чернобровов Николай Васильевич. Релейная защита энергетических систем : учеб. пособие для энерг. специальностей сред. проф. учеб. заведений / Николай Васильевич Чернобровов, Владимир Александрович Семенов, 1998. - 798.
2. Засыпкин Александр Сергеевич. Релейная защита трансформаторов / Александр Сергеевич Засыпкин, 1989. - 239.
3. Гельфанд Я. С. Релейная защита распределительных сетей / Я. С. Гельфанд, 1987. - 367.
4. 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.
5. 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.
6. 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.
7. Пионкевич В. А. Релейная защита и автоматика в электрических сетях. Базовый уровень : учебное пособие / В. А. Пионкевич, 2020. - 96.

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. 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.

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. мультимед.проектор ViewSonic PJ400
5. 316335 Шестисекционная панель
6. 311705 Шестисекционная панель
7. Портативный осциллограф Fluke 190-202
8. Портативный осциллограф Fluke 190-202
9. 313745 Комплект измерительных приборов
10. 313744 Комплект измерительных приборов
11. Вольтамперфазометр (с двумя клещами) Парма ВАФ-А 2
12. Устройство испытательное РЕТОМ-21 с аксссуарами РЕТОМ
13. 313730 Комплект измерительных приборов
14. Устройство испытательное РЕТОМ-51 с аксссуар и стандартный пакет программ РЕТОМ
15. Компьютер Р4 631/1646Gz/1024/120/3.5"/GF256/DVD-RW/ монитор Samsung940/кл/мышь
16. 312726 Установка испытательного напряжения
17. Доска магнитно-маркерная INDEX настенная ,размер 1x1.8 м