

Автономная некоммерческая организация высшего образования
«Волгоградский институт бизнеса»

Рабочая программа учебной дисциплины

Релейная защита

(Наименование дисциплины)

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, направленность (профиль)

«Электроснабжение»

(Направление подготовки / Профиль)

Бакалавр

(Квалификация)

Кафедра разработчик

Естественных наук и профессиональных коммуникаций

Год набора

2027

Вид учебной деятельности	Трудоемкость (объем) дисциплины
	Очная форма
	д
Зачетные единицы	4
Общее количество часов	144
Аудиторные часы контактной работы обучающегося с преподавателями:	32
– Лекционные (Л)	16
– Практические (ПЗ)	16
– Лабораторные (ЛЗ)	
– Семинарские (СЗ)	
Самостоятельная работа обучающихся (СРО)	58
К (Р-Г) Р (П) (+;-)	
Тестирование (+;-)	
ДКР (+;-)	
Зачет (+;-)	
Зачет с оценкой (+;- (Кол-во часов))	
Экзамен (+;- (Кол-во часов))	+ (54)

Волгоград 2026

Содержание

Раздел 1. Организационно-методический раздел	3
Раздел 2. Тематический план.....	5
Раздел 3. Содержание дисциплины.....	6
Раздел 4. Организация самостоятельной работы обучающихся	8
Раздел 5. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся.....	9
Раздел 6. Оценочные средства промежуточной аттестации (с ключами).....	13
Раздел 7. Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	15
Раздел 8. Материально-техническая база и информационные технологии	16
Раздел 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины	17

Раздел 1. Организационно-методический раздел

1.1. Цели освоения дисциплины

Дисциплина «Релейная защита» входит в «Часть, формируемая участниками образовательных отношений» подготовки обучающихся по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, направленность (профиль) «Электроснабжение».

Целью дисциплины является формирование компетенций (в соответствии с ФГОС ВО и требованиями к результатам освоения основной профессиональной образовательной программы высшего образования (ОПОП ВО)):

ОПК-4. Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин

Дескрипторы универсальной компетенции:

ОПК-4.1 Использует методы анализа, расчета и моделирования электрических цепей при изучении разделов теоретических основ электротехники (линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока, переходных процессов, цепей с распределенными параметрами, магнитных цепей) и применяет полученные знания при решении профессиональных задач

ОПК-4.2 Демонстрирует понимание принципа действия электронных устройств и их элементов и использует методы анализа и моделирования при их изучении

Перечисленные компетенции формируются в процессе достижения индикаторов компетенций:

Обобщенная трудовая функция/ трудовая функция	Код и наименование дескриптора компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенций (из ПС)
– Профессиональный стандарт Специалист по эксплуатации трансформаторных подстанций и распределительных пунктов и управлению режимами работы муниципальных электрических сетей, утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации № 329н от 25.04.2023	ОПК-4.1 Использует методы анализа, расчета и моделирования электрических цепей при изучении разделов теоретических основ электротехники (линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока, переходных процессов, цепей с распределенными параметрами, магнитных цепей) и применяет полученные знания при решении профессиональных задач ОПК-4.2 Демонстрирует понимание принципа действия электронных устройств и их элементов и использует методы анализа и моделирования при их изучении	Знает: ИД 1 ОПК-4.1 Методы анализа, расчета и моделирования электрических цепей при изучении разделов теоретических основ электротехники (линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока, переходных процессов, цепей с распределенными параметрами, магнитных цепей) (без привязки к профессиональному стандарту); ИД 2 ОПК-4.2 Принципы действия электронных устройств и их элементов (без привязки к профессиональному стандарту). Умеет: ИД 3 ОПК-4.1 Применять методы анализа, расчета и моделирования электрических цепей при изучении разделов теоретических основ электротехники (линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока, переходных процессов, цепей с распределенными параметрами, магнитных цепей) (без привязки к профессиональному стандарту); ИД 4 ОПК-4.2 Применять

		принципы действия электронных устройств и их элементов при решении профессиональных задач (без привязки к профессиональному стандарту). Имеет навыки: ИД 5 ОПК-4.1 Использования методов анализа, расчета и моделирования электрических цепей при изучении разделов теоретических основ электротехники (линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока, переходных процессов, цепей с распределенными параметрами, магнитных цепей) (без привязки к профессиональному стандарту); ИД 6 ОПК-4.2 Использования принципов действия электронных устройств и их элементов при решении профессиональных задач (без привязки к профессиональному стандарту).
--	--	--

**1.2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО
направления подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, направленность
(профиль) «Электроснабжение»**

№	Предшествующие дисциплины (дисциплины, изучаемые параллельно)	Последующие дисциплины
1	2	3
1.	Электроэнергетические системы и сети	Эксплуатация систем электроснабжения
2.	Теоретические основы электротехники	Эксплуатация передвижных электроустановок
3.	Электрические и электронные аппараты	

1.3. Нормативная документация

Рабочая программа учебной дисциплины составлена на основе:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки **13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, направленность (профиль) «Электроснабжение»**;
- Учебного плана направления подготовки **13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, направленность (профиль) «Электроснабжение»** 2027 года набора;
- Образца рабочей программы учебной дисциплины (приказ № 113-О от 01.09.2021 г.).

Раздел 2. Тематический план

Очная форма обучения (полный срок)

№	Тема дисциплины	Трудоемкость				
		Все го	Аудиторные занятия		СРО	Код индикатора и дескриптора достижения компетенций
			Л	ПЗ (ЛЗ, СЗ)		
1	2	3	4	5	6	7
1	Тема 1. Введение в релейную защиту и автоматику (РЗиА)	10	2	2	6	ИД 1 ОПК-4.1 ИД 2 ОПК-4.2 ИД 3 ОПК-4.1 ИД 4 ОПК-4.2 ИД 5 ОПК-4.1 ИД 6 ОПК-4.2
2	Тема 2. Электромеханические и микроэлектронные реле	10	2	2	6	ИД 1 ОПК-4.1 ИД 2 ОПК-4.2 ИД 3 ОПК-4.1 ИД 4 ОПК-4.2 ИД 5 ОПК-4.1 ИД 6 ОПК-4.2
3	Тема 3. Цифровые (микропроцессорные) устройства релейной защиты	10	2	2	6	ИД 1 ОПК-4.1 ИД 2 ОПК-4.2 ИД 3 ОПК-4.1 ИД 4 ОПК-4.2 ИД 5 ОПК-4.1 ИД 6 ОПК-4.2
4	Тема 4. Защита линий электропередачи	12	2	2	8	ИД 1 ОПК-4.1 ИД 2 ОПК-4.2 ИД 3 ОПК-4.1 ИД 4 ОПК-4.2 ИД 5 ОПК-4.1 ИД 6 ОПК-4.2
5	Тема 5. Защита силовых трансформаторов и автотрансформаторов	12	2	2	8	ИД 1 ОПК-4.1 ИД 2 ОПК-4.2 ИД 3 ОПК-4.1 ИД 4 ОПК-4.2 ИД 5 ОПК-4.1 ИД 6 ОПК-4.2
6	Тема 6. Защита электрических машин (генераторов и двигателей)	12	2	2	8	ИД 1 ОПК-4.1 ИД 2 ОПК-4.2 ИД 3 ОПК-4.1 ИД 4 ОПК-4.2 ИД 5 ОПК-4.1 ИД 6 ОПК-4.2
7	Тема 7. Защита сборных шин и устройств плавного пуска	12	2	2	8	ИД 1 ОПК-4.1 ИД 2 ОПК-4.2 ИД 3 ОПК-4.1 ИД 4 ОПК-4.2 ИД 5 ОПК-4.1 ИД 6 ОПК-4.2
8	Тема 8. Координация и расчет уставок защит	12	2	2	8	ИД 1 ОПК-4.1 ИД 2 ОПК-4.2 ИД 3 ОПК-4.1 ИД 4 ОПК-4.2 ИД 5 ОПК-4.1 ИД 6 ОПК-4.2
Вид промежуточной аттестации(Экзамен)		54				
Итого		144	16	16	58	

Раздел 3. Содержание дисциплины

3.1. Содержание дисциплины

Тема 1. Введение в релейную защиту и автоматику (РЗА) Вводная часть посвящена определению места и роли релейной защиты в обеспечении надежности и безопасности работы электроэнергетических систем. Рассматриваются основные требования, предъявляемые к устройствам защиты: быстродействие, селективность, чувствительность и надежность. Также вводится понятие автоматики, включающей в себя устройства противоаварийного управления, и дается общая классификация устройств РЗА по принципу действия и по способу контроля параметров сети.

Тема 2. Электромеханические и микроэлектронные реле Данная тема охватывает физические основы и принципы работы традиционных реле. Изучаются конструкции и характеристики электромеханических реле (токовых, напряженческих, промежуточных, реле времени) и их схемное включение. Особое внимание уделяется логике взаимодействия этих элементов в составе простейших защит, таких как токовая отсечка и максимальная токовая защита (МТЗ), а также анализируются их достоинства и недостатки.

Тема 3. Цифровые (микропроцессорные) устройства релейной защиты Переход к современной элементной базе является ключевым в развитии РЗА. В этой теме рассматриваются архитектура микропроцессорных терминалов, их функциональные возможности и преимущества перед электромеханическими аналогами. Изучаются принципы аналого-цифрового преобразования сигналов, программная реализация алгоритмов защиты и самодиагностика устройств. Анализируются интерфейсы связи (например, *МЭК 61850*) для интеграции в системы АСУ ТП.

Тема 4. Защита линий электропередачи Линии электропередачи являются наиболее протяженными и уязвимыми элементами энергосистемы. Тема посвящена анализу различных видов повреждений на ЛЭП (однофазные, двухфазные, замыкания на землю) и методам их выявления. Подробно изучаются дистанционная защита, принцип действия которой основан на измерении полного сопротивления участка цепи, и высокочастотная защита (направленная поперечной и продольной дифференциальной), обеспечивающая быстрое и селективное отключение повреждений на всей длине линии.

Тема 5. Защита силовых трансформаторов и автотрансформаторов Защита мощных трансформаторов имеет свои особенности из-за их высокой стоимости и критической роли в сети. Рассматриваются защиты от внутренних повреждений (дифференциальная токовая защита, газовая защита) и от сверхтоков, вызванных внешними короткими замыканиями. Изучаются принципы торможения в дифференциальной защите для отстройки от бросков тока намагничивания и токов небаланса при сквозных режимах.

Тема 6. Защита электрических машин (генераторов и двигателей) Электрические машины требуют специальных защит из-за специфики их работы и возможных повреждений. В рамках темы изучаются продольная дифференциальная защита, защита от замыканий на землю в обмотке статора, защита от перегрузки и потери возбуждения (для генераторов). Анализируются критерии для определения внутренних повреждений и нарушений нормальных режимов работы.

Тема 7. Защита сборных шин и устройств плавного пуска Повреждения на сборных шинах подстанций являются наиболее тяжелыми, так как могут привести к полному обесточению потребителей. Тема раскрывает принципы выполнения дифференциальной защиты шин (ДЗШ), включая схему первичных соединений с выносными трансформаторами тока. Также рассматриваются принципы действия устройств плавного пуска (УПП) как средства ограничения пусковых токов электродвигателей.

Тема 8. Координация и расчет уставок защит Завершающая тема посвящена практической задаче настройки систем РЗА. Рассматриваются принципы согласования защит по времени и току для обеспечения селективности. Изучаются методики расчета уставок (параметров срабатывания) для основных видов защит: максимальной токовой, дистанционной, дифференциальной. Проводится анализ карты селективности для наглядной оценки согласованности действий защит в сети.

3.2. Содержание практического блока дисциплины**Очная форма обучения (полный срок)**

№	Тема практического (семинарского, лабораторного) занятия
1	2
ПЗ 1	Тема 1. Введение в релейную защиту и автоматику (РЗА)
ПЗ 2	Тема 2. Электромеханические и микроэлектронные реле
ПЗ 3, 4	Тема 3. Цифровые (микропроцессорные) устройства релейной защиты
ПЗ 5	Тема 4. Защита линий электропередачи
ПЗ 6, 7	Тема 5. Защита силовых трансформаторов и автотрансформаторов
ПЗ 8	Тема 6. Защита электрических машин (генераторов и двигателей)

3.3. Образовательные технологии**Очная форма обучения (полный срок)**

№	Тема занятия	Вид учебного занятия	Форма / Методы интерактивного обучения	% учебного времени
1	2	3	4	5
1	Тема 1. Введение в релейную защиту и автоматику (РЗА)	ПЗ	Метод кейсов	75
2	Тема 2. Электромеханические и микроэлектронные реле	Л	Лекция-ситуация	25
3	Тема 3. Цифровые (микропроцессорные) устройства релейной защиты	ПЗ	Метод кейсов	75
4	Тема 4. Защита линий электропередачи	ПЗ	Мозговой штурм	25
5	Тема 5. Защита силовых трансформаторов и автотрансформаторов	Л	Мозговой штурм	50
6	Тема 6. Защита электрических машин (генераторов и двигателей)	ПЗ	Метод кейсов	75
7	Тема 7. Защита сборных шин и устройств плавного пуска	ПЗ	Метод кейсов	75
8	Тема 8. Координация и расчет уставок защит	ПЗ	Деловая игра	75
Итого				29,68%

Раздел 4. Организация самостоятельной работы обучающихся

4.1. Организация самостоятельной работы обучающихся

№	Тема дисциплины	№ вопросов	№ рекомендуемой литературы
1	2	3	4
1	Тема 1. Введение в релейную защиту и автоматику (РЗиА)	1, 2	1, 3, 5
2	Тема 2. Электромеханические и микроэлектронные реле	3, 4, 5, 6	1, 3, 5
3	Тема 3. Цифровые (микропроцессорные) устройства релейной защиты	7, 8, 9	3, 4, 5
4	Тема 4. Защита линий электропередачи	10, 11, 12, 13	2, 3, 4, 5
5	Тема 5. Защита силовых трансформаторов и автотрансформаторов	14, 15, 16	3, 4, 5
6	Тема 6. Защита электрических машин (генераторов и двигателей)	17, 18	2, 3, 5
7	Тема 7. Защита сборных шин и устройств плавного пуска	19-25	1, 3, 5
8	Тема 8. Координация и расчет уставок защит	26, 27, 28	2, 3, 5, 6

Перечень вопросов, выносимых на самостоятельную работу обучающихся

1. Как определить ток КЗ при трехфазном замыкании на выводах генератора?
2. Сформулируйте первый и второй законы Кирхгофа.
3. Сформулируйте принцип работы трансформатора.
4. Сформулируйте и поясните суть теоремы Фурье.
5. Объясните принцип работы синхронного генератора.
6. Как отстроить дифференциальную защиту трансформаторов от броска тока намагничивания при включении трансформатора?
7. Поясните принцип отстройки от броска токов для дифференциальной защиты, выполненной на электромеханических реле и для микропроцессорной защиты.
8. Дайте определение мертвой зоны защиты. Для каких типов защит характерен этот недостаток?
9. Для каких защит существование мертвой зоны в принципе невозможно?
10. Какие меры можно принять для устранения данного недостатка?
11. Назовите режимы, при которых должна срабатывать релейная защита.
12. Какие элементы являются исполнительными в схеме защиты? Какие элементы являются измерительными?
13. Как реализуется продольная дифференциальная защита?
14. Как реализуется поперечная дифференциальная защита?
15. По каким условиям определяется ток срабатывания дифференциальной защиты?
16. Почему продольная дифференциальная защита не реагирует на внешние короткие замыкания?
17. Каковы достоинства и недостатки поперечной дифференциальной токовой защиты

4.2. Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся обеспечивается следующими учебно-методическими материалами:

1. Указаниями в рабочей программе по дисциплине (п.4.1.)
2. Лекционные материалы в составе УМК по дисциплине
3. Заданиями и методическими рекомендациями по организации самостоятельной работы обучающихся в составе УМК по дисциплине.
4. Глоссарием по дисциплине в составе УМК по дисциплине.

Раздел 5. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся

Фонд оценочных средств по дисциплине представляет собой совокупность контролирующих материалов, предназначенных для измерения уровня достижения обучающимися установленных результатов образовательной программы. ФОС по дисциплине используется при проведении оперативного контроля и промежуточной аттестации обучающихся. Требования к структуре и содержанию ФОС дисциплины регламентируются Положением о фонде оценочных материалов по программам высшего образования – программам бакалавриата, магистратуры.

5.1. Паспорт фонда оценочных средств Очная форма обучения (полный срок)

№	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Оценочные средства			
		Л	ПЗ (ЛЗ, СЗ)	СРО	Код индикатора и дескриптора достижения компетенций
1	2	3	4	5	6
1	Тема 1. Введение в релейную защиту и автоматику (РЗиА)	УО		ПРВ	ИД 1 ОПК-4.1 ИД 2 ОПК-4.2 ИД 3 ОПК-4.1 ИД 4 ОПК-4.2 ИД 5 ОПК-4.1 ИД 6 ОПК-4.2
2	Тема 2. Электромеханические и микроэлектронные реле	УО	КМ	ПРВ	ИД 1 ОПК-4.1 ИД 2 ОПК-4.2 ИД 3 ОПК-4.1 ИД 4 ОПК-4.2 ИД 5 ОПК-4.1 ИД 6 ОПК-4.2
3	Тема 3. Цифровые устройства релейной защиты (микропроцессорные)	ЛС	МШ	ПРВ	ИД 1 ОПК-4.1 ИД 2 ОПК-4.2 ИД 3 ОПК-4.1 ИД 4 ОПК-4.2 ИД 5 ОПК-4.1 ИД 6 ОПК-4.2
4	Тема 4. Защита линий электропередачи	УО	КМ	ПРВ	ИД 1 ОПК-4.1 ИД 2 ОПК-4.2 ИД 3 ОПК-4.1 ИД 4 ОПК-4.2 ИД 5 ОПК-4.1 ИД 6 ОПК-4.2
5	Тема 5. Защита силовых трансформаторов и автотрансформаторов	УО	МШ	ПРВ	ИД 1 ОПК-4.1 ИД 2 ОПК-4.2 ИД 3 ОПК-4.1 ИД 4 ОПК-4.2 ИД 5 ОПК-4.1 ИД 6 ОПК-4.2
6	Тема 6. Защита электрических машин (генераторов и двигателей)	УО		ПРВ	ИД 1 ОПК-4.1 ИД 2 ОПК-4.2 ИД 3 ОПК-4.1 ИД 4 ОПК-4.2 ИД 5 ОПК-4.1 ИД 6 ОПК-4.2
7	Тема 7. Защита сборных шин и устройств плавного пуска	УО	КМ	ПРВ	ИД 1 ОПК-4.1 ИД 2 ОПК-4.2 ИД 3 ОПК-4.1 ИД 4 ОПК-4.2 ИД 5 ОПК-4.1 ИД 6 ОПК-4.2

8	Тема 8. Координация и расчет уставок защит	УО	ДИ	ПРВ	ИД 1 ОПК-4.1 ИД 2 ОПК-4.2 ИД 3 ОПК-4.1 ИД 4 ОПК-4.2 ИД 5 ОПК-4.1 ИД 6 ОПК-4.2
---	--	----	----	-----	--

Условные обозначения оценочных средств (Столбцы 3, 4, 5):

УО – устный (фронтальный, индивидуальный, комбинированный) опрос;

ПРВ – проверка рефератов, отчетов, рецензий, аннотаций, конспектов, графического материала, эссе, переводов, решений заданий, выполненных заданий в электронном виде и т.д.;

МШ – Метод мозгового штурма;

КМ – Кейс-метод;

ДИ – Деловая игра;

ЛС – Лекция-ситуация.

5.2. Оценочные средства текущего контроля

Перечень практических (семинарских) заданий

1. Расчет уставок максимальной токовой защиты (МТЗ) радиальной сети.

Задание: Для заданной схемы сети 10 кВ рассчитать токи срабатывания и выдержки времени ступеней МТЗ, обеспечивающие селективность защиты. Построить карту селективности.

2. Расчет уставок дистанционной защиты линии электропередачи.

Задание: Для линии 110 кВ определить параметры срабатывания I, II и III ступеней дистанционной защиты (сопротивление срабатывания и выдержки времени), отстроив их от режимов нагрузки и КЗ на смежных элементах.

3. Расчет дифференциальной защиты трансформатора.

Задание: Рассчитать уставки дифференциальной защиты двухобмоточного трансформатора 110/10 кВ. Определить ток срабатывания, отстроив его от броска тока намагничивания и тока небаланса при сквозном коротком замыкании.

4. Анализ работы газовой защиты трансформатора.

Задание: Описать принцип действия газового реле (РПН-22, BF80/Q). Разобрать, какие виды повреждений внутри бака трансформатора вызывают срабатывание сигнального и отключающего элементов реле.

5. Расчет уставок продольной дифференциальной защиты линии.

Задание: Для линии 10 кВ с проводом АС-95 рассчитать ток срабатывания дифференциальной защиты, отстроив его от тока небаланса, вызванного погрешностью трансформаторов тока.

6. Выбор трансформаторов тока для цепей релейной защиты.

Задание: Для защиты линии 6 кВ с максимальным током трехфазного КЗ 15 кА выбрать тип и класс точности трансформаторов тока, удовлетворяющие требованиям по электродинамической и термической стойкости, а также по 10%-ной погрешности.

7. Построение карты селективности для сети с несколькими защитами.

Задание: По данным расчетов токов КЗ в различных точках сети и выбранным уставкам защит (МТЗ, ТО) построить совмещенную карту селективности и проверить правильность выбора уставок.

8. Расчет уставок защиты от замыканий на землю в сети с изолированной нейтралью.

Задание: Рассчитать уставку токовой защиты нулевой последовательности (ТЗНП) для кабельной линии 6 кВ, определив суммарный емкостный ток сети.

9. Анализ логической схемы работы УРОВ (Устройство Резервирования Отказа Выключателя).

Задание: Описать алгоритм работы УРОВ. Объяснить, в каких случаях оно срабатывает и какова его основная функция в энергосистеме.

10. Расчет уставок дистанционной защиты с КРУГ-200 (или аналогичной).

Задание: Используя программное обеспечение или методические указания, рассчитать параметры срабатывания I, II и III ступеней дистанционной защиты для заданной линии электропередачи.

11. Разбор алгоритма работы АПВ (Автоматического Повторного Включения).

Задание: Описать принцип действия однократного АПВ для линии электропередачи. Объяснить, на каких линиях оно применяется и как выбирается время срабатывания.

12. Согласование защит по времени в кольцевой сети.

Задание: В отличие от радиальной сети, в кольцевой сети МТЗ должна быть направленной. Разработать схему направленности и рассчитать уставки по времени для обеспечения селективности.

13. Анализ осциллограммы аварийного события.

Задание: По данным из отчета микропроцессорного терминала РЗА (осциллограмме) определить вид короткого замыкания (однофазное, двухфазное), поврежденную фазу и проанализировать работу защит (сработала ли защита, было ли правильное время отключения).

14. Расчет уставок дистанционной защиты с "памятью".

Задание: Объяснить принцип действия функции "памяти" в дистанционной защите и как она помогает при КЗ в зоне "мертвой зоны" при включении выключателя.

15. Проектирование схемы вторичных цепей дифференциальной защиты шин (ДЗШ).

Задание: Начертить упрощенную схему соединения трансформаторов тока и дифференциального реле для защиты шин 10 кВ. Объяснить назначение испытательных блоков и переключающих устройств в схеме.

5.3. Тематика письменных работ обучающихся

Рефераты по выбранным темам выполняются в письменной форме обучающимися всех форм обучения. Учебно-методические материалы, необходимые для выполнения работ, а также примерная тематика рефератов содержатся в УМК по дисциплине.

1. Основные требования к устройствам релейной защиты.
2. Определение реле. Классификация реле.
3. Трансформаторы тока. Проверка трансформаторов тока по кривым предельной кратности.
4. Схемы соединения трансформаторов тока.
5. Ступенчатая токовая защита линий.
6. Выбор и проверка аппаратов защиты для элементов сетей низкого напряжения.
7. Основные виды повреждений и ненормальных режимов работы силовых трансформаторов. Виды защиты от них.
8. Защита трансформаторов.
9. Схемы соединения трансформаторов тока
10. Выбор типа оперативного тока
11. Выбор автоматов и предохранителей для защиты элементов низковольтных сетей
12. Работа принципиальной схемы защиты элемента системы электроснабжения

5.4. Перечень вопросов промежуточной аттестации по дисциплине

Вопросы к экзамену

- 1 Структура и классификация устройств релейной защиты.
- 2 Особенности выполнения защит на электрических станциях и подстанциях основного оборудования.
- 3 Требования, учитываемые при проектировании защит.
- 4 Особенности выполнения защит на электрических станциях и подстанциях основного оборудования.
- 5 Исходные данные для проектирования.

- 6 Особенности выполнения защит на электрических станциях и подстанциях основного оборудования.
- 7 Содержание основных этапов проектирования.
- 8 Проектирование релейной защиты, автоматики и телемеханики как комплексной системы управления электроэнергетическими объектами.
- 9 Какие методики проектирования в РЗ и А.
- 10 Система автоматизированного проектирования в РЗ и А.
- 11 Методы обеспечения требуемых показателей технического совершенства и надежности функционирования релейной защиты и автоматики.
- 12 Максимальные токовые защиты от междуфазных повреждений. МТЗ линий с односторонним питанием.
- 13 Продольная дифференциальная токовая защита от междуфазных повреждений в обмотке статора.
- 14 МТЗ от междуфазных повреждений.
- 15 Поперечная дифференциальная токовая защита.
- 16 Дистанционная защита от междуфазных повреждений.
- 17 Дистанционная защита.
- 18 Максимальная токовая защита с комбинированным пуском по напряжению генераторов, работающих на сборные шины.
- 19 Максимальная токовая защита от замыканий на землю.
- 20 Максимальная токовая защита обратной последовательности с приставкой для действия при симметричных к.з. генераторов, работающих на сборные шины.
- 21 МТЗ от замыканий на землю. Расчет установок срабатывания.
- 22 Продольная дифференциальная токовая защита с реле типов РНТ-560 и ДЗТ-11.
- 23 МТЗ от замыканий на землю.
- 24 Расчет установок защиты при параллельных линиях.
- 25 Продольная дифференциальная токовая защита с реле типа ДЗТ-20.
- 26 МТЗ от замыканий на землю.
- 27 Максимальная токовая защита от междуфазных повреждений силового трансформатора.
- 28 Комплектные защиты от всех видов повреждений. Общие замечания и требования.
- 29 Исходные данные для проектирования защит на электрических станциях и подстанциях основного оборудования.
- 30 Состав применяемых защит.
- 31 Ненаправленные токовые отсечки линий с 2-х сторонним питанием.
- 32 Расчет установок срабатывания.
- 33 Расчет установок блокировки при качаниях.
- 34 Расчет установок срабатывания.
- 35 Основные характеристики защиты и реле.
- 36 Расчет от броска намагничивающего тока.
- 37 Дистанционная защита автотрансформаторов.
- 38 Поперечная дифференциальная направленная защита параллельных линий.
- 39 Расчет комплекта защиты от замыканий на землю.
- 40 Максимальная токовая защита от замыканий на землю автотрансформатора.
- 41 Поперечная дифференциальная направленная защита параллельных линий.
- 42 Расчет комплекта защиты от междуфазных повреждений.
- 43 Продольные дифференциальные токовые защиты блока генератор-трансформатор.
- 44 Дифференциально-фазная высокочастотная защита.
- 45 Расчет пусковых органов при симметричных повреждениях.
- 45 Основные защиты блока не требующие специального расчета установок.
- 46 Дифференциально-фазная высокочастотная защита.
- 47 Расчет пусковых органов при несимметричных повреждениях.
- 48 Резервные защиты блока.
- 49 Основные условия выполнения защит.
- 50 Максимальная токовая защита обратной последовательности с независимыми выдержками времени.

51 Особенности выполнения защит на электрических станциях и подстанциях основного оборудования.

52 Резервные защиты блока.

53 Максимальная токовая защита от замыканий на землю.

Раздел 6. Оценочные средства промежуточной аттестации (с ключами)

Прочитайте вопрос и выберите один правильный ответ.

Вопрос 1.1 Какое из перечисленных свойств релейной защиты (РЗ) обеспечивает отключение только поврежденного элемента энергосистемы? а) Быстродействие; б) **Селективность**; в) Чувствительность; г) Надежность.

Правильный ответ: б)

Вопрос 1.2 Как называется устройство, предназначенное для автоматического повторного включения (АПВ) отключенного выключателя после его срабатывания релейной защитой? а) УРОВ; б) **Автоматическое повторное включение (АПВ)**; в) АЧР; г) ДЗШ.

Правильный ответ: б)

Вопрос 1.3 Какой вид повреждения в сети 110 кВ является наиболее вероятным (составляет около 70-80% всех случаев)? а) Двухфазное короткое замыкание (КЗ); б) Трехфазное КЗ; в) **Однофазное КЗ на землю**; г) Межвитковое КЗ.

Правильный ответ: в)

Вопрос 1.4 Какое реле реагирует на разность токов, протекающих по концам защищаемого участка (например, линии или трансформатора)? а) Реле напряжения; б) Реле мощности; в) **Дифференциальное реле**; г) Газовое реле.

Правильный ответ: в)

Вопрос 1.5 Какое устройство резервирует отказ выключателя, подавая команду на отключение смежных выключателей, если собственный выключатель не отключился после команды от защиты? а) АПВ; б) АЧР; в) **УРОВ (Устройство резервирования отказа выключателя)**; г) ДЗЛ.

Правильный ответ: в)

Прочитайте вопрос и выберите два правильных ответа.

Вопрос 2.1 Выберите два основных требования, предъявляемых к устройствам релейной защиты. а) **Селективность**; б) **Быстродействие**; в) Низкая стоимость; г) Сложность конструкции.

Правильный ответ: а), б)

Вопрос 2.2 Для каких двух видов защит основным параметром срабатывания является полное сопротивление (импеданс) участка сети? а) Токовая отсечка; б) **Дистанционная защита**; в) Дифференциальная защита; г) **Дистанционная защита с "памятью"**.

Правильный ответ: б), г)

Вопрос 2.3 Выберите два основных типа повреждений, на которые реагирует дифференциальная защита трансформатора. а) Перегрузка; б) **Витковое замыкание в обмотках**; в) Снижение уровня масла; г) **Многофазное КЗ внутри бака трансформатора**.

Правильный ответ: б), г)

Вопрос 2.4 Какие два фактора учитываются при расчете тока срабатывания дифференциальной защиты для отстройки от внешних КЗ? а) Бросок тока намагничивания при включении; б) **Погрешность трансформаторов тока (ток небаланса)**; в) Напряжение на шинах подстанции; г) **Наличие апериодической составляющей в токе КЗ**.

Правильный ответ: б), г)

Вопрос 2.5 Выберите два основных способа обеспечения селективности между защитами. а) Согласование по току (уставкам); б) **Согласование по времени (выдержкам времени)**; в) Согласование по фазе; г) **Использование направленных защит**.

Правильный ответ: б), г)

Установите соответствие между видом защиты и защищаемым элементом.

А) ДЗЛ (Дистанционная защита линии)	1) Силовой трансформатор
Б) ДЗШ (Дифференциальная защита шин)	2) Сборные шины подстанции
В) Газовая защита	3) Линии электропередачи

Г) Дифференциальная защита трансформатора	4) Бак трансформатора
---	-----------------------

Правильный ответ: А – 3, Б – 2, В – 4, Г – 1

4) На установление последовательности (1 вопрос)

Укажите правильную последовательность действий устройства АПВ после срабатывания защиты. 1\$ Подача команды на включение выключателя. 2\$ Отключение выключателя релейной защитой. 3\$ Выдержка времени, необходимая для деионизации дугового промежутка. 4\$ Проверка наличия условий для запуска (запертое положение выключателя, отсутствие сигнала "Пуск ЗМН" и т.д.).

Правильный ответ: 2-3-4-1

Раздел 7. Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

7.1. Основная литература

1. Бирюлин, В. И. Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем: учебное пособие / В. И. Бирюлин, Д. В. Куделина. — Москва, Вологда: ИнфраИнженерия, 2022. — 164 с. — ISBN 978-5-9729-1037-3. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/123839.html>

2. Куксин А.В. Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем : учебное пособие / Куксин А.В.. — 2-е изд. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2025. — 215 с. — ISBN 978-5-4497-3869-1. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/145170.html>

7.2. Дополнительная литература

3. Куксин, А. В. Релейная защита электроэнергетических систем : учебное пособие / А. В. Куксин. — 2-е изд. — Москва, Вологда : Инфра-Инженерия, 2025. — 200 с. — ISBN 978-5-9729-2388-5. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/155960.html>

4. Агафонов, А. И. Современная релейная защита и автоматика электроэнергетических систем : учебное пособие / А. И. Агафонов, Т. Ю. Бростилова, Н. Б. Джазовский. — 3-е изд. — Москва, Вологда : Инфра-Инженерия, 2025. — 300 с. — ISBN 978-5-9729-2212-3. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/154779>

7.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. Электронно-библиотечная система -Цифровой образовательный ресурс IPR SMART – электронная библиотека по всем отраслям знаний [Электронный ресурс]. – URL:
2. <http://www.iprbookshop.ru>
3. Справочник математических формул <http://www.pm298.ru/>
4. Каталог ГОСТов - <https://snip.ruscable.ru/>
5. <http://www.consultant.ru/>— Консультант Плюс
6. <http://www.garant.ru/>— Гарант
7. Программное обеспечение для организации конференции.

Раздел 8. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

8.1. Учебные аудитории для проведения лекционных и практических занятий (для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся всех направлений подготовки).

Оборудование:

- Стол для преподавателя
- Стул для преподавателя
- Столы для обучающихся
- Стулья для обучающихся
- Пробковая доска
- Моноблок для преподавателя с выходом в интернет
- ЖК панель
- Компьютеры для обучающихся с выходом в интернет
- Виртуальный лабораторный стенд «Электрические цепи» на 20 рабочих мест;
- Виртуальный лабораторный стенд «Электротехника и основы электроники» ТС-ЭТиОЭ2-ЛС на 16 рабочих мест
- Виртуальный лабораторный стенд «Автоматика на основе программируемого реле» на 20 рабочих мест
- Виртуальный лабораторный стенд «Автоматика на основе программируемого контроллера» на 20 рабочих мест
- Виртуальный лабораторный стенд «Цифровая и микропроцессорная техника» на 20 рабочих мест
- Набор учебно-методических материалов к разделу «Электротехника и электроника» (плакаты, презентации).

8.2. Помещение для самостоятельной работы обучающихся (помещение общего пользования с подключением к системам телекоммуникации и с обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду (доступ в сеть Интернет, Wi-Fi, глобальные поисковые системы, электронная почта и т.д.)

Специализированная мебель и технические средства обучения:

- Стол для преподавателя
- Стул для преподавателя
- Столы для обучающихся
- Стулья для обучающихся
- Компьютеры для преподавателя с выходом в интернет
- Компьютеры для обучающихся выходом в интернет
- ПО: MS Office, Яндекс браузер
- Цифровой образовательный ресурс IPR SMART
- доступ в ЭИОС.

Раздел 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Освоение дисциплины «Релейная защита» можно построить в соответствии со списком вопросов для подготовки к экзамену. Для эффективного изучения курса Безопасности жизнедеятельности рекомендуется следующий порядок:

Сначала изучаются теоретические вопросы по соответствующей теме с проработкой как конспектов лекций, так и учебников. **Лекции** дают систематизированные основы научных знаний по соответствующей теме, концентрируют внимание на наиболее сложных узловых вопросах. Особое внимание следует обратить на **понимание смысла** основных понятий, определений. Затем нужно самостоятельно **подробно разобрать типовые примеры**, выясняя в деталях **практическое значение выученного теоретического материала**.

Добросовестное изучение всего материала, заключённого в лекциях, практических занятиях и домашних заданиях, гарантирует каждому обучающемуся успешные результаты на экзаменах. Для подготовки к экзамену необходимо, прежде всего, по лекциям и учебникам повторить и систематизировать весь теоретический материал, изученный в семестре.

При ответе на теоретические вопросы на экзамене следует привести необходимые определения, формулировку и примеры. Решение задач (если они есть в билете) следует излагать подробно и аккуратно, объясняя и мотивируя все действия по ходу решения.

Во время экзамена требуется иметь калькулятор для выполнения расчетных заданий.

Не забудьте обратить внимание на применение рассматриваемых вопросов и задач в будущей профессиональной деятельности. Понимание необходимости и возможности такого применения оценивается на экзамене очень высоко.

Учебно-методическое издание

Рабочая программа учебной дисциплины

Релейная защита

*(Наименование дисциплины в соответствии с учебным
планом)*

Беликова Екатерина Владимировна

(Фамилия, Имя, Отчество составителя)