

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Луганский государственный университет имени Владимира Даля»

Стахановский инженерно-педагогический институт (филиал)  
федерального государственного бюджетного образовательного  
учреждения высшего образования  
«Луганский государственный университет имени Владимира Даля»

Кафедра электромеханики и транспортных систем



УТВЕРЖДАЮ:  
Директор СИПИ (филиала)  
ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. Даля»  
А.А. Авершин  
(подпись)

« 21 » сентября 2023 года

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**«ОСНОВЫ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ И АВТОМАТИКИ»**

по направлению подготовки 44.03.04 Профессиональное обучение  
(по отраслям)  
профиль «Электроснабжение»

Лист согласования РПУД

Рабочая программа учебной дисциплины «Основы релейной защиты и автоматики» по направлению подготовки 44.03.04 Профессиональное обучение (по отраслям) 30 с.

Рабочая программа учебной дисциплины «Основы релейной защиты и автоматики» разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 44.03.04 Профессиональное обучение (по отраслям), утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 22 февраля 2018 года № 124 (с изменениями и дополнениями от 26 ноября 2020 г., 8 февраля 2021 г., 27 февраля 2023)

СОСТАВИТЕЛИ:

канд. техн. наук, доцент Петров А.Г.

канд. психол. наук, доцент Авершин А.А.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры электромеханики и транспортных систем «18» апреля 2023г., протокол № 9.

Заведующий кафедрой электромеханики и транспортных систем  А.Г. Петров

Переутверждена: «  »    20   г., протокол №   .

Переутверждена: «  »    20   г., протокол №   .

Рекомендована на заседании учебно-методической комиссии Стахановского инженерно-педагогического института (филиала) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Луганский государственный университет имени Владимира Даля» «21» апреля 2023 г., протокол № 3.

Председатель учебно-методической комиссии СИПИ (филиала) ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. Даля»  Н.В. Банник

©Петров А.Г., Авершин А.А.2023 год

© ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. Даля», 2023 год

## Структура и содержание дисциплины

### 1. Цели и задачи дисциплины, ее место в учебном процессе

Цель изучения дисциплины – подготовка выпускников к деятельности, связанной с практическими задачами эксплуатации и проектирования электроэнергетических систем в области защиты и автоматики.

Задачи: дать представления об общих принципах релейной защиты и автоматики; выработать умения, необходимые для проектирования релейной защиты и расчета уставок; научить основным приемам построения схем вторичных цепей.

### 2. Место дисциплины в структуре ООП ВО

Логико-структурный анализ дисциплины: дисциплина входит в часть дисциплин, формируемых участниками образовательных отношений, подготовки студентов по направлению 44.03.04 Профессиональное обучение (по отраслям).

Содержание дисциплины является логическим продолжением содержания дисциплин «Теоретические основы электротехники», «Электрические машины», «Электрические системы и сети», и служит основой для освоения дисциплин: «Проектирование систем электроснабжения», «Управление системами электроснабжения».

### 3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Код и наименование компетенций	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов
УК-2. Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	УК-2.1. Проводит декомпозицию поставленной цели проекта в задачах УК-2.2. Демонстрирует знание правовых норм достижения поставленной цели в сфере реализации проекта УК-2.3. Демонстрирует умение определять имеющиеся ресурсы для достижения цели проекта УК-2.4. Осуществляет поиск необходимой информации для достижения задач проекта УК-2.5. Выявляет и анализирует различные способы решения задач в рамках цели проекта и аргументирует их выбор	<b>Знать:</b> правовую структуру общества и место выполняемой профессиональной деятельности в этой структуре; знает основы действующего законодательства Российской Федерации применительно к профессиональной деятельности. <b>Уметь:</b> планировать собственную деятельность с учетом ограниченности ресурсов в рамках допустимых законодательством средств и методов; осуществлять поиск информации для решения поставленных задач и критически ее анализировать; применять методы критического анализа и синтеза информации, необходимой для решения поставленных задач; грамотно, логично, аргументированно формировать собственные суждения и оценки; отличать факты от мнений, интерпретаций и оценок; применять методы системного подхода при

		решении поставленных задач. <b>Владеть:</b> практическим опытом подбора правовых норм и определения экономических условий для решения конкретных профессиональных задач; методами системного и критического мышления.
ПК-3 – Способен обеспечить инженерно-техническое сопровождение деятельности по техническому обслуживанию и ремонту устройств РЗА	ПК 3.1 Способен выполнить работы по техническому обслуживанию и ремонту устройств РЗА ПК 3.2 Осуществляет расчет уставок устройств РЗА ПК 3.3 Обеспечивает ведение нормативно-технической документации по техническому обслуживанию устройств РЗА	<b>Знать:</b> действующие стандарты, технические условия, положения и инструкции по эксплуатации оборудования, программы испытаний; материально-техническую базу, обслуживаемого оборудования РЗА; <b>Уметь:</b> выбирать изоляционные расстояния, оценивать надежность открытых распределительных устройств и воздушных линий электропередачи, определять необходимые параметры нелинейных ограничителей перенапряжений и вентильных разрядников; <b>Владеть:</b> высокой мотивацией к выполнению профессиональной деятельности; широкой общей подготовкой (базовыми знаниями) для решения практических задач в электроэнергетике и электротехнике; навыками работы с контрольно-измерительными приборами.

#### 4. Структура и содержание дисциплин

##### 4.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Объем часов (зач. ед.)		
	Очная форма	Очно-заочная форма	Заочная форма
<b>Общая учебная нагрузка (всего)</b>	<b>126</b> (3,5 зач. ед)		<b>126</b> (3,5 зач. ед)
<b>Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего)</b> <b>в том числе:</b>	<b>48</b>	-	<b>18</b>
Лекции	24	-	6
Семинарские занятия	-	-	-
Практические занятия	24	-	8
Лабораторные работы	-	-	4
Курсовая работа (курсовой проект)	<b>36</b>	-	<b>36</b>
Другие формы и методы организации образовательного процесса ( <i>расчетно-графические работы, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинг, компьютерные симуляции, интерактивные лекции, семинары, анализ деловых ситуаций и т.п.</i> )	-	-	-
<b>Самостоятельная работа студента (всего)</b>	<b>78</b>	-	<b>108</b>
Форма аттестации	<b>экзамен, КП</b>	-	<b>экзамен, КП</b>

## **4.2. Содержание разделов дисциплины**

### **Тема 1. Основные положения релейной защиты.**

Назначение и виды технологической и системной автоматики. Релейная защита как первая ступень противоаварийной автоматики. Требования, предъявляемые к устройствам защиты: селективность, быстродействие, надежность, чувствительность, выполнение функций резервирования. Структурная схема защиты. Основные алгоритмы функционирования защит, понятие абсолютной и относительной селективности.

Назначение трансформаторов тока. Принцип действия, конструктивное выполнение. Особенности работы трансформаторов тока в схемах релейной защиты, погрешности. Выбор трансформаторов тока для схем релейной защиты.

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

**Тема 2.** Принцип действия защит, фиксирующих отклонение контролируемой величины

Максимальные токовые защиты, принцип действия. Измерительные органы защиты: электромагнитные, индукционные и полупроводниковые реле тока. Схемы включения трансформаторов тока и токовых реле: схема полной звезды, схема неполной звезды, схема включения на разность токов двух фаз, схема треугольника, фильтр токов нулевой последовательности. Примеры выполнения максимальных токовых защит. Расчет параметров. Область применения, достоинства и недостатки максимальных токовых защит

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

Максимальные токовые направленные защиты. Назначение, принцип действия. Измерительные органы защиты, индукционное и полупроводниковое реле мощности. Пример схемы максимальной токовой направленной защиты, расчет параметров. Недостатки защиты и возможные способы их устранения. Область применения защиты

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

**Тема 3.** Принцип действия защит, основанных на сравнении контролируемых величин.

Продольная и поперечная дифференциальные защиты. Принцип действия, причины возникновения токов небаланса, расчет параметров

срабатывания, достоинства и недостатки, область применения. Дифференциально-фазная защита. Принцип действия, область применения. Оценка дифференциальных защит.

**Тема 4.** Особенности защиты основного электрооборудования электроэнергетических систем.

Защита линий электропередач (ЛЭП) напряжением 6-110 кВ. Выбор типа защит. Особенности выполнения защит от однофазных замыканий на землю.

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

Защита электродвигателей. Виды повреждений и ненормальных режимов работы электродвигателей. Защита от внутренних повреждений. Защита от перегрузок. Рекомендации по выбору типа защит. Структурная схема защиты электродвигателя.

**Тема 5.** АВР, АПВ и автоматическая частотная разгрузка (АЧР) как первые ступени противоаварийной автоматики.

Автоматическое повторное включение (АПВ) как простое и эффективное средство повышения надежности энергоснабжения. Принципы построения устройств АПВ. Согласование действия АПВ и релейной защиты. Автоматическое включение резерва (АВР). Назначение, основные требования, выполнение пусковых органов. Примеры схемных решений.

Автоматическая частотная разгрузка. Назначение и основные принципы выполнения АЧР. Предотвращение ложных отключений потребителей при кратковременных понижениях частоты в энергосистеме. Схемы АЧР и ЧАПВ.

**Тема 6.** Технологическая автоматика в электроэнергетических системах

Автоматическое включение синхронных генераторов на параллельную работу. Метод точной синхронизации, метод самосинхронизации.

Автоматическое регулирование трансформаторов и автотрансформаторов.

### 4.3. Лекции

№ п/п	Наименование	Объем часов		
		Очная форма	Очная форма	Очно-заочная форма
1	Основные положения курса. Структурная схема защиты. Основные алгоритмы функционирования защит,	1	-	

	понятие селективности.			
2	Максимальные токовые защиты, принцип действия.	1	-	1
3	Измерительные органы защиты: электромагнитные, индукционные и полупроводниковые реле тока.	2	-	
4	Схемы включения трансформаторов тока и токовых реле	2	-	1
5	Токовые ступенчатые защиты. Дистанционная защита линий.	2	-	
6	Продольная и поперечная дифференциальные защиты.	2	-	1
7	Защита ЛЭП напряжением 6-110 кВ.	1	-	
8	Защита трансформаторов и автотрансформаторов	2	-	1
9	Защиты трансформаторов от внутренних повреждений	2	-	
10	Защита от внешних замыканий на землю. Защита от перегрузок.	2	-	
11	Защита электродвигателей.	2	-	
12	Автоматическое повторное включение.	2	-	1
13	Автоматическое включение резерва АВР. Автоматическая частотная разгрузка	2	-	
14	Принципы построения систем телемеханики и связи	1	-	1
	<b>Итого</b>	<b>24</b>	<b>-</b>	<b>6</b>

#### 4.4. Практические (семинарские) занятия

№ п/п	Название темы	Объем часов		
		Очная форма	Очно-заочная форма	Заочная форма
1	Методы расчета токов короткого замыкания для целей релейной защиты и автоматики	2	-	
2	Расчет измерительных органов защит	4	-	
3	Расчет параметров токовых защит.	4	-	2
4	Расчет токовых ступенчатых защит радиальной сети	4	-	
5	Расчет защит электродвигателя	4	-	2
6	Расчет защит трансформаторов с первичным напряжением 10 кВ	2	-	2
7	Расчет защит трансформаторов с первичным напряжением 110(35) кВ	2	-	2
8	Проработка схем релейной защиты и автоматики	2	-	
<b>Итого</b>		<b>24</b>	<b>-</b>	<b>8</b>

#### 4.5. Лабораторные работы

№ п/п	Название темы	Объем часов		
		Очная форма	Очно-заочная форма	Заочная форма
1	Изучение конструкций и снятие основных параметров реле	-	-	
2	Сборка схем и испытание реле времени	-	-	
3	Фильтры симметричных составляющих	-	-	

4	Сборка схем и испытание токовых защит	-	-	
5	Исследование релейной защиты высоковольтного электродвигателя	-	-	2
6	Исследование устройства АВР	-	-	2
7	Автоматическое повторное включение (АПВ)	-	-	
<b>Итого</b>		-	-	<b>4</b>

#### 4.6. Самостоятельная работа студентов

№ п/п	Название темы	Вид СРС	Объем часов		
			Очная форма	Очно-заочная форма	Заочная форма
1	Основные положения релейной защиты	Изучение лекций, подготовка к лабораторной работе (ЛР), проведение расчетов и оформление курсового проекта (КП)	13	-	18
2	Принцип действия защит, фиксирующих отклонение контролируемой величины	Изучение лекций, подготовка к ЛР, проведение расчетов и оформление КП	13	-	18
3	Принцип действия защит, основанных на сравнении контролируемых величин	Изучение лекций, подготовка к ЛР, проведение расчетов и оформление КП	13	-	18
4	Особенности защиты основного электрооборудования электроэнергетических систем	Изучение лекций, подготовка к ЛР, проведение расчетов и оформление КП	13	-	18
5	АВР, АПВ и АЧР как первые ступени противоаварийной автоматики	Изучение лекций, подготовка к ЛР, проведение расчетов и оформление КП	13	-	18
6	Технологическая автоматика в электроэнергетических системах	Изучение лекций, подготовка к ЛР, проведение расчетов и оформление КП	13	-	18
<b>Итого</b>			<b>78</b>	<b>-</b>	<b>108</b>

#### 4.7. Курсовые работы (проекты)

В курсовом проекте производится выбор и расчет устройств релейной защиты и автоматики заданной системы электроснабжения.

Содержание работ:

1. Расчет основного оборудования электрической сети.
2. Расчет токов короткого замыкания в объеме, достаточном для выбора принципов и параметров защит (расчета уставок токовых отсеков,

дифференциальной токовой защиты трансформатора и проверки чувствительности).

3. Выбор и расчет уставок защиты и автоматики указанных элементов системы электроснабжения (расчет защит воздушной линии, трансформатора, кабельной линии, цехового трансформатора 10(6)/0,4 кВ и электродвигателя напряжением 10(6) кВ мощностью 400...1600 кВт, АВР в сети 10(6),0,4 кВ), защиты 0,4 кВ.

Необходимо провести согласование защит смежных участков по времени и току срабатывания. В процессе расчётов произвести выбор и расчетную проверку трансформаторов тока, выбор трансформаторов напряжения. Для указанной защиты определить сечение проводов, соединяющих трансформаторы тока и реле защиты.

4. Краткое описание работы выбранных схем релейной защиты и автоматики.

В графической части привести принципиальные электрические схемы защит.

## **5. Образовательные технологии**

С целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся используются инновационные образовательные технологии при реализации различных видов аудиторной работы в сочетании с внеаудиторной. Используемые образовательные технологии и методы направлены на повышение качества подготовки путем развития у обучающихся способностей к самообразованию и нацелены на активизацию и реализацию личностного потенциала.

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

– аудиторные занятия – лекции, практические и лабораторные работы в соответствии с учебным планом;

– информационные технологии – использование электронных образовательных ресурсов при подготовке к лекциям и лабораторным занятиям (электронный конспект, видеофайлы, размещенные во внутренней сети).

В рамках перечисленных технологий основными методами обучения являются:

– работа в команде: совместная работа студентов в группе при выполнении лабораторных работ;

– самостоятельная работа студентов: освоение теоретического материала, подготовка к выполнению практических и лабораторных работ, защита выполненных работ, выполнение и защита курсового проекта, подготовка к экзамену.

## **6. Формы контроля освоения дисциплины**

Текущая аттестация студентов производится в дискретные временные

интервалы лектором и преподавателем(ями), ведущими лабораторные работы по дисциплине в следующих формах: устный или письменный опрос; выполнение и защита лабораторных и практических работ; выполнение и защита курсового проекта.

Форма аттестации: по результатам освоения дисциплины аттестация проходит в форме устного экзамена (включает в себя ответы на теоретические вопросы). Студенты, выполнившие 75 % текущих и контрольных мероприятий на «отлично», а остальные 25 % на «хорошо», имеют право на получение итоговой отличной оценки.

В экзаменационную ведомость и зачетную книжку выставляются оценки по шкале, приведенной в таблице.

Шкала оценивания (экзамен)	Характеристика знания предмета и ответов	Шкала оценивания
отлично (5)	Студент глубоко и в полном объеме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач.	зачтено
хорошо (4)	Студент знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.	зачтено
удовлетворительно (3)	Студент знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно четкие формулировки, непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30% ошибок в излагаемых ответах.	зачтено
неудовлетворительно (2)	Студент не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Студент отказывается от ответов на дополнительные вопросы.	не зачтено

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### а) основная литература:

1. Овчаренко Н.И., Автоматика энергосистем: учебник для вузов / Н.И. Овчаренко ; под ред. чл.-корр. РАН, докт. техн. наук, проф. А.Ф. Дьякова - М.: Издательский дом МЭИ, 2016. - ISBN 978-5-383-00975-8 - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383009758.html>
2. Овчаренко Н.И., Автоматика энергосистем: учебник для вузов / Овчаренко Н.И. - М.: Издательский дом МЭИ, 2017. - ISBN 978-5-383-01117-1 - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383011171.html>
3. Дьяков А.Ф., Микропроцессорная автоматика и релейная защита электроэнергетических систем: учеб. пособие для вузов / Дьяков А.Ф. - М.: Издательский дом МЭИ, 2017. - ISBN 978-5-383-01161-4 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383011614.html>
4. Булкин А.Е., Автоматическое регулирование энергоустановок : учеб. пособие для вузов / А.Е. Булкин - М.: Издательский дом МЭИ, 2017. - 508 с. - ISBN 978-5-383-00994-9 - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383009949.html>

### б) дополнительная литература:

1. Андреев, В.А. Релейная защита систем электроснабжения в примерах и задачах: Учебное пособие для студентов по направлению инженерной подготовки 650900 «Электроэнергетика» специальности 100400 «Электроснабжение». Ульяновск, УлГТУ, 2017. 231 с. <http://venec.ulstu.ru/lib/disk/2012/Andreev.pdf>
2. Человеко-машинные системы в энергетике. Курс лекций. - 2018. 51 с. [http://atep.kpi.ua/files/pdf/hms\\_1268908967.pdf](http://atep.kpi.ua/files/pdf/hms_1268908967.pdf)
3. Электротехнические системы и комплексы: [Электронный ресурс] электрон. журн. – Режим доступа <https://elibrary.ru/contents.asp?id=34841713>
4. Электроэнергия. Передача и распределение: [Электронный ресурс] электрон. журн. – Режим доступа <https://elibrary.ru/contents.asp?id=34464923>
5. Щеглов А.И., Релейная защита электрических сетей : учеб. пособие / Щеглов А.И. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2015. - 144 с. - ISBN 978-5-7782-2653-1 - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778226531.html>
6. Танфильев О.В., Релейная защита в задачах и упражнениях: сборник задач / Танфильев О.В. - Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2015. - 46 с. - ISBN 978-5-7782-2751-4 - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778227514.html>

7. Ершов Ю.А., Электроэнергетика. Релейная защита и автоматика электроэнергетических систем / Ершов Ю.А., Халезина О.П., Малеев А.В., Перехватов Д.П. - Красноярск : СФУ, 2012. - 68 с. - ISBN 978-7638-2555-8 - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN978763825558.html>

8. Дьяков А.Ф., Микропроцессорная автоматика и релейная защита электроэнергетических систем: учеб. пособие для вузов / А.Ф. Дьяков, Н.И. Овчаренко. - 2-е изд., стер. - М.: Издательский дом МЭИ, 2010. - 336 с. - ISBN 978-5-383-00467-8 - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383004678.html>

9. Шойко В.П., Автоматическое регулирование в электрических системах: учеб. пособие / Шойко В.П. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2012. - 195 с. - ISBN 978-5-7782-1909-0 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778219090.html>

10. Соловьев А.Л., Релейная защита городских электрических сетей 6 и 10 кВ: учебное пособие / А. Л. Соловьев, М. А. Шабад; под ред. А. В. Беляева. - СПб.: Политехника, 2012. - 175 с. - ISBN 978-5-7325-0377-7 - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785732503777.html>

#### **в) методические указания:**

1. Конспект лекций по дисциплине «Основы релейной защиты и автоматики» для студентов / А.Л. Кухарев – СУНИГОТ, 2017. – 48 с.

2. Методические указания к выполнению курсового проекта по дисциплине «Основы релейной защиты и автоматики» для студентов направления подготовки «Профессиональное обучение (по отраслям)»/ В.Н. Западонец - Стаханов: ГОУ ВО ЛНР ЛГУ им. В. Даля, 2021. - 92 с.

#### **г) интернет-ресурсы:**

Министерство науки и высшего образования РФ  
<https://minobrnauki.gov.ru/>

Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки  
<https://minobrnauki.gov.ru/>

Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования – <http://fgosvo.ru>

Федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru/>

Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» – <http://window.edu.ru/>

Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов  
<http://fcior.edu.ru/>

#### **Электронные библиотечные системы и ресурсы**

1. Электронно-библиотечная система «Консультант студента»  
<http://www.studentlibrary.ru/egi-bin/mb4x>

2. Электронная библиотека ФГБОУ ВО «ЮРГПУ (НПИ) имени М.И. Платова» «МегаПро» <https://jiweb.srspu.ru/MegaProWeb/Web>.

3. Научная библиотека имени А.И. Коняева <http://biblio.dahluniver.ru/>

## **8. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины**

Освоение дисциплины предполагает использование академических аудиторий, соответствующих действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

Прочее: рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет.

### **г) интернет-ресурсы:**

Министерство науки и высшего образования РФ

<https://minobrnauki.gov.ru/>

Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки

<https://minobrnauki.gov.ru/>

Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования – <http://fgosvo.ru>

Федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru/>

Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» – <http://window.edu.ru/>

Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов

<http://fcior.edu.ru/>

### **Электронные библиотечные системы и ресурсы**

4. Электронно-библиотечная система «Консультант студента»

<http://www.studentlibrary.ru/egi-bin/mb4x>

5. Электронная библиотека ФГБОУ ВО «ЮРГПУ (НПИ) имени М.И. Платова» «МегаПро» <https://jiweb.srspu.ru/MegaProWeb/Web>.

6. Научная библиотека имени А.И. Коняева <http://biblio.dahluniver.ru/>

## **8. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины**

Освоение дисциплины предполагает использование академических аудиторий, соответствующих действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

Прочее: рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет.

### **Программное обеспечение:**

<b>Функциональное назначение</b>	<b>Бесплатное программное обеспечение</b>	<b>Ссылки</b>
Офисный пакет	Libre Office 6.3.1	<a href="https://www.libreoffice.org/">https://www.libreoffice.org/</a> <a href="https://ru.wikipedia.org/wiki/LibreOffice">https://ru.wikipedia.org/wiki/LibreOffice</a>
Операционная система	UBUNTU 19.04	<a href="https://ubuntu.com/">https://ubuntu.com/</a>

		<a href="https://ru.wikipedia.org/wiki/Ubuntu">https://ru.wikipedia.org/wiki/Ubuntu</a>
Браузер	Firefox Mozilla	<a href="http://www.mozilla.org/ru/firefox/fx">http://www.mozilla.org/ru/firefox/fx</a>
Браузер	Opera	<a href="http://www.opera.com">http://www.opera.com</a>
Почтовый клиент	Mozilla Thunderbird	<a href="http://www.mozilla.org/ru/thunderbird">http://www.mozilla.org/ru/thunderbird</a>
Файл-менеджер	Far Manager	<a href="http://www.farmanager.com/download.php">http://www.farmanager.com/download.php</a>
Архиватор	7Zip	<a href="http://www.7-zip.org/">http://www.7-zip.org/</a>
Графический редактор	GIMP (GNU Image Manipulation Program)	<a href="http://www.gimp.org/">http://www.gimp.org/</a> <a href="http://gimp.ru/viewpage.php?page_id=8">http://gimp.ru/viewpage.php?page_id=8</a> <a href="http://ru.wikipedia.org/wiki/GIMP">http://ru.wikipedia.org/wiki/GIMP</a>
Редактор PDF	PDFCreator	<a href="http://www.pdfforge.org/pdfcreator">http://www.pdfforge.org/pdfcreator</a>
Аудиоплеер	VLC	<a href="http://www.videolan.org/vlc/">http://www.videolan.org/vlc/</a>

## 9. Оценочные средства по дисциплине

### Паспорт оценочных средств по учебной дисциплине «Основы релейной защиты и автоматики»

Перечень компетенций (элементов компетенций) формируемых в результате освоения учебной дисциплины (модуля) или практики.

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Формулировка контролируемой компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Контролируемые темы учебной дисциплины, практики	Этапы формирования (семестр изучения)
1	УК-2	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	УК-2.1 УК-2.2. УК-2.3. УК-2.4. УК-2.5.	Тема 1 Тема 2 Тема 3 Тема 4 Тема 5 Тема 6	7
2	ПК-3	Способен обеспечить инженерно-техническое сопровождение деятельности по техническому обслуживанию и ремонту устройств РЗА	ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3	Тема 1 Тема 2 Тема 3 Тема 4 Тема 5 Тема 6	7

**Показатели и критерии оценивания компетенций, описание шкал оценивания**

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов	Контролируемые темы учебной дисциплины	Наименование оценочного средства
1	УК-2	УК-2.1 УК-2.2 УК-2.3 УК-2.4 УК-2.5	<p><b>Знать:</b> правовую структуру общества и место выполняемой профессиональной деятельности в этой структуре; знает основы действующего законодательства Российской Федерации применительно к профессиональной деятельности.</p> <p><b>Уметь:</b> планировать собственную деятельность с учетом ограниченности ресурсов в рамках допустимых законодательством средств и методов; осуществлять поиск информации для решения поставленных задач и критически ее анализировать; применять методы критического анализа и синтеза информации, необходимой для решения поставленных задач; грамотно, логично, аргументированно формировать собственные суждения и оценки; отличать факты от мнений, интерпретаций и оценок; применять методы системного подхода при решении поставленных задач.</p> <p><b>Владеть:</b> практическим опытом подбора правовых норм и определения экономических условий для решения конкретных профессиональных задач; методами системного и критического мышления.</p>	Тема 1 Тема 2 Тема 3 Тема 4 Тема 5 Тема 6	Собеседование (устный опрос), вопросы и задания к лабораторным работам, вопросы и задания к практическим работам, выполнение и защита курсового проекта, вопросы к экзамену.
2	ПК-3	ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3	<p><b>Знать:</b> действующие стандарты, технические условия, положения и инструкции по эксплуатации оборудования, программы испытаний; материально-техническую базу, обслуживаемого оборудования РЗА;</p> <p><b>Уметь:</b> выбирать изоляционные расстояния, оценивать надежность открытых распределительных устройств и воздушных линий электропередачи, определять</p>	Тема 1 Тема 2 Тема 3 Тема 4 Тема 5 Тема 6	Собеседование (устный опрос), вопросы и задания к лабораторным работам, вопросы и задания к практическим работам, выполнение и защита курсового проекта, вопросы к

			необходимые параметры нелинейных ограничителей перенапряжений и вентильных разрядников; <b>Владеть:</b> высокой мотивацией к выполнению профессиональной деятельности; широкой общей подготовкой (базовыми знаниями) для решения практических задач в электроэнергетике и электротехнике; навыками работы с контрольно- измерительными приборами.	экзамену.
--	--	--	--	-----------

**Фонды оценочных средств по дисциплине  
«Основы релейной защиты и автоматики»**

**Вопросы для собеседования (устного опроса)**

1. Основные свойства релейной защиты.
2. Структурные схемы защиты.
3. Понятие селективности.
4. Для чего нужна максимальная токовая защита (МТЗ)?
5. Выбор уставки МТЗ.
6. Отстройка МТЗ от пусковых токов электродвигателя.
7. Какие существуют виды реле?
8. Для чего нужны реле времени?
9. Статические реле.
10. Какие существуют способы подключения трансформаторов тока?
11. Схема подключения трансформаторов тока на разность токов двух фаз.
12. Для чего в схемах защиты вводят промежуточное реле?
13. Схема подключения реле к фильтрам тока.
14. Ступени селективности токовой защиты.
15. Параметры срабатывания дистанционной защиты.
16. В чем достоинства и недостатки дистанционной защиты?
17. Что такое дифференциальная защита?
18. Области применения дифференциальной защиты.
19. Схема продольной дифференциальной защиты линии.
20. Параметры срабатывания защиты.
21. Дифференциальная защита линии.
22. Схема защиты от однофазных замыканий на землю.

23. Основные аварийные и ненормальные режимы работы.
24. Основные виды защит трансформаторов.
25. Выбор уставок срабатывания защит.
26. Чем опасны понижения уровня масла в баке трансформатора?
27. Устройство газового реле.
28. Выбор уставки срабатывания для токовой отсечки.
29. Схема защиты нулевой последовательности.
30. Рекомендации по осуществлению защит от замыканий на землю.
31. Выбор времени срабатывания защиты от перегрузки трансформатора.
32. Основные виды повреждения электродвигателей.
33. В каких местах необходимо устанавливать тепловые датчики?
34. Схема защиты электродвигателя с помощью тепловых реле.
35. Защита высоковольтных электродвигателей.
36. Выбор уставки срабатывания устройства автоматического повторного включения (АПВ).
37. Требования, предъявляемые к устройствам АПВ.
38. Причины, по которым запрещается действие АПВ.
39. Требования, предъявляемые к устройствам автоматического включения резерва (АВР).
40. Одностороннее и двухстороннее АВР.
41. Для чего необходима автоматическая частотная разгрузка?
42. Виды устройств телемеханики.
43. В чем достоинства систем телемеханики по сравнению с устройствами дистанционного управления.
44. Структурные схемы систем телеуправление-телесигнализация (ТУ – ТС).

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству собеседование  
(устный опрос)

Шкала оценивания	Критерии оценивания
5	Полно и аргументировано отвечает по содержанию вопроса. Обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры не только по учебнику, но и самостоятельно составленные. Излагает материал последовательно и правильно.
4	Студент дает ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для оценки «5», но допускает 1...3 ошибки, которые сам же исправляет.
3	Студент обнаруживает знание и понимание основных положений вопроса,

	но: излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке правил; не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры; излагает материал непоследовательно и допускает ошибки.
2	Студент обнаруживает незнание ответа на вопрос, допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал; отмечаются такие недостатки в подготовке студента, которые являются серьезным препятствием к успешному овладению последующим материалом.

### **Задания к практическим занятиям и лабораторным работам**

1. Выполнить расчет токов короткого замыкания для целей релейной защиты и автоматики.
2. Выполнить расчет измерительных органов защит.
3. Выполнить расчет параметров токовых защит.
4. Выполнить расчет токовых ступенчатых защит радиальной сети.
5. Выполнить расчет защит электродвигателя.
6. Выполнить расчет защит трансформаторов с первичным напряжением (10) кВ.
7. Выполнить расчет защит трансформаторов с первичным напряжением 110(35) кВ.
8. Проработать схемы релейной защиты и автоматики.
9. Изучить конструкции и снять основные параметры реле.
10. Собрать схемы реле времени и испытать их.
11. Исследовать фильтры симметричных составляющих.
12. Собрать схемы токовых защит и испытать их.
13. Исследовать релейную защиту высоковольтного электродвигателя.
14. Исследовать устройство АВР.
15. Исследовать АПВ.

### **Контрольные вопросы к практическим занятиям и лабораторным работам**

1. Методика составления схем замещения электрических сетей.
2. Базисные, относительные единицы.
3. Что такое ударный ток короткого замыкания?
4. Какие существуют измерительные органы защиты?
5. Структура измерительного органа.

6. Выбор уставок для токовых защит.
7. Что такое коэффициент отстройки?
8. Определение тока срабатывания реле.
9. Коэффициент чувствительности защиты.
10. Сопротивление срабатывания защиты.
11. Обеспечение селективности в защите радиальной схемы.
12. Ступенчатая схема токовой защиты нулевой последовательности.
13. Что такое защита минимального напряжения электродвигателя?
14. Какие параметры следует учитывать при выборе времени срабатывания защиты от перегрузки?
15. Способы контроля температуры электродвигателя.
16. Принципы выбора уставок для токовой отсечки.
17. В каких случаях необходима установка дифференциальной защиты?
18. Для чего необходима газовая защита трансформаторов?
19. Для чего применяют продольную дифференциальную защиту трансформаторов?
20. Варианты соединения трансформаторов тока (ТТ) на низкой и высокой сторонах защищаемого трансформатора.
21. Выполнение защиты от перегрузки трансформатора.
22. Принципы построения схем защиты
23. Для чего в схемах управления выключателей установлены блокировочные контакты отключения и включения (КБО и КБВ)?
24. Для чего необходим самоподхват реле?
25. Устройство электромагнитных реле постоянного и переменного тока.
26. Что такое коэффициент возврата?
27. Принцип действия поляризованного реле.
28. Разделение реле времени по принципу действия.
29. Принцип действия реле времени с часовым механизмом?
30. В каких защитах используют реле времени?
31. Схема включения реле через фильтры симметричных составляющих.
32. Для чего производят измерения токов нулевой последовательности?
33. Какие составляющие наиболее ярко выражены при однофазном и двухфазном КЗ на линии?
34. Схема включения реле.
35. Самоблокирование реле.
36. Применение промежуточных и указательных реле.
37. Основные виды повреждений электродвигателей.

38. Основные требования к релейной защите электродвигателей.
39. Особенности защиты электродвигателей от перегрузки.
40. Особенности применения реле с времязаписимой характеристикой.
41. Назначение и область применения АВР.
42. Требования, предъявляемые к устройствам АВР.
43. Как отстроить действия релейной защиты резервирующего источника от токов самозапуска?
44. Назначение и область применения АПВ.
45. При каких условиях не должны срабатывать устройства АПВ?
46. Принцип работы схемы АПВ линии с реле типа РПВ.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству  
«практическое занятие»

Шкала оценивания	Критерий оценивания
5	Задание выполнено на высоком уровне (студент в полном объеме осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, владеет профильным понятийным (категориальным) аппаратом и т.п.)
4	Задание выполнено на среднем уровне (студент в целом осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, допустив некоторые неточности и т.п.)
3	Задание выполнено на низком уровне (студент допустил существенные неточности, изложил материал с ошибками, не владеет в достаточной степени профильным категориальным аппаратом и т.п.)
2	Задание выполнено на неудовлетворительном уровне или не представлено (студент не готов, не выполнил задание и т.п.)

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству  
«лабораторная работа»

Шкала оценивания	Критерий оценивания
5	Студент выполнил работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности проведения опытов и измерений, самостоятельно и рационально выбрал и подготовил для опыта все необходимое оборудование, все опыты провел в условиях и режимах, обеспечивающих получение результатов и выводов с наибольшей точностью, в представленном отчете правильно и аккуратно выполнил все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики, вычисления и сделал выводы, правильно выполнил анализ погрешностей, соблюдал требования безопасности труда.
4	Студент выполнил работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности проведения опытов и измерений, самостоятельно и рационально выбрал и подготовил для опыта все необходимое оборудование,

	однако опыты провел в условиях и режимах, не обеспечивающих получение результатов и выводов с достаточной точностью, в представленном отчете правильно и аккуратно выполнил все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики, вычисления и сделал выводы, правильно выполнил анализ погрешностей, соблюдал требования безопасности труда, допускал незначительные ошибки при ответе на дополнительные вопросы.
3	Студент выполнил работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности проведения опытов и измерений, выбрал и подготовил для опыта все необходимое оборудование, однако опыт проводился в нерациональных условиях, что привело к получению результатов с большей погрешностью, в отчете были допущены в общей сложности не более двух ошибок (в записях единиц, измерениях, в вычислениях, графиках, таблицах, схемах, анализе погрешностей и т.д.), не принципиального для данной работы характера, не повлиявших на результат выполнения, соблюдал требования безопасности труда, допускал незначительные ошибки при ответе на дополнительные вопросы.
2	Студент выполнил работу не в полном объеме, не сумел выбрать для опыта необходимое оборудование, опыты, измерения, вычисления, наблюдения производились неправильно, в отчете были допущены множественные ошибки, не выполнил анализ погрешностей, не соблюдал требования безопасности труда, допускал ошибки при ответе на дополнительные вопросы.

### **Задание на курсовой проект**

В курсовом проекте производится выбор и расчет устройств релейной защиты и автоматики заданной системы электроснабжения.

Содержание работ:

1. Расчет основного оборудования электрической сети.
2. Расчет токов короткого замыкания в объеме, достаточном для выбора принципов и параметров защит (расчета уставок токовых отсечек, дифференциальной токовой защиты трансформатора и проверки чувствительности).

3. Выбор и расчет уставок защиты и автоматики указанных элементов системы электроснабжения (расчет защит воздушной линии, трансформатора, кабельной линии, цехового трансформатора 10(6)/0,4 кВ и электродвигателя напряжением 10(6) кВ мощностью 400...1600 кВт, АВР в сети 10(6),0,4 кВ), защиты 0,4 кВ.

Необходимо провести согласование защит смежных участков по времени и току срабатывания. В процессе расчётов произвести выбор и расчетную проверку трансформаторов тока, выбор трансформаторов напряжения. Для указанной защиты определить сечение проводов, соединяющих трансформаторы тока и реле защиты.

4. Краткое описание работы выбранных схем релейной защиты и автоматики.

В графической части привести принципиальные электрические схемы защит.

### **Контрольные вопросы к курсовому проекту**

1. Состав суммарного сопротивления цепи расчета токов короткого замыкания в сети напряжением ниже 1000 В.

2. Почему для защиты от коротких замыканий кабельных линий сети напряжением 6—10 КВ практически, как правило, применяются только токовые отсечки и максимальные токовые защиты?

3. для чего в практике эксплуатации электроустановок используются таблицы уставок и параметров срабатывания защит и автоматики? Для чего эти же таблицы приводятся в пояснительной записке курсового проекта?

4. До каких значений токов проведены линии, отображающие защитные характеристики на карте селективности?

5. Каково возможное решение задачи о защите от перегрузки асинхронного электродвигателя напряжением ниже 1000 В, если невозможно обеспечить эффективность такой защиты с помощью расцепителей автоматических выключателей, тепловых реле, взаимодействующих с магнитными пускателями(контакторами) или с помощью предохранителей?

6. Какой может быть простейшая схема цепей дополнительной защиты от перегрузки асинхронного трехфазного электродвигателя напряжением ниже 1000 В

7. Как можно попытаться ориентировочно измерить емкость электродвигателя, если нет возможности подсчитать ее теоретически?

8. Какими элементами обеспечиваются и каким образом при наладке схемы осуществляется соблюдение расчетных параметров работы АПВ, АВР проекта (уставок и т.п. параметров).

9. Какие управляющие действия являются в проекте результатом срабатывания защиты от асинхронного режима в/в синхронного электродвигателя?

10. Какими органами регулировки выставляются уставки расцепителей автоматических выключателей проекта?

11. Если у расцепителей автоматического выключателя есть I, II, III ступени защит и часть из них не используется, то что необходимо сделать с неиспользуемыми ступенями защит выключателей проекта?

12. Для чего используются магнитные пускатели присоединения (линии) низковольтного электродвигателя?

13. На каких присоединениях и для чего проведена проверка  $I_{сз}$  токовых отсечек без выдержки времени на совместимость с наличием в/в синхронных электродвигателей в эл. сети? какие изменения после этой проверки должны быть сделаны в настройке защит, в применении дополнительных средств автоматики, в применении видов защит?

14. Из каких соображений выбраны уставки времени третьей ступени защиты у полупроводниковых расцепителей автоматических выключателей? Как влияет на защитную характеристику таких выключателей значение уставки времени третьей ступени защиты?

15. Где в электроустановке располагаются элементы устройства минимальной защиты напряжения, а где — элементы схем управления выключателями присоединений, подключенных к минимальной защите напряжения? Как практически конструктивно сопрягаются между собой указанные защиты и схемы управления?

16. За счет чего применение минимальной защиты напряжения позволяет облегчить самозапуск электродвигателей ответственных агрегатов после кратковременного перерыва питания?

17. Из каких соображений определяется время срабатывания (время уставки) ступеней минимальной защиты напряжения?

18. . Принимался ли при расчетах МТЗ в проекте коэффициент возврата измерительных органов равным 1? Если принимался, то по каким причинам?

19. Допустимо ли пересечение защитных характеристик в/в плавкого предохранителя и расцепителя вводного автоматического выключателя на трансформаторной подстанции?

18. Допустимо ли пересечение защитных характеристик токовых защит всех присоединений распределительного устройства? Можно ли здесь дать однозначный ответ? Почему?

19. Каким образом должна обеспечиваться селективность токовых защит всех присоединений распределительного устройства? Как должны располагаться на карте селективности времятоковые характеристики относительно друг друга? Пояснить на примере своего проекта.

20. Нужно ли учитывать при расчете уставок времени минимальной защиты напряжения время срабатывания устройств автоматического восстановления электропитания?

21. Какими справочными материалами обеспечен в проекте выбор стандартных значений коэффициентов трансформации трансформаторов тока?

22. Почему, как правило, высоковольтные выключатели вводов распределительных пунктов (РП—6-10 кВ) не управляются простыми токовыми защитами?

23. Как работает защита от перегрузки трансформаторов подстанций с низшим напряжением менее 1000 В в проекте? Из каких соображений выбраны ее уставки по току и времени?

24. Зачем в цепи защиты от перегрузки включаются реле времени, рассчитанные на длительное прохождение тока в их обмотках?

25. Виды и назначение всех расцепителей, которые могут быть установлены на примененные в проекте автоматические выключатели?

26. Каковы проектные решения (с учетом требований и рекомендаций ПУЭ) по газовой защите трансформаторов проекта и ее электрическим цепям?

27. Сколько всего вторичных цепей связывает устройство минимальной защиты напряжения со схемами управления выключателями присоединений в электроустановке проекта, имеющей такое устройство защиты и каково назначение этих цепей?

28. В чем состоит суть применения минимальной защиты напряжения в проекте?

29. Какие присоединения электроустановок проекта управляются минимальной защитой напряжения, и с какой целью введено это управление?

30. Какие токовые отсечки проверены и какие должны были быть проверены по влиянию на режимы устойчивой работы в/в электродвигателей?

31. Какое воздействие на управляемый объект производит примененная в проекте защита от синхронного режима в/в синхронного электродвигателя, как это проектное решение согласуется с требованиями ПУЭ?

32. По каким справочным материалам выбирались коэффициенты трансформации примененных в проекте трансформаторов тока?

33. Какова чувствительность максимальных токовых защит в проекте?

34. Нужно ли проверять на эффективность защиту в/в электродвигателей от перегрузки, выполненную тепловым реле?

35. Почему к минимальной защите напряжения обычно не подключаются схемы управления отходящих линий к неэлектродвигательной нагрузке?

36. Как «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей» трактуют понятие «Вторичные цепи электропередачи»?

### **Вопросы к экзамену:**

1. Релейная защита как один из видов управления аварийными режимами. Назначение релейной защиты.

2. Основные принципы построения релейной защиты.

3. Повреждения и ненормальные режимы работы электрооборудования в системах электроснабжения.

4. Основные требования, предъявляемые к устройствам релейной защиты от повреждений: быстрдействие, селективность (избирательность), чувствительность, надежность.

5. Основные и резервные устройства релейной защиты. Классификация устройств релейной защиты по способу обеспечения селективности и принципу действия измерительных органов.

6. Назначение устройств автоматики энергосистем. Виды локальной автоматики: АПВ, АВР, АРВ, АЧР. Общесистемная автоматика.

7. Реле, релейная характеристика. Функциональные части реле. Основные элементные базы, используемые в технике релейной защиты.

8. Классификация реле: измерительные и логические, максимальные и минимальные, электромеханические и статические реле. Принципы регулирования уставок, понятие о параметрах срабатывания и возврата.

9. Принципы построения электромеханических реле: электромагнитный, индукционный, магнитоэлектрические реле, реле с герметизированными контактами (герконы).

10. Трансформаторы тока (ТТ) в технике релейной защиты: назначение и принцип действия, схема замещения трансформатора тока.

11. Основные схемы соединения ТТ и подключения измерительных органов релейной защиты: полная и неполная звезда, треугольник, на разность токов двух фаз.

12. Трансформаторы напряжения (ТН) в технике релейной защиты: назначение и принцип действия, схема замещения трансформатора напряжения. Требования к точности работы ТН: погрешность по напряжению и угловая погрешности. Классы точности ТН.

13. Трансформаторы напряжения (ТН) в технике релейной защиты: схемы соединения обмоток трансформаторов напряжения.

14. Общие сведения о фильтрах симметричных составляющих, с какой целью они применяются в схемах релейной защиты и автоматики. Фильтры токов и напряжений обратной последовательности.

15. Общие сведения о фильтрах симметричных составляющих. Фильтры токов и напряжений нулевой последовательности. Трансформаторы тока нулевой последовательности.

16. Назначение и источники оперативного тока для релейной защиты.

17. Общие принципы расчетов токов КЗ для релейной защиты: трехфазные, двухфазные, однофазные и двухфазные КЗ на землю в сетях с эффективно заземленными нейтральными.

18. Максимальные токовые защиты (МТЗ) от междуфазных повреждений: структурная схема защиты, назначение ступеней, особенности выполнения защиты, токовая отсечка, принципиальные схемы защит, особенности расчетов уставок.

19. Максимальные токовые защиты от междуфазных повреждений: ненаправленные и направленные МТЗ линий с двухсторонним питанием, особенности расчета токовых отсечек для линий с двухсторонним питанием.

20. Дистанционные защиты от междуфазных повреждений: структурная схема защиты, блокировки в составе защиты, назначение основных элементов защиты.

21. Назначение реле сопротивления. Подключение реле сопротивления по цепям тока и напряжения. Характеристики срабатывания измерительных органов сопротивления на комплексной плоскости сопротивлений.

22. Основные защиты линий электропередачи высокого напряжения с абсолютной селективностью: дифференциальные токовые с проводными каналами связи, дифференциально-фазные высокочастотные защиты, направленные защиты с высокочастотной блокировкой, поперечная дифференциальная направленная защита параллельных линий.

23. Особенности выполнения высокочастотных каналов связи для релейной защиты.

24. Дифференциальная токовая защита линий с проводными каналами связи: назначение и структурная схема защиты.

25. Дифференциально-фазная высокочастотная защита линий: назначение и структурная схема защиты, пусковые органы, орган манипуляции, орган сравнения фаз токов.

26. Направленная защита линий с высокочастотной блокировкой: назначение, структурная схема, назначение основных элементов защиты.

27. Поперечная дифференциальная направленная защита параллельных линий: назначение и структурная схема защиты, пусковые органы.

28. Защита и сигнализация замыканий на землю в сетях с изолированной нейтралью: режимы заземления нейтралей в сетях напряжением 6-35 кВ, основные принципы выполнения защиты и сигнализации при замыканиях на землю. Трансформаторы тока нулевой последовательности.

29. Защита трансформаторов и автотрансформаторов. Основные виды повреждений и ненормальных режимов работы. Особенности выполнения продольной дифференциальной токовой защиты трансформаторов.

37. Газовая защита трансформаторов и автотрансформаторов.

40. Принципы и методы автоматического регулирования напряжения и перетоков реактивной мощности в электроэнергетической системе.

41. Назначение устройств автоматики энергосистем. Виды локальной автоматики. Автоматическое повторное включение (АПВ).

42. Назначение устройств автоматики энергосистем. Виды локальной автоматики. Автоматическое включение резервного питания и оборудования (АВР).

43. Назначение устройств автоматики энергосистем. Виды локальной автоматики. Автоматическая частотная разгрузка (АЧР).

#### Критерии и шкала оценивания к промежуточной аттестации «экзамен»

Шкала оценивания	Характеристика знания предмета и ответов
отлично (5)	Студент глубоко и в полном объёме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач.
хорошо (4)	Студент знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.
удовлетворительно (3)	Студент знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно чёткие формулировки, непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30%

	ошибок в излагаемых ответах.
неудовлетворительно (2)	Студент не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Студент отказывается от ответов на дополнительные вопросы

### Лист изменений и дополнений

№ п/п	Виды дополнений и изменений	Дата и номер протокола заседания кафедры, на котором были рассмотрены и одобрены изменения и дополнения	Подпись (с расшифровкой) заведующего кафедрой (заведующих кафедрами)