

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского»**

Балахнинский филиал ННГУ

УТВЕРЖДЕНО
решением президиума
Учёного совета ННГУ
от «14» декабря 2021 г.
протокол № 4.

**Рабочая программа дисциплины
ОСНОВЫ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ И АВТОМАТИКИ**

Уровень высшего образования
БАКАЛАВРИАТ

Направление подготовки
13.03.02. ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

Направленность (профиль) образовательной программы
ЭЛЕКТРОРАДИОТЕХНИКА

Квалификация

БАКАЛАВР

Формы обучения
ОЧНАЯ, ОЧНО-ЗАОЧНАЯ

Балахна
2022

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений (Б1.В.ДВ.03.02), ориентирована на подготовку выпускников к решению проектного типа задач профессиональной деятельности и частичное формирование компетенции ПКР-4, определяемое индикаторами ПКР-4.1, 4.2, 4.3.

Формирование компетенции ПКР-4 начато в процессе освоения дисциплин: Основы теории цепей, Электрорадиотехнические цепи и устройства приема и передачи сигналов, Электродинамика и распространение радиоволн, Электроника, Электромагнитная совместимость, Линии передачи электроэнергии и сигналов, Источники электропитания радиотехнических систем и электрический привод, Переходные процессы в электрических цепях, будет продолжено в ходе освоения данной дисциплины и дисциплин: Силовая электроника, защита и автоматизация электроэнергетических систем, Теория электрической связи, Методы анализа, проектирования и моделирования электрорадиотехнических систем и будет завершено в ходе выполнения Преддипломной практики и подготовки Выпускной квалификационной работы - бакалаврской работы.

№ варианта	Место дисциплины в учебном плане образовательной программы	Стандартный текст для автоматического заполнения в конструкторе РПД
2	Блок 1. Дисциплины (модули) Часть, формируемая участниками образовательных отношений	Дисциплина <i>Б1.В.ДВ.03.02 Основы релейной защиты и автоматики</i> относится к части ООП направления подготовки 13.03.02. Электроэнергетика и электротехника, формируемой участниками образовательных отношений.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесённые с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	

ПКР-4. Способен участвовать в проектных работах при разработке объектов профессиональной деятельности.	ПКР-4.1. Показывает способности участвовать в проектных работах.	Знает методы защиты от аварийных и ненормальных режимов элементов сети, области применения устройств защиты и автоматики. Умеет выбирать методы защиты от аварийных и ненормальных режимов. Владеет методами планирования и контроля обслуживания объектов электротехники и электрорадиотехнических систем	Вопросы к зачёту, вопросы для собеседования и самоконтроля, вопросы практических занятий, тестовые задания, задания практических занятий
	ПКР-4.2. Демонстрирует понимание взаимосвязи задач проектирования, конструирования и эксплуатации.	Знает методы защиты от аварийных и ненормальных режимов элементов сети, области применения устройств защиты и автоматики. Умеет видеть взаимосвязи задач проектирования, конструирования и эксплуатации. Владеет пониманием взаимосвязи задач проектирования, конструирования и эксплуатации.	

3. Структура и содержание дисциплины

	Очная форма обучения
Общая трудоёмкость	3 ЗЕТ
Часов по учебному плану	108
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	65
- занятия лекционного типа	32
- занятия семинарского типа	32
- КСР	1
самостоятельная работа	43
Промежуточная аттестация – зачёт с оценкой	

	Очно-заочная форма обучения
Общая трудоёмкость	3 ЗЕТ
Часов по учебному плану	108
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	33
- занятия лекционного типа	16
- занятия семинарского типа	16
- КСР	1
самостоятельная работа	75
Промежуточная аттестация – зачёт	

3.2. Содержание дисциплины

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	В том числе при очной форме подготовки			
		Контактная работа, часы, из них занятия			Самостоятельная работа, часы
		лекционного типа	семинарского типа	Всего	
1. Введение	3	1		1	2
2. Характеристики токов и напряжений в ненормальных и аварийных режимах распределительных электрических сетей и основных электроприёмников	3	2		2	1
3. Максимальные токовые защиты	14	4	4	8	6
4. Работа трансформаторов тока в схемах релейной защиты	3	2	1	3	
5. Токовая отсечка	11	2	4	6	5
6. Токовые направленные защиты	6	3	2	5	1
7. Защиты от замыканий на землю	9	2	4	6	3
8. Дифференциальные токовые защиты линий	10	2	3	5	5
9. Защиты синхронных генераторов	7	2	2	4	3
10. Защита трансформаторов и автотрансформаторов	10	3	3	6	4
11. Защита электродвигателей	7	2	3	5	2
12. Другие виды защит	7	2	2	4	3
13. Характеристики и выбор аппаратов автоматического повторного включения, ввода резервного электрооборудования	12	3	3	6	6
14. Регулирование напряжения.	5	2	1	3	2
КСР	1			1	
Промежуточная аттестация – зачёт					
Итого	108	32	32	65	43

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	В том числе при очно-заочной форме подготовки			
		Контактная работа, часы, из них занятия			Самостоятельная работа, часы
		лекционного типа	семинарского типа	Всего	
1. Введение	3	1		1	2
2. Характеристики токов и напряжений в ненормальных и аварийных режимах распределительных электрических сетей и основных электроприёмников	3	1		1	2
3. Максимальные токовые защиты	14	1	2	3	11

4. Работа трансформаторов тока в схемах релейной защиты	3	1	1	2	1
5. Токовая отсечка	11	1	1	2	9
6. Токовые направленные защиты	6	1	1	2	4
7. Защиты от замыканий на землю	9	1	3	4	5
8. Дифференциальные токовые защиты линий	10	1	1	2	8
9. Защиты синхронных генераторов	7	1	1	2	5
10. Защита трансформаторов и автотрансформаторов	10	2	1	3	7
11. Защита электродвигателей	7	1	2	3	4
12. Другие виды защит	7	1	1	2	5
13. Характеристики и выбор аппаратов автоматического повторного включения, ввода резервного электрооборудования	12	2	2	4	8
14. Регулирование напряжения.	5	1		1	4
КСР	1			1	
Промежуточная аттестация – зачёт					
Итого	108	16	16	33	75

Раздел 1. Введение. Назначение релейной защиты. Развитие техники релейной защиты. Функции релейной защиты и основные требования, предъявляемые к её свойствам. Основные принципы построения защит. Элементы защиты, реле и их разновидности. Способы воздействия защиты на выключатель. Источники оперативного тока.

Раздел 2. Характеристики токов и напряжений в ненормальных и аварийных режимах распределительных электрических сетей и основных электроприёмников. Виды повреждений, ненормальные режимы работы. Междофазные короткие замыкания, однофазные короткие замыкания, однофазные замыкания на землю, двойные замыкания на землю. Токи в линии при повреждении на стороне низшего напряжения трансформаторов приёмной подстанции. Общие вопросы выполнения защиты линии от коротких замыканий. Защиты с относительной и абсолютной селективностью

Раздел 3. Максимальные токовые защиты. Принцип действия и способы выполнения максимальных токовых защит. Выдержка времени максимальной токовой защиты и её ступень. Чувствительность максимальной токовой защиты. Максимальная токовая защита с пуском (блокировкой) от реле минимального напряжения. Максимальная защита на переменном оперативном токе. Общая оценка и область применения максимальной токовой защиты.

Раздел 4. Работа трансформаторов тока в схемах релейной защиты. Условия работы трансформаторов тока в схемах релейной защиты, требования к точности работы трансформаторов тока. Схемы соединения трансформаторов тока и цепей тока реле. Выбор трансформаторов тока и допустимой вторичной нагрузки.

Раздел 5. Токовая отсечка. Принцип действия, ток срабатывания, зона действия и схемы токовых отсечек. Способы расширения зоны, защищаемой токовой отсечкой. Общая оценка и область применения токовых отсечек.

Раздел 6. Токовые направленные защиты. Принцип действия токовых направленных защит. Максимальная токовая направленная защита. Зона каскадного действия и мёртвая зона

направленных защит. Первые и вторые ступени токовых направленных защит. Требования, предъявляемые к реле направления мощности, схемы включения реле направления мощности. Оценка токовой направленной защиты.

Раздел 7. Защиты от замыканий на землю. Общие сведения о защитах от замыканий на землю. Максимальная защита нулевой последовательности. Токовые направленные защиты нулевой последовательности. Оценка и область применения защиты нулевой последовательности. Токи и напряжения при однофазном замыкании на землю. Основные требования к защите. Принцип выполнения защиты от замыканий на землю. Ток срабатывания и чувствительность защиты, реагирующей на ёмкостной ток в сети

Раздел 8. Дифференциальные токовые защиты линий. Принцип действия продольной дифференциальной токовой защиты. Ток небаланса, особенности выполнения продольной дифференциальной защиты линий. Оценка продольной дифференциальной защиты. Поперечная дифференциальная токовая защита: пусковые органы, схемы и область применения.

Раздел 9. Защиты синхронных генераторов. Защита от междуфазных коротких замыканий в обмотке статора. Защиты от замыканий между витками одной фазы. Защита от замыканий обмотки статора на корпус. Защита от внешних коротких замыканий и перегрузок. Защита ротора.

Раздел 10. Защита трансформаторов и автотрансформаторов. Защита от внешних коротких замыканий и защита от перегрузок. Токовая отсечка. Дифференциальная защита и особенности её применения на трансформаторах. Газовая защита. Особенности защиты трансформаторов без выключателей на стороне высшего напряжения.

Раздел 11. Защита электродвигателей. Защита асинхронных электродвигателей: защита от междуфазных коротких замыканий, защита от однофазных замыканий. Защита от перегрузок, защита от минимального напряжения. Защита синхронных электродвигателей, защита от асинхронного режима. Требования безопасности при проектировании, техническом перевооружении, реконструкции и эксплуатации.

Раздел 12. Другие виды защит. Особенности защиты мощных выпрямительных установок. Особенности защиты трансформаторов дуговых электропечных установок. Защита конденсаторных установок. Защита шин и токопроводов. Устройство резервирования при отказе выключателя (УРОВ). Требования безопасности при проектировании, техническом перевооружении, реконструкции и эксплуатации.

Раздел 13. Характеристики и выбор аппаратов автоматического повторного включения, ввода резервного электрооборудования. АПВ: требования к устройствам, классификация устройств. Влияние на работу АПВ линий с односторонним питанием двигательной нагрузки. Особенности выполнения АПВ на ЛЭП с двухсторонним питанием. АВР: требования к устройствам, классификация устройств. Схемы АВР на постоянном и переменном оперативном токе. Совместная работа АВР с релейной защитой и другими видами автоматики. Селективность АВР. Пуск АВР при отсутствии синхронной нагрузки. Расчёт уставок устройств АВР. Пуск АВР на подстанциях, питающих синхронную нагрузку.

Раздел 14. Регулирование напряжения. Основные виды противоаварийной автоматики в энергосистемах и энергообъединениях. Телемеханизация и диспетчерское управление. Способы регулирования напряжения в системах электроснабжения и требования к регуляторам (статизм, зона действия, зона нечувствительности). Автоматическое управление режимами батарей статических конденсаторов. Токовая компенсация у регуляторов напряжения трансформаторов на подстанциях, требования к точности регулирования напряжения на трансформаторах подстанций, зона нечувствительности. Основные виды противоаварийной автоматики в энергосистемах и энергообъединениях. АЧР: регулирующий эффект нагрузки при аварийном снижении частоты. Категории АЧР, уставки по частоте и времени. Мощность нагрузки, присоединяемая к разным категориям АЧР. Последствия снижения частоты в электроэнергетических системах, допустимые аварийные понижения частоты. Основные сведения о телемеханизации и диспетчерском управлении. Области

автоматизированного управления состоянием схем питания потребителей и электроприёмников.

Текущий контроль успеваемости реализуется в рамках занятий семинарского типа, лабораторного типа, групповых или индивидуальных консультаций.

Промежуточная аттестация проходит в традиционной форме: зачёт (очная и очно-заочная формы обучения).

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Подготовка к практическим и лекционным занятиям.

Подготовка к прохождению опросов и тестирования.

Подготовка к прохождению и прохождение испытаний промежуточной аттестации (экзамен).

Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведены в п. 5.2.

5. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю), включающий:

5.1. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	Шкала оценивания сформированности компетенций						
	плохо	Неудовлетворительно	Удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	Не зачтено		Зачтено				
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки.	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок.	Уровень знаний в объёме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объёме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объёме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.	Уровень знаний в объёме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки.	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объёме.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объёме, но некоторые с недочётами.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объёме, но некоторые с недочётами.	Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочётами, выполнены все задания в полном объёме.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объёме без недочётов
<u>Навыки</u>	Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки.	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочётами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочётами.	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочётов.	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочётов.	Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач.

Шкала оценки при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
Зачтено	Превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно»
	Отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»
	Очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на

		уровне «очень хорошо»
	Хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «хорошо»
	Удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
Не зачтено	Неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»
	Плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения.

5.2.1. Вопросы к зачёту

Вопросы	Код формируемой компетенции
1) Основные требования, предъявляемые к релейной защите.	ПКР-4
2) Виды повреждений и ненормальных режимов в электрических сетях. Методы и средства планирования, мониторинга и контроля технического обслуживания и ремонта.	ПКР-4
3) Источники оперативного тока. Постоянный оперативный ток.	ПКР-4
4) Источники выпрямленного оперативного тока и схемы их включения	ПКР-4
5) Индукционное реле тока РТ-80, принцип действия, характеристики.	ПКР-4
6) Требования к точности трансформаторов тока, питающих релейную защиту.	ПКР-4
7) Трансформаторы тока и их погрешности. Параметры, влияющие на уменьшение намагничивающего тока. Методы и средства планирования, мониторинга и контроля технического обслуживания и ремонта.	ПКР-4
8) Схемы соединения трансформаторов тока и реле. Коэффициент схемы. Чувствительность защит при разных схемах.	ПКР-4
9) Нагрузка трансформаторов тока.	ПКР-4
10) Выдержка времени максимальной токовой защиты.	ПКР-4
11) Максимальная токовая защита. Принцип действия. Разновидности схем. Схема 2-х фазной защиты на постоянном оперативном токе.	ПКР-4
12) Максимальная токовая защита с блокировкой от реле минимального напряжения.	ПКР-4
13) Максимальная токовая защита на переменном оперативном токе.	ПКР-4
14) Выбор тока срабатывания максимальной токовой защиты.	ПКР-4
15) Токовая отсечка. Схемы, расчёт, область применения.	ПКР-4
16) Защита от замыкания на землю в сети с большими токами к.з. на землю.	ПКР-4
17) Принципы выполнения защит от замыкания на землю в сетях с малым током замыкания на землю. Методы и средства планирования, мониторинга и контроля технического обслуживания и ремонта.	ПКР-4
18) Принципы выполнения защит от замыкания на землю в сетях с малым током замыкания на землю. Методы и средства контроля технического состояния и	ПКР-4

эксплуатации.	
19) Токи и напряжения при однофазных к.з. на землю в сетях с малыми токами к.з. на землю.	ПКР-4
20) Распределение токов нулевой последовательности при однофазных к.з. в сетях с малыми токами замыкания на землю.	ПКР-4
21) Выбор уставок направленных защит. Мёртвая зона. Достоинства и недостатки защиты.	ПКР-4
22) Токовая направленная защита. Область применения. Схемы, принцип действия. Схемы включения реле мощности.	ПКР-4
23) Принцип действия и виды поперечных дифференциальных защит параллельных ЛЭП. Методы и средства планирования, мониторинга и контроля технического обслуживания и ремонта.	ПКР-4
24) Принцип действия и виды поперечных дифференциальных защит параллельных ЛЭП. Методы и средства контроля технического состояния и эксплуатации.	ПКР-4
25) Токи небаланса в дифференциальной защите на трансформаторах. Расчёт дифференциальной защиты трансформатора.	ПКР-4
26) Применение БНТ, выбор тока срабатывания.	ПКР-4
27) Продольная дифференциальная защита линий. Принцип действия, ток небаланса. Область применения.	ПКР-4
28) Дистанционная защита. Назначение и принцип действия. Основные органы защиты и их взаимодействие.	ПКР-4
29) Применение токовой отсечки на трансформаторах. Схемы, расчёт уставок, область применения.	ПКР-4
30) Газовая защита трансформаторов.	ПКР-4
31) Особенности защиты трансформаторов без выключателей на стороне ВН.	ПКР-4
32) Защита трансформаторов от внешних к.з. Методы и средства планирования, мониторинга и контроля технического обслуживания и ремонта.	ПКР-4
33) Защита трансформаторов от внешних к.з. Методы и средства контроля технического состояния и эксплуатации.	ПКР-4
34) Особенности работы дифференциальной защиты на трансформаторах.	ПКР-4
35) Повреждения и ненормальные режимы трансформаторов и автотрансформаторов. Виды защит и требования к ним. Методы и средства планирования, мониторинга и контроля технического обслуживания и ремонта.	ПКР-4
36) Повреждения и ненормальные режимы трансформаторов и автотрансформаторов. Виды защит и требования к ним. Методы и средства контроля технического состояния и эксплуатации.	ПКР-4
37) Анализ работы разных схем соединений трансформаторов тока и реле при 2-х фазном к.з. за трансформатором со схемой соединения -V/V, V/V и $\Delta/\Delta 0$	ПКР-4
38) Повреждения и ненормальные режимы работы генераторов.	ПКР-4
39) Защита генераторов от внешних к.з. и от перегрузок. Методы и средства планирования, мониторинга и контроля технического обслуживания и ремонта.	ПКР-4
40) Защита генераторов от внешних к.з. и от перегрузок. Методы и средства контроля технического состояния и эксплуатации.	ПКР-4
41) Защита от замыканий обмотки статора генератора на корпус.	ПКР-4
42) Защита ротора.	ПКР-4
43) Продольная дифференциальная защита статора генераторов. Схемы, ток небаланса.	ПКР-4
44) Защита от замыканий между витками обмотки статора генератора.	ПКР-4
45) Защита СД от междуфазных к.з., работы в асинхронном режиме и защита от перегрузок.	ПКР-4

46) Защита синхронных двигателей. Общие требования, виды повреждений и ненормальных режимов. Методы и средства планирования, мониторинга и контроля технического обслуживания и ремонта.	ПКР-4
47) Защита синхронных двигателей. Общие требования, виды повреждений и ненормальных режимов. Методы и средства контроля технического состояния и эксплуатации.	ПКР-4
48) Защита высоковольтных двигателей от понижения напряжения. Методы и средства планирования, мониторинга и контроля технического обслуживания и ремонта.	ПКР-4
49) Защита высоковольтных двигателей от понижения напряжения. Методы и средства контроля технического состояния и эксплуатации.	ПКР-4
50) Защиты высоковольтных АД. Требования к защите. Виды защит, выбор уставки. Методы и средства планирования, мониторинга и контроля технического обслуживания и ремонта.	ПКР-4
51) Защиты высоковольтных АД. Требования к защите. Виды защит, выбор уставки. Методы и средства контроля технического состояния и эксплуатации.	ПКР-4
52) Защита шин и токопроводов. Методы и средства планирования, мониторинга и контроля технического обслуживания и ремонта.	ПКР-4
53) Защита шин и токопроводов. Методы и средства контроля технического состояния и эксплуатации.	ПКР-4
54) Особенности защиты трансформаторов дуговых электропечных установок.	ПКР-4
55) Особенности защиты мощных выпрямительных установок.	ПКР-4
56) Защита конденсаторных установок. Методы и средства планирования, мониторинга и контроля технического обслуживания и ремонта.	ПКР-4
57) Защита конденсаторных установок. Методы и средства контроля технического состояния и эксплуатации.	ПКР-4
58) Основные виды противоаварийной автоматики в энергосистемах и энергообъединениях. Методы и средства планирования, мониторинга и контроля технического обслуживания и ремонта.	ПКР-4
59) Основные виды противоаварийной автоматики в энергосистемах и энергообъединениях. Методы и средства контроля технического состояния и эксплуатации.	ПКР-4
60) Влияние на работу АПВ линий с односторонним питанием двигательной нагрузки.	ПКР-4
61) Особенности выполнения АПВ на ЛЭП с двухсторонним питанием.	ПКР-4
62) АПВ, требования к устройствам, классификация устройств.	ПКР-4
63) Требования к устройствам АВР. Классификация устройств АВР.	ПКР-4
64) Схемы АВР на постоянном и переменном оперативном токе.	ПКР-4
65) Совместная работа АВР с релейной защитой и другими видами автоматики. Селективность АВР.	ПКР-4
66) Пуск АВР при отсутствии синхронной нагрузки.	ПКР-4
67) Расчёт уставок устройств АВР.	ПКР-4
68) Пуск АВР на подстанциях, питающих синхронную нагрузку.	ПКР-4
69) Регулирующий эффект нагрузки при аварийном снижении частоты.	ПКР-4
70) Категории АЧР. Уставки по частоте и времени. Мощность нагрузки, присоединяемая к разным категориям АЧР.	ПКР-4
71) Последствия снижения частоты в электроэнергетических системах. Допустимые аварийные понижения частоты в ЭЭС.	ПКР-4
72) Способы регулирования напряжения в системах электроснабжения и требования к регуляторам (статизм, зона действия, зона нечувствительности).	ПКР-4
73) Структурная схема регулятора АРКОН.	ПКР-4

74) Автоматическое управление режимами батарей статических конденсаторов.	ПКР-4
75) Автоматический регулятор напряжения (АРНТ) типа АРТ-1Н. Методы и средства планирования, мониторинга и контроля технического обслуживания и ремонта.	ПКР-4
76) Автоматический регулятор напряжения (АРНТ) типа АРТ-1Н. Методы и средства контроля технического состояния и эксплуатации.	ПКР-4
77) Токовая компенсация у регуляторов напряжения трансформаторов на подстанциях.	ПКР-4
78) Требования к точности регулирования напряжения на трансформаторах подстанций.	ПКР-4
79) Зона нечувствительности.	ПКР-4
80) Общие методы и средства контроля технического состояния и эксплуатации.	ПКР-4
81) Методы защиты от аварийных и ненормальных режимов элементов сети	ПКР-4
82) Требования техники безопасности при работах с объектами электроэнергетики, электротехники и электрорадиотехническими системами	ПКР-4
83) Как необходимо выбирать методы защиты от аварийных и ненормальных режимов?	ПКР-4
84) Укажите технологии выполнения требований безопасности при проектировании электрических сетей, электрооборудования, электрорадиотехники.	ПКР-4
85) Укажите технологии выполнения требований безопасности при техническом перевооружении электрических сетей, электрооборудования, электрорадиотехники	ПКР-4
86) Укажите технологии выполнения требований безопасности при реконструкции электрических сетей, электрооборудования, электрорадиотехники	ПКР-4
87) Укажите технологии выполнения требований безопасности при эксплуатации электрических сетей, электрооборудования, электрорадиотехники	ПКР-4
88) Основные требования, предъявляемые к релейной защите.	ПКР-4
89) Виды повреждений и ненормальных режимов в электрических сетях.	ПКР-4
90) Общие требования безопасности при проектировании, техническом перевооружении, реконструкции и эксплуатации.	ПКР-4

5.2.2. Типовые вопросы практических занятий

Вопросы	Код формируемой компетенции
1. Как выбирается уставка срабатывания отсечки?	ПКР-4
2. Назовите основные достоинства и недостатки токовой отсечки (ТО).	ПКР-4
3. Почему при выборе тока срабатывания отсечки не учитывается коэффициент возврата токового реле?	ПКР-4
4. Как выставить уставки на лицевой панели измерительного токового реле, используемого в качестве измерительного органа в проводимой работе?	ПКР-4
5. Что собой представляют поперечные и продольные составляющие параметров линии электропередачи?	ПКР-4
6. Как определить чувствительность токовой отсечки?	ПКР-4
7. Какими элементами определяется время срабатывания токовой отсечки?	ПКР-4
8. В каком случае зона несрабатывания ТО охватит всю электрическую длину защищаемого элемента?	ПКР-4

9. Как определяется ток срабатывания ТО оконечных, тупиковых участков системы электроснабжения (присоединений электроприёмников)?	ПКР-4
10. В чем разница между током срабатывания защиты и током срабатывания (уставкой) измерительного (пускового) органа защиты?	ПКР-4
11. Каким образом проверяется чувствительность ТО?	ПКР-4
12. Почему при расчёте тока срабатывания токовой отсечки здесь не использован коэффициент схемы?	ПКР-4
13. Как выбирается уставка по току для максимальной токовой защиты (МТЗ) с независимой выдержкой времени?	ПКР-4
14. Как обеспечивается селективность действия защит в сети с радиальным питанием?	ПКР-4
15. Что такое «основная» и «резервная» зоны действия защиты?	ПКР-4
16. Что такое коэффициент схемы, используемый при определении I^{\wedge} ?	ПКР-4
17. Каково назначение блок-контакта привода выключателя в цепи отключающего электромагнита?	ПКР-4
18. Назовите основной недостаток применения максимальной токовой защиты в радиальных распределительных сетях с односторонним питанием.	ПКР-4
19. Дать определение чувствительности и формулу для её расчёта.	ПКР-4
20. Каким элементом исследуемой схемы определяется прежде всего время локализации повреждённого участка максимальной токовой защитой?	ПКР-4
21. В каких случаях и зачем при определении тока срабатывания измерительного органа защиты используется коэффициент схемы?	ПКР-4
22. Токи каких цепей используются для вычисления коэффициента чувствительности?	ПКР-4
23. Почему при выборе уставки по току для максимальной токовой защиты с пуском по напряжению не учитывают коэффициент самозапуска двигательной нагрузки?	ПКР-4
24. Как влияет наличие пусковых органов напряжения в схеме защиты на ее чувствительность?	ПКР-4
25. Назовите основные достоинства и недостатки максимальной токовой защиты с пуском по напряжению.	ПКР-4
26. Как повлияет обрыв в измерительных цепях напряжения на селективность действия защиты?	ПКР-4
27. Как производится оценка чувствительности изучаемой защиты?	ПКР-4
28. Зачем на реле тока, напряжения, времени, используемые в данной работе, подаётся дополнительное питание?	ПКР-4
29. Каково минимально приемлемое количество трансформаторов тока, трансформаторов напряжения такой защиты, применяемой на участке электрической сети напряжением 10 кВ? Напряжением выше 69 кВ?	ПКР-4
30. Что такое блок-контакты выключателей и их приводов, за счёт чего и когда они срабатывают, каково их назначение?	ПКР-4
31. В каких случаях в расчетах применяется коэффициент схемы ($K_{сх}$)?	ПКР-4
32. Объяснить принцип действия продольной дифференциальной защиты.	ПКР-4
33. Почему дифференциальная защита не реагирует на токи нагрузки, токи внешних коротких замыканий и токи качаний генераторов частей электроэнергетической системы?	ПКР-4
34. В каком токовом режиме работы защищаемого объекта ток небаланса будет иметь максимальное значение?	ПКР-4
35. Чем объяснить наличие тока небаланса в цепях измерительной части защиты?	ПКР-4
36. Изобразить простейшую электрическую принципиальную схему	ПКР-4

измерительной части продольной дифференциальной защиты линии электропередачи напряжением 35 кВ, выполненную на релейных элементах; сделать то же для линии напряжением выше 69 кВ.	
--	--

5.2.3. Типовые тестовые задания

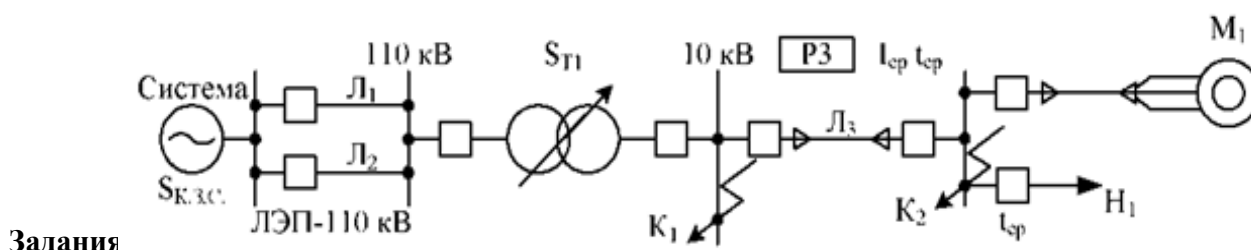
1. Каков режим нейтрали в электрических сетях 6-35 кВ?
 - а) изолированная нейтраль;
 - б) глухозаземлённая нейтраль;
 - в) воздушная нейтраль.
2. Каков режим нейтрали в электрических сетях 110-1150 кВ?
 - а) компенсированная нейтраль;
 - б) с заземлением через резистор;
 - в) воздушная нейтраль.
3. Каков режим нейтрали в электрических сетях с напряжением менее 1000 В?
 - а) изолированная нейтраль;
 - б) компенсированная нейтраль;
 - в) глухозаземлённая нейтраль.
4. Какие симметричные составляющие содержат токи трёхфазных коротких замыканий?
 - а) прямой и обратной последовательностей;
 - б) только прямой последовательности;
 - в) только нулевой последовательности.
5. Какие симметричные составляющие содержат токи двухфазных коротких замыканий?
 - а) прямой, обратной и нулевой последовательностей;
 - б) только прямой и обратной последовательностей;
 - в) только обратной последовательности.
6. Какие симметричные составляющие содержат токи однофазных коротких замыканий на землю?
 - а) прямой, обратной и нулевой последовательностей;
 - б) только нулевой и обратной последовательностей;
 - в) только обратной последовательности.
7. Каковы особенности двойных к. з. на землю?
 - а) на землю замкнута одна из фаз в двух разных точках сети;
 - б) на землю замкнуты две фазы в одной точке сети;
 - в) на землю замкнуты две фазы в разных точках сети.
8. Как изменяется напряжение неповрежденных фаз при однофазном к.з. на землю?
 - а) не изменяется;
 - б) уменьшается в 3 раза;
 - в) увеличивается приблизительно в 1,73 раза.
9. Какие симметричные составляющие содержат токи нагрузки при обрыве одной из фаз?
 - а) прямой, обратной и нулевой последовательностей;
 - б) только нулевой и обратной последовательностей;
 - в) только обратной последовательности.
10. Что означает термин «селективность токовых защит»?
 - а) нечувствительность к повреждениям вне защищаемой зоны;
 - б) избирательность к типам реле;
 - в) способность срабатывания только при угрозе крупной аварии.
11. Какие защиты относят к быстродействующим?
 - а) с временем срабатывания не более 1 секунды;
 - б) с временем срабатывания менее 0,1 секунды;
 - в) все цифровые защиты.
12. Какова должна быть чувствительность максимальных токовых защит в зоне

резервирования?

- а) максимально высокой;
- б) с коэффициентом чувствительности не менее 1,2;
- в) с коэффициентом чувствительности не менее 5.

5.2.4. Задания практических занятий

- 1) Выбрать схемы защит, тип реле и источник оперативного тока для релейных защит воздушной ЛЭП (ЛЗ) от коротких замыканий и ненормальных режимов, (МТЗ, ТО, защита от замыкания на землю).
- 2) Рассчитать токи срабатывания защит и выдержки времени.
- 3) Проверить чувствительность защит, рассчитав токи КЗ для характерных точек (К1, К2).
- 4) Сформулировать основные методы и средства планирования, мониторинга и контроля технического обслуживания и ремонта.
- 5) Сформулировать методы и средства контроля технического состояния и эксплуатации.



В текст аббревиатуры: АПВ – автоматическое повторное включение, АР – автоматический ввод резерва

- 1) Объяснить принцип действия продольной дифференциальной защиты.
- 2) Почему дифференциальная защита не реагирует на токи нагрузки, токи внешних коротких замыканий и токи качаний генераторов частей электроэнергетической системы?
- 3) В каком токовом режиме работы защищаемого объекта ток небаланса будет иметь максимальное значение?
- 4) С каких трансформаторов тока в реальной трехфазной цепи подаются вторичные токи на входы измерительных органов защиты? Привести примеры.
- 5) Чем объяснить наличие тока небаланса в цепях измерительной части защиты?
- 6) Сколько трансформаторов тока необходимо использовать на каждом конце защищаемой трехфазной линии электропередачи напряжением 35 кВ?
- 7) Сколько трансформаторов тока необходимо использовать на каждом конце защищаемой трехфазной линии электропередачи напряжением 220 кВ? Напряжением 110 кВ?
- 8) Изобразить простейшую электрическую принципиальную схему измерительной части продольной дифференциальной защиты линии электропередачи напряжением 35 кВ, выполненную на релейных элементах; сделать то же для линии напряжением выше 69 кВ.
- 9) Какой наиболее существенный недостаток имеют дифференциальные защиты линий электропередачи? В чем заключается наибольшая трудность при выполнении таких защит?
- 10) Где располагаются устройства (комплекты) продольных дифференциальных защит линий? В каких электроустановках? В каких частях этих электроустановок?
- 11) Каковы причины возникновения погрешностей в работе продольных дифференциальных защит линий электропередачи, за счет чего устраняется их отрицательное воздействие на

работу защиты?

- 12) Объяснить принцип действия дифференциальной защиты.
- 13) Как осуществляется компенсация фазового сдвига между линейными вторичными токами групп измерительных трансформаторов тока сторон силового трансформатора при выполнении защиты силового трансформатора со схемой соединения обмоток «звезда/треугольник» с помощью релейных элементов?
- 14) Как осуществляется компенсация неравенства величин токов со сторон высшего и низшего напряжений при выполнении дифференциальной защиты силового трансформатора?
- 15) Почему дифференциальная защита не реагирует на токи нагрузки, токи внешних коротких замыканий и токи асинхронных качаний в электросистеме?
- 16) В каком токовом режиме работы защищаемого объекта ток небаланса будет иметь максимальное значение?
- 17) Каково быстродействие дифференциальной защиты трансформаторов?
- 18) Из-за чего возникают составляющие тока небаланса, циркулирующего в измерительной части дифференциальной продольной защиты реальных современных трансформаторов?
- 19) В каких цепях и элементах измерительной части протекает ток небаланса дифференциальной защиты силовых трансформаторов?
- 20) Какие требования предъявляются к устройствам АПВ?
- 21) Для чего АПВ выполняется с выдержкой времени?
- 22) Как выбираются уставки УАПВ?
- 23) Зачем в формуле расчета тока срабатывания измерительного органа защиты используется коэффициент схемы?
- 24) Какие параметры используются в качестве уставок УАПВ?
- 25) Для каких линий предпочтительно использовать устройства АПВ?
- 26) Сколько повторных включений обеспечивают устройства АПВ воздушных ЛЭП?
- 27) Что является логической посылкой для начала работы схемы АПВ в реальных схемах управления выключателями присоединений, обеспечиваемых этой автоматикой; по каким условиям состояния схемы управления выключателями происходит запуск реальных устройств АПВ?
- 28) Какие требования предъявляются к устройствам АПВ силовых трансформаторов?
- 29) Почему УАПВ трансформаторов должно предусматривать блокировку при срабатывании газовой защиты?
- 30) На каких электроэнергетических объектах предусматривается использование АПВ силовых трансформаторов?
- 31) Почему на двухтрансформаторных подстанциях можно обойтись без АПВ трансформаторов?
- 32) За счет чего достигается повышения быстродействия УАПВ трансформатора по сравнению с УАПВ линий электропередачи, всегда ли может наблюдаться такое соотношение?
- 33) Какие коммутационные аппараты должны использоваться в присоединении, содержащем силовой трансформатор, для которого предусматривается АПВ?

Вариант	Мощность КЗ системы	Номинальная		Данные по потребителям								Данные по автоматике	
		Трансфо рма-торы Т ₁ и Т ₂	Двигате ли М ₁ и М ₂	Н ₁ (Н ₂)			Н ₃ (Н ₄)			Длина линии			
				Нагрузк и	Уставки защиты		Нагрузк и	Уставки защиты					
					S _{кз}	S _н		P _д	S _{нΣ}	t _{сз}	I _{сз}	S _{нΣ}	t _{сз}
	МВА	МВА	МВт	МВА	С	кА	МВА	С	кА	кМ	кМ	-	-
1	5000	6,3	1,0	1,0	0,8	0,21	2,5	1,2	0,32	3,0	14	Q1	-
2	4700	10	1,25	2,0	1,0	0,30	4,0	1,0	0,35	1,0	6	-	H1
3	4000	16	1,6	3,0	0,8	0,42	8,0	1,6	0,4	2,5	10	Q2	-
4	3800	25	2,0	4,0	0,5	0,50	11,0	1,0	0,56	5,0	17	-	H3
5	3500	40	1,25	1,5	0,7	0,30	3,0	0,9	0,35	2,0	12	Q1	-
6	3250	63	1,0	3,0	0,8	0,35	5,0	1,0	0,5	4,0	18	-	H1
7	3000	80	1,6	1,5	0,5	0,25	7,0	1,2	0,6	3,0	11	Q2	-
8	2800	125	2,6	3,5	0,6	0,45	12,0	1,4	0,7	2,0	10	-	H3
9	2500	6,3	1,6	0,5	0,7	0,14	2,8	1,3	0,41	5,0	20	Q1	-
10	2200	10	2,0	1,3	0,9	0,21	4,2	2,0	0,58	2,5	12	-	H1
11	2000	16	1,25	1,5	0,8	0,20	7,7	1,4	0,65	3,0	15	Q2	-
12	1800	25	1,6	5,0	0,5	0,60	15,0	1,6	0,9	1,6	8	-	H3
13	1000	40	2,5	4,0	0,6	0,55	17,0	1,0	1,0	2,0	15	Q1	-
14	1500	63	1,25	3,5	0,7	0,50	13,0	1,2	0,9	3,5	16	-	H1
15	1700	80	2,5	2,5	0,9	0,40	7,0	1,6	1,0	1,8	10	Q2	-
16	2000	125	1,6	2,1	0,5	0,41	4,5	2,0	0,9	1,6	12	-	H2
17	2300	6,3	1,25	1,7	0,6	0,35	2,0	1,5	0,5	2,0	15	Q1	-
18	2500	6,3	1,0	1,0	0,7	0,25	3,2	1,8	0,6	1,3	7	-	H3
19	2700	40	1,0	2,0	0,8	0,30	4,8	2,0	0,8	2,0	9	Q2	-
20	3000	63	1,25	3,0	1,0	0,40	3,8	1,5	0,8	3,0	20	-	H1
21	3200	16	1,6	3,5	0,9	0,43	6,2	2,0	1,0	4,0	21	Q1	-
22	3500	80	1,25	3,0	0,8	0,43	7,5	1,0	1,0	5,0	17	-	H2
23	3700	125	2,0	6,0	0,7	0,75	10,0	1,2	0,9	1,5	9	Q2	-
24	1000	25	2,5	4,5	0,6	0,60	11,0	1,4	0,9	2,0	11	-	H3
25	1200	6,3	0,8	0,8	0,5	0,20	4,1	1,6	0,7	2,5	15	Q1	-
26	1500	16	1,0	1,2	0,6	0,20	3,5	1,8	38,0	3,0	14	-	H1
27	1800	40	1,25	1,5	0,7	0,25	6,0	2,0	1,2	2,7	13	Q2	-
28	1500	10	1,6	2,5	0,8	0,40	4,2	1,9	0,8	2,2	10	-	H2
29	3500	16	2,0	1,0	0,9	0,20	9,0	1,7	1,1	1,8	10	Q1	-
30	2500	63	0,8	1,5	1,0	0,29	3,0	1,5	0,6	1,5	10	-	H3
31	2600	40	2,5	1,8	0,9	0,30	7,5	1,3	1,0	3,0	12	Q2	-
32	2700	25	1,6	3,0	0,8	0,40	15,5	1,1	1,1	4,0	20	-	H1
33	2800	25	2,0	5,0	0,7	0,70	12,0	1,5	0,9	3,5	17	Q1	-
34	2900	32	1,0	3,0	0,6	0,50	6,0	2,0	1,0	4,5	17	-	H2
35	3000	16	2,5	1,5	0,5	0,30	7,1	1,0	1,2	2,5	8	Q2	-
36	3400	10	1,25	2,0	0,5	0,30	5,0	1,0	0,9	1,5	9	-	H3
37	3600	63	1,6	0,8	0,8	0,15	5,1	1,5	0,7	1,2	11	Q1	-
38	1600	32	3,2	7,0	0,6	0,80	14,0	2,0	1,0	2,8	12	-	H1

34) Изобразить простейшую электрическую принципиальную схему цепи, содержащей силовой трансформатор, для которого предусмотрено АПВ.

35) Ориентировочно оценить в качественном отношении вероятность АПВ цепей с силовыми трансформаторами; при каких повреждениях в таких цепях вероятно успешное АПВ?

- 36) Какие требования предъявляются к устройствам АВР?
- 37) В чем преимущества и недостатки схем электроснабжения с радиальным питанием?
- 38) Почему включение питания по резервной цепи осуществляется только после отключения выключателя рабочей цепи?
- 39) Допускается ли срабатывание УАВР, запускающегося только по признаку исчезновения напряжения и имеющего простейшую схему, при возникновении короткого замыкания на отходящем присоединении ближайшего выключателя рабочей цепи/

5.2.5. Типовые вопросы для собеседования и самоконтроля

- 1) Какие виды повреждений и ненормальных режимов могут возникнуть в электрических сетях?
- 2) Каковы функции релейной защиты и основные требования, предъявляемые к ней?
- 3) Каковы основные принципы построения защит, их структурное содержание?
- 4) Какие источники оперативного тока Вы знаете? Какова область их применения?
- 5) В чём заключаются достоинства и недостатки источников постоянного и переменного оперативного токов?
- 6) Какие требования предъявляют к источникам оперативного тока для полупроводниковых и цифровых защит?
- 7) Каково назначение измерительных трансформаторов?
- 8) Как маркируются выводы обмоток измерительных трансформаторов?
- 9) Чем обусловлены погрешности трансформаторов и каким образом можно уменьшить их величину?
- 10) Что понимается под номинальным и витковым коэффициентами ТТ и в чем отличие между ними?
- 11) Как выбрать ТТ для питания релейной защиты?
- 12) Каковы достоинства и недостатки схем соединения ТТ?
- 13) Почему не допустим холостой ход для ТТ?
- 14) Как определить расчётную нагрузку на ТТ?
- 15) Какие схемы соединения ТН применяются в релейной защите?
- 16) Для чего применяется контроль исправности цепей напряжения и как он осуществляется?
- 17) Как проверить ТТ по кривым предельной кратности?
- 18) Как можно получить симметричные составляющие тока или напряжения различной последовательности?
- 19) Как выглядит осциллограмма вторичного тока ТТ при глубоком насыщении (активная нагрузка)?
- 20) Почему ток во вторичной обмотке ТТ не зависит от нагрузки и в каких пределах это справедливо?
- 21) Какие схемы соединения ТТ непригодны для защиты трансформаторов со схемами соединения Y/Δ и Y/Y с заземленной нейтралью?
- 22) Как устроены и работают фильтры тока и напряжения нулевой последовательности (ФТНП и ФННП)?
- 23) Как устроены согласующие преобразователи тока и напряжения?
- 24) Как работают компаратор, пороговый элемент, триггер Шмидта?
- 25) Какие требования предъявляются к АТ ЦП в схемах РЗ?
- 26) Какие логические функции реализуются в схемах РЗ?
- 27) Каков принцип действия электромагнитного и индукционного реле?
- 28) Что такое коэффициент возврата реле, от чего он зависит и как можно регулировать его величину?
- 29) Чем отличаются характеристики срабатывания реле тока РТ-40 и РТ-80?

- 30) Как влияет длительность перерыва питания на самозапуск электродвигателя?
- 31) Как осуществляется АВР линии, питающейся от двух источников?
- 32) В чём заключается целесообразность применения АПВ?
- 33) Какие требования предъявляются к устройствам АПВ?
- 34) В каких случаях применяется ускорение защиты до и после АПВ? Как это выполняется практически?
- 35) Общие методы и средства контроля технического состояния и эксплуатации.
- 36) Методы защиты от аварийных и ненормальных режимов элементов сети
- 37) Требования техники безопасности при работах с объектами электроэнергетики, электротехники и электрорадиотехническими системами
- 38) Как необходимо выбирать методы защиты от аварийных и ненормальных режимов? Требования безопасности при проектировании, техническом перевооружении, реконструкции и эксплуатации.
- 39) Укажите технологии выполнения требований безопасности при проектировании электрических сетей, электрооборудования, электрорадиотехники.
- 40) Укажите технологии выполнения требований безопасности при техническом перевооружении электрических сетей, электрооборудования, электрорадиотехники
- 41) Укажите технологии выполнения требований безопасности при реконструкции электрических сетей, электрооборудования, электрорадиотехники
- 42) Укажите технологии выполнения требований безопасности при эксплуатации электрических сетей, электрооборудования, электрорадиотехники
- 43) В чем разница между током срабатывания защиты и током срабатывания (уставкой) измерительного (пускового) органа защиты?
- 44) Что такое «основная» и «резервная» зоны действия защиты?
- 45) Назовите основной недостаток применения максимальной токовой защиты в радиальных распределительных сетях с односторонним питанием.
- 46) Как влияет наличие пусковых органов напряжения в схеме защиты на ее чувствительность?
- 47) Назовите основные достоинства и недостатки максимальной токовой защиты с пуском по напряжению.
- 48) Какой наиболее существенный недостаток имеют дифференциальные защиты линий электропередачи? В чем заключается наибольшая трудность при выполнении таких защит?
- 49) Почему дифференциальная защита не реагирует на токи нагрузки, токи внешних коротких замыканий и токи асинхронных качаний в электросистеме?
- 50) Почему включение питания по резервной цепи осуществляется только после отключения выключателя рабочей цепи?
- 51) Какие виды повреждений и ненормальных режимов могут возникнуть в электрических сетях?
- 52) Каковы функции релейной защиты и основные требования, предъявляемые к ней?
- 53) Каковы основные принципы построения защит, их структурное содержание?
- 54) Каков принцип действия токовой направленной защиты?
- 55) Чем отличается выбор тока срабатывания направленных защит (МТЗ и ТО) от ненаправленных?
- 56) На каком принципе работает токовая защита нулевой последовательности?
- 57) Как работают защиты, реагирующие на токи переходного процесса?

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) Основная литература

1. 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: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN978763825558.html> (дата обращения: 02.06.2022).
2. Щеглов А.И., Релейная защита электрических сетей [Электронный ресурс]: учеб. пособие. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2015. – 144 с. - ISBN 978-5-7782-2653-1 – Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778226531.html> [01.10.2019]
3. Танфильев О.В., Релейная защита в задачах и упражнениях: сборник задач [Электронный ресурс]. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2015. – 46 с. - ISBN 978-5-7782-2751-4 – Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778227514.html> [01.10.2019]

б) Дополнительная литература

1. Дьяков А.Ф. Микропроцессорная автоматика и релейная защита электроэнергетических систем [Электронный ресурс]: учеб. пособие для вузов. – М.: Издательский дом МЭИ, 2017. - ISBN 978-5-383-01161-4 – Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383011614.html> [28.09.2019]
2. Захаров О.Г. Надёжность цифровых устройств релейной защиты. Показатели. Требования. Оценки: учебное пособие. – М.: Инфра-инженерия, 2014. – 128 с. (Доступно в ЭБС «Знаниум») Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/520305> [28.09.2019]
3. Долин П.А., Электробезопасность. Теория и практика [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов / П.А. Долин, В.Т. Медведев, В.В. Корочков, А.Ф. Монахов; под ред. В.Т. Медведева. - 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательский дом МЭИ, 2012. – 280 с. - ISBN 978-5-383-00629-0 – Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383006290.html> [28.09.2019]

в) Программное обеспечение лицензионное и свободно распространяемое

- Операционная система Microsoft Windows
- Пакет прикладных программ Microsoft Office
- Правовая система «Консультант плюс»
- Браузер Google Chrome

г) Интернет-ресурсы

- Сайт Министерства энергетики РФ. - www.minenergo.gov.ru
- Известия вузов «Электромеханика», <http://electromeh.npi-tu.ru/ru/archive/>
- <http://novostienergetiki.ru>
- <http://elektromehanika.org/>

д) Профессиональные базы данных

– Информационный проект для работников энергетических служб и студентов электротехнических вузов <http://electrichelp.ru>

– Электрика и электроэнергетика <https://pomegerim.ru>

– Электричество и электроснабжение <http://enginer-electric.ru>

– «Техэксперт» - профессиональные справочные системы <http://техэксперт.рус/>

[26.10.19]

– База данных «Электрик» <http://www.electrik.org/> [26.10.19]

– ИС «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». Раздел: Электротехника http://window.edu.ru/catalog/?p_rubr=2.2.75.30 [26.10.19]

– Онлайн электрик: база данных <https://online-electric.ru/dbase.php> [26.10.19]

– База данных Energy & Power Source для профессионалов в области энергетики и исследователей <http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple> [26.10.19]

– Банк изобретений, технологий и научных открытий...<http://www.ntpo.com> [26.10.19]

– Государственная информационная система в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности <https://gisee.ru/> [26.10.19]

– Научная электронная библиотека www.elibrary.ru [26.10.19]

– База данных рецензируемой литературы Scopus <https://www.scopus.com> [26.10.19]

– База данных Web of Science <https://apps.webofknowledge.com> [26.10.19]

е) информационные справочные системы

– ГАРАНТ. Информационно-правовой-портал <http://www.garant.ru/>

– Правовая система «Консультант плюс»

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Помещения, используемые при реализации дисциплины, представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий.

Лекционные и практические занятия проводятся в специализированной лаборатории релейной защиты и автоматики электроэнергетических систем, оснащенной лабораторными комплексами, лабораторными стендами, измерительным оборудованием, техническим оборудованием, обеспечивающим проведение занятий.

Помещения (аудитории) для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, подключённой к сети «Интернет» и обеспеченной доступом в электронную информационно-образовательную среду вуза.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ
по направлению 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Автор:

инженер-конструктор АО "Опытное Конструкторское Бюро Машиностроения
им. И. И. Африкантова", к.т.н. А.С. Стеглов

Заведующий кафедрой _____

Программа одобрена на заседании
методической комиссии Балахнинского филиала ННГУ
10.12.2021 г., протокол № 4.