

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

СТАВРОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ

декан электроэнергетического
факультета, к.т.н.

Мастепаненко М.А. _____


« 20 » мая 2022 г.

Рабочая программа дисциплины

**Б1.В.06 Релейная защита и автоматизация
электроэнергетических систем**

Шифр и наименование дисциплины по учебному плану

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Код и наименование направления подготовки/специальности

**Системы электроснабжения городов, промышленных предприятий, сельского
хозяйства, и их объектов**

Наименование профиля подготовки/специализации/магистерской программы

Бакалавр

Квалификация выпускника

Очная, заочная

Форма обучения

2022

год набора на ОП

Ставрополь, 2022

1. Цель дисциплины

Целью изучения дисциплины «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем» является ознакомление с основными понятиями и терминами изучаемой дисциплины, которыми будущий специалист будет оперировать в своей практической деятельности; освоение базовых принципов построения устройств релейной защиты и автоматики и их функционирование как в нормальном, так и аварийном режимах на контролируемом объекте электротехнического назначения, освоить навыки расчета параметров защит.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций ОП ВО и овладение следующими результатами обучения по дисциплине:

Код и наименование компетенции	Код(ы) и наименование (-ия) индикатора(ов) достижения компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ПК-3 Способен выполнять работы по эксплуатации и ремонту систем электроснабжения и их элементов	ПК-3.1 Применяет методы и технические средства испытаний и диагностики электрооборудования объектов ПД	Знать: Принципы построения и функционирования релейной защиты и автоматики электроэнергетических систем
		Уметь Составлять схемы для реализации релейной защиты и автоматики электроэнергетического оборудования
		Владеть Навыками проверки и определения параметров устройств релейной защиты и автоматики электроэнергетических систем
	ПК-3.2 Демонстрирует знания по организации технического обслуживания и ремонта электрооборудования объектов ПД	Знать: Принципы оценки и расчета нормальных и аварийных режимов работы электроэнергетического оборудования
		Уметь: Рассчитывать уставки релейной защиты и автоматики на основе данных о нормальных и аварийных режимах работы электро-энергетического оборудования.
		Владеть: Навыками выбора и построения систем релейной защиты и автоматики объектов электроэнергетических систем.
	ПК-3.3 Обладает знаниями по методам безопасного проведения работ при ремонте, испытаниях и диагностике объектов ПД и их элементов	Знать: принципы расчетов нормальных и аварийных режимов работы электрических сетей
		Уметь: рассчитывать рабочие и аварийные токи и напряжения электрооборудования

		Владеть: Навыками расчета аварийных режимов электроэнергетических систем сложной конфигурации
ПК-2 Способен участвовать в разработке проекта и/или части проекта системы электроснабжения объектов ПД	ПК 2.1 - Предпроектное обследование объекта капитального строительства, для которого предназначена система электроснабжения	Знать: нормальные параметры режима работы электрооборудования
		Уметь: регулировать режимы работы электрооборудования
		Владеть: Анализ частного технического задания на предпроектное обследование объекта капитального строительства, для которого предназначена система электроснабжения
	ПК-2.2 Разработка проектной и рабочей документации отдельных разделов проекта системы электроснабжения объектов капитального строительстватехническому обслуживанию и ремонту объектов ПД	Знать: Типовые проектные решения системы электроснабжения объекта капитального строительства
		Уметь: Выполнять расчеты для разработки комплекта конструкторской документации для отдельных разделов проекта на различных стадиях проектирования системы электроснабжения объектов капитального строительства
		Владеть: Выбором оборудования для отдельных разделов проекта на различных стадиях проектирования системы электроснабжения объектов капитального строительства.
	ПК-2.3 Разработка концепции системы электроснабжения объекта ПД	Знание: Основной состав проектной и технической документации в области релейной защиты и автоматики энергосистем
		Умение: составлять техническую и проектную документацию по релейной защите
		Навыки: выполнения проектов и расчетов в области релейной защиты и автоматики энергосистем
	ПК-2.4 Разработка проектной и рабочей документации проекта системы электроснабжения объектов ПД	Знание: Основные задачи эксплуатации устройств релейной защиты и автоматики
		Умение: составлять эксплуатационную документацию по релейной защите
		Навыки: Выбор оборудования для системы электроснабжения объектов капитального строительства

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина Б1.В.06 «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем» является дисциплиной части, формируемой участниками образовательных отношений программы бакалавриата.

Изучение дисциплины осуществляется:

- для студентов очной формы обучения – в 6 семестре;
- для студентов заочной формы обучения – на 3 курсе.

Для освоения дисциплины «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем»

студенты используют знания, умения и навыки, сформированные в процессе изучения дисциплин бакалавриата «Электротехническое материаловедение», «Теоретические основы электротехники», «Физика», «Электрические и электронные аппараты», «Электрическая часть электростанций и подстанций», «Электроэнергетические системы и сети».

Освоение дисциплины «Техника высоких напряжений» является необходимой основой для последующего изучения следующих дисциплин:

- Техника высоких напряжений;
- Надежность электроснабжения;
- Проектирование и конструирование электроустановок систем электроснабжения
- И т.д.

4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу с обучающимися с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем» в соответствии с рабочим учебным планом и ее распределение по видам работ представлены ниже.

Очная форма обучения

Семестр	Трудоёмкость час/з.е.	Контактная работа с преподавателем, час			Самостоятельная работа, час	Контроль, час	Форма промежуточной аттестации (форма контроля)
		лекции	практические занятия	лабораторные занятия			
6	180/5	36	-	36	72	36	Экзамен
<i>в т.ч. часов в интерактивной форме</i>		4	-	4	-	-	-
<i>Практической подготовки</i>		36	-	36	-	-	-

Семестр	Трудоёмкость час/з.е.	Внеаудиторная контактная работа с преподавателем, час/чел					
		Курсовая работа	Курсовой проект	Зачет	Дифференцированный зачет	Консультации и перед экзаменом	Экзамен
6	180/5	-	-	-	-	2	0,25

Заочная форма обучения

Курс	Трудоёмкость час/з.е.	Контактная работа с преподавателем, час			Самостоятельная работа, час	Контроль, час	Форма промежуточной аттестации (форма контроля)
		лекции	практические занятия	лабораторные занятия			
3	180/5	8	-	8	155	9	Экзамен
<i>в т.ч. часов в интерактивной форме</i>		2	-	4	-	-	-
<i>Практической подготовки</i>		8	-	8	155	-	-

Семестр	Трудоёмкость час/з.е.	Внеаудиторная контактная работа с преподавателем, час/чел						
		Контрольная работа	Курсовая работа	Курсовой проект	Зачет	Дифференцированный зачет	Консультации перед экзаменом	Экзамен
3	180/5	0,2	-	-	-	-	2	0,25

5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

Очная форма обучения

№ п/п	Темы (и/или разделы) дисциплины	Количество часов					Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Оценочное средство проверки результатов достижения индикаторов компетенций**	Код индикаторов достижения компетенций
		Всего	Лекции	Семинарские занятия		Самостоятельная работа			
				Практические	Лабораторные				
1.	Тема 1 Введение. Назначение релейной защиты (РЗ).	8	2	0	0	6	Устный опрос, решение практико-ориентированных задач	Вопросы для устного опроса, комплект практико-ориентированных задач	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-2.4
2	Тема 2 Пассивные линейные преобразователи синусоидальных напряжений и токов	12	2	0	4	6	Устный опрос, решение практико-ориентированных задач	Вопросы для устного опроса, комплект практико-ориентированных задач	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-2.4
3	Тема 3 Электромеханические реле Полупроводниковая и микропроцессорная база	12	2	0	4	6	Устный опрос, решение практико-ориентированных задач	Вопросы для устного опроса, комплект практико-ориентированных задач	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-2.4
4	Тема 4 Токовые защиты.	16	6	0	4	6	Устный опрос, решение практико-ориентированных задач	Вопросы для устного опроса, комплект практико-ориентированных задач	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-2.4

№ пп	Темы (и/или разделы) дисциплины	Количество часов					Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Оценочное средство проверки результатов достижения индикаторов компетенций**	Код индикаторов достижения компетенций
		Всего	Лекции	Семинарские занятия		Самостоятельная работа			
				Практические	Лабораторные				
5	Тема 5 Токовые направленные защиты.	12	2	0	4	6	Устный опрос, решение практико-ориентированных задач	Вопросы для устного опроса, комплект практико-ориентированных задач	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-2.4
6	Тема 6 Защиты от замыканий на землю в сетях с изолированной и компенсированной нейтралью	12	2	0	4	6	Устный опрос, решение практико-ориентированных задач	Вопросы для устного опроса, комплект практико-ориентированных задач	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-2.4
7	Тема 7 Защита трансформаторов	14	4	0	4	6	Устный опрос, решение практико-ориентированных задач	Вопросы для устного опроса, комплект практико-ориентированных задач	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-2.4
8	Тема 8 Дистанционная защита	14	4	0	4	6	Устный опрос, решение практико-ориентированных задач	Вопросы для устного опроса, комплект практико-ориентированных задач	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-2.4
9	Тема 9 Дифференциальная токовая защита линий	8	2	0	0	6	Устный опрос, решение практико-ориентированных задач	Вопросы для устного опроса, комплект практико-ориентированных задач	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-2.4

№ пп	Темы (и/или разделы) дисциплины	Количество часов					Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Оценочное средство проверки результатов достижения индикаторов компетенций**	Код индикаторов достижения компетенций
		Всего	Лекции	Семинарские занятия		Самостоятельная работа			
				Практические	Лабораторные				
10	Тема 10 Микропроцессорные комплектные устройства РЗ, управления и автоматики	10	4	0	0	6	Устный опрос, решение практико-ориентированных задач	Вопросы для устного опроса, комплект практико-ориентированных задач	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-2.4
11	Тема 11 Защита синхронных генераторов	14	4	0	4	6	Устный опрос, решение практико-ориентированных задач	Вопросы для устного опроса, комплект практико-ориентированных задач	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-2.4
12	Тема 12 Защиты электродвигателей	12	2	0	4	6	Устный опрос, решение практико-ориентированных задач	Вопросы для устного опроса, комплект практико-ориентированных задач	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-2.4
	Промежуточная аттестация	36	-	-	-	36	Экзамен		
	Итого	180	36	-	36	108			

Заочная форма обучения

№ п/п	Темы (и/или разделы) дисциплины	Количество часов					Самостоятель- ная работа формы текущего контроля успеваемости и промежуточной оценки	Средство проверки результатов достижения индикаторов	Код индикаторов достижения компетенций
		Всего	Лекции	Семинарские занятия		Самостоятель- ная работа			
				Практические	Лабораторные				
1.	Тема 1 Введение. Назначение релейной защиты (РЗ).	11	0	0	0	11	Устный опрос, решение практико-ориентированных задач	Вопросы для устного опроса, комплект практико-ориентированных задач	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-2.4
2	Тема 2 Пассивные линейные преобразователи синусоидальных напряжений и токов	12	1	0	0	11	Устный опрос, решение практико-ориентированных задач	Вопросы для устного опроса, комплект практико-ориентированных задач	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-2.4
3	Тема 3 Электромеханические реле Полупроводниковая и микропроцессорная база	11	0	0	0	11	Устный опрос, решение практико-ориентированных задач	Вопросы для устного опроса, комплект практико-ориентированных задач	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-2.4
4	Тема 4 Токовые защиты.	17	2	0	4	11	Устный опрос, решение практико-ориентированных задач	Вопросы для устного опроса, комплект практико-ориентированных задач	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-2.4

№ пп	Темы (и/или разделы) дисциплины	Количество часов					Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Оценочные средства	Код индикаторов достижения компетенций
		Всего	Лекции	Семинарские занятия		Самостоятельная работа			
				Практические	Лабораторные				
5	Тема 5 Токовые направленные защиты.	11	0	0	0	11	Устный опрос, решение практических задач	Вопросы для устного опроса, комплект практических задач	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-2.4
6	Тема 6 Защиты от замыканий на землю в сетях с изолированной и компенсированной нейтралью	12	1	0	0	11	Устный опрос, решение практических задач	Вопросы для устного опроса, комплект практических задач	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-2.4
7	Тема 7 Защита трансформаторов	15	1	0	2	12	Устный опрос, решение практических задач	Вопросы для устного опроса, комплект практических задач	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-2.4
8	Тема 8 Дистанционная защита	16	1	0	4	11	Устный опрос, решение практических задач	Вопросы для устного опроса, комплект практических задач	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-2.4
9	Тема 9 Дифференциальная токовая защита линий	11	0	0	0	11	Устный опрос, решение практических задач	Вопросы для устного опроса, комплект практических задач	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-2.4

№ пп	Темы (и/или разделы) дисциплины	Количество часов					Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Проверки результатов достижения индикаторов	Код индикаторов достижения компетенций
		Всего	Лекции	Семинарские занятия		Лабораторные				
				Практические	Лабораторные					
10	Тема 10 Микропроцессорные комплектные устройства РЗ, управления и автоматики	11	1	0	0	11	Устный опрос, решение практических задач	Устный опрос, решение практических задач	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3, ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-2.4	
11	Тема 11 Защита синхронных генераторов	11	0	0	0	11	Устный опрос, решение практических задач	Устный опрос, решение практических задач	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3, ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-2.4	
12	Тема 12 Защиты электродвигателей	12	1	0	0	11	Устный опрос, решение практических задач	Устный опрос, решение практических задач	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3, ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-2.4	
	Контрольная работа	20	0	0	0	20	тестирование	Тесты	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3, ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-2.4	
	Промежуточная аттестация	9	-	-	-	9	экзамен	-		
	Итого	180	8	-	10	162	-	-	-	

5.1. Лекционный курс с указанием видов интерактивной формы проведения занятий*

Наименование разделов (вид интерактивной формы проведения занятий*) / практической подготовки	Содержание темы (и/или раздела)	Всего, часов / часов интер.занятий /практической подготовки	
		очная форма	заочная форма
Тема 1 Введение. Назначение релейной защиты (РЗ).	Введение. Назначение релейной защиты (РЗ). Электрические сигналы, преобразуемые устройствами РЗ. Элементы, функциональные части и органы РЗ. Функции РЗ и основные требования к РЗ	2/-/2	0
Тема 2 Пассивные линейные преобразователи синусоидальных напряжений и токов	Пассивные линейные преобразователи синусоидальных напряжений и токов Первичные измерительные преобразователи тока. Насыщающиеся трансформаторы тока. Первичные измерительные преобразователи напряжения. Фазоповоротные и частотно-зависимые схемы. Преобразователи синусоидальных токов и напряжений в постоянные (выпрямленные) токи и напряжения	2/-/2	1/1/1
Тема 3 Электромеханические реле Полупроводниковая и микропроцессорная база	Электромеханические реле. Полупроводниковая и микропроцессорная база Принцип действия и выполнение электромагнитного реле. Электромагнитные измерительные реле. Электромагнитные логические реле. Принцип действия и выполнение индукционных реле. Аналоговые активные измерительные преобразователи синусоидальных напряжений и токов. Использование интегральных микросхем для РЗ. Схемы сравнения электрических сигналов. Измерительные реле на основе неинтегральной и интегральной элементной базой с одной воздействующей электрической величиной. Измерительные реле на основе неинтегральной и интегральной элементной базой с двумя воздействующими электрическими величинами. Цифровые органы защиты на основе микропроцессорной элементной базы.	2/-/2	0
Тема 4 Токовые защиты. (лекция-дискуссия)	Токовые защиты Основные органы токовой защиты от междуфазных коротких замыканий, схемы соединения измерительных преобразователей тока и вторичных измерительных органов. Выбор трансформаторов тока. Токовая отсечка - первая ступень токовой защиты. Токовая отсечка с выдержкой времени - вторая ступень защиты. Максимальная токовая защита - третья ступень токовой защиты. Защита от перегрузки. Токовые защиты в сетях с глухозаземленной нейтралью. Совместное действие токовой защиты и АПВ. Оценка токовых защит.	6/-/6	2/-/2
Тема 5 Токовые направленные защиты.	Токовые направленные защиты Принцип действия и основные органы токовой направленной защиты. Схемы включения реле направления мощности. Оценка токовых направленных защит.	2/2/2	0
Тема 6 Защиты от замыканий на	Защиты от замыканий на землю в сетях с изолированной и компенсированной нейтралью	2/2/2	1/-/1

Наименование разделов (вид интерактивной формы проведения занятий*) / практической подготовки	Содержание темы (и/или раздела)	Всего, часов / часов интер.занятий /практической подготовки	
		очная форма	заочная форма
землю в сетях с изолированной и компенсированной нейтралью (лекция-дискуссия)	О режиме заземления нейтрали в сетях напряжением 6-35 кВ. Защита от замыканий на землю, реагирующая на токи и напряжения нулевой последовательности установившегося режима. Другие варианты выполнения защит. Пути совершенствования защит. О защите трансформаторов напряжения контроля изоляции в сетях с изолированной нейтралью. Выполнение контроля изоляции в сетях без использования трансформаторов напряжения.		
Тема 7 Защита трансформаторов	Защита трансформаторов Виды повреждений и ненормальные режимы работы трансформаторов. Газовая защита. Токовые и токовые направленные защиты трансформатора от КЗ. Дифзащита трансформатора и особенности выполнения. Схемы, выбор параметров и область применения дифзащит. Токовые защиты трансформатора от сверхтоков внешних КЗ и перегрузок. Микропроцессорная защита трансформатора.	4/-/4	1/-/1
Тема 8 Дистанционная защита	Дистанционная защита Назначение, принцип действия и основные органы защиты. Выбор входных воздействующих величин дистанционных органов. Схемы дистанционных защит. Выбор параметров срабатывания дистанционной защиты.	4/-/4	1/-/1
Тема 9 Дифференциальная токовая защита линий	Дифференциальная токовая защита Назначение и виды дифференциальных защит. Принцип действия продольной дифференциальной токовой защиты. Ток небаланса и ток срабатывания дифзащиты с циркулирующими токами. Поперечная ненаправленная и направленная дифзащита. Пусковые органы, выбор параметров, область использования. Балансная защита. Продольная дифзащита линий и ее особенности.	2/-/2	0
Тема 10 Микропроцессорные комплектные устройства РЗ, управления и автоматики	Микропроцессорные комплектные устройства РЗ, управления и автоматики Многофункциональный микропроцессорный блок БМРЗ-04. Микропроцессорные комплектные устройства защиты и автоматики серии SPAC- 800 (терминалы).	4/-/4	1/-/1
Тема 11 Защита синхронных генераторов	Защита синхронных генераторов Повреждения и ненормальные режимы работы синхронных генераторов. Защита обмоток статора от междуфазных коротких замыканий генераторов напряжение выше 1 кВ. Защита обмоток статора от однофазных повреждений генераторов напряжение выше 1 кВ. Защита генератора выше 1 кВ от замыканий на землю в цепи возбуждения. Защита генераторов напряжения до 1 кВ. Особенности защиты и	4/-/4	0

Наименование разделов (вид интерактивной формы проведения занятий*) / практической подготовки	Содержание темы (и/или раздела)	Всего, часов / часов интер.занятий /практической подготовки	
		очная форма	заочная форма
	автоматики синхронных компенсаторов. Микропроцессорная релейная защита и автоматика синхронных генераторов.		
Тема 12 Защиты электродвигателей	Защиты электродвигателей Виды повреждений и ненормальных режимов работы электродвигателей и требования к их защитах. Защита асинхронных двигателей (АД) напряжением выше 1 кВ. Защита синхронных электродвигателей (СД).О микропроцессорной защите двигателей.	2/-/2	1/-/1
Итого		36/4/36	8/2/8

5.2. Семинарские (практические, лабораторные) занятия с указанием видов проведения занятий в интерактивной форме*

Наименование раздела дисциплины	Формы проведения и темы занятий (вид интерактивной формы проведения занятий*)/ практическая подготовка	Всего часов / часов интерактивных занятий/практической подготовки	
		очная форма	заочная форма
		лаб	лаб
Тема 2 Пассивные линейные преобразователи синусоидальных напряжений и токов	Векторные диаграммы токов при коротких замыканиях.	4/-/4	0
Тема 3 Электромеханические реле Полупроводниковая и микропроцессорная база	Токовая защита на постоянном оперативном токе.	4/-/4	0
Тема 4 Токовые защиты.	Токовая защита на переменном оперативном токе.	4/-/4	4/-/4
Тема 5 Токовые направленные защиты.	Направленная токовая защита.	4/-/4	0
Тема 6 Защиты от замыканий на землю в сетях с изолированной и компенсированной нейтралью	Защита от однофазных замыканий на землю в сетях с изолированной и заземлённой нейтралью.	4/-/4	0
Тема 7 Защита трансформаторов	Дифференциальная защита силового трансформатора.(мастер-класс)	4/-/4	2/2/2
Тема 8 Дистанционная защита	Исследование принципов работы дистанционной защиты(мастер-класс)	4/4/4	2/2/2
Тема 11 Защиты генераторов	Исследование принципов работы защиты синхронного	4/-/4	0

	генератора		
Тема 12 Защиты электродвигателей	Исследование принципов работы защиты асинхронного электродвигателя	4/-/4	0
	Контрольная работа (аудиторная)	Не предусмотрено	Не предусмотрено
Итого		36/4/36	8/4/8

5.3. Курсовой проект (работа) учебным планом не предусмотрен.

5.4. Самостоятельная работа обучающегося

Виды самостоятельной работы	Очная форма, часов		Заочная форма, часов	
	к текущему контролю	к промежуточной аттестации	к текущему контролю	к промежуточной аттестации
Изучение материала по теме: Введение. Назначение релейной защиты (РЗ).	6	3	11	0
Изучение материала по теме: Пассивные линейные преобразователи синусоидальных напряжений и токов	6	3	11	0
Изучение материала по теме: Электромеханические реле Полупроводниковая и микропроцессорная база	6	3	11	0
Изучение материала по теме: Токовые защиты.	6	3	11	1
Изучение материала по теме: Токовые направленные защиты.	6	3	11	1
Изучение материала по теме: Защиты от замыканий на землю в сетях с изолированной и компенсированной нейтралью	6	3	11	1
Изучение материала по теме: Защита трансформаторов	6	3	12	1
Изучение материала по теме: Дистанционная защита	6	3	11	1
Изучение материала по теме: Дифференциальная токовая защита линий	6	3	11	1
Изучение материала по теме: Микропроцессорные комплектные устройства РЗ, управления и автоматики	6	3	11	1
Изучение материала по теме: Защита синхронных генераторов	6	3	11	1
Изучение материала по теме: Защиты электродвигателей	6	3	11	1
Контрольная работа	0	0	20	0
ИТОГО	72	36	153	9

6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающегося по дисциплине «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем» размещено в электронной

информационно-образовательной среде Университета и доступно для обучающегося через его личный кабинет на сайте Университета. Учебно-методическое обеспечение включает:

1. Рабочую программу дисциплины «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем»
2. Методические рекомендации по освоению дисциплины «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем»
3. Методические рекомендации для организации самостоятельной работы обучающегося по дисциплине «техника высоких напряжений»
4. Методические рекомендации по выполнению реферата
5. Методические рекомендации по выполнению контрольной работы студентами заочной формы обучения.

Для успешного освоения дисциплины, необходимо самостоятельно детально изучить представленные темы по рекомендуемым источникам информации:

№ п/п	Темы для самостоятельного изучения	Рекомендуемые источники информации (№ источника)		
		основная (из п.8 РПД)	дополнительная (из п.8 РПД)	интернет-ресурсы (из п.9 РПД)
1	Тема 1 Введение. Назначение релейной защиты (РЗ).	1-3	1-8	1-3
2	Тема 2 Пассивные линейные преобразователи синусоидальных напряжений и токов	1-3	1-8	1-3
3	Тема 3 Электромеханические реле Полупроводниковая и микропроцессорная база	1-3	1-8	1-3
4	Тема 4 Токовые защиты.	1-3	1-8	1-3
5	Тема 5 Токовые направленные защиты.	1-3	1-8	1-3
	Тема 6 Защиты от замыканий на землю в сетях с изолированной и компенсированной нейтралью	1-3	1-8	1-3
	Тема 7 Защита трансформаторов	1-3	1-8	1-3
	Тема 8 Дистанционная защита	1-3	1-8	1-3
	Тема 9 Дифференциальная токовая защита линий	1-3	1-8	1-3
	Тема 10 Микропроцессорные комплектные устройства РЗ, управления и автоматики	1-3	1-8	1-3
	Тема 11 Защита синхронных генераторов	1-3	1-8	1-3
	Тема 12 Защиты электродвигателей	1-3	1-8	1-3

7. Фонд оценочных средств (оценочных материалов) для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем»

7.1. Перечень индикаторов компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Очная форма обучения

Индикатор компетенции (код и содержание)	Дисциплины/элементы программы (практики, ГИА), участвующие в формировании индикатора компетенции	Семестры							
		1	2	3	4	5	6	7	8
ПК-2.1 Предпроектное обследование объекта капитального строительства, для которого предназначена система электроснабжения	Электроэнергетические системы и сети					■	■		
	Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем						■		
	Основы АСУ электроустановок систем электроснабжения						■		
	Электроснабжение					■			
	Переходные процессы в электроэнергетических системах						■		
	Проектирование и конструирование электроустановок систем электроснабжения							■	
	Режимы работы электрооборудования систем электроснабжения							■	
	Реконструкция электрических сетей					■			
	Автономные системы электроснабжения							■	
	Автоматика					■			
	Надежность электроснабжения								■
	Преддипломная практика								■
	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена								■
Выполнение и защита выпускной квалификационной работы								■	
ПК-2.2 Разработка проектной и рабочей документации отдельных разделов проекта системы электроснабжения объектов капитального строительства для которого предназначена система электроснабжения	Экономика электроэнергетики								
	Электроэнергетические системы и сети					■	■		
	Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем						■		
	Основы АСУ электроустановок систем электроснабжения						■		
	Электроснабжение					■			
	Электрическая часть станций и подстанций						■	■	
	Проектирование и конструирование электроустановок систем электроснабжения							■	
	Режимы работы электрооборудования систем электроснабжения							■	
	Реконструкция электрических сетей					■			
	Автономные системы электроснабжения							■	
	Автоматика					■			
	Надежность электроснабжения								■
	Преддипломная практика								■
Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена								■	
Выполнение и защита выпускной квалификационной работы								■	
ПК-2.3 Разработка концепции	Экономика электроэнергетики		■						
	Электроэнергетические системы и сети					■	■		
	Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем						■		

Индикатор компетенции и (код и содержание)	Дисциплины/элементы программы (практики, ГИА), участвующие в формировании индикатора компетенции	Семестры											
		1	2	3	4	5	6	7	8				
ремонт электрооборудования объектов ПД	Наладка электроустановок												
	Ремонт электрооборудования												
	Потери и хищение электроэнергии в электрических сетях												
	Эксплуатационная практика												
	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена												
	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы												
	Подготовка и ведение нормативно-технической документации												

Заочная форма обучения

Индикатор компетенции (код и содержание)	Дисциплины/элементы программы (практики, ГИА), участвующие в формировании индикатора компетенции	Курс			
		1	2	3	4
ПК-2.1 Предпроектное обследование объекта капитального строительства, для которого предназначена система электроснабжения	Электроэнергетические системы и сети				
	Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем				
	Основы АСУ электроустановок систем электроснабжения				
	Электроснабжение				
	Переходные процессы в электроэнергетических системах				
	Проектирование и конструирование электроустановок систем электроснабжения				
	Режимы работы электрооборудования систем электроснабжения				
	Технологическая часть ТЭС и АЭС				
	Автономные системы электроснабжения				
	Автоматика				
	Надежность электроснабжения				
	Преддипломная практика				
	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена				
	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы				
ПК-2.2 Разработка проектной и рабочей документации отдельных разделов проекта системы электроснабжения объектов капитального строительства для которого предназначена система электроснабжения	Экономика электроэнергетики				
	Электроэнергетические системы и сети				
	Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем				
	Основы АСУ электроустановок систем электроснабжения				
	Электроснабжение				
	Переходные процессы в электроэнергетических системах				
	Проектирование и конструирование электроустановок систем электроснабжения				
	Режимы работы электрооборудования систем электроснабжения				
	Технологическая часть ТЭС и АЭС				
	Автономные системы электроснабжения				
	Автоматика				
	Надежность электроснабжения				
	Преддипломная практика				
	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена				
Выполнение и защита выпускной квалификационной работы					
ПК-2.3 Разработка концепции системы электроснабжения	Экономика электроэнергетики				
	Электроэнергетические системы и сети				
	Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем				

Индикатор компетенции (код и содержание) объекта ПД	Дисциплины/элементы программы (практики, ГИА), участвующие в формировании индикатора компетенции	Курс			
		1	2	3	4
	Основы АСУ электроустановок систем электроснабжения				
	Электроснабжение				
	Переходные процессы в электроэнергетических системах				
	Электрическая часть станций и подстанций				
	Проектирование и конструирование электроустановок систем электроснабжения				
	Режимы работы электрооборудования систем электроснабжения				
	Технологическая часть ТЭС и АЭС				
	Автономные системы электроснабжения				
	Автоматика				
	Надежность электроснабжения				
	Преддипломная практика				
	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена				
	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы				
	ПК-2.4 Разработка проектной и рабочей документации проекта системы электроснабжения объектов ПД	Экономика электроэнергетики			
Электроэнергетические системы и сети					
Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем					
Основы АСУ электроустановок систем электроснабжения					
Электроснабжение					
Переходные процессы в электроэнергетических системах					
Проектирование и конструирование электроустановок систем электроснабжения					
Режимы работы электрооборудования систем электроснабжения					
Технологическая часть ТЭС и АЭС					
Автономные системы электроснабжения					
Автоматика					
Надежность электроснабжения					
Преддипломная практика					
Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена					
Выполнение и защита выпускной квалификационной работы					

Индикатор компетенции (код и содержание)	Дисциплины/элементы программы (практики, ГИА), участвующие в формировании индикатора компетенции	Курс			
		1	2	3	4
ПК-3.1 Мониторинг технического состояния электрооборудования объектов ПД	Введение в специальность				
	Электробезопасность				
	Электрическая часть электростанций и подстанций				
	Электроэнергетические системы и сети				
	Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем				
	Основы эксплуатации электрооборудования систем электроснабжения				
	Техника высоких напряжений				
	Монтаж электрооборудования				
	Организация и управление электросетевыми предприятиями				
	Диагностика электроэнергетического оборудования				
	Наладка электроустановок				
	Ремонт электрооборудования				
	Потери и хищение электроэнергии в электрических сетях				
	Эксплуатационная практика				
	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена				
ПК-3.2	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы				
	Энергетическое обследование объектов электроэнергетики				

Индикатор компетенции (код и содержание)	Дисциплины/элементы программы (практики, ГИА), участвующие в формировании индикатора компетенции	Курс			
		1	2	3	4
Обоснование планов и программ технического обслуживания и ремонта электрооборудования объектов ПД	Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем				
	Основы эксплуатации электрооборудования систем электроснабжения				
	Техника высоких напряжений				
	Монтаж электрооборудования				
	Организация и управление электросетевыми предприятиями				
	Диагностика электроэнергетического оборудования				
	Наладка электроустановок				
	Ремонт электрооборудования				
	Потери и хищение электроэнергии в электрических сетях				
	Эксплуатационная практика				
	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена				
	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы				
	ПК-3.3 Разработка нормативно-технической документации по техническому обслуживанию и ремонту электрооборудования объектов ПД	Электробезопасность			
Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем					
Основы эксплуатации электрооборудования систем электроснабжения					
Техника высоких напряжений					
Монтаж электрооборудования					
Организация и управление электросетевыми предприятиями					
Диагностика электроэнергетического оборудования					
Наладка электроустановок					
Ремонт электрооборудования					
Потери и хищение электроэнергии в электрических сетях					
Эксплуатационная практика					
Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена					
Выполнение и защита выпускной квалификационной работы					
Подготовка и ведение нормативно-технической документации					

7.2. Критерии и шкалы оценивания уровня усвоения индикатора компетенций, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Оценка знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций по дисциплине «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем» проводится в форме текущего контроля и промежуточной аттестации.

Текущий контроль проводится в течение семестра с целью определения уровня усвоения обучающимися знаний, формирования умений и навыков, своевременного выявления преподавателем недостатков в подготовке обучающихся и принятия необходимых мер по её корректировке, а также для совершенствования методики обучения, организации учебной работы и оказания индивидуальной помощи обучающемуся.

Промежуточная аттестация по дисциплине «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем» проводится в виде зачета.

За знания, умения и навыки, приобретенные студентами в период их обучения, выставляются оценки «ЗАЧТЕНО», «НЕ ЗАЧТЕНО». (или «ОТЛИЧНО», «ХОРОШО», «УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО», «НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО» для дифференцированного зачета/экзамена)

Для оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности в университете применяется балльно-рейтинговая система оценки качества освоения образовательной программы. Оценка проводится при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций

обучающихся. Рейтинговая оценка знаний является интегрированным показателем качества теоретических и практических знаний и навыков студентов по дисциплине.

Состав балльно-рейтинговой оценки студентов очной формы обучения

Для студентов **очной формы обучения** знания по осваиваемым компетенциям формируются на лекционных и практических занятиях, а также в процессе самостоятельной подготовки.

В соответствии с балльно-рейтинговой системой оценки, принятой в Университете студентам начисляются баллы по следующим видам работ:

№ контрольной точки	Оценочное средство результатов индикаторов достижения компетенций	Максимальное количество баллов
1.	Устный опрос	10
	Решение практикоориентированных задач	20
2	Устный опрос	10
	Решение практикоориентированных задач	20
Сумма баллов по итогам текущего контроля		60
Активность на лекционных занятиях		10
Результативность работы на лабораторных занятиях		15
Поощрительные баллы (написание статей, докладов и т.д.)		15
Итого		100

Критерии и шкалы оценивания уровня усвоения индикатора компетенций

Знания по осваиваемым компетенциям формируются на лекционных занятиях при условии активного участия обучающегося в восприятии и обсуждении рассматриваемых вопросов.

Критерии оценки

10 баллов – студент посетил все лекции, активно работал на них в полном соответствии с требованиями преподавателя

-1 балл – за каждый пропуск лекций или замечание преподавателя по поводу отсутствия активного участия обучающегося в восприятии и обсуждении рассматриваемых вопросов.

Результативность работы на лабораторных занятиях оценивается преподавателем по результатам устных опросов, активности участия в занятиях, проводимых в интерактивной форме, и качеству выполнения заданий в рабочей тетради по дисциплине:

1 балл – за каждый устный ответ на лабораторном занятии, оцененный на «хорошо» и «отлично»; 0,5 балла – за каждый устный ответ на лабораторном занятии, оцененный на «удовлетворительно» (максимум – 5 баллов);

1 балл – за оцененное на «отлично» выполнение лабораторной работы (максимум – 10 баллов в семестр);

1 балл – за активное участие в занятиях, проводимых в интерактивной форме (максимум – 5 баллов).

Рейтинговая оценка знаний при проведении текущего контроля успеваемости на контрольных точках позволяет обучающемуся набрать до 60 баллов. Знания, умения и навыки по формируемым компетенциям оцениваются по результатам следующих форм контроля.

Контрольные точки проводятся в виде защиты отчетов о выполненных лабораторных работах, на котором студенты в устной форме отвечают на два теоретических вопроса и решают практико-ориентированную задачу.

Критерии оценки ответа на теоретический вопрос:

Критерии оценки ответа на каждый теоретический вопрос

10 баллов - выставляется, когда студентом дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показана совокупность осознанных знаний по дисциплине, доказательно раскрыты основные положения вопросов; в ответе прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, явлений.

6 балла - выставляется, когда студентом дан развернутый ответ на поставленный вопрос, показана совокупность осознанных знаний по дисциплине, в основном раскрыт обсуждаемый вопрос; в ответе прослеживается логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий и явлений.

3 балла - выставляется, когда студентом дан не полный ответ на поставленный вопрос, слабо раскрыты основные положения вопросов; в ответе нарушается структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий.

1 балл - дан неполный ответ, представляющий собой разрозненные знания по теме вопроса с существенными ошибками в определениях. Присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения. Студент не осознает связь данного понятия, теории, явления с другими объектами дисциплины. Отсутствуют выводы, конкретизация и доказательность изложения. Речь неграмотная. Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа студента не только на поставленный вопрос, но и на другие вопросы дисциплины.

0 баллов - при полном отсутствии ответа, имеющего отношение к вопросу.

Критерии оценки практико-ориентированных задач – задачи направленные на использование приобретенных знаний и умений в практической деятельности

20 баллов. Задача решена в обозначенный преподавателем срок. В решении нет ошибок, получен верный ответ, задача решена рациональным способом. Сделаны правильные выводы.

15 баллов. Задача решена своевременно в целом верно, но допущены незначительные ошибки, не искажающие выводы

7 баллов. Задача решена с задержкой в целом верно, но допущены незначительные ошибки, не искажающие выводы.

0 баллов. Задача не решена.

Если за ответы на контрольной точке обучающийся не получил удовлетворяющее его количество баллов, то он может получить **поощрительные баллы за подготовку докладов, сопровождаемых презентациями (не более 15 баллов)**.

Доклад – средство, позволяющее оценить умение обучающегося устно излагать суть поставленной проблемы, сопровождая ее презентацией, самостоятельно проводить анализ этой проблемы с использованием знаний и умений, приобретаемых в рамках изучения предыдущих и данной дисциплины, делать выводы, обобщающие авторскую позицию по поставленной проблеме.

Критерии оценки

15 баллов. Выступление демонстрирует умения умение правильно использовать в устной речи специальные термины и понятия, показатели; синтезировать, анализировать, обобщать представленный материал, устанавливать причинно-следственные связи, формулировать правильные выводы; аргументировать собственную точку зрения, активно использовать самостоятельно подготовленную презентацию.

10 баллов. В выступлении отсутствует обобщение представленного материала, установлены не все причинно-следственные связи.

8 баллов. В выступлении отсутствует обобщение представленного материала, установлены не все причинно-следственные связи, обучающийся не всегда правильно использует в устной речи специальные термины и понятия, показатели, допущены ошибки в самостоятельно подготовленной презентации.

2 балла. Выступление демонстрирует умение правильно использовать специальные термины и понятия, показатели изучаемой дисциплины, но не содержит элементов самостоятельной проработки используемого материала.

Состав балльно-рейтинговой оценки студентов заочной формы обучения

Результат текущего контроля для студентов **заочной формы обучения** складывается из оценки результатов обучения по всем разделам дисциплины и включает контрольные точки №1 и №2, контрольную точку в виде контрольной работы (аудиторной) по всем разделам дисциплины (**маx 30 баллов**), посещение лекций (**маx 10 баллов**), результативность работы на практических занятиях (**маx 15 баллов**), поощрительные баллы (**маx 15 баллов**).

В соответствии с балльно-рейтинговой системой оценки, принятой в Университете студентам начисляются баллы по следующим видам работ:

№ контрольной точки	Оценочное средство результатов индикаторов достижения компетенций***	Максимальное количество ТВО
1.	Устный опрос	5
	Решение практикоориентированных задач	10
2.	Устный опрос	5
	Решение практикоориентированных задач	10
	Контрольная точка по всем темам дисциплины	30
Сумма баллов по итогам текущего контроля		60
Активность на лекционных занятиях		10
Результативность работы на практических занятиях		15
Поощрительные баллы (написание статей, участие в конкурсах, победы на олимпиадах, выступления на конференциях и т.д.)		15
Итого		100

Критерии и шкалы оценивания уровня усвоения индикатора компетенций

Знания по осваиваемым компетенциям формируются **на лекционных занятиях** при условии активного участия обучающегося в восприятии и обсуждении рассматриваемых вопросов.

Критерии оценки

10 баллов – студент посетил все лекции, активно работал на них в полном соответствии с требованиями преподавателя

-1 балл – за каждый пропуск лекций или замечание преподавателя по поводу отсутствия активного участия обучающегося в восприятии и обсуждении рассматриваемых вопросов.

Результативность работы на лабораторных занятиях оценивается преподавателем по результатам устных опросов, активности участия в занятиях, проводимых в интерактивной форме, и качеству выполнения заданий в рабочей тетради по дисциплине:

1 балл – за каждый устный ответ на лабораторном занятии, оцененный на «хорошо» и «отлично»; 0,5 балла – за каждый устный ответ на лабораторном занятии, оцененный на «удовлетворительно» (маx – 5 балла);

1 балл – за оцененное на «отлично» выполнение лабораторной работы (маx – 6 баллов в семестр);

1 балл – за активное участие в занятиях, проводимых в интерактивной форме (маx – 4 балла).

Рейтинговая оценка знаний при проведении текущего контроля успеваемости **на контрольных точках** позволяет обучающемуся набрать до 60 баллов. Знания, умения и навыки по формируемым компетенциям оцениваются по результатам следующих форм контроля.

Контрольные точки проводятся в виде защиты отчетов о выполненных лабораторных работах, на котором студенты в устной форме отвечают на два теоретических вопроса и решают практико-ориентированную задачу.

Критерии оценки ответа на теоретический вопрос:

Критерии оценки ответа на каждый теоретический вопрос

5 балла - выставляется, когда студентом дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показана совокупность осознанных знаний по дисциплине, доказательно раскрыты основные положения вопросов; в ответе прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, явлений.

4 балла - выставляется, когда студентом дан развернутый ответ на поставленный вопрос, показана совокупность осознанных знаний по дисциплине, в основном раскрыт обсуждаемый вопрос; в ответе прослеживается логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий и явлений.

2 балла - выставляется, когда студентом дан не полный ответ на поставленный вопрос, слабо раскрыты основные положения вопросов; в ответе нарушается структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий.

1 балл - дан неполный ответ, представляющий собой разрозненные знания по теме вопроса с существенными ошибками в определениях. Присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения. Студент не осознает связь данного понятия, теории, явления с другими объектами дисциплины. Отсутствуют выводы, конкретизация и доказательность изложения. Речь неграмотная. Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа студента не только на поставленный вопрос, но и на другие вопросы дисциплины.

0 баллов - при полном отсутствии ответа, имеющего отношение к вопросу.

Критерии оценки практико-ориентированных задач – задачи направленные на использование приобретенных знаний и умений в практической деятельности

10 баллов. Задача решена в обозначенный преподавателем срок. В решении нет ошибок, получен верный ответ, задача решена рациональным способом. Сделаны правильные выводы.

8 баллов. Задача решена своевременно в целом верно, но допущены незначительные ошибки, не искажающие выводы

5 баллов. Задача решена с задержкой в целом верно, но допущены незначительные ошибки, не искажающие выводы.

0 баллов. Задача не решена.

Если за ответы на контрольной точке обучающийся не получил удовлетворяющее его количество баллов, то он может получить **поощрительные баллы** за подготовку докладов, сопровождаемых презентациями (не более 15 баллов).

Доклад – средство, позволяющее оценить умение обучающегося устно излагать суть поставленной проблемы, сопровождая ее презентацией, самостоятельно проводить анализ этой проблемы с использованием знаний и умений, приобретаемых в рамках изучения предыдущих и данной дисциплины, делать выводы, обобщающие авторскую позицию по поставленной проблеме.

Критерии оценки

15 баллов. Выступление демонстрирует умения умение правильно использовать в устной речи специальные термины и понятия, показатели; синтезировать, анализировать, обобщать представленный материал, устанавливать причинно-следственные связи, формулировать правильные выводы; аргументировать собственную точку зрения, активно использовать самостоятельно подготовленную презентацию.

10 баллов. В выступлении отсутствует обобщение представленного материала, установлены не все причинно-следственные связи.

8 баллов. В выступлении отсутствует обобщение представленного материала, установлены не все причинно-следственные связи, обучающийся не всегда правильно использует в устной речи специальные термины и понятия, показатели, допущены ошибки в самостоятельно подготовленной презентации.

2 балла. Выступление демонстрирует умение правильно использовать специальные термины и понятия, показатели изучаемой дисциплины, но не содержит элементов самостоятельной проработки используемого материала.

Студенты заочной формы обучения сдают контрольную работу, выполненную в виде тестовых заданий (20 заданий, по вариантам)

Критерии оценки

20 баллов. При ответах допущено не более 1 ошибки.

15 баллов. При ответах на тесты допущено не более 2 ошибок.

10 баллов. При ответах на тесты допущено не более 5 ошибок

0 баллов. Допущено более 5 ошибок.

При проведении итоговой аттестации «зачет» («*дифференцированный зачет*», «*экзамен*») преподавателю с согласия студента разрешается выставлять оценки («отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «зачет») по результатам набранных баллов в ходе текущего контроля успеваемости в семестре по выше приведенной шкале.

В случае отказа – студент сдает зачет (*дифференцированный зачет, экзамен*) по приведенным выше вопросам и заданиям. Итоговая успеваемость (*зачет, дифференцированный зачет, экзамен*) не может оцениваться ниже суммы баллов, которую студент набрал по итогам текущей и промежуточной успеваемости.

При сдаче (*зачета, дифференцированного зачета, экзамена*) к заработанным в течение семестра студентом баллам прибавляются баллы, полученные на (*зачете, дифференцированном зачете, экзамене*) и сумма баллов переводится в оценку.

Критерии и шкалы оценивания ответа на экзамене

Сдача экзамена может добавить к текущей балльно-рейтинговой оценке студентов не более 16 баллов:

Содержание билета	Количество баллов
Теоретический вопрос №1 (<i>оценка знаний</i>)	до 5
Теоретический вопрос №2 (<i>оценка знаний</i>)	до 5
Задача (<i>оценка умений и навыков</i>)	до 6
Итого	16

Критерии оценки ответа на экзамене

Теоретические вопросы (вопрос 1, вопрос 2)

5 баллов выставляется студенту, полностью освоившему материал дисциплины или курса в соответствии с учебной программой, включая вопросы рассматриваемые в рекомендованной программой дополнительной справочно-нормативной и научно-технической литературы, свободно владеющему основными понятиями дисциплины. Требуется полное понимание и четкость изложения ответов по экзаменационному заданию (билету) и дополнительным вопросам, заданных экзаменатором. Дополнительные вопросы, как правило, должны относиться к материалу дисциплины или курса, не отраженному в основном экзаменационном задании (билете) и выявляют полноту знаний студента по дисциплине.

4 балла заслуживает студент, ответивший полностью и без ошибок на вопросы экзаменационного задания и показавший знания основных понятий дисциплины в соответствии с обязательной программой курса и рекомендованной основной литературой.

3 балла дан недостаточно полный и недостаточно развернутый ответ. Логика и последовательность изложения имеют нарушения. Допущены ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов. Студент не способен самостоятельно выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи. Студент может конкретизировать обобщенные знания, доказав на примерах их основные положения только с помощью преподавателя. Речевое оформление требует поправок, коррекции.

2 балла дан неполный ответ, представляющий собой разрозненные знания по теме вопроса с существенными ошибками в определениях. Присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения. Студент не осознает связь данного понятия, теории, явления с другими объектами

дисциплины. Отсутствуют выводы, конкретизация и доказательность изложения. Речь неграмотная. Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа студента не только на поставленный вопрос, но и на другие вопросы дисциплины.

1 балл дан неполный ответ, представляющий собой разрозненные знания по теме вопроса с существенными ошибками в определениях. Присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения. Студент не осознает связь данного понятия, теории, явления с другими объектами дисциплины. Отсутствуют выводы, конкретизация и доказательность изложения. Речь неграмотная. Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа студента не только на поставленный вопрос, но и на другие вопросы дисциплины.

0 баллов - при полном отсутствии ответа, имеющего отношение к вопросу.

Оценивание задачи

6 баллов Задачи решены в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности.

4 балла Задачи решены с небольшими недочетами.

2 баллов Задачи решены не полностью, но объем выполненной части таков, что позволяет получить правильные результаты и выводы.

1 баллов Задачи решены частично, с большим количеством вычислительных ошибок, объем выполненной части работы не позволяет сделать правильных выводов.

0 баллов Задачи не решены или работа выполнена не полностью, и объем выполненной части работы не позволяет сделать правильных выводов.

Перевод рейтинговых баллов в пятибалльную систему оценки знаний обучающихся для экзамена:

- «Отлично» – от 85 до 100 баллов – теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.

- «Хорошо» – от 70 до 85 баллов – теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

- «Удовлетворительно» – от 56 до 70 баллов – теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.

7.3. Примерные оценочные материалы для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем»

Типовые вопросы для сдачи контрольной точки по темам 1-6

- 1 Назначение трансформатора тока и какими параметрами он характеризуется? Что означает буква «Р», присутствующая в обозначении ТА?
- 2 Зачем и как можно проверить маркировку зажимов трансформатора тока?
- 3 Приведите схему замещения трансформатора тока, какой параметр этой схемы и как влияет на его погрешность?
- 4 Объясните влияние короткозамкнутого витка во вторичной обмотке трансформатора тока и в чем это проявляется?
- 5 Что понимается под 10%-ой погрешностью трансформатора тока? Поясните назначение кривых 10%-ой погрешности.
- 6 Каково назначение нейтрального провода в схеме полной звезды?
- 7 Что понимается под коэффициентом схемы и зависит ли он от вида короткого замыкания?

- 8 Что такое коэффициент схемы и почему его нужно учитывать при определении тока срабатывания реле?
- 9 Какие схемы соединения трансформаторов тока находят применение в сетях с изолированной нейтралью. Чему равны их коэффициенты схемы при различных КЗ?
- 10 Какие схемы соединения обмоток трансформаторов тока используются в защитах от многофазных КЗ?
- 11 Какие схемы соединения ТА используются для защиты трехфазных силовых трансформаторов и почему?
- 12 Какая схема соединения ТА преимущественно используется для защиты асинхронных двигателе и чему равен коэффициент $k_{сх}$ этой схемы для разных видов КЗ?
- 13 Какие схемы и почему для целей защиты нельзя использовать?
- 14 Назначение токовой защиты, ее типовая структура и как она функционирует.
- 15 Что понимается под постоянным оперативным током и варианты его получения?
- 16 Что понимается под основной и резервной зонам работы токовой защиты?
- 17 Какими параметрами оценивается эффективность использования токовой защиты и их минимально допустимые значения?
- 18 Какие технические решения используются во вторичных токовых измерительных органов?
- 19 Как выбираются уставки ступеней токовой защиты?
- 20 Чем отличается первичный и вторичный токи срабатывания токовых защит?
- 21 Что понимается под зоной действия токовой отсечки и от чего она зависит?
- 22 Какой параметр ИОТ сказывается на выбора уставки токовых защит?
- 23 Как оценивается чувствительность ступеней токовых защит?
- 24 Какие соединения трансформаторов тока используются в токовых защитах линий 6–35 кВ и на линиях в сетях с заземленной нейтралью?
- 25 Какие технические средства используются для реализации выдержки времени в защитах на постоянном оперативном токе?
- 26 Каким образом создается выдержка времени в реле времени при его электромеханической и электронной реализации?
- 27 Что понимается по ступенью выдержки времени и какие типовые значения они могут принимать?
- 28 Как по времени согласуются между собой защиты с независимой и зависимой выдержками времени?
- 29 Какие электромагнитные реле относятся к категории вспомогательных реле? Каково их назначение?
- 30 Каковы конструктивные особенности отличительные особенности промежуточных реле постоянного и переменного тока?
- 31 Обоснуйте необходимость работы вспомогательных реле при сниженном напряжении оперативного тока. При каком уровне снижения напряжения должны быть обеспечена четкая работа вспомогательных реле?
- 32 Если требуется установить время действия 1 с при минимально возможном разбросе, какое реле целесообразно использовать: со шкалой 0,–1,3 с или со шкалой 0,5–9 с?
- 33 Приведите схему испытания токового реле и как выполняется проверка работы реле и оценка точности его работы на выставленной уставке?
- 34 Приведите схему испытания реле времени и как выполняется проверка его работы и оценка точности его работы на выставленной уставке?
- 35 Виды однофазных замыканий на землю в энергосистемах.
- 36 Работа сети с заземленной нейтралью
- 37 Работа сети с изолированной и компенсированной нейтралью.
- 38 Какими мероприятиями обеспечивается направленность токовой защиты нулевой последовательности
- 39 Как выбираются уставки защиты от однофазных коротких замыканий.

- 40 Понятие переходного сопротивления при коротких замыканиях и его влияние на работу токовой защиты нулевой последовательности.
- 41 Понятие угол максимальной чувствительности для реле направления мощности.
- 42 Процессы в электроэнергетических сетях, осложняющие работу токовых защит от однофазных коротких замыканий на землю.
- 43 Защиты в сетях с изолированной нейтралью от однофазных замыканий на землю.
- 44 Защит от однофазных замыканий на землю по току нулевой последовательности.
- 45 Защит от однофазных замыканий на землю по напряжению нулевой последовательности.
- 46 Защит от однофазных замыканий на землю по высшим гармоникам напряжения нулевой последовательности.
- 47 Резистивное заземление нейтрали.
- 48 Способы поиска однофазных замыканий на землю на воздушных линиях 6-20 кВ.

Типовые практико-ориентированные задачи для сдачи контрольной точки по темам 1-6

Задача 1

Линейное напряжение в сети равно 110 кВ, удельные сопротивления фазы линии XL, мощность короткого замыкания Skз, длина линии L. Двухфазное металлическое короткое замыкание происходит на конце линии, рассчитать величины токов короткого замыкания, при этом принять сопротивление прямой и обратной последовательности линии, прямой и обратной последовательности системы одинаковыми. Построить качественные векторные диаграммы токов и напряжений в начале линии.

$XL=0,4$ Ом/км, $S_{кз} = 200$ МВА, $L=35$ км.

Задача 2

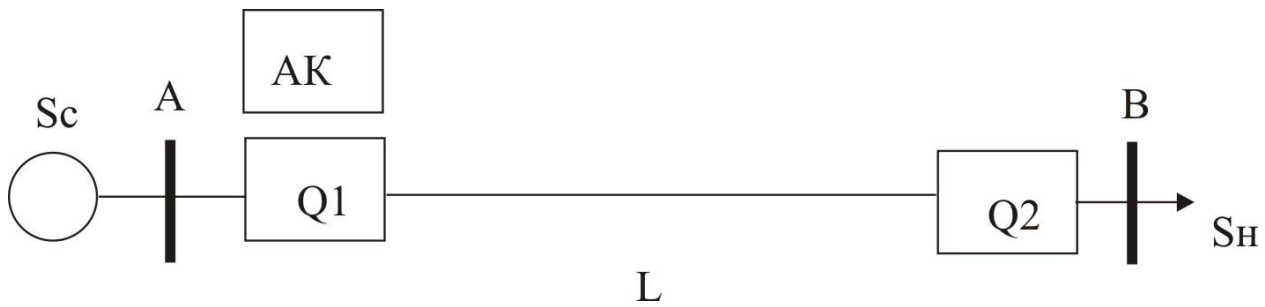
Линейное напряжение в сети равно 110 кВ, удельные сопротивления фазы линии XL, мощность короткого замыкания Skз, длина линии L. Однофазное металлическое короткое замыкание происходит на конце линии, рассчитать величины токов короткого замыкания, при этом принять сопротивление прямой и обратной последовательности линии одинаковыми, сопротивление нулевой последовательности 3XL, прямой, обратной и нулевой последовательности системы одинаковыми. Построить качественные векторные диаграммы токов и напряжений в начале линии.

$XL=0,4$ Ом/км, $S_{кз} = 200$ МВА, $L=35$ км.

Задача 3

Для кабельной линии электропередач, изображенной на рисунке, выбрать уставки ТО и МТЗ для комплекте защиты АК, длина линии L, сечение линии S, индуктивное сопротивление $XL=0,08$ Ом/км, коэффициент самозапуска нагрузки $K_{сз}=2,5$, $K_n = 1,2$, $K_v=0,95$, $K_{отс}=1,1$ рж=0,027 мкОм·м, $t_{кр}=0,004$.

$L=6$ км, $S=75$ мм², $S_{кзмин}=80$ МВА $S_{кзмакс}=120$ МВА $U_{ном}=10$ кВ, $S_H = 1.5$ МВА.



Задача 4

Выбрать уставки дифференциальной защиты с торможением на реле типа ДЗТ-11 для силового понижающего трансформатора номинальной мощностью S_H , с первичным напряжением $U_{вн}$, вторичным напряжением $U_{нн}$, диапазон регулирования РПН Δu , ток короткого замыкания за трансформатором, приведенный к стороне ВН в максимальном режиме $I(3)_{кзmax}$, минимальном режиме $I(2)_{кзmin}$, обмотки трансформатора соединены по схеме звезда-треугольник (11); $K_{зап}=1,5$, $K_{ап} = 1$, $K_{отс} = 1,5$, $\epsilon=0,1$, $tg\alpha=0,7$, $K_{одн} = 1$,

$S_H=63$ МВА, $U_{вн} = 115$ кВ, $U_{нн} = 11$ кВ, $\Delta u = 12$ %, $I(3)_{кзmax} = 2500$, $I(2)_{кзmin} = 2000$ А.

Задача 5

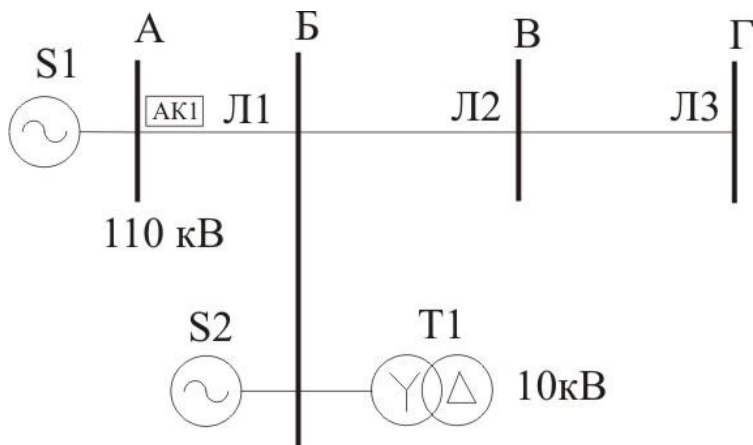
Рассчитать уставки максимальной токовой защиты трансформатора с параметрами S_H , $U_{вн}$, $U_{нн}$, $P_{хх}$, $P_{кз}$, U_k , $I_{хх}$, сопротивление питающей системы X_s , коэффициент самозапуска нагрузки $K_{сз}$, коэффициент надежности $R_{нд}=1,2$, $K_{в}=0,95$, максимальное время выдержки фидера t_f

$S_H = 63$ МВА, $U_{вн} = 115$ кВ, $U_{нн} = 11$ кВ, $P_{хх} = 70$ кВт, $P_{кз} = 250$ кВт,
 $U_k = 10,5$ %, $I_{хх} = 0,6$ %, $X_s = 10$ Ом, $K_{сз} = 1,5$ $t_f = 0,9$ с.

Задача 6

Рассчитать уставки дистанционной защиты для 1, 2 и 3 ступени комплекта АК1 при следующих параметрах линий и системы: сопротивление системы 1 и 2 в максимальном и минимальном режиме, соответственно X_{S1max} и X_{S1min} , X_{S2max} и X_{S2min} , индуктивное сопротивление трансформатора ХТ1, максимальный рабочий ток в линии Л1 I_{1max} , сопротивление первой, второй и третьей линии, соответственно ХЛ1, ХЛ2, ХЛ3. Номинальное напряжение сети в минимальном и максимальном режиме не различаются. Коэффициент самозапуска нагрузки $K_{сз}=1,5$, $K_n = 1,1$, $K_{в}=1,05$, угол максимальной чувствительности реле сопротивления $\varphi_{мч}=65^\circ$, $\varphi_{раб} = 30^\circ$. При расчете активным сопротивлением трансформатора, системы и линий пренебречь, уставки по активному сопротивлению принять как $0,75 X_{уст}$, коэффициент трансформации ТТ n_T .

$n_T=600/5$, $X_{S1max}=6$ Ом, $X_{S1min}=8$ Ом, $X_{S2max} = 20$ Ом, $X_{S2min} = 26$ Ом, $I_{1max} = 400$ А, ХЛ1=25 Ом, ХЛ2 = 10 Ом, ХЛ3 = 12 Ом, ХТ1 = 89 Ом



Задача 7

Линейное напряжение в сети равно 110 кВ, удельные сопротивления фазы линии X_L , мощность короткого замыкания $S_{кз}$, длина линии L . Двухфазное металлическое короткое замыкание происходит на конце линии, рассчитать величины токов короткого замыкания, при этом принять сопротивление прямой и обратной последовательности линии, прямой и обратной последовательности системы одинаковыми. Построить качественные векторные диаграммы токов и напряжений в начале линии.

$X_L=0,35 \text{ Ом/км}$, $S_{кз} = 400 \text{ МВА}$, $L=15 \text{ км}$.

Задача 8

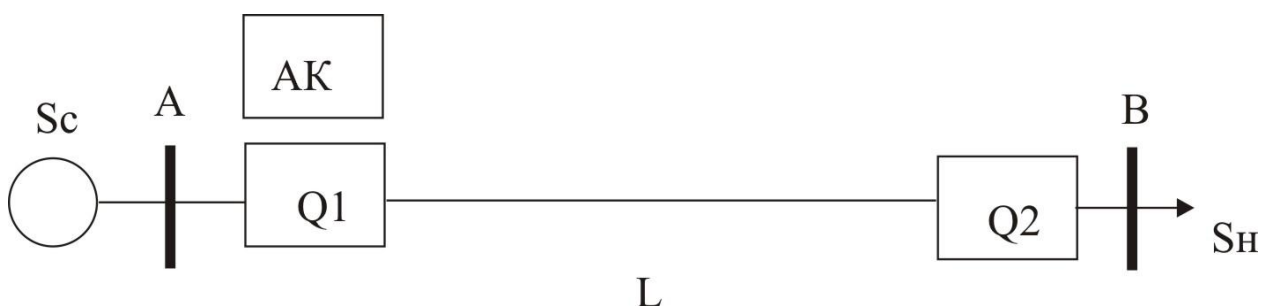
Линейное напряжение в сети равно 110 кВ, удельные сопротивления фазы линии X_L , мощность короткого замыкания $S_{кз}$, длина линии L . Однофазное металлическое короткое замыкание происходит на конце линии, рассчитать величины токов короткого замыкания, при этом принять сопротивление прямой и обратной последовательности линии одинаковыми, сопротивление нулевой последовательности $2,5X_L$, прямой, обратной и нулевой последовательности системы одинаковыми. Построить качественные векторные диаграммы токов и напряжений в начале линии.

$X_L=0,35 \text{ Ом/км}$, $S_{кз} = 300 \text{ МВА}$, $L=55 \text{ км}$.

Задача 9

Для кабельной линии электропередач, изображенной на рисунке, выбрать уставки ТО и МТЗ для комплекта защиты АК, длина линии L , сечение линии S , индуктивное сопротивление $X_L=0,08 \text{ Ом/км}$, коэффициент самозапуска нагрузки $K_{сз}=2,5$, $K_n = 1,2$, $K_v=0,95$, $K_{отс}=1,1$ рж=0,027 мкОм·м, $t_{кр}=0,004$.

$L=10 \text{ км}$, $S=150 \text{ мм}^2$, $S_{кз\text{мин}}=90 \text{ МВА}$ $S_{кз\text{макс}}=120 \text{ МВА}$ $U_{ном}=10 \text{ кВ}$, $S_H = 2.5 \text{ МВА}$.



Задача 10

Выбрать уставки дифференциальной защиты с торможением на реле типа ДЗТ-11 для силового понижающего трансформатора номинальной мощностью S_n , с первичным напряжением $U_{вн}$, вторичным напряжением $U_{нн}$, диапазон регулирования РПН Δu , ток короткого замыкания за трансформатором, приведенный к стороне ВН в максимальном режиме $I(3)_{кзmax}$, минимальном режиме $I(2)_{кзmin}$, обмотки трансформатора соединены по схеме звезда-треугольник (11); $K_{зап}=1,5$, $K_{отс} = 1$, $K_{отс} = 1,5$, $\epsilon=0,1$, $tg\alpha=0.7$, $K_{одн} = 1$,

$S_n=25$ МВА, $U_{вн} = 115$ кВ, $U_{нн} = 11$ кВ, $\Delta u = 15$ %, $I(3)_{кзmax} = 1200$, $I(2)_{кзmin} = 1000$ А.

Типовые вопросы для сдачи контрольной точки по темам 7-12

- 1 Принцип действия и назначение дистанционной защиты.
- 2 Измерительные органы дистанционной защиты
- 3 Реле сопротивления и их характеристики.
- 4 Какими мероприятиями обеспечивается направленность дистанционной защиты
- 5 Как выбираются уставки дистанционной защиты.
- 6 Понятие переходного сопротивления при коротких замыканиях и его влияние на работу дистанционной защиты.
- 7 Понятие угол максимальной чувствительности для дистанционной защиты.
- 8 Процессы в электроэнергетических сетях, осложняющие работу дистанционной защиты.
- 9 Устройство блокировки от качаний.
- 10 Признаки возникновения коротких замыканий на линии электропередач.
- 11 Принципы определения расстояния до места повреждений на линиях электропередач.
- 12 Понятие угол линии и его применение в дистанционной защите.
- 13 Обеспечение селективности ступеней дистанционных защит.
- 14 Понятие первичного и вторичного сопротивлений измерительных органов дистанционных защит.
- 15 Что такое угол максимальной чувствительности?
- 16 С какой целью указывается маркировка однополярных выводов обмоток реле?
- 17 Как следует включить в трехфазную цепь потенциометр и реле, если при отсутствии фазорегулятора необходимо получить угол сдвига между векторами тока I_p и напряжения U_p
- 18 Будет ли срабатывать реле мощности при трехфазном металлическом КЗ в начале защищаемой линии?
- 19 Что такое самоход у реле мощности, его причина и к чему самоход может привести?
- 20 Пояснить работу статического реле направления мощности и в чем его преимущество перед электромеханическим?
- 21 В каких случаях приходится прибегать к НМЗ и какие имеются особенности выполнения этих защит в сетях с глухозаземленной нейтралью?
- 22 Типы защит двигателей.
- 23 Особенности работы и пуска асинхронных электродвигателей.
- 24 Требования к защитам двигателей.
- 25 Принципы построения дифференциальной защиты двигателей.
- 26 Защита от замыканий в обмотках.
- 27 Максимальная токовая защита двигателя.
- 28 Защита от работы в неполнофазном режиме.
- 29 Простейшая защита на разность токов двух фаз.
- 30 Особенности выполнения защиты синхронного двигателя от асинхронного хода.
- 31 Защита двигателя от перегрузок.
- 32 Защита от замыкания на землю.
- 33 Защита от токов обратной последовательности.

- 34 Способы соединений обмоток двигателей
- 35 К каким типам защиты относится дифференциальная защита трансформатора и в чем ее особенности?
- 36 Что понимается под дифференциальной ветвью дифзащиты, как определяется ток при повреждении в зоне действия защиты и вне ее при: а) питании точки КЗ с одной стороны; б) при питании точки КЗ от двух источников напряжения.
- 37 Какие имеются особенности схем соединения вторичных цепей ТА, когда одна из обмоток силового трансформатора соединена в Δ , а другая в звезду и почему так необходимо делать?
- 38 От чего необходимо отстраивать дифзащиту трансформатора?
- 39 Что понимается под быстронасыщаемым трансформатором и какие функции он выполняет?
- 40 Какие реле вы знаете и в чем их особенности?
- 41 Как настроить реле типа РНТ-565 на заданный ток срабатывания и чему равны у этого реле ампервитки срабатывания?
- 42 Назначение уравнительных обмоток в реле типа РНТ-565.
- 43 Можно ли в реле использовать уравнительные обмотки без дифференциальных?
- 44 Что понимается под коэффициентом чувствительности реле типа РНТ-565?

Типовые задачи для сдачи контрольной точки по темам 7-12

Задача 11

Рассчитать уставки максимальной токовой защиты трансформатора с параметрами S_n , $U_{вн}$, $U_{нн}$, $P_{хх}$, $P_{кз}$, U_k , $I_{хх}$, сопротивление питающей системы X_s , коэффициент самозапуска нагрузки $K_{сз}$, коэффициент надежности $R_{нд}=1,2$, $K_v=0,95$, максимальное время выдержки фидера t_f

$S_n = 63$ МВА, $U_{вн} = 115$ кВ, $U_{нн} = 11$ кВ, $P_{хх} = 70$ кВт, $P_{кз} = 250$ кВт,
 $U_k = 10,5$ %, $I_{хх} = 0,6$ %, $X_s = 10$ Ом, $K_{сз} = 1,5$ $t_f = 1$ с.

Задача 12

Рассчитать уставки дистанционной защиты для 1, 2 и 3 ступени комплекта АК1 при следующих параметрах линий и системы: сопротивление системы 1 и 2 в максимальном и минимальном режиме, соответственно X_{S1max} и X_{S1min} , X_{S2max} и X_{S2min} , индуктивное сопротивление трансформатора X_{T1} , максимальный рабочий ток в линии I_{1max} , сопротивление первой, второй и третьей линии, соответственно $X_{Л1}$, $X_{Л2}$, $X_{Л3}$. Номинальное напряжение сети в минимальном и максимальном режиме не различаются. Коэффициент самозапуска нагрузки $K_{сз} = 1,5$, $K_n = 1,1$, $K_v = 1,05$, угол максимальной чувствительности реле сопротивления $\varphi_{мч} = 65^\circ$, $\varphi_{раб} = 30^\circ$. При расчете активным сопротивлением трансформатора, системы и линий пренебречь, уставки по активному сопротивлению принять как $0,75 X_{уст}$, коэффициент трансформации ТТ n_T .

$n_T = 600/5$, $X_{S1max} = 6$ Ом, $X_{S1min} = 8$ Ом, $X_{S2max} = 20$ Ом, $X_{S2min} = 26$ Ом, $I_{1max} = 350$ А, $X_{Л1} = 15$ Ом, $X_{Л2} = 30$ Ом, $X_{Л3} = 25$ Ом, $X_{T1} = 24$ Ом

Задача 13

Линейное напряжение в сети равно 110 кВ, удельные сопротивления фазы линии X_L , мощность короткого замыкания $S_{кз}$, длина линии L . Двухфазное металлическое короткое замыкание происходит на конце линии, рассчитать величины токов короткого замыкания, при этом принять сопротивление прямой и обратной последовательности линии, прямой и обратной последовательности системы одинаковыми. Построить качественные векторные диаграммы токов и напряжений в начале линии.

$X_L=0,4 \text{ Ом/км}$, $S_{кз} = 100 \text{ МВа}$, $L=60 \text{ км}$.

Задача 14

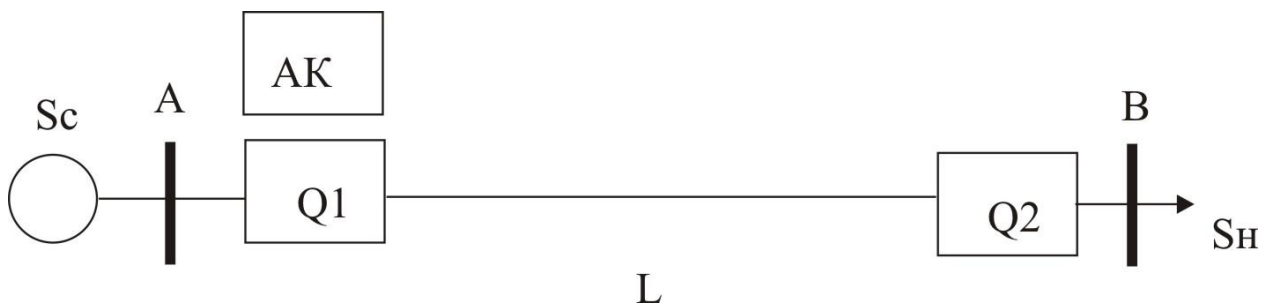
Линейное напряжение в сети равно 110 кВ, удельные сопротивления фазы линии X_L , мощность короткого замыкания $S_{кз}$, длина линии L . Однофазное металлическое короткое замыкание происходит на конце линии, рассчитать величины токов короткого замыкания, при этом принять сопротивление прямой и обратной последовательности линии одинаковыми, сопротивление нулевой последовательности $5X_L$, прямой, обратной и нулевой последовательности системы одинаковыми. Построить качественные векторные диаграммы токов и напряжений в начале линии.

$X_L=0,42 \text{ Ом/км}$, $S_{кз} = 150 \text{ МВа}$, $L=35 \text{ км}$.

Задача 15

Для кабельной линии электропередач, изображенной на рисунке, выбрать уставки ТО и МТЗ для комплекта защиты АК, длина линии L , сечение линии S , индуктивное сопротивление $X_L=0,08 \text{ Ом/км}$, коэффициент самозапуска нагрузки $K_{сз}=2,5$, $K_n = 1,2$, $K_v=0,95$, $K_{отс}=1,1$ $\rho_{ж}=0,027 \text{ мкОм}\cdot\text{м}$, $t_{кр}=0,004$.

$L=8 \text{ км}$, $S=95 \text{ мм}^2$, $S_{кз\text{мин}}=100 \text{ МВА}$ $S_{кз\text{макс}}=200 \text{ МВА}$ $U_{ном}=10 \text{ кВ}$, $S_H = 1,0 \text{ МВа}$.



Задача 16

Выбрать уставки дифференциальной защиты с торможением на реле типа ДЗТ-11 для силового понижающего трансформатора номинальной мощностью S_H , с первичным напряжением $U_{вн}$, вторичным напряжением $U_{нн}$, диапазон регулирования РПН Δu , ток короткого замыкания за трансформатором, приведенный к стороне ВН в максимальном режиме $I(3)_{кз\text{max}}$, минимальном режиме $I(2)_{кз\text{min}}$, обмотки трансформатора соединены по схеме звезда-треугольник (11); $K_{зап}=1,5$, $K_{пер} = 1$, $K_{отс} = 1,5$, $\epsilon=0,1$, $\text{tg}\alpha=0,7$, $K_{одн} = 1$,

$S_H=40 \text{ МВа}$, $U_{вн} = 115 \text{ кВ}$, $U_{нн} = 10,5 \text{ кВ}$, $\Delta u = 18 \%$, $I(3)_{кз\text{max}}= 1800$, $I(2)_{кз\text{min}} = 1400 \text{ А}$.

Задача 17

Рассчитать уставки максимальной токовой защиты трансформатора с параметрами S_H , $U_{вн}$, $U_{нн}$, $P_{хх}$, $P_{кз}$, U_k , $I_{хх}$. сопротивление питающей системы X_s , коэффициент самозапуска нагрузки $K_{сз}$, коэффициент надежности $R_{нд}=1,2$, $K_v=0,95$, максимальное время выдержки фидера t_f

$S_H = 40 \text{ МВа}$, $U_{вн} = 115 \text{ кВ}$, $U_{нн} = 10,5 \text{ кВ}$, $P_{хх} = 50 \text{ кВт}$, $P_{кз} = 160 \text{ кВт}$,
 $U_k = 10,5 \%$, $I_{хх} = 0,6\%$, $X_s = 10 \text{ Ом}$, $K_{сз} = 1,5$ $t_f = 0,5 \text{ с}$.

Задача 18

Рассчитать уставки дистанционной защиты для 1, 2 и 3 ступени комплекта АК1 при следующих параметрах линий и системы: сопротивление системы 1 и 2 в максимальном и минимальном режиме, соответственно X_{S1max} и X_{S1min} , X_{S2max} и X_{S2min} , индуктивное сопротивление трансформатора ХТ1, максимальный рабочий ток в линии Л1 I_{1max} , сопротивление первой, второй и третьей линии, соответственно ХЛ1, ХЛ2, ХЛ3. Номинальное напряжение сети в минимальном и максимальном режиме не различаются. Коэффициент самозапуска нагрузки $K_{сз}=1,5$, $K_n = 1,1$, $K_v=1,05$, угол максимальной чувствительности реле сопротивления $\varphi_{мч}=65^\circ$, $\varphi_{раб} = 30^\circ$. При расчете активным сопротивлением трансформатора, системы и линий пренебречь, уставки по активному сопротивлению принять как $0,75 X_{уст}$, коэффициент трансформации ТТ n_T .

$n_T=600/5$, $X_{S1max}=4 \text{ Ом}$, $X_{S1min}=6 \text{ Ом}$, $X_{S2max} = 18 \text{ Ом}$, $X_{S2min} = 23 \text{ Ом}$, $I_{1max} = 300 \text{ А}$, $X_{Л1}=40 \text{ Ом}$, $X_{Л2} = 20 \text{ Ом}$, $X_{Л3} = 20 \text{ Ом}$, $X_{Т1} = 24 \text{ Ом}$

Задача 19

Линейное напряжение в сети равно 110 кВ, удельные сопротивления фазы линии XL, мощность короткого замыкания $S_{кз}$, длина линии L. Двухфазное металлическое короткое замыкание происходит на конце линии, рассчитать величины токов короткого замыкания, при этом принять сопротивление прямой и обратной последовательности линии, прямой и обратной последовательности системы одинаковыми. Построить качественные векторные диаграммы токов и напряжений в начале линии.

$X_L=0,3 \text{ Ом/км}$, $S_{кз} = 600 \text{ МВА}$, $L=85 \text{ км}$.

Задача 20

Для кабельной линии электропередач, изображенной на рисунке, выбрать уставки ТО и МТЗ для комплекта защиты АК, длина линии L, сечение линии S, индуктивное сопротивление $X_L=0,08 \text{ Ом/км}$, коэффициент самозапуска нагрузки $K_{сз}=2,5$, $K_n = 1,2$, $K_v=0,95$, $K_{отс}=1,1$ $r_{ж}=0,027 \text{ мкОм}\cdot\text{м}$, $t_{кр}=0,004$.

$L=9 \text{ км}$, $S=95 \text{ мм}^2$, $S_{кзмин}=80 \text{ МВА}$ $S_{кзмакс}=120 \text{ МВА}$ $U_{ном}=6 \text{ кВ}$, $S_H = 1 \text{ МВА}$.

Задача 21

Рассчитать уставки максимальной токовой защиты трансформатора с параметрами S_H , $U_{вн}$, $U_{нн}$, $P_{хх}$, $P_{кз}$, U_k , $I_{хх}$. сопротивление питающей системы X_s , коэффициент самозапуска нагрузки $K_{сз}$, коэффициент надежности $R_{нд}=1,2$, $K_v=0,95$, максимальное время выдержки фидера t_f

$S_H = 10 \text{ МВА}$, $U_{вн} = 110 \text{ кВ}$, $U_{нн} = 10,5 \text{ кВ}$, $P_{хх} = 15,5 \text{ кВт}$, $P_{кз} = 60 \text{ кВт}$,
 $U_k = 10,5 \%$, $I_{хх} = 0,7\%$, $X_s=20 \text{ Ом}$, $K_{сз}=1,5$ $t_f=0,3 \text{ с}$.

Вопросы к экзамену

- 1 Повреждения и ненормальные режимы работы электроэнергетических систем
- 2 Функции РЗ и основные требования к РЗ
- 3 Элементы, функциональные части и органы РЗ.
- 4 Первичные измерительные преобразователи тока и схемы их соединения.
- 5 Первичные измерительные преобразователи напряжения
- 6 Устройство и принцип работы токовых измерительных органов.
- 7 Устройство и принципы работы реле напряжения
- 8 Принцип действия и устройство индукционных реле тока

- 9 Реле направления мощности и способы их включения.
- 10 Логическая и исполнительная часть устройств релейной защиты
- 11 Промежуточные реле, типы и назначение
- 12 Схемы управления выключателями и контроль их исправности.
- 13 Особенности работы трансформаторов тока в цепях релейной защиты, кривые предельных кратностей.
- 14 Принципы построения защиты на переменном оперативном токе
- 15 Защита с дешунтированием, схема защиты, особенности, область применения.
- 16 Виды оперативного тока на подстанциях и способы его получения.
- 17 Типовой состав и схема токовой защиты в сетях с изолированной нейтралью.
- 18 Обеспечение селективности токовых защит. Карта селективности, зона действия защиты.
- 19 Токовые защиты в сетях с глухозаземленной нейтралью
- 20 Принцип действия и основные органы токовой направленной защиты
- 21 Защита от замыканий на землю, реагирующая на токи и напряжения нулевой последовательности.
- 22 Блокировка от качаний и принцип ее действия.
- 23 Устройство обнаружения неисправностей цепей напряжения.
- 24 Защита от замыкания на землю в сетях с изолированной нейтралью
- 25 Назначение, принцип действия и основные органы дистанционной защиты
- 26 Характеристики реле сопротивления
- 27 Назначение и виды дифференциальных защит.
- 28 Виды повреждений и ненормальные режимы работы трансформаторов
- 29 Защиты силового трансформатора
- 30 Продольная дифференциальная защита
- 31 Дифференциальная защита с торможением.
- 32 Максимальная токовая защита трансформатора.
- 33 Схема коммутации и защит на подстанции без выключателей на стороне высшего напряжения.
- 34 Типы защит синхронных генераторов и принципы их функционирования.
- 35 Защита систем сборных шин, дифференциальная и логическая защита, принципы выполнения.
- 36 Защита батарей статических конденсаторов.
- 37 Газовая защита трансформатора
- 38 Резервные защиты трансформаторов и автотрансформаторов
- 39 Защита синхронных и асинхронных двигателей.
- 40 Автоматическое повторное включение
- 41 Автоматический ввод резерва
- 42 Автоматическая частотная разгрузка
- 43 Принципы построения устройств микропроцессорной релейной защиты и автоматики
- 44 Функционально-логическая схема устройства микропроцессорной релейной защиты и автоматики
- 45 Основные коды функций устройств релейной защиты согласно стандарту ANSI C37.2.
- 46 Принципы построения цифровой подстанции, основные положения стандарта МЭК61850

Тестовые задания для контрольной работы

Выберите правильный ответ:

1. Какие устройства применяются в релейной защите в качестве первичных преобразователей тока для подключения токовых органов релейной защиты к силовым цепям

Датчики тока

Трансформаторы тока
Амперметры
Шунты

2. Максимальные токовые реле реагируют (срабатывают) при и имеют коэффициент возврата

Понижении тока ниже уставки, больше единицы
Превышении тока выше уставки, меньше единицы.
Понижении тока ниже уставки, меньше единицы
Превышении тока выше уставки, больше единицы.

3. Минимальные реле напряжения реагируют (срабатывают) при и имеют коэффициент возврата

Понижении напряжения ниже уставки, больше единицы
Превышении напряжения выше уставки, меньше единицы.
Понижении напряжения ниже уставки, меньше единицы
Превышении напряжения выше уставки, больше единицы.

4. Направленные токовые защиты реагируют на:

Величину тока и направление мощности
Величину напряжения и направление тока
Сопротивление
Величину мощности

5. Защита от однофазных коротких замыканий на землю в сети с заземлённой нейтралью является и реагирует на ток....

Ненаправленной, фазный ток
Направленной, линейный ток
Направленной, ток нулевой последовательности
Направленной, ток обратной последовательности.

6. Какие защиты называются защитами с абсолютной селективностью?

Защиты, которые срабатывают при КЗ на любом элементе сети
Защиты, которые по принципу своего действия срабатывают только при КЗ на защищаемом элементе;
Защиты, которые срабатывают при КЗ последующем элементе сети
Защиты, которые не срабатывают при КЗ на любом элементе сети

7. Чувствительность защиты $k_{\text{ч}}$ является ее одним из важнейших параметров, значение коэффициента чувствительности регламентируется ПУЭ. Например, для максимальной токовой защиты будет верно только одно из следующих утверждений, а именно, коэффициент чувствительности в основной зоне ответственности защиты регламентируется значением $k_{\text{ч}} > 1,5$ и определяется:

$$K_{\text{ч}} = \frac{I_{\text{КЗМІН}}}{I_{\text{СРЗАЩ}}}$$

$$K_q = \frac{I_{CP3AII}}{I_{K3MAX}}$$

$$K_q = \frac{I_{CP3AII}}{I_{K3MIN}}$$

$$K_q = \frac{I_{K3MAX}}{I_{CP3AII}}$$

8. В группу защит с относительной селективностью входят: 1) токовая, 2) токовая направленная и 3) дистанционные защиты. Сюда можно отнести и защиты напряжения. Укажите, у каких из перечисленных защит их функционирование не зависит от режима работы питающего место КЗ источника питания?

- 1 и 2
- 2
- 3
- 2 и 3

9. Перечислите защиты с относительной селективностью.

Дифференциальная, дифференциально фазная, МТЗ
Дистанционная, МТЗ, токовая направленная, ТО;
Дифференциальная, ТО
Дифференциально-фазная, ТО

10. Перечислите защиты с абсолютной селективностью.

Токовая защита с пуском по напряжению, поперечная дифференциальная защита
Дистанционная, дифференциальная
МТЗ, ТО, Направленная токовая защита
Дифференциальная, дифференциально-фазная;

11. В общем случае токовые защиты со ступенчатой выдержкой времени срабатывания выполняются трехступенчатыми. На какую из трех ступеней (токовая отсечка без выдержки времени, токовая отсечка с выдержкой времени, максимальная токовая защита) возлагается функция дальнего резервирования:

Токовую отсечку без выдержки времени
Токовую отсечку с выдержкой времени
на максимальную токовую защиту
защиту от перегрузок

12. Какие применяются основные защиты на трансформаторах мощностью 6,3 МВа и выше

Токовые
ТО и МТЗ
Токовые направленные защиты нулевой последовательности
Дифференциальная и газовая

13. Какие защиты применяются как резервные на трансформаторах более 6,3 МВа (выберите несколько вариантов ответов)

ТО и МТЗ

Дистанционные

Токовые направленные защиты нулевой последовательности

Дифференциальная и газовая

14. Для компенсации фазового сдвига между токами первичной и вторичной обмоток силового трансформатора применяется следующая схема включения вторичных обмоток трансформаторов тока со стороны ВН и НН.

Сторона ВН треугольник, НН – звезда

Сторона ВН звезда, НН – звезда

Сторона ВН треугольник, НН – треугольник

Сторона ВН звезда, НН – треугольник

15. От каких составляющих отстраивается продольная дифференциальная защита трансформатора

Токи внешнего КЗ

Токи сквозной проводимости

Работы устройства РПН

Броска намагничивающего тока, погрешности трансформаторов тока, работы РПН

16. Что означает дифференциальная защита с торможением

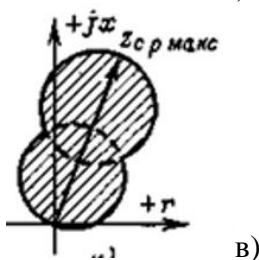
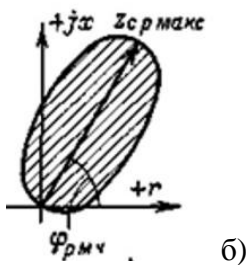
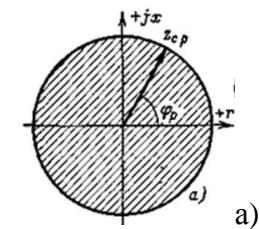
Обмотка дифференциального реле взаимодействует с якорем

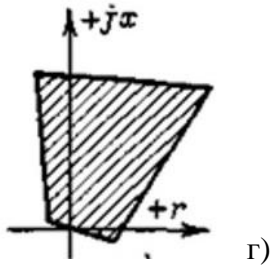
Дифференциальный ток срабатывания защиты увеличивается пропорционально току через трансформатор

Используется торможение рабочего органа

Увеличивается время срабатывания защиты

17. Какие из приведенных ниже характеристик реле сопротивления являются ненаправленными





18. Реле сопротивления, применяемые в дистанционной защите, измеряют, как правило, полное сопротивление и являются

- Реле минимального сопротивления
- Реле максимального сопротивления
- Реле максимального тока
- Реле минимального напряжения

19. Блокировка от качаний предназначена для и воздействует на

- Уменьшения влияния тока нагрузки, реле сопротивления
- Стабилизации величины тока короткого замыкания, выключатель
- Исключения действия дистанционной защиты при возникновении синхронных качаний, выключатель
- Исключения действия дистанционной защиты при возникновении синхронных качаний, реле сопротивления

20. Поперечная дифференциальная защита на линиях электропередач обладает недостатком

- Слишком сложная
- Необходимость каналов связи
- Недостаточная чувствительность
- Наличие мертвой зоны вблизи места установки защиты

21. Одним из условий построения направленной токовой защиты нулевой последовательности является знание взаимного положения вектора тока \underline{I}_0 нулевой последовательности и вектора напряжения \underline{U}_0 нулевой последовательности. Какая из приведенных схем позволяет однозначно получить информацию о векторе \underline{U}_0 ?

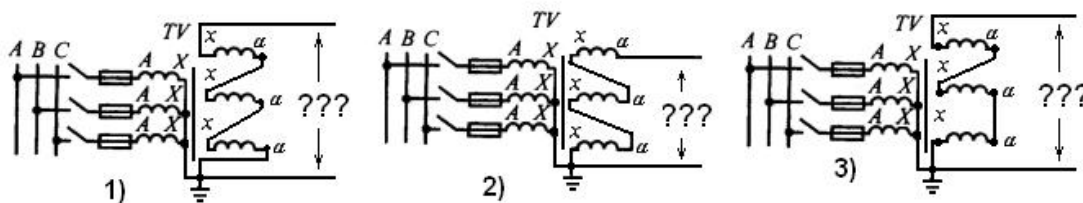
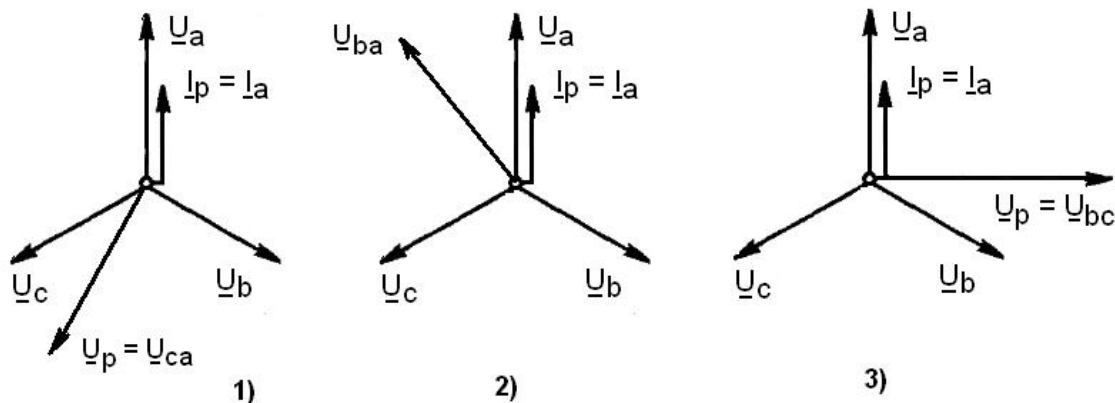


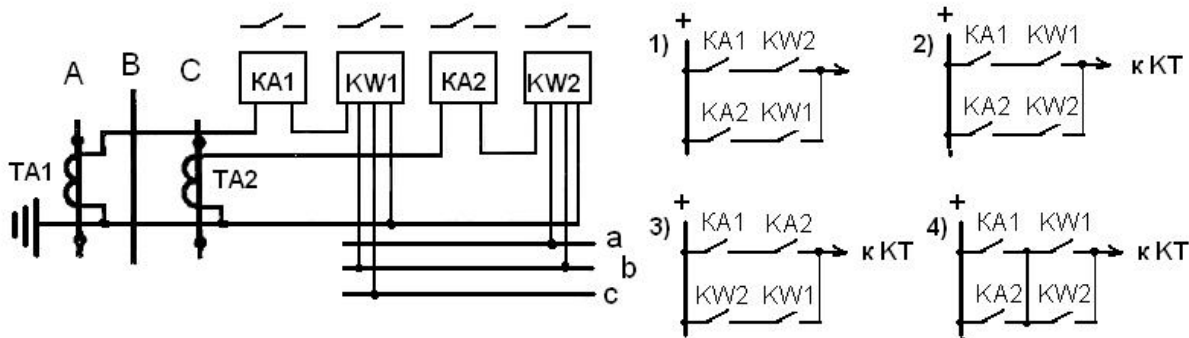
Схема 2

22. Какая из приведенных векторных диаграмм соответствует включению реле направления мощности по 90-градусной схеме.



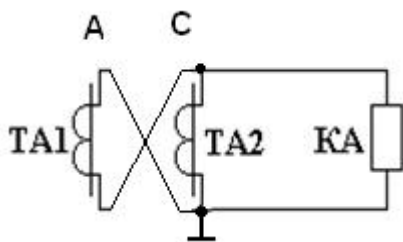
3

23. На рисунке приведены возможные варианты соединения контактов токовых и реле направления мощности двухфазной двухсистемной максимальной токовой направленной защиты. Какая из приведенных схем соединения контактов правильная?



1

24. В каком состоянии будет находиться контакт реле КА при симметричном трехфазном токе в 400 А и установленном токе срабатывания реле в 3 А? Коэффициент трансформации ТА равен 500/5.



- Сработал
- Несработал
- реле на грани срабатывания
- Реле не работает никогда при симметричном токе

25. Наиболее распространенной схемой получения подводимых к измерительным цепям напряжения устройств РЗА напряжении, связанных с первичными напряжениями, является схема соединения вторичных обмоток в открытый треугольник. На приведенном рисунке укажите схемы с

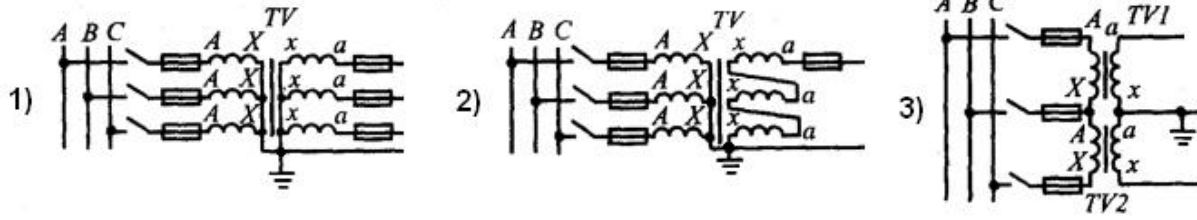
соединением

TV

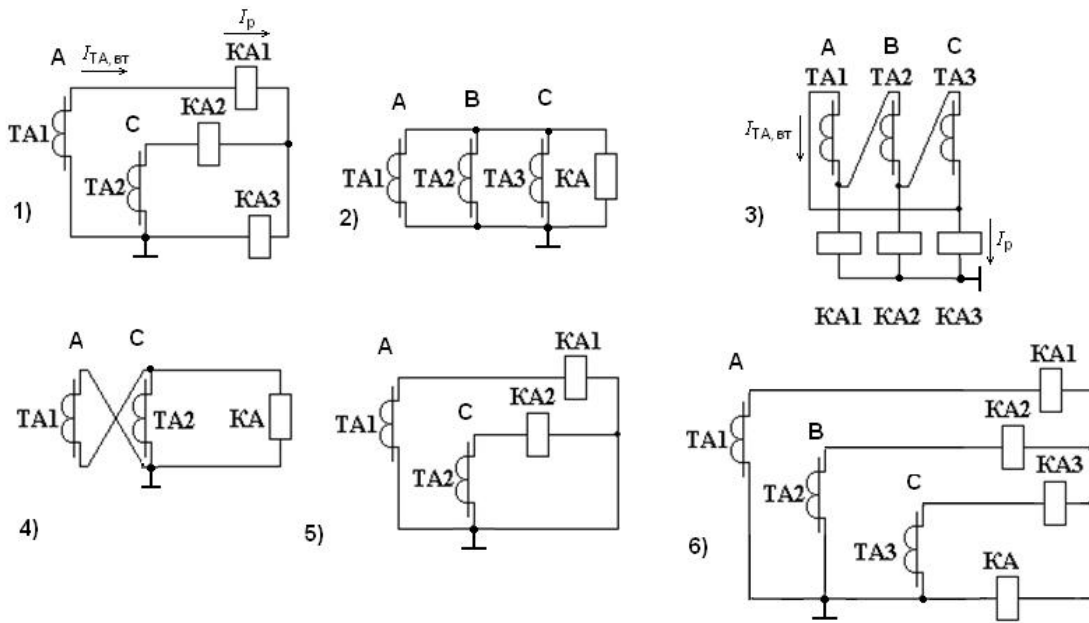
по схеме

открытого

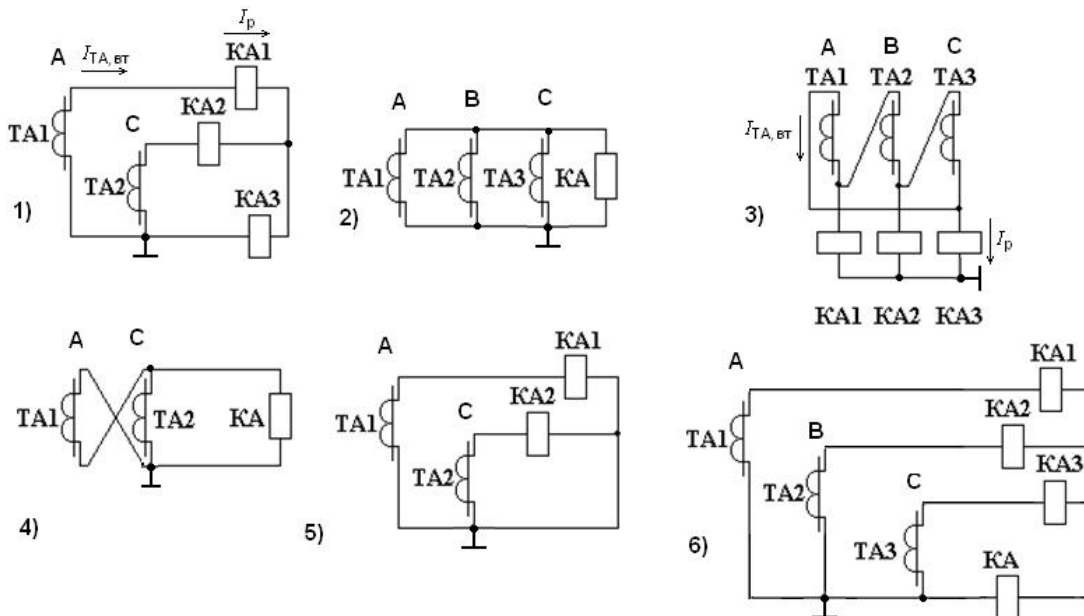
треугольника.



26. Оценку схемы соединения вторичных обмоток ТА и обмоток измерительных органов защиты принято оценивать таким параметром, как коэффициент схемы $k_{сх}$. В общем случае под коэффициентом схемы $k_{сх}$ понимают отношение тока I_p , протекающего через токовую обмотку реле к току $I_{ТАВТ}$, протекающему через вторичную обмотку трансформатора тока ТА, т.е. $k_{сх} = I_p / I_{ТАВТ}$. Этот коэффициент определяется для симметричного трехфазного режима и его значение используют при определении уставки срабатывания РЗ. Укажите схемы соединения ТА и токовых обмоток реле КА, у которых $k_{сх} = \sqrt{3}$.



27. Среди приведенных схем выделите схемы, в которых присутствует токовое реле, включенное на ток нулевой последовательности.



8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

а) основная литература:

1. Андреев Михаил Владимирович Релейная защита электроэнергетических систем : Учебное пособие; ВО - Бакалавриат. - Томск: Национальный исследовательский Томский политехнический университет, 2018. - 167 с. - URL: <http://new.znaniium.com/go.php?id=1043860>."
2. Хорольский Владимир Яковлевич Эксплуатация систем электроснабжения : Учебное пособие; ВО - Бакалавриат/Ставропольский государственный аграрный университет. - Москва:ООО Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2019. - 288 с. - URL: <http://new.znaniium.com/go.php?id=983549>."
3. Шарипов, И. К. Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем : учеб. пособие направление 13.03.02 ""Электроэнергетика и электротехника""/И. К. Шарипов, И. Н. Воротников, В. Н. Шемякин ; СтГАУ. - Ставрополь, 2017. - 5,23 МБ

дополнительная литература:

1. Басс, Э. И. Релейная защита электроэнергетических систем : учеб. пособие для студентов вузов по направлению Электроэнергетика, по дисц. Релейная защита электроэнергет. систем/под ред. А. Ф. Дьякова. - М.:Изд. дом МЭИ, 2006. - 299 с."
2. Ганелин, А. М. Справочник сельского электрика (в вопросах и ответах). - М.:Агропромиздат, 1988. - 304 с.
3. Дайнеко Владимир Александрович Эксплуатация электрооборудования и устройств автоматики : Учебное пособие; ВО - Бакалавриат. - Москва:ООО ""Научно-издательский центр ИНФРА-М"" , 2015. - 333 с. - URL: <http://new.znaniium.com/go.php?id=483146>."
4. Михальчук, А. Н. Спутник сельского электрика : справ.. - М.:Росагропромиздат, 1989. - 254 с."Фролов Ю. М.
5. Основы электроснабжения : учеб. пособие ; ВО - Бакалавриат/Фролов Ю. М., Шемякин В. П. - Санкт-Петербург:Лань, 2012. - 480 с. - URL: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=4545. - Издательство Лань."
6. Шаров, Ю. В. Электроэнергетика : учеб. пособие для студентов вузов по направлению 140200 Электроэнергетики""/Ю. В. Шаров, В. Я. Хорольский, М. А. Таранов, В. Н. Шемякин. - Ставрополь:АГРУС, 2011. - 456 с."
7. Янукович Генрих Иосифович Электроснабжение сельского хозяйства : Практикум; ВО - Бакалавриат. - Москва:ООО ""Научно-издательский центр ИНФРА-М"" , 2015. - 516 с. - URL: <http://new.znaniium.com/go.php?id=483152>."
8. "Ястребов, С. С. Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем : учеб. пособие (лаборатор. практикум) направление 13.03.02 ""Электроэнергетика и электротехника"" профиль «Электроснабжение» (квалификация – бакалавр)/С. С. Ястребов, А. В. Ефанов ; СтГАУ. - Ставрополь, 2017. - 5,46 МБ"

Список литературы верен.

Директор Н.Б. _____ Обновленская М.В.

б) Методические материалы, разработанные преподавателями кафедры по дисциплине, в соответствии с профилем ОП.

Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем» Ястребов С.С. СтГАУ, Ставрополь, 2020, 222 с.

Методические указания к самостоятельной работы по дисциплине «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем» Ястребов С.С. СтГАУ, Ставрополь, 2020, 25 с.

Методические указания по изучению дисциплины «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем» Ястребов С.С. СтГАУ, Ставрополь, 2020, 15 с.

9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее - сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины

<https://narfu.ru/university/library/books/2264.pdf> Релейная защита и автоматика

https://portal.tpu.ru/SHARED/i/IOM/liter/Tab/M_Melnikov_Rel_zash_2008.pdf Релейная защита и автоматика элементов систем электроснабжения

<https://www.elec.ru/library/nauchnaya-i-tehnicheskaya-literatura/rz-i-avtomatika-el-sistem/>

Киреева Э.А. Цырук С.А. Релейная защита и автоматика электроэнергетических систем

10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

При изучении дисциплины « Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем» необходимо обратить внимание на последовательность изучения тем.

В лекциях излагаются основные теоретические сведения, составляющие научную концепцию курса. Для успешного освоения лекционного материала рекомендуется: - после прослушивания лекции прочитать её в тот же день; - выделить маркерами основные положения лекции; - структурировать лекционный материал с помощью помет на полях в соответствии с примерными вопросами для подготовки. В процессе лекционного занятия студент должен выделять важные моменты, выводы, основные положения, выделять ключевые слова, термины. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удаётся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на занятии. Студенту рекомендуется во время лекции участвовать в обсуждении проблемных вопросов, высказывать и аргументировать своё мнение. Это способствует лучшему усвоению материала лекции и облегчает запоминание отдельных выводов. Прослушанный материал лекции студент должен проработать. От того, насколько эффективно это будет сделано, зависит и прочность усвоения знаний. Рекомендуется перечитать текст лекции, выявить основные моменты в каждом вопросе, затем ознакомиться с изложением соответствующей темы в учебниках, проанализировать дополнительную учебно-методическую и научную литературу по теме, расширив и углубив свои знания. В процессе рекомендуется выписывать из изученной литературы и подбирать свои примеры к изложенным на лекции положениям.

В ходе лекционных занятий обучающимся рекомендуется выполнять следующие действия. Вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации по их применению. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых во внеаудиторное время можно сделать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Рекомендуется следующим образом организовать время, необходимое для изучения дисциплины:

Изучение конспекта лекции в тот же день, после лекции – 10-15 минут.

Изучение конспекта лекции за день перед следующей лекцией – 10-15 минут.

Изучение теоретического материала по учебнику и конспекту – 1 час в неделю.

Для понимания материала и качественного его усвоения рекомендуется такая последовательность действий:

1. После прослушивания лекции и окончания учебных занятий, при подготовке к занятиям следующего дня, нужно сначала просмотреть и обдумать текст лекции, прослушанной сегодня (10-15 минут).

2. При подготовке к лекции следующего дня, нужно просмотреть текст предыдущей лекции, подумать о том, какая может быть тема следующей лекции (10-15 минут).

3. В течение недели выбрать время (1-час) для работы с литературой в библиотеке.

Рекомендуется использовать методические указания по курсу, текст лекций преподавателя.

Теоретический материал курса становится более понятным, когда дополнительно к прослушиванию лекции и изучению конспекта, изучаются и книги. Легче освоить курс придерживаясь одного учебника и конспекта. Рекомендуется, кроме «заучивания» материала, добиться состояния понимания изучаемой темы дисциплины. С этой целью рекомендуется после изучения очередного параграфа выполнить несколько простых упражнений на данную тему. Кроме того, очень полезно мысленно задать себе следующие вопросы (и попробовать ответить на них): о чем этот параграф?, какие новые понятия введены, каков их смысл?, что даст это на практике?.

Методические рекомендации к лабораторным занятиям

При подготовке к лабораторным занятиям рекомендуется следующий порядок действий: 1. Внимательно проанализировать поставленные теоретические вопросы, определить объем теоретического материала, который необходимо усвоить. 2. Изучить лекционные материалы, соотнося их с вопросами, вынесенными на обсуждение. 3. Прочитать рекомендованную обязательную и дополнительную литературу, дополняя лекционный материал (желательно делать письменные заметки). 4. Отметить положения, которые требуют уточнения, зафиксировать возникшие вопросы. Особое внимание следует обратить на примеры, факты, которыми Вы будете оперировать при рассмотрении отдельных теоретических положений. 5. После усвоения теоретического материала необходимо приступить к выполнению практического задания. Практическое задание рекомендуется выполнять письменно.

При подготовке к лабораторным занятиям обучающимся необходимо изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой, новыми публикациями в периодических изданиях: журналах, газетах и т.д. При этом учесть рекомендации преподавателя и требования учебной программы. В ходе подготовки к лабораторным занятиям необходимо освоить основные понятия и методики расчета показателей, ответить на контрольные вопросы. В течении лабораторного занятия студенту необходимо выполнить задания, выданные преподавателем, что зачитывается как текущая работа студента и оценивается по критериям, представленным в рабочей программе.

При подготовке к лабораторным занятиям следующего дня, необходимо сначала прочитать основные понятия и подходы по теме домашнего задания. При выполнении упражнения или задачи нужно сначала понять, что требуется в задаче, какой теоретический материал нужно использовать, наметить план решения задачи.

Подготовка к контрольным мероприятиям

Текущий контроль осуществляется в виде устных, тестовых опросов по теории, коллоквиумов. При подготовке к опросу студенты должны освоить теоретический материал по блокам тем, выносимых на этот опрос. При подготовке к аудиторной контрольной работе студентам необходимо повторить материал лекционных и практических занятий по отмеченным преподавателям темам.

Дополнительно к изучению конспектов лекции необходимо пользоваться учебником. Кроме «заучивания» материала экзамена, очень важно добиться состояния понимания изучаемых тем дисциплины. С этой целью рекомендуется после изучения очередного параграфа выполнить несколько упражнений на данную тему.

При подготовке к экзамену нужно изучить теорию: определения всех понятий и подходы к оцениванию до состояния понимания материала и самостоятельно решить по нескольким типовым задач из каждой темы. При решении задач всегда необходимо уметь качественно интерпретировать итог решения.

Лекции, практические занятия, написание курсовой работы и промежуточная аттестация являются важными этапами подготовки к экзамену, поскольку позволяют студенту оценить уровень собственных знаний и своевременно восполнить имеющиеся пробелы. В этой связи необходимо для подготовки к экзамену первоначально прочитать лекционный материал, выполнить практические задания, самостоятельно решить задачи, написать курсовую работу.

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства и информационных справочных систем (при необходимости).

Microsoft Windows, Office(Сублицензионный договор № 11/044/18 от 23.11.2018 ООО «Технософт», срок действия с 30.11.2018 по 30.11.2020. Лицензия № V5910852.)

Kaspersky Total Security (Сублицензионный договор № 11/044/18 от 23.11.2018 ООО «Технософт», срок действия с 19.11.2018 по 17.12.2019, Лицензия №1B081811190812098801663)

КонсультантПлюс-СК сетевая версия (правовая база) Договор № 370/18 от 09.06.2018 ООО «КонсультантПлюс-СК» срок действия с 01.07.2018 по 30.06.2019 Лицензия № 370/18 от 09.06.2018

АСКОН КОМПАС-3D (Лицензионное соглашение № К-08-1880 ЗАО «АСКОН от 22.11.2007 срок действия с 22.11.2007, бессрочно, Лицензия №К-08-1880»

PTC Mathcad 14.0 Лицензионное соглашение № 400625 от 07.12.2007 Service Contract срок действия с 07.12.2007, бессрочно Лицензия #7A1355536 Axoft

При осуществлении образовательного процесса студентами и преподавателем используются следующие информационно справочные системы: СПС «Консультант плюс», СПС «Гарант».

12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

№ п/п	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	Учебная аудитория для проведения лабораторных занятий (Ауд. № 414, площадь - 58 кв. м.)	Оснащение: Специализированная мебель на 16 посадочных мест. Плазм. панель Panasonic TH-R42PV80, Комплект типового лабораторного оборудования "Электрические аппараты" ЭА2-С-Р, Комплект типового лабораторного оборудования "Релейная защита электроэнергетических систем" РЗА2-С-К, Измеритель параметров реле цифровой Ф291 Прибор ВАФ-85 Реле РТ-85 Аппарат испытания диэлектриков АИД-70М Ячейка высоковольтная с принадлежностями. Мегаомметр Е6-24 Доска аудиторная, Стол 1 тумбовый, Огнетушитель ОП-3, Стул РИСС-1, Вешалка.
2	Учебная аудитория для проведения лекционных занятий (ауд. №100, площадь –108 м ²)	Оснащение: специализированная мебель на 117 посадочных мест, персональный компьютер – 1шт., телевизор телевизор LG 65UH LED -1 шт., Звуковая аппаратура – 1 шт., документ-камера портативная Aver Vision – 1 шт., коммутатор Comrex DS – 1 шт., магнитно-маркерная доска 90x180 – 1шт. Подключение к сети «Интернет», доступ в электронную информационно-образовательную среду университета, выход в корпоративную сеть университета
3	Учебные аудитории для самостоятельной работы студентов:	
	1. Читальный зал научной библиотеки (площадь 177 м ²)	1. Специализированная мебель на 100 посадочных мест, персональные компьютеры – 56 шт., телевизор – 1шт., принтер – 1шт., цветной принтер – 1шт., копировальный аппарат – 1шт., сканер – 1шт., Wi-Fi оборудование, подключение к сети «Интернет», доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.
	Учебная аудитория (ауд. № 203, площадь – 57,9 м ²)	Оснащение: специализированная мебель на 24 посадочных мест.

		<p>Измерит. Комплект К-505. Коврик диэлектрический. Кресло – 1шт. Огнетушитель оу-2(3). Прибор РНО - 16шт. Стол 1 тумбовый. Доска - 1шт. Фазорегулятор - 7шт. Шкаф - сейф 2ШМ. Стенды - 8 шт. Устройство КРЗА-С.</p> <p>Натурные образцы; ячейка КРУ типа К59ХЛ1; наглядный стенд «Выключатели и разъединители»: - выключатель нагрузки ВН-16; - выключатель нагрузки ВМП-10; - разъединитель РВЗ-10; - выключатель нагрузки ВМГ-10; - выключатель вакуумный ВК-10; - разрядник трубчатый велитовый РТВ. изолятор опорный ОФ-20-4250; изолятор штыревой ИШД- 35; привод электромагнитный постоянного тока ПЭ-113; изолятор опорный ОФ-10375-ПУЗ; изолятор опорный ОФ-425-ОУЗ; конденсаторная батарея; разрядник вентильный ОВП-10; трансформатор тока ТПОЛ-10; трансформатор тока измерительный И515М/1 ТПОЛ-10; реле тока: - РТ-40; - РТ-80; - РТМ; - РТ-81/2УХЛ4; - РТЗ-50; РТ-85/2. реле напряжения: РН-50. реле мощности: РБМ-17. реле дифференциальное: РНТ-565. реле повторного включения: РПВ-58; АПВ-2. реле промежуточные: РП-25; РП-252; РП-34 РП-321. - реле времени: РВМ-12; ЭВ-243. реле указательное: РУ-21. реле частоты: РЧ-2. Плакаты: 1. Однолинейная схема КТП 10кВ. 2. Конфигурация сети 35кВ. Конфигурация сети 0,38кВ. Диаграмма отклонения напряжения. Карта селективности. Схема замещения сети. Электрическая схема релейной защиты. коК Комплект учебно-методической документации</p>
4	<p>Учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций (ауд. № 308, площадь – 54,0 м²).</p>	<p>Оснащение: стол-парта 5-ти местная – 6 шт, стол преподавателя – 1 шт, трибуна – 1 шт, проектор Epson LSD – 1шт, доска магнито-маркерная - 1 шт, интерактивная доска SMARTBord – 1 шт, персональный компьютер ARM IRU City – 4 шт, вольтметр универсальный GOODWILL – 8 шт., генератор сигналов специальной формы GOOD WILL – 5 шт., измеритель полного сопротивления линии и тока METREL – 8 шт, измеритель сопротивления изоляции Metrel MA2060 - 4 шт., осциллограф цифровой GOODWILL GRS – 5 шт, лабораторный блок питания MASTECH HY3005 - 6 шт., частотомер электронно-счетный- 5 шт.,</p>
5	<p>Учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации (Ауд. № 414, площадь - 58 кв .м.).</p>	<p>Оснащение: Специализированная мебель на 16 посадочных мест. Плазм. панель Panasonic TH-R42PV80, Комплект типового лабораторного оборудования "Электрические аппараты" ЭА2-С-Р, Комплект типового лабораторного оборудования "Релейная защита электроэнергетических систем " РЗА2-С-К, Измеритель параметров реле цифровой Ф291 Прибор ВАФ-85 Реле РТ-85</p>

		Аппарат испытания диэлектриков АИД-70М Ячейка высоковольтная с принадлежностями. Мегаомметр Е6-24 Доска аудиторная, Стол 1 тумбовый, Огнетушитель ОП-3, Стул РИСС-1, Вешалка.
--	--	--

13. Особенности реализации дисциплины лиц с ограниченными возможностями здоровья

Обучающимся с ограниченными возможностями здоровья предоставляются специальные учебники и учебные пособия, иная учебная литература, специальные технические средства обучения коллективного и индивидуального пользования, предоставление услуг ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь, а также услуги сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

а) для слабовидящих:

- на зачете присутствует ассистент, оказывающий студенту необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей (он помогает занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, в том числе записывая под диктовку);
- задания для выполнения, а также инструкция о порядке проведения зачета оформляются увеличенным шрифтом;
- задания для выполнения на зачете зачитываются ассистентом;
- письменные задания выполняются на бумаге, надиктовываются ассистенту;
- обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс;
- студенту для выполнения задания при необходимости предоставляется увеличивающее устройство;

в) для глухих и слабослышащих:

- на зачете присутствует ассистент, оказывающий студенту необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей (он помогает занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, в том числе записывая под диктовку);
- зачет проводится в письменной форме;
- обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости поступающим предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;
- по желанию студента зачет может проводиться в письменной форме;

д) для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата (тяжелыми нарушениями двигательных функций верхних конечностей или отсутствием верхних конечностей):

- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением или надиктовываются ассистенту;
- по желанию студента зачет проводится в устной форме.

Рабочая программа дисциплины «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем» составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» и учебного плана по профилю «Системы электроснабжения городов, промышленных предприятий, сельского хозяйства, и их объектов»

Автор



Доцент кафедры ЭиЭЭО,
кандидат физико-математических
наук, доцент, Ястребов С. С.

Рецензенты



Доцент кафедры ПЭЭСХ
канд. техн. наук, доцент Антонов С.Н.

Доцент кафедры ПЭЭСХ
канд. техн. наук, доцент Коноплев Е.В.

Рабочая программа дисциплины «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем» рассмотрена на заседании кафедры Электроснабжения и эксплуатации электрооборудования, протокол № 10 от «12» мая 2022 г. и признана соответствующей требованиям ФГОС ВО и учебного плана по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» профилю подготовки «Системы электроснабжения городов, промышленных предприятий, сельского хозяйства, и их объектов»

Зав. кафедрой ЭиЭЭО, к.т.н., доцент



Шарипов И.К.

Рабочая программа дисциплины «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем» рассмотрена на заседании учебно-методической комиссии электроэнергетического факультета, протокол № 5 от «20» мая 2021 г. и признана соответствующей требованиям ФГОС ВО и учебного плана по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» профилю подготовки «Системы электроснабжения городов, промышленных предприятий, сельского хозяйства, и их объектов»

Руководитель ОП



Зав. кафедрой ЭиЭЭО, к.т.н., доцент Шарипов И.К.

Аннотация рабочей программы дисциплины
«Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем»
 по подготовке обучающегося по программе бакалавриата
 по направлению подготовки

13.03.02	Электроэнергетика и электротехника
код	Наименование направления подготовки/специальности
	Системы электроснабжения городов, промышленных предприятий, сельского хозяйства, и их объектов
	Профиль/магистерская программа/специализация
Форма обучения – очная, заочная.	
Общая трудоемкость изучения дисциплины составляет 5 ЗЕТ, 180 час.	
Программой дисциплины предусмотрены следующие виды занятий	<p><u>Очная форма обучения:</u> лекции – 36 ч. в том числе практической подготовки 36 ч., лабораторные занятия – 36ч. в том числе практической подготовки 36 ч., самостоятельная работа – 72 ч. контроль – 36 ч.</p> <p><u>Заочная форма обучения:</u> лекции – 8 ч. в том числе практической подготовки 8 ч., лабораторные занятия – 8 ч. в том числе практической подготовки 38 ч., самостоятельная работа – 155 ч, контроль – 9 ч.</p>
Цель изучения дисциплины	-освоение студентами как теоретических основ релейной защиты и автоматики, так и методов расчета параметров настройки устройств релейной защиты и автоматики элементов систем электроснабжения; получение глубоких знаний по физической сущности основных явлений и процессов в электрооборудовании. Эти знания позволят выпускникам успешно решать задачи в профессиональной деятельности, связанной с проектированием, обслуживанием и эксплуатацией объектов электроэнергетики
Место дисциплины в структуре ОП ВО	Дисциплина Б1.В.06 «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем» является дисциплиной части, формируемой участниками образовательных отношений программы бакалавриата.
Компетенции и индикатор (ы) достижения компетенций, формируемые в результате освоения дисциплины	<p>Профессиональные компетенции(ПК):</p> <p>ПК-3.1 Применяет методы и технические средства испытаний и диагностики электрооборудования объектов ПД</p> <p>ПК-3.2 Демонстрирует знания по организации технического обслуживания и ремонта электрооборудования объектов ПД</p> <p>ПК-3.3 Обладает знаниями по методам безопасного проведения работ при ремонте, испытаниях и диагностике объектов ПД и их элементов</p> <p>ПК 2.1 - Предпроектное обследование объекта капитального строительства, для которого предназначена система электроснабжения</p> <p>ПК-2.2 Разработка проектной и рабочей документации отдельных разделов проекта системы электроснабжения объектов капитального строительстватехническому обслуживанию и ремонту объектов ПД</p> <p>ПК-2.3 Разработка концепции системы электроснабжения объекта ПД</p> <p>ПК-2.4 Разработка проектной и рабочей документации проекта системы электроснабжения объектов ПД</p>
Знания, умения и навыки,	Знать: Принципы построения и функционирования релейной

<p>получаемые в процессе изучения дисциплины</p>	<p>защиты и автоматики электроэнергетических систем Принципы оценки и расчета нормальных и аварийных режимов работы электроэнергетического оборудования принципы расчетов нормальных и аварийных режимов работы электрических сетей нормальные параметры режима работы электрооборудования Типовые проектные решения системы электроснабжения объекта капитального строительства Основной состав проектной и технической документации в области релейной защиты и автоматики энергосистем Основные задачи эксплуатации устройств релейной защиты и автоматики Уметь: Составлять схемы для реализации релейной защиты и автоматики электроэнергетического оборудования Рассчитывать уставки релейной защиты и автоматики на основе данных о нормальных и аварийных режимах работы электроэнергетического оборудования. рассчитывать рабочие и аварийные токи и напряжения электрооборудования регулировать режимы работы электрооборудования Выполнять расчеты для разработки комплекта конструкторской документации для отдельных разделов проекта на различных стадиях проектирования системы электроснабжения объектов капитального строительства составлять техническую и проектную документацию по релейной защите составлять эксплуатационную документацию по релейной защите Владеть: Навыками проверки и определения параметров устройств релейной защиты и автоматики электроэнергетических систем Навыками выбора и построения систем релейной защиты и автоматики объектов электроэнергетических систем. Навыками расчета аварийных режимов электроэнергетических систем сложной конфигурации навыками анализа частного технического задания на предпроектное обследование объекта капитального строительства, для которого предназначена система электроснабжения Выбором оборудования для отдельных разделов проекта на различных стадиях проектирования системы электроснабжения объектов капитального строительства. Навыками выполнения проектов и расчетов в области релейной защиты и автоматики энергосистем Навыками выбора оборудования для системы электроснабжения объектов капитального строительства</p>
<p>Краткая характеристика учебной дисциплины (основные разделы и темы)</p>	<p>Тема 1 Введение. Назначение релейной защиты (РЗ). Тема 2 Пассивные линейные преобразователи синусои-дальних напряжений и токов Тема 3 Электромеханические реле Полупроводниковая и микропроцессорная база Тема 4 Токовые защиты. Тема 5 Токовые направленные защиты. Тема 6 Защиты от замыканий на землю в сетях с изолиро-ванной и компенсированной нейтралью Тема 7 Защита трансформаторов Тема 8 Дистанционная защита Тема 9 Дифференциальная токовая защита линий</p>

	Тема 10 Микропроцессорные комплектные устройства РЗ, управления и автоматики Тема 11 Защита синхронных генераторов Тема 12 Защиты электродвигателей
Форма контроля	<u>Очная форма обучения:</u> семестр 6 – экзамен <u>Заочная форма обучения:</u> курс 3 – экзамен, контрольная работа,
Автор(ы):	Доцент кафедры ЭиЭЭО, кандидат физико-математических наук, доцент, Ястребов С. С. 