



КГУ

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «КГУ»)

АКТУАЛИЗИРОВАНО
решением ученого совета ИЭЭ
протокол №7 от 24.03.2026

УТВЕРЖДАЮ

Директор

Института электроэнергетики и
электроники

Р.В. Ахметова

«30» мая 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.О.20.01 Основы релейной защиты

Направление подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Квалификация

Бакалавр

г. Казань, 2023

Программу разработали:

Наименование кафедры	Должность, уч.степень, уч.звание	ФИО разработчика
РЗА	доцент, к.т.н., доцент	Писковацкий Ю.В.
	доцент, к.ф.-м.н.	Гавриленко А.Н.

Согласование	Наименование подразделения	Дата	№ протокола	Подпись
Одобрена	РЗА	18.05.2023	№23	Зав.каф., к.т.н., доц. Губаев Д. Ф.
Согласована	РЗА	18.05.2023	№23	Зав.каф., к.т.н., доц. Губаев Д. Ф.
Согласована	ТОЭ	18.05.2023	№14	Зав.каф., д.т.н., проф. Садыков М. Ф.
Согласована	ЭПП	17.05.2023	№28	Зав.каф., д.т.н., проф. Ившин И. В.
Согласована	ЭС	19.05.2023	№6/23	Зав.каф., к.т.н., доц. Маргулис С. М.
Согласована	ЭСиС	17.05.2023	№32	Зав.каф., к.т.н., доц. Максимов В. В.
Согласована	ЭТКС	17.05.2023	№29	Зав.каф., к.т.н., доц. Павлов П. П.
Согласована	ЭХП	16.05.2023	№8	И.о. зав.каф., к.т.н., Гибадуллин Р. Р.
Согласована	ЭОП	25.05.2023	№13	Зав.каф., д.т.н., доц. Ахметова И. Г.
Согласована	Учебно-методический совет ИЭЭ	30.05.2023	№8	Директор, к.т.н., доц. Ахметова Р. В.
Одобрена	Ученый совет ИЭЭ	30.05.2023	№9	Директор, к.т.н., доц. Ахметова Р. В.

1. Цель, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Целью освоения дисциплины является формирование знаний о назначении и принципах выполнения релейной защиты элементов электроэнергетической системы.

Задачами изучения дисциплины являются:

- познакомить обучающихся с основными требованиями, предъявляемыми к релейной защите;
- дать информацию о классификации защит;
- познакомить с принципами работы основных видов защит;
- познакомить обучающихся с принципами определения параметров срабатывания устройств релейной защиты конкретного объекта электроэнергетической системы.

Компетенции и индикаторы, формируемые у обучающихся:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора
ОПК-4 Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин	ОПК-4.3 Использует методы анализа, расчета и моделирования линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока

2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина «Основы релейной защиты» относится к обязательной части и входит в специализированный модуль 1.

Предшествующие дисциплины: «Математика», «Физика», «Метрология, стандартизация и сертификация», «Цифровая техника и электроника», «Теоретические основы электротехники».

Последующие дисциплины и модули: «Электрические машины», «Электрические станции и подстанции», специализированный модуль 2, специализированный модуль 3.

3. Структура и содержание дисциплины

3.1. Структура дисциплины

Для очной формы обучения

Вид учебной работы	Всего ЗЕ	Всего часов	Семестр		
			4	5	6
ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ	5	180		180	
КОНТАКТНАЯ РАБОТА	-	69		69	
АУДИТОРНАЯ РАБОТА	1,38	50		50	
Лекции	0,94	34		34	
Лабораторные работы	0,44	16		16	
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ	3,61	130		130	
Проработка учебного материала	2,61	94		94	

Подготовка к промежуточной аттестации	1	36		36	
Промежуточная аттестация:				Э	

Для заочной формы обучения

Вид учебной работы	Всего ЗЕ	Всего часов	Семестр		
			4	5	
ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ	5	180		180	
КОНТАКТНАЯ РАБОТА	-	44		44	
АУДИТОРНАЯ РАБОТА	0,55	20		20	
Лекции	0,33	12		12	
Лабораторные работы	0,22	8		8	
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ	4,45	160		160	
Проработка учебного материала	4,2	151		151	
Подготовка к промежуточной аттестации	0,25	9		9	
Промежуточная аттестация:				Э	

3.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам и видам занятий

Разделы дисциплины	Всего часов	Распределение трудоемкости по видам учебной работы				Формы и вид контроля	Индексы индикаторов формируемых компетенций
		лекции	лаб. раб.	пр. зан.	сам. раб.		
Раздел 1. Общие вопросы релейной защиты	32	8			24	ТК1	ОПК-4.3 З ОПК-4.3 В
Раздел 2. Токовые защиты	30	8	4		18	ТК2	ОПК-4.3 З ОПК-4.3 У
Раздел 3. Защиты от замыканий на землю	8	2			6	ТК2	ОПК-4.3 З ОПК-4.3 У
Раздел 4. Дистанционные защиты	36	8	4		24	ТК3	ОПК-4.3 З ОПК-4.3 У
Раздел 5. Дифференциальные защиты	22	6	4		12	ТК3	ОПК-4.3 З ОПК-4.3 У
Раздел 6. Резервирование действия релейной защиты и выключателей	16	2	4		10	ТК3	ОПК-4.3 З ОПК-4.3 У
Экзамен	36				36	ОМ 1	ОПК-4.3 З ОПК-4.3 У ОПК-4.3 В
ИТОГО	180	34	16		130		

3.3. Содержание дисциплины

Раздел 1. Общие вопросы релейной защиты

Тема 1.1. Основные требования, предъявляемые к релейной защите.

Содержание темы:

Назначение релейной защиты.

Повреждения и ненормальные режимы работы ЭЭС. Междофазные КЗ в одной точке. Короткие замыкания на землю. Однофазные замыкания на землю.

Основные требования, предъявляемые к релейной защите

Тема 1.2. Устройства релейной защиты, их схемы и элементы. Оперативный ток и его источники.

Содержание темы:

Виды устройств РЗ.

Структурная схема и функции релейной защиты.

Изображение схем РЗ на чертежах.

Обозначение реле и их частей на схемах.

Оперативный ток и его источники

Тема 1.3. Реле, их принципы работы, характеристики и назначение.

Содержание темы:

Реле и их классификация.

Структура и принципы действия реле.

Электромагнитные реле тока и их характеристики.

Электромагнитные реле напряжения и их характеристики.

Промежуточные реле и их характеристики.

Электромагнитные указательные реле.

Электромагнитные реле времени и их характеристики.

Индукционные измерительные реле тока и их характеристики.

Индукционные реле направления мощности и их характеристики.

Тема 1.4. Измерительные трансформаторы тока и напряжения.

Содержание темы:

Назначение измерительных трансформаторов.

Трансформаторы напряжения.

Емкостные делители напряжения.

Трансформаторы тока.

Выбор трансформаторов тока.

Фильтры симметричных составляющих.

Раздел 2. Токовые защиты

Тема 2.1. Классификация защит. Максимальная токовая защита.

Содержание темы:

Классификация защит.

Принцип действия токовых защит.

Понятие о токовой трехступенчатой защите.

Максимальная токовая защита ЛЭП: принцип действия и селективность.

Разновидности и схемы МТЗ.

МТЗ с блокировкой по напряжению.

Область применения МТЗ.

Тема 2.2. Максимальная токовая защита: выбор уставок и характеристики.

Содержание темы:

Выбор тока срабатывания МТЗ.

Чувствительность МТЗ.

Выдержки времени защиты.

Степень времени.

Выбор времени действия МТЗ.

Согласование МТЗ с зависимыми характеристиками.

Тема 2.3. Токовые отсечки. Трехступенчатая МТЗ.

Содержание темы:

Принцип действия токовых отсечек, зона действия.

Схемы отсечек.

Отсечки мгновенного действия на линиях с односторонним питанием, уставки, зона и время действия.

Неселективные отсечки.

Отсечки на линиях с двусторонним питанием.

Отсечки с выдержкой времени.

Токовая трехступенчатая защита.

Оценка токовых отсечек.

Тема 2.4. Токовые направленные защиты

Содержание темы:

Необходимость направленной защиты в сетях с двусторонним питанием.

Функциональная схема и принцип действия токовой направленной

защиты.

Реле направления мощности.

Схемы направленной максимальной токовой защиты, выбор уставок.

Оценка токовых направленных защит.

Раздел 3. Защиты от замыканий на землю

Тема 3.1. Принципы выполнения защит от замыканий на землю и от коротких замыканий на землю.

Содержание темы:

Защита от замыканий на землю в сети с большим током замыканий на землю.

Токовые защиты нулевой последовательности.

Токи и напряжения при однофазном замыкании на землю в сети с малым током замыкания на землю.

Принципы выполнения защиты от замыкания на землю.

Оценка защит от замыканий на землю.

Раздел 4. Дистанционные защиты

Тема 4.1. Общие сведения о дистанционных защитах.

Содержание темы:

Назначение и принцип действия.

Характеристики выдержек времени дистанционных защит.

Принципы выполнения селективной защиты сети с помощью ступенчатой дистанционной защиты.

Тема 4.2. Структурная схема дистанционной защиты со ступенчатой характеристикой.

Содержание темы:

Структурная схема трехступенчатой ДЗ от междуфазных КЗ с направленными измерительными дистанционными органами.

Блокировка при качаниях (УБК).

Блокировка УБН.

Работа ДЗ.

Особенности применения ДЗ в сетях с изолированными нейтральными.

Тема 4.3. Характеристики срабатывания дистанционных реле и их изображение на комплексной плоскости.

Содержание темы:

Использование комплексной плоскости для изображения характеристик РС.

Графическое изображение характеристик срабатывания реле.

Тема 4.4. Выбор уставок дистанционной защиты.

Содержание темы:

Уставки срабатывания защиты по ступеням.

Проверка $Z_{с.з}$ ДЗ по току точной работы.

Вторичные сопротивления срабатывания.

Особенность выбора уставок срабатывания ДЗ на ЛЭП с ответвлениями.

Чувствительность ПО.

Оценка дистанционной защиты.

Раздел 5. Дифференциальные защиты

Тема 5.1. Продольная дифференциальная защита.

Содержание темы:

Принцип действия продольной дифференциальной защиты.

Общие принципы выполнения продольной дифференциальной защиты линии.

Дифференциальные реле с торможением.

Тема 5.2. Особенности продольной дифференциальной защиты трансформаторов.

Содержание темы:

Особенности продольной дифференциальной защиты трансформаторов (автотрансформаторов).

Токи небаланса в дифференциальной защите трансформаторов и автотрансформаторов.

Токи намагничивания силовых трансформаторов при включении под напряжение.

Тема 5.3. Поперечная дифференциальная защита. Дифференциально-фазная защита.

Содержание темы:

Принцип действия и виды поперечных дифференциальных защит параллельных линий.

Токовая поперечная дифференциальная защита. Принципы действия защиты. Мертвая зона защиты. Схема защиты.

Оценка направленных поперечных дифференциальных защит.

Принцип действия защиты дифференциально-фазной защиты.
Структурная схема защиты.
Основные органы ДФЗ и особенности их выполнения.

Раздел 6. Резервирование действия релейной защиты и выключателей

Тема 6.1. Дальнее и ближнее резервирование. Устройства резервирования отказа выключателей.

Содержание темы:

Дальнее и ближнее резервирование.
Назначение УРОВ.
Требования к надежности УРОВ.
Принципы выполнения УРОВ.
Работа и уставки УРОВ.
Оценка устройств резервирования.

3.4. Тематический план практических занятий

Данный вид работы не предусмотрен учебным планом.

3.5. Тематический план лабораторных работ

1. Максимальная токовая защита двух линий электропередачи с односторонним питанием.
2. Дистанционная защита линий электропередачи в сети с двусторонним питанием.
3. Дифференциальная защита трансформатора.
4. Устройство резервирования отказов выключателей.

3.6. Курсовой проект /курсовая работа

Данный вид работы не предусмотрен учебным планом.

4. Оценивание результатов обучения

Оценивание результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля и промежуточной аттестации, проводимых по балльно-рейтинговой системе (БРС).

Шкала оценки результатов обучения по дисциплине:

Код компетенции	Код индикатора компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Уровень сформированности индикатора компетенции			
			Высокий	Средний	Ниже среднего	Низкий
			от 85 до 100	от 70 до 84	от 55 до 69	от 0 до 54
Шкала оценивания						

			отлично	хорошо	удовлетворительно	неудовлетворительно
			зачтено			
ОПК-4	ОПК-4.3	знать:				
		<p>основы теории установившихся и переходных процессов в электрических цепях постоянного и переменного тока, а также роль, место и принцип действия устройств релейной защиты в общем комплексе задач анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин..</p>	<p>Демонстрирует уверенное знание теории установившихся и переходных процессов понимает принципы действия устройств релейной защиты</p>	<p>Демонстрирует хорошее (с небольшими поправками) знание теории установившихся и переходных процессов понимает (с небольшими поправками) принципы действия устройств релейной защиты</p>	<p>Имеет посредственное (наличие грубых ошибок и неточностей формулировок) теории установившихся и переходных процессов и понимает принципы действия устройств релейной защиты</p>	<p>Проявляет очень слабое знание теории установившихся и переходных процессов и понимает принципы действия устройств релейной защиты</p>
		уметь:				
		<p>производить расчет и выбор устройств релейной защиты на основе анализа переходных электромагнитных процессов; - выбирать и реализовывать эффективные алгоритмы работы устройств релейной защиты в зависимости от предъявляемых требований</p>	<p>Уверенно выполняет расчеты и выбирает оборудование релейной защиты на основе анализа переходных процессов. Также уверенно готов выбрать и реализовать эффективные алгоритмы работы средств релейной защиты в зависимос</p>	<p>Достаточно уверенно, с небольшими поправками и выполняет расчеты и выбор оборудования релейной защиты на основе анализа переходных процессов. Имеет готовность реализовать эффективные</p>	<p>С грубыми ошибками и замечаниями выполняет расчеты и выбор оборудования релейной защиты на основе анализа переходных процессов. Нет готовности выбрать и реализовать алгоритмы работы релейной защиты в зависимос</p>	<p>Самостоятельно не выполняет расчеты и выбора оборудования релейной защиты на основе анализа переходных процессов .</p>

			ти от предъявляемых требований.	алгоритмы работы релейной защиты в зависимости от предъявляемых требований.	ти от предъявляемых требований.	
владеть:						
		методами расчета электромагнитных переходных процессов в целях обеспечения требований к устройствам релейной защиты в части обеспечения надежности, селективности, чувствительности и их быстродействия их функционирования	Уверенно владеет методами расчета электромагнитных переходных процессов в целях обеспечения требований к устройствам релейной защиты в части обеспечения надежности, селективности, чувствительности и быстродействия их функционирования.	Достаточно уверенно (с несущественными поправками) владеет методами расчета электромагнитных переходных процессов в целях обеспечения требований к устройствам релейной защиты в части обеспечения надежности, селективности, чувствительности и быстродействия их функционирования.	Очень слабо и неуверенно владеет методами расчета электромагнитных переходных процессов в целях обеспечения требований к устройствам релейной защиты в части обеспечения надежности, селективности, чувствительности и быстродействия их функционирования.	Практически не владеет методами расчета электромагнитных переходных процессов в целях обеспечения требований к устройствам релейной защиты в части обеспечения надежности, селективности, чувствительности и быстродействия их функционирования.

Оценочные материалы для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации приведены в Приложении к рабочей программе дисциплины.

Полный комплект заданий и материалов, необходимых для оценивания результатов обучения по дисциплине, хранится на кафедре разработчика.

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

5.1. Учебно-методическое обеспечение

5.1.1. Основная литература

1. Дьяков, А. Ф. Микропроцессорная автоматика и релейная защита электроэнергетических систем : учебное пособие / А. Ф. Дьяков, Н. И. Овчаренко. - 2-е изд., стер. - М. : Издательский дом МЭИ, 2017. - 336 с. - URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383011614.html>. - ISBN 978-5-383-01161-4. - Текст : электронный.

2. Киреева, Э. А. Релейная защита и автоматика электроэнергетических систем : учебник для СПО / Э.А.Киреева, С.А.Цырук. - М. : Академия, 2010. - 288 с. - (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-7695-5896-2. - Текст : непосредственный.

3. Андреев, В. А. Релейная защита и автоматика систем электроснабжения : учебник / В. А. Андреев. - 6-е изд., стер. - М. : Высш. шк., 2008. - 639 с. : ил. - ISBN 9785060048261. - Текст : непосредственный.

5.1.2. Дополнительная литература

1. Фролова, О. В. Применение алгебры логики для анализа и синтеза устройств релейного действия : учебное пособие / О. В. Фролова, О. А. Добрягина ; науч. ред. В. А. Шуин. - Иваново : ИГЭУ, 2021. - 84 с. - URL: <https://elib.ispu.ru/node/8760>. - ISBN 978-5-00062-450-0. - Текст : электронный.

2. Кузьмин, И. Л. Микропроцессорная релейная защита и автоматика электрических машин : учебное пособие / И. Л. Кузьмин, И. Ю. Иванов, Ю. В. Писковацкий, Д. Ф. Губаев. - Казань : КГЭУ, 2021. - 125 с. - URL: <https://lib.kgeu.ru>. - Текст : электронный.

3. Кузнецов, Ф. Д. Векторные диаграммы в схемах релейной защиты и автоматике : практическое пособие / сост. Ф. Д. Кузнецов ; под. ред. Б. А. Алексеева. - М. : ЭНАС, 2017. - 62 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/104552>. - ISBN 978-5-4248-0127-3. - Текст : электронный.

4. Коротков, В. Ф. Трансформаторы напряжения в схемах релейной защиты : учебное пособие / В. Ф. Коротков, А. А. Фомичев. - Иваново : ИГЭУ, 2015. - 68 с. - URL: <https://elib.ispu.ru/node/4741>. - ISBN 978-5-00062-068-7. - Текст : электронный

5. Коротков, В. Ф. Трансформаторы тока в схемах релейной защиты : учебное пособие / В. Ф. Коротков. - Иваново : ИГЭУ, 2013. - 92 с. - URL: <https://elib.ispu.ru/node/8054>. - Текст : электронный.

5.2. Информационное обеспечение

5.2.1. Электронные и интернет-ресурсы

1. Портал «Открытое образование». <http://npoed.ru>

2. Единое окно доступа к образовательным ресурсам. <http://window.edu.ru>

5.2.2. Профессиональные базы данных / Информационно-справочные системы

1. Научная электронная библиотека <http://elibrary.ru/>
2. Федеральный образовательный портал «Экономика, социология, менеджмент». <http://ecsocman.hse.ru/>
3. справочная система «Консультант Плюс» <http://consultant.ru/>
4. справочно-правовая система по законодательству РФ <http://garant.ru/>
5. Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования. <http://fgosvo.ru>
7. Электронная библиотека диссертаций (РГБ). <https://diss.rsl.ru/>
8. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU. <http://elibrary.ru>
9. Официальный сайт Государственной Думы Федерального собрания Российской Федерации. <http://duma.gov.ru/>

5.2.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение дисциплины

№ п/п	Наименование программного обеспечения	Описание	Реквизиты подтверждающих документов
1	Windows 7 Профессиональная (Pro)	Пользовательская операционная система	ЗАО «СофтЛайнТрейд» №2011.25486 от 28.11.2011. Неискл. право. Бессрочно
2	Office Professional Plus 2007 Windows32 Russian DiskKit MVL CD	Пакет программных продуктов содержащий в себе необходимые офисные программы	ЗАО «СофтЛайнТрейд» №225/10 от 28.01.2010. Неискл. право. Бессрочно
3	Браузер Chrome	Система поиска информации в сети интернет	Свободная лицензия. Неискл. право. Бессрочно
4	Браузер Firefox	Система поиска информации в сети интернет	Свободная лицензия. Неискл. право. Бессрочно
5	OpenOffice	Пакет офисных приложений	Свободная лицензия. Неискл. право. Бессрочно
6	1С: Предприятие 8 Комплект для обучения в высших и средних учебных заведениях	"ПО для автоматизации бухгалтерского и управленческого учётов, экономической и организационной деятельности предприятия"	ООО "БИТ Бизнес решение" №21/000608 от 05.2010 Неискл. право. Бессрочно
7	LMS Moodle	ПО для эффективного онлайн-взаимодействия преподавателя и студента	Свободная лицензия. Неискл. право. Бессрочно
8	Учебная техника	ПО для выполнения лабораторных работ	Свободная лицензия. Неискл. право. Бессрочно

6. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Наименование вида учебной работы	Наименование учебной аудитории, специализированной лаборатории	Перечень необходимого оборудования и технических средств обучения
Лекции	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа	Специализированная учебная мебель, технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран), демонстрационное оборудование, учебно-наглядные пособия
Лабораторные работы	Учебная лаборатория «_____», _____	Специализированное лабораторное оборудование по профилю лаборатории: _____
Самостоятельная работа	Компьютерный класс с выходом в Интернет В-600а	Специализированная учебная мебель на 30 посадочных мест, 30 компьютеров, технические средства обучения (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран), видеокамеры, программное обеспечение
	Читальный зал библиотеки	Специализированная мебель, компьютерная техника с возможностью выхода в Интернет и обеспечением доступа в ЭИОС, экран, мультимедийный проектор, программное обеспечение

7. Особенности организации образовательной деятельности для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Лица с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) и инвалиды имеют возможность беспрепятственно перемещаться из одного учебно-лабораторного корпуса в другой, подняться на все этажи учебно-лабораторных корпусов, заниматься в учебных и иных помещениях с учетом особенностей психофизического развития и состояния здоровья.

Для обучения лиц с ОВЗ и инвалидов, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, обеспечены условия беспрепятственного доступа во все учебные помещения. Информация о специальных условиях, созданных для обучающихся с ОВЗ и инвалидов, размещена на сайте университета www/kgeu.ru. Имеется возможность оказания технической помощи ассистентом, а также услуг сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушенным слухом справочного, учебного материала по дисциплине обеспечиваются следующие условия:

- для лучшей ориентации в аудитории, применяются сигналы оповещения о начале и конце занятия (слово «звонок» пишется на доске);
- внимание слабослышащего обучающегося привлекается педагогом жестом (на плечо кладется рука, осуществляется нерезкое похлопывание);
- разговаривая с обучающимся, педагогический работник смотрит на

него, говорит ясно, короткими предложениями, обеспечивая возможность чтения по губам.

Компенсация затруднений речевого и интеллектуального развития слабослышащих обучающихся проводится путем:

- использования схем, диаграмм, рисунков, компьютерных презентаций с гиперссылками, комментирующими отдельные компоненты изображения;
- регулярного применения упражнений на графическое выделение существенных признаков предметов и явлений;
- обеспечения возможности для обучающегося получить адресную консультацию по электронной почте по мере необходимости.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушениями зрения справочного, учебного, просветительского материала, предусмотренного образовательной программой по выбранному направлению подготовки, обеспечиваются следующие условия:

- ведется адаптация официального сайта в сети Интернет с учетом особых потребностей инвалидов по зрению, обеспечивается наличие крупношрифтовой справочной информации о расписании учебных занятий;
- педагогический работник, его собеседник (при необходимости), присутствующие на занятии, представляются обучающимся, при этом каждый раз называется тот, к кому педагогический работник обращается;
- действия, жесты, перемещения педагогического работника коротко и ясно комментируются;
- печатная информация предоставляется крупным шрифтом (от 18 пунктов), тотально озвучивается;
- обеспечивается необходимый уровень освещенности помещений;
- предоставляется возможность использовать компьютеры во время занятий и право записи объяснений на диктофон (по желанию обучающихся).

Форма проведения текущей и промежуточной аттестации для обучающихся с ОВЗ и инвалидов определяется педагогическим работником в соответствии с учебным планом. При необходимости обучающемуся с ОВЗ, инвалиду с учетом их индивидуальных психофизических особенностей дается возможность пройти промежуточную аттестацию устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п., либо предоставляется дополнительное время для подготовки ответа.

8. Методические рекомендации для преподавателей по организации воспитательной работы с обучающимися.

Методическое обеспечение процесса воспитания обучающихся выступает одним из определяющих факторов высокого качества образования. Преподаватель вуза, демонстрируя высокий профессионализм, эрудицию, четкую гражданскую позицию, самодисциплину, творческий подход в решении профессиональных задач, в ходе образовательного процесса способствует формированию гармоничной личности.

При реализации дисциплины преподаватель может использовать следующие методы воспитательной работы:

- методы формирования сознания личности (беседа, диспут, внушение, инструктаж, контроль, объяснение, пример, самоконтроль, рассказ, совет, убеждение и др.);

- методы организации деятельности и формирования опыта поведения (задание, общественное мнение, педагогическое требование, поручение, приучение, создание воспитывающих ситуаций, тренинг, упражнение, и др.);

- методы мотивации деятельности и поведения (одобрение, поощрение социальной активности, порицание, создание ситуаций успеха, создание ситуаций для эмоционально-нравственных переживаний, соревнование и др.)

При реализации дисциплины преподаватель должен учитывать следующие направления воспитательной деятельности:

Гражданское и патриотическое воспитание:

- формирование у обучающихся целостного мировоззрения, российской идентичности, уважения к своей семье, обществу, государству, принятым в семье и обществе духовно-нравственным и социокультурным ценностям, к национальному, культурному и историческому наследию, формирование стремления к его сохранению и развитию;

- формирование у обучающихся активной гражданской позиции, основанной на традиционных культурных, духовных и нравственных ценностях российского общества, для повышения способности ответственно реализовывать свои конституционные права и обязанности;

- развитие правовой и политической культуры обучающихся, расширение конструктивного участия в принятии решений, затрагивающих их права и интересы, в том числе в различных формах самоорганизации, самоуправления, общественно-значимой деятельности;

- формирование мотивов, нравственных и смысловых установок личности, позволяющих противостоять экстремизму, ксенофобии, дискриминации по социальным, религиозным, расовым, национальным признакам, межэтнической и межконфессиональной нетерпимости, другим негативным социальным явлениям.

Духовно-нравственное воспитание:

- воспитание чувства достоинства, чести и честности, совестливости, уважения к родителям, учителям, людям старшего поколения;

- формирование принципов коллективизма и солидарности, духа милосердия и сострадания, привычки заботиться о людях, находящихся в трудной жизненной ситуации;

- формирование солидарности и чувства социальной ответственности по отношению к людям с ограниченными возможностями здоровья, преодоление психологических барьеров по отношению к людям с ограниченными возможностями;

- формирование эмоционально насыщенного и духовно возвышенного отношения к миру, способности и умения передавать другим свой эстетический опыт.

Культурно-просветительское воспитание:

- формирование эстетической картины мира;

- формирование уважения к культурным ценностям родного города, края, страны;

- повышение познавательной активности обучающихся.

Научно-образовательное воспитание:

- формирование у обучающихся научного мировоззрения;

- формирование умения получать знания;

- формирование навыков анализа и синтеза информации, в том числе в профессиональной области.

Вносимые изменения и утверждения на новый учебный год

№ п/п	№ раздела внесения изменений	Дата внесения изменений	Содержание изменений	«Согласовано» Зав. каф. реализующей дисциплину	«Согласовано» председатель УМК института (факультета), в состав которого входит выпускающая кафедра)
1	2	3	4	5	6
1	РПД,3 .2	04.04.2024	Изменена структура разделов.		
2	РПД,3 .3	04.04.2024	Содержание разделов дисциплины существенно переработано и изменены названия разделов. Добавлены темы, необходимые для понимания работы РЗ. Оптимизирована логика построения материала. Объем лекций сбалансирован.		
3	ОМ, 1	04.04.2024	Названия и нумерация разделов изменены		
4	ОМ, 4	04.04.2024	Названия и нумерация разделов изменены. Список вариантов экзаменационных вопросов уточнен и дополнен с учетом измененного содержания и акцентов в тематике курса, удалено два вопроса, добавлено 20 вопросов.		

*Приложение к рабочей
программе дисциплины*



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
**Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «КГЭУ»)**

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
по дисциплине**

Б1.О.20.01 Основы релейной защиты

Направление подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Квалификация Бакалавр

г. Казань, 2023

Оценочные материалы по дисциплине, предназначены для оценивания результатов обучения на соответствие индикаторам достижения компетенций.

Оценивание результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля (ТК) и промежуточной аттестации, проводимых по балльно-рейтинговой системе (БРС).

1. Технологическая карта

Семестр 5

Наименование раздела	Формы и вид контроля	Рейтинговые показатели							
		I текущий контроль	Дополнительные баллы к ТК1	II текущий контроль	Дополнительные баллы к ТК2	III текущий контроль	Дополнительные баллы к ТК3	Итого	Промежуточная аттестация
Раздел 1. Общие вопросы релейной защиты	ТК1	15	0-15					15-30	15-30
Тест		12							
Конспектирование учебного материала		3							
Раздел 2. Токовые защиты Раздел 3. Защиты от замыканий на землю	ТК2			15	0-15			15-30	15-30
Тест				8					
Конспектирование учебного материала				3					
Защита лабораторной работы				4					
Раздел 4. Дистанционные защиты Раздел 5. Дифференциальные защиты Раздел 6. Резервирование действия релейной защиты и выключателей	ТК3					25	0-15	25-40	25-40
Тест						10			
Конспектирование учебного материала						3			
Защита лабораторной работы						12			
Промежуточная аттестация (экзамен)	ОМ								0-45
В письменной форме по билетам									0-45

2. Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации

Шкала оценки результатов обучения по дисциплине:

Код	Код	Заплани-	Уровень сформированности
-----	-----	----------	--------------------------

компетенции	индикатора компетенции	рованные результаты обучения по дисциплине	индикатора компетенции			
			Высокий	Средний	Ниже среднего	Низкий
			от 85 до 100	от 70 до 84	от 55 до 69	от 0 до 54
			Шкала оценивания			
			отлично	хорошо	удовлетворительно	неудовлетворительно
			зачтено		не зачтено	
ОПК-4	ОПК-4.3	знать:				
		основы теории установившихся и переходных процессов в электрических цепях постоянного и переменного тока, а также роль, место и принцип действия устройств релейной защиты в общем комплексе задач анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин..	Демонстрирует уверенное знание теории установившихся и переходных процессов понимает принципы действия устройств релейной защиты	Демонстрирует хорошее (с небольшими поправками) знание теории установившихся и переходных процессов понимает (с небольшими поправками) принципы действия устройств релейной защиты	Имеет посредственное (наличие грубых ошибок и неточностей формулировок) теории установившихся и переходных процессов и посредственно понимает принципы действия устройств релейной защиты	Проявляет очень слабое знание теории установившихся и переходных процессов и посредственно понимает принципы действия устройств релейной защиты
		уметь:				
		производить расчет и выбор устройств релейной защиты на основе анализа переходных электромагнитных процессов; - выбирать и реализовывать эффективные алгоритмы работы устройств релейной защиты в зависимости от предъявляемых требований	Уверенно выполняет расчеты и выбирает оборудование релейной защиты на основе анализа переходных процессов. Также уверенно готов выбрать и реализовать эффектив	Достаточно уверенно, с небольшими поправками и выполняет расчеты и выбор оборудования релейной защиты на основе анализа переходных процессов.	С грубыми ошибками и замечаниями выполняет расчеты и выбор оборудования релейной защиты на основе анализа переходных процессов. Нет готовности выбирать и	Самостоятельно не выполняет расчеты и выбора оборудования релейной защиты на основе анализа переходных процессов.

			ные алгоритмы работы средств релейной защиты в зависимости от предъявляемых требований.	Имеет готовность реализовать выдать эффективные алгоритмы работы релейной защиты в зависимости от предъявляемых требований.	реализовать алгоритмы работы релейной защиты в зависимости от предъявляемых требований.	
владеть:						
		методами расчета электромагнитных переходных процессов в целях обеспечения требований к устройствам релейной защиты в части обеспечения надежности, селективности, чувствительности и их быстроедействия их функционирования	Уверенно владеет методами расчета электромагнитных переходных процессов в целях обеспечения требований к устройствам релейной защиты в части обеспечения надежности, селективности, чувствительности и быстроедействия их функционирования.	Достаточно уверенно (с несущественными поправками) владеет методами расчета электромагнитных переходных процессов в целях обеспечения требований к устройствам релейной защиты в части обеспечения надежности, селективности, чувствительности и быстроедействия их функционирования.	Очень слабо и неуверенно владеет методами расчета электромагнитных переходных процессов в целях обеспечения требований к устройствам релейной защиты в части обеспечения надежности, селективности, чувствительности и быстроедействия их функционирования.	Практически не владеет методами расчета электромагнитных переходных процессов в целях обеспечения требований к устройствам релейной защиты в части обеспечения надежности, селективности, чувствительности и быстроедействия их функционирования.

Оценка **«отлично»** выставляется за выполнение и защиту лабораторных работ в семестре; выполнение тестовых заданий с долей правильных ответов выше 85%; полные и содержательные ответы на экзамене (теоретическое и практическое задание). При этом студент показывает прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владеет терминологическим аппаратом; умеет объяснять сущность явлений, процессов, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободно владеет монологической речью, ответы логичны и последовательны.

Оценка **«хорошо»** выставляется за выполнение лабораторных работ в семестре; выполнение тестовых заданий с долей правильных ответов выше 70%; полные и содержательные ответы на экзамене (теоретическое и практическое задание). При этом студент показывает прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владеет терминологическим аппаратом; умеет объяснять сущность явлений, процессов, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободно владеет монологической речью, ответы логичны и последовательны. Однако допускается одна – две неточности в ответе.

Оценка **«удовлетворительно»** выставляется за выполнение лабораторных работ в семестре; выполнение тестовых заданий с долей правильных ответов выше 55%.

Оценка **«неудовлетворительно»** выставляется, если студент не выполнил лабораторные работы в семестре, выполнил тестовые задания с долей правильных ответов ниже 55%.

3. Перечень оценочных средств

Краткая характеристика оценочных средств, используемых при текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося по дисциплине:

Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Описание оценочного средства
Конспектирование учебного материала	Краткое текстовое представление переработанной информации	Перечень разделов
Отчет по лабораторной работе (ОЛР)	Выполнение лабораторной работы, обработка результатов испытаний, измерений, эксперимента. Оформление отчета, защита результатов лабораторной работы по отчету	Перечень заданий и вопросов для защиты лабораторной работы, перечень требований к отчету

Тест (Тест)	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося	Комплект тестовых заданий
-------------	---	---------------------------

4. Перечень контрольных заданий или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения дисциплины

Для текущего контроля ТК1:

Проверяемая компетенция: ОПК-4 Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин, индикатор ОПК-4.3 Использует методы анализа, расчета и моделирования линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока

Конспектирование учебного материала.

Перечень разделов:

Раздел 1. Общие вопросы релейной защиты

Тесты (приведён пример тестовых заданий)

В виде каких схем устройства РЗ изображают на чертежах?

- +: монтажных*
- +: принципиальных*
- +: структурных*
- : функциональных*
- : все варианты неверны*

Какой вид повреждения в системе является наиболее тяжелым для РЗ?

- +: трехфазное*
- : однофазное*
- : двухфазное на землю*
- : обрыв линии*

К разновидностям ненормальных режимов работы относят:

- : повышение напряжения на турбогенераторах малой мощности*
- +: увеличение тока в оборудовании выше номинального значения*
- +: качания в сети с двухсторонним питанием*
- +: асинхронный режим*

Основные требования к защите.

- +: селективность, быстрдействие, надежность, чувствительность.*
- : кратность действия, электромагнитная совместимость.*
- : надежность, чувствительность.*
- : многозадачность, простота в эксплуатации.*

Что такое селективность.

- : *Способность отключения КЗ с минимальной выдержкой времени*
- : *Выявление участка цепи в котором произошло КЗ*
- : *безотказная работа при повреждениях в пределах установленной для защиты зо-ны.*
- + : *способность отключать только поврежденный участок сети.*

Буквенное обозначение реле тока в схемах

- + : *КА*
- : *К*
- : *KQT*
- : *F*

Буквенное обозначение реле времени в схемах

- + : *КТ*
- : *КАW*
- : *SQ*
- : *KW*
- : *PB*

Для каких органов требуется источник питания?

- : *логический и измерительный*
- : *сигнальный, логический, измерительный*
- + : *измерительный, логический, исполнительный, сигнальный*
- : *логический, исполнительный, сигнальный*

Самые первые реле по типу выполнения были:

- : *статические*
- : *полупроводниковые*
- + : *электромеханические*
- : *микропроцессорные*

Как измерительная часть РЗ соединяется с местом подключения защиты?

- : *через реактор*
- + : *через трансформаторы тока и напряжения*
- : *через заградительный фильтр*
- : *только через трансформатор тока*
- : *только через трансформатор напряжения*

На какие виды коротких замыканий реагирует РЗ?

- : *однофазное, двухфазное на землю*
- : *трехфазное*
- : *междуфазное, трехфазное*
- + : *на все виды КЗ*

Главное требование к источнику оперативного тока это..

- +: надежность*
- : долговечность*
- : селективность*
- : быстрое действие*

Номинальным напряжением для аккумуляторных батарей, являющихся источниками постоянного тока могут являться:

- : 6-10-35 В*
- +: 110-220, а на небольших подстанциях иногда и 45 В*
- : 550 В*
- : 1 кВ*

Питание цепей РЗ и автоматики, цепей управления силовыми выключателями и их электромагнитов отключения (ЭО) осуществляется:

- : шинками сигнализации*
- : шинками включения*
- : шинками отдельного участка, которые питают также аварийное освещение*
- +: шинками управления*

Укажите верное(-ые) утверждение(-я)

- : недостатками АБ является необходимость в отдельном помещении и специальный квалифицированный персонал для обслуживания*
- : достоинством АБ является их надежность и дешевизна*
- +: АБ устанавливаются на всех ЭС и ПС выше 110 кВ*
- : АБ зависят от состояния сети переменного тока и поэтому не всегда могут быть готовы к действию*

Источниками переменного тока служат(-ат):

- +: ТН*
- +: ТТ*
- +: ТСН*
- : АБ*

Защиты подразделяются на:

- +: основные;*
- +: резервные;*
- : ответственные;*
- : неответственные.*

Для текущего контроля ТК2:

Проверяемая компетенция: ОПК-4 Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин,

индикатор ОПК-4.3 Использует методы анализа, расчета и моделирования линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока

Конспектирование учебного материала.

Перечень разделов:

Раздел 2. Токовые защиты

Раздел 3. Защиты от замыканий на землю

Отчет по лабораторной работе (ОЛР).

Обязательными структурными элементами отчета по лабораторным работам являются:

- титульный лист;
- цель работы;
- краткие теоретические сведения;
- описание экспериментальной установки и методики эксперимента;
- экспериментальные результаты;
- анализ результатов работы;
- выводы.

Дополнительными элементами являются:

- приложения;
- список использованной литературы, возможный интернет-ресурс источников.

Титульный лист

В верхнем поле листа указывают полное наименование учебного заведения. В среднем поле указывается вид работы, в данном случае лабораторная работа с указанием курса, по которому она выполнена, и ниже ее название. Название работы приводится без слова тема и в кавычки не заключается. Далее ближе к правому краю титульного листа указывают фамилию, инициалы и группу учащегося, выполнившего работу, а также фамилию, инициалы преподавателя, принявшего работу. В нижнем поле листа указывается место выполнения работы и год ее написания (без слова год).

Цель лабораторной работы

Цель работы должна отражать тему работы, а также конкретные задачи, поставленные студенту на период выполнения работы. По объему цель работы в зависимости от сложности и многозадачности работы составляет от нескольких строк до 0,5 страницы.

Краткие теоретические сведения.

В этом разделе излагается краткое теоретическое описание изучаемого в работе явления или процесса, приводятся также необходимые расчетные формулы. Материал раздела не должен копировать содержание методического пособия или учебника по данной теме, а ограничивается изложением основных понятий и законов, расчетных формул, таблиц, требующихся для дальнейшей

обработки полученных экспериментальных результатов. Объем литературного обзора не должен превышать 1/3 части всего отчета.

Описание экспериментальной установки и методики эксперимента.

В данном разделе приводится схема экспериментальной установки с описанием ее работы и подробно излагается методика проведения эксперимента, процесс получения данных и способ их обработки. Если используются стандартные пакеты компьютерных программ для обработки экспериментальных результатов, то необходимо обосновать возможность и целесообразность их применения, а также подробности обработки данных с их помощью. Для лабораторных и практических работ, связанных с компьютерным моделированием физических явлений и процессов, необходимо в этом разделе описать математическую модель и компьютерные программы, моделирующие данные явления.

Экспериментальные результаты.

В этом разделе приводятся непосредственно результаты, полученные в ходе проведения работ: экспериментально или в результате компьютерного моделирования определенные значения величин, графики, таблицы, диаграммы. Обязательно необходимо оценить погрешности измерений.

Анализ результатов работы.

Раздел отчета должен содержать подробный анализ полученных результатов, интерпретацию этих результатов на основе физических законов. Следует сравнить полученные результаты с известными литературными данными, обсудить их соответствие существующим теоретическим моделям. Если обнаружено несоответствие полученных результатов и теоретических расчетов или литературных данных, необходимо обсудить возможные причины этих несоответствий.

Выводы.

В выводах кратко излагаются результаты работы: полученные экспериментально или теоретически значения физических величин, их зависимости от условий эксперимента или выбранной расчетной модели, указывается их соответствие или несоответствие физическим законам и теоретическим моделям, возможные причины несоответствия.

ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ ОТЧЕТА

Отчет по лабораторной работе оформляется на писчей бумаге стандартного формата А4 на одной стороне листа, которые сшиваются в скоросшивателе или переплетаются. Допускается оформление отчета по лабораторной работе в электронном виде средствами Microsoft Office. Текст работы должен быть напечатан через полтора интервала шрифтом Times New Roman, кегль – 12. Поля должны оставаться по всем четырем сторонам печатного листа: левое – не менее 30 мм, правое – не менее 10, нижнее – не менее 20 и верхнее – не 15 мм.

Контрольные вопросы по лабораторной работе №1.

1. Назначение и область применения максимальной токовой защиты и отсечки воздушных и кабельных линий.
2. Виды и классификация устройств М.Т.З.
3. Требования к устройствам релейных и микропроцессорных защит.
4. Принцип работы схемы МТЗ. и отсечек линий электропередачи.
5. Расчёт уставок по току МТЗ. и отсечек линий электропередачи.
6. Расчёт уставок по времени МТЗ. линий электропередачи.

Тесты (приведён пример тестовых заданий)

Источниками переменного тока служат(-ат):

- + : *ТН*
- + : *ТТ*
- + : *ТСН*
- : *АБ*

Защиты подразделяются на:

- + : *основные;*
- + : *резервные;*
- : *ответственные;*
- : *неответственные.*

Относительную селективность имеют следующие защиты:

- + : *максимальная токовая защита;*
- : *токовая отсечка (без выдержки времени);*
- + : *направленная максимальная токовая защита;*
- : *дифференциальная защита.*

Абсолютную селективность имеют следующие защиты:

- : *максимальная токовая защита;*
- + : *токовая отсечка (без выдержки времени);*
- : *направленная максимальная токовая защита;*
- + : *дифференциальная защита.*

При двухфазном КЗ, ток в неповрежденной фазе (фаза А) равен:

- + : *0;*
- : *$E_{bc} / 2 * (Z_l + Z_c)$;*
- : *$E_{bc} / (Z_l + Z_c)$;*
- : *E_a / Z_l .*

При однофазном КЗ ток в поврежденной фазе (фаза С) равен:

- + : *$3 * E_c / (Z_1 + Z_2 + Z_0)$;*

- : $3 \cdot E_c / (Z_1 + Z_0)$;
- : $3 \cdot E_a / (Z_1 + Z_0)$;
- : $E_c / (Z_1 + Z_2 + Z_0)$.

Защита может иметь следующие характеристики срабатывания реле по времени:

- +: независимую;
- +: зависимую;
- +: совмещенную;
- : инверсную.

Ток срабатывания токовой защиты равен:

- +: $I_{вз}/K_v$;
- : $K_v/I_{вз}$;
- : $I_{вз}/K_{отс}$;
- : $I_{раб.макс}/K_{отс}$.

Ток срабатывания реле тока измерительного органа защиты определяется по фор-муле:

- +: $(K_{сх}/K_I) \cdot I_{сз}$;
- : $(K_I/K_{сх}) \cdot I_{сз}$;
- : $(K_{сх}/K_I) \cdot I_{раб.макс}$;
- : $(K_I/K_{сх}) \cdot I_{раб.макс}$.

Коэффициент чувствительности токовой защиты равен:

- +: $I_{рктп}/I_{ср}$;
- : $I_{ср}/I_{рктп}$;
- : $I_{раб.макс}/I_{ср}$;
- : $I_{рктп}/I_{рктп}$.

Для текущего контроля ТКЗ:

Проверяемая компетенция: ОПК-4 Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин, индикатор ОПК-4.3 Использует методы анализа, расчета и моделирования линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока

Конспектирование учебного материала.

Перечень разделов:

Раздел 4. Дистанционные защиты

Раздел 5. Дифференциальные защиты

Раздел 6. Резервирование действия релейной защиты и выключателей

Отчет по лабораторной работе (ОЛР).

Структурные элементы отчета и требования к оформлению те же, что и для лабораторной работы №1.

Контрольные вопросы по лабораторной работе №2:

1. Назначение токовой защиты нулевой последовательности в сети с большим током замыкания на землю.
2. Принцип действия токовой защиты нулевой последовательности в сети с большим током замыкания на землю.
3. Максимальная токовой защиты нулевой последовательности, схема и принцип действия.
4. Выбор уставок максимальной токовой защиты нулевой последовательности.
5. В сетях какого напряжения и с каким режимом заземления нейтралей применяют токовой защиты нулевой последовательности.
6. Назначение токовых отсечек нулевой последовательности.
7. Виды токовых отсечек нулевой последовательности.
8. Замыкания на землю в сети 10 кВ с изолированной нейтралью.
9. Проанализируйте отображенные осциллограммы токов фаз и суммы токов фаз линии, состояние выключателя, а также информацию о последовательности произошедших событий в журнале работы защит при коротком замыкании в сети 110 кВ(точка К32).
10. Проанализируйте отображенные осциллограммы токов фаз и суммы токов фаз линии, состояние выключателя, а также информацию о последовательности произошедших событий в журнале работы защит при коротком замыкании в сети 10 кВ(точка К31).

Контрольные вопросы по лабораторной работе №3.

1. Назначение и область применения дистанционной защиты (ДЗ) воздушных и кабельных линий электропередачи.
2. Характеристики выдержки времени ДЗ.
3. Требования и принципы выполнения реле сопротивления.
4. Упрощенная схема и принцип работы ДЗ.
5. Виды реле сопротивления.
6. Точность работы реле сопротивления.
7. Какие причины искажают работу дистанционных органов?
8. Выбор уставок ДЗ.

Контрольные вопросы по лабораторной работе №4

1. Назначение и принцип действия дифференциальной защиты трансформаторов.
2. Типы применяемых дифференциальных реле.
3. Назначение обмотки торможения в реле типа ДЗТ
4. Чем достигается компенсация сдвига токов по фазе?
5. Чем достигается компенсация первичных токов?
6. Что такое ток небаланса?
7. Мероприятия для предупреждения ложного срабатывания защиты от токов небаланса.

Тесты (приведён пример тестовых заданий)

МТЗ линии считается чувствительной, если коэффициент чувствительности в основной зоне действия защиты:

- +: 1,5-2;
- : больше или равен 1,2;
- : больше или равен 3;
- : больше или равен 1.

Селективность токовой отсечки достигается:

- +: выбором тока срабатывания;
- : выбором напряжения срабатывания;
- : выбором времени срабатывания;
- : выбором напряжения и тока срабатывания.

Ток срабатывания токовой отсечки выбирается по формуле:

- +: $K_{отс} * I_{кзВН.тах}$;
- : $K_з * I_{кзВН.тах}$;
- : $K_{сх} * I_{кзВН.тах}$;
- : $K_{сх}/K_з * I_{кзВН.тах}$.

Коэффициент возврата для большинства терминалов микропроцессорных защит равен:

- : 0,85 ;
- +: 0,95–0,98 ;
- : 0,8 ;
- : 0,75 .

Коэффициент отстройки при выборе тока срабатывания ТО равен:

- : 2-2,5 ;
- +: 1,2-1,3 ;
- : 1,5-2 ;
- : 0,95-1,2 .

Ток срабатывания ТО при токе КЗ вне защищаемой линии равно 100 А:

- +: 120 А;
- : 150 А;
- : 100 А ;
- : 90 А .

Время срабатывания ТО равно или находится в пределах (в секундах):

- : $1 > t > 2$;
- : $0,1 > t > 3$;
- +: $t = 0,1$;
- : $0,1 > t > 0,7$.

Выдержки времени МТЗ выбираются:

- +: по ступенчатому принципу;*
- : равными;*
- : не выбираются, так как селективность обеспечивается выбором тока срабатывания;*
- : тем меньшими, чем ближе РЗ к источнику питания.*

От чего отстраивают ток срабатывания последней ступени токовой защиты нуле-вой последовательности:

- +: от тока небаланса;*
- : от тока однофазного КЗ в конце защищаемого участка;*
- : от тока однофазного КЗ в начале защищаемого участка;*
- : от суммы токов нулевой и обратной последовательностей.*

Для токовой защиты нулевой последовательности чувствительность считается приемлемой, если коэффициент чувствительности:

- : больше или равен 2 ;*
- : больше или равен 1,2;*
- +: больше или равен 1,5 ;*
- : больше или равен 1*

Чувствительность последней ступени ТЗНП рассчитывается по формуле:

- +: $3I_{0min}/I_{сз}$;*
- : $3I_{0max}/I_{сз}$;*
- : $3I/I_{сз}$;*
- : $I_{0min}/I_{сз}$.*

Какой коэффициент схемы имеет схема соединения ТТ в треугольник, а обмотки реле в звезду?

- +: корень из трех*
- : 1.0*
- : 1.5*
- : 2.0*
- : 3.0*

Для промежуточной аттестации:

Оценочные материалы, вынесенные на экзамен, представлены в виде экзаменационных билетов. Ниже представлены варианты экзаменационных вопросов для формирования билетов:

1. Измерительные трансформаторы. Трансформаторы напряжения.
2. Измерительные трансформаторы. Трансформаторы тока.
3. Погрешности трансформаторов тока и напряжения.

4. Схемы соединения трансформаторов тока.
5. Схемы соединения трансформаторов напряжения.
6. Фильтры симметричных составляющих. Общие сведения, назначение, виды. Фильтры нулевых последовательностей.
7. Кабельные трансформаторы тока с кольцевыми сердечниками.
8. Виды повреждений сетей. Обозначения.
9. Виды ненормальных режимов работы сетей.
10. Оперативный ток и его источники.
11. Общие вопросы релейной защиты. Структурная схема релейной защиты.
12. Реле и их классификация.
13. Принципы действия реле. Электромагнитные реле тока. Электромагнитные реле напряжения.
14. Принципы действия реле. Промежуточные реле. Указательные реле. Электромагнитные реле времени.
15. Принципы действия реле. Индукционные измерительные реле тока.
16. Принципы действия реле. Индукционные реле направления мощности.
17. Основные требования к релейной защите. Структурная схема релейной защиты.
18. Изображение схем РЗ на чертежах.
19. Назначение, функции и свойства релейной защиты.
20. Функциональные части релейной защиты. Структурная схема релейной защиты.
21. Принципы выполнения релейной защиты. Структурная схема релейной защиты.
22. Токовые защиты. Принцип действия.
23. Токовые защиты. Виды максимальной токовой защиты (МТЗ).
24. Токовая направленная защита.
25. Токовые защиты. Принцип действия токовой отсечки.
26. Токовые отсечки: принцип действия, чувствительность, селективность, зона действия, применение.
27. Дистанционная защита. Принцип действия, логика работы.
28. Использование комплексной плоскости для изображения характеристик реле дистанционной защиты.
29. Дифференциально-фазная ВЧ защита.
30. Дифференциальные защиты линий.
31. Принцип действия дифференциальной токовой продольной защиты.
32. Токи небаланса в дифференциальной защите.
33. Защита от замыканий на землю в сети с большим током замыкания на землю.
34. Токовые защиты. Условия выбора уставок максимальных токовых защит.
35. Токовые защиты. Оперативные схемы максимальных токовых защит.
36. Токовые защиты. Оперативные схемы токовой отсечки.

37. Элементы дистанционной защиты и их взаимодействие. Логика работы.
38. Дистанционная защита. Принцип действия. Включение дистанционных органов, реагирующих на междуфазные КЗ.
39. Дистанционная защита. Принцип действия. Включение дистанционных органов, реагирующих на однофазные КЗ.
40. Выбор уставок дистанционной защиты.
41. Основные органы дифференциально-фазной ВЧ защиты и особенности их выполнения.
42. Токовые направленные защиты нулевой последовательности.
43. Максимальная токовая защита нулевой последовательности.
44. Защита от замыкания на землю. Токи и напряжения при однофазном замыкании на землю (ОЗЗ).
45. Трансформатор тока нулевой последовательности (ТНП).
46. Схема токовой направленной защиты.
47. Схема включения реле направления мощности.
48. Характеристики срабатывания реле сопротивлений.
49. Назначение, функции и свойства релейной защиты.
50. Причины, искажающие работу дистанционных органов.
51. Поведение дистанционных защит при качаниях и асинхронных режимах.
52. Дистанционная защита. Блокировки при качаниях. Логика работы.
53. Дистанционная защита. Блокировки при неисправностях цепей напряжения. Логика работы.
54. Особенности продольной дифференциальной токовой защиты трансформатора (автотрансформатора).
55. Функциональные части релейной защиты.
56. Принципы выполнения релейной защиты.
57. Особенности повреждений электроэнергетической системы.
58. Многофазные короткие замыкания в одной точке.
59. Короткие замыкания на землю.
60. Однофазные замыкания на землю.
61. Соотношение токов при трансформаторных связях в сетях.
62. Токовые защиты. Виды максимальной токовой защиты (МТЗ).
63. Токовая направленная защита.
64. Направленная защита с ВЧ блокировкой.
65. Защиты с относительной селективностью.
66. Защиты с абсолютной селективностью.
67. Выбор уставок токовой направленной защиты.
68. Искажение фаз сравниваемых токов (фазовые погрешности) в дифференциально-фазной ВЧ защите.
69. Способы повышения чувствительности дифференциальной защиты.
70. Особенности поперечной дифференциальной токовой направленной защиты.