

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Гаранин Максим Александрович

Должность: Ректор

Дата подписания: 10.03.2026 14:26:06

Уникальный программный ключ:

7708e3a47e66a8ee02711b298d7c78bd1e40bf88

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**«ПРИВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ»**

## Релейная защита

### рабочая программа дисциплины (модуля)

Специальность 23.05.05 СИСТЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДВИЖЕНИЯ ПОЕЗДОВ

Специализация Электроснабжение железных дорог

Квалификация **инженер путей сообщения**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **6 ЗЕТ**

Виды контроля в семестрах:

экзамены 9

курсовые проекты 9

#### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	9 (5.1)		Итого	
	уп	ип	уп	ип
Неделя	16 2/6			
Вид занятий	уп	ип	уп	ип
Лекции	32	32	32	32
Лабораторные	16	16	16	16
Практические	16	16	16	16
Конт. ч. на аттест.	2	2	2	2
Конт. ч. на аттест. в период ЭС	2,3	2,3	2,3	2,3
В том числе в форме практ.подготовки	101	101	101	101
Итого ауд.	64	64	64	64
Контактная работа	68,3	68,3	68,3	68,3
Сам. работа	123	123	123	123
Часы на контроль	24,7	24,7	24,7	24,7
Итого	216	216	216	216

Программу составил(и):

*к.т.н., доцент, Табаков Олег Валентинович*

Рабочая программа дисциплины

**Релейная защита**

разработана в соответствии с ФГОС ВО:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - специалитет по специальности 23.05.05 Системы обеспечения движения поездов (приказ Минобрнауки России от 27.03.2018 г. № 217)

составлена на основании учебного плана: 23.05.05-25-2-СОДПэ.pli.plx

Специальность 23.05.05 СИСТЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДВИЖЕНИЯ ПОЕЗДОВ Направленность (профиль)  
Электроснабжение железных дорог

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

**Электроснабжение железнодорожного транспорта**

Зав. кафедрой Добрынин Евгений Викторович

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

1.1	формирование профессиональных компетенций в области релейной защиты и автоматики устройств систем электроснабжения тяговых и нетяговых потребителей
-----	---

**2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Цикл (раздел) ОП:	Б1.В.11
-------------------	---------

**3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

ПК-2 Способен выполнять работы по техническому обслуживанию и ремонту оборудования тяговых трансформаторных подстанций, линейных устройств системы тягового электроснабжения

ПК-2.3 Производит расчет и выбор уставок релейной защиты и автоматики электрических сетей и тяговых подстанций

**В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен**

<b>3.1</b>	<b>Знать:</b>
3.1.1	виды реле; принцип действия электромеханических реле и микропроцессорных блоков защиты; датчики; измерительные трансформаторы; виды коротких замыканий; принципы работы микропроцессорных и релейных систем защит, устройств автоматики; схемные решения защиты; виды защит по току и по напряжению
<b>3.2</b>	<b>Уметь:</b>
3.2.1	рассчитывать уставки защиты линий и фидеров контактной сети, составлять принципиальные и логические схемы защиты; анализировать схемы релейной защиты; настраивать и обслуживать реле; определять показатели работы релейной защиты
<b>3.3</b>	<b>Владеть:</b>
3.3.1	методиками расчета и выбора систем защиты фидеров контактной сети, трансформаторов и линий электропередач; методиками расчета токов короткого замыкания и определения зон действия защит

**4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Примечание
	<b>Раздел 1. Основные понятия и определения релейной защиты</b>			
1.1	Релейная защита и автоматика. Основные понятия и требования /Лек/	9	2	
1.2	Виды аварийных ситуаций и нарушений работы энергосистем /Лек/	9	2	
1.3	Реле. Виды, назначение и принцип работы /Лек/	9	2	
1.4	Датчики и преобразователи контрольно-измерительных систем /Лек/	9	2	
1.5	Измерительные трансформаторы. Схемы подключения и условия работы /Лек/	9	2	
1.6	Реле тока РТ-40 /Лаб/	9	2	Практическая подготовка
1.7	Реле времени РВ100 /Лаб/	9	2	Практическая подготовка
1.8	Реле максимального тока. Назначение, конструкция, принцип действия и основные характеристики. /Лаб/	9	2	Практическая подготовка
1.9	Блок микропроцессорной защиты БМРЗ /Лаб/	9	3	Практическая подготовка
	<b>Раздел 2. Схемы релейной защиты</b>			
2.1	Защита электрических сетей /Лек/	9	2	
2.2	Защита от замыкания на землю /Лек/	9	2	
2.3	Защита трансформаторов /Лек/	9	2	
2.4	Моделирование максимальной токовой защиты /Лаб/	9	2	Практическая подготовка
2.5	Моделирование дифференциальной защиты трансформатора /Лаб/	9	2	Практическая подготовка
2.6	Моделирование АВР и АПВ /Лаб/	9	3	Практическая подготовка
2.7	Защита генераторов /Лек/	9	2	

2.8	Защита электродвигателей /Лек/	9	2	
2.9	Расчет дифференциальной защиты трансформатора /Пр/	9	2	Практическая подготовка
2.10	Расчет максимальных токовых защит трансформатора от внешних коротких замыканий /Пр/	9	4	Практическая подготовка
2.11	Расчет токовой защиты от перегрузок /Пр/	9	2	Практическая подготовка
2.12	Автоматика систем электроснабжения - АВР и АПВ /Лек/	9	2	
2.13	Расчет максимальной токовой направленной защиты /Пр/	9	2	Практическая подготовка
<b>Раздел 3. Защита тяговой сети</b>				
3.1	Микропроцессорные блоки системы защиты /Лек/	9	4	
3.2	Защита тяговой сети переменного тока 27.5кВ /Лек/	9	2	
3.3	Защита тяговой сети переменного тока 2х25кВ /Лек/	9	2	
3.4	Защита тяговой сети постоянного тока /Лек/	9	2	
3.5	Расчет токов короткого замыкания в тяговой сети /Пр/	9	4	Практическая подготовка
3.6	Расчет и выбор уставок быстродействующих выключателей /Пр/	9	2	Практическая подготовка
<b>Раздел 4. Самостоятельная работа</b>				
4.1	Подготовка к лекциям /Ср/	9	16	
4.2	Подготовка к лабораторным работам /Ср/	9	16	
4.3	Подготовка к практическим занятиям /Ср/	9	16	
4.4	Выполнение КП /Ср/	9	70	Практическая подготовка
4.5	Цифровая защита фидеров контактной сети постоянного тока /Ср/	9	3	
4.6	Цифровая защита фидеров контактной сети переменного тока /Ср/	9	2	
<b>Раздел 5. Контактные часы на аттестацию</b>				
5.1	Экзамен /КЭ/	9	2,3	
5.2	Защита КП /КА/	9	2	

### 5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации обучающихся приведены в приложении к рабочей программе дисциплины.

Формы и виды текущего контроля по дисциплине (модулю), виды заданий, критерии их оценивания, распределение баллов по видам текущего контроля разрабатываются преподавателем дисциплины с учетом ее специфики и доводятся до сведения обучающихся на первом учебном занятии.

Текущий контроль успеваемости осуществляется преподавателем дисциплины (модуля) в рамках контактной работы и самостоятельной работы обучающихся. Для фиксирования результатов текущего контроля может использоваться ЭИОС.

### 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

#### 6.1. Рекомендуемая литература

<b>6.1.1. Основная литература</b>				
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Эл. адрес
Л1.1	Пинчуков П. С.	Релейная защита систем электроснабжения. Токовые защиты: учебное пособие	, 2023	<a href="https://e.lanbook.com/bo">https://e.lanbook.com/bo</a>
Л1.2	Ершов А. М.	Релейная защита в системах электроснабжения напряжением 0,38-110 кВ: учебное пособие	, 2024	<a href="https://e.lanbook.com/bo">https://e.lanbook.com/bo</a>

**6.2 Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

**6.2.1 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения**

6.2.1.1	Microsoft Office
6.2.1.2	Microsoft Visio
6.2.1.3	Компас

**6.2.2 Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем**

6.2.2.1	Профессиональные базы данных:
6.2.2.2	Энергетическое оборудование и средства автоматизации: <a href="http://www.nfenergo.ru/rus.html">http://www.nfenergo.ru/rus.html</a>
6.2.2.3	База данных СРЕДСТВА И СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ: <a href="https://www.rtsoft.ru">https://www.rtsoft.ru</a>
6.2.2.4	Информационные справочные системы:
6.2.2.5	Информационно-правовой портал Гарант <a href="http://www.garant.ru">http://www.garant.ru</a>
6.2.2.6	Информационно справочная система Консультант плюс <a href="http://www.consultant.ru">http://www.consultant.ru</a>

**7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

7.1	Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, укомплектованные специализированной мебелью и техническими средствами обучения: мультимедийное оборудование для предоставления учебной информации большой аудитории и/или звукоусиливающее оборудование (стационарное или переносное).
7.2	Учебные аудитории для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, укомплектованные специализированной мебелью и техническими средствами обучения: мультимедийное оборудование и/или звукоусиливающее оборудование (стационарное или переносное)
7.3	Помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.
7.4	Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования
7.5	Лаборатории, оснащенные специальным лабораторным оборудованием: лабораторный стенд "Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем"; набор реле
7.6	Помещения для курсового проектирования / выполнения курсовых работ, укомплектованные специализированной мебелью и техническими средствами обучения (стационарными или переносными).

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ  
ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

**Релейная защита**

---

*(наименование дисциплины(модуля))*

Направление подготовки / специальность

**23.05.05 Системы обеспечения движения поездов**

---

*(код и наименование)*

Направленность (профиль)/специализация

**Электроснабжение железных дорог**

---

*(наименование)*

## 1. Пояснительная записка

Цель промежуточной аттестации – оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине, обеспечивающих достижение планируемых результатов освоения образовательной программы.

Формы промежуточной аттестации:

экзамен – 9 семестр (ОФО), 5 курс (ЗФО)

курсовой проект – 9 семестр (ОФО), 5 курс (ЗФО)

### Перечень компетенций, формируемых в процессе освоения дисциплины

Код и наименование компетенции	Код индикатора достижения компетенции
<i>ПК-2: Способен выполнять работы по техническому обслуживанию и ремонту оборудования тяговых трансформаторных подстанций, линейных устройств системы тягового электроснабжения</i>	<i>ПК-2.3: Производит расчет и выбор уставок релейной защиты и автоматики электрических сетей и тяговых подстанций</i>

### Результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Оценочные материалы
<i>ПК-2.3: Производит расчет и выбор уставок релейной защиты и автоматики электрических сетей и тяговых подстанций</i>	Обучающийся знает: виды реле; принцип действия электромеханических реле и микропроцессорных блоков защиты; датчики; измерительные трансформаторы; виды коротких замыканий, принципы работы микропроцессорных и релейных систем защит, устройств автоматики; схемные решения защиты; виды защит по току и по напряжению	Тест: 1-34 Вопросы: 1-61
	Обучающийся умеет: рассчитывать уставки защиты линий и фидеров контактной сети, составлять принципиальные и логические схемы защиты, анализировать схемы релейной защиты; настраивать и обслуживать реле; определять показатели работы релейной защиты	Задания: 1-11
	Обучающийся владеет: методиками расчета и выбора систем защиты фидеров контактной сети, трансформаторов и линий электропередач, методиками расчета токов короткого замыкания и определения зон действия защит	Задания: 12-23

Промежуточная аттестация (экзамен) проводится в одной из следующих форм:

- 1) ответ на билет, состоящий из теоретических вопросов и практических заданий;
- 2) выполнение заданий в ЭИОС университета.

Защита курсового проекта представляет собой устный публичный отчет обучающегося, на который ему отводится 7-8 минут и ответы на вопросы преподавателя.

**2. Типовые<sup>1</sup> контрольные задания или иные материалы для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих уровень сформированности компетенций**

**2.1 Типовые вопросы (тестовые задания) для оценки знаниевого образовательного результата**

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Образовательный результат
<i>ПК-2.3: Производит расчет и выбор уставок релейной защиты и автоматики электрических сетей и тяговых подстанций</i>	Обучающийся знает: виды реле; принцип действия электромеханических реле и микропроцессорных блоков защиты; датчики; измерительные трансформаторы; виды коротких замыканий, принципы работы микропроцессорных и релейных систем защит, устройств автоматики; схемные решения защиты; виды защит по току и по напряжению
<p>тест 1 Какая защита сработает при повреждении изоляции внутри трансформатора?</p> <p>а) Дифференциальная б) Защита от перегрузки в) Дистанционная</p> <p>тест 2 Какая защита сработает быстрее?</p> <p>а) Токовая отсечка б) Максимальная токовая защита в) Газовая</p> <p>тест 3 Какая защита сработает быстрее?</p> <p>а) Токовая отсечка б) Дистанционная в) Максимальная токовая</p> <p>тест 4 Что такое селективность защиты?</p> <p>а) Способность отключать только поврежденный элемент цепи б) Способность своевременно отключать поврежденный элемент цепи в) Способность выбирать какую из защит использовать</p> <p>тест 5 Что вызовет срабатывание максимальной токовой защиты?</p> <p>а) Короткое замыкание б) Повышенная нагрузка в) Внезапное отключение нагрузки</p> <p>тест 6 Назначение реле времени в МТЗ</p> <p>а) Обеспечение селективности при отстройке от внешних коротких замыканий б) Обеспечение быстродействия при внешних коротких замыканиях в) Для настройки на резонанс с контуром, образуемым цепью короткого замыкания</p> <p>тест 7 Признаками какого состояния являются: ток выше номинального значения, угол сопротивления в пределах 0-30 градусов, напряжение ниже номинального в пределах 10%</p> <p>а) Перегрузка б) Короткое замыкание в) Аварийный режим</p> <p>тест 8 Что такое коэффициент схемы?</p> <p>а) Это коэффициент учитывающий схему включения трансформаторов тока и обмоток реле. б) Это коэффициент учитывающий вид короткого замыкания в защищаемой трехфазной цепи. в) Это коэффициент, учитывающий изменение тока при коротком замыкании в защищаемой трехфазной цепи.</p> <p>тест 9 Что такое коэффициент возврата реле тока?</p> <p>а) Это отношение ток а возврата реле к току короткого замыкания в защищаемой цепи. б) Это отношение тока срабатывания реле к току его возврата. в) Это отношение тока возврата реле к току его срабатывания.</p> <p>тест 10 Каким образом можно подключить несколько реле к одному трансформатору тока?</p> <p>а) Последовательно б) Параллельно в) Оба варианта</p> <p>тест 11 Что такое коэффициент чувствительности максимальной токовой защиты?</p> <p>а) Это отношение минимального тока короткого замыкания в защищаемой цепи к току срабатывания защиты. б) Это отношение тока в защищаемой цепи к току срабатывания защиты. в) Это отношение максимального тока нагрузки к току срабатывания реле.</p> <p>тест 12 Зачем вторичные обмотки трансформатора напряжения соединяют по схеме разомкнутого треугольника?</p> <p>а) Для подключения защиты от замыкания на землю б) Для подключения защиты от двухфазного замыкания в) Для подключения защиты от трехфазного замыкания</p> <p>тест 13 Основной принцип работы дифференциальной защиты</p> <p>а) Сравнение токов</p>	

<sup>1</sup> Приводятся типовые вопросы и задания. Оценочные средства, предназначенные для проведения аттестационного мероприятия, хранятся на кафедре в достаточном для проведения оценочных процедур количестве вариантов. Оценочные средства подлежат актуализации с учетом развития науки, образования, культуры, экономики, техники, технологий и социальной сферы. Ответственность за нераспространение содержания оценочных средств среди обучающихся университета несут заведующий кафедрой и преподаватель – разработчик оценочных средств.

б)	Деление напряжения на ток
в)	Умножение напряжения и ток
тест 14	Какие выключатели должны отключиться при срабатывании дифференциальной защиты трехобмоточного трансформатора?
а)	Все
б)	Только по высокой стороне
в)	Со всех сторон, с которых может быть подано напряжение
тест 15	Как создать короткое замыкание?
а)	Зашунтировать вольтметр
б)	Зашунтировать амперметр
в)	Замкнуть обмотки трансформатора тока на малое сопротивление
тест 16	В каком порядке должны сработать защиты трансформатора при коротком замыкании на его обмотках
а)	Дифференциальная
б)	Максимальная токовая
в)	Газовая
тест 17	Как создать короткое замыкание?
а)	Прикоснуться отверткой одновременно к двум проводникам разных фаз
б)	Прикоснуться отверткой одновременно к двум проводникам одной фазы
в)	Зашунтировать предохранитель
тест 18	Какая защита сработает при повреждении изоляции внутри трансформатора?
а)	Дифференциальная
б)	Защита от перегрузки
в)	Дистанционная
тест 19	Какая защита сработает быстрее?
а)	Токовая отсечка
б)	Максимальная токовая защита
в)	Газовая
тест 20	Что такое селективность защиты?
а)	Способность отключать только поврежденный элемент цепи
б)	Способность своевременно отключать поврежденный элемент цепи
в)	Способность выбирать какую из защит использовать
тест 21	Источник первичной информации для срабатывания дифференциальной защиты
а)	Трансформатор тока
б)	Трансформатор напряжения
в)	Преобразовательный трансформатор
г)	Силовой трансформатор
тест 22	Признак короткого замыкания в линии электропередач
а)	Ток значительно превышает номинальное значение
б)	Напряжение значительно превышает номинальное значение
в)	Сопротивление цепи значительно превышает номинальное значение
тест 23	Как обеспечивается селективность МТЗ в распределительных сетях?
а)	Чем дальше от нагрузки и ближе к источнику, тем выше уставка по току
б)	Чем дальше от нагрузки и ближе к источнику, тем меньше выдержка по времени
тест 24	Что такое коэффициент схемы?
а)	Это коэффициент учитывающий схему включения трансформаторов тока и обмоток реле.
б)	Это коэффициент учитывающий вид короткого замыкания в защищаемой трехфазной цепи.
в)	Это коэффициент, учитывающий изменение тока при коротком замыкании в защищаемой трехфазной цепи.
тест 25	Что такое коэффициент возврата реле тока?
а)	Это отношение ток а возврата реле к току короткого замыкания в защищаемой цепи.
б)	Это отношение тока срабатывания реле к току его возврата.
в)	Это отношение тока возврата реле к току его срабатывания.
тест 26	Для чего используется датчик Холла?
а)	Измерение силы тока
б)	Измерение частоты напряжения
в)	Измерение освещенности
тест 27	Что может обеспечить гальваническую развязку?
а)	Измерительный трансформатор
б)	Измерительный шунт
в)	Резистивный делитель напряжения
тест 28	Что может обеспечить гальваническую развязку?
а)	Измерительный трансформатор
б)	Измерительный шунт
в)	Резистивный делитель напряжения
г)	Оптопара
д)	Емкостной делитель напряжения
тест 29	Что означает класс точности прибора?
а)	Предел погрешности в процентах
б)	Предел точности в процентах
в)	Предел погрешности в относительных долях
г)	Предел точности в относительных долях <math>< b f < /math>
тест 30	Что такое короткое замыкание?
а)	Это увеличение тока в электрической цепи в полтора или более раз
б)	Это падение напряжения в электрической цепи в два или более раз
в)	Это не предусмотренное схемой электрическое соединение между собой частей электроустановки.
тест 31	Что такое коэффициент чувствительности максимальной токовой защиты?

а)	Это отношение минимального тока короткого замыкания в защищаемой цепи к току срабатывания защиты.
б)	Это отношение тока в защищаемой цепи к току срабатывания защиты.
в)	Это отношение максимального тока нагрузки к току срабатывания реле.
тест 32	Зачем вторичные обмотки трансформатора напряжения соединяют по схеме разомкнутого треугольника?
а)	Для подключения защиты от замыкания на землю
б)	Для подключения защиты от двухфазного замыкания
в)	Для подключения защиты от трехфазного замыкания
тест 33	Какую защиту лучше использовать в распределительных сетях в качестве основной?
а)	Направленную без выдержки времени
б)	Токовую отсечку
в)	Максимальную токовую
тест 34	Отличие УЗО от автомата
а)	УЗО реагирует на отклонение тока питающего от обратного, автомат реагирует на величину питающего тока
б)	УЗО реагирует; на величину питающего тока, автомат реагирует на отклонение тока питающего от обратного
в)	УЗО применяется только в однофазных цепях, автомат может применяться и в трехфазных

## 2.2 Типовые задания для оценки навыкового образовательного результата

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Образовательный результат
<i>ПК-2.3: Производит расчет и выбор уставок релейной защиты и автоматики электрических сетей и тяговых подстанций</i>	Обучающийся умеет: рассчитывать уставки защиты линий и фидеров контактной сети, составлять принципиальные и логические схемы защиты, анализировать схемы релейной защиты; настраивать и обслуживать реле; определять показатели работы релейной защиты
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Рассчитать ток уставки максимальной токовой защиты линии электропередач при заданных <math>S_{кз}</math> источника, сопротивления и длины линии</li> <li>2. Рассчитать ток уставки токовой отсечки при заданных токах к.з. и максимальной нагрузки</li> <li>3. Оценить чувствительность защиты, зная ток срабатывания защиты и ток к.з.</li> <li>4. Рассчитать ток уставки фидера тяговой подстанции для заданного участка, зная максимальный рабочий ток и ток удаленного к.з.</li> <li>5. Рассчитать уставку максимальной токовой защиты, зная ток нагрузки, параметры трансформатора и <math>S_{кз}</math> на его вводе</li> </ol>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>6. По заданной схеме объяснить последовательность работы реле защиты</li> <li>7. Настроить реле времени, выставив заданное время срабатывания</li> <li>8. Выполнить установку заданного тока срабатывания реле тока РТ-40</li> <li>9. Выполнить установку заданного уровня срабатывания реле напряжения</li> <li>10. Составить схему максимальной токовой защиты трансформатора</li> <li>11. Собрать на стенде схему дифференциальной защиты двухобмоточного трансформатора</li> </ol>	
<i>ПК-2.3: Производит расчет и выбор уставок релейной защиты и автоматики электрических сетей и тяговых подстанций</i>	Обучающийся владеет: методиками расчета и выбора систем защиты фидеров контактной сети, трансформаторов и линий электропередач, методиками расчета токов короткого замыкания и определения зон действия защит
<ol style="list-style-type: none"> <li>12. Составить логическую схему защиты фидера контактной сети</li> <li>13. Составить схему дифференциальной защиты двухобмоточного трансформатора</li> <li>14. Составить логическую схему управления выключателем при срабатывании защиты на линии электропередач</li> <li>15. Составить схему подключения максимальной токовой защиты двухобмоточного трансформатора</li> <li>16. Составить схему подключения газовой защиты трансформатора</li> <li>17. Составить схему защиты от перегрузки трансформатора</li> <li>18. Проанализировать схему работы защиты трансформатора</li> </ol>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>19. Рассчитать ток короткого замыкания на вторичной обмотке трансформатора, зная его параметры и <math>S_{кз}</math> на входе</li> <li>20. Рассчитать ток короткого замыкания в тяговой сети, зная параметры подстанции, контактной сети и место к.з.</li> <li>21. Рассчитать трехфазный ток короткого замыкания в линии электропередач 10кВ при заданных параметрах линии и расстоянии до точки к.з. Мощность источника взять равным бесконечности.</li> <li>22. Рассчитать ток замыкания одной фазы на землю при заданных параметрах линии и расстоянии до точки к.з. и мощности источника.</li> <li>23. По заданной схеме участка пояснить зоны действия защит</li> </ol>	

## 2.3. Перечень вопросов для подготовки обучающихся к промежуточной аттестации

### Вопросы к экзамену

1. Понятие реле, понятие воздействующих величин, виды реле.
2. Понятие релейной защиты, структурная схема двухканальной релейной защиты по току и напряжению.
3. Схемы продольной и поперечной связей релейной защиты, их работа.
4. Основные виды релейной защиты (токовая защита, защита напряжения, дистанционная защита, импульсная защита, высокочастотная защита). Условия срабатывания и принципы работы защит.
5. Дифференциальная токовая защита. Виды дифференциальных токовых защит и принцип их работы.
6. Функции и свойства релейной защиты. Быстродействие релейной защиты.
7. Устойчивость функционирования защиты. Комплексная плоскость токов, ток срабатывания релейной защиты.
8. Чувствительность релейной защиты. Коэффициент чувствительности защиты  $k_{ч}$ .
9. Отстройка срабатывания релейной защиты. Коэффициент отстройки защиты  $k_{отс}$  и коэффициент запаса защиты  $k_{з}$ .
10. Ток срабатывания и ток возврата защиты в исходное состояние, коэффициент возврата защиты  $k_{в}$ .
11. Режимы работы защиты. Верное и неверное срабатывание защиты. Надежность защиты.
12. Оценка качества функционирования защиты по обобщенному показателю  $E$ .
13. Оценка качества функционирования защиты по приблизительному показателю  $E1$  и по показателю процента правильной работы защиты  $K$ , %.
14. Понятие реле. Классификация реле по виду воздействующих физических величин. Основные требования к электромагнитным реле.
15. Схема реле с поворотным якорем. Конструкция и принцип работы.
16. Определение электромагнитной силы, действующей на якорь реле и тока срабатывания реле.
17. Определение тока возврата реле. Коэффициент возврата реле. Реле максимального и минимального действия.
18. Определение времени срабатывания реле. Способы повышения быстродействия реле.
19. Работа реле на переменном токе.
20. Реле тока. Конструкция, принцип действия и основные характеристики.
21. Реле максимального тока. Конструкция, принцип действия и основные характеристики.
22. Реле времени. Конструкция, принцип действия и основные характеристики.
23. Реле направления мощности. Конструкция, принцип действия и основные характеристики.
24. Промежуточное реле. Конструкция, принцип действия и основные характеристики.
25. Указательное реле. Конструкция, принцип действия и основные характеристики.
26. Измерительная схема для релейной защиты, реагирующей на ток и напряжение.
27. Виды измерительных преобразователей. Трансформаторы тока и напряжения. Основные определения.
28. Трансформатор тока. Принципиальная схема и схема замещения трансформатора тока.
29. Построение векторной диаграммы трансформатора тока.
30. Погрешности трансформатора тока. Токовая погрешность, угловая погрешность, относительная токовая погрешность, полная погрешность.
31. Определение режима работы трансформатора тока, обеспечивающего минимальную погрешность преобразования первичного тока во вторичный.
32. Влияние величины тока в первичной обмотке трансформатора тока на погрешность преобразования тока. Диаграмма токов.
33. Оценка предельной величины первичного тока. Понятие предельной кратности тока  $K_{10}$  и  $K_{10ном}$ .
34. Основные требования к трансформаторам тока.
35. Определение оптимальной величины коэффициента трансформации  $K_{тт}$ .
36. Схема соединений трансформатора тока и обмоток реле тока в звезду. Коэффициент схемы. Условия срабатывания реле.
37. Трансформатор напряжения. Определение. Принципиальная схема однофазного трансформатора напряжения.

38. Основные соотношения величин в трансформаторе напряжения. Витковый коэффициент трансформации и коэффициент трансформации напряжения.
39. Определение режима работы трансформатора напряжения, обеспечивающего минимальную погрешность преобразования первичного напряжения во вторичное.
40. Схема соединения трансформаторов напряжения в звезду.
41. Емкостной измерительный преобразователь. Схема и принцип работы.
42. Согласующие трансформаторы тока. Схема подключения полупроводниковых защит к трансформатору тока.
43. Согласующие трансформаторы напряжения. Схема подключения полупроводниковых защит к трансформатору напряжения.
44. Измерительная схема для релейной защиты, реагирующей на ток и напряжение.
45. Основные виды повреждений линий в трехфазных сетях и их причины.
46. Изменение тока короткого замыкания во времени. Понятие ударного тока.
47. Основные виды ненормальных режимов работы электрических сетей и их причины.
48. Влияние переходных процессов на устройства релейной защиты и автоматики.
49. Максимальная токовая (не направленная) защита радиальных линий с односторонним питанием. Схема и принцип работы.
50. Принципиальная схема максимальной направленной защиты. Принцип действия. Ток срабатывания пусковых токовых реле МНЗ.
51. Максимальная направленная защита кольцевых линий. Схема и принцип действия.
52. Определение тока срабатывания максимальной направленной защиты. Коэффициенты отстройки, запаса и возврата.
53. Определение коэффициента чувствительности максимальной токовой защиты.
54. Защита трансформаторов. Типы защит трансформаторов и основные условия их работы.
55. Защита трансформаторов, не имеющих выключателей на стороне высшего напряжения. Способы отключения поврежденного трансформатора.
56. Повреждения и ненормальные режимы работы электродвигателей. Перегрузка и обрыв фазы.
57. Типы защит электродвигателей. Токовая отсечка.
58. Одно релейная однофазная схема отсечки для электродвигателей мощностью до 2 МВт.
59. Двух релейная двухфазная схема токовой отсечки для электродвигателей мощностью 2 ... 5 МВт.
60. Схема продольной дифференциальной защиты для электродвигателей мощностью свыше 5 МВт.
61. Защита электродвигателей от перегрузки. Настройка выдержки времени срабатывания от пускового тока

#### Задание для выполнения курсового проекта

- 1 – Выполнить расчет дифференциальной защиты силового трехобмоточного трансформатора.
- 2 – Рассчитать максимальную токовую защиту (МТЗ) силового трехобмоточного трансформатора.
- 3 – Выбрать токи уставки быстродействующих выключателей для защиты тяговой сети участка постоянного тока.

Исходные данные для расчета защиты трансформатора:

	Трансформатор	Выдержка времени, с		ступень выдержки, с	Sk, МВА	Sk, МВА	$\xi$
		для СН	для НН				
0	ТДТН-10000/110/35/10	0,5	0,4	0,4	400	1000	0,08

Исходные данные для расчета токов уставок

N1	Участок	Размеры движения		N2	Расчетные БВ
		масса нечет/чет, тонн	интервал нечет/чет, мин		
0	Сура - Ночка	6300/4800	10/10	0	1, 3, 2, 4

### 3. Методические материалы, определяющие процедуру и критерии оценивания сформированности компетенций при проведении промежуточной аттестации

**Критерии формирования оценок по ответам на вопросы, выполнению тестовых заданий**

- оценка **«отлично»** выставляется обучающемуся, если количество правильных ответов на вопросы составляет 100 – 90% от общего объема заданных вопросов;
- оценка **«хорошо»** выставляется обучающемуся, если количество правильных ответов на вопросы – 89 – 76% от общего объема заданных вопросов;
- оценка **«удовлетворительно»** выставляется обучающемуся, если количество правильных ответов на тестовые вопросы – 75–60 % от общего объема заданных вопросов;
- оценка **«неудовлетворительно»** выставляется обучающемуся, если количество правильных ответов – менее 60% от общего объема заданных вопросов.

### **Критерии формирования оценок по результатам выполнения заданий**

**«Отлично/зачтено»** – ставится за работу, выполненную полностью без ошибок и недочетов.

**«Хорошо/зачтено»** – ставится за работу, выполненную полностью, но при наличии в ней не более одной негрубой ошибки и одного недочета, не более трех недочетов.

**«Удовлетворительно/зачтено»** – ставится за работу, если обучающийся правильно выполнил не менее 2/3 всей работы или допустил не более одной грубой ошибки и двух недочетов, не более одной грубой и одной негрубой ошибки, не более трех негрубых ошибок, одной негрубой ошибки и двух недочетов.

**«Неудовлетворительно/не зачтено»** – ставится за работу, если число ошибок и недочетов превысило норму для оценки «удовлетворительно» или правильно выполнено менее 2/3 всей работы.

*Виды ошибок:*

- *грубые ошибки: незнание основных понятий, правил, норм; незнание приемов решения задач; ошибки, показывающие неправильное понимание условия предложенного задания.*
- *негрубые ошибки: неточности формулировок, определений; нерациональный выбор хода решения.*
- *недочеты: нерациональные приемы выполнения задания; отдельные погрешности в формулировке выводов; небрежное выполнение задания.*

### **Критерии формирования оценок по защите курсового проекта**

**«Отлично»** (5 баллов) – получают обучающиеся, самостоятельно выполнившие и оформившие курсовую работу в соответствии с предъявляемыми требованиями, в котором отражены все необходимые результаты проведенных расчетов без арифметических ошибок, сделаны обобщающие выводы, а также грамотно ответившие на все встречные вопросы преподавателя.

**«Хорошо»** (4 балла) – получают обучающиеся, самостоятельно выполнившие и оформившие курсовую работу в соответствии с предъявляемыми требованиями, в котором отражены все необходимые результаты проведенных расчетов, сделаны обобщающие выводы. При этом при ответах на вопросы преподавателя обучающийся допустил не более одной грубой ошибки или двух негрубых ошибок.

**«Удовлетворительно»** (3 балла) – получают обучающиеся, самостоятельно выполнившие и оформившие курсовую работу в соответствии с предъявляемыми требованиями, в котором отражены все необходимые результаты проведенных расчетов, сделаны обобщающие выводы. При этом при ответах на вопросы преподавателя обучающийся допустил две-три грубые ошибки или четыре негрубых ошибок.

**«Неудовлетворительно»** (0 баллов) – ставится за курсовую работу, если число ошибок и недочетов превысило норму для оценки «удовлетворительно», либо работа выполнена обучающимся не самостоятельно.

*Виды ошибок:*

- *грубые: неумение сделать обобщающие выводы, отсутствие знаний методик расчетов.*
- *негрубые: неточности в выводах, ошибки в построении схем и графиков, нарушение требований оформления.*

### **Критерии формирования оценок по экзамену**

**«Отлично»** (5 баллов) – обучающийся демонстрирует знание всех разделов изучаемой дисциплины: содержание базовых понятий и фундаментальных проблем; умение излагать программный материал с демонстрацией конкретных примеров. Свободное владение материалом должно характеризоваться логической ясностью и четким видением путей применения полученных знаний в практической деятельности, умением связать материал с другими отраслями знания.

**«Хорошо»** (4 балла) – обучающийся демонстрирует знания всех разделов изучаемой дисциплины: содержание базовых понятий и фундаментальных проблем; приобрел необходимые умения и навыки, освоил вопросы практического применения полученных знаний, не допустил фактических ошибок при ответе, достаточно последовательно и логично излагает теоретический материал, допуская лишь незначительные нарушения последовательности изложения и некоторые неточности. Таким образом данная оценка выставляется за правильный, но недостаточно полный ответ.

**«Удовлетворительно»** (3 балла) – обучающийся демонстрирует знание основных разделов программы изучаемого курса: его базовых понятий и фундаментальных проблем. Однако знание основных проблем курса не подкрепляется конкретными практическими примерами, не полностью раскрыта сущность вопросов, ответ недостаточно логичен и не всегда последователен, допущены ошибки и неточности.

**«Неудовлетворительно»** (0 баллов) – выставляется в том случае, когда обучающийся демонстрирует фрагментарные знания основных разделов программы изучаемого курса: его базовых понятий и фундаментальных проблем. У экзаменуемого слабо выражена способность к самостоятельному аналитическому мышлению, имеются затруднения в изложении материала, отсутствуют необходимые умения и навыки, допущены грубые ошибки и незнание терминологии, отказ отвечать на дополнительные вопросы, знание которых необходимо для получения положительной оценки.