

**Министерство науки и высшего образования РФ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**  
**Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Волжском**

---

**Направление подготовки: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника**

**Программа бакалавриата: Электроэнергетические системы и цифровые технологии;**

**Квалификация (степень) выпускника: бакалавр**

**Форма обучения: очная**

**Рабочая программа дисциплины**  
**РЕЛЕЙНАЯ ЗАЩИТА ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

<b>Блок:</b>	<b>Блок 1. «Дисциплины (модули)»</b>
<b>Часть блока:</b>	<b>Формируемая участниками образовательных отношений</b>
<b>№ дисциплины по учебному плану:</b>	<b>Б1.В.21</b>
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	<b>7 семестр - 6</b>
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	<b>216</b>
<b>Лекции</b>	<b>7 семестр - 32 часа</b>
<b>Практические занятия</b>	<b>7 семестр – 16 часов</b>
<b>Лабораторные работы</b>	<b>7 семестр – 16 часов</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>7 семестр – 116 часов</b>
<b>включая:</b> <b>РГР</b> <b>курсовые проекты (работы)</b>	<b>7 семестр – 20 часов</b> <b>Учебным планом не предусмотрены</b>
<b>Промежуточная аттестация:</b> <b>зачет с оценкой</b> <b>экзамен</b> <b>защита курсового проекта/работы</b>	<b>2 семестр – 2,5 часа</b>
<b>Контроль:</b> <b>экзамен</b>	<b>2 семестр – 33,5 часа</b>

**Волжский 2020**

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

И.о. заведующего кафедрой кафедры

ЭиЭ, к.т.н., доцент

(должность, ученая степень, ученое звание)



(подпись)

Е.Г. Зенина

(расшифровка подписи)

И.о. заведующего кафедрой кафедры

ЭиЭ, к.т.н., доцент

(название кафедры)



(подпись)

Е.Г. Зенина

(расшифровка подписи)

Руководитель образовательной программы

Доцент кафедры ЭиЭ, к.т.н., доцент

(должность, ученая степень, ученое звание)



(подпись)

В.Н. Курьянов

(расшифровка подписи)

СОГЛАСОВАНО:

И.о. заведующего кафедрой кафедры

ЭиЭ, к.т.н., доцент

(название кафедры)



(подпись)

Е.Г. Зенина

(расшифровка подписи)

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Целью освоения дисциплины** – изучение видов релейной защиты основных элементов электрической части энергосистем.

**Задачами дисциплины являются:**

- изучение основных видов и принципов действия защит элементов электрической части энергосистем;
- приобретение навыков расчета токовых защит различных элементов электроэнергетических систем.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ПК-1.Способен управлять технологическим оборудованием, выбирать серийное и проектировать новое оборудование	ПК-1.1. Выполняет сбор и анализ данных по заданной тематике, обосновывает выбор технологических решений	<b>знать:</b> – общие принципы выполнения релейной защиты электроэнергетических систем; <b>уметь:</b> – пользоваться графическими и аналитическими методами для согласования защит между собой;
	ПК-1.2. Демонстрирует понимание технологических процессов, способов управления оборудованием и их взаимосвязь с задачами эксплуатации	<b>знать:</b> – виды, функциональные схемы и особенности действия релейных защит основных элементов электрической части энергосистем; <b>уметь:</b> – рассчитывать уставки основных защит, устанавливаемых на отдельных элементах электроэнергетических систем.

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО**

Дисциплина относится к части формируемой участниками образовательных отношений, блока дисциплин 1 по направлению подготовки Бакалавр 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника (профили: Электроэнергетические системы и цифровые технологии).

Дисциплина базируется на следующих дисциплинах: «ТОЭ», «Переходные процессы».

Для освоения дисциплины, обучающийся должен:

### **знать:**

- общие принципы выполнения релейной защиты электроэнергетических систем;
- виды, функциональные схемы и особенности действия релейных защит основных элементов электрической части энергосистем;

### **уметь:**

- пользоваться графическими и аналитическими методами для согласования защит между собой;
- рассчитывать уставки основных защит, устанавливаемых на отдельных элементах электроэнергетических систем.

Результаты образования, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 216 часов.

№ п/п	Раздел дисциплины. Форма промежуточной аттестации <i>(по семестрам)</i>	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы								Содержание самостоятельной работы	
				Контактная						СР	Конт- роль		
				Лек	Пр	Лаб	КПР	ИККП	ПА				
1	Общие вопросы выполнения релейной защиты электроэнергетических систем	29	7	6	3	8	-	-	-	16	-	Проработка и повторение лекционного материала. Изучение литературы [1] с. 4-11, с. 12-19; [2] с. 4-8, [7] с.4-14	
2	Токовые защиты	86	7	19	9	6	-	-	-	52	-	Проработка и повторение лекционного материала. Изучение литературы [1] с.20-38, с. 44-50; [2] с. 6-9, [7] с.15-31	
3	Защиты, устанавливаемые на отдельных элементах электроэнергетических систем	41	7	7	4	2	-	-	-	28	-	Проработка и повторение лекционного материала. Изучение литературы [1] с. 62-90; [2] с. 11-28, [8] с. 31-39	
4	Расчетное задание (РГР)	24	7	-	-	-	-	-	-	20	-	Проработка лекционного материала и материалов практик. Согласно графику выполнения РГР.	
5	Экзамен	36	7	-	-	-	-	-	2,5	-	33,5	Экзамен проводится в письменной форме по билетам с последующим устным ответом согласно программе экзамена	
	<b>Итого:</b>	<b>216</b>		<b>32</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>2,5</b>	<b>116</b>	<b>33,5</b>		

### 3.2. Краткое содержание разделов. Темы лекций

#### 1. Общие вопросы выполнения релейной защиты электроэнергетических систем

Назначение релейной защиты. Требования к релейной защите. Изображение схем релейной защиты на чертежах. Элементы защиты. Принципы выполнения устройств РЗ. Источники оперативного тока.

#### 2. Токовые защиты

Принцип действия токовых защит. Принцип действия токовых отсеков. Схемы отсеков. Отсечки мгновенного действия на линиях с односторонним питанием. Неселективные отсечки. Отсечки на линиях с двусторонним питанием. Отсечки с выдержкой времени. Защита линий с помощью МТЗ с независимой выдержкой времени. Защита линий с помощью МТЗ с зависимой выдержкой времени. МТЗ с пуском (блокировкой) от реле минимального напряжения. Токовая трехступенчатая защита. Токовые защиты нулевой последовательности.

Дистанционные защиты от междуфазных повреждений. Назначение и виды дифференциальных защит. Продольная дифференциальная защита линий. Поперечная дифференциальная защита линий. Дифференциально-фазная высокочастотная защита. Необходимость токовой направленной защиты. Индукционные реле направления мощности. Схема и принцип действия ТНЗ. Схемы включения реле направления мощности.

#### 3. Защиты, устанавливаемые на отдельных элементах электроэнергетических систем

Виды повреждений трансформаторов. Дифференциальная защита трансформаторов. Меры по выравниванию вторичных токов. Токи небаланса в дифференциальной защите. Токовая защита с пуском по напряжению. Защита трансформаторов от перегрузки.

### 3.3. Темы практических занятий

1. Расчет токов КЗ для выбора РЗ.
2. Расчет номинальных и максимальных токов. Выбор трансформаторов тока.
3. Расчетная проверка трансформаторов тока.
4. Выбор и построение времятоковых характеристик предохранителей.
5. Выбор параметров МТЗ.
6. Выбор времени срабатывания и типа времятоковых характеристик МТЗ.
7. Построение обратозависимых от тока характеристик МТЗ на карте селективности.
8. Расчет МТЗ с комбинированным пуском минимального напряжения.
9. Расчет параметров многоступенчатых защит.
10. Графическое изображение зон действия МТЗ.
11. Расчет защит от однофазных коротких замыканий в сетях с изолированной нейтралью.
12. Расчет токовых защит нулевой последовательности в сетях с глухозаземленной нейтралью.
- 13-14. Расчет токов для дифференциальных защит трансформатора.
- 15-16. Расчет токовых защит (ТО, МТЗ, МТЗ с пуском по напряжению) трансформатора.

### 3.4. Темы лабораторных работ

1. Принцип действия, устройство и назначение трансформатора тока. Проверка измерительных трансформаторов тока. Снятие характеристик намагничивания сердечника ТТ (3 часа).
2. Устройство и схемы соединения трансформаторов напряжения в релейной защите и измерениях. Принцип действия, устройство, назначение и типы трансформаторов напряжения (4 часа).
3. Максимальное реле тока РТ-40. Изучение токовых защит: МТЗ и ТО (3 часа).
4. Изучение конструкции и принципа действия направленных сетевых защит. (2 часа).

5. Изучение токовых защит трансформаторов (3 часа).

6. Изучение газовой защиты трансформатора (2 часа).

### **3.5. РГР**

**Тема:** Расчет токовых защит участков электроэнергетической системы 110-10 кВ (по вариантам).

**3.6. Курсовой проект (курсовая работа) учебным планом не предусмотрены.**

### 3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Номер и наименование результатов образования по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды компетенции и индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)					Формы контроля
		1	2	3	4	5	
<b>Знать:</b>							
– общие принципы выполнения релейной защиты электроэнергетических систем	ПК-1.1	х	х	х	х	х	отчеты ЛБ № 1, №2, расчетное задание (РГР), экзамен
– виды и принципы действия основных защит линий, силовых трансформаторов	ПК-1.2	-	х	х	х	х	кр с № 1 по №4, ЛБ с № 3 по №6, расчетное задание (РГР), экзамен
<b>Уметь:</b>							
– пользоваться графическими и аналитическими методами для согласования защит между собой	ПК-1.1	-	х	х	х	х	кр с № 2 по №4, расчетное задание (РГР), экзамен
– рассчитывать уставки основных токовых защит, устанавливаемых на отдельных элементах электроэнергетических систем	ПК-1.2	-	х	х	х	х	кр с № 2 по №4, ЛБ с №3 по №5 расчетное задание (РГР), экзамен



## **4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПОДИСЦИПЛИНЕ**

### **4.1. Текущий контроль успеваемости по дисциплине:**

– контрольные работы (кр):

№1 Расчет максимальных токовых защит линий

№2 Расчет мгновенной токовой отсечки.

№3 Расчет МТЗ с комбинированным пуском минимального напряжения

№4 Расчет дифференциальных защит трансформаторов

– отчеты по лабораторным работам:

1. Принцип действия, устройство и назначение трансформатора тока. Проверка измерительных трансформаторов тока. Снятие характеристик намагничивания сердечника ТТ

2. Устройство и схемы соединения трансформаторов напряжения в релейной защите и измерениях. Принцип действия, устройство, назначение и типы трансформаторов напряжения

3. Максимальное реле тока РТ-40. Изучение токовых защит: МТЗ и ТО

4. Изучение конструкции и принципа действия направленных сетевых защит.

5. Изучение токовых защит трансформаторов.

6. Изучение газовой защиты трансформатора.

– РГР: Расчет токовых защит участков электроэнергетической системы 110-10 кВ (по вариантам).

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

### **4.2. Промежуточная аттестация по дисциплине (части дисциплины):**

Экзамен.

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и экзаменационной составляющих.

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины (модуля) – экзамен.

В приложение к диплому выносится оценка за 7 семестр.

**Примечание:** Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

## **5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **5.1 Литература:**

1. Релейная защита и автоматика энергосистем : учебное пособие по направлению 140400 "Электроэнергетика и электротехника", модуль "Электроэнергетика" / В. В. Кривенков ; ред. А. Ф. Дьяков ; Нац. исслед. ун-т "МЭИ". – М.: Изд-во МЭИ, 2012. – 164 с. – URL: [https://elibrary.mpei.ru/action.php?kt\\_path\\_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=5007](https://elibrary.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=5007) -ISBN978-5-7046-1377-0.

2. Электроэнергетика. Релейная защита и автоматика электроэнергетических систем [Электронный ресурс]: учеб. Пособие по направлению подготовки 140400

- Электроэнергетика и электротехника/ Ю.А. Ершов [и др.]. – Электрон. текстовые дан. - Красноярск: СФУ, 2012. – 68 с. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=363895>
3. Электроэнергетика. Релейная защита и автоматика электроэнергетических систем : учеб. пособие по направлению подготовки 140400 Электроэнергетика и электротехника / Ю. А. Ершов [и др.]. - Красноярск: СФУ, 2012. - 68 с.
4. Щеглов, А.И. Построение схем релейной защиты [Электронный ресурс]: учеб. Пособие / А.И. – Электрон. текстовые дан. - Новосибирск: НГТУ, 2012. – 90 с. -URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=228882>
5. Глазырин, В.Е. Расчет релейной защиты понижающих автотрансформаторов на базе микропроцессорных шкафов : учебное пособие / В.Е. Глазырин, В.А. Давыдов, А.И. Щеглов; Новосибирский государственный технический университет. – Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2011. – 91 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=228829> . – ISBN 978-5-7782-1592-4. – Текст : электронный.
6. Антонов, Д.Б. Цифровые продольные дифференциальные защиты линий электропередач. Принцип работы и выбор параметров срабатывания: учебное пособие для вузов по направлению 140400 "Электроэнергетика и электротехника" модуль "Электроэнергетика" /Д.Б. Антонов; ред. А.Ф. Дьяков; Нац. исслед. ун-т "МЭИ". – М.: Изд-во МЭИ, 2012. – 84 с. –URL: [https://elibrary.mpei.ru/action.php?kt\\_path\\_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=4999](https://elibrary.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=4999) -ISBN978-5-7046-1376-3
7. Сборник упражнений по курсу "Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем". Часть 1: для студентов по направлению 13.03.02 "Электроэнергетика и электротехника" /О.П. Алексеев, Р.В. Темкина, Б.А. Сафронов; ред. Р.В. Темкина; Нац. исслед. ун-т "МЭИ" . – М.: Изд-во МЭИ, 2016. – 44 с. – URL: [https://elibrary.mpei.ru/action.php?kt\\_path\\_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=8646](https://elibrary.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=8646)
8. Сборник упражнений по курсу "Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем". Часть 2: для студентов по направлению "Электроэнергетика и электротехника" /О.П. Алексеев, Р.В. Темкина, Б.А. Сафронов; ред. Р.В. Темкина; Нац. исслед. ун-т "МЭИ".–М.: Изд-во МЭИ, 2017. – 68 с. – URL: [https://elibrary.mpei.ru/action.php?kt\\_path\\_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=9303](https://elibrary.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=9303)

## 5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

Microsoft Office Word, Excel и PowerPoint.

## 5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

Университетская информационная система «РОССИЯ» <https://uisrussia.msu.ru>

Справочно-правовая система «Консультант+» <http://www.consultant-urist.ru>

Справочно-правовая система «Гарант» <http://www.garant.ru>

Баз данных Web of Science <https://apps.webofknowledge.com/>

База данных Scopus <https://www.scopus.com>

Портал открытых данных Российской Федерации <https://data.gov.ru>

База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ <https://rosmintrud.ru/opendata>

База данных Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU <https://elibrary.ru/>

База данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>

Базы данных Министерства экономического развития РФ <http://www.economy.gov.ru>

База открытых данных Росфинмониторинга <http://www.fedsfm.ru/opendata>

Электронная база данных «Издательство Лань» <https://e.lanbook.com>

Федеральная государственная информационная система «Национальная электронная библиотека» <https://нэб.пф>

Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» <https://openedu.ru>

Электронная база данных "Polpred.com Обзор СМИ" <https://www.polpred.com>

Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии <http://protect.gost.ru/>

Электронная библиотека МЭИ <https://ntb.mpei.ru/e-library/index.php>.

## **6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Учебное помещение, оснащено:

- доска маркерная передвижная – 1 шт.;
- персональный компьютер – 1 шт.;
- проектор – 1 шт.;
- экран – 1 шт.;
- столы и стулья на 35 посадочных мест.

Помещение для самостоятельной работы обучающихся, оснащенное компьютерной техникой (20 компьютеров), с возможностью подключения к сети Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

Учебная аудитория для проведения занятий практического типа

- доска маркерная передвижная – 1 шт.;
- телевизор – 2 шт.;
- персональные компьютеры со специализированным программным обеспечением – 11 шт.;
- столы и стулья на 24 посадочных места.

Лабораторные занятия проводятся в лаборатории Релейной защиты и автоматики.

[illegible]

**Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»  
Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Волжском**

---

**Направление подготовки: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника**

**Программа бакалавриата: Цифровые системы релейной защиты и автоматики;**

**Квалификация (степень) выпускника: бакалавр**

**Форма обучения: очная**

**Оценочные материалы по дисциплине**

**Б1.В.15 РЕЛЕЙНАЯ ЗАЩИТА ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

Оценочные материалы по дисциплине предназначены для оценки: достижения обучающимися запланированных результатов обучения по дисциплине, этапа формирования запланированных компетенций и уровня освоения дисциплины.

Оценочные материалы по дисциплине включают оценочные средства для проведения мероприятий текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

**Оценочные средства для оценки запланированных результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций:**

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Коды индикаторов достижения компетенции	Оценочное средство (тип и наименование)
<b>Знать:</b>		
– общие принципы выполнения релейной защиты электроэнергетических систем	ПК-1.1	отчеты ЛБ № 1...5, экзамен
– виды и принципы действия основных и резервных защит линий электроэнергетических систем	ПК-1.2	отчеты ЛБ № 1...5, экзамен
<b>Уметь:</b>		
– пользоваться графическими и аналитическими методами для согласования защит между собой	ПК-1.1	отчеты ЛБ № 1...5, контрольная работа № 1, 2 экзамен
– рассчитывать уставки основных и резервных защит линий электроэнергетических систем	ПК-1.2	отчеты ЛБ № 1...5, контрольная работа № 1, 2 экзамен

### Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

#### Контрольные работы:

##### кр №1 «Расчет резервных защит ЛЭП ЭЭС»

**Задание:** Для известных токов короткого замыкания в характерных точках расчетной схемы (рис.1), исходя из расположения РЗ на линиях ЭЭС 330 и 110 кВ, необходимо:

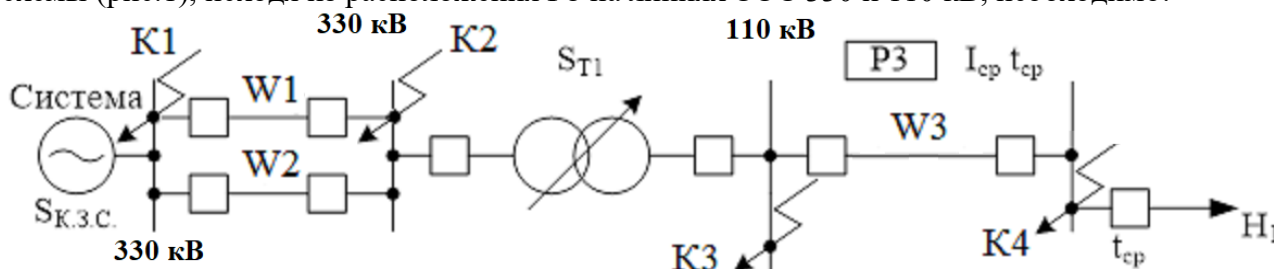


Рис. 1. Участок распределительной сети

- 1) Рассчитать уставки резервных токовых защит ЛЭП 330 кВ и 110 кВ (рис. 1): МТЗ, ТО и ТОВ, выполненную на МУРЗ.
- 2) Согласовать выбранные защиты между собой, показав их графически на карте селективности.

**По результатам СРС выставляется:**

- 9...10 баллов, если правильно выполнено (90...100)% заданий.
- 7...8 баллов, если правильно выполнено (70...80)% заданий.
- 5...6 баллов, если правильно выполнено (50...60)% заданий.

## **кр №2 «Расчет основных защит ЛЭП ЭЭС»**

### Задание:

Рассчитать дистанционную защиту (или ДФЗ) линий W1, W2 (рис.1), выполненную на МУРЗ.

### **По результатам СРС выставляется:**

- 9...10 баллов, если правильно выполнено (90...100)% заданий.
- 7...8 баллов, если правильно выполнено (70...80)% заданий.
- 5...6 баллов, если правильно выполнено (50...60)% заданий.

### **Отчеты лабораторных работ (устное собеседование по теме):**

#### **ЛБ 1. Изучение принципа действия, устройство и назначение МТЗ ЛЭП.**

Контрольные вопросы:

1. Как обеспечивается селективность МТЗ ЛЭП?
1. По каким условиям выбирается ток срабатывания МТЗ?
2. Каким образом оценивается чувствительность МТЗ?
3. Какие схемы подключения реле тока ко вторичным цепям трансформаторов тока используются при реализации МТЗ? Назовите их достоинства и недостатки.
4. Как выбираются выдержки времени МТЗ?
5. Как определяется степень селективности?

### **По результатам собеседования выставляется:**

- 8 баллов, если правильно выполнено не менее 90% заданий.
- 7 баллов, если правильно выполнено (70...80)% заданий.
- 6 баллов, если правильно выполнено (50...60)% заданий.

#### **ЛБ 2. Изучение принципа действия, устройство и назначение ТО и ТОВ ЛЭП.**

Контрольные вопросы:

1. Как обеспечивается селективность ТО ЛЭП?
2. Каково назначение ТО и ТО с выдержкой времени?
3. По каким условиям выбирается ток срабатывания ТО и ТО с выдержкой времени?
4. Каким образом оценивается чувствительность ТО и ТО с выдержкой времени?
5. С какими выдержками времени выполняются вторые ступени токовых защит?

### **По результатам собеседования выставляется:**

- 8 баллов, если правильно выполнено не менее 90% заданий.
- 7 баллов, если правильно выполнено (70...80)% заданий.
- 6 баллов, если правильно выполнено (50...60)% заданий.

#### **ЛБ 3. Изучение принципа действия, устройство и назначение ДЗ ЛЭП.**

Контрольные вопросы:

1. Каков принцип действия дистанционной защиты ЛЭП?
2. Какие токи и напряжения должны быть подведены к реле сопротивления для работы при междуфазных КЗ?
3. По каким условиям выбирается ток срабатывания I ступени дистанционной защиты?
4. По каким условиям выбирается ток срабатывания II ступени дистанционной защиты?
5. По каким условиям выбирается ток срабатывания III ступени дистанционной защиты?
6. В чем заключается преимущество дистанционной защиты по сравнению с токовыми защитами от междуфазных КЗ?
7. Каким образом оценивается чувствительность дистанционной защиты?
8. Какая характеристика срабатывания III ступени дистанционной защиты позволяет не учитывать минимальное сопротивление в рабочем режиме?

**По результатам собеседования выставляется:**

- 8 баллов, если правильно выполнено не менее 90% заданий.
- 7 баллов, если правильно выполнено (70...80)% заданий.
- 6 баллов, если правильно выполнено (50...60)% заданий.

**ЛБ 4. Изучение принципа действия, устройство и назначение ДФЗ.**

Контрольные вопросы:

1. Каков принцип действия дифференциально-фазной защиты ЛЭП?
2. Каким образом информация о фазе тока на данном конце линии передается на противоположный конец ЛЭП?
3. По каким условиям выбираются уставки пусковых органов дифференциально-фазной защиты ЛЭП?
4. Каков принцип действия направленной защиты ЛЭП с высокочастотной блокировкой?
5. С какой целью в ДФЗ применяются пусковые органы разной чувствительности?

**По результатам собеседования выставляется:**

- 8 баллов, если правильно выполнено не менее 90% заданий.
- 7 баллов, если правильно выполнено (70...80)% заданий.
- 6 баллов, если правильно выполнено (50...60)% заданий.

**ЛБ 5. Изучение принципа действия, устройство и назначение ДЗЛ.**

Контрольные вопросы:

1. К какому типу защит относится ДЗЛ?
1. Постройте тормозную характеристику и поясните все её параметры и области.
2. Чем характеризуется торможение с адаптивной характеристикой?
3. Что понимается под термином «адаптивный канал связи»?
4. Какие дополнительные режимы необходимо учитывать при выборе порога срабатывания ДЗЛ, установленной на линии с понижающей подстанцией на ответвлении?
5. Назовите основные типы цифровых каналов, применяемых для организации защитного канала связи ДЗЛ?
6. В чем основные отличия многомодового и одномодового оптоволокна?
7. Укажите особенности оптических передатчиков с поддержкой WDM-технологии.
8. Как подключается устройство ДЗЛ к мультиплексированным каналам?
9. Назовите основные способы синхронизации по времени полукомплектов ДЗЛ.

**По результатам собеседования выставляется:**

- 8 баллов, если правильно выполнено не менее 90% заданий.
- 7 баллов, если правильно выполнено (70...80)% заданий.
- 6 баллов, если правильно выполнено (50...60)% заданий.

**Промежуточная аттестация**

**7 семестр**

**Экзамен**

Экзаменационный билет включает два теоретических вопроса и качественную задачу.

Примеры вопросов к экзаменационным билетам:

1. Принцип действия и обеспечение селективности МТЗ
2. Согласование защит МТЗ по чувствительности
3. МТЗ с блокировкой по напряжению
4. Направленные МТЗ: принцип действия и виды схем включения РНМ
5. Направленные МТЗ: виды схем включения РНМ, основные параметры по смешанной векторной диаграмме



6. Направленные МТЗ: основные параметры по векторным диаграммам для синусного и косинусного реле
7. Зона каскадного действия и мертвая зона направленных защит
8. Принцип действия и обеспечение селективности ТО
9. Неселективные токовые отсечки с выдержкой времени
10. НТО без выдержки времени
11. ТО на магистральных линиях
12. ТО на линиях с двусторонним питанием
13. Трехступенчатые токовые защиты
14. Токовые защиты нулевой последовательности (ТЗНП) в сетях с глухозаземленной нейтралью
15. Дистанционные защиты
16. Дистанционный орган МУРЗ
17. Факторы, влияющие на вид характеристики ДЗ
18. Характеристики срабатывания дистанционного органа
19. Устройство блокировки ДЗ при качаниях
20. Критерии отделения качаний от режимов КЗ
21. Виды основных защит ЛЭП и требования, предъявляемые к ним
22. Высокочастотная блокировка: принцип действия
23. Высокочастотная блокировка МУРЗ типа БЭ 2704 031 НПП «ЭКРА»: функциональная схема и функциональные органы
24. Действие ВЧБ при несимметричных и симметричных КЗ вне защищаемой зоны
25. Действие ВЧБ при несимметричных и симметричных КЗ на защищаемой линии
26. Действие ВЧБ при реверсе мощности
27. Действие ВЧБ на ЛЭП с ответвлениями и при неисправностях в цепях напряжения
28. Дифференциально-фазная защита: принцип действия и основные органы РЗ
29. Дифференциально-фазная защита: классификация пусковых органов и по условиям применения ДФЗ, особенности применения МУРЗ
30. ДФЗ МУРЗ типа БЭ 2704 081 НПП «ЭКРА»: функциональная схема и функциональные органы
31. Действие ДФЗ при КЗ на защищаемой линии
32. Действие ДФЗ при реверсе мощности
33. Дифференциальная защита линии с цифровым каналом связи: принцип действия и преимущества
34. Дифференциальная защита линии с цифровым каналом связи: особенности

*Вариант задачи к экзаменационному билету:*

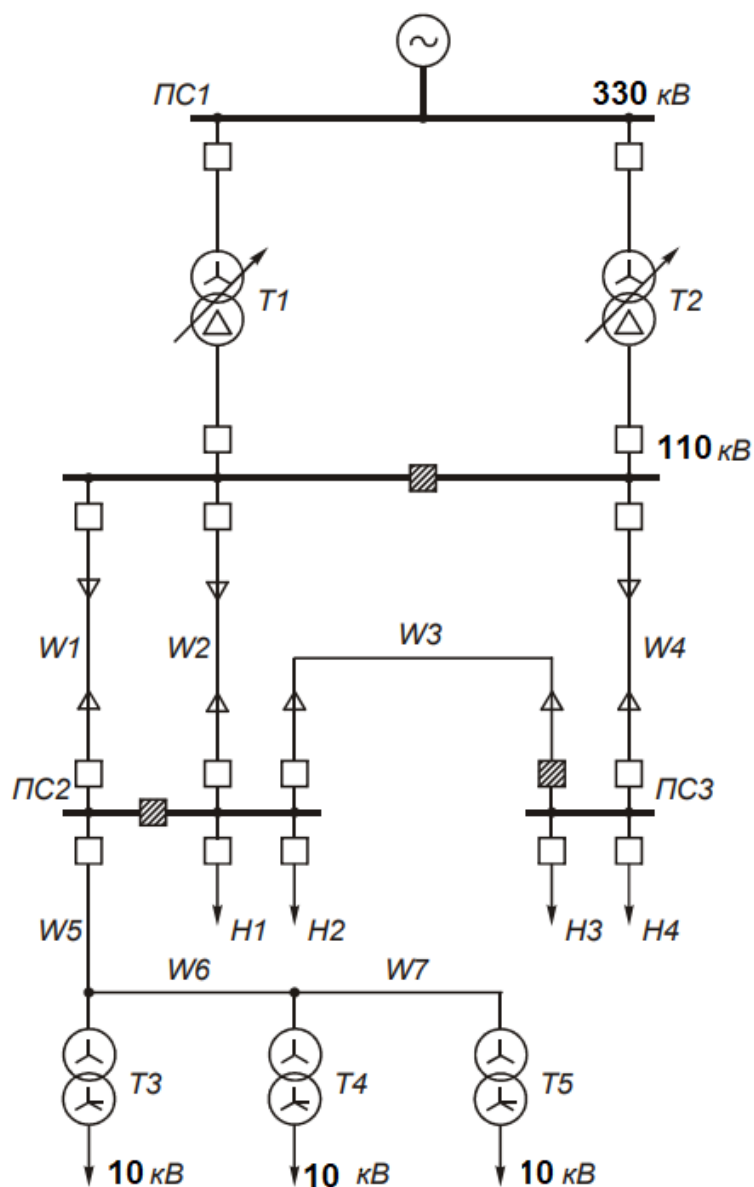


Рис. 3

**Требуется:** показать методику расчета, записав основные формулы без подстановки числовых значений

- 1) Определить состав основных защит участка ЛЭП 110 кВ (рис.3). Определить необходимость применения направленных защит.
- 2) Пояснить защитную характеристику ДФЗ.

Время подготовки ответа – 60 минут.

**По результатам ответа на экзамене выставляется:**

- 36-40 баллов, если правильно выполнено практическое задание, и при ответе на вопросы экзаменационного билета и на дополнительные вопросы обучающийся показал, что владеет материалом изученной дисциплины, свободно применяет свои знания для объяснения различных фактов или решения задач;
- 26-35, если правильно выполнено практическое задание или в нем допущено не более одной ошибки, которая была самостоятельно исправлена обучающимся, и при ответе на вопросы экзаменационного билета и на дополнительные вопросы обучающийся допускает негрубые ошибки;
- 20-25 баллов, если в выполненном практическом задании допущены грубые ошибки, которые затем исправлены обучающимся при участии экзаменатора или практическое задание не выполнено в полном объеме, но обучающийся смог довести решение до

конца при участии экзаменатора, и в ответах на вопросы экзаменационного билета допущены ошибки.

Оценка по дисциплине определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов филиала НИУ «МЭИ» в г. Волжском по совокупности результатов текущего контроля успеваемости и зачетной составляющих.

В зависимости от количества баллов за дисциплину выставляется:

<b>Оценка</b>	<b>Количество баллов</b>
оценка 5 («отлично»)	90 – 100 баллов
оценка 4 («хорошо»)	76 – 89 баллов
оценка 3 («удовлетворительно»)	60 – 75 баллов
оценка 2 («неудовлетворительно»)	0 – 59 баллов