

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  
**Нововоронежский политехнический институт –**  
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  
**(НВПИ НИЯУ МИФИ)**

УТВЕРЖДЕНА:

Руководителем НВПИ НИЯУ МИФИ

  
Е.Н. Булатова  
«14» марта 2023г.



## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **«Релейная защита и автоматика электроэнергетических систем»**

**Направление подготовки:** 13.03.02. Электроэнергетика и электротехника

**Наименование образовательной программы:** Электрические станции

**Уровень образования:** бакалавриат

**Форма обучения:** очная

Нововоронеж 2023 г.



## **1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Цель дисциплины: приобретение знаний основополагающих принципов обеспечения надежности систем электроснабжения с помощью средств устройств релейной защиты и автоматики (УРЗА).

Задачи освоения дисциплины:

- изучение понятий и принципов теории релейной защиты и автоматики электроэнергетических систем;
- изучение основных методов и средств защиты энергообъектов от повреждений и ненормальных режимов работы;
- овладение навыками анализа, технического обслуживания и эксплуатации устройств РЗА и с использованием современных технологий;
- ознакомление с комплектами, терминалами защит на различных элементных базах.

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО**

Дисциплина «Релейная защита и автоматика электроэнергетических систем» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 ООП по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника. Дисциплина изучается в 6 семестре.

Для освоения данной дисциплины требуется знание следующих дисциплин:

- Электрические машины;
- Теоретические основы электротехники;
- Электрооборудование электрических станций и подстанций.

Знания, полученные при изучении дисциплины, помогут студентам при изучении других дисциплин базовой и вариативной части программы, в научно-исследовательской работе, дипломном проектировании, а также в дальнейшей профессиональной деятельности.

## **3. КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТА, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ / ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАЗОВАНИЯ И КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТА ПО ЗАВЕРШЕНИИ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Дисциплина направлена на формирование следующих компетенций:

ПК-7 Способен участвовать в пусконаладочных работах;

ПК-10.1 Способен обеспечивать оперативную эксплуатацию электротехнического оборудования АС.

В результате изучения дисциплины студент должен:

**Знать:**

- технические данные, устройство, принцип действия конструктивные особенности обслуживаемого электротехнического оборудования;
- основные правила обеспечения эксплуатации АС;
- основные принципы культуры безопасности;
- требования охраны труда при эксплуатации электроустановок;
- правила применения и испытания средств защиты, используемых в электроустановках;
- правила пожарной безопасности при эксплуатации АС;
- Нормы и правила радиационной безопасности;
- порядок оказания первой помощи;
- методы контроля за соблюдением требований охраны труда;
- Правила устройства электроустановок;
- общие положения по устройству и эксплуатации систем аварийного электро-снабжения АС

**Уметь:**

- применять устройства для проверки опробования устройств релейной защиты автоматики, технологической, аварийной и пожарной сигнализации;
- выявлять причины появления дефектов и отказов оборудования; использовать сетевые компьютерные технологии;
- разрабатывать эксплуатационную и техническую документацию;
- соблюдать требования охраны труда в электроустановках, пожарной, радиационной и технической безопасности на АС;
- осуществлять безопасную эксплуатацию оборудования АС.

**Владеть:**

- методами проведения программ испытаний соблюдением организационных технических мероприятий при производстве пусконаладочных работ;
- проведением анализа и разработкой мероприятий по предупреждению отказов и нарушений в работе ЭТО и устройств АС;
- планированием и контролем работ по оценке, прогнозированию и управлению ресурсными характеристиками ЭТО и систем АС;
- разработкой отчетов по итогам анализа работы ЭТО АС;
- разработкой эксплуатационной документации для выполнения возложенных задач;
- подготовкой организационно-распорядительной документации по эксплуатации ЭТО и устройств релейной защиты и автоматики АС.

## 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 216 часов.

### 4.1 Структура дисциплины

№ п/п	Раздел учебной дисциплины	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)			
		Лекции	Практ. работы	Лабораторные раб.	СРС
6 семестр					
1	Введение. Назначение релейной защиты. Основные требования к релейной защите. Основные органы и алгоритмы работы релейной защиты. Принципы выявления повреждения элементов энергетических систем. Виды защит.	4	4		10
2	Первичные преобразователи тока и напряжения. Вторичные схемы электрических соединений. Общие принципы построения РЗ. Элементная база РЗА. Микропроцессорные устройства РЗА. Шкафы защит.	8	6		16
3	Токовые защиты. Выбор уставок срабатывания максимальных токовых защит. Защита воздушных и кабельных линий 6-35кВ, секций 6-10кВ, электростанций и подстанций. Защита электродвигателей до и выше. Защита минимального напряжения.	6	2	8	24
4	Дифференциальные, дистанционные защиты, фильтры токов и напряжений. Защиты воздушных линий 110-750кВ. Определение мест повреждений линий. Защита трансформаторов. Защита генераторов и блоков генератор-трансформатор. Защиты шин и шинопроводов.	6	12	6	24
5	Автоматика на эл.станциях и в электрических сетях. Системная автоматика.	4	6	4	16
6	Терминалы, комплекты, шкафы релейной защиты и автоматики.	4	-		10

	Пуско-наладочные работы, комплекты для проверки защит. Техническое обслуживание УРЗА				
	Экзамен				
	Итого за 6 семестр	32	30	18	100

## 4.2. Содержание дисциплины

### 4.2.1 Наименование тем, их содержание и объем в часах

#### 6 семестр

Раздел дисциплины	Лекционные занятия		
	Наименование лекционного занятия	Выполнение (час)	
		Ауди-торных	Сам. работа
Раздел 1 Введение. Назначение релейной защиты. Основные требования к релейной защите. Основные органы и алгоритмы работы релейной защиты. Принципы выявления повреждений элементов энергетических систем. Виды защит.	Назначение релейной защиты. Основные требования к релейной защите и электроавтоматике. Основные органы устройств релейной защиты и автоматики (УРЗА). Назначения и принцип действия технологической электроавтоматики. Принцип выявления поврежденных элементов электроэнергетических систем. Виды повреждений. Векторные диаграммы и расчет токов короткого замыкания. Нормативные документы, регламентирующие устройство и техническое обслуживание УРЗА.	4	6
Раздел 2 Первичные преобразователи тока и напряжения. Вторичные схемы электрических соединений. Общие принципы построения РЗ. Элементная база РЗА. Микропроцессорные устройства РЗА. Шкафы защит.	Первичные преобразователи тока и напряжения для УРЗА. Трансформаторы тока и напряжения. Схемы соединений. Вторичные цепи тока и напряжения. Вторичные схемы электрических соединений и их цепи. Общие принципы построения схемы защит, управления, сигнализации. Источники оперативного тока. Токовые защиты. Способы обеспечения селективной работы защит. Электромеханические, статические реле и микропроцессорные устройства РЗА. Шкафы защит.	4	6
	Защита от прямых ударов молнии воздушных линий, подстанций и электростанций. Внутренние перенапряжения. Феррорезонансные явления, коммутационные перенапряжения.	4	4
Раздел 3 Токовые защиты. Выбор уставок срабатывания максимальных токовых защит. Защита воздушных и кабельных линий 6-35кВ, секций 6-10кВ, электро-	Особенности повреждений возникающих на линиях электропередач. Защиты электродвигателей до и выше 1000В. Выбор токов срабатывания. Выбор уставок срабатывания максимальных токовых защит. Защиты минимального напряжения. Выбор параметров срабатыва-	6	12

станций и подстанций. Защита электродвигателей до и выше. Защита минимального напряжения.	ния. Принципы построения защит воздушных и кабельных линий, секций собственных нужд ЭиП.		
Раздел 4 Дифференциальные, дистанционные защиты, фильтры токов и напряжений. Защиты воздушных линий 110-750кВ. Определение мест повреждений линий. Защита трансформаторов. Защита генераторов и блоков генератор-трансформатор. Защиты шин и шинопроводов.	Токовые направления защиты. Определение места повреждения на линиях. Дифференциальные защиты, принцип построения. Выбор параметров срабатывания. Дистанционные защиты. Дифференциально-фазные защиты. Терминалы, комплекты релейных защит. Защиты воздушных и кабельных линий 6-500кВ. Защита трансформаторов. Газовая защита. Защиты турбогенераторов АС. Защита блоков генератор-трансформатор. Защиты от асинхронного режима.	6	6
Раздел 5 Автоматика на эл.станциях и в электрических сетях. Системная автоматика	Автоматика на электростанциях и в электрических сетях. Автоматика систем охлаждения и пожаротушения автоматика. Автоматический ввод резерва. Автоматическое повторное включение. Регулирование напряжения и частоты. Виды системной автоматики. Автоматическое регулирование возбуждения	4	6
Раздел 6 Терминалы, комплекты, шкафы релейной защиты и автоматики. Пуско-наладочные работы, комплекты для проверки защит. Техническое обслуживание устройств РЗА.	Терминалы, модули, шкафы релейной защиты и автоматики. Конструкции, комплектующие. Техническое обслуживание УРЗА. Установки для проверки простых и сложных защит. Организация и производство работ в устройствах РЗА.	4	10
Всего		32	50

#### 4.2.2 Темы практических занятий и объем в часах

##### 6 семестр

Раздел дисциплины	Практические занятия		
	Наименование практического занятия	Выполнение (час)	
		Аудиторных	Сам. работа
Раздел 1 Введение. Назначение релейной защиты. Основные требования к релейной защите. Основные органы и алгоритмы работы релейной защиты. Принципы выявления повреждений элементов	Расчет токов короткого замыкания для релейной защиты.	2	2
	Реле тока, напряжения, промежуточные	2	2

энергетических систем. Виды защит.			
Раздел 2 Первичные преобразователи тока и напряжения. Вторичные схемы электрических соединений. Общие принципы построения РЗ. Элементная база РЗА. Микропроцессорные устройства РЗА. Шкафы защит.	Трансформаторы тока, схемы соединений, выбор, проверка. Токовые цепи. Векторные диаграммы	2	2
	Цепи управления и сигнализации	2	2
	Микропроцессорные устройства РЗА. МПА «Сириус»	2	2
Раздел 3 Токовые защиты. Выбор уставок срабатывания максимальных токовых защит. Защита воздушных и кабельных линий 6-35кВ, секций 6-10кВ, электро-станций и подстанций. Защита электродвигателей до и выше. Защита минимального напряжения.	Расчет ступенчатой токовой защиты от междуфазных КЗ на линии с односторонним питанием	2	4
Раздел 4 Дифференциальные, дистанционные защиты, фильтры токов и напряжений. Защиты воздушных линий 110-750кВ. Определение мест повреждений линий. Защита трансформаторов. Защита генераторов и блоков генератор-трансформатор. Защиты шин и шинно-проводов.	Дуговые защиты, логические защиты шин	2	2
	Изучение полной схемы защит энергоблока	4	4
	Расчёт дифференциальной защиты генератора	2	2
	Расчет дифференциальной защиты блочного трансформатора с реле ДЗТ-11/5.	2	2
	Расчёт дифференциальной защиты трансформатора СН на реле ДЗТ-21	2	2
Раздел 5 Автоматика на эл.станциях и в электрических сетях. Системная автоматика	Автоматическое регулирование возбуждения.	2	2
	Автоматика, охлаждение и пожаротушение трансформаторов. Регулирование напряжения.	2	2
	Противоаварийная автоматика	2	2
Всего		30	32



### 4.2.3 Темы лабораторных занятий, их содержание и объем в часах

6 семестр

Раздел дисциплины	Лабораторные занятия		
	Наименование лабораторного занятия	Выполнение (час)	
		Ауди-торных	Сам. работа
Раздел 3 Токовые защиты. Выбор уставок срабатывания максимальных токовых защит. Защита воздушных и кабельных линий 6-35кВ, секций 6-10кВ, электростанций и подстанций.	Моделирование максимальной токовой защиты линии электропередач	2	2
	Моделирование мгновенной токовой отсечки линии электропередачи	2	2
	Моделирование максимальной токовой защиты радиальной электрической сети с односторонним питанием	2	2
	Моделирование дифференциальной защиты линии электропередачи	2	2
Раздел 4 Дифференциальные, дистанционные защиты, фильтры токов и напряжений. Защиты воздушных линий 110-750кВ. Определение мест повреждений линий. Защита трансформаторов. Защита генераторов и блоков генератор-трансформатор	Моделирование дифференциальной защиты трансформатора	2	2
	Моделирование максимальной токовой защиты электрической цепи с помощью автоматического выключателя	2	2
	Моделирование тепловой защиты электрической цепи с помощью электротеплового реле	2	2
Раздел 5 Автоматика на эл.станциях и в электрических сетях. Системная автоматика.	Автоматическое включение резервного питания нагрузки	2	2
	Автоматическое повторное включение линии электропередачи	2	2
Всего		18	18

### 4.3 Организация самостоятельной работы студентов

Учебным планом дисциплины на самостоятельную работу студентов отводится 100 часов.

Наименование работы	СРС
6 семестр	
Изучение теоретического материала	50
Подготовка к практическим занятиям	50
Всего в 6 семестре	100

## **5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

### **5.1. Образовательные технологии**

При реализации рабочей программы дисциплины используются различные образовательные технологии. Аудиторные занятия проводятся в интерактивном классе в виде лекций, практических занятий, лабораторных работ. Проведение аудиторных занятий предполагает демонстрацию мультимедийных презентаций, а также использование образовательных технологий, подразумевающих дискуссионный и проблемный подход: проблемная лекция, дидактическая игра, решение практико-ориентированной проблемной задачи.

Самостоятельная работа студентов подразумевает под собой проработку лекционного и практического материала, решения практических задач.

### **5.2. Информационные технологии**

Программное обеспечение общего и профессионального назначения.

## **6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

6.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы:

ПК-7 Способен участвовать в пусконаладочных работах;

ПК-10.1 Способен обеспечивать оперативную эксплуатацию электротехнического оборудования АС.

В результате изучения дисциплины студент должен:

#### **Знать:**

31– технические данные, устройство, принцип действия конструктивные особенности обслуживаемого электротехнического оборудования;

32– основные правила обеспечения эксплуатации АС;

33– основные принципы культуры безопасности;

34– требования охраны труда при эксплуатации электроустановок;

35– правила применения и испытания средств защиты, используемых в электроустановках;

36– правила пожарной безопасности при эксплуатации АС;

37– Нормы и правила радиационной безопасности;

38– порядок оказания первой помощи;

39– методы контроля за соблюдением требований охраны труда;

310– Правила устройства электроустановок;

311– общие положения по устройству и эксплуатации систем аварийного электроснабжения АС

**Уметь:**

У1– применять устройства для проверки опробования устройств релейной защиты автоматики, технологической, аварийной и пожарной сигнализации;

У2– выявлять причины появления дефектов и отказов оборудования; использовать сетевые компьютерные технологии;

У3– разрабатывать эксплуатационную и техническую документацию;

У4– соблюдать требования охраны труда в электроустановках, пожарной, радиационной и технической безопасности на АС;

У5– осуществлять безопасную эксплуатацию оборудования АС.

**Владеть:**

В1– методами проведения программ испытаний соблюдением организационных технических мероприятий при производстве пусконаладочных работ;

В2– проведением анализа и разработкой мероприятий по предупреждению отказов и нарушений в работе ЭТО и устройств АС;

В3– планированием и контролем работ по оценке, прогнозированию и управлению ресурсными характеристиками ЭТО и систем АС;

В4– разработкой отчетов по итогам анализа работы ЭТО АС;

В5– разработкой эксплуатационной документации для выполнения возложенных задач;

В6– подготовкой организационно-распорядительной документации по эксплуатации ЭТО и устройств релейной защиты и автоматики АС.

6.2. Программа оценивания контролируемой компетенции:

№ п/п	Контролируемые разделы дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства	
			текущий	рубежный
1	Раздел 1 Введение. Назначение релейной защиты. Основные требования к релейной защите. Основные органы и алгоритмы работы релейной защиты. Принципы выявления повреждения элементов энергетических систем. Виды защит.	ПК-7, ПК-10.1	Т, ПР	ОП
2	Раздел 2 Первичные преобразователи тока и напряжения. Вторичные схемы электрических соединений. Общие принципы построения РЗ. Элементная база РЗА. Микропроцессорные устройства РЗА. Шкафы защит.	ПК-7, ПК-10.1	Т, ПР	Т

3	Раздел 3 Токовые защиты. Выбор уставок срабатывания максимальных токовых защит. Защита воздушных и кабельных линий 6-35кВ, секций 6-10кВ, электростанций и подстанций. Защита электродвигателей до и выше. Защита минимального напряжения.	ПК-7, ПК-10.1	Т	ОП
4	Раздел 4 Дифференциальные, дистанционные защиты, фильтры токов и напряжений. Защиты воздушных линий 110-750кВ. Определение мест повреждений линий. Защита трансформаторов. Защита генераторов и блоков генератор-трансформатор. Защиты шин и шинопроводов.	ПК-7, ПК-10.1	Т, ПР	Т
5	Раздел 5 Автоматика на эл.станциях и в электрических сетях. Системная автоматика	ПК-7, ПК-10.1	Т, ПР	Т
6	Раздел 6 Терминалы, комплекты, шкафы релейной защиты и автоматики. Пуско-наладочные работы, комплекты для проверки защит. Техническое обслуживание устройств РЗА	ПК-7, ПК-10.1	Т, ПР	Т

Формами аттестации по дисциплине является экзамен в 6 семестре

### 6.3. Оценочные средства для текущей и промежуточной аттестации

№ п/п	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
1	Опрос	Средство контроля, организованное как специальная беседа педагогического работника с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.	Вопросы по темам/разделам дисциплины
2	Тест	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.	Фонд тестовых заданий
3	Практические занятия	Конспектирование рекомендуемых источников и составление отчета по лабораторной работе. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение заданий и решение задач.	Контрольные вопросы, обеспечивающие достаточный уровень знаний.

6.4 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

6.4.1. Примерный перечень тестовых заданий

**1 В каком из перечисленных случаях невозможна параллельная работа трансформаторов?**

- 1 Группа соединения обмоток одинакова, соотношение мощностей трансформаторов не более 1:3.
- 2 Коэффициенты трансформации отличаются не более чем на +0,5%,  $u_k$  отличаются не более чем на  $\pm 10\%$ .
- 3 Разные группы соединения обмоток.
- 4 Произведена фазировка трансформаторов.

**2 ... являются самым надежным источником питания устройств РЗ, так как они готовы к действию в любой момент времени с необходимым уровнем напряжения и мощности независимо от состояния основной сети переменного тока.**

- 1 Трансформаторы тока.
- 2 Стабилизаторы напряжения.
- 3 Аккумуляторные батареи.
- 4 Генераторы.

**3 Перечислите конструкционное отличие реле напряжения РТ-50 и реле тока РТ-40?**

- 1 Реле тока не имеет механического гасителя вибрации якоря.
- 2 У реле РН-50 и РТ-40 нет отличий.
- 3 Реле напряжения не имеет механического гасителя вибрации якоря.
- 4 Нет правильного ответа.

**4....релейной защиты – способность отключать только повреждённый участок сети.**

- 1 Селективность.
- 2 Быстродействие.
- 3 Чувствительность.
- 4 Надёжность.

**5 Разница между временем действия МТЗ двух смежных участков называется:**

- 1 Интегрирующей ступенью.
- 2 Ступенью времени или ступенью селективности:
- 3 Зоной действия защиты.
- 4 Расстоянием между зоной действия и зоной недействия МТЗ.

**6 Назовите основные защиты силового трансформатора?**

- 1 Дифференциальная и газовая защиты.
- 2 Защита от замыкания на землю.
- 3 Защита от перегрузки.
- 4 Защита от снижения уровня масла.

ПК2.2 Выполнять режимные переключения в энергоустановках

**7 В каком состоянии должна находиться маслonaполненная кабельная линия во время ремонта?**

- 1 В рабочем состоянии.
- 2 В отключенном со стороны потребителя и заземляется со стороны потребителя.
- 3 Линия должна быть отключена и заземлена с двух сторон.
- 4 Линия должна быть отключена без подключения заземления.

**8 ... должна обладать достаточной чувствительностью при возникновении КЗ в пределах зоны её действия.**

- 1 Селективность.
- 2 Надёжность.
- 3 Чувствительность.**
- 4 Быстродействие.

7.4.2. Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

- 1) Расчёт дифференциальной защиты блочного трансформатора ТНЦ - 1250000/330/24

Наименование величины	Обозначение и метод определения	Числовое значение для стороны	
Первичный ток на сторонах защищаемого трансформатора. А	$I_{\text{НОМ.}} = \frac{S_{\text{НОМ.}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{НОМ.}}}$		
Схема соединения трансформаторов тока			

Коэффициент трансформации трансформатора тока : -расчетный, -принятый	$K_1 = \frac{I_{НОМ.}}{I_2} \cdot K_{СХ}$		
Вторичный ток в плечах защиты, соответствующий проходной мощности. (А)	$I_{НОМ.В.} = \frac{I_{НОМ.}}{K_1} \cdot K_{СХ}$		

### 7.4.3. Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену

1. Виды повреждений в электроэнергетических системах, их опасность. Виды аномальных режимов, их опасность.

2. Требования, предъявляемые к устройствам РЗ. Виды схем РЗ. Функциональная схема релейной защиты как устройства автоматического управления.

3. Основные органы релейной защиты. Способы изображения реле на принципиальных схемах. Понятие о монтажных схемах устройств РЗ. Классификация реле.

4. Назначение постоянного и переменного оперативного тока. Источники оперативного тока.

5. Схемы соединения обмоток трансформаторов тока и реле.

6. Виды реле. Реле прямого действия, устройство, область применения. Принципы выполнения и действия электромагнитных реле. Параметры срабатывания и возврата, коэффициент возврата. Способы регулирования параметров.

7. Конструкция электромагнитных реле тока и напряжения. Полупроводниковые реле тока и напряжения. Способы регулирования параметров.

8. Индукционное реле тока, принцип действия.

9. Промежуточные реле, реле времени, указательные реле, их назначение, конструктивные особенности.

10. Конструктивные особенности реле на постоянном и переменном токе, быстродействующих и с замедлением.

11. Токовые защиты. Принципы выполнения и действия максимальной токовой защиты (МТЗ). Принципиальная схема защиты. Расчет уставок защиты и проверка чувствительности. МТЗ с пуском по напряжению.

12. Токовая отсечка, принцип действия, схема. Расчет уставок и проверка чувствительности. Ступенчатая токовая защита, область применения. Современные комплекты токовых защит на постоянном и переменном оперативном токе.

13. Принцип действия направленной МТЗ. Схема защиты, основные органы. Конструкция реле направленной мощности.. Расчет уставок защиты по току и по времени. Мертвая зона защиты. Область применения направленных МТЗ.

14. Защита от замыканий на землю в электрических сетях. Защита кабельных линий напряжением 6-10 кВ от замыканий на землю. Устройство общей и индивидуальной (селективной) сигнализации. Конструкция трансформатора тока нулевой последовательности.

15. Ступенчатые токовые защиты нулевой последовательности.

16. Принципы выполнения и действия продольной дифференциальной защиты линий. Токи небаланса. Область применения защиты.

17. Поперечная дифференциальная защита двух параллельных электрических линий. Поперечная направленная дифференциальная защита двух параллельных электрических линий.

18. Зона каскадного действия защиты. Блокировка защиты в случае отключения одной линии.

19. Принцип действия, основные органы дистанционной защиты, область ее применения.

20. Принцип действия и основные органы дифференциально-фазной высокочастотной защиты.

21. Защита трансформаторов и автотрансформаторов. Газовая защита.

22. Дифференциальная защита на трансформаторах (автотрансформаторах). Особенности выполнения дифференциальной защиты на трансформаторах.

23. Продольная дифференциальная защита генератора; схема, принцип действия.

24. Защита генератора от замыканий между витками одной фазы в статоре. Схемы, используемые реле, условия выбора уставок. Защита генератора от замыканий на землю (корпус) в обмотке статора.

25. Защита генераторов от сверхтоков при внешних КЗ и от перегрузок.

26. Дистанционная защита на генераторе.

27. Защита асинхронных двигателей от междуфазных КЗ и перегрузок. Разновидности защит, схемы, выбор и расчет уставок. Защита электродвигателей от однофазных замыканий на землю.

28. Устройство резервирования отказов выключателей (УРОВ), принцип его действия.

29. Релейная защита электрооборудования на микропроцессорах.

30. Защита щитов постоянного тока от коротких замыканий в сети постоянного тока и контроль состояния изоляции.

31. Ручное, дистанционное и автоматическое управление коммутационными аппаратами. Требования к схемам управления.



32. Сигнализация положения коммутационных аппаратов в различных режимах работы.

## 8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

А) Основная литература:

1. Правила технического обслуживания устройств релейной защиты и электроавтоматики электрических сетей 0,4–35 кВ. РД 153-34.3-35.613-00 [Элек-тронный ресурс]/ — Электрон. текстовые данные.— М.: Издательский дом ЭНЕРГИЯ, 2012.— 80 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/22729>.— ЭБС «IPRbooks»;
2. Правила технического обслуживания устройств релейной защиты, электроавтоматики дистанционного управления и сигнализации электростанций и подстанций 110–750 кВ РД 153-34.0-35.617-2001 [Электронный ресурс]/ — Элек-трон. текстовые данные.— М.: Издательский дом ЭНЕРГИЯ, 2012.— 264 с.— Ре-жим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/22730>.— ЭБС «IPRbooks»
3. Гуревич В.И. Микропроцессорные реле защиты [Электронный ре-сурс]: устройство, проблемы, перспективы/ Гуревич В.И.— Электрон. текстовые данные.— М.: Инфра-Инженерия, 2013.— 336 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13541>.— ЭБС «IPRbooks»

Б) Дополнительная литература:

4. Андреев, В.А. Релейная защита и автоматика систем электроснабже-ния [Текст]: учеб. для вузов / В. А. Андреев. - 5-е изд., стер. - М.: Высш. шк., 2007. - 639 с.: ил
5. Басс, Э.И. Релейная защита электроэнергетических систем [Текст]: учеб. пособие для вузов / Э. И. Басс, В. Г. Дорогунцев; под ред. А.Ф. Дьякова. - 2-е изд., стер. - М.: Изд-во МЭИ, 2006. - 296 с.
6. Релейная защита и автоматика в электрических сетях [Электронный ре-сурс]/ — Электрон. текстовые данные.— М.: Издательский дом ЭНЕРГИЯ, Альвис, 2012.— 632 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/22702>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю
7. Овчаренко, Н.И. Автоматика электрических станций и электрических систем [Текст]:учеб.для вузов/Н.И.Овчаренко; под ред.А.Ф.Дьякова.-М.:Изд-во НЦЭНАС,2003.-504с.
8. Основы современной энергетики [Текст]: курс лекций для менеджеров энергет. компаний. В 2 ч. Ч. 2 : Современная электроэнергетика / под общ. ред. Е.В. Аметистова. - М.: Изд-во МЭИ, 2003. - 454 с.
9. Басс.Э.И. Релейная защита электроэнергетических систем [Текст]:учеб. Пособие для вузов/Э.И.Басс, В.Г. Дорогунцев; под ред.А.Ф.Дьякова.-М.:Изд-во МЭИ,2002.-296 с.

10. Техническое обслуживание релейной защиты и автоматики электростанций и электрических сетей [Текст]. Ч. 1 : Электромеханические реле / сост. Ф.Д. Кузнецов. - М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2003. - 96 с.: ил.
11. Техническое обслуживание релейной защиты и автоматики электростанций и электрических сетей [Текст]. Ч. 3 : Статические реле / сост. Ф.Д. Кузнецов. - М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2001. - 92 с.: ил.
12. Применение и техническое обслуживание микропроцессорных устройств на электростанциях и в электросетях [Текст]: Ч.3: Испытательные установки для проверки устройств релейной защиты и автоматики (серии «Уран», «Нептун», «Сатурн») / сост. А.П. Кузнецов. – М.: изд-во НЦ ЭНАС, 2002. – 96 с.
13. Применение и техническое обслуживание микропроцессорных устройств на электростанциях и в электросетях [Текст]: Ч.4: Испытательные установки для проверки устройств релейной защиты и автоматики (серия «Ретом») / сост. А.Н.Бирг. – М.: изд-во НЦ ЭНАС, 2002. – 56 с.
14. Техническое обслуживание измерительных трансформаторов тока и напряжения [Текст]/сост. Ф.Д. Кузнецов.-М.: Изд-во НЦ ЭНАС,2002.-96

## **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Для обеспечения освоения дисциплины необходимо наличие учебной аудитории, снабженной мультимедийными средствами для представления презентаций лекций, учебные лаборатории и компьютерные классы для проведения практических работ.

### Лаборатория релейной защиты, автоматики электроэнергетических систем

Мультимедиа-проектор TOSIBA

Ноутбук SAMSUNG;

Экран;

Столы ученические – 15 шт.;

Стулья ученические – 30 шт.;

Стол преподавателя;

Стул преподавателя.

Стенд лабораторный «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем» ГалСен® ЭЭ1М-РЗАЭС-С-К

### Учебный центр Нововоронежской АЭС

тренажер оборудования и систем «Программно-технический комплекс «Релейная защита и автоматика» (ТОС ПТК РЗА)

