

**Министерство науки и высшего образования РФ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

---

Направление подготовки/специальность: 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Наименование образовательной программы: Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

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


<b>Блок:</b>	<b>Блок 1 «Дисциплины (модули)»</b>
<b>Часть образовательной программы:</b>	<b>Часть, формируемая участниками образовательных отношений</b>
<b>№ дисциплины по учебному плану:</b>	<b>Б1.Ч.02</b>
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	<b>1 семестр - 4; 2 семестр - 5; всего - 9</b>
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	<b>324 часа</b>
<b>Лекции</b>	<b>1 семестр - 32 часа; 2 семестр - 32 часа; всего - 64 часа</b>
<b>Практические занятия</b>	<b>1 семестр - 16 часов;</b>
<b>Лабораторные работы</b>	<b>1 семестр - 16 часов; 2 семестр - 16 часов; всего - 32 часа</b>
<b>Консультации</b>	<b>1 семестр - 2 часа; 2 семестр - 18 часов; всего - 20 часов</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>1 семестр - 77,5 часа; 2 семестр - 109,2 часов; всего - 186,7 часа</b>
<b>в том числе на КП/КР</b>	<b>2 семестр - 51,7 часа;</b>
<b>Иная контактная работа</b>	<b>2 семестр - 4 часа;</b>
<b>включая:</b> <b>Контрольная работа</b> <b>Лабораторная работа</b>	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Экзамен</b>	<b>1 семестр - 0,5 часа;</b>
<b>Защита курсового проекта</b>	<b>2 семестр - 0 часов;</b>
<b>Экзамен</b>	<b>2 семестр - 0,8 часа;</b>
	<b>всего - 1,3 часа</b>

**Москва 2020**

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**

**Преподаватель**

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Наволочный А.А.
	Идентификатор	R80702b81-NavolochnyAA-af3ccd9

(подпись)

**А.А.**


**Наволочный**

(расшифровка подписи)

**СОГЛАСОВАНО:**

**Руководитель  
образовательной  
программы**

(должность, ученая степень, ученое  
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Арцишевский Я.Л.
	Идентификатор	Re1a0c0ff-ArtishevskyYL-f4af1cc8

(подпись)


**Я.Л.**

**Арцишевский**

(расшифровка подписи)

**Заведующий  
выпускающей кафедры**

(должность, ученая степень, ученое  
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Волошин А.А.
	Идентификатор	Ra915003b-VoloshinAA-408ebd73

(подпись)

**А.А. Волошин**

(расшифровка подписи)

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** Изучение принципов действия отдельных устройств и систем релейной защиты (РЗ) типовых электроэнергетических объектов, изучение методики проектирование систем РЗ электроэнергетических объектов.

### Задачи дисциплины

- – формирование знаний о технических требованиях к релейной защите энергетических объектов электроэнергетической системы, принципов выполнения и технических средств релейной защиты;
- – приобретение навыков определения возможных вариантов выполнения релейной защиты энергетических объектов;
- – расчёта параметров срабатывания и оценки проектируемой защиты для обоснованного принятия технического решения;
- – приобретение навыков работы с технической и проектной документацией..

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-2 Способен использовать знания об автоматических устройствах в электроэнергетике в научной деятельности	ИД-1ПК-2 Работает с отдельными видами автоматических устройств	знать: - – современные достижения науки и техники в области профессиональной деятельности;  уметь: - – составлять инструкции по эксплуатации оборудования и программы испытаний;; - – эксплуатировать, проводить испытания и ремонт технологического оборудования электроэнергетической и электротехнической промышленности;.
ПК-2 Способен использовать знания об автоматических устройствах в электроэнергетике в научной деятельности	ИД-4ПК-2 Способен производить системный анализ действия релейной защиты а автоматики на энергообъекте	знать: - – эффективные производственно-технологические режимы работы объектов электроэнергетики и электротехники.; - – методы и средства автоматизированных систем управления технологическими процессами электроэнергетической и электротехнической промышленности;; - – методы создания и анализа моделей, позволяющих прогнозировать свойства и поведение объектов профессиональной деятельности;.  уметь: - – составлять инструкции по эксплуатации оборудования и программы испытаний.; - – применять методы анализа

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
		вариантов, разработки и поиска компромиссных решений;

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем (далее – ОПОП), направления подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, уровень образования: высшее образование - магистратура.

Базируется на уровне среднего общего образования.

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

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 9 зачетных единиц, 324 часа.

№ п/п	Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы										Содержание самостоятельной работы/ методические указания	
				Контактная работа							СР				
				Лек	Лаб	Пр	Консультация		ИКР		ПА	Работа в семестре	Подготовка к аттестации /контроль		
КПР	ГК	ИККП	ТК												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1	Общая характеристика защит с абсолютной селективностью и принципы их действия	14	1	4	-	2	-	-	-	-	-	8	-	<i><u>Изучение материалов литературных источников:</u></i> [1], стр. 293-294	
1.1	Общая характеристика защит с абсолютной селективностью и принципы их действия	14		4	-	2	-	-	-	-	-	-	8		-
2	Дифференциальные защиты трансформаторов и автотрансформаторов	24		6	4	4	-	-	-	-	-	-	10	-	<i><u>Изучение материалов литературных источников:</u></i> [1], стр. 435-451
2.1	Дифференциальные защиты трансформаторов и автотрансформаторов	24		6	4	4	-	-	-	-	-	-	10	-	
3	Основные защиты воздушных линий электропередачи	24		6	4	4	-	-	-	-	-	-	10	-	<i><u>Изучение материалов литературных источников:</u></i> [1], стр. 342-353
3.1	Основные защиты воздушных линий электропередачи	24		6	4	4	-	-	-	-	-	-	10	-	
4	Резервные защиты трансформаторов и	24		8	4	4	-	-	-	-	-	-	8	-	<i><u>Изучение материалов литературных источников:</u></i>

	автотрансформаторов												[1], стр. 459-466	
4.1	Резервные защиты трансформаторов и автотрансформаторов	24		8	4	4	-	-	-	-	-	8	-	
5	Защиты генераторов и блоков генератор-трансформатор	22		8	4	2	-	-	-	-	-	8	-	<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр. 373-428
5.1	Защиты генераторов и блоков генератор-трансформатор	22		8	4	2	-	-	-	-	-	8	-	
	Экзамен	36.0		-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	<b>Всего за семестр</b>	<b>144.0</b>		<b>32</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	-	<b>2</b>	-	-	<b>0.5</b>	<b>44</b>	<b>33.5</b>	
	<b>Итого за семестр</b>	<b>144.0</b>		<b>32</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>2</b>		<b>-</b>		<b>0.5</b>	<b>77.5</b>		
6	Комплексный подход к выполнению (РЗ) отдельных элементов и объектов электрической системы (ЭС). Интеграция аппаратных и программных средств в АСУ ТП энергообъекта	16	2	4	8	-	-	-	-	-	-	4	-	<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], п. 46.1
6.1	Комплексный подход к выполнению (РЗ) отдельных элементов и объектов электрической системы (ЭС). Интеграция аппаратных и программных средств в АСУ ТП энергообъекта	16		4	8	-	-	-	-	-	-	4	-	
7	Комплексы устройств РЗА для сетей среднего напряжения (110-220) кВ.	10		6	-	-	-	-	-	-	-	4	-	<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], п. 46.2

	Функциональные схемы основных и резервных защит ВЛ, шин и ошинок													
7.1	Комплекс устройств РЗА для сетей среднего напряжения (110-220) кВ. Функциональные схемы основных и резервных защит ВЛ, шин и ошинок	10	6	-	-	-	-	-	-	-	4	-		
8	Комплекс устройств РЗА для сетей сверхвысокого напряжения (330-750) кВ. Функциональные схемы основных и резервных защит ВЛ и устройства резервирования отказа выключателя (УРОВ)	8	4	-	-	-	-	-	-	-	4	-	<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], п. 46.2, п. 46.3	
8.1	Комплекс устройств РЗА для сетей сверхвысокого напряжения (330-750) кВ. Функциональные схемы основных и резервных защит ВЛ и устройства резервирования отказа выключателя (УРОВ)	8	4	-	-	-	-	-	-	-	4	-		
9	Комплекс устройств РЗА понижающих трансформаторов и автотрансформаторов подстанций. Функциональные схемы основных и	8	4	-	-	-	-	-	-	-	4	-	<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], п. 46.4	

	резервных защит												
9.1	Комплекс устройств РЗА понижающих трансформаторов и автотрансформаторов подстанций. Функциональные схемы основных и резервных защит	8	4	-	-	-	-	-	-	-	4	-	
10	Комплекс устройств РЗА генераторов и блоков генератор-трансформатор электрических станций. Функциональные схемы основных и резервных защит	10	6	-	-	-	-	-	-	-	4	-	<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], п. 46.7
10.1	Комплекс устройств РЗА генераторов и блоков генератор-трансформатор электрических станций. Функциональные схемы основных и резервных защит	10	6	-	-	-	-	-	-	-	4	-	
11	Общие принципы построения современных АСУ ТП электроэнергетических объектов	6	4	-	-	-	-	-	-	-	2	-	<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], п. 47.1
11.1	Общие принципы построения современных АСУ ТП электроэнергетических объектов	6	4	-	-	-	-	-	-	-	2	-	
12	Система технического обслуживания (ТО)	14	4	8	-	-	-	-	-	-	2	-	<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b>



	устройств РЗА													[1], стр. 506-507 [2], п. 46.9
12.1	Система технического обслуживания (ТО) устройств РЗА	14	4	8	-	-	-	-	-	-	2	-		
	Экзамен	36.3	-	-	-	-	2	-	-	0.8	-	33.5		
	Курсовой проект (КП)	71.7	-	-	-	16	-	4	-	-	51.7	-		
	Всего за семестр	180.0	32	16	-	16	2	4	-	0.8	75.7	33.5		
	Итого за семестр	180.0	32	16	-	18		4		0.8	109.2			
	<b>ИТОГО</b>	<b>324.0</b>	-	<b>64</b>	<b>32</b>	<b>16</b>	<b>20</b>	<b>4</b>		<b>1.3</b>	<b>186.7</b>			

**Примечание:** Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПр – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

### **3.2 Краткое содержание разделов**

#### 1. Общая характеристика защит с абсолютной селективностью и принципы их действия

##### 1.1. Общая характеристика защит с абсолютной селективностью и принципы их действия

Технические характеристики защит с абсолютной селективностью. Структура комплекса защит электроэнергетического объекта с учетом обеспечения ближнего и дальнего резервирования.. Принципы действия защит с абсолютной селективностью: дифференциальные токовые защиты, дифференциально-фазные защиты, фильтровые направленные защиты, продольные токовые защиты, логическая защита шин..

#### 2. Дифференциальные защиты трансформаторов и автотрансформаторов

##### 2.1. Дифференциальные защиты трансформаторов и автотрансформаторов

Трансформатор, как объект релейной защиты, требования к защитами. Основные защиты трансформатора. Газовая защита. Принцип действия дифференциальных защит трансформаторов. Трехфазная схема дифференциальной токовой защиты двухобмоточного трансформатора, векторные диаграммы токов в цепях циркуляции при внешних несимметричных коротких замыканиях. Причины появления тока небаланса. Отстройка от тока небаланса и бросков тока намагничивания. Методы повышения чувствительности дифференциальных защит трансформаторов: включение реле тока через промежуточный быстронасыщающийся трансформатор тока, торможение, время-импульсный способ. Расчет параметров срабатывания дифференциальных защит разного исполнения.. Дифференциальные защиты цепей низкого напряжения. Дифференциальные защиты шин и ошиновки, их расчет.. Варианты выполнения комплекса дифференциальных защит для двухобмоточных трансформаторов, трехобмоточных трансформаторов, трансформаторов с расщепленной обмоткой низкого напряжения, автотрансформаторов с учетом защиты цепей низкого напряжения и ошиновки..

#### 3. Основные защиты воздушных линий электропередачи

##### 3.1. Основные защиты воздушных линий электропередачи

Выполнение каналов связи защит с абсолютной селективностью на воздушных линиях.. Продольная дифференциально-фазная токовая защита линий электропередачи. Принцип действия и структурная схема, расчет параметров. Особенности выполнения и расчета для линий с ответвлениями.. Фильтровая направленная защита для линий ПО - 220 кВ. Принцип действия и структурная схема, расчет параметров. Требования к защитами линий сверхвысокого напряжения. Особенности выполнения фильтровой направленной защиты для линий сверхвысокого напряжения. Оценка поведения защиты при качаниях, асинхронном режиме и ОАПВ.. Поперечная дифференциальная токовая направленная защита параллельных линий. Принцип выполнения и расчет параметров. Включение измерительных органов на полную мощность и мощность нулевой последовательности.. Поперечная направленная защита параллельных линий. Принцип действия и структурная схема, расчет параметров..

#### 4. Резервные защиты трансформаторов и автотрансформаторов

##### 4.1. Резервные защиты трансформаторов и автотрансформаторов

Назначение резервных защит. Принцип действия, выполнение и расчет токовой защиты обратной последовательности. Особенности выполнения и расчета токовых защит с пусковым органом напряжения и токовых защит нулевой последовательности при их

применении к защите трансформаторов. Варианты выполнения дистанционных защит трансформатора, методика расчета параметров срабатывания при защите автотрансформатора. Токовые защиты цепей низкого напряжения трансформатора. Защиты от перегрузки. Действие резервных защит на исполнительные органы при срабатывании. Комплекс защит трансформатора и автотрансформатора, состав защит..

## 5. Защиты генераторов и блоков генератор-трансформатор

### 5.1. Защиты генераторов и блоков генератор-трансформатор

Режимы работы генератора, повреждения генератора и требования к релейной защите.. Продольная дифференциальная токовая защита генератора. Варианты выполнения и расчет. Особенности выполнения дифференциальных защит блока генератор-трансформатор.. Поперечная дифференциальная защита генератора, принцип действия и расчет параметров срабатывания.. Максимальная токовая и дистанционная защиты генератора, особенности выполнения защит применительно к генератору, расчет параметров срабатывания.. Влияние токов обратной последовательности на генератор. Токовая защита обратной последовательности генератора: состав функциональных блоков защиты, их назначение, расчёт параметров срабатывания.. Варианты выполнения защиты от однофазных замыканий генератора, работающего на сборные шины, и блока генератор-трансформатор, расчет параметров срабатывания.. Защиты ротора от замыканий в одной точке, замыкания в двух точках и от перегрузки.. Комплекс защит генератора и блока генератор-трансформатор от внутренних и внешних коротких замыканий для генераторов разной мощности..

## 6. Комплексный подход к выполнению (РЗ) отдельных элементов и объектов электрической системы (ЭС). Интеграция аппаратных и программных средств в АСУ ТП энергообъекта

6.1. Комплексный подход к выполнению (РЗ) отдельных элементов и объектов электрической системы (ЭС). Интеграция аппаратных и программных средств в АСУ ТП энергообъекта

Комплексы (системы) устройств релейной защиты и автоматики элементов электроэнергетических систем. Определение комплекса устройств РЗА. Общая характеристика находящихся в эксплуатации комплексов РЗ электрических сетей и электрических станций. Изменение комплекса при смене элементной базы, используемой для реализации устройств РЗА. Современные тенденции и проблемы развития микропроцессорных комплексов РЗА. Интеграция микропроцессорных терминалов РЗА отдельных элементов в низший уровень АСУ ТП электроэнергетического объекта..

## 7. Комплекс устройств РЗА для сетей среднего напряжения (110-220) кВ. Функциональные схемы основных и резервных защит ВЛ, шин и ошиновок

7.1. Комплекс устройств РЗА для сетей среднего напряжения (110-220) кВ. Функциональные схемы основных и резервных защит ВЛ, шин и ошиновок

Состав комплекса РЗ линий электропередачи 110-220 кВ, выполненного на микроэлектронной элементной базе. Функциональная схема панели основной защиты (ПДЭ 2802). Функциональная схема панели резервных защит (ШДЭ 2801). Назначение и основные характеристики измерительных и пусковых органов защит. Работа функциональных схем в характерных режимах.. Состав комплекса микропроцессорных защит ЛЭП 110-220 кВ производства НПП «ЭКРА». Шкаф дифференциально-фазной токовой защиты с ВЧ блокировкой (ШЭ 2607 081). Шкаф резервных защит ЛЭП и шкаф управления выключателями (ШЭ 2607 021, ШЭ 2607 016). Основные реализуемые функции.

Функциональные схемы защит и характеристики основных измерительных и пусковых органов. Работа функциональных схем в характерных режимах.. Шкаф дифференциальной токовой с торможением защиты шин 110-220 кВ типа ШЭ 2307. Функциональные схемы цепей переменного тока и напряжения и логической части защиты. Назначение отдельных функциональных блоков. Работа защиты в характерных режимах..

8. Комплекс устройств РЗА для сетей сверхвысокого напряжения (330-750) кВ. Функциональные схемы основных и резервных защит ВЛ и устройства резервирования отказа выключателя (УРОВ)

8.1. Комплекс устройств РЗА для сетей сверхвысокого напряжения (330-750) кВ. Функциональные схемы основных и резервных защит ВЛ и устройства резервирования отказа выключателя (УРОВ)

Состав комплекса РЗ ЛЭП 330-750 кВ, выполненного на микроэлектронной элементной базе. Панель фильтровой направленной и дифференциально-фазной с ВЧ блокировкой защиты типа ПДЭ 2003. Принцип действия, необходимость компенсации емкостных токов, функциональная схема, назначение отдельных каналов в схеме и характеристики основных измерительных и пусковых органов панели. Особенности выполнения защиты панели ПДЭ 2003 связанные с режимами включения защищаемой линии и обеспечением снижения влияния помех от короны в канале связи (КС) на ее функционирование в режиме сравнения фаз токов. Оценка функционирования защиты в цикле ОАПВ.. Особенности выполнения дистанционной защиты панели ПДЭ-2001 и токовой направленной защиты НП панели ПДЭ 2002 по сравнению с аналогичными защитами шкафа ШДЭ-2801.. Принцип действия индивидуального УРОВ. Способы повышения надежности функционирования УРОВ. Функциональная схема УРОВ панели ПДЭ 2005 и ее работа при отказе резервируемого выключателя. Состав комплекса микропроцессорных устройств РЗА ЛЭП СВН производства НПП «ЭКРА», Общая характеристика выполнения и взаимодействия шкафов основных и резервных защит и управления выключателем. Общая характеристика микропроцессорных систем РЗА основных зарубежных фирм производителей (ABB, Siemens, Areva)..

9. Комплекс устройств РЗА понижающих трансформаторов и автотрансформаторов подстанций. Функциональные схемы основных и резервных защит

9.1. Комплекс устройств РЗА понижающих трансформаторов и автотрансформаторов подстанций. Функциональные схемы основных и резервных защит

Комплекс защит подстанционного оборудования, выполненных на микроэлектронной элементной базе. Характеристика шкафов основных защит автотрансформаторов и ошиновок типа ШЭ 2106, ШЭ 2108 и ШЭ 2109. Шкаф резервных защит автотрансформатора типа ШЭ 2107. Обобщенные функциональные схемы шкафов их взаимодействие и работа в характерных режимах.. Состав комплекса микропроцессорных устройств защиты трансформаторов и автотрансформаторов производства НГП «ЭКРА». Общая характеристика выполнения и взаимодействия шкафов основных и резервных защит и управления выключателем..

10. Комплекс устройств РЗА генераторов и блоков генератор-трансформатор электрических станций. Функциональные схемы основных и резервных защит

10.1. Комплекс устройств РЗА генераторов и блоков генератор-трансформатор электрических станций. Функциональные схемы основных и резервных защит

Комплекс защит генераторов и блоков генератор-трансформатор производства НПП «ЭКРА». Основные характеристики шкафов ШЭ 1111 и ШЭ 1112 и возможности выполнения на их основе защит генераторов и блоков генератор-трансформатор..

## 11. Общие принципы построения современных АСУ ТП электроэнергетических объектов

11.1. Общие принципы построения современных АСУ ТП электроэнергетических объектов

Принцип интеграции программных и технических средств при построении АСУ ТП. Состав основных технологических и общесистемных функций. Основные группы функциональных задач, решаемые в составе АСУ ТП. Основные технические требования по составу и структуре программно-технического комплекса (ПТК) АСУ ТП подстанции. Организация АРМ оперативного персонала и АРМ инженера-релейщика. Требования к уровням иерархии ПТК АСУ ТП. Требования к программно-техническим средствам. Основные проблемы создания АСУ ТП при использовании на низшем уровне микропроцессорных терминалов различных фирм-производителей. Современное состояние и перспективы развития АСУ ТП..

## 12. Система технического обслуживания (ТО) устройств РЗА

12.1. Система технического обслуживания (ТО) устройств РЗА

Система технического обслуживания РЗА, ее назначение и обоснование. Определение системы ТО. Отказы работоспособности и отказы функционирования УРЗ. Разновидности отказов и причины их возникновения.. Виды планового и внепланового ТО устройств РЗА. Назначение отдельных видов ТО. Периодичность технического обслуживания УРЗ. Циклы ТО.. Современные устройства и системы проверки устройств РЗА. Устройства серии РЕТОМ, Назначение и характеристика отдельных устройств и систем. Компьютерная система РЕТОМ-51(61). Функциональные возможности и режимы работы. Возможности ручной и автоматической проверки устройств РЗА. Специальное программное обеспечение..

### **3.3. Темы практических занятий**

1. Расчет дистанционных защит автотрансформаторов;
2. Расчет дифференциальных защит трансформаторов, выполненных на реле РНТ;
3. Расчет дифференциальных защит автотрансформаторов, выполненных на реле ДЗТ-21;
4. Расчет токовых защит трансформаторов и автотрансформаторов: МТЗ, ТЗНП, ТЗОП;
5. Расчет дифференциально-фазной защиты воздушных линий электропередачи.

### **3.4. Темы лабораторных работ**

1. Дифференциальная защита генератора, выполненная на реле РНТ;
2. Программно-технический измерительный комплекс РЕТОМ-51(61);
3. Шкаф микропроцессорных защит с относительной селективностью ЛЭП и управления линейным выключателем типа ШЭ 2607 016 - программная модель (симулятор);
4. Шкаф микропроцессорной фильтровой направленной с ВЧ блокировкой защиты ЛЭП типа ШЭ 2607 031 - программная модель (симулятор);
5. Дифференциальные защиты генератора и блока генератор-трансформатор;
6. Поперечные защиты параллельных линий электропередачи;
7. Резервные защиты генератора и блока генератор-трансформатор;
8. Дифференциально-фазные защиты воздушных линий электропередачи;

9. Дистанционные защиты автотрансформаторов;
10. Токовые защиты трансформаторов и автотрансформаторов: МТЗ, ТЗНП, ТЗОП;
11. Дифференциальная защита автотрансформатора, выполненная на реле ДЗТ-21;
12. Фильтровые направленные защиты воздушных линий электропередачи.

### 3.5 Консультации

#### Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материалов по вопросам раздела "Общая характеристика защит с абсолютной селективностью и принципы их действия"
2. Обсуждение материалов по вопросам раздела "Дифференциальные защиты трансформаторов и автотрансформаторов"
3. Обсуждение материалов по вопросам раздела "Основные защиты воздушных линий электропередачи"
4. Обсуждение материалов по вопросам раздела "Резервные защиты трансформаторов и автотрансформаторов"
5. Обсуждение материалов по вопросам раздела "Защиты генераторов и блоков генератор-трансформатор"
6. Обсуждение материалов по вопросам раздела "Комплексный подход к выполнению (РЗ) отдельных элементов и объектов электрической системы (ЭС). Интеграция аппаратных и программных средств в АСУ ТП энергообъекта"
7. Обсуждение материалов по вопросам раздела "Комплекс устройств РЗА для сетей среднего напряжения (110-220) кВ. Функциональные схемы основных и резервных защит ВЛ, шин и ошинок"
8. Обсуждение материалов по вопросам раздела "Комплекс устройств РЗА для сетей сверхвысокого напряжения (330-750) кВ. Функциональные схемы основных и резервных защит ВЛ и устройства резервирования отказа выключателя (УРОВ)"
9. Обсуждение материалов по вопросам раздела "Комплекс устройств РЗА понижающих трансформаторов и автотрансформаторов подстанций. Функциональные схемы основных и резервных защит"
10. Обсуждение материалов по вопросам раздела "Комплекс устройств РЗА генераторов и блоков генератор-трансформатор электрических станций. Функциональные схемы основных и резервных защит"
11. Обсуждение материалов по вопросам раздела "Общие принципы построения современных АСУ ТП электроэнергетических объектов"
12. Обсуждение материалов по вопросам раздела "Система технического обслуживания (ТО) устройств РЗА"

### 3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ

#### 2 Семестр

Курсовой проект (КП)

#### **График выполнения курсового проекта**

Неделя	1 - 8	9 - 16	Зачетная
Раздел курсового проекта	1	2	Защита курсового проекта
Объем раздела, %	50	50	-
Выполненный объем нарастающим	50	100	-

итогом, %			
-----------	--	--	--

Номер раздела	Раздел курсового проекта
1	Первая часть
2	Вторая часть

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

Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)												Оценочное средство (тип и наименование)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
<b>Знать:</b>														
– современные достижения науки и техники в области профессиональной деятельности;	ИД-1ПК-2	+		+										Контрольная работа/Тест №1. Темы – «Общая характеристика защит с абсолютной селективностью и принципы их действия», «Дифференциальные защиты трансформаторов и автотрансформаторов», «Резервные защиты трансформаторов и автотрансформаторов»
– методы создания и анализа моделей, позволяющих прогнозировать свойства и поведение объектов профессиональной деятельности;	ИД-4ПК-2		+			+								Лабораторная работа/Лабораторная работа «Резервные защиты трансформаторов и автотрансформаторов»
– методы и средства автоматизированных систем управления технологическими процессами электроэнергетической и электротехнической промышленности;	ИД-4ПК-2		+		+	+								Лабораторная работа/Лабораторная работа «Основные защиты воздушных линий электропередачи» Контрольная работа/Тест №5. Тема - «Защиты генераторов и блоков генератор трансформатор»
– эффективные производственно-технологические режимы работы объектов электроэнергетики и электротехники.	ИД-4ПК-2	+		+										Лабораторная работа/Лабораторная работа «Дифференциальные защиты трансформаторов и автотрансформаторов». Лабораторная работа/Лабораторная работа «Защиты генераторов и блоков генератор-трансформатор»



Уметь:													
– эксплуатировать, проводить испытания и ремонт технологического оборудования электроэнергетической и электротехнической промышленности;	ИД-1ПК-2						+	+	+				<p>Лабораторная работа/Лабораторная работа «Шкаф микропроцессорной фильтровой направленной с ВЧ блокировкой защиты ЛЭП типа ШЭ 2607 031 - программная модель (симулятор)»</p> <p>Контрольная работа/Тест №10. Тема – «Комплекс устройств РЗА генераторов и блоков генератор-трансформатор электрических станций. Функциональные схемы основных и резервных защит»</p> <p>Контрольная работа/Тест №7. Тема – «Комплекс устройств РЗА для сетей среднего напряжения (110-220) кВ. Функциональные схемы основных и резервных защит ВЛ, шин и ошинок»</p>
– составлять инструкции по эксплуатации оборудования и программы испытаний;	ИД-1ПК-2							+				+	<p>Лабораторная работа/Лабораторная работа «Шкаф микропроцессорных защит с относительной селективностью ЛЭП и управления линейным выключателем типа ШЭ 2607 016 - программная модель (симулятор)</p> <p>Контрольная работа/Тест №12. Тема – «Система технического обслуживания (ТО) устройств РЗА»</p>
– применять методы анализа вариантов, разработки и поиска компромиссных решений;	ИД-4ПК-2							+		+	+	+	<p>Лабораторная работа/Лабораторная работа «Программно-технический измерительный комплекс РЕТОМ-51(61)»</p> <p>Контрольная работа/Тест №8. Тема – «Комплекс устройств РЗА для сетей сверхвысокого напряжения (330-750) кВ.</p>

															<p>Функциональные схемы основных и резервных защит ВЛ и устройства резервирования отказа выключателя (УРОВ)»</p> <p>Контрольная работа/Тест №9. Тема – «Комплекс устройств РЗА понижающих трансформаторов и автотрансформаторов подстанций. Функциональные схемы основных и резервных защит»</p>
– составлять инструкции по эксплуатации оборудования и программы испытаний.	ИД-4ПК-2							+				+	+	<p>Контрольная работа/Тест №11. Тема – «Общие принципы построения современных АСУ ТП электроэнергетических объектов»</p> <p>Контрольная работа/Тест №6. Тема – «Комплексный подход к выполнению (РЗ) отдельных элементов и объектов электрической системы (ЭС). Интеграция аппаратных и программных средств в АСУ ТП энергообъекта»</p>	

#### **4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)**

##### **4.1. Текущий контроль успеваемости**

###### **1 семестр**

Форма реализации: Выполнение задания

1. Лабораторная работа «Дифференциальные защиты трансформаторов и автотрансформаторов». (Лабораторная работа)
2. Лабораторная работа «Защиты генераторов и блоков генератор-трансформатор» (Лабораторная работа)
3. Лабораторная работа «Основные защиты воздушных линий электропередачи» (Лабораторная работа)
4. Лабораторная работа «Резервные защиты трансформаторов и автотрансформаторов» (Лабораторная работа)

Форма реализации: Письменная работа

1. Тест №1. Темы – «Общая характеристика защит с абсолютной селективностью и принципы их действия», «Дифференциальные защиты трансформаторов и автотрансформаторов», «Резервные защиты трансформаторов и автотрансформаторов» (Контрольная работа)
2. Тест №5. Тема - «Защиты генераторов и блоков генератор трансформатор» (Контрольная работа)

###### **2 семестр**

Форма реализации: Выполнение задания

1. Лабораторная работа «Программно-технический измерительный комплекс РЕТОМ-51(61)» (Лабораторная работа)
2. Лабораторная работа «Шкаф микропроцессорной фильтровой направленной с ВЧ блокировкой защиты ЛЭП типа ШЭ 2607 031 - программная модель (симулятор)» (Лабораторная работа)
3. Лабораторная работа «Шкаф микропроцессорных защит с относительной селективностью ЛЭП и управления линейным выключателем типа ШЭ 2607 016 - программная модель (симулятор)» (Лабораторная работа)
4. Тест №9. Тема – «Комплекс устройств РЗА понижающих трансформаторов и автотрансформаторов подстанций. Функциональные схемы основных и резервных защит» (Контрольная работа)

Форма реализации: Письменная работа

1. Тест №10. Тема – «Комплекс устройств РЗА генераторов и блоков генератор-трансформатор электрических станций. Функциональные схемы основных и резервных защит» (Контрольная работа)
2. Тест №11. Тема – «Общие принципы построения современных АСУ ТП электроэнергетических объектов» (Контрольная работа)
3. Тест №12. Тема – «Система технического обслуживания (ТО) устройств РЗА» (Контрольная работа)
4. Тест №6. Тема – «Комплексный подход к выполнению (РЗ) отдельных элементов и объектов электрической системы (ЭС). Интеграция аппаратных и программных средств в АСУ ТП энергообъекта» (Контрольная работа)

5. Тест №7. Тема – «Комплекс устройств РЗА для сетей среднего напряжения (110-220) кВ. Функциональные схемы основных и резервных защит ВЛ, шин и ошинок» (Контрольная работа)
6. Тест №8. Тема – «Комплекс устройств РЗА для сетей сверхвысокого напряжения (330-750) кВ. Функциональные схемы основных и резервных защит ВЛ и устройства резервирования отказа выключателя (УРОВ)» (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.  
Балльно-рейтинговая структура курсового проекта является приложением Б.

#### 4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

##### Экзамен (Семестр №1)

Итоговая оценка выставляется с учетом результатов текущей аттестации. Также, на усмотрение преподавателя, возможно выставление итоговой оценки по курсу равной семестровой составляющей.

##### Экзамен (Семестр №2)

##### Курсовой проект (КП) (Семестр №2)

В диплом выставляется оценка за 2 семестр.

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

### 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 5.1 Печатные и электронные издания:

1. Федосеев, А. М. Релейная защита электроэнергетических систем : учебник для вузов по специальности "Автоматическое управление электроэнергетическими системами" / А. М. Федосеев, М. А. Федосеев . – репринтное воспроизведение изд. 1992 г . – М. : Издательский дом МЭИ, 2018 . – 528 с. - Переизд. приурочено к 75-летию юбилею каф. "Релейная защита и автоматизация энергосистем" . - ISBN 978-5-383-01321-2 .;
2. Герасимова В.Г.- "Электротехнический справочник: В 4 т. Т. 3. Производство, передача и распределение электрической энергии", Издательство: "МЭИ", Москва, 2017  
<https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383011751.html>.

#### 5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. Office / Российский пакет офисных программ;
2. Windows / Операционная система семейства Linux;
3. EMTP-RV.

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

1. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
2. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>

### 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
---------------	-------------------------------	-----------

Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Д-107, Аудитория кафедры РЗиАЭ	стол, стул, шкаф, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная, журналы, книги, учебники, пособия
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Д-107, Аудитория кафедры РЗиАЭ	стол, стул, шкаф, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная, журналы, книги, учебники, пособия
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	Д-116, Учебная лаборатория кафедры РЗиАЭ	стол, стул, шкаф, стенд учебный
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Д-107, Аудитория кафедры РЗиАЭ	стол, стул, шкаф, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная, журналы, книги, учебники, пособия
Помещения для самостоятельной работы	Д-105, Компьютерный класс кафедры РЗиАЭ	стол, стул, компьютерная сеть с выходом в Интернет, доска маркерная, компьютер персональный
Помещения для консультирования	Д-103/1, Помещение каф. "РЗиАЭ"	кресло рабочее, стол, стул, шкаф для документов, компьютерная сеть с выходом в Интернет, доска маркерная, компьютер персональный, принтер
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Д-103/2, Склад кафедры РЗиАЭ	компьютерная сеть с выходом в Интернет, оборудование специализированное

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

### Релейная защита электроэнергетических систем

(название дисциплины)

#### 1 семестр

#### Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Тест №1. Темы – «Общая характеристика защит с абсолютной селективностью и принципы их действия», «Дифференциальные защиты трансформаторов и автотрансформаторов», «Резервные защиты трансформаторов и автотрансформаторов» (Контрольная работа)
- КМ-2 Лабораторная работа «Дифференциальные защиты трансформаторов и автотрансформаторов». (Лабораторная работа)
- КМ-3 Лабораторная работа «Резервные защиты трансформаторов и автотрансформаторов» (Лабораторная работа)
- КМ-4 Лабораторная работа «Основные защиты воздушных линий электропередачи» (Лабораторная работа)
- КМ-5 Лабораторная работа «Защиты генераторов и блоков генератор-трансформатор» (Лабораторная работа)
- КМ-6 Тест №5. Тема - «Защиты генераторов и блоков генератор трансформатор» (Контрольная работа)

#### Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5	КМ-6
		Неделя КМ:	5	7	9	12	15	16
1	Общая характеристика защит с абсолютной селективностью и принципы их действия							
1.1	Общая характеристика защит с абсолютной селективностью и принципы их действия		+	+			+	
2	Дифференциальные защиты трансформаторов и автотрансформаторов							
2.1	Дифференциальные защиты трансформаторов и автотрансформаторов				+	+		+
3	Основные защиты воздушных линий электропередачи							
3.1	Основные защиты воздушных линий электропередачи		+	+			+	
4	Резервные защиты трансформаторов и автотрансформаторов							
4.1	Резервные защиты трансформаторов и автотрансформаторов					+		+
5	Защиты генераторов и блоков генератор-трансформатор							
5.1	Защиты генераторов и блоков генератор-трансформатор				+	+		+
Вес КМ, %:			20	15	15	15	15	20

## 2 семестр

### Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-7 Тест №6. Тема – «Комплексный подход к выполнению (РЗ) отдельных элементов и объектов электрической системы (ЭС). Интеграция аппаратных и программных средств в АСУ ТП энергообъекта» (Контрольная работа)
- КМ-8 Лабораторная работа «Программно-технический измерительный комплекс РЕТОМ-51(61)» (Лабораторная работа)
- КМ-9 Тест №7. Тема – «Комплекс устройств РЗА для сетей среднего напряжения (110-220) кВ. Функциональные схемы основных и резервных защит ВЛ, шин и ошинок» (Контрольная работа)
- КМ-10 Тест №8. Тема – «Комплекс устройств РЗА для сетей сверхвысокого напряжения (330-750) кВ. Функциональные схемы основных и резервных защит ВЛ и устройства резервирования отказа выключателя (УРОВ)» (Контрольная работа)
- КМ-11 Лабораторная работа «Шкаф микропроцессорной фильтровой направленной с ВЧ блокировкой защиты ЛЭП типа ШЭ 2607 031 - программная модель (симулятор)» (Лабораторная работа)
- КМ-12 Лабораторная работа «Шкаф микропроцессорных защит с относительной селективностью ЛЭП и управления линейным выключателем типа ШЭ 2607 016 - программная модель (симулятор)» (Лабораторная работа)
- КМ-13 Тест №9. Тема – «Комплекс устройств РЗА понижающих трансформаторов и автотрансформаторов подстанций. Функциональные схемы основных и резервных защит» (Контрольная работа)
- КМ-14 Тест №10. Тема – «Комплекс устройств РЗА генераторов и блоков генератор-трансформатор электрических станций. Функциональные схемы основных и резервных защит» (Контрольная работа)
- КМ-15 Тест №11. Тема – «Общие принципы построения современных АСУ ТП электроэнергетических объектов» (Контрольная работа)
- КМ-16 Тест №12. Тема – «Система технического обслуживания (ТО) устройств РЗА» (Контрольная работа)

### Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс с КМ:	КМ -7	КМ -8	КМ -9	КМ -10	КМ -11	КМ -12	КМ -13	КМ -14	КМ -15	КМ -16
		Неделя КМ:	2	4	4	5	5	7	8	8	10	16
1	Комплексный подход к выполнению (РЗ) отдельных элементов и объектов электрической системы (ЭС). Интеграция аппаратных и программных средств в АСУ ТП энергообъекта											
1.1	Комплексный подход к выполнению (РЗ) отдельных элементов и объектов электрической системы (ЭС). Интеграция аппаратных			+		+				+		

	и программных средств в АСУ ТП энергообъекта										
2	Комплекс устройств РЗА для сетей среднего напряжения (110-220) кВ. Функциональные схемы основных и резервных защит ВЛ, шин и ошинок										
2.1	Комплекс устройств РЗА для сетей среднего напряжения (110-220) кВ. Функциональные схемы основных и резервных защит ВЛ, шин и ошинок	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
3	Комплекс устройств РЗА для сетей сверхвысокого напряжения (330-750) кВ. Функциональные схемы основных и резервных защит ВЛ и устройства резервирования отказа выключателя (УРОВ)										
3.1	Комплекс устройств РЗА для сетей сверхвысокого напряжения (330-750) кВ. Функциональные схемы основных и резервных защит ВЛ и устройства резервирования отказа выключателя (УРОВ)			+		+			+		
4	Комплекс устройств РЗА понижающих трансформаторов и автотрансформаторов подстанций. Функциональные схемы основных и резервных защит										
4.1	Комплекс устройств РЗА понижающих трансформаторов и автотрансформаторов подстанций. Функциональные схемы основных и резервных защит		+		+				+		
5	Комплекс устройств РЗА генераторов и блоков										



	генератор-трансформатор электрических станций. Функциональные схемы основных и резервных защит										
5.1	Комплекс устройств РЗА генераторов и блоков генератор-трансформатор электрических станций. Функциональные схемы основных и резервных защит		+		+			+			
6	Общие принципы построения современных АСУ ТП электроэнергетических объектов										
6.1	Общие принципы построения современных АСУ ТП электроэнергетических объектов	+								+	
7	Система технического обслуживания (ТО) устройств РЗА										
7.1	Система технического обслуживания (ТО) устройств РЗА	+	+		+		+	+		+	+
Вес КМ, %:		5	20	6	5	20	20	6	6	6	6

**БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА  
КУРСОВОГО ПРОЕКТА/РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Релейная защита электроэнергетических систем

(название дисциплины)

**2 семестр**

**Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по курсовому проекту:**

КМ-1 КМ-1

КМ-2 КМ-2

**Вид промежуточной аттестации – защита КП.**

Номер раздела	Раздел курсового проекта/курсовой работы	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2
		Неделя КМ:	8	16
1	Первая часть		+	
2	Вторая часть			+
		Вес КМ, %:	50	50