

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

---

Направление подготовки/специальность: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Наименование образовательной программы: Энергоустановки на основе возобновляемых источников энергии

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

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.06</b>
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	<b>6 семестр - 4;</b>
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	<b>144 часа</b>
<b>Лекции</b>	<b>6 семестр - 28 часа;</b>
<b>Практические занятия</b>	<b>6 семестр - 28 часа;</b>
<b>Лабораторные работы</b>	<b>6 семестр - 12 часов;</b>
<b>Консультации</b>	<b>проводится в рамках часов аудиторных занятий</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>6 семестр - 75,7 часа;</b>
<b>в том числе на КП/КР</b>	<b>не предусмотрено учебным планом</b>
<b>Иная контактная работа</b>	<b>проводится в рамках часов аудиторных занятий</b>
<b>включая:</b> Домашнее задание Контрольная работа Расчетно-графическая работа Лабораторная работа	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Зачет с оценкой</b>	<b>6 семестр - 0,3 часа;</b>

**Москва 2020**

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**


Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Николаева О.О.
	Идентификатор	R145c98b1-NikolayevaOO-1194867

О.О. Николаева


**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель  
образовательной  
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Васьков А.Г.
	Идентификатор	R1c5ebe0f-VaskovAG-eb5ccd67

А.Г. Васьков

Заведующий выпускающей  
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Шестопалова Т.А.
	Идентификатор	Rca486bb1-ShestopalovaTA-2b9205

Т.А.  
Шестопалова

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** изучение принципов выполнения комплексов релейной защиты и автоматики (РЗА) электроэнергетических систем, технических средств для их реализации, способов расчета параметров устройств РЗА и оценки принимаемых решений

### Задачи дисциплины

- освоение знаний о принципах построения и технических средствах релейной защиты и автоматизации электроэнергетических систем;
- формирование умения рассчитывать параметры устройств релейной защиты и автоматики электроэнергетических систем и анализировать получаемые результаты;
- приобретение первичных навыков работы с устройствами релейной защиты и автоматики 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-3 Способен применять знание характеристик и особенностей электроэнергетических систем, способов производства, транспорта и использования электроэнергии	ИД-2 <sub>ПК-3</sub> Демонстрирует знание основных видов релейной защиты и автоматизации электроэнергетических систем	знать: - технические средства реализации устройств РЗА электроэнергетических систем; - принципы выполнения комплексов РЗА основных объектов электроэнергетических систем.  уметь: - работать с устройствами релейной защиты электроэнергетических систем; - оценивать чувствительность рассчитанных устройств релейной защиты; - рассчитывать параметры устройств РЗА электроэнергетических систем.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Энергоустановки на основе возобновляемых источников энергии (далее – ОПОП), направления подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

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 4 зачетных единицы, 144 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	Введение в курс «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем»	1.7	6	1	-	-	-	-	-	-	-	0.7	-	<p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение терминологии по разделу "Введение в курс «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем»"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр. 15-17</p>	
1.1	Введение в курс «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем»	1.7		1	-	-	-	-	-	-	-	0.7	-		
2	Векторные диаграммы токов и напряжений при КЗ в ЭЭС	17		2	4	2	-	-	-	-	-	9	-		<p><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Векторные диаграммы токов и напряжений при КЗ в ЭЭС и подготовка к контрольной работе</p> <p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Векторные диаграммы токов и напряжений при КЗ в ЭЭС"</p> <p><b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Векторные диаграммы токов и напряжений при КЗ в ЭЭС" материалу.</p> <p><b><u>Подготовка домашнего задания:</u></b> Домашнее задание выдается студентам по изученному в</p>
2.1	Векторные диаграммы токов и напряжений при КЗ в ЭЭС	17		2	4	2	-	-	-	-	-	9	-		

													разделе "Токовые защиты от коротких замыканий" материалу в виде упражнения из сборника. Задание выполняется индивидуально по вариантам. <b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Векторные диаграммы токов и напряжений при КЗ в ЭЭС" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], стр. 30-41 [3], 4-15 [7], 6-15
3	Токовые защиты от коротких замыканий	4	2	-	-	-	-	-	-	-	2	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Токовые защиты от коротких замыканий" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], стр. 16-21, 42-44
3.1	Токовые защиты от коротких замыканий	4	2	-	-	-	-	-	-	-	2	-	<b><u>Подготовка к расчетно-графического задания:</u></b> Выполнение соответствующей части расчетно-графической работы по разделу "Максимальная токовая защита от многофазных КЗ". Задание выполняется индивидуально по вариантам. <b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Максимальная токовая защита от многофазных КЗ и подготовка к контрольной работе <b><u>Подготовка домашнего задания:</u></b> Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Максимальная токовая защита от многофазных КЗ" материалу в виде упражнения из сборника. Задание выполняется индивидуально по вариантам. <b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу
4	Максимальная токовая защита от многофазных КЗ	18	2	4	2	-	-	-	-	-	10	-	
4.1	Максимальная токовая защита от многофазных КЗ	18	2	4	2	-	-	-	-	-	10	-	

													<p>"Максимальная токовая защита от многофазных КЗ" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Максимальная токовая защита от многофазных КЗ" материалу.</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b></p> <p>[1], стр. 12-15, 18-20  [2], стр. 63-66, 50-55  [3], 16-23  [6], 23-33</p>
5	<p>Параметры срабатывания и схемы токовых защит со ступенчатыми характеристиками выдержек времени</p>	19	2	4	4	-	-	-	-	-	9	-	<p><b><u>Подготовка расчетно-графического задания:</u></b> Выполнение соответствующей части расчетно-графической работы по разделу "Параметры срабатывания и схемы токовых защит со ступенчатыми характеристиками выдержек времени". Задание выполняется индивидуально по вариантам.</p> <p><b><u>Подготовка домашнего задания:</u></b> Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Параметры срабатывания и схемы токовых защит со ступенчатыми характеристиками выдержек времени" материалу в виде упражнения из сборника. Задание выполняется индивидуально по вариантам.</p> <p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Параметры срабатывания и схемы токовых защит со ступенчатыми характеристиками выдержек времени" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p>
5.1	<p>Параметры срабатывания и схемы токовых защит со ступенчатыми характеристиками выдержек времени</p>	19	2	4	4	-	-	-	-	-	9	-	<p><b><u>Подготовка домашнего задания:</u></b> Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Параметры срабатывания и схемы токовых защит со ступенчатыми характеристиками выдержек времени" материалу в виде упражнения из сборника. Задание выполняется индивидуально по вариантам.</p> <p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Параметры срабатывания и схемы токовых защит со ступенчатыми характеристиками выдержек времени" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p>

															<p><b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Параметры срабатывания и схемы токовых защит со ступенчатыми характеристиками выдержек времени" материалу.</p> <p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Параметры срабатывания и схемы токовых защит со ступенчатыми характеристиками выдержек времени"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b>  [1], стр. 12-23  [2], стр. 58-66, 70-73  [3], 24-32  [5], 38-49  [6], 34-45</p>
6	Токовые направленные защиты	15		2	-	4	-	-	-	-	-	9	-	<p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Токовые направленные защиты" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><b><u>Подготовка домашнего задания:</u></b> Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Токовые направленные защиты" материалу в виде упражнения из сборника. Задание выполняется индивидуально по вариантам.</p> <p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Токовые направленные защиты"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b>  [1], стр. 26-30</p>	
6.1	Токовые направленные защиты	15		2	-	4	-	-	-	-	-	9	-		

														[2], стр. 78-102 [4], 5-15 [5], 7-25
7	Защита от КЗ на землю в сети с заземленной нейтралью и от замыканий на землю в сети с изолированной нейтралью	15	2	-	4	-	-	-	-	-	-	9	-	<b><u>Подготовка домашнего задания:</u></b> Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Защита от КЗ на землю в сети с заземленной нейтралью и от замыканий на землю в сети с изолированной нейтралью" материалу в виде упражнения из сборника. Задание выполняется индивидуально по вариантам.
7.1	Защита от КЗ на землю в сети с заземленной нейтралью и от замыканий на землю в сети с изолированной нейтралью	15	2	-	4	-	-	-	-	-	-	9	-	<b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Защита от КЗ на землю в сети с заземленной нейтралью и от замыканий на землю в сети с изолированной нейтралью" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Защита от КЗ на землю в сети с заземленной нейтралью и от замыканий на землю в сети с изолированной нейтралью" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр. 31-33 [2], стр. 66-70, 233-249 [3], 32-43
8	Автоматическое повторное включение и автоматический ввод резерва	4	2	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Автоматическое повторное включение и автоматический ввод резерва"
8.1	Автоматическое повторное включение и автоматический ввод резерва	4	2	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 54-61
9	Дистанционная защита	8	2	-	2	-	-	-	-	-	-	4	-	<b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Дистанционная защита" подготовка к
9.1	Дистанционная	8	2	-	2	-	-	-	-	-	-	4	-	"Дистанционная защита" подготовка к



	защита													<p>выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><b><u>Подготовка домашнего задания:</u></b> Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Дистанционная защита" материалу в виде упражнения из сборника. Задание выполняется индивидуально по вариантам.</p> <p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Дистанционная защита"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b></p> <p>[1], стр. 4-33 [2], стр. 119-123 [5], 5-16 [8], 231-240</p>
10	Дифференциальные токовые защиты	12	2	-	4	-	-	-	-	-	-	6	-	<p><b><u>Подготовка домашнего задания:</u></b> Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Дифференциальные токовые защиты" материалу в виде упражнения из сборника. Задание выполняется индивидуально по вариантам.</p> <p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Дифференциальные токовые защиты" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Дифференциальные токовые защиты"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b></p> <p>[1], стр. 66-68, 87-88 [2], стр. 139-174, 217-229 [4], 16-25 [5], 26-37 [8], 207-231</p>
10.1	Дифференциальные токовые защиты	12	2	-	4	-	-	-	-	-	-	6	-	<p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Релейная защита и автоматика сборных"</p>
11	Релейная защита и автоматика сборных	6	2	-	2	-	-	-	-	-	-	2	-	<p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Релейная защита и автоматика сборных"</p>

	шин. Резервирование												защита и автоматика сборных шин. Резервирование"
11.1	Релейная защита и автоматика сборных шин. Резервирование	6	2	-	2	-	-	-	-	-	2	-	<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], стр. 193-210
12	Релейная защита и автоматика трансформаторов	10	3	-	2	-	-	-	-	-	5	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Релейная защита и автоматика трансформаторов"
12.1	Релейная защита и автоматика трансформаторов	10	3	-	2	-	-	-	-	-	5	-	<b><u>Подготовка домашнего задания:</u></b> Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Релейная защита и автоматика трансформаторов" материалу в виде упражнения из сборника. Задание выполняется индивидуально по вариантам. <b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Релейная защита и автоматика трансформаторов" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр. 66-68, 87-88 [2], стр. 175-188 [4], 26-32
13	Релейная защита синхронных генераторов	9	2	-	2	-	-	-	-	-	5	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Релейная защита синхронных генераторов"
13.1	Релейная защита синхронных генераторов	9	2	-	2	-	-	-	-	-	5	-	<b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Релейная защита синхронных генераторов" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <b><u>Подготовка домашнего задания:</u></b> Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Релейная защита синхронных генераторов" материалу в виде упражнения из сборника. Задание выполняется индивидуально по вариантам. <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b>

													<b><u>источников:</u></b> [2], стр. 189-193, 229-232 [4], 33-41
14	Релейная защита блока генератор-трансформатор	5	2	-	-	-	-	-	-	-	3	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Релейная защита блока генератор-трансформатор"
14.1	Релейная защита блока генератор-трансформатор	5	2	-	-	-	-	-	-	-	3	-	<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр. 105-108, 116-118
	Зачет с оценкой	0.3	-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	-	
	<b>Всего за семестр</b>	<b>144.0</b>	<b>28</b>	<b>12</b>	<b>28</b>	-	-	-	-	<b>0.3</b>	<b>75.7</b>	-	
	<b>Итого за семестр</b>	<b>144.0</b>	<b>28</b>	<b>12</b>	<b>28</b>	-	-	-	-	<b>0.3</b>	<b>75.7</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. Введение в курс «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем»

#### 1.1. Введение в курс «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем»

Основные понятия и определения. Основные режимы работы ЭЭС. Основные устройства системы автоматического управления (САУ). Классификация РЗА. Назначение и функции релейной защиты. Требования к устройствам РЗ. Функциональная схема релейной защиты.

### 2. Векторные диаграммы токов и напряжений при КЗ в ЭЭС

#### 2.1. Векторные диаграммы токов и напряжений при КЗ в ЭЭС

Основные виды повреждений в ЭЭС. Векторные диаграммы токов и напряжений при КЗ на линиях электропередачи (ЛЭП) в сети с глухозаземленной нейтралью. Расчет токов КЗ. Векторные диаграммы и соотношения для расчета токов однофазных замыканий на землю в сети с изолированной нейтралью. Векторные диаграммы и расчет токов при КЗ за трансформатором со схемой соединения обмоток  $\Delta/Y-11$ .

### 3. Токовые защиты от коротких замыканий

#### 3.1. Токовые защиты от коротких замыканий

Общие вопросы. Измерительные трансформаторы тока. Определение и структура токовых защит. Измерительные органы (тока) и логические органы токовых защит. Изображение элементов и устройств релейной защиты.

### 4. Максимальная токовая защита от многофазных КЗ

#### 4.1. Максимальная токовая защита от многофазных КЗ

Назначение МТЗ. Выбор параметров срабатывания МТЗ. Оценка чувствительности МТЗ. Особенности выполнения МТЗ с зависимыми характеристиками выдержек времени. Схемы соединения трансформаторов тока и реле тока максимальной токовой защиты. Разнесенные схемы МТЗ. Максимальная токовая защита с пуском по напряжению.

### 5. Параметры срабатывания и схемы токовых защит со ступенчатыми характеристиками выдержек времени

#### 5.1. Параметры срабатывания и схемы токовых защит со ступенчатыми характеристиками выдержек времени

Выбор параметров срабатывания и оценка первой ступени. Выбор параметров срабатывания и оценка второй ступени токовой защиты. Схемы трехступенчатой токовой защиты. Общая оценка токовых защит.

### 6. Токовые направленные защиты

#### 6.1. Токовые направленные защиты

Принцип действия токовых направленных защит. Максимальная токовая направленная защита (последняя ступень). Токовая отсечка линии с двусторонним питанием. Общая оценка токовых направленных защит.

### 7. Защита от КЗ на землю в сети с заземленной нейтралью и от замыканий на землю в сети с изолированной нейтралью

7.1. Защита от КЗ на землю в сети с заземленной нейтралью и от замыканий на землю в сети с изолированной нейтралью

Токовая защита нулевой последовательности (ТЗНП) от КЗ на землю в сети с заземленной нейтралью. Защита от замыканий на землю в сети с изолированной нейтралью.

#### 8. Автоматическое повторное включение и автоматический ввод резерва

8.1. Автоматическое повторное включение и автоматический ввод резерва

Автоматическое повторное включение (АПВ). Автоматическое включение резервного источника питания (АВР).

#### 9. Дистанционная защита

9.1. Дистанционная защита

Принцип действия дистанционной защиты. Схема включения ИОС. Структура трехступенчатой дистанционной защиты. Выбор параметров срабатывания. Характеристики срабатывания ИОС. Общая оценка дистанционных защит.

#### 10. Дифференциальные токовые защиты

10.1. Дифференциальные токовые защиты

Общая характеристика дифференциальных токовых защит. Продольная дифференциальная токовая защита. Дифференциально-фазная токовая защита с ВЧ блокировкой. Направленная защита с высокочастотной блокировкой. Поперечная дифференциальная токовая направленная защита параллельных линий.

#### 11. Релейная защита и автоматика сборных шин. Резервирование

11.1. Релейная защита и автоматика сборных шин. Резервирование

Виды повреждений и требования к защите. Дифференциальная токовая защита шин. Неполная дифференциальная токовая защита шин. Логическая защита шин. АПВ шин. Виды резервирования. Устройство резервирования отказа выключателя (УРОВ).

#### 12. Релейная защита и автоматика трансформаторов

12.1. Релейная защита и автоматика трансформаторов

Повреждения и ненормальные режимы работы трансформаторов. Требования к релейной защите трансформаторов. Дифференциальная защита трансформатора. Примеры выполнения дифференциальной токовой защиты трансформаторов. Газовая защита трансформатора. Двухступенчатая токовая защита трансформаторов небольшой мощности. Защиты трансформаторов от внешних междуфазных КЗ. Защита трансформаторов и автотрансформаторов от КЗ на землю (ТЗНП). Защита трансформаторов и автотрансформаторов от перегрузки рабочим током. Автоматическое регулирование коэффициента трансформации (АРКТ).

#### 13. Релейная защита синхронных генераторов

13.1. Релейная защита синхронных генераторов

Повреждения и ненормальные режимы работы генераторов. Продольная дифференциальная защита генератора от междуфазных КЗ. Защита от витковых КЗ в

обмотках статора. Защиты от повреждений в цепях возбуждения. Защита генератора от токов внешних КЗ и перегрузки рабочим током. Токовая защита обратной последовательности.

#### 14. Релейная защита блока генератор-трансформатор

##### 14.1. Релейная защита блока генератор-трансформатор

Особенности релейной защиты блока. Дифференциальные токовые защиты блока. Защита генераторов от замыкания обмотки статора на землю. Защита от повышения напряжения. Резервные защиты блока от внешних КЗ и перегрузок. Защита ротора от перегрузки. Защита от потери возбуждения. Комплекс релейной защиты блока.

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

1. Расчет трехступенчатой дистанционной защиты линий от многофазных КЗ в сети с односторонним питанием;
2. Письменный опрос;
3. Расчет дифференциально-фазной защиты (ДФЗ) линии 110 кВ;
4. Расчет уставок и проверка чувствительности МТЗ в сети с односторонним питанием. Выбор схем защит. Контрольная работа №1;
5. Релейная защита генераторов. Расчет продольной дифференциальной токовой защиты турбогенератора;
6. Соотношения токов и напряжений и векторные диаграммы при коротких замыканиях в линии и за трансформаторами со схемами соединений  $Y/\Delta-11$  и  $\Delta/Y-11$ ;
7. Расчет защиты параллельных линий напряжением 35 кВ;
8. Расчет защит трансформатора;
9. Расчет трехступенчатой токовой защиты от многофазных КЗ в сети с односторонним питанием. Разработка разнесенных схем защиты;
10. Расчет токовой защиты нулевой последовательности в сети с глухозаземленной нейтралью;
11. Расчет токовых отсечек на линиях с односторонним питанием;
12. Расчет токовых направленных защит от многофазных КЗ в радиальной сети с двусторонним питанием и в кольцевой сети с одним источником питания.

### **3.4. Темы лабораторных работ**

1. Максимальная токовая защита с независимой характеристикой выдержки времени;
2. Определение токораспределения в схемах токовых защит и оценка их чувствительности;
3. Токовая защита со ступенчатой характеристикой выдержки времени от многофазных КЗ.

### **3.5 Консультации**

### **3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ**

Курсовой проект/ работа не предусмотрены

### 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	13	14		
<b>Знать:</b>																	
принципы выполнения комплексов РЗА основных объектов электроэнергетических систем	ИД-2пк-3	+			+		+	+	+	+	+					+	Контрольная работа/Письменный опрос «Релейная защита и автоматизация элементов энергосистем»
технические средства реализации устройств РЗА электроэнергетических систем	ИД-2пк-3			+	+	+	+										Расчетно-графическая работа/Защита типового расчета
<b>Уметь:</b>																	
рассчитывать параметры устройств РЗА электроэнергетических систем	ИД-2пк-3				+		+	+							+	+	Домашнее задание/Контрольная работа №2 «Токовые направленные и дистанционные защиты линий», «Защиты с абсолютной селективностью»
оценивать чувствительность рассчитанных устройств релейной защиты	ИД-2пк-3		+		+	+											Расчетно-графическая работа/Защита типового расчета Домашнее задание/Контрольная работа №1 «Токовые ступенчатые защиты»
работать с устройствами релейной защиты электроэнергетических систем	ИД-2пк-3		+		+	+											Лабораторная работа/Защиты лабораторных работ

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

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

**6 семестр**

Форма реализации: Защита задания

1. Защита типового расчета (Расчетно-графическая работа)
2. Защиты лабораторных работ (Лабораторная работа)

Форма реализации: Письменная работа

1. Письменный опрос «Релейная защита и автоматизация элементов энергосистем» (Контрольная работа)

Форма реализации: Проверка задания

1. Контрольная работа №1 «Токовые ступенчатые защиты» (Домашнее задание)
2. Контрольная работа №2 «Токовые направленные и дистанционные защиты линий», «Защиты с абсолютной селективностью» (Домашнее задание)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

##### **4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине**

*Зачет с оценкой (Семестр №6)*

Зачет выставляется по совокупности результатов текущего контроля

В диплом выставляется оценка за 6 семестр.

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

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

##### **5.1 Печатные и электронные издания:**

1. Кривенков, В. В. 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. - ISBN 978-5-7046-1377-0 .  
<http://elibr.mpei.ru/elibr/view.php?id=5007>;
2. Басс, Э. И. Релейная защита электроэнергетических систем : учебное пособие для вузов по направлению "Электроэнергетика" по дисциплине "Релейная защита электроэнергетических систем" / Э. И. Басс, В. Г. Дорогунцев ; Ред. А. Ф. Дьяков . – 2-е изд., стер . – М. : Издательский дом МЭИ, 2006 . – 296 с. - ISBN 5-903072-44-5 .;
3. Алексеев, О. П. 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.  
<http://elibr.mpei.ru/elibr/view.php?id=8646>;
4. Алексеев, О. П. 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.

<http://elib.mpei.ru/elib/view.php?id=9303>;

5. Темкина, Р. В. Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем : сборник задач и упражнений по курсу "Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем" по направлению 13.03.02 "Электроэнергетика и электротехника" / Р. В. Темкина, О. О. Николаева, Б. А. Сафронов ; ред. Р. В. Темкина ; Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ") . – Москва : Изд-во МЭИ, 2019 . – 56 с. - ISBN 978-5-7046-2217-8 .

<http://elib.mpei.ru/elib/view.php?id=11051>;

6. Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем: [в 2 ч.]. Ч.1 : практикум по направлению 13.03.02 "Электроэнергетика и электротехника" / В. В. Будкин, Р. В. Темкина, Б. А. Сафронов, [и др.], Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ") . – Москва : Изд-во МЭИ, 2019 . – 48 с. - ISBN 978-5-7046-2219-2 .

<http://elib.mpei.ru/elib/view.php?id=11100>;

7. Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем: [в 2 ч.]. Ч. 2 : практикум по направлению 13.03.02 "Электроэнергетика и электротехника" / В. В. Будкин, Р. В. Темкина, Б. А. Сафронов, [и др.], Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ") . – Москва : Изд-во МЭИ, 2019 . – 40 с. - ISBN 978-5-7046-2220-8 .

<http://elib.mpei.ru/elib/view.php?id=11101>;

8. Дьяков А. Ф., Овчаренко Н. И.- "Микропроцессорная автоматика и релейная защита электроэнергетических систем", (2-е), Издательство: "Издательский дом МЭИ", Москва, 2010 - (336 с.)

[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=72351](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=72351).

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

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Windows / Операционная система семейства Linux;
4. Видеоконференции (Майнд, Сберджаз, ВК и др).

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

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - [http://biblioclub.ru/index.php?page=main\\_ub\\_red](http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red)
3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
4. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
5. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
6. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
7. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
8. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
9. База открытых данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ - <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>
10. База открытых данных Министерства экономического развития РФ - <http://www.economy.gov.ru>
11. База открытых данных Росфинмониторинга - <http://www.fedsfm.ru/opendata>

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

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение

Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Д-406, Учебная аудитория	парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	Д-116, Учебная лаборатория кафедры РЗиАЭ	стол, стул, шкаф, стенд учебный
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Д-116, Учебная лаборатория кафедры РЗиАЭ	стол, стул, шкаф, стенд учебный
	Д-406, Учебная аудитория	парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая
Помещения для самостоятельной работы	Г-206, Аспирантская кафедры "ГВИЭ"	кресло рабочее, стул, шкаф для документов, стол письменный, тумба, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Г-225, Кладовая кафедры "ГВИЭ"	стеллаж для хранения инвентаря, стул, стол письменный, компьютерная сеть с выходом в Интернет, набор инструментов для профилактического обслуживания оборудования, наборы демонстрационного оборудования, архивные документы, дипломные и курсовые работы студентов, канцелярский принадлежности, запасные комплектующие для оборудования, сменные запчасти для ЭВМ

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

### Релейная защита электроэнергетических систем

(название дисциплины)

#### 6 семестр

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

- КМ-1 Контрольная работа №1 «Токовые ступенчатые защиты» (Домашнее задание)
- КМ-2 Контрольная работа №2 «Токовые направленные и дистанционные защиты линий», «Защиты с абсолютной селективностью» (Домашнее задание)
- КМ-3 Письменный опрос «Релейная защита и автоматизация элементов энергосистем» (Контрольная работа)
- КМ-4 Защита типового расчета (Расчетно-графическая работа)
- КМ-5 Защиты лабораторных работ (Лабораторная работа)

**Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.**

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5
		Неделя КМ:	6	11	12	13	14
1	Введение в курс «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем»						
1.1	Введение в курс «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем»				+		
2	Векторные диаграммы токов и напряжений при КЗ в ЭЭС						
2.1	Векторные диаграммы токов и напряжений при КЗ в ЭЭС		+			+	+
3	Токовые защиты от коротких замыканий						
3.1	Токовые защиты от коротких замыканий					+	
4	Максимальная токовая защита от многофазных КЗ						
4.1	Максимальная токовая защита от многофазных КЗ		+	+	+	+	+
5	Параметры срабатывания и схемы токовых защит со ступенчатыми характеристиками выдержек времени						
5.1	Параметры срабатывания и схемы токовых защит со ступенчатыми характеристиками выдержек времени		+			+	+
6	Токовые направленные защиты						
6.1	Токовые направленные защиты			+	+	+	

7	Защита от КЗ на землю в сети с заземленной нейтралью и от замыканий на землю в сети с изолированной нейтралью					
7.1	Защита от КЗ на землю в сети с заземленной нейтралью и от замыканий на землю в сети с изолированной нейтралью		+	+		
8	Автоматическое повторное включение и автоматический ввод резерва					
8.1	Автоматическое повторное включение и автоматический ввод резерва			+		
9	Дистанционная защита					
9.1	Дистанционная защита		+	+		
10	Дифференциальные токовые защиты					
10.1	Дифференциальные токовые защиты			+		
11	Релейная защита и автоматика сборных шин. Резервирование					
11.1	Релейная защита и автоматика сборных шин. Резервирование			+		
12	Релейная защита и автоматика трансформаторов					
12.1	Релейная защита и автоматика трансформаторов		+			
13	Релейная защита синхронных генераторов					
13.1	Релейная защита синхронных генераторов		+			
14	Релейная защита блока генератор-трансформатор					
14.1	Релейная защита блока генератор-трансформатор			+		
Вес КМ, %:		5	10	15	40	30