

**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: Электроэнергетика

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.08</b>
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	<b>6 семестр - 5;</b>
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	<b>180 часов</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 - 109,5 часов;</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> <b>Контрольная работа</b> <b>Домашнее задание</b> <b>Лабораторная работа</b> <b>Расчетно-графическая работа</b>	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Экзамен</b>	<b>6 семестр - 2,5 часа;</b>

**Москва 2023**

**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	Кузнецов О.Н.
	Идентификатор	Rf1ad9303-KuznetsovON-34bc149f

О.Н. Кузнецов

Заведующий выпускающей  
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Тульский В.Н.
	Идентификатор	R292b173d-TulskyVN-7e812984

В.Н. Тульский

## 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;
- формирование умения оценивать чувствительность рассчитанных устройств релейной защиты электроэнергетических систем.

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

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ПК-1 Способен участвовать в проектировании объектов профессиональной деятельности	ИД-1 <sub>ПК-1</sub> Применяет типовые проектные решения	знать: - технические средства реализации устройств РЗА электроэнергетических систем.  уметь: - работать с устройствами релейной защиты электроэнергетических систем.
ПК-1 Способен участвовать в проектировании объектов профессиональной деятельности	ИД-2 <sub>ПК-1</sub> Выбирает параметры электрооборудования, учитывая технические и экономические ограничения	знать: - принципы выполнения комплексов РЗА основных объектов электроэнергетических систем.  уметь: - рассчитывать параметры устройств РЗА электроэнергетических систем; - оценивать чувствительность рассчитанных устройств релейной защиты.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Электроэнергетика (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 5 зачетных единиц, 180 часов.

№ 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»	2	6	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	<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> <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 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 практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Векторные</p>	
1.1	Введение в курс «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем»	2		1	-	-	-	-	-	-	-	1	-		
2	Векторные диаграммы токов и напряжений при КЗ в ЭЭС	17		2	4	2	-	-	-	-	-	-	9		-
2.1	Векторные диаграммы токов и напряжений при КЗ в ЭЭС	17		2	4	2	-	-	-	-	-	-	9		-

													<p>диаграммы токов и напряжений при КЗ в ЭЭС" 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 защиты от коротких замыканий" материалу в виде упражнения из сборника. Задание выполняется индивидуально по вариантам.</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b></p> <p>[2], 30-41 [3], стр. 4-15 [7], стр. 5-14</p>
3	Токовые защиты от коротких замыканий	3	2	-	-	-	-	-	-	-	1	-	<p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Токовые защиты от коротких замыканий"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b></p> <p>[2], 16-21, 42-44</p>
3.1	Токовые защиты от коротких замыканий	3	2	-	-	-	-	-	-	-	1	-	<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>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Максимальная токовая защита от многофазных КЗ" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Максимальная токовая защита от многофазных КЗ"</p> <p><b><u>Подготовка домашнего задания:</u></b> Домашнее задание выдается студентам по изученному в</p>
4	Максимальная токовая защита от многофазных КЗ	17	2	4	2	-	-	-	-	-	9	-	<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>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Максимальная токовая защита от многофазных КЗ" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Максимальная токовая защита от многофазных КЗ"</p> <p><b><u>Подготовка домашнего задания:</u></b> Домашнее задание выдается студентам по изученному в</p>
4.1	Максимальная токовая защита от многофазных КЗ	17	2	4	2	-	-	-	-	-	9	-	<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>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Максимальная токовая защита от многофазных КЗ" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Максимальная токовая защита от многофазных КЗ"</p> <p><b><u>Подготовка домашнего задания:</u></b> Домашнее задание выдается студентам по изученному в</p>

													<p>разделе "Максимальная токовая защита от многофазных КЗ" материалу в виде упражнения из сборника. Задание выполняется индивидуально по вариантам.</p> <p><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Максимальная токовая защита от многофазных КЗ и подготовка к контрольной работе</p> <p><b><u>Подготовка расчетно-графического задания:</u></b> Выполнение соответствующей части расчетно-графической работы по разделу "Максимальная токовая защита от многофазных КЗ". Задание выполняется индивидуально по вариантам.</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр. 12-15, 18-20 [2], 63-66, 50-55, 73-77 [3], стр. 16-23 [6], стр. 23-33</p>
5	Параметры срабатывания и схемы токовых защит со ступенчатыми характеристиками выдержек времени	19	2	4	4	-	-	-	-	-	9	-	<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 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 текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу</p>
5.1	Параметры срабатывания и схемы токовых защит со ступенчатыми характеристиками выдержек времени	19	2	4	4	-	-	-	-	-	9	-	<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 текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу</p>

													<p>"Параметры срабатывания и схемы токовых защит со ступенчатыми характеристиками выдержек времени"</p> <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>Изучение материалов литературных источников:</u></b></p> <p>[1], стр. 12-23 [2], 58-66, 70-73 [3], стр. 24-32 [5], стр. 38-49 [6], стр. 34-45</p>
6	Токовые направленные защиты	13	2	-	4	-	-	-	-	-	7	-	<p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Токовые направленные защиты"</p>
6.1	Токовые направленные защиты	13	2	-	4	-	-	-	-	-	7	-	<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 практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Токовые направленные защиты" подготовка к выполнению заданий на практических</p>

													занятиях <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр. 26-30 [2], 78-102 [4], стр. 4-15 [5], стр. 17-25
7	Защита от КЗ на землю в сети с заземленной нейтралью и от замыканий на землю в сети с изолированной нейтралью	14	2	-	4	-	-	-	-	-	8	-	<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>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 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. <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр. 31-33 [2], 66-70, 233-249 [3], стр. 32-43
7.1	Защита от КЗ на землю в сети с заземленной нейтралью и от замыканий на землю в сети с изолированной нейтралью	14	2	-	4	-	-	-	-	-	8	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Автоматическое повторное включение и автоматический ввод резерва" <b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу
8	Автоматическое повторное включение и автоматический ввод резерва	4	2	-	-	-	-	-	-	-	2	-	
8.1	Автоматическое повторное включение и автоматический ввод резерва	4	2	-	-	-	-	-	-	-	2	-	



	ввод резерва												"Автоматическое повторное включение и автоматический ввод резерва" <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
9.1	Дистанционная защита	8	2	-	2	-	-	-	-	-	4	-	"Дистанционная защита" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <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. <b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Дистанционная защита" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр. 4-33 [2], 119-123 [5], стр. 5-16 [8], 231-240
10	Дифференциальные токовые защиты	14	2	-	4	-	-	-	-	-	8	-	<b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу
10.1	Дифференциальные токовые защиты	14	2	-	4	-	-	-	-	-	8	-	"Дифференциальные токовые защиты" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <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. <b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Дифференциальные токовые защиты" <b><u>Изучение материалов литературных</u></b>

													<b><u>источников:</u></b> [1], стр. 66-68, 87-88 [4], стр. 16-25 [5], стр. 26-37 [8], 207-231
11	Релейная защита и автоматика сборных шин. Резервирование	7	2	-	2	-	-	-	-	-	3	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Релейная защита и автоматика сборных шин. Резервирование" <b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Релейная защита и автоматика сборных шин. Резервирование" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], 193-210
11.1	Релейная защита и автоматика сборных шин. Резервирование	7	2	-	2	-	-	-	-	-	3	-	
12	Релейная защита и автоматика трансформаторов	11	3	-	2	-	-	-	-	-	6	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Релейная защита и автоматика трансформаторов" <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>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 текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Релейная защита и автоматика трансформаторов" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр. 66-68, 87-88
12.1	Релейная защита и автоматика трансформаторов	11	3	-	2	-	-	-	-	-	6	-	

													[2], 175-188 [4], стр. 26-32
13	Релейная защита синхронных генераторов	10	2	-	2	-	-	-	-	-	6	-	<p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Релейная защита синхронных генераторов"</p> <p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Релейная защита синхронных генераторов" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Релейная защита синхронных генераторов"</p> <p><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.</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр. 105-108, 116-118 [2], 189-193, 229-232 [4], стр. 33-41</p>
13.1	Релейная защита синхронных генераторов	10	2	-	2	-	-	-	-	-	6	-	
14	Релейная защита блока генератор-трансформатор	5	2	-	-	-	-	-	-	-	3	-	<p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Релейная защита блока генератор-трансформатор"</p> <p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Релейная защита блока генератор-трансформатор"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 116-118, 105-108</p>
14.1	Релейная защита блока генератор-трансформатор	5	2	-	-	-	-	-	-	-	3	-	
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	-	-	-	2.5	-	33.5	
	<b>Всего за семестр</b>	<b>180.0</b>	<b>28</b>	<b>12</b>	<b>28</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>2.5</b>	<b>76</b>	<b>33.5</b>	
	<b>Итого за семестр</b>	<b>180.0</b>	<b>28</b>	<b>12</b>	<b>28</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>2.5</b>	<b>109.5</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 уставок и проверка чувствительности МТЗ в сети с односторонним питанием. Выбор схем защит. Контрольная работа №1;
2. Расчет трехступенчатой токовой защиты от многофазных КЗ в сети с односторонним питанием. Разработка разнесенных схем защиты;
3. Расчет токовых отсечек на линиях с односторонним питанием;
4. Расчет токовых направленных защит от многофазных КЗ в радиальной сети с двусторонним питанием и в кольцевой сети с одним источником питания;
5. Расчет токовой защиты нулевой последовательности в сети с глухозаземленной нейтралью;
6. Расчет защит трансформатора;
7. Расчет защиты параллельных линий напряжением 35 кВ;
8. Расчет дифференциально-фазной защиты (ДФЗ) линии 110 кВ;
9. Релейная защита генераторов. Расчет продольной дифференциальной токовой защиты турбогенератора;
10. Письменный опрос;
11. Расчет трехступенчатой дистанционной защиты линий от многофазных КЗ в сети с односторонним питанием;
12. Соотношения токов и напряжений и векторные диаграммы при коротких замыканиях в линии и за трансформаторами со схемами соединений  $Y/\Delta-11$  и  $\Delta/Y-11$ .

### **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**

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

1. Обсуждение материалов раздела "Введение в курс «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем»"
2. Обсуждение материалов раздела "Векторные диаграммы токов и напряжений при КЗ в ЭЭС"
3. Обсуждение материалов раздела "Токовые защиты от коротких замыканий"
4. Обсуждение материалов раздела "Максимальная токовая защита от многофазных КЗ"

5. Обсуждение материалов раздела "Параметры срабатывания и схемы токовых защит со ступенчатыми характеристиками выдержек времени"
6. Обсуждение материалов раздела "Токовые направленные защиты"
7. Обсуждение материалов раздела "Защита от КЗ на землю в сети с заземленной нейтралью и от замыканий на землю в сети с изолированной нейтралью"
8. Обсуждение материалов раздела "Автоматическое повторное включение и автоматический ввод резерва"
9. Обсуждение материалов раздела "Дистанционная защита"
10. Обсуждение материалов раздела "Дифференциальные токовые защиты"
11. Обсуждение материалов раздела "Релейная защита и автоматика сборных шин. Резервирование"
12. Обсуждение материалов раздела "Релейная защита и автоматика трансформаторов"
13. Обсуждение материалов раздела "Релейная защита синхронных генераторов"
14. Обсуждение материалов раздела "Релейная защита блока генератор-трансформатор"

### **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>																
технические средства реализации устройств РЗА электроэнергетических систем	ИД-1ПК-1			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	Лабораторная работа/Защита лабораторной работы №1 Расчетно-графическая работа/Защита расчетно-графической работы Домашнее задание/Контрольная работа №2 «Токовые ступенчатые защиты» Домашнее задание/Контрольная работа №3 «Токовые направленные и дистанционные защиты линий» Домашнее задание/Контрольная работа №4 «Защиты с абсолютной селективностью» Контрольная работа/Письменный опрос «Релейная защита и автоматизация элементов энергосистем»
принципы выполнения комплексов РЗА основных объектов	ИД-2ПК-1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	Лабораторная работа/Защита лабораторной работы №1 Контрольная

электроэнергетических систем															<p>работа/Контрольная работа №1 «Векторные диаграммы и максимальная токовая защита»</p> <p>Домашнее задание/Контрольная работа №2 «Токовые ступенчатые защиты»</p> <p>Домашнее задание/Контрольная работа №4 «Защиты с абсолютной селективностью»</p>
<b>Уметь:</b>															
работать с устройствами релейной защиты электроэнергетических систем	ИД-1 <sub>ПК-1</sub>		+		+	+									<p>Лабораторная работа/Защита лабораторной работы №1</p> <p>Лабораторная работа/Защита лабораторной работы №3</p>
оценивать чувствительность рассчитанных устройств релейной защиты	ИД-2 <sub>ПК-1</sub>				+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	<p>Лабораторная работа/Защита лабораторной работы №3</p> <p>Расчетно-графическая работа/Защита расчетно-графической работы</p> <p>Домашнее задание/Контрольная работа №2 «Токовые ступенчатые защиты»</p> <p>Домашнее задание/Контрольная работа №3 «Токовые направленные и дистанционные защиты линий»</p> <p>Домашнее</p>

																<p>задание/Контрольная работа №4 «Защиты с абсолютной селективностью»</p> <p>Контрольная работа/Письменный опрос «Релейная защита и автоматизация элементов энергосистем»</p>
<p>рассчитывать параметры устройств РЗА электроэнергетических систем</p>	ИД-2ПК-1			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	<p>Лабораторная работа/Защита лабораторной работы №3</p> <p>Расчетно-графическая работа/Защита расчетно-графической работы</p> <p>Контрольная работа/Контрольная работа №1 «Векторные диаграммы и максимальная токовая защита»</p> <p>Домашнее задание/Контрольная работа №2 «Токовые ступенчатые защиты»</p> <p>Домашнее задание/Контрольная работа №3 «Токовые направленные и дистанционные защиты линий»</p> <p>Домашнее задание/Контрольная работа №4 «Защиты с абсолютной селективностью»</p> <p>Контрольная</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**

#### **6 семестр**

Форма реализации: Защита задания

1. Защита лабораторной работы №1 (Лабораторная работа)
2. Защита лабораторной работы №3 (Лабораторная работа)
3. Защита расчетно-графической работы (Расчетно-графическая работа)

Форма реализации: Письменная работа

1. Контрольная работа №1 «Векторные диаграммы и максимальная токовая защита» (Контрольная работа)
2. Письменный опрос «Релейная защита и автоматизация элементов энергосистем» (Контрольная работа)

Форма реализации: Проверка задания

1. Контрольная работа №2 «Токовые ступенчатые защиты» (Домашнее задание)
2. Контрольная работа №3 «Токовые направленные и дистанционные защиты линий» (Домашнее задание)
3. Контрольная работа №4 «Защиты с абсолютной селективностью» (Домашнее задание)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

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

#### Экзамен (Семестр №6)

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

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://elib.mpei.ru/elib/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. Windows / Операционная система семейства Linux.

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

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

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для	Г-200, Учебная	парта со скамьей, стол преподавателя,

проведения лекционных занятий и текущего контроля	аудитория	стул, трибуна, мультимедийный проектор, экран
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Г-101в-1, Лаборатория Автоматики кафедры РЗИАЭ	стул, шкаф для документов, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, оборудование специализированное, компьютер персональный, кондиционер
	Д-107, Аудитория кафедры РЗИАЭ	стол, стул, шкаф, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная, журналы, книги, учебники, пособия
	Д-205, Учебная аудитория	парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая
	Д-207, Учебная аудитория	парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая
	Д-209, Учебная аудитория	парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая
	Д-213, 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
	Д-114, Компьютерный класс кафедры РЗИАЭ	стол, стул, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный
	Д-105, Компьютерный класс кафедры РЗИАЭ	стол, стул, компьютерная сеть с выходом в Интернет, доска маркерная, компьютер персональный
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Г-200, Учебная аудитория	парта со скамьей, стол преподавателя, стул, трибуна, мультимедийный проектор, экран
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-302, Читальный зал отдела обслуживания учебной литературой	стул, стол письменный, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный
Помещения для консультирования	Г-200, Учебная аудитория	парта со скамьей, стол преподавателя, стул, трибуна, мультимедийный проектор, экран
	Д-110, Кабинет сотрудников кафедры РЗИАЭ	кресло рабочее, стол, стул, шкаф для документов, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер
	Д-108, Кабинет сотрудников каф. "РЗИАЭ"	кресло рабочее, стол, стул, компьютерная сеть с выходом в Интернет, доска маркерная, компьютер персональный, принтер
	Д-103/1, Помещение каф. "РЗИАЭ"	кресло рабочее, стол, стул, шкаф для документов, компьютерная сеть с выходом в Интернет, доска маркерная, компьютер персональный, принтер
	Д-210, Помещение	кресло рабочее, стол, шкаф для

	сотрудников кафедры РЗиАЭ	документов, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер
	Д-211, Помещение кафедры РЗиАЭ	кресло рабочее, стол, стул, шкаф для документов, 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)

#### 6 семестр

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

- КМ-1 Контрольная работа №1 «Векторные диаграммы и максимальная токовая защита» (Контрольная работа)
- КМ-2 Контрольная работа №2 «Токовые ступенчатые защиты» (Домашнее задание)
- КМ-3 Защита лабораторной работы №1 (Лабораторная работа)
- КМ-4 Контрольная работа №3 «Токовые направленные и дистанционные защиты линий» (Домашнее задание)
- КМ-5 Защита расчетно-графической работы (Расчетно-графическая работа)
- КМ-6 Контрольная работа №4 «Защиты с абсолютной селективностью» (Домашнее задание)
- КМ-7 Письменный опрос «Релейная защита и автоматизация элементов энергосистем» (Контрольная работа)
- КМ-8 Защита лабораторной работы №3 (Лабораторная работа)

#### Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5	КМ-6	КМ-7	КМ-8
		Неделя КМ:	4	6	8	10	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, %:		8	8	14	8	20	15	13	14