

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 и электротехника

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
РЕЛЕЙНАЯ ЗАЩИТА И АВТОМАТИЗАЦИЯ
ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.06
Трудоемкость в зачетных единицах:	6 семестр - 3; 7 семестр - 4; всего - 7
Часов (всего) по учебному плану:	252 часа
Лекции	6 семестр - 28 часа; 7 семестр - 32 часа; всего - 60 часов
Практические занятия	6 семестр - 14 часов; 7 семестр - 16 часов; всего - 30 часов
Лабораторные работы	6 семестр - 14 часов; 7 семестр - 16 часов; всего - 30 часов
Консультации	6 семестр - 2 часа; 7 семестр - 2 часа; всего - 4 часа
Самостоятельная работа	6 семестр - 49,5 часа; 7 семестр - 77,5 часа; всего - 127,0 часа
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая: Домашнее задание Лабораторная работа Контрольная работа Расчетно-графическая работа Индивидуальный проект Тестирование	
Промежуточная аттестация:	
Экзамен	6 семестр - 0,5 часа;
Экзамен	7 семестр - 0,5 часа;
	всего - 1,0 час

Москва 2021

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Темкина Р.В.
	Идентификатор	R380c76a6-TemkinaRV-bac1a72f

Р.В. Темкина

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной программы

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

В.Н. Тульский

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 и изучение видов автоматики в электроэнергетике и принципов действия и построения алгоритмов интеллектуальных устройств автоматики.

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;
- освоение классификации автоматики на основе выполняемых ею задач;
- приобретение навыков расчета параметров срабатывания разных видов автоматики на основе имеющихся исходных данных;
- приобретение навыков принятия технических решений на основе требований, назначения и принципов действия устройств автоматики;
- освоение способов и особенностей сбора больших данных для функционирования интеллектуальных систем централизованной автоматики управления энергосистемой..

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 применять знание особенностей и характеристик элементов электроэнергетических систем, способов производства и использования электроэнергии в профессиональной деятельности	ИД-2ПК-1 Демонстрирует знание основных видов релейной защиты и автоматизации электроэнергетических систем	знать: - особенности применения разных видов автоматики в зависимости от решаемых задач; - технические средства реализации устройств РЗА электроэнергетических систем; - назначение и принцип работы разных видов автоматики; - принципы выполнения комплексов РЗА основных объектов электроэнергетических систем; - современные решения в области автоматизации энергосистем. уметь: - выбирать параметры автоматики и производить техническую оценку ее работы; - оценивать чувствительность рассчитанных устройств релейной защиты; - рассчитывать параметры устройств РЗА электроэнергетических систем; - работать с устройствами релейной защиты электроэнергетических систем.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

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

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать основы теории автоматического регулирования;
- знать основные типы алгоритмов релейной защиты
- уметь проектировать простейшие алгоритмы релейной защиты
- уметь работать с технической документацией и читать схемы РЗ

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 7 зачетных единиц, 252 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»	2	6	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	<p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение терминологии по разделу "Введение в курс «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем»"</p> <p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Введение в курс «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем»"</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 5-29 [9], стр. 9-21</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	10		2	4	2	-	-	-	-	-	-	2	
2.1	Векторные диаграммы токов и напряжений при КЗ в ЭЭС	10	2	4	2	-	-	-	-	-	-	2	-	

													<p>ЭЭС и подготовка к контрольной работе</p> <p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Векторные диаграммы токов и напряжений при КЗ в ЭЭС" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Векторные диаграммы токов и напряжений при КЗ в ЭЭС"</p> <p><u>Подготовка домашнего задания:</u> 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><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 30-40</p>
3	Токовые защиты от коротких замыканий	3	2	-	-	-	-	-	-	-	1	-	<p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Токовые защиты от коротких замыканий"</p> <p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Токовые защиты от коротких замыканий"</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], 7-14 [9], стр. 193-195</p>
3.1	Токовые защиты от коротких замыканий	3	2	-	-	-	-	-	-	-	1	-	<p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Максимальная токовая защита от многофазных КЗ"</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Максимальная токовая защита от</p>
4	Максимальная токовая защита от многофазных КЗ	12	2	4	4	-	-	-	-	-	2	-	<p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Максимальная токовая защита от многофазных КЗ"</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Максимальная токовая защита от</p>
4.1	Максимальная токовая защита от многофазных КЗ	12	2	4	4	-	-	-	-	-	2	-	<p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Максимальная токовая защита от</p>

															<p>многофазных КЗ" <u>Подготовка домашнего задания:</u> 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. <u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Максимальная токовая защита от многофазных КЗ и подготовка к контрольной работе <u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Максимальная токовая защита от многофазных КЗ" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <u>Подготовка расчетно-графического задания:</u> Выполнение соответствующей части расчетно-графической работы по разделу "Максимальная токовая защита от многофазных КЗ". Задание выполняется индивидуально по вариантам. <u>Подготовка к лабораторной работе:</u> 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. <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], 15-22 [9], стр. 195-201</p>
5	Параметры срабатывания и схемы токовых защит со ступенчатыми	12		2	4	4	-	-	-	-	2	-		<p><u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а</p>	

													<u>источников:</u> [1], стр. 58-66, 70-77	
6	Токовые направленные защиты	6	2	2	-	-	-	-	-	-	-	2	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Токовые направленные защиты"
6.1	Токовые направленные защиты	6	2	2	-	-	-	-	-	-	-	2	-	<u>Подготовка домашнего задания:</u> Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Токовые направленные защиты" материалу в виде упражнения из сборника. Задание выполняется индивидуально по вариантам. <u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Токовые направленные защиты" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Токовые направленные защиты" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 78-103 [3], 10-25
7	Защита от КЗ на землю в сети с заземленной нейтралью и от замыканий на землю в сети с изолированной нейтралью	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Защита от КЗ на землю в сети с заземленной нейтралью и от замыканий на землю в сети с изолированной нейтралью" <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "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	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<u>Подготовка к практическим занятиям:</u> 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 <u>Подготовка домашнего задания:</u> 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. <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 66-70, 233-242 [4], 7-13
8	Автоматическое повторное включение и автоматический ввод резерва	6	2	-	2	-	-	-	-	-	2	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Автоматическое повторное включение и автоматический ввод резерва" <u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Автоматическое повторное включение и автоматический ввод резерва" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [7], 26-31 [8], стр. 12-63
8.1	Автоматическое повторное включение и автоматический ввод резерва	6	2	-	2	-	-	-	-	-	2	-	
9	Дистанционная защита	6	2	-	2	-	-	-	-	-	2	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Дистанционная защита"
9.1	Дистанционная защита	6	2	-	2	-	-	-	-	-	2	-	<u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Дистанционная защита" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <u>Подготовка домашнего задания:</u> Домашнее задание выдается студентам по изученному в

													Резервирование" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [9], стр. 354-372, 496-504
12	Релейная защита и автоматика трансформаторов	6	4	-	-	-	-	-	-	-	2	-	<u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Релейная защита и автоматика трансформаторов" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <u>Подготовка домашнего задания:</u> Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Релейная защита и автоматика трансформаторов" материалу в виде упражнения из сборника. Задание выполняется индивидуально по вариантам.
12.1	Релейная защита и автоматика трансформаторов	6	4	-	-	-	-	-	-	-	2	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Релейная защита и автоматика трансформаторов" <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Релейная защита и автоматика трансформаторов" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [5], 44-48 [9], стр. 429-473
13	Релейная защита синхронных генераторов	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Релейная защита синхронных генераторов"
13.1	Релейная защита синхронных генераторов	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<u>Подготовка домашнего задания:</u> Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Релейная защита синхронных генераторов" материалу в виде упражнения из сборника. Задание выполняется индивидуально по вариантам. <u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Релейная защита синхронных генераторов" подготовка

													к выполнению заданий на практических занятиях <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Релейная защита синхронных генераторов" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [9], стр. 373-428
14	Релейная защита блока генератор-трансформатор	1		1	-	-	-	-	-	-	-	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Релейная защита блока генератор-трансформатор"
14.1	Релейная защита блока генератор-трансформатор	1		1	-	-	-	-	-	-	-	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Релейная защита блока генератор-трансформатор" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [6], 39-43 [9], стр. 473-475
15	Автоматика электроэнергетических систем	1		1	-	-	-	-	-	-	-	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Автоматика электроэнергетических систем"
15.1	Автоматика электроэнергетических систем	1		1	-	-	-	-	-	-	-	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [8], стр. 4-11
	Экзамен	36.0		-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5
	Всего за семестр	108.0		28	14	14	-	2	-	-	0.5	16	33.5
	Итого за семестр	108.0		28	14	14	2	-	-	-	0.5	49.5	
16	Классификация релейной защиты и автоматики	14	7	4	2	2	-	-	-	-	-	6	-
16.1	Классификация релейной защиты и автоматики	14		4	2	2	-	-	-	-	-	6	-
													<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Подготовка к прохождению тестированию №1 <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение общих сведений и основных требований к автоматике ЭЭС: [Овчаренко Н. И. Автоматика энергосистем : учебник для

													вузов по направлению "Электроэнергетика". Издательский дом МЭИ, 2009 – 475 стр.] с 15 - 21 <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [10], стр. 7-14 [11], стр. 15-20
17	Противоаварийная автоматика	20	4	4	4	-	-	-	-	-	8	-	<u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Подготовка к лабораторной работе №1
17.1	Автоматическая частотная разгрузка	20	4	4	4	-	-	-	-	-	8	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение особенностей противоаварийной автоматики: [Овчаренко Н. И. Автоматика энергосистем : учебник для вузов по направлению "Электроэнергетика". Издательский дом МЭИ, 2009 – 475 стр.] с 385-409 <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [8], стр. 172-212 [10], стр. 289-304, 333-440
18	Сетевая автоматика	22	6	4	4	-	-	-	-	-	8	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Выполнение первой части типового расчета
18.1	Автоматическое повторное включение (АПВ)	22	6	4	4	-	-	-	-	-	8	-	<u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Подготовка к лабораторной работе №2 <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение особенностей сетевой автоматики: [Овчаренко Н. И. Автоматика энергосистем : учебник для вузов по направлению "Электроэнергетика". Издательский дом МЭИ, 2009 – 475 стр.] с 278-300 <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [8], стр. 12-63 [10], стр. 306-330
19	Режимная автоматика	36	12	4	4	-	-	-	-	-	16	-	<u>Подготовка к лабораторной работе:</u>
19.1	Автоматическое регулирование	18	6	2	2	-	-	-	-	-	8	-	Подготовка к лабораторной работе №3 <u>Самостоятельное изучение</u>

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.

15. Автоматика электроэнергетических систем

15.1. Автоматика электроэнергетических систем

Общая характеристика. Классификация. Противоаварийная автоматика.

16. Классификация релейной защиты и автоматики

16.1. Классификация релейной защиты и автоматики

Классификация релейной защиты и автоматики.

17. Противоаварийная автоматика

17.1. Автоматическая частотная разгрузка

Назначение АЧР, принципы выполнения АЧР, ЧАПВ, расчет параметров всех ступеней АЧР.

18. Сетевая автоматика

18.1. Автоматическое повторное включение (АПВ)

Назначение, виды АПВ, требования к АПВ, выбор параметров АПВ.

19. Режимная автоматика

19.1. Автоматическое регулирование возбуждения

Назначение АРВ, виды АРВ и их принципы работы.

19.2. Автоматика регулирования коэффициента трансформации

Назначение и принцип действия АРКТ, требования к АРКТ, алгоритм АРКТ, расчет параметров срабатывания АРКТ.

20. Технологическая автоматика

20.1. Включение синхронного генератора на параллельную работу

Виды синхронизации и расчет параметров.

3.3. Темы практических занятий

1. Расчет токовых направленных защит от многофазных КЗ в радиальной сети с двусторонним питанием и в кольцевой сети с одним источником питания;
2. Расчет токовых отсечек на линиях с односторонним питанием;

3. Расчет уставок и проверка чувствительности МТЗ в сети с односторонним питанием. Выбор схем защит. Контрольная работа №1;
4. Расчет защит трансформатора;
5. Расчет токовой защиты нулевой последовательности в сети с глухозаземленной нейтралью;
6. Расчет трехступенчатой дистанционной защиты линий от многофазных КЗ в сети с односторонним питанием;
7. Расчет защиты параллельных линий напряжением 35 кВ;
8. Соотношения токов и напряжений и векторные диаграммы при коротких замыканиях в линии и за трансформаторами со схемами соединений Y/Δ-11 и Δ/Y-11;
9. Релейная защита генераторов. Расчет продольной дифференциальной токовой защиты турбогенератора;
10. Расчет трехступенчатой токовой защиты от многофазных КЗ в сети с односторонним питанием. Разработка разнесенных схем защиты.

3.4. Темы лабораторных работ

1. Автоматическая частотная разгрузка;
2. Синхронизатор;
3. Автоматическое повторное включение;
4. Автоматика регулирования коэффициента трансформации и ввод резерва;
5. Максимальная токовая защита с независимой характеристикой выдержки времени;
6. Токовая защита со ступенчатой характеристикой выдержки времени от многофазных КЗ;
7. Автоматика регулирования возбуждения синхронных генераторов;
8. Определение токораспределения в схемах токовых защит и оценка их чувствительности.

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"
15. Обсуждение материалов по вопросам раздела "Классификация релейной защиты и автоматики"
16. Обсуждение материалов по вопросам раздела "Противоаварийная автоматика"
17. Обсуждение материалов по вопросам раздела "Сетевая автоматика"
18. Обсуждение материалов по вопросам раздела "Режимная автоматика"
19. Обсуждение материалов по вопросам раздела "Технологическая автоматика"

3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ

Курсовой проект/ работа не предусмотрены

																				<p>работа №2 «Токовые ступенчатые защиты»</p> <p>Контрольная работа/Письменный опрос «Релейная защита и автоматизация элементов энергосистем»</p>
назначение и принцип работы разных видов автоматики	ИД-2ПК-1																			<p>Лабораторная работа/Защита лабораторной работы №1. Автоматическая частотная разгрузка</p> <p>Лабораторная работа/Защита лабораторной работы №3. Автоматика регулирования коэффициента трансформации и ввод резерва</p> <p>Лабораторная работа/Защита лабораторной работы №5. Автоматика регулирования возбуждения синхронных генераторов</p>

																				Индивидуальный проект/Типовой расчет "Настройка системы регулирования напряжения". Часть 1
																				Индивидуальный проект/Типовой расчет "Настройка системы регулирования напряжения". Часть 2
технические средства реализации устройств РЗА электроэнергетических систем	ИД-2ПК-1			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+					Лабораторная работа/Защита лабораторной работы №1
																				Расчетно-графическая работа/Защита типового расчета
																				Домашнее задание/Контрольная работа №2 «Токовые ступенчатые защиты»
																				Домашнее задание/Контрольная работа №4 «Защиты с абсолютной селективностью»

																				Контрольная работа/Письменный опрос «Релейная защита и автоматизация элементов энергосистем»
особенности применения разных видов автоматики в зависимости от решаемых задач	ИД-2ПК-1																			Лабораторная работа/Защита лабораторной работы №1. Автоматическая частотная разгрузка Лабораторная работа/Защита лабораторной работы №2. Автоматическое повторное включение Лабораторная работа/Защита лабораторной работы №5. Автоматика регулирования возбуждения синхронных генераторов
Уметь:																				
работать с устройствами релейной защиты электроэнергетических	ИД-2ПК-1		+		+	+														Лабораторная работа/Защита лабораторной работы №1

систем																																Лабораторная работа/Защита лабораторной работы №2
рассчитывать параметры устройств РЗА электроэнергетических систем	ИД-2ПК-1			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+														Лабораторная работа/Защита лабораторной работы №2 Лабораторная работа/Защита лабораторной работы №3 Расчетно-графическая работа/Защита типового расчета 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»
оценивать чувствительность рассчитанных устройств релейной защиты	ИД-2ПК-1			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+						Лабораторная работа/Защита лабораторной работы №2 Лабораторная работа/Защита лабораторной работы №3 Расчетно-графическая работа/Защита типового расчета 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»
выбирать параметры автоматики и производить техническую оценку ее работы	ИД-2ПК-1																			Лабораторная работа/Защита лабораторной работы №2. Автоматическое повторное включение

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 №2 (Лабораторная работа)
3. Защита лабораторной работы №3 (Лабораторная работа)
4. Защита типового расчета (Расчетно-графическая работа)

Форма реализации: Письменная работа

1. 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)

7 семестр

Форма реализации: Билеты (письменный опрос)

1. Тест №2. Итоговый тест (Тестирование)

Форма реализации: Допуск к лабораторной работе

1. Защита лабораторной работы №1. Автоматическая частотная разгрузка (Лабораторная работа)
2. Защита лабораторной работы №2. Автоматическое повторное включение (Лабораторная работа)
3. Защита лабораторной работы №3. Автоматика регулирования коэффициента трансформации и ввод резерва (Лабораторная работа)
4. Защита лабораторной работы №4. Синхронизатор (Лабораторная работа)
5. Защита лабораторной работы №5. Автоматика регулирования возбуждения синхронных генераторов (Лабораторная работа)

Форма реализации: Письменная работа

1. Типовой расчет "Настройка системы регулирования напряжения". Часть 1 (Индивидуальный проект)
2. Типовой расчет "Настройка системы регулирования напряжения". Часть 2 (Индивидуальный проект)

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.

Экзамен (Семестр №7)

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 7 семестр.

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

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. 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 .;

2. 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://elib.mpei.ru/elib/view.php?id=5007>;

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. Беркович, М. А. Автоматика энергосистем : Учебник для энергетических и энергостроительных техникумов / М. А. Беркович, В. А. Гладышев, В. А. Семенов . – 3-е изд., перераб. и доп . – М. : Энергоатомиздат, 1991 . – 240 с.;

9. 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 .;

10. Овчаренко, Н. И. Автоматика энергосистем : учебник для вузов по направлению "Электроэнергетика" / Н. И. Овчаренко ; Ред. А. Ф. Дьяков . – 2-е изд., перераб. и доп . – М. : Издательский дом МЭИ, 2007 . – 476 с. - ISBN 978-5-383-00113-4 .;

11. Овчаренко Н.И.- "Автоматика энергосистем", Издательство: "МЭИ", Москва, 2016
<https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383009758.html>.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. Office / Российский пакет офисных программ;
2. 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. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - 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. ЭБС "Консультант студента" - <http://www.studentlibrary.ru/>
8. База данных IEL издательства IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.) - <https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp?reload=true>
9. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
10. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
11. Открытая университетская информационная система «РОССИЯ» - <https://uisrussia.msu.ru>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Д-213, Учебная аудитория	парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	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
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Д-213, Учебная аудитория	парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-201, Компьютерный читальный зал	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер,

		кондиционер
Помещения для консультирования	Д-213, Учебная аудитория	парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая
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 и автоматизация электроэнергетических систем

(название дисциплины)

6 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Контрольная работа №2 «Токовые ступенчатые защиты» (Домашнее задание)
- КМ-2 Защита лабораторной работы №1 (Лабораторная работа)
- КМ-3 Контрольная работа №3 «Токовые направленные и дистанционные защиты линий» (Домашнее задание)
- КМ-4 Защита лабораторной работы №2 (Лабораторная работа)
- КМ-5 Контрольная работа №4 «Защиты с абсолютной селективностью» (Домашнее задание)
- КМ-6 Письменный опрос «Релейная защита и автоматизация элементов энергосистем» (Контрольная работа)
- КМ-7 Защита типового расчета (Расчетно-графическая 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	9	10	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	+	+	+	+	+	+	+	+
15	Автоматика электроэнергетических систем								
15.1	Автоматика электроэнергетических систем	+	+			+	+	+	
Вес КМ, %:		5	10	5	10	5	8	47	10

7 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Защита лабораторной работы №1. Автоматическая частотная разгрузка (Лабораторная работа)
- КМ-2 Защита лабораторной работы №2. Автоматическое повторное включение (Лабораторная работа)
- КМ-3 Типовой расчет "Настройка системы регулирования напряжения". Часть 1 (Индивидуальный проект)
- КМ-4 Защита лабораторной работы №3. Автоматика регулирования коэффициента трансформации и ввод резерва (Лабораторная работа)
- КМ-5 Защита лабораторной работы №4. Синхронизатор (Лабораторная работа)
- КМ-6 Защита лабораторной работы №5. Автоматика регулирования возбуждения синхронных генераторов (Лабораторная работа)
- КМ-7 Типовой расчет "Настройка системы регулирования напряжения". Часть 2 (Индивидуальный проект)
- КМ-8 Тест №2. Итоговый тест (Тестирование)

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	9	10	12	13	14
1	Классификация релейной защиты и автоматики									
1.1	Классификация релейной защиты и автоматики		+		+	+		+	+	
2	Противоаварийная автоматика									
2.1	Автоматическая частотная разгрузка		+	+				+		
3	Сетевая автоматика									
3.1	Автоматическое повторное включение (АПВ)		+	+				+		
4	Режимная автоматика									
4.1	Автоматическое регулирование возбуждения		+	+				+		
4.2	Автоматика регулирования коэффициента трансформации		+	+		+	+	+		+
5	Технологическая автоматика									
5.1	Включение синхронного генератора на параллельную работу		+	+		+	+	+		+
Вес КМ, %:			15	20	10	20	10	10	10	5