

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

Направление подготовки/специальность: 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Наименование образовательной программы: Интеллектуальные системы защиты, автоматики и управления энергосистемами

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
РЕЛЕЙНАЯ ЗАЩИТА ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.01
Трудоемкость в зачетных единицах:	1 семестр - 5;
Часов (всего) по учебному плану:	180 часов
Лекции	1 семестр - 16 часов;
Практические занятия	1 семестр - 16 часов;
Лабораторные работы	1 семестр - 16 часов;
Консультации	1 семестр - 18 часов;
Самостоятельная работа	1 семестр - 109,2 часов;
в том числе на КП/КР	1 семестр - 15,7 часов;
Иная контактная работа	1 семестр - 4 часа;
включая: Тестирование Лабораторная работа Контрольная работа	
Промежуточная аттестация:	
Защита курсового проекта	1 семестр - 0,3 часа;
Экзамен	1 семестр - 0,5 часа;
	всего - 0,8 часа

Москва 2022

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

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

(подпись)

А.А. Волошин

(расшифровка
подписи)

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

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

(подпись)

А.А. Волошин

(расшифровка
подписи)

Заведующий выпускающей
кафедры

(должность, ученая степень, ученое звание)

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

(подпись)

А.А. Волошин

(расшифровка
подписи)

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Задачи дисциплины

- освоение знаний о принципах построения и технических средствах релейной защиты электроэнергетических систем;
- формирование умения рассчитывать параметры устройств релейной защиты электроэнергетических систем;
- формирование умения анализировать результаты, полученные после расчета параметров устройств релейной защиты электроэнергетических систем;
- приобретение первичных навыков работы с устройствами 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 руководить разработкой микропроцессорных устройств релейной защиты	ИД-1 _{ПК-1} Показывает знание принципов действия алгоритмов релейной защиты и их параметры	знать: - расчетные режимы для проверки характеристик ТТ и ТН, на соответствие условиям эксплуатации; - условия и особенности расчета уставок трансформаторов, генераторов, электродвигателей; - особенности режимов работы распределительных сетей при различных режимах работы нейтрали. уметь: - производить расчет и выбор коммутационных аппаратов и проводников во вторичных цепях ТН и ТТ (проводников); - производить расчет и выбор коммутационных аппаратов в системах оперативного постоянного тока.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Интеллектуальные системы защиты, автоматики и управления энергосистемами (далее – ОПОП), направления подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, уровень образования: высшее образование - магистратура.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать основные методы анализа линейных и нелинейных цепей в установившихся и переходных режимах
- знать виды электрических машин, основные характеристики и режимы работы
- знать современное оборудование электрических станций и подстанций, основные схемы электрических соединений распределительных устройств разных уровней напряжения

- знать методы и средства расчета электрических величин
- уметь составлять схемы замещения электрических цепей и рассчитывать их
- уметь применять вычислительную технику в электромагнитных расчетах
- уметь работать с программными средствами общего назначения, соответствующими современным требованиям мирового рынка

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	Ступенчатая защита	52	1	8	8	8	-	-	-	-	-	28	-	<p><u>Подготовка курсового проекта:</u> Курсовой проект выполняется по индивидуальному заданию. В рамках работы необходимо рассчитать основные показатели работы оборудования, выбрать оптимальное решение. Курсовой проект предусматривает пояснительную записку с расчетами и графическую часть. В задание входит Расчет параметров срабатывания релейной защиты на объектах энергосистем напряжением 35-110 кВ Общие сведения о релейной защите (РЗ) и автоматизации электроэнергетической системы (ЭЭС). Термины и определения Токовые защиты Дистанционные защиты</p> <p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Ступенчатая защита"</p> <p><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 "Ступенчатая защита" материалу. Максимальная токовая защита с независимой характеристикой выдержки времени Токовая защита со ступенчатой характеристикой выдержки времени от</p>	
1.1	Общие сведения о релейной защите (РЗ) и автоматизации электроэнергетической системы (ЭЭС) Термины и определения	19		3	3	3	-	-	-	-	-	-	10		-
1.2	Токовые защиты	16		2	2	2	-	-	-	-	-	-	10		-
1.3	Дистанционные защиты	17		3	3	3	-	-	-	-	-	-	8		-

													<p>многофазных КЗ Токовая защита со ступенчатой характеристикой выдержки времени от коротких замыканий на землю</p> <p><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы</p> <p><u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Ступенчатая защита и подготовка к контрольной работе</p> <p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Ступенчатая защита" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях Соотношения, векторные диаграммы токов и напряжений при КЗ в линии и за трансформаторами со схемами соединений Y/Δ-11 и Δ/Y-11 Расчет уставок и проверка чувствительности МТЗ в сети с односторонним питанием. Выбор схем защит Расчет 3-х ступенчатой токовой защиты от многофазных КЗ в сети с односторонним питанием. Разработка разнесенных схем защиты Расчет токовой защиты нулевой последовательности в сети с заземленной нейтралью Расчет токовых направленных защит от многофазных КЗ в радиальной сети с двусторонним питанием</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Ступенчатая защита"</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 193-274 [2], стр. 58-138</p>
2	Дифференциальные токовые защиты	14	2	2	2	-	-	-	-	-	8	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Защиты трансформаторов"
2.1	Дифференциальные	14	2	2	2	-	-	-	-	-	8	-	

	ТОКОВЫЕ ЗАЩИТЫ												<p><u>Подготовка курсового проекта:</u> Курсовой проект выполняется по индивидуальному заданию. В рамках работы необходимо рассчитать основные показатели работы оборудования, выбрать оптимальное решение. Курсовой проект предусматривает пояснительную записку с расчетами и графическую часть. В задание входит расчет следующих показателей: Расчет параметров срабатывания релейной защиты на объектах энергосистем напряжением 35-110 кВ Дифференциальные токовые защиты Защиты трансформаторов (автотрансформаторов)</p> <p><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 "Защиты трансформаторов" материалу. Продольная дифференциальная защита трансформатора</p> <p><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы</p> <p><u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Защиты трансформаторов и подготовка к контрольной работе</p> <p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Защиты трансформаторов" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях Расчет защит трансформатора (основная защита – дифференциальная токовая отсечка, резервная защита – МТЗ; защита от перегрузки)</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу</p>
--	----------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

													"Защиты трансформаторов" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 293-325 [2], стр. 165-232
3	Защита трансформаторов	14	2	2	2	-	-	-	-	-	8	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Релейная защита электрических станций"
3.1	Защита трансформаторов	14	2	2	2	-	-	-	-	-	8	-	<u>Подготовка курсового проекта:</u> Курсовой проект выполняется по индивидуальному заданию. В рамках работы необходимо рассчитать основные показатели работы оборудования, выбрать оптимальное решение. Курсовой проект предусматривает пояснительную записку с расчетами и графическую часть. В задание входит расчет следующих показателей: <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 "Релейная защита электрических станций" материалу. <u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы <u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Релейная защита электрических станций и подготовка к контрольной работе <u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Релейная защита электрических станций" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях Расчет защиты параллельных линий напряжением 35 кВ Выбор параметров срабатывания защит,

													устанавливаемых на генераторах <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Релейная защита электрических станций" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 429-473
4	Защиты генераторов, блоков генератор-трансформатор, шин	14	2	2	2	-	-	-	-	-	8	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 373-428, 473-475, 505-506
4.1	Защиты генераторов, блоков генератор-трансформатор, шин	14	2	2	2	-	-	-	-	-	8	-	
5	Защиты элементов собственных нужд электрических станций	14	2	2	2	-	-	-	-	-	8	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Защиты элементов собственных нужд электрических станций"
5.1	Защиты элементов собственных нужд электрических станций	14	2	2	2	-	-	-	-	-	8	-	<u>Подготовка курсового проекта:</u> Курсовой проект выполняется по индивидуальному заданию. В рамках работы необходимо рассчитать основные показатели работы оборудования, выбрать оптимальное решение. Курсовой проект предусматривает пояснительную записку с расчетами и графическую часть. В задание входит расчет следующих показателей: <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 "Защиты элементов собственных нужд электрических станций" материалу. <u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы <u>Подготовка к контрольной работе:</u>

														Изучение материалов по разделу Защиты элементов собственных нужд электрических станций и подготовка к контрольной работе <u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Защиты элементов собственных нужд электрических станций" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Защиты элементов собственных нужд электрических станций" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [3], стр. 563-567 [4], стр. 118-161
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5		
	Курсовой проект (КП)	36.0	-	-	-	16	-	4	-	0.3	15.7	-		
	Всего за семестр	180.0	16	16	16	16	2	4	-	0.8	75.7	33.5		
	Итого за семестр	180.0	16	16	16	18		4		0.8	109.2			

Примечание: Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПП – 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. Ступенчатая защита

1.1. Общие сведения о релейной защите (РЗ) и автоматизации электроэнергетической системы (ЭЭС) Термины и определения

Структура и состав ЭЭС. Режимы работы ЭЭС, учитываемые при выполнении РЗА. Назначение и функции релейной защиты. Требования к устройствам РЗА. Основные виды повреждений в ЭЭС. Векторные диаграммы и расчет токов при различных видах КЗ на линиях и за трансформаторами.

1.2. Токовые защиты

Трансформаторы тока и напряжения для релейной защиты. Назначение, основные характеристики, погрешности. Схемы соединения вторичных обмоток трансформаторов тока и обмоток реле. Коэффициент схемы. Структура токовых защит от КЗ. Воздействующие величины. Изображения и обозначения элементов и устройств РЗ на схемах. Трехступенчатые токовые защиты от многофазных КЗ. Назначение ступеней. Максимальная токовая защита. Выбор параметров срабатывания, оценка чувствительности. Зависимые и независимые от тока характеристики выдержек времени. Область применения. Токовая отсечка без выдержек времени. Выбор тока срабатывания селективной отсечки. Оценка защищаемой зоны. Неселективная отсечка. Токовая отсечка с выдержкой времени. Выбор параметров срабатывания и оценка чувствительности. Способы повышения чувствительности токовой защиты. Схемы и общая оценка трехступенчатой токовой защиты от многофазных КЗ. Токовая направленная защита от многофазных КЗ. Назначение. Особенности выбора параметров срабатывания направленных ступеней защиты. Назначение и характеристики реле направления мощности. Оценка и область применения направленных защит. Токовая направленная защита нулевой последовательности от КЗ на землю в сети с заземленной нейтралью. Защита от замыканий на землю в сети с изолированной нейтралью.

1.3. Дистанционные защиты

Принцип действия дистанционной защиты. Выбор параметров срабатывания трехступенчатой дистанционной защиты. Оценка чувствительности. Характеристики срабатывания измерительных органов сопротивления. Схема трехступенчатой дистанционной защиты. Сравнение с токовыми защитами. Общая оценка и область применения.

2. Дифференциальные токовые защиты

2.1. Дифференциальные токовые защиты

Назначение. Принцип действия продольной дифференциальной токовой защиты. Ток небаланса. Выбор тока срабатывания дифференциальной защиты. Дифференциально-фазная и направленная токовые защиты с высокочастотной блокировкой. Поперечная направленная дифференциальная токовая защита параллельных линий. Принцип действия, выбор параметров срабатывания и оценка защиты.

3. Защита трансформаторов

3.1. Защита трансформаторов

Повреждения и ненормальные режимы работы трансформаторов (автотрансформаторов). Требования к РЗ трансформаторов (ПУЭ, РУ по РЗ, НТП). Газовая защита трансформатора (автотрансформаторов) и РПН. Дифференциальная защита трансформатора (автотрансформаторов). Токи небаланса. Бросок тока намагничивания. Торможение. Выбор

параметров срабатывания дифференциальной защиты. Способы повышения чувствительности. Резервные защиты трансформаторов (автотрансформаторов).

4. Защиты генераторов, блоков генератор-трансформатор, шин

4.1. Защиты генераторов, блоков генератор-трансформатор, шин

Повреждения и ненормальные режимы работы генераторов, требования к РЗ генераторов (ПУЭ, руководящие указания по РЗ, нормы технологического проектирования). Основные и резервные защиты генераторов, работающих на сборные шины. Основные и резервные защиты генераторов, работающих в блоке с трансформатором. Дифференциальная и логическая защита шин. Резервирование отказа выключателей. Опробование шин. «Очувствление» дифференциальной защиты шин. Выбор параметров срабатывания дифференциальной защиты шин.

5. Защиты элементов собственных нужд электрических станций

5.1. Защиты элементов собственных нужд электрических станций

Схемы электроснабжения и режимы работы нейтрали сети собственных нужд (СН) электрических станций. Защиты электродвигателей механизмов СН. Выбор параметров срабатывания защиты электродвигателей. Основные и резервные защиты трансформатора собственных нужд 6(10)/0,4 кВ. Особенности выбора параметров срабатывания защит.

3.3. Темы практических занятий

1. Соотношения, векторные диаграммы токов и напряжений при КЗ в линии и за трансформаторами со схемами соединений Y/Δ-11 и Δ/Y-11;
2. Расчет уставок и проверка чувствительности МТЗ в сети с односторонним питанием. Выбор схем защит;
3. Расчет 3-х ступенчатой токовой защиты от многофазных КЗ в сети с односторонним питанием. Разработка разнесенных схем защиты;
4. Расчет токовой защиты нулевой последовательности в сети с заземленной нейтралью;
5. Расчет токовых направленных защит от многофазных КЗ в радиальной сети с двусторонним питанием;
6. Расчет защит трансформатора (основная защита – дифференциальная токовая отсечка, резервная защита – МТЗ; защита от перегрузки;
7. Расчет защиты параллельных линий напряжением 35 кВ;
8. Выбор параметров срабатывания защит, устанавливаемых на генераторах.

3.4. Темы лабораторных работ

1. Максимальная токовая защита с независимой характеристикой выдержки времени;
2. Продольная дифференциальная защита трансформатора;
3. Токовая защита со ступенчатой характеристикой выдержки времени от многофазных КЗ;
4. Токовая защита со ступенчатой характеристикой выдержки времени от коротких замыканий на землю.

3.5 Консультации

Аудиторные консультации по курсовому проекту/работе (КПР)

1. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Ступенчатая защита"
2. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Защиты трансформаторов"
3. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Релейная защита электрических станций"
4. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Защиты элементов собственных нужд электрических станций"

Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Ступенчатая защита"
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Защиты трансформаторов"
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Релейная защита электрических станций"

Индивидуальные консультации по курсовому проекту /работе (ИККП)

1. Консультации проводятся по разделу "Ступенчатая защита"
2. Консультации проводятся по разделу "Защиты трансформаторов"
3. Консультации проводятся по разделу "Релейная защита электрических станций"
4. Консультации проводятся по разделу "Защиты элементов собственных нужд электрических станций"

Текущий контроль (ТК)

1. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Ступенчатая защита"
2. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Защиты трансформаторов"
3. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Релейная защита электрических станций"
4. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Защиты элементов собственных нужд электрических станций"

3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ

1 Семестр

Курсовой проект (КП)

Темы:

- Расчет параметров срабатывания релейной защиты на объектах энергосистем напряжением 35-220 кВ. Исходными данными являются главная схема подстанции / электростанции, схема электроэнергетической сети и ее параметры.

График выполнения курсового проекта

Неделя	1	2 - 8	9 - 16	Зачетная
Раздел курсового проекта	1	2, 3, 4, 5, 6	2, 3, 4, 5, 6	Защита курсового проекта
Объем	10	40	50	-

раздела, %				
Выполненный объем нарастающим итогом, %	10	50	100	-

Номер раздела	Раздел курсового проекта
1	Общие сведения о релейной защите (РЗ) и автоматизации электроэнергетической системы (ЭЭС). Термины и определения
2	Токовые защиты
3	Дистанционные защиты
4	Дифференциальные токовые защиты
5	Защиты трансформаторов (автотрансформаторов
6	Защиты генераторов, блоков генератор-трансформатор, шин

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	
Знать:							
особенности режимов работы распределительных сетей при различных режимах работы нейтрали	ИД-1ПК-1	+					Тестирование/КМ-1 Расчет релейной защиты трансформаторов 6/0,4 кВ
условия и особенности расчета уставок трансформаторов, генераторов, электродвигателей	ИД-1ПК-1				+		Контрольная работа/КМ-5 Итоговая контрольная работа по курсу
расчетные режимы для проверки характеристик ТТ и ТН, на соответствие условиям эксплуатации	ИД-1ПК-1		+				Тестирование/КМ-2 Расчет релейной защиты электродвигателей 6 кВ
Уметь:							
производить расчет и выбор коммутационных аппаратов в системах оперативного постоянного тока	ИД-1ПК-1			+			Лабораторная работа/КМ-3 Расчет релейной защиты трансформатора 110 – 750 кВ
производить расчет и выбор коммутационных аппаратов и проводников во вторичных цепях ТН и ТТ (проводников)	ИД-1ПК-1					+	Лабораторная работа/КМ-4 Расчет релейной защиты синхронного генератора мощностью более 63 МВА

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

4.1. Текущий контроль успеваемости

1 семестр

Форма реализации: Письменная работа

1. КМ-1 Расчет релейной защиты трансформаторов 6/0,4 кВ (Тестирование)
2. КМ-2 Расчет релейной защиты электродвигателей 6 кВ (Тестирование)
3. КМ-3 Расчет релейной защиты трансформатора 110 – 750 кВ (Лабораторная работа)
4. КМ-4 Расчет релейной защиты синхронного генератора мощностью более 63 МВА (Лабораторная работа)
5. КМ-5 Итоговая контрольная работа по курсу (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

Балльно-рейтинговая структура курсового проекта является приложением Б.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №1)

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

Курсовой проект (КП) (Семестр №1)

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 1 семестр.

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

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Федосеев, А. М. Релейная защита электроэнергетических систем : Учебник для вузов по специальности "Автоматическое управление электроэнергетическими системами" / А. М. Федосеев, М. А. Федосеев . – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Энергоатомиздат, 1992 . – 526 с. - ISBN 5-283-01171-2 : 33.75 .;
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. Герасимова В.Г.- "Электротехнический справочник: В 4 т. Т. 3. Производство, передача и распределение электрической энергии", Издательство: "МЭИ", Москва, 2017
<https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383011751.html>;
4. 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.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Windows / Операционная система семейства Linux;
4. Майнд Видеоконференции.

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. 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 Министерства труда и социальной защиты РФ - <https://rosmintrud.ru/opendata>
9. База открытых данных Министерства экономического развития РФ - <http://www.economy.gov.ru>
10. База открытых данных Росфинмониторинга - <http://www.fedsfm.ru/opendata>
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-107, Аудитория кафедры РЗиАЭ	стол, стул, шкаф, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная, журналы, книги, учебники, пособия
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Д-207, Учебная аудитория	парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	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	Д-107, Аудитория кафедры РЗиАЭ	стол, стул, шкаф, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная, журналы, книги, учебники, пособия
Помещения для самостоятельной работы	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
Помещения для	Д-108, Кабинет	кресло рабочее, стол, стул,

консультирования	сотрудников каф. "РЗиАЭ"	компьютерная сеть с выходом в Интернет, доска маркерная, компьютер персональный, принтер
	Д-106, Кабинет сотрудников каф. "РЗиАЭ"	кресло рабочее, стол, стул, шкаф, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный
	Д-210, Помещение сотрудников кафедры РЗиАЭ	кресло рабочее, стол, шкаф для документов, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер
	Д-208, Помещение кафедры РЗиАЭ	стол, стул, компьютер персональный
	Д-211, Помещение кафедры РЗиАЭ	кресло рабочее, стол, стул, шкаф для документов, компьютер персональный, принтер
	г-101в-3, Рабочее помещение сотрудников кафедры РЗиАЭ	кресло рабочее, стул, шкаф для документов, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, кондиционер
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Д-103/2, Склад кафедры РЗиАЭ	компьютерная сеть с выходом в Интернет, оборудование специализированное

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Релейная защита электроэнергетических систем

(название дисциплины)

1 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 КМ-1 Расчет релейной защиты трансформаторов 6/0,4 кВ (Тестирование)
- КМ-2 КМ-2 Расчет релейной защиты электродвигателей 6 кВ (Тестирование)
- КМ-3 КМ-3 Расчет релейной защиты трансформатора 110 – 750 кВ (Лабораторная работа)
- КМ-4 КМ-4 Расчет релейной защиты синхронного генератора мощностью более 63 МВА (Лабораторная работа)
- КМ-5 КМ-5 Итоговая контрольная работа по курсу (Контрольная работа)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5
		Неделя КМ:	4	8	12	16	16
1	Ступенчатая защита						
1.1	Общие сведения о релейной защите (РЗ) и автоматизации электроэнергетической системы (ЭЭС) Термины и определения		+				
1.2	Токовые защиты		+				
1.3	Дистанционные защиты		+				
2	Дифференциальные токовые защиты						
2.1	Дифференциальные токовые защиты			+			
3	Защита трансформаторов						
3.1	Защита трансформаторов				+		
4	Защиты генераторов, блоков генератор-трансформатор, шин						
4.1	Защиты генераторов, блоков генератор-трансформатор, шин						+
5	Защиты элементов собственных нужд электрических станций						
5.1	Защиты элементов собственных нужд электрических станций					+	
Вес КМ, %:			20	20	20	20	20

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

Релейная защита электроэнергетических систем

(название дисциплины)

1 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по курсовому проекту:

КМ-1 Получено задание

КМ-2 Выполнено 50% КП

КМ-3 КП выполнен на 100%, выход на защиту

Вид промежуточной аттестации – защита КП.

Номер раздела	Раздел курсового проекта/курсовой работы	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3
		Неделя КМ:	1	8	16
1	Общие сведения о релейной защите (РЗ) и автоматизации электроэнергетической системы (ЭЭС). Термины и определения		+		
2	Токовые защиты			+	+
3	Дистанционные защиты			+	+
4	Дифференциальные токовые защиты			+	+
5	Защиты трансформаторов (автотрансформаторов)			+	+
6	Защиты генераторов, блоков генератор-трансформатор, шин			+	+
Вес КМ, %:			10	40	50