

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»
Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Волжском

Направление подготовки: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Наименование образовательной программы: Электроснабжение

Уровень образования: бакалавриат

Форма обучения: заочная

Рабочая программа дисциплины
РЕЛЕЙНАЯ ЗАЩИТА ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Блок:	Блок 1. «Дисциплины (модули)»
Часть блока:	Формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.В.20
Трудоемкость в зачетных единицах:	5 курс - 6
Часов (всего) по учебному плану:	216
Лекции	5 курс - 4 часа
Практические занятия	5 курс – 4 часа
Лабораторные работы	5 курс – 4 часа
Самостоятельная работа	5 курс – 192,5 часа
включая: РГР курсовые проекты (работы)	5 курс – 20 часов Учебным планом не предусмотрены
Промежуточная аттестация: зачет с оценкой экзамен защита курсового проекта/работы	5 курс – 2,5 часа
Контроль: экзамен	5 курс – 9 часов

Волжский 2022

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Заведующий кафедрой Энергетики,

к.т.н., доцент

(должность, ученая степень, ученое звание)


(подпись)

Е.Г. Зенина

(расшифровка подписи)

Заведующий кафедрой Энергетики

(название кафедры)


(подпись)

Е.Г. Зенина

(расшифровка подписи)

Руководитель образовательной программы Электроснабжение

Доцент кафедры Энергетики, к.т.н.,

доцент

(должность, ученая степень, ученое звание)


(подпись)

В.Н. Курьянов

(расшифровка подписи)

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий кафедрой Энергетики

(название кафедры)


(подпись)

Е.Г. Зенина

(расшифровка подписи)

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины – изучение видов релейной защиты основных элементов электрической части энергосистем.

Задачами дисциплины являются:

- изучение основных видов и принципов действия защит элементов электрической части энергосистем;
- приобретение навыков расчета токовых защит различных элементов 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 управлять технологическим оборудованием, выбирать серийное и проектировать новое оборудование	ПК-1.1. Выполняет сбор и анализ данных по заданной тематике, обосновывает выбор технологических решений	знать: – общие принципы выполнения релейной защиты электроэнергетических систем; уметь: – пользоваться графическими и аналитическими методами для согласования защит между собой
	ПК-1.2. Демонстрирует понимание технологических процессов, способов управления оборудованием и их взаимосвязь с задачами эксплуатации	знать: – виды, функциональные схемы и особенности действия релейных защит основных элементов электрической части энергосистем уметь: – рассчитывать уставки основных защит, устанавливаемых на отдельных элементах электроэнергетических систем;

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина базируется на следующих дисциплинах: «ТОЭ», «Переходные процессы».

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

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 216 часов.

№ п/п	Раздел дисциплины. Форма промежуточной аттестации (по семестрам)	Всего часов на раздел	Курс	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы								СР	Конт- роль	Содержание самостоятельной работы
				Контактная										
				Лек	Пр	Лаб	КПР	ИККП	ПА					
1	Общие вопросы выполнения релейной защиты электроэнергетических систем	42	5	0,5	0,5	1	-	-	-	40	-	Проработка и повторение лекционного материала. Изучение литературы [1] с. 4-11, с. 12-19; [2] с. 4-8, [7] с.4-14		
2	Токовые защиты	99,5	5	2,5	2,5	2	-	-	-	92,5	-	Проработка и повторение лекционного материала. Изучение литературы [1] с.20-38, с. 44-50; [2] с. 6-9, [7] с.15-31		
3	Защиты, устанавливаемые на отдельных элементах электроэнергетических систем	43	5	1	1	1	-	-	-	40	-	Проработка и повторение лекционного материала. Изучение литературы [1] с. 62-90; [2] с. 11-28, [8] с. 31-39		
4	Расчетное задание (РГР)	20	5	-	-	-	-	-	-	20	-	Проработка лекционного материала и материалов практик. Согласно графику выполнения РГР.		
5	Экзамен	11,5	5	-	-	-	-	-	2,5	-	9	Экзамен проводится в письменной форме по билетам с последующим устным ответом согласно программе экзамена		
	Итого:	216		4	4	4	-	-	2,5	192,5	9			

3.2. Краткое содержание разделов. Темы лекций

1. Общие вопросы выполнения релейной защиты электроэнергетических систем

Назначение релейной защиты. Требования к релейной защите. Изображение схем релейной защиты на чертежах. Элементы защиты. Принципы выполнения устройств РЗ. Источники оперативного тока.

2. Токовые защиты

Принцип действия токовых защит. Принцип действия токовых отсеков. Схемы отсеков. Отсеки мгновенного действия на линиях с односторонним питанием. Неселективные отсеки. Отсеки на линиях с двусторонним питанием. Отсеки с выдержкой времени. Защита линий с помощью МТЗ с независимой выдержкой времени. Защита линий с помощью МТЗ с зависимой выдержкой времени. МТЗ с пуском (блокировкой) от реле минимального напряжения. Токовая трехступенчатая защита. Токовые защиты нулевой последовательности.

Дистанционные защиты от междуфазных повреждений. Назначение и виды дифференциальных защит. Продольная дифференциальная защита линий. Поперечная дифференциальная защита линий. Дифференциально-фазная высокочастотная защита. Необходимость токовой направленной защиты. Индукционные реле направления мощности. Схема и принцип действия ТНЗ. Схемы включения реле направления мощности.

3. Защиты, устанавливаемые на отдельных элементах электроэнергетических систем

Виды повреждений трансформаторов. Дифференциальная защита трансформаторов. Меры по выравниванию вторичных токов. Токи небаланса в дифференциальной защите. Токовая защита с пуском по напряжению. Защита трансформаторов от перегрузки.

3.3. Темы практических занятий

ПР 1. Расчет токов КЗ для выбора РЗ. Расчет номинальных и максимальных токов. Выбор трансформаторов тока.

ПР 2-3. Расчет параметров многоступенчатых защит.

ПР 4. Расчет дифференциальных защит, токовых защит (ТО, МТЗ, МТЗ с пуском по напряжению) трансформатора.

3.4. Темы лабораторных работ

ЛБ 1. Принцип действия, устройство и назначение трансформатора тока и трансформаторов напряжения в релейной защите. (1 час).

ЛБ 2. Изучение токовых защит: МТЗ и ТО (2 часа).

ЛБ 3. Изучение токовых защит трансформаторов (1 час).

3.5. РГР

Тема: Расчет токовых защит участков системы электроснабжения 35-10 кВ (по вариантам).

3.6. Курсовой проект (курсовая работа) учебным планом не предусмотрены.

3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Номер и наименование результатов образования по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды компетенции и индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)					Формы контроля
		1	2	3	4	5	
Знать:							
– общие принципы выполнения релейной защиты электроэнергетических систем	ПК-1.1	х	х	х	х	х	отчеты ЛБ, расчетное задание (РГР), экзамен
– виды и принципы действия основных защит линий, силовых трансформаторов	ПК-1.2	-	х	х	х	х	отчеты ЛБ, расчетное задание (РГР), экзамен
Уметь:							
– пользоваться графическими и аналитическими методами для согласования защит между собой	ПК-1.1	-	х	х	х	х	отчеты ЛБ, расчетное задание (РГР), экзамен
– рассчитывать уставки основных токовых защит, устанавливаемых на отдельных элементах электроэнергетических систем	ПК-1.2	-	х	х	х	х	отчеты ЛБ, расчетное задание (РГР), экзамен

4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПОДИСЦИПЛИНЕ

4.1. Текущий контроль успеваемости по дисциплине:

– отчеты по лабораторным работам:

ЛБ 1. Принцип действия, устройство и назначение трансформатора тока и трансформаторов напряжения в релейной защите. (1 час).

ЛБ 2. Изучение токовых защит: МТЗ и ТО (2 часа).

ЛБ 3. Изучение токовых защит трансформаторов (1 час).

– РГР: Расчет токовых защит участков системы электроснабжения 35-10 кВ (по вариантам).

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2. Промежуточная аттестация по дисциплине (части дисциплины):

Экзамен.

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

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины (модуля) – экзамен.

В приложение к диплому выносится оценка за 5 курс.

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

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Литература:

1. 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. – URL: https://elibr.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=5007

-ISBN978-5-7046-1377-0.

2. Электроэнергетика. Релейная защита и автоматика электроэнергетических систем [Электронный ресурс]: учеб. Пособие по направлению подготовки 140400 Электроэнергетика и электротехника/ Ю.А. Ершов [и др.]. – Электрон. текстовые дан. - Красноярск: СФУ, 2012. – 68 с. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=363895>

3. Электроэнергетика. Релейная защита и автоматика электроэнергетических систем : учеб. пособие по направлению подготовки 140400 Электроэнергетика и электротехника / Ю. А. Ершов [и др.]. - Красноярск: СФУ, 2012. - 68 с.

4. Щеглов, А.И. Построение схем релейной защиты [Электронный ресурс]: учеб. Пособие / А.И. – Электрон. текстовые дан. - Новосибирск: НГТУ, 2012. – 90 с. -URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=228882>

5. Глазырин, В.Е. Расчет релейной защиты понижающих автотрансформаторов на базе микропроцессорных шкафов : учебное пособие / В.Е. Глазырин, В.А. Давыдов, А.И. Щеглов; Новосибирский государственный технический университет. – Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2011. – 91 с. – Режим доступа: по подписке. –

URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=228829> . – ISBN 978-5-7782-1592-4. – Текст : электронный.

6. Антонов, Д.Б. Цифровые продольные дифференциальные защиты линий электропередач. Принцип работы и выбор параметров срабатывания: учебное пособие для вузов по направлению 140400 "Электроэнергетика и электротехника" модуль "Электроэнергетика" /Д.Б. Антонов; ред. А.Ф. Дьяков; Нац. исслед. ун-т "МЭИ". – М.: Изд-во МЭИ, 2012. – 84 с. – URL:

https://elibr.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=4999

-ISBN978-5-7046-1376-3

7. 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. – URL: https://elibr.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=8646

8. 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. – URL:

https://elibr.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=9303

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

Microsoft Word, Mathcad 14, Microsoft Excel, Power Point.

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

Университетская информационная система «РОССИЯ» <https://uisrussia.msu.ru>

Справочно-правовая система «Консультант+» <http://www.consultant-urist.ru>

Справочно-правовая система «Гарант» <http://www.garant.ru>

Баз данных Web of Science <https://apps.webofknowledge.com/>

База данных Scopus <https://www.scopus.com>

Портал открытых данных Российской Федерации <https://data.gov.ru>

База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ <https://rosmintrud.ru/opendata>

База данных Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU <https://elibrary.ru/>

База данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>

Базы данных Министерства экономического развития РФ <http://www.economy.gov.ru>

База открытых данных Росфинмониторинга <http://www.fedsfm.ru/opendata>

Электронная база данных «Издательство Лань» <https://e.lanbook.com>

Федеральная государственная информационная система «Национальная электронная библиотека» <https://нэб.рф>

Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» <https://openedu.ru>

Электронная база данных "Polpred.com Обзор СМИ" <https://www.polpred.com>

Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии <http://protect.gost.ru/>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебное помещение, оснащено:

- доска маркерная передвижная – 1 шт.;
- персональный компьютер – 1 шт.;
- проектор – 1 шт.;
- экран – 1 шт.;
- столы и стулья на 35 посадочных мест.

Помещение для самостоятельной работы обучающихся, оснащенное компьютерной техникой (20 компьютеров), с возможностью подключения к сети Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

Учебная аудитория для проведения занятий практического типа

- доска маркерная передвижная – 1 шт.;
- телевизор – 2 шт.;
- персональные компьютеры со специализированным программным обеспечением – 11 шт.;
- столы и стулья на 24 посадочных места.

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ РЕЛЕЙНАЯ ЗАЩИТА ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

(название дисциплины)

5 курс

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Отчет по **ЛБ 1.** Принцип действия, устройство и назначение трансформатора тока и трансформаторов напряжения в релейной защите
- КМ-2 Отчет по **ЛБ 2.** Изучение токовых защит: МТЗ и ТО
- КМ-3 Отчет по **ЛБ 3.** Изучение токовых защит трансформаторов
- КМ-4 РГР: Расчет токовых защит участков системы электроснабжения 35-10 кВ

Вид промежуточной аттестации – экзамен

Трудоемкость дисциплины= 6 з.е.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	Экзамен
1	Общие вопросы выполнения релейной защиты электроэнергетических систем		+			+	+
2	Токовые защиты			+		+	+
3	Защиты, устанавливаемые на отдельных элементах электроэнергетических систем				+	+	+
	Вес КМ, мин. баллы:		5	5	5	25	20
	Вес КМ, макс. баллы:		8	8	8	36	40