

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: Цифровые системы релейной защиты и автоматики

Уровень образования: бакалавр

Форма обучения: очная

Рабочая программа дисциплины
РЕЛЕЙНАЯ ЗАЩИТА СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ И ЭС
(ПРОФИЛЬ 2)

Блок	Блок 1. «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы	Формируемая участниками образовательных отношений
Индекс дисциплины по учебному плану	Б1.В.17
Трудоемкость в зачетных единицах	7 семестр - 6
Часов (всего) по учебному плану	216
Лекции	7 семестр - 32 часа
Практические занятия	7 семестр – 16 часов
Лабораторные работы	7 семестр – 16 часов
Самостоятельная работа	7 семестр – 116 часов
включая: РГР	7 семестр – 20 часов
Промежуточная аттестация: зачет с оценкой экзамен защита курсового проекта/работы	7 семестр – 2,5 часа
Контроль: экзамен	7 семестр – 33,5 часа

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Заведующий кафедрой Энергетики
(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 Цифровые системы релейной защиты и автоматики

Заведующий кафедрой Энергетики,
к.т.н., доцент
(должность, ученая степень, ученое звание)


(подпись)

Е.Г. Зенина
(расшифровка подписи)

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий кафедрой Энергетики
(название кафедры)


(подпись)

Е.Г. Зенина
(расшифровка подписи)

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины – изучение основных и резервных релейных защит электрических станций и систем электроснабжения.

Задачами дисциплины являются:

- изучение основных видов и принципов действия защит генераторов и повышающих трансформаторов и автотрансформаторов;
- приобретение навыков расчета основных и резервных защит электрических станций и систем электроснабжения.

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, виды основных и резервных защит генераторов и повышающих трансформаторов и автотрансформаторов, сборных шин и трансформаторов ПС; 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: – принципы действия основных и резервных защит генераторов и повышающих трансформаторов и автотрансформаторов, сборных шин и трансформаторов ПС, уметь: – рассчитывать уставки основных и резервных защит электрических станций и подстанций.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, блока дисциплин 1 по направлению подготовки Бакалавр 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника (профиль: Цифровые системы релейной защиты и автоматики).

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

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	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы								Содержание самостоятельной работы	
				Контактная						СР	Конт- роль		
				Лек	Пр	Лаб	КПР	ИККП	ПА				
1	Защиты генераторов ЭС	88	7	16	12	12	-	-	-	48	-	Проработка и повторение лекционного материала. Изучение литературы [1] с. 105-124, с. 124-133; [2] с. 11-28; [5] с. 7-68	
2	Защиты основных элементов систем электроснабжения	72	7	16	4	4	-	-	-	48	-	Проработка и повторение лекционного материала. Изучение литературы [1] с. 62-90, с. 94-99; [2] с. 31-35	
3	Расчетное задание (РГР)	20	7	-	-	-	-	-	-	20	-	Проработка лекционного материала и материалов практик. Согласно графику выполнения РГР.	
4	Экзамен	36	7	-	-	-	-	-	2,5	-	33,5	Экзамен проводится в письменной форме по билетам с последующим устным ответом согласно программе экзамена	
	Итого:	216		32	16	16	-	-	2,5	116	33,5		

3.2. Краткое содержание разделов. Темы лекций

1. Защиты генераторов ЭС

Основные защиты генераторов электростанций (ЭС). Ненормальные и аварийные режимы работы генератора. Защиты генераторов, работающих непосредственно на сборные шины генераторного напряжения.

Принцип действия и особенности продольной дифференциальной защиты генераторов. Особенности расположения трансформаторов тока в РЗ генераторов. Выбор уставок продольных и поперечных дифференциальных защит генератора.

Защиты от замыканий на землю в обмотке статора генератора, работающего на сборные шины генераторного напряжения: ТЗНП, реагирующая на ёмкостный ток основной частоты; защита с контролем основной и третьей гармонических составляющих тока и напряжения нулевой последовательности; защита с наложением контрольного тока с частотой 25 Гц через дугогасящую катушку сети с компенсированной нейтралью; защита с контролем основной и третьей гармонических составляющих напряжения нулевой последовательности в нейтрали и на линейных выводах. Защиты от замыканий на землю в обмотке статора генератора, работающего в блоке генератор-трансформатор: защита с наложением контрольного тока с частотой 25 Гц через дугогасящие реакторы генераторов укрупненного блока генератор-трансформатор; защита с наложением контрольного тока с частотой 25 Гц обмотки статора генератора; защита от замыкания на землю обмотки статора блока генератор-трансформатор (с наложением постоянного тока). Защиты от замыканий на землю в обмотке ротора генератора.

Защиты генератора от асинхронного режима: защита генератора от потери возбуждения; защита генератора от асинхронного режима без потери возбуждения; защита генератора (бл. Г-Т) от повышения напряжения на холостом ходу; защита генератора (бл.Г-Т) от перевозбуждения (от увеличения магнитного потока). Защита генератора от изменения частоты. Защита генератора от обратной мощности.

Резервные защиты генераторов ЭС. Резервные защиты от повреждений и защиты от перегрузок: защита генератора от несимметричных перегрузок с интегральным органом I_1 ; защита генератора от несимметричных перегрузок с интегральным органом I_2 . Резервная дистанционная защита генератора от междуфазных повреждений. Защита нулевой последовательности от КЗ на землю на стороне ВН блока. Направленная токовая защита обратной последовательности. Защиты ротора генератора: защита ротора от перегрузки и защита ротора от замыкания на землю.

2. Защиты основных элементов систем электроснабжения

Основные защиты трансформаторов ЭС и ПС. Особенности защиты повышающих и понижающих трансформаторов и автотрансформаторов ЭС и ПС. Принцип действия продольной дифференциальной защиты трансформаторов (ДЗТ). Особенности ДЗТ, выполненной на электромеханической базе. Продольная дифференциальная защита ошиновки ДЗОШ трансформаторов и автотрансформаторов ЭС и ПС. Максимальная токовая защита (МТЗ) трансформатора. Токовая защита выпрямительного трансформатора генераторов ЭС. Защиты трансформаторов собственных нужд (ТСН): токовая отсечка ТСН; резервная токовая защита нулевой последовательности ТСН; МТЗ ТСН.

3.3. Темы практических занятий

1. Расчет продольной дифференциальной защиты и токовой отсечки генераторов ЭС (2 часа).
2. Расчет поперечной дифференциальной защиты генераторов ЭС (2 часа).
3. Расчет параметров продольной дифференциальной защиты трансформаторов блока и блока генератор-трансформатор (2 часа).
4. Контрольная работа №1 (2 часа).

5. Расчет релейных защит от замыканий на землю в обмотке статора генератора (2 часа).
6. Расчет релейных защит генератора от асинхронного режима (2 часа).
7. Расчет релейных защит трансформаторов ПС (2 часа).
8. Контрольная работа №2 (2 часа).

3.4. Темы лабораторных работ

1. Изучение электрических схем присоединения генераторов ЭС (2 часа).
2. Изучение принципа действия, защитной характеристики и особенностей работы продольной дифференциальной защиты генераторов ЭС (2 часа).
3. Изучение принципа действия и особенностей работы релейных защит от замыканий на землю в обмотке статора генератора (2 часа).
4. Изучение принципа действия и особенностей работы релейных защит генератора от асинхронного режима (2 часа).
5. Изучение принципа действия и особенностей работы резервных релейных защит от повреждений и перегрузок (2 часа).
6. Изучение принципа действия и особенностей работы продольной дифференциальной защиты трансформаторов и автотрансформаторов ЭС (2 часа).
7. Изучение принципа действия и особенностей работы продольной дифференциальной защиты ошиновки ДЗОШ ЭС и ПС (2 часа).
8. Изучение принципа действия и особенностей работы основных и резервных защит трансформаторов ПС (2 часа).

3.5. РГР

Тема: Расчет релейных защит генераторов ЭС (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	
Знать:						
– общие принципы выполнения, виды основных и резервных защит генераторов и повышающих трансформаторов и автотрансформаторов, сборных шин и трансформаторов ПС	ПК-1.1	x	x	x	x	отчеты ЛБ № 1...8, экзамен
– принципы действия основных и резервных защит генераторов и повышающих трансформаторов и автотрансформаторов, сборных шин и трансформаторов ПС	ПК-1.2	x	x	x	x	отчеты ЛБ № 1...8, экзамен
Уметь:						
– пользоваться графическими и аналитическими методами для согласования защит между собой	ПК-1.1	x	x	x	x	контрольная работа № 1, 2 расчетное задание (РГР), экзамен
– рассчитывать уставки основных и резервных защит электрических станций и подстанций	ПК-1.2	x	x	x	x	контрольная работа № 1, 2 расчетное задание (РГР), экзамен

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

4.1. Текущий контроль успеваемости по дисциплине:

– контрольные работы (кр):

№1 Расчет основных защит генераторов ЭС.

№2 Расчет основных защит трансформаторов ПС.

– отчеты по лабораторным работам:

1. Изучение электрических схем присоединения генераторов ЭС.
2. Изучение принципа действия, защитной характеристики и особенностей работы продольной дифференциальной защиты генераторов ЭС.
3. Изучение принципа действия и особенностей работы релейных защит от замыканий на землю в обмотке статора генератора.
4. Изучение принципа действия и особенностей работы релейных защит генератора от асинхронного режима.
5. Изучение принципа действия и особенностей работы резервных релейных защит от повреждений и перегрузок.
6. Изучение принципа действия и особенностей работы продольной дифференциальной защита трансформаторов и автотрансформаторов ЭС.
7. Изучение принципа действия и особенностей работы продольной дифференциальной защиты ошиновки ДЗОШ ЭС и ПС.
8. Изучение принципа действия и особенностей работы основных и резервных защит трансформаторов ПС.

– РГР: Расчет релейных защит генераторов ЭС (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 7 семестр.

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://elibrary.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 Office Word, Excel и PowerPoint.

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>

Базаданных 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/>

Электронная библиотека МЭИ <https://ntb.mpei.ru/e-library/index.php>.

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.

Лабораторные занятия проводятся в лаборатории Релейной защиты и автоматики.

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА дисциплины
РЕЛЕЙНАЯ ЗАЩИТА СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ И ЭС (профиль 2)

(название дисциплины)

7 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- | | |
|-------|--|
| КМ-1 | кр №1 Расчет основных защит генераторов ЭС |
| КМ-2 | кр №2 Расчет основных защит трансформаторов ПС. |
| КМ-3 | Отчет по ЛБ 1. Изучение электрических схем присоединения генераторов ЭС |
| КМ-4 | Отчет по ЛБ 2. Изучение принципа действия, защитной характеристики и особенностей работы продольной дифференциальной защиты генераторов ЭС |
| КМ-5 | Отчет по ЛБ 3. Изучение принципа действия и особенностей работы релейных защит от замыканий на землю в обмотке статора генератора. |
| КМ-6 | Отчет по ЛБ 4. Изучение принципа действия и особенностей работы релейных защит генератора от асинхронного режима. |
| КМ-7 | Отчет по ЛБ 5. Изучение принципа действия и особенностей работы резервных релейных защит от повреждений и перегрузок. |
| КМ-8 | Отчет по ЛБ 6. Изучение принципа действия и особенностей работы продольной дифференциальной защита трансформаторов и автотрансформаторов ЭС |
| КМ-9 | Отчет по ЛБ 7. Изучение принципа действия и особенностей работы продольной дифференциальной защиты ошиновки ДЗОШ ЭС и ПС |
| КМ-10 | Отчет по ЛБ 8. Изучение принципа действия и особенностей работы основных и резервных защит трансформаторов ПС. |
| КМ-11 | РГР: Расчет релейных защит генераторов ЭС (по вариантам). |

Вид промежуточной аттестации – экзамен

Трудоемкость дисциплины= 6 з.е.

[illegible]