

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

Программа бакалавриата: Цифровые системы релейной защиты и автоматики;

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

Форма обучения: очная

Рабочая программа дисциплины
ПРОЕКТИРОВАНИЕ РЗиА (ПРОФИЛЬ 2)

Блок:	Блок 1. «Дисциплины (модули)»
Часть блока:	Формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.В.18
Трудоемкость в зачетных единицах:	8 семестр - 6
Часов (всего) по учебному плану:	216
Лекции	8 семестр - 16 часов
Практические занятия	8 семестр – 16 часов
Лабораторные работы	8 семестр – 16 часов
Консультации по курсовому проекту/работе:	
групповые	8 семестр - 16 часов
индивидуальные	8 семестр - 4 часа
Самостоятельная работа	8 семестр – 111,7 часа
включая: РГР курсовые проекты (работы)	Учебным планом не предусмотрены 8 семестр - 30 часов
Промежуточная аттестация:	
Экзамен	8 семестр – 2,5 часа
защита курсового проекта/работы	8 семестр – 0,3 часа
Контроль:	
Экзамен	8 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 – проектирование основных и резервных релейных защит, устройств автоматики электроэнергетических систем.

Задачами дисциплины являются:

- создание комплекса релейных защит и устройств автоматики, обеспечивающих работу элементов электрической части энергосистем в аварийных режимах;
- приобретение навыков комплексного проектирования релейных защит и устройств автоматики 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, характеристики и параметры, состав релейных защит и устройств автоматики электроэнергетических систем; уметь: – пользоваться нормативными документами для определения оптимального состава релейных защит и устройств автоматики элементов электроэнергетических систем;
	ПК-1.2. Демонстрирует понимание технологических процессов, способов управления оборудованием и их взаимосвязь с задачами эксплуатации	знать: – виды и принципы действия основных и резервных защит и устройств автоматики элементов электроэнергетических систем уметь: – рассчитывать уставки основных и резервных защит и устройств автоматики элементов электроэнергетических систем.

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», «Релейная защита систем электроснабжения и ЭС», «Релейная защита электроэнергетических систем».

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 <i>(по семестрам)</i>	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы									Содержание самостоятельной работы
				Контактная						СР			
				Лек	Пр	Лаб	КПР	ИККП	ПА				
1	Проектирование МУРЗ подстанций ЭЭС	52	8	6	8	8	-	-	-	30	-	Проработка и повторение лекционного материала. Изучение литературы [1] с. 94-99; [2] с. 31-35;	
2	Проектирование МУРЗ ЛЭП ЭЭС	46	8	6	6	4	-	-	-	30	-	Проработка и повторение лекционного материала. Изучение литературы [1] с. 44-50; 50-54; 38-43; [2] с. 38-53;	
3	Проектирование противоаварийной автоматики элементов ЭЭС	31,7	8	4	2	4				21,7		Проработка и повторение лекционного материала. Изучение литературы [1] с. 54-62; 91-93; 100-104; 152-159	
4	КР	50,3	8	-	-	-	16	4	0,3	30		Проработка и повторение лекционного материала. Изучение литературы [2] с. 54-59;	
5	Экзамен	36	8	-	-	-	-	-	2,5	-	33,5	Экзамен проводится в письменной форме по билетам с последующим устным ответом согласно программе экзамена	
	Итого:	216		16	16	16	16	-	2,8	111,7	33,5		

3.2. Краткое содержание разделов. Темы лекций

1. Проектирование МУРЗ подстанций ЭЭС

Особенности ДЗШ ЭС и ПС, функциональные узлы и органы, принцип действия ДЗШ на примере шкафа РЗ ШЭ 2607061. Основная характеристика ДЗШ и ее характерные точки и участки. Основные оперативные требования к устройству ДЗШ. Процессы, происходящие при нарушении «фиксации» в ДЗШ и переводе всех присоединений на другую систему шин. Причины возникновения токов небаланса в токовых цепях ДЗШ и способы их снижения.

2. Проектирование МУРЗ ЛЭП ЭЭС

Виды основных защит и требования к ним. Особенности применения, выполнения ДФЗ ЛЭП. Особенности применения, выполнения ВЧБ и НВЧБ ЛЭП. Расчет МУРЗ ЛЭП ЭЭС.

3. Проектирование противоаварийной автоматики элементов ЭЭС

Способы резервирования отключения КЗ и их особенности. Принципы выполнения схем УРОВ. Варианты исполнения схем УРОВ и их особенности при срабатывании. Выбор выдержки времени действия УРОВ. Функции УРОВ на ПС с одиночной и двойной системами шин с фиксированным присоединением элементов УРОВ. Функции УРОВ на ПС со схемой «мостика» с тремя выключателями. Виды противоаварийной автоматики и согласование их с РЗ ЭЭС.

3.3. Темы практических занятий

1. Выбор состава защит, параметров основных релейных защит генераторов на электростанциях (2 часа).
2. Выбор состава защит, параметров резервных релейных защит генераторов на электростанциях (2 часа).
3. Выбор состава защит, параметров релейных защит блоков генератор-трансформатор на электростанциях, шин и ошиновок электростанций и подстанций (2 часа).
4. Выбор состава защит, параметров релейных защит Т и АТ понижающих подстанций (2 часа).
5. Расчет дистанционных токовых защит ЛЭП (2 часа).
6. Расчет ДФЗ ЛЭП (2 часа).
7. Расчет ВЧБ ЛЭП (2 часа).
8. Расчет параметров АПВ и АВР, УРОВ (2 часа).

3.4. Темы лабораторных работ

1. Изучение состава основных и резервных релейных защит различных видов генераторов ЭС (4 часа).
2. Изучение состава основных и резервных релейных защит различных видов Т и АТ блоков генератор-трансформатор, Т и АТ связи ЭС, Т и АТ понижающих подстанций (4 часа).
4. Изучение состава основных релейных защит ЛЭП ЭЭС (2 часа).
5. Изучение состава резервных релейных защит ЛЭП ЭЭС (2 часа).
6. Изучение состава устройств противоаварийной автоматики ЭС и ПС (2 часа).
7. Изучение состава устройств противоаварийной автоматики ЛЭП ЭЭС (2 часа).

3.5. РГР учебным планом не предусмотрены.

3.6. Курсовой проект (курсовая работа)

8 семестр

Курсовая работа: Проектирование РЗА участка ЭЭС (по вариантам).

График выполнения курсовой работы:

Дни	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	Зачетная неделя
Раздел курсовой работы	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	Защита курсовой работы
Объем раздела, %	5	5	15	15	20	15	15	10	10	10	10	10	10	10	10	10	—
Выполненный объем нарастающим итогом, %	5	10	25	40	60	75	90	100	100	100	100	100	100	100	100	100	—

Номер раздела	Раздел курсовой работы
1	Ознакомление с заданием на работу, с методическими указаниями, алгоритмом проектирования и характеристикой исходных данных курсовой работы
2	Составление схем замещения сети, включая расчет основных параметров элементов участков сети, определение расчетных видов КЗ, исходя из режима заземления нейтрали
3	Эквивалентирование схем замещения сети прямой, обратной и нулевой последовательности
4	Расчет токов КЗ в выбранных точках
5	Выбор параметров измерительных преобразователей ТТ и ТН
6	Определение состава основных и релейных защит, устройств противоаварийной автоматики защищаемых элементов
7	Расчет уставок основных релейных защит
8	Расчет уставок резервных релейных защит
9	Расчет уставок устройств автоматики
10	Выводы по курсовой работе. Пояснения принципов действия защит при КЗ в зоне действия, внешних КЗ, перегрузке, замыканиях в обмотке возбуждения генератора; газовой защиты трансформаторов
11	Оформление пояснительной записки и графического материала

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, характеристики и параметры, состав релейных защит и устройств автоматики электроэнергетических систем	ПК-1.1	х	х	х	х	контрольные работы № 1...4 отчеты ЛБ № 1...7, экзамен
– виды и принципы действия основных и резервных защит и устройств автоматики элементов электроэнергетических систем	ПК-1.2	х	х	х	х	контрольные работы № 1...4 отчеты ЛБ № 1...7, экзамен
Уметь:						
– пользоваться нормативными документами для определения оптимального состава релейных защит и устройств автоматики элементов электроэнергетических систем	ПК-1.1	х	х	х	х	отчеты ЛБ № 1...7, КР, экзамен
– рассчитывать уставки основных и резервных защит и устройств автоматики элементов электроэнергетических систем	ПК-1.2	х	х	х	х	КР, экзамен

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

4.1. Текущий контроль успеваемости по дисциплине:

– контрольные работы (кр):

№1 Особенности выполнения дифференциальной защиты шин ЭС и ПС

№2 Дифференциально-фазная защита (ДФЗ) ЛЭП

№3 Направленная высокочастотная блокировка (НВЧБ) ЛЭП

№4 УРОВ в защите шин ЭС и ПС.

– отчеты по лабораторным работам:

1. Изучение состава основных и резервных релейных защит различных видов генераторов ЭС.

2. Изучение состава основных и резервных релейных защит различных видов Т и АТ блоков генератор-трансформатор, Т и АТ связи ЭС.

3. Изучение состава основных и резервных релейных защит Т и АТ понижающих подстанций.

4. Изучение состава основных релейных защит ЛЭП ЭЭС.

5. Изучение состава резервных релейных защит ЛЭП ЭЭС.

6. Изучение состава устройств противоаварийной автоматики ЭС и ПС.

7. Изучение состава устройств противоаварийной автоматики ЛЭП ЭЭС.

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2. Промежуточная аттестация по дисциплине (части дисциплины):

Оценка за курсовую работу определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ».

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 8 семестр и за курсовую работу.

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 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>
- 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.пф>

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 ПРОЕКТИРОВАНИЕ РЗиА (профиль 2)

(название дисциплины)

8 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- | | |
|-------|--|
| КМ-1 | кр №1 Особенности выполнения дифференциальной защиты шин ЭС и ПС |
| КМ-2 | кр №2 Дифференциально-фазная защита (ДФЗ) ЛЭП. |
| КМ-3 | кр №3 Направленная высокочастотная блокировка (НВЧБ) ЛЭП |
| КМ-4 | кр №4 УРОВ в защите шин ЭС и ПС. |
| КМ-5 | Отчет по ЛБ 1. Изучение состава основных и резервных релейных защит различных видов генераторов, шин ЭС |
| КМ-6 | Отчет по ЛБ 2. Изучение состава основных и резервных релейных защит различных видов Т и АТ блоков генератор-трансформатор, Т и АТ связи ЭС, Т и АТ понижающих подстанций. |
| КМ-7 | Отчет по ЛБ 3. Изучение состава основных релейных защит ЛЭП ЭЭС. |
| КМ-8 | Отчет по ЛБ 4. Изучение состава резервных релейных защит ЛЭП ЭЭС. |
| КМ-9 | Отчет по ЛБ 5. Изучение состава устройств противоаварийной автоматики ЭС и ПС. |
| КМ-10 | Отчет по ЛБ 6. Изучение состава устройств противоаварийной автоматики ЛЭП ЭЭС. |

Вид промежуточной аттестации – экзамен

Трудоемкость дисциплины= 6 з.е.

[illegible]

**БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА
КУРСОВОЙ РАБОТЫ по дисциплине
Проектирование РЗиА (профиль 2)**

(название дисциплины)

8 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по курсовому проекту:

КМ-1 соблюдение графика выполнения КП

КМ-2 соблюдение графика выполнения КП

КМ-3 соблюдение графика выполнения КП

КМ-4 соблюдение графика выполнения КП и качество оформления КП

Трудоемкость КП = 2 з.е.

Номер раздела	Раздел курсового проекта/курсовой работы	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	Защита КР
		День КМ:	5	9	12	16	Зачетная неделя
1	Ознакомление с заданием на работу, с методическими указаниями, алгоритмом проектирования и характеристикой исходных данных курсовой работы		+				+
2	Составление схем замещения сети, включая расчет основных параметров элементов участков сети, определение расчетных видов КЗ, исходя из режима заземления нейтрали		+				+
3	Эквивалентирование схем замещения сети прямой, обратной и нулевой последовательности			+			+
4	Расчет токов КЗ в выбранных точках			+			+
5	Выбор параметров измерительных преобразователей ТТ и ТН			+			+
6	Определение состава основных и релейных защит, устройств противоаварийной автоматики защищаемых элементов			+			+
7	Расчет уставок основных релейных защит				+		+
8	Расчет уставок резервных релейных защит					+	+
9	Расчет уставок устройств автоматики					+	+
10	Выводы по курсовой работе. Пояснения принципов действия защит при КЗ в зоне действия, внешних КЗ, перегрузке, замыканиях в обмотке возбуждения генератора; газовой защиты трансформаторов					+	+
11	Оформление пояснительной записки и графического материала					+	+
Минимальный балл за КМ			5	20	15	40	20
Максимальный балл за КМ			10	30	20	60	40