

Минобрнауки России
Бузулукский гуманитарно-технологический институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Кафедра общепрофессиональных и технических дисциплин

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
ДИСЦИПЛИНЫ

«Б1.Д.В.12 Релейная защита и автоматика»

Уровень высшего образования

БАКАЛАВРИАТ

Направление подготовки

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
(код и наименование направления подготовки)

Электроснабжение
(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

Заочная

Рабочая программа дисциплины «Б1.Д.В.12 Релейная защита и автоматика» рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

Общепрофессиональных и технических дисциплин

наименование кафедры

протокол № 6 от "20" января 2025 г.

Декан строительного-технологического факультета

наименование факультета



подпись

И.В. Завьялова

расшифровка подписи

Исполнители:

ст. преподаватель

должность



подпись

А.В. Сидоров

расшифровка подписи

должность

подпись

расшифровка подписи

СОГЛАСОВАНО:

Заместитель директора по НМР



личная подпись

М.А. Зорина

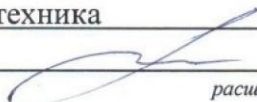
расшифровка подписи

Председатель методической комиссии по направлению подготовки

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

код наименование

личная подпись



О.С. Манакова

расшифровка подписи

Уполномоченный по качеству кафедры

личная подпись



Е.В. Фролова

расшифровка подписи

© Сидоров А.В., 2025

© Бузулукский гуманитарно-
технологический институт
(филиал) ОГУ, 2025

1 Цели и задачи освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины: формирование знаний о принципах работы, проектирования и технической реализации устройств релейной защиты и автоматики электроэнергетических систем.

Задачи:

- изучение обучающимися основных устройств релейной защиты и автоматики, принципов их функционирования;
- освоение обучающимися основных принципов функционирования защит отдельных элементов электроэнергетических систем, их взаимодействия друг с другом;
- формирование навыков проектирования и расчета уставок основных типов устройств релейной защиты и автоматики.

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к обязательным дисциплинам (модулям) вариативной части блока Д «Дисциплины (модули)»

Пререквизиты дисциплины: *Б2.П.Б.У.1 Ознакомительная практика, Б2.П.В.У.1 Профилирующая практика*

Постреквизиты дисциплины: *Б2.П.В.П.2 Проектная практика, Б2.П.В.П.3 Преддипломная практика*

3 Требования к результатам обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих результатов обучения

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
ПК*-1 Способен участвовать в проектировании объектов профессиональной деятельности	ПК*-1-В-4 Осуществляет сбор и анализ исходных данных для проектирования и выбора оптимального состава оборудования систем электроснабжения	<u>Знать:</u> – основные требования к устройствам релейной защиты и автоматики <u>Уметь:</u> – оценивать соответствие работы устройств релейной защиты и автоматики требованиям нормативной документации; – производить выбор элементов вторичных цепей и устройств релейной защиты и автоматики <u>Владеть:</u> – методами проектирования устройств релейной защиты, расчета уставок защит
ПК*-2 Способен анализировать режимы работы систем электроснабжения объектов	ПК*-2-В-11 Применяет знания методов расчета, выбора устройств релейной защиты и автоматики в электроэнергетических системах	<u>Знать:</u> – основные показатели эффективности функционирования релейной защиты и автоматики <u>Уметь:</u> – оценивать возможные последствия неправильных действий устройств релейной защиты и автоматики. <u>Владеть:</u> – информацией о современной аппаратной базе устройств РЗА; – навыками технико-экономического сравнения различных вариантов реализации защит

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
ПК*-7 Способен составлять и оформлять типовую техническую документацию	ПК*-7-В-5 Выполняет комплект конструкторской документации эскизного, технического и рабочего проектов системы электроснабжения	<u>Знать:</u> – основные источники научно-технической информации по релейной защите и автоматизации систем электроснабжения <u>Уметь:</u> – работать с технической и проектной документацией систем электроснабжения <u>Владеть:</u> – навыками оформления типовой технической документации
ПК*-9 Способен использовать современное программное обеспечение для проектирования и эксплуатации систем электроснабжения	ПК*-9-В-4 Демонстрирует знания современного программного обеспечения для настройки и проектирования устройств релейной защиты и автоматики	<u>Знать:</u> – современное программное обеспечение для настройки и проектирования устройств релейной защиты и автоматики <u>Уметь:</u> – производить выбор программного обеспечения для эффективной работы систем электроснабжения <u>Владеть:</u> – навыками использования программного обеспечения для настройки и проектирования устройств релейной защиты и автоматики

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 зачетных единиц (288 академических часов).

Вид работы	Трудоемкость, академических часов		
	8 семестр	9 семестр	всего
Общая трудоёмкость	180	108	288
Контактная работа:	18,5	28,5	47
Лекции (Л)	8	10	18
Практические занятия (ПЗ)	6	8	14
Лабораторные работы (ЛР)	4	8	12
Консультации		1	1
Индивидуальная работа и инновационные формы учебных занятий		1	1
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	0,5	0,5	1
Самостоятельная работа: - выполнение курсовой работы (КР); - выполнение контрольной работы (КонтрР); - самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий); - подготовка к практическим занятиям.	161,5 +	79,5 +	241
Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)	зачет	экзамен	

Разделы дисциплины, изучаемые в 8 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Назначение релейной защиты и автоматики	36	2	0	0	34
2	Элементная база релейной защиты и автоматики	36	0	4	2	30
3	Основные типы релейных защит	36	2	2	0	32
4	Резервирование при отказах защит и выключателей	36	2	0	2	32
5	Автоматизация в электроэнергетических системах	36	2	0	0	34
	Итого:	180	8	6	4	162

Разделы дисциплины, изучаемые в 9 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
6	Защита и автоматика линий электропередач	20	2	2	2	14
7	Защита и автоматика силовых трансформаторов	22	2	2	2	16
8	Защита и автоматика электродвигателей, генераторов и синхронных компенсаторов	22	2	2	2	16
9	Особенности защиты и автоматики специальных электрических установок	22	2	2	0	18
10	Защита и автоматика шин	22	2	0	2	18
	Итого:	108	10	8	8	82
	Всего:	288	18	14	12	244

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1 Назначение релейной защиты и автоматики

Характеристики токов и напряжений в ненормальных и аварийных режимах электроэнергетических систем и основных электроприемников. Расчет токов короткого замыкания для расчета и проверки релейной защиты. История возникновения и развития РЗА. Терминология. Требования, предъявляемые к РЗА

Раздел 2 Элементная база релейной защиты и автоматики

Классификация элементов РЗА. Электромеханические, полупроводниковые (статические) реле, микропроцессорные терминалы. Измерительные трансформаторы. Схемы соединения трансформаторов тока и напряжения. Аппараты защиты на напряжение 0,4 кВ. Оперативный ток. Условные графические обозначения устройств РЗА

Раздел 3 Основные типы релейных защит

Токовые защиты. Отсечка, отсечка с выдержкой времени, максимальная токовая защита (МТЗ), МТЗ с пуском по напряжению. Защита от замыканий на землю. Максимальная токовая направленная защита. Дистанционная защита. Продольная дифференциальная защита. Ток небаланса. Поперечная дифференциальная защита. Поперечная дифференциальная направленная защита. Дуговая защита. Времятоковые характеристики релейной защиты, карты селективности

Раздел 4 Резервирование при отказах защит и выключателей

Причины отказов устройств РЗА и их классификация. Надежность устройств РЗА. Ближнее резервирование защит. Дальнее резервирование защит. Устройства резервирования при отказах выключателей (УРОВ)

Раздел 5 Автоматизация в электроэнергетических системах

Устройства системной автоматики. Устройства автоматического включения резерва (АВР). Устройства автоматического повторного включения (АПВ). Устройства автоматической частотной разгрузки (АЧР). Автоматическое регулирование возбуждения (АРВ) синхронных генераторов. Устройства автоматической синхронизации генераторов

Раздел 6 Защита и автоматика линий электропередачи

Повреждения и ненормальные режимы работы ЛЭП. Выбор и расчет защитных характеристик автоматических воздушных выключателей. Расчет плавких вставок предохранителей ВН. РЗА воздушных и кабельных линий ВН. Особенности защиты ЛЭП с малым током замыкания на землю

Раздел 7 Защита и автоматика силовых трансформаторов

Повреждения и ненормальные режимы работы трансформаторов. Релейные защиты трансформаторов и автотрансформаторов. Защита трансформаторов плавкими предохранителями и автоматическими выключателями. Автоматика трансформаторов. Газовая защита трансформаторов и устройств РПН. Защита и автоматика трансформаторов дуговых электропечных установок

Раздел 8 Защита и автоматика электродвигателей, генераторов и синхронных компенсаторов

Повреждения и ненормальные режимы работы электрических машин. Виды РЗА в зависимости от типа и класса электрических машин. Различия в защитах синхронных и асинхронных электродвигателей. Особенности защит генераторов и синхронных компенсаторов

Раздел 9 Особенности защиты и автоматики специальных электрических установок

Повреждения и ненормальные режимы работы выпрямительных установок. Защита трансформаторов выпрямительных установок. Защита полупроводниковых преобразователей. Автоматика выпрямительных установок. Повреждения и ненормальные режимы работы конденсаторных установок. Защита конденсаторных установок. Автоматика конденсаторных установок. Защиты электрических печей

Раздел 10 Защита и автоматика шин

Характер и особенности повреждений шин. Защита шин разных классов напряжения. Применение логической и дуговой защиты. Устройства автоматического включения шин

4.3 Лабораторные работы

№ ЛР	№ раздела	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов
1	2	Схемы соединения трансформаторов тока и напряжения	2
2	4	Устройства резервирования отказа выключателя	2
3	6	Максимальная токовая направленная защита кольцевой сети	2
4	7	Дифференциальная защита трансформатора	2
5	8	Защита электрических двигателей	2
6	10	Защита шин	2
		Итого:	12

4.4 Практические занятия (семинары)

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
1	2	Выбор предохранителей и их плавких вставок	2
2	2	Проектирование защит на напряжении 0,4 кВ. Выбор защитных характеристик и расчет уставок выключателей 0,4 кВ	2
3	3	Расчет токов короткого замыкания для нужд релейной защиты	2
4	6	Расчет защит кабельных и воздушных линий	2
5	7	Расчет уставок защит силовых трансформаторов	2
6	8	Расчет защит электрических двигателей высокого напряжения	2
7	9	Проектирование схем релейной защиты и автоматики	2
		Итого:	14

4.5 Курсовая работа (9 семестр)

Курсовая работа направлена на формирование навыков самостоятельного проектирования релейной защиты и автоматики, расчета уставок защит различных элементов электроэнергетической системы. Курсовая работа содержит следующие разделы:

- расчет токов короткого замыкания;
- расчёт уставок автоматических выключателей 0,4 кВ;
- выбор предохранителей и их плавких вставок;
- расчёт уставок защит кабельных линий;
- расчёт уставок защит электрических двигателей;
- расчёт уставок защит вводных и секционных выключателей;
- выбор и проверка трансформаторов тока для нужд релейной защиты;
- расчёт уставок защит силового трансформатора;
- расчёт уставок защит питающей воздушной линии.

4.4 Контрольная работа (8 семестр)

Примерные задания по выполнению контрольной работы:

Вариант № 1

1. Какие требования предъявляются к контактам и обмоткам реле?
2. Объясните принцип работы индукционного реле с рамкой.

Задача №1. Определите величину магнитного потока в магнитопроводе реле, если сопротивление магнитного пути потока равно 15 Ом, а по катушке реле, содержащей 1200 витков протекает ток 0,6 А.

Задача №2. Коэффициент трансформации трансформатора тока для релейной защиты равен 20. Определите величину тока, протекающего по катушке реле, если сила тока в сети равна 100 А.

Задача №3. Определите величину тока срабатывания реле, если коэффициент возврата равен 0,896, а ток возврата реле равен 2,6 А.

Вариант № 2

1. Назовите три типа электромагнитных реле в зависимости от конструкции их элементов.
2. Объясните принцип работы индукционного реле с диском.

Задача №1. Определите число витков катушки реле, если при протекании по ней тока силой 0,6 А в сердечнике катушки создается магнитный поток, равный 48 Вб. Магнитное сопротивление магнитопровода реле 15 Ом.

Задача №2. Какой ток протекает в сети, если по катушке реле переменного тока, включенную через трансформатор тока с коэффициентом трансформации равным 20, протекает ток 5 А.

Задача №3. Напряжение в сети переменного тока равно 220 В, напряжение питания катушки реле переменного тока 11 В. Определите необходимый коэффициент трансформации измерительного трансформатора напряжения.

Вариант № 3

1. Начертите конструкцию реле с втягивающимся якорем и объясните рисунок.

2. Назовите и объясните основное условие для получения вращающего момента в индукционном реле.

Задача №1. Определите величину тока, протекающего по катушке реле с числом витков 1200, если катушкой создается магнитный поток, равный 48 Вб, а сопротивление магнитопровода реле равно 15 Ом.

Задача №2. Определите время задержки второго участка максимальной токовой защиты, если время выдержки первого участка 0,06 с, ступень селективности равна 0,1 с, время запаса равно 0,2 с.

Задача №3 Коэффициент трансформации трансформатора напряжения для релейной защиты равен 20. Определите величину напряжения, подаваемого на катушку реле, если напряжение сети равно 220 В.

Вариант № 4

1. Начертите конструкцию реле с поворотным якорем и объясните рисунок.

2. Каково назначение индукционных реле направления мощности.

Задача №1. Определите коэффициент возврата реле, если значение тока возврата равно 2,6 А, значение тока срабатывания реле равно 2,9 А.

Задача №2. Определите ступень селективности максимальной токовой задержки, время задержки второго участка равно 0,36 с, время выдержки первого участка 0,06 с, время запаса равно 0,2 с.

Задача №3. Какое напряжение должно быть в сети, если на катушку реле переменного тока, включенную через трансформатор напряжения с коэффициентом трансформации равным 20, подается 11 В.

Вариант № 5

1. Начертите конструкцию реле с поперечным движением якоря и объясните рисунок.

2. Приведите схему и объясните работу реле направления мощности.

Задача №1. Определите величину тока возврата реле, если коэффициент возврата равен 0,896, а ток срабатывания реле равен 2,9 А.

Задача №2. Какое время задержки было установлено на первом участке максимальной токовой защиты, если время задержки второго участка равно 0,36 с, ступень селективности равна 0,1 с, время запаса на втором участке равно 0,2 с.

Задача №3. Сила тока в сети переменного тока равна 100 А, максимальное значение силы тока, протекающего по катушке токового реле равно 5 А.

Определите необходимый коэффициент трансформации трансформатора тока.

5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1 Основная литература

1 Куксин, А.В. Релейная защита электроэнергетических систем: учебное пособие / А.В. Куксин. – Москва; Вологда: Инфра-Инженерия, 2021. – 200 с. – Режим доступа: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=618527>.

2 Богданов, А.В. Микропроцессорные устройства релейной защиты и автоматизации в электроэнергетических системах / А.В. Богданов, А.В. Бондарев; Оренбургский государственный университет, Кумертауский филиал ОГУ. – Оренбург: Оренбургский государственный университет, 2016. – 82 с. – ISBN 8-987-903550-43-2. – Режим доступа: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=481747>.

5.2 Дополнительная литература

1 Давыдов, В.А. Примеры расчета релейной защиты: учебное пособие / В.А. Давыдов, А.А. Осинцев, А.И. Щеглов, А.С. Трофимов; Новосибирский государственный технический университет. – Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2018. – 92 с. – ISBN 978-5-7782-3783-4. – Режим доступа: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=575265>.

2 Глазырин, В.Е. Расчет уставок релейной защиты блока генератор–трансформатор: учебное пособие / В.Е. Глазырин, А.А. Осинцев, Е.И. Фролова; Новосибирский государственный технический университет. – Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2018. – 80 с. – ISBN 978-5-7782-3602-8. – Режим доступа: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=576220>.

5.3 Периодические издания

Высшее образование в России: журнал. – Москва: Московский госуд. университет печати им. И. Федорова.

5.4 Интернет-ресурсы

1 Форум для общения специалистов в области РЗА [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rzia.ru>;

2 Школа для электрика [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://electricalschool.info/relay>;

3 Проект РЗА [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://pro-rza.ru>;

4 <http://techlibrary.ru/> – Некоммерческий проект «Техническая библиотека»;

5 <https://elibrary.ru/> – Научная электронная библиотека;

6 <http://katalog.iot.ru/index.php> – Федеральный портал «Российское образование»;

7 <http://window.edu.ru/window/catalog> – Единое окно доступа к образовательным ресурсам.

5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы современных информационных технологий

Программное обеспечение, используемые при проведении аудиторных учебных занятий и осуществлении самостоятельной работы студентами:

1 операционная система Microsoft Windows;

2 операционная система Linux RED OS MUROM 7.3.1;

3 Microsoft Office;

4 Веб-приложение «Универсальная система тестирования БГТИ»;

5 программа аналогового, цифрового и смешанного моделирования и анализа цепей электронных устройств Micro-Cap 12;

6 Яндекс браузер;

7 eLIBRARY [Электронный ресурс]: научная электронная библиотека / ООО Научная электронная библиотека. – Режим доступа: <https://elibrary.ru>;

8 Консультант Плюс [Электронный ресурс]: справочно-правовая система / Компания Консультант Плюс. – электрон. дан. – Москва. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>;

9 <http://pravo.gov.ru> – Официальный интернет-портал правовой информации. Государственная система правовой информации.

6 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа оснащены: переносными мультимедиа-проекторами и проекционными экранами, ноутбуком; посадочными местами для обучающихся; рабочим местом преподавателя; учебной доской.

Аудитории для самостоятельной работы оснащены: комплектами ученической мебели, компьютерной техникой подключенной к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ОГУ и филиала, электронным библиотечным системам.

Компьютерный класс оснащен: стационарным мультимедиа-проектором и проекционным экраном, оборудованием для организации локальной вычислительной сети, программным обеспечением «Универсальный тестовый комплекс», персональными компьютерами, рабочим местом преподавателя, учебной доской.

Учебные аудитории для проведения лабораторных и практических занятий оснащены: переносными мультимедиа-проекторами и проекционными экранами, ноутбуком, посадочными местами для обучающихся, рабочим местом преподавателя, учебной доской.

Учебные аудитории для проведения групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации оснащены: комплектами ученической мебели, компьютерами с подключением к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ОГУ и филиала, электронным библиотечным системам.

Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.