

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

Очная

Год набора 2025

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 строительно-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



расшифровка подписи

О.С. Манакова

Уполномоченный по качеству кафедры

личная подпись



расшифровка подписи

Е.В. Фролова

© 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 | Знать: – основные требования к устройствам релейной защиты и автоматики Уметь: – оценивать соответствие работы устройств релейной защиты и автоматики требованиям нормативной документации; – производить выбор элементов вторичных цепей и устройств релейной защиты и автоматики Владеть: – 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 | Знать: – основные показатели эффективности функционирования релейной защиты и автоматики Уметь: – оценивать возможные последствия неправильных действий устройств релейной защиты и автоматики. Владеть: – информацией о современной аппаратной базе устройств РЗА; – навыками технико-экономического сравнения различных вариантов реализации защит |

| | | |
|---|--|--|
| ПК*-7 Способен составлять и оформлять типовую техническую документацию | ПК*-7-В-5 Выполняет комплект конструкторской документации эскизного, технического и рабочего проектов системы электрообеспечения | Знать: – основные источники научно-технической информации по релейной защите и автоматизации систем электрообеспечения Уметь: – работать с технической и проектной документацией систем электрообеспечения Владеть: – навыками оформления типовой технической документации |
| ПК*-9 Способен использовать современное программное обеспечение для проектирования и эксплуатации систем электрообеспечения | ПК*-9-В-4 Демонстрирует знания современного программного обеспечения для настройки и проектирования устройств релейной защиты и автоматики | Знать: – современное программное обеспечение для настройки и проектирования устройств релейной защиты и автоматики Уметь: – производить выбор программного обеспечения для эффективной работы систем электрообеспечения Владеть: – 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 | | |
|--|--------------------------------------|-------------------|---------------|
| | 7 семестр | 8 семестр | всего |
| Общая трудоёмкость | 108 | 180 | 288 |
| Контактная работа: | 50,25 | 66,5 | 116,75 |
| Лекции (Л) | 34 | 32 | 66 |
| Практические занятия (ПЗ) | | 16 | 16 |
| Лабораторные работы (ЛР) | 16 | 16 | 32 |
| Консультации | | 1 | 1 |
| Индивидуальная работа и инновационные формы учебных занятий | | 1 | 1 |
| Промежуточная аттестация (зачет, экзамен) | 0,25 | 0,5 | 0,75 |
| Самостоятельная работа: - выполнение курсовой работы (КР); - выполнение индивидуального творческого задания (ИТЗ); - самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий); - подготовка к практическим занятиям; - подготовка к лабораторным занятиям; - подготовка к рубежному контролю. | 57,75 | 113,5 + | 171,25 |
| Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет) | зачет | экзамен | |

Разделы дисциплины, изучаемые в 7 семестре

| № раздела | Наименование разделов | Количество часов | | | | |
|-----------|---|------------------|-------------------|----|----|----------------|
| | | всего | аудиторная работа | | | внеауд. работа |
| | | | Л | ПЗ | ЛР | |
| 1 | Назначение релейной защиты и автоматики | 20 | 4 | 0 | 0 | 16 |
| 2 | Элементная база релейной защиты и автоматики | 22 | 10 | 0 | 2 | 10 |
| 3 | Основные типы релейных защит | 22 | 10 | 0 | 8 | 4 |
| 4 | Резервирование при отказах защит и выключателей | 22 | 4 | 0 | 2 | 16 |
| 5 | Автоматизация в электроэнергетических системах | 22 | 6 | 0 | 4 | 12 |
| | Итого: | 108 | 34 | 0 | 16 | 58 |

Разделы дисциплины, изучаемые в 8 семестре

| № раздела | Наименование разделов | Количество часов | | | | |
|-----------|---|------------------|-------------------|----|----|----------------|
| | | всего | аудиторная работа | | | внеауд. работа |
| | | | Л | ПЗ | ЛР | |
| 6 | Защита и автоматика линий электропередач | 36 | 6 | 4 | 6 | 20 |
| 7 | Защита и автоматика силовых трансформаторов | 36 | 6 | 4 | 2 | 24 |
| 8 | Защита и автоматика электродвигателей, генераторов и синхронных компенсаторов | 36 | 6 | 4 | 4 | 22 |
| 9 | Особенности защиты и автоматики специальных электрических установок | 36 | 6 | 4 | 2 | 24 |
| 10 | Защита и автоматика шин | 36 | 8 | 0 | 2 | 26 |
| | Итого: | 180 | 32 | 16 | 16 | 116 |
| | Всего: | 288 | 66 | 16 | 32 | 174 |

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 |
| 2-3 | 3,6 | Токовая ступенчатая защита радиальной сети | 4 |
| 4-5 | 3,6 | Максимальная токовая направленная защита кольцевой сети | 4 |
| 6-7 | 3,6 | Поперечная направленная дифференциальная защита | 4 |
| 8-9 | 3,7 | Дифференциальная защита трансформатора | 4 |
| 10 | 5 | Автоматическое повторное включение ЛЭП | 4 |
| 11-12 | 8 | Защита электрических двигателей | 4 |
| 13 | 5 | Автоматический ввод резерва | 2 |
| 14 | 4 | Устройства резервирования отказа выключателя | 2 |
| 15 | 9 | РЗА специальных электрических установок | 2 |
| 16 | 10 | Защита шин | 2 |
| | | Итого: | 32 |

4.4 Практические занятия (семинары)

| № занятия | № раздела | Тема | Кол-во часов |
|-----------|-----------|--|--------------|
| 1 | 6 | Построение времятоковых характеристик и карт селективности | 2 |
| 2 | 6 | Расчет защит кабельных и воздушных линий | 2 |
| 3 | 7 | Проектирование защит на напряжении 0,4 кВ. Выбор защитных характеристик и расчет уставок выключателей 0,4 кВ | 2 |
| 4 | 7 | Расчет уставок защит силовых трансформаторов | 2 |
| 5 | 8 | Выбор предохранителей и их плавких вставок | 2 |
| 6 | 8 | Расчет защит электрических двигателей высокого напряжения | 2 |
| 7 | 9 | Расчет токов короткого замыкания для нужд релейной защиты | 2 |
| 8 | 9 | Проектирование схем релейной защиты и автоматики | 2 |
| | | Итого: | 16 |

4.5 Курсовая работа (8 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.

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. –

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 РЗиА [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 MUIROM 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.