

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

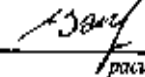
Заочная

Год набора 2023


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

Кафедра общепрофессиональных и технических дисциплин
наименование кафедры

протокол № 6 от " 10 " 02 2023 г.


Декан строительного-технологического факультета  Завьялова И.В.
подпись *расшифровка подписи*


Исполнители:


Доцент  М.А. Вильданова
должность *подпись* *расшифровка подписи*

должность *подпись* *расшифровка подписи*

СОГЛАСОВАНО:

Заместитель директора по НМР  М. А. Зорина
личная подпись *расшифровка подписи*

Председатель методической комиссии по направлению подготовки
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника  О. С. Манакова
код наименования *личная подпись* *расшифровка подписи*

Уполномоченный по качеству кафедры  Е.В. Фролова
личная подпись *расшифровка подписи*

1 Цели и задачи освоения дисциплины

Цель (цели) 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: *Б1.Д.В.1 Инженерная и компьютерная графика, Б1.Д.В.2 Основы электроэнергетики, Б1.Д.В.7 Электроэнергетические системы и сети, Б1.Д.В.8 Автоматизированный электропривод, Б1.Д.В.9 Автоматизированные системы коммерческого учета электроэнергии, Б1.Д.В.10 Электрические станции и подстанции, Б1.Д.В.13 Переходные процессы в электроэнергетических системах, Б1.Д.В.14 Техника высоких напряжений, Б1.Д.В.15 Эксплуатационный контроль и техническая диагностика электрооборудования, Б1.Д.В.16 Электроснабжение промышленных предприятий, Б2.П.В.У.1 Ознакомительная практика, Б2.П.В.У.1 Профилирующая практика*

Постреквизиты дисциплины: *Б1.Д.В.16 Электроснабжение промышленных предприятий, 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 установок защиты
ПК*-2 Способен анализировать режимы работы объектов	ПК*-2-В-11 Применяет знания методов расчета, выбора устройств релейной защиты и автоматики в	<u>Знать:</u> – основные показатели эффективности функционирования релейной защиты и автоматики <u>Уметь:</u> – оценивать возможные последствия неправильных дей-

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
профессиональной деятельности	электроэнергетических системах	ствий 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 электроснабжения	Знать: – основные источники научно-технической информации по релейной защите и автоматизации систем электроснабжения Уметь: – работать с технической и проектной документацией систем электроснабжения Владеть: – 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	Знать: – современное программное обеспечение для настройки и проектирования устройств релейной защиты и автоматики Уметь: – производить выбор программного обеспечения для эффективной работы систем электроснабжения 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		
	8 семестр	9 семестр	всего
Общая трудоёмкость	180	108	288
Контактная работа:	18,5	27,25	45,75
Лекции (Л)	8	10	18
Практические занятия (ПЗ)	10	16	26
Консультации		1	1
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	0,5	0,25	0,75
Самостоятельная работа: - выполнение контрольной работы (КонтрР); - самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий); - подготовка к практическим занятиям)	161,5 +	80,75	242,25

Вид работы	Трудоемкость, академических часов		
	8 семестр	9 семестр	всего
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 автоматизации	86	4	-		82
2	Элементная база релейной защиты и автоматизации	94	4	10		80
	Итого:	180	8	10		162

Разделы дисциплины, изучаемые в 9 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
3	Основные типы релейных защит и их применение	37	4	6		27
4	Резервирование при отказах защит и выключателей	33	2	4		27
5	Автоматизация в электроэнергетических системах	38	4	6		28
	Итого:	108	10	16		82
	Всего:	288	18	26		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. 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. Оперативный ток

Раздел 3 Основные типы релейных защит и их применение

Токовые защиты, их типы и области применения. 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

Раздел 4 Резервирование при отказах защит и выключателей

Причины отказов. Ближнее резервирование защит. Дальнее резервирование защит. Устройства резервирования при отказах выключателей (УРОВ). Дуговая защита

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

4.3 Практические занятия (семинары)

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
1	2	Исследование работы реле тока	2
2	2	Исследование работы реле напряжения	2
3	2	Исследование работы реле времени	2
4	2	Исследование работы промежуточного и указательного реле	2
5	2	Исследование работы реле мощности	2
6	3	Исследование работы микропроцессорного устройства защиты линии электропередачи	2
7	3	Исследование работы микропроцессорного устройства защиты трансформатора	2
8	3	Исследование схемы и элементов автоматики фидера питающей линии районного потребителя	2
9	4	Исследование схемы и элементов общеподстанционной сигнализации	2
10	4	Технический осмотр устройства релейной защиты и автоматики	2
11	5	Опробование устройства релейной защиты и автоматики	2
12	5	Комплексная проверка устройства защиты и автоматики питающей линии	2
13	5	Проверка устройства релейной защиты и автоматики при новом включении	2
		Итого:	26

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

Гуревич, В.И. Электрические реле: устройство, принцип действия и применения: настольная книга инженера [Электронный ресурс] / В.И. Гуревич. – Москва: СОЛЮН-ПРЕСС, 2011. – 688 с. – ISBN 978-5-91359-086-2. – Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=271994>.

5.2 Дополнительная литература

Гуревич, В.И. Микропроцессорные реле защиты: устройство, проблемы, перспективы [Электронный ресурс] / В.И. Гуревич. – Москва: Инфра-Инженерия, 2011. – 336 с. – ISBN 978-5-9729-0043-5. – Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=144648>.

5.3 Периодические издания

Высшее образование в России: журнал. – Москва: Московский госуд. университет печати им. И.Федорова, 2020

5.4 Интернет-ресурсы

1 Попов, Е.В. Устройство и эксплуатация электрических аппаратов: конспект лекций / Е.В. Попов; Министерство транспорта Российской Федерации, Московская государственная академия водного транспорта. – Москва: Альтаир: МГАВТ, 2015. – Ч. 1. Коммутационные электрические аппараты. – 49 с.: ил.,табл., схем. – Библиогр. в кн.; То же [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=430567>;

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

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

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

5 <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 Microsoft Office;

3 операционная система: Linux RED OS MUROM 7.3.1;

3 Веб-приложение «Универсальная система тестирования БГТИ»;

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

5 Яндекс браузер;

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

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

8 Электронно-библиотечная система РУКОНТ - Режим доступа: <https://rucont.ru/>;

9 Электронно-библиотечная система Университетская библиотека онлайн – Режим доступа: <https://lib.osu.ru/login?redirect=L2FwaS9zZWftbGVzcy1hdXRoL29ubGluZQ==>

10 Электронно-библиотечная система ЛАНЬ – Режим доступа: <https://lib.osu.ru/login?redirect=L2FwaS9zZWftbGVzcy1hdXRoL2xhbG==>

11 Электронно-библиотечная система ZNANIUM.COM – Режим доступа: <https://lib.osu.ru/login?redirect=L2FwaS9zZWftbGVzcy1hdXRoL3puYW5pdW0=>

12 Электронно-библиотечная система "Консультант студента" – Режим доступа: <https://lib.osu.ru/login?redirect=L2FwaS9zZWftbGVzcy1hdXRoL2tvbnN1bHRhbnQ=>

13 ООО "ИВИС" – Режим доступа: [https://dlib.eastview.com/browse/udb/12](https://dlib.eastview.com/browse/udb/12;);

14 Библиотека OCR Альдебаран – Режим доступа: <https://aldebaran.ru/>

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, 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, электронным библиотечным системам.