

Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Оренбургский государственный университет»

Кафедра электро- и теплоэнергетики

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«Б1.Д.В.17 Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем»

Уровень высшего образования

БАКАЛАВРИАТ

Направление подготовки

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
(код и наименование направления подготовки)

Электропривод и автоматика
(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

Заочная

Год набора 2023

Рабочая программа дисциплины «Б1.Д.В.Э.3.1 Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем» рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

Кафедра электро- и теплоэнергетики

наименование кафедры

протокол № 4 от "29" 12 2022

Заведующий кафедрой

Кафедра электро- и теплоэнергетики

наименование кафедры

подпись

В.Ю. Соколов

расшифровка подписи

Исполнители:

Доцент кафедры ЭТЭ

должность

подпись

К. Р. Валиуллин

расшифровка подписи

должность

подпись

расшифровка подписи

СОГЛАСОВАНО:

Председатель методической комиссии по направлению подготовки

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

код наименование

личная подпись

С. В. Митрофанов

расшифровка подписи

Заведующий отделом формирования фонда и научной обработки документов

личная подпись

расшифровка подписи

Уполномоченный по качеству института

личная подпись

С. А. Сильвашко

расшифровка подписи

№ регистрации _____

© Валиуллин К. Р., 2023

© ОГУ, 2023

1 Цели и задачи освоения дисциплины

Цель (цели) освоения дисциплины:

Формирование знаний о принципах работы, проектирования и технической реализации устройств релейной защиты и автоматики (РЗА) электроэнергетических систем и объектов профессиональной деятельности.

Задачи:

- изучение обучающимися основных устройств РЗА, 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 РЗА.

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

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

Пререквизиты дисциплины: *Б1.Д.Б.22 Электрические и электронные аппараты, Б1.Д.В.2 Основы электроэнергетики, Б1.Д.В.12 Электроснабжение промышленных предприятий*

Постреквизиты дисциплины: *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*-8 Способен принимать участие в проектировании и эксплуатации систем электроснабжения объектов	ПК*-8-В-2 Обосновывает выбор типовых проектных решений распределительной сети электроснабжения объектов, элементов вторичных цепей и устройств РЗ и А ПК*-8-В-6 Демонстрирует знания основных требований к устройствам релейной защиты и автоматики, методов расчета уставок РЗ и А для различных технологических объектов с учетом особенности технологического процесса наиболее часто встречающихся электроприемников, основных показателей эффективности функционирования релейной защиты и автоматики	Знать: Основные требования к устройствам релейной защиты и автоматики. Основные технические характеристики различных устройств РЗА Параметры функционирования и особенности технологического процесса наиболее часто встречающихся электроприемников Уметь: Оценивать соответствие работы устройств релейной защиты и автоматики требованиям нормативной документации. Производить выбор элементов вторичных

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
		цепей и устройств РЗиА Обосновывать принятые проектные решения Владеть: Информацией о современной аппаратной базе устройств РЗиА. Навыками технико-экономического сравнения различных вариантов реализации защит. Методами расчета уставок РЗиА для различных технологических объектов.

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы (108 академических часов).

Вид работы	Трудоемкость, академических часов	
	8 семестр	всего
Общая трудоёмкость	108	108
Контактная работа:	12,5	12,5
Лекции (Л)	6	6
Практические занятия (ПЗ)	2	2
Лабораторные работы (ЛР)	4	4
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	0,5	0,5
Самостоятельная работа: - выполнение контрольной работы (КонтрР); - самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий).	95,5 +	95,5
Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)	диф. зач.	

Разделы дисциплины, изучаемые в 8 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Назначение РЗиА	18	2			16
2	Элементная база РЗиА	22			2	20
3	Основные типы релейных защит	30	2		2	26

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
4	Защита и автоматика электродвигателей, генераторов и синхронных компенсаторов	26		2		24
5	Автоматизация в электроэнергетических системах	12	2			10
	Итого:	108	6	2	4	96
	Всего:	108	6	2	4	96

4.2 Содержание разделов дисциплины

1. Назначение РЗА

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. Схемы релейной защиты и автоматики

2. Элементная база РЗА

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.

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.

4. 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.

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 Лабораторные работы

№ ЛР	№ раздела	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов
1	2	Схемы соединения трансформаторов тока	2
2	3	Исследование поведения токовых защит	2
		Итого:	4

4.4 Практические занятия (семинары)

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
1	4	Расчет защит электрических двигателей высокого напряжения	2
		Итого:	2

4.5 Контрольная работа (8 семестр)

Мощность на валу двигателя: $P_{ном\ дв} = 1400\text{кВт}$

Коэффициент мощности: $\cos\phi = 0,85$

Напряжение: $U_{ном\ дв} = 6\text{ кВ}$

КПД: $\eta = 0,905$

Кратность пускового тока: $k_{пуск} = 5,5$

Значение тока трехфазного КЗ на вводах питания электродвигателя: $I_k^{(3)} = 3,5\text{ кА}$

Пуск двигателя прямой от напряжения питающей сети.

Двигатель участвует в самозапуске.

Двигатель питается по КЛ сечением 120 мм^2 , длиной $0,6\text{ км}$ ($I_{с.уд}=1\text{А/км}$)

Рассчитать уставки токовой отсечки, защиты от перегрузки, защиты минимального напряжения и защиты от однофазных замыканий на землю.

5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1 Основная литература

1. Андреев, В. А. Релейная защита и автоматика систем электроснабжения [Текст] : учеб. для студентов вузов, обучающихся по специальности "Электроснабжение" направление подготовки "Электроэнергетика" / В. А. Андреев.- 6-е изд., стер. - М. : Высш. шк., 2008. - 640 с.

2. Басс, Э. И. Релейная защита электроэнергетических систем [Текст] : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению "Электроэнергетика" / Э. И. Басс, В. Г. Дорогунцев; под ред. А. Ф. Дьякова.- 2-е изд., стер. - Москва : Изд-во МЭИ, 2006. - 296 с.

3. Валиуллин, К. Р. Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем [Электронный ресурс]: учебное пособие для обучающихся по образовательной программе высшего образования по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника / К. Р. Валиуллин; М-во науки и высш. образования Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Оренбург : ОГУ. - 2019. - ISBN 978-5-7410-2410-2. - 98 с. Режим доступа:

http://artlib.osu.ru/site_new/index.php?option=com_find&type=getfile&name=116143_20200113.pdf&folder1=metod_all&folder2=books&no_html=1

5.2 Дополнительная литература

1. Булычев А.В., Наволочный А.А. Релейная защита в распределительных электрических сетях: пособие для практических расчетов. - М. : ЭНАС, 2011. - 208 с. : ил.
2. Правила устройства электроустановок. - М. : НЦ ЭНАС, 2002. - 80 с.
3. Руководящие указания по расчету токов короткого замыкания и выбору электрооборудования: РД 153-34.0-20.527-98 / Под ред. Б.Н. Неклепаева. -М. : НЦ ЭНАС, 2004. - 152 с.
4. Федосеев А.М. Релейная защита электроэнергетических систем. - М.: Энергоатомиздат, 1984. - 520 с., ил.
5. Шабад М.А. Защита трансформаторов распределительных сетей. - Л.: Энергоиздат, Леннгр. отд., 1981. - 136 с., ил.
6. Валиуллин, К. Р. Релейная защита и автоматика [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие для обучающихся по образовательным программам высшего образования по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника / К. Р. Валиуллин; М-во науки и высш. образования Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Оренбург : ОГУ. - 2020. - ISBN 978-5-7410-2445-4. - 107 с. Режим доступа:

http://artlib.osu.ru/site_new/index.php?option=com_find&type=getfile&name=131080_20200904.pdf&folder1=metod_all&folder2=books&no_html=1

5.3 Периодические издания

1. Известия РАН. Энергетика : журнал. - М. : Академиздатцентр "Наука" РАН, 2023.
2. Электрические станции : журнал. - М. : Агентство "Роспечать", 2023.
3. Электротехника : журнал. - М. : Агентство "Роспечать", 2023.
4. Электричество : журнал. - М. : Агентство "Роспечать", 2023.

5.4 Интернет-ресурсы

<http://rzia.ru/> - форум для общения специалистов в области РЗА

<http://electricalschool.info/relay/> - сайт «Школа для электрика». Содержит большое количество полезных статей по разным областям электротехники.

<https://pro-rza.ru/> «Проект РЗА». Сайт содержит большое количество статей посвященных релейной защите и автоматике, а также тесты и виртуальные эксперименты.

<http://dororz.ru/index.html> сайт «РЗА от А до Я». Содержит большое количество статей, посвященных опыту практической эксплуатации устройств РЗА.

<https://raschet.info/> – сайт с большим количеством примеров различных электротехнических расчетов.

5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Операционная система РЕД ОС
2. Пакет офисных приложений LibreOffice
3. Программная система для организации видео-конференц-связи Webinar.ru
4. Валиуллин, К. Р. Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем [Электронный ресурс] : электронный курс в системе Moodle / К. Р. Валиуллин; М-во науки и высш. образования Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Оренбург: ОГУ. - 2019. Режим доступа:
<https://moodle.osu.ru/course/view.php?id=1562>

6 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, курсового проектирования, для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Аудитории оснащены комплектами ученической мебели, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Для проведения лабораторных занятий используется лаборатория релейной защиты и автоматики, оснащенная стендами РЗ.002 РБЭ и АЭ.002 РБЭ ИПЦ производства «Учебная техника», персональными компьютерами и устройствами релейной защиты и автоматики для наглядного изучения.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, подключенной к сети "Интернет", и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ОГУ.

Для проведения лабораторных занятий используется лаборатория «*Наименование*» (при наличии), (компьютерный класс) оснащенная/ оснащенный (указывается конкретное оборудование и т.п.)

Помещение для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, подключенной к сети "Интернет", и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ОГУ.