

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Минцаев Магомед Шавалович

Должность: Ректор

Дата подписания: 19.11.2023 14:40:41

Уникальный программный ключ:

236bcc35c296f119d6aafdc22836b21db52dbc07971a86865a5825f964704cc

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ**  
**ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ**

**имени академика М.Д. Миллионщикова**

«УТВЕРЖДАЮ»

Первый проректор  
И.Г. Гайрабеков



2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

ДИСЦИПЛИНЫ

**«Проектирование и эксплуатация устройств релейной защиты»**

**Направление подготовки**

**13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника»**

**Направленность (профиль)**

**«Возобновляемые источники энергии и установки на их основе»**

**Квалификация**

магистр

Грозный 2020 г.

## 1. Цели и задачи дисциплины

В результате освоения данной дисциплины магистрант приобретает знания, умения и навыки, обеспечивающие достижение целей основной образовательной программы «Автоматизация технологических процессов и производств».

Дисциплина нацелена на подготовку магистрантов к:

- проектированию релейной защиты и автоматики (РЗА) линий электропередачи (ВЛ) напряжением 110-750 кВ;
- проектированию РЗА основных элементов подстанций 110-750 кВ;
- проектированию автоматики управления выключателями на напряжение 110 кВ

## 2. Место дисциплины в структуре магистерской программы

Дисциплина «Проектирование и эксплуатация устройств релейной защиты» относится к специальным дисциплинам обязательной части профессионального цикла. Данный курс, помимо самостоятельного значения, является предшествующей дисциплиной для курсов: теоретические основы электротехники, электрические и электронные аппараты, а так же является последующей дисциплиной для курсов электрические станции и подстанции, физические основы электроники, нелинейные электрические цепи, электроснабжение.

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Выпускник, освоивший программу магистратуры, должен обладать следующими компетенциями:

### общепрофессиональные

№ п/п	Код и наименование общепрофессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения общепрофессиональной компетенции
1	ОПК-2. Способен применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы	ОПК-2.1. Выбирает необходимый метод исследования для решения поставленной задачи. ОПК-2.2. Проводит анализ полученных результатов.

### профессиональные

№ п/п	Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения общепрофессиональной компетенции
1	ПК-3 Способность формулировать технические задания, разрабатывать и использовать средства автоматизации	ПК-3.1. Составляет и оформляет типовую техническую документацию; ПК-3.2. Использует правила техники

	при проектировании и технологической подготовке производства	безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и нормы охраны труда
--	--	--

**научно-исследовательская деятельность:**

- анализ состояния и динамики показателей качества объектов деятельности с использованием необходимых методов и средств исследований; создание математических моделей объектов профессиональной деятельности;
- разработка планов и программ проведения исследований;
- анализ и синтез объектов профессиональной деятельности;
- организация защиты объектов интеллектуальной собственности и результатов исследований;
- формирование целей проекта (программы), критериев и показателей достижения целей, построение структуры их взаимосвязей, выявление приоритетов решения задач;

**проектно-конструкторская деятельность:**

- разработка и анализ обобщенных вариантов решения проблемы;
  - прогнозирование последствий принимаемых решений;
  - нахождение компромиссных решений в условиях многокритериальности и неопределенности;
  - планирование реализации проекта;
  - оценка технико-экономической эффективности принимаемых решений;
- организационно-управленческая деятельность:

- организация работы коллектива исполнителей, принятие управленческих решений в условиях различных мнений, организация повышения квалификации сотрудников подразделений в области профессиональной деятельности;
- оценка производственных и непроизводственных затрат на обеспечение качества продукции, проведение маркетинга и подготовка бизнес-планов выпуска и реализации перспективных и конкурентоспособных изделий;
- адаптация современных версий систем управления качеством к конкретным условиям производства на основе международных стандартов, осуществление технического контроля и управления качеством;

**педагогическая деятельность:**

- выполнение функций преподавателя при реализации образовательных программ в образовательных организациях; производственно-технологическая деятельность:
- разработка норм выработки, технологических нормативов на расход материалов, заготовок, топлива и электроэнергии;
- выбор оборудования и технологической оснастки;
- оценка экономической эффективности технологических процессов, инновационно-технологических рисков при внедрении новой техники и технологий;
- разработка мероприятий по эффективному использованию энергии и сырья;
- выбор методов и способов обеспечения экологической безопасности производства;

**монтажно-наладочная деятельность:**

- организация и участие в проведении монтажа и наладки электроэнергетического и электротехнического оборудования;

**сервисно-эксплуатационная деятельность:**

- организация эксплуатации и ремонта электроэнергетического и электротехнического оборудования.

#### 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Таблица 1

Вид учебной работы	Всего часов/зач.ед.	Семестр
		2
	<b>ОФО</b>	<b>ОФО</b>
<b>Контактная работа (всего)</b>	<b>26/0,72</b>	<b>26/0,72</b>
В том числе:		
Лекции	12/0,33	12/0,33
Практические занятия	6/0,16	6/0,16
Лабораторная работа	8/0,22	8/0,22
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	<b>154/4,27</b>	<b>154/4,27</b>
В том числе:		
Курсовой проект	30/0,83	
<i>И (или) другие виды самостоятельной работы:</i>		
Подготовка к лабораторным работам	60/1,66	20/0,55
Темы для самостоятельного изучения	64/1,77	64/1,77
<b>Вид отчетности</b>		<b>экзамен</b>
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>ВСЕГО в часах</b>	<b>180</b>
	<b>ВСЕГО в зачетных единицах</b>	<b>5</b>
		<b>180</b>
		<b>5</b>

## 5. Содержание дисциплины

### 5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Таблица 2

№ п/п	Наименование раздела дисциплины по семестрам	Часы лек.зан.	Часы лаб.зан.	Часы пр.зан.	Всего часов
1	Общие вопросы проектирования в электроэнергетической системе (ЭЭС)	2	-	-	2
2	Проектирование релейной защиты и автоматики (РЗА) линий электропередачи (ВЛ) напряжением 110-750 кВ	2	2	2	6
3	Проектирование РЗА основных элементов подстанций 110-750 кВ	4	2	2	8
4	Организация цепей переменного тока и напряжения и системы оперативного тока подстанций с напряжением 110 кВ	2	2	-	4
5	Проектирование автоматики управления выключателями на напряжение 110 кВ	2	2	2	6
<b>Всего</b>		<b>12</b>	<b>8</b>	<b>6</b>	<b>26</b>

### 5.2. Лекционные занятия

Таблица 3

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1	1. Общие вопросы проектирования в электроэнергетической системе (ЭЭС)	Режимы работы ЭЭС, рассматриваемые при проектировании комплексов релейной защиты и автоматики (РЗА) энергообъектов. Назначение и взаимодействие устройств РЗА. Общие принципы, этапы и задачи, решаемые при проектировании РЗА. Нормы технологического проектирования. Требования к оформлению технической документации. Типовое проектирование. Особенности проектирования систем РЗА для нестандартных и реконструируемых объектов.
2	2. Проектирование релейной защиты и автоматики (РЗА) линий электропередачи (ВЛ) напряжением 110-750 кВ	Требования к системе РЗА ВЛ 110-220 кВ. Расчеты электрических величин, необходимых для выбора параметров срабатывания релейной защиты. Определение необходимого, в соответствии с «правилами устройства электроустановок» (ПУЭ) и «Нормами технологического проектирования», состава системы защит. Рекомендации по выбору оборудования (элементная база, производитель и т. д.). Расчеты уставок. Функциональные и принципиальные схемы. Рассмотрение одного из <a href="#">типовых проектов</a> РЗА ВЛ 110-220 кВ. Особенности требований к составу комплекса РЗА ВЛ 330-750 кВ. Вопросы повышения надежности ликвидации повреждений на ВЛ 330-750 кВ. Учет качаний и асинхронного хода. Номенклатура устройств РЗА ВЛ 110-750 кВ, выпускаемых отечественной промышленностью и зарубежными производителями, включая микропроцессорные устройства.

3	Проектирование РЗА основных элементов подстанций 110-750 кВ	Типовые схемы распределительных устройств (РУ) 110-750 кВ. Требования к комплексам РЗА, устанавливаемым в соответствии с ПУЭ и «Нормами технологического проектирования» на трансформаторах, автотрансформаторах, шинах и ошиновках. Рекомендации по выбору и размещению оборудования РЗА на подстанции и расчету уставок устройств. Организация выходных цепей защиты. Особенности применения микропроцессорных комплексов РЗА элементов подстанций. Обсуждение одного из типовых проектов РЗА подстанции. Защиты, устанавливаемые в цепях секционных и шиносоединительных выключателей.
4	Организация цепей переменного тока и напряжения и системы оперативного тока подстанций с напряжением 110 кВ	Требования к трансформаторам тока (ТТ) и напряжения (ТН) и рекомендации по их выбору при проектировании вторичных цепей РЗА энергообъектов. Структура и функциональные связи. Режимы работы ТТ и ТН. Номенклатура выпускаемых ТТ и ТН. Расчет нагрузок на ТТ и ТН. Учет насыщения т. т. при проектировании комплексов РЗА. Резервирование релейной защиты по цепям переменного тока и напряжения. Организация системы оперативного постоянного тока (ОПТ) на подстанциях с напряжением 110-750 кВ. Назначение, требования и структура (ОПТ). Щиты постоянного тока. Выбор и расчеты защитно-коммутационного оборудования (ОПТ).
5	Проектирование автоматики управления выключателями на напряжение 110 кВ	Схемы управления выключателями разных типов. Современные шкафы управления. Устройства резервирования отказа выключателей (УРОВ).

### 5.3. Лабораторные занятия

Таблица 4

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ
1	Проектирование релейной защиты и автоматики (РЗА) линий электропередачи (ВЛ) напряжением 110-750 кВ	<b>Лабораторная работа №1</b> Исследование защит линии 110-750 кВ

2	Проектирование РЗА основных элементов подстанций 110-750 кВ	<b>Лабораторная работа №2</b> Ознакомление с основными элементами подстанций 110-750 кВ
3	Организация цепей переменного тока и напряжения и системы оперативного тока подстанций с напряжением 110 кВ	<b>Лабораторная работа №3</b> Исследование цепей переменного тока и напряжения и системы оперативного тока
4	Проектирование автоматики управления выключателями на напряжение 110 кВ	<b>Лабораторная работа №4</b> Исследование цепей автоматики управления выключателями на напряжение 110 кВ

#### 5.4. Практические занятия

Таблица 5

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1	Проектирование релейной защиты и автоматики (РЗА) линий электропередачи (ВЛ) напряжением 110-750 кВ	Выбор и расчет защит линии 110-750 кВ
2	Проектирование РЗА основных элементов подстанций 110-750 кВ	Расчет цепей переменного тока и напряжения и системы оперативного тока
3	Проектирование автоматики управления выключателями на напряжение 110 кВ	Выбор цепей автоматики управления выключателями на напряжение 110 кВ

#### 6. Самостоятельная работа студентов по дисциплине

##### 6.1. Вопросы для самостоятельного изучения:

1. Основные виды нарушения нормальных режимов работы ЭЭС. Назначение и виды ПА.
2. Обобщенная структурная схема системы ПА ЭЭС.
3. Характеристика основных групп устройств ПА. Требования, предъявляемые к ПА.
4. Принципы действия и способы выполнения устройств и систем ПА.
5. Структура устройств. Пусковые и измерительные органы.
- Управляющие воздействия ПА.
6. Каналы связи и аппаратура для передачи информационных сигналов и команд.
9. Основные виды устройств ПА. Назначение. Требования. Принцип действия

10. Устройство ограничения повышения напряжения (АОПН). Назначение, область применения, требования и принципы выполнения. Виды воздействия АОПН.
11. Аппаратная реализация устройств АОПН. Принцип действия устройства АОПН, выполненного на релейно-контактной элементной базе.
12. Расчеты аварийных повышений напряжения при односторонних отключениях протяженных линий для определения параметров настройки АОПН.
13. Расчет параметров настройки АОПН.
14. Характерные признаки асинхронного режима и способы его ликвидации.
15. Назначение, принципы выполнения, классификация устройств автоматической ликвидации асинхронного режима (АЛАР).
16. Математическая основа выбора метода ликвидации асинхронного режима.
17. Аппаратная реализация устройств АЛАР. Рассмотрение принципа действия устройства АЛАР, выполненного на релейно-контактной элементной базе.
18. Расчеты электрических величин при асинхронных режимах для определения параметров настройки устройства АЛАР. Расчет устройства АЛАР.
20. Устройство передачи сигналов и команд ПА (УПАСК). Назначение, общие принципы выполнения. Основные требования. Аппаратная реализация устройств УПАСК, структурные схемы и особенности передачи сигналов на примере ВЧ-каналов и каналов связи с использованием ВОЛС (Волоконно-оптические линии связи).
21. Устройство автоматической дозировки управляющих воздействий (АДВ), назначение, общие принципы выполнения. Аппаратная реализация устройств АДВ. Структурные схемы. Способы дозировки управляющих воздействий, необходимость формирования ступеней дозировки. **6.2.**

### **Рекомендуемая литература**

1. Релейная защита и автоматика в электрических сетях (книга)  
2012, Издательский дом ЭНЕРГИЯ, Альвис (<https://www.iprbookshop.ru/22702.html>)
2. Правила технического обслуживания устройств релейной защиты, электроавтоматики дистанционного управления и сигнализации электростанций и подстанций 110–750 кВ РД 153-34.0-35.617-2001 (книга) 2012, Издательский дом ЭНЕРГИЯ (<https://www.iprbookshop.ru/22730.html>)
3. Построение схем релейной защиты. Учебное пособие (книга)  
2012, Щеглов А.И., Новосибирский государственный технический университет (<https://www.iprbookshop.ru/45137.html>)

4. Микропроцессорные релейные защиты блока генератор-трансформатор. Учебное пособие (книга) 2014, Глазырин В.Е., Осинцев А.А., Танфильев О.В., Новосибирский государственный технический университет (<https://www.iprbookshop.ru/45110.html>)

## **7. Оценочные средства**

Текущий контроль знаний студентов.

Контроль за результатами выполнения лабораторных работ осуществляется путем представления оформленных отчетов по исследованиям, проведенным на предыдущих занятиях. После сдачи отчетов по всем лабораторным работам студент получает допуск к экзамену.

Итоговый контроль: экзамен.

### **7.1. Вопросы к экзамену по дисциплине**

1. Режимы работы ЭЭС, рассматриваемые при проектировании комплексов релейной защиты и автоматики (РЗА) энергообъектов.
2. Назначение и взаимодействие устройств РЗА.
3. Общие принципы, этапы и задачи, решаемые при проектировании РЗА.
4. Требования к оформлению технической документации. Типовое проектирование.
5. Особенности проектирования систем РЗА для нестандартных и реконструируемых объектов.
6. Требования к системе РЗА ВЛ 110-220 кВ.
7. Расчеты электрических величин, необходимых для выбора параметров срабатывания релейной защиты.
8. Определение необходимого, в соответствии с «правилами устройства электроустановок» (ПУЭ) и «Нормами технологического проектирования», состава системы защит.
9. Рекомендации по выбору оборудования (элементная база, производитель и т. д.). Расчеты уставок.
10. Функциональные и принципиальные схемы.
11. Особенности требований к составу комплекса РЗА ВЛ 330-750 кВ.
12. Вопросы повышения надежности ликвидации повреждений на ВЛ 330-750 кВ.
13. Учет качаний и асинхронного хода.
14. Номенклатура устройств РЗА ВЛ 110-750 кВ, выпускаемых отечественной промышленностью и зарубежными производителями, включая микропроцессорные устройства.
15. Типовые схемы распределительных устройств (РУ) 110-750 кВ.
16. Требования к комплексам РЗА, устанавливаемым в соответствии с ПУЭ и «Нормами технологического проектирования» на трансформаторах, автотрансформаторах, шинах и ошиновках.
17. Рекомендации по выбору и размещению оборудования РЗА на подстанции и расчету уставок устройств.
18. Организация выходных цепей защиты. Особенности применения микропроцессорных комплексов РЗА элементов подстанций.
19. Защиты, устанавливаемые в цепях секционных и шиносоединительных выключателей.
20. Требования к трансформаторам тока (ТТ) и напряжения (ТН) и рекомендации по их выбору при проектировании вторичных цепей РЗА энергообъектов. Структура и



2. Ответить на вопросы преподавателя;
3. Определить назначение каждого из реле;
4. С разрешения преподавателя начать сборку схемы;
5. Проверить работу схемы;
6. Проверить срабатывание МТЗ и АПВ;
7. Результаты наблюдений занести в таблицу 1.

Таблица 1

Функция	Способ запуска функции	Наименование реле	Получает питание (+)/теряет питание (-)	сигнализация

8. Вычертить монтажную схему для одной из операций защиты и автоматики;
9. Снять питание со схемы.

***Контрольные вопросы.***

1. В каком порядке срабатывают элементы схемы при аварийном отключении.
2. Требования к устройствам автоматического повторного включения (АПВ).
3. Основные типы реле, применяемые в АПВ

**8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

**Основная литература**

1. Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем. Учебно-методическое пособие по курсовому проектированию (книга) 2020, Куксин А.В., Ай Пи Ар Медиа (<https://www.iprbookshop.ru/94930.html>).
2. Проектирование комбинационных цифровых устройств. Методические указания (книга) 2012, Красовский А.Б., Соболев В.А., Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (<https://www.iprbookshop.ru/31185.html>).
3. Расчет релейной защиты понижающих автотрансформаторов на базе микропроцессорных шкафов. Учебное пособие (книга) 2011, Глазырин В.Е., Давыдов В.А., Щеглов А.И., Новосибирский государственный технический университет (<https://www.iprbookshop.ru/45156.html>).

**Дополнительная литература**

1. Компьютерные технологии при проектировании и эксплуатации технологического оборудования. Учебное пособие (книга)  
2017, Алексеев Г.В., Бриденко И.И., Головацкий В.А., Верболоз Е.И., Вузовское образование (<https://www.iprbookshop.ru/65620.html>).
2. Векторные диаграммы в схемах релейной защиты и автоматики (книга)  
2017, ЭНАС (<https://www.iprbookshop.ru/76131.html>).
3. Релейная защита в распределительных электрических сетях. Пособие для практических расчетов (книга) 2017, Булычев А.В., Наволочный А.А., ЭНАС (<https://www.iprbookshop.ru/76939.html>).

### **9. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

При выполнении студентами лабораторных работ используются технические средства обучения (проектор, экран, доска, компьютеры, специализированное программное обеспечение).

Технические средства обучения сосредоточены в лабораториях кафедры (ауд.0-25, 0-37).

**Составитель:**

Ст.преподаватель «ЭЭП»



/Магомадов.Р.А-М./

**Согласовано:**

Зав. кафедрой «ЭЭП»



/ Магомадов.Р.А-М./

Директор ДУМР



/Магомаева М.А./