

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Ребковец Ольга Анисандровна

Должность: И.о. ректора

Дата подписания: 09.11.2025 21:29:14

Уникальный программный ключ:

e789ec8739030382afc5eb01702928ad1af5cb

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Камчатский государственный университет имени Витуса Беринга»

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (КУРСА, МОДУЛЯ)**

### **Б1.В.06 «Система автоматизированного расчета параметров аварийных режимов для выбора первичного оборудования и релейной защиты»**

**Направление подготовки:** 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

**Профиль подготовки:** «Геотермальная энергетика»

**Квалификация выпускника:** магистр

**Форма обучения:** очная

**Курс 1 Модуль 3**

**Зачет с оценкой:** 3 модуль

Петропавловск-Камчатский 2025 г.

Рабочая программа составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 28.02.2018 № 147.

### Цели и задачи учебной дисциплины

Целью изучения дисциплины является формирование знаний о принципах организации и технической реализации релейной защиты и автоматизации электроэнергетических систем.

**Задачей** изучения дисциплины является усвоение студентами основных принципов выполнения защит, как отдельных элементов, так и системы в целом, а также основных положений по расчету систем релейной защиты.

### Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

ПК-2.В/ПР	ПК-2.В/ПР.2. Выполняет физические или математические эксперименты
ПК-3.В/ПР	ПК-3.В/ПР.2. Формулирует техническое задание для реализации проекта
ПК-3.В/ПР	ПК-3.В/ПР.3. Использует средства автоматизации при проектировании
ПК-4.В/ПР	ПК-4.В/ПР.2. Формирует проектные решения для новых объектов

### Структура и содержание дисциплины Структура дисциплины для очной формы обучения

№ п/п	Раздел дисциплины								Формы текущего контроля успеваемости
		Л	ПЗ	ЛР	КРАТ	СРП	Контроль	СР	
1.	Тема 1 Элементы устройств релейной защиты и автоматики.			4				12	Рефераты
2.	Тема 2 Линейные измерительные преобразователи тока и напряжения.			4				12	Блиц-опрос Обсуждение докладов
3.	Тема 3 Электромеханические устройства сравнения сигналов Каналы связи в релейной защите Элементы цифровой вычислительной техники.			4				12	Блиц-опрос Обсуждение докладов
4.	Тема 4 Классификации устройств РЗА.			4				12	Блиц-опрос Обсуждение докладов

5.	Тема 5 Назначение и виды защит. Защита линий электропередачи.			4				12	Блиц-опрос Обсуждение докладов
6.	Тема 6 Релейная защита системных трансформаторов связи, цеховых трансформаторов и трансформаторов ГПП.			4				12	Блиц-опрос Обсуждение докладов
7.	Тема 7 Защита генераторов от многофазных КЗ. Защита генераторов от внешних КЗ;			4				12	Блиц-опрос Обсуждение докладов
8.	Тема 8 Современные микропроцессорные защиты.			4				12	Блиц-опрос Обсуждение докладов
9.	Тема 9 Устройства системной автоматики			4				12	Тесты Обсуждение докладов

### Самостоятельная работа студентов

#### Содержание и объем самостоятельной работы студентов

№ п/ п	Разделы и темы рабочей программы самостоятельного изучения	Перечень домашних заданий и других вопросов для самостоятель- ного изучения
1.	<b>Раздел 1. Элементы устройств релейной защиты и автоматики</b> Управляющие воздействия противоаварийной автоматики. Структурная схема взаимодействия релейной защиты и системной автоматики при нарушениях нормальных режимов работы энергосистем.	Составление плана- конспекта. Реферат
2.	<b>Раздел 2. Релейная защита систем электроснабжения</b> <i>Принципы и особенности защиты линий электропередачи в сетях с заземленной нейтралью</i> Типы применяемых защит. Условия, определяющие выбор типов основных и резервных защит. Особенности выполнения и расчет параметров срабатывания основных и резервных защит одиночных радиальных линий с односторонним питанием. Примеры расчетов.	Составление плана- конспекта. Решение задач
3.	Особенности выполнения и расчет параметров срабатывания основных и резервных защит линий, имеющих питание с двух и более сторон при наличии обходных связей и без них. Примеры расчетов.	Составление плана- конспекта. Решение задач

4.	Особенности выполнения и расчет параметров срабатывания основных и резервных защит линий, входящих в кольцевую сеть с одной точкой питания. Примеры расчетов.	Составление плана-конспекта. Решение задач
5.	Особенности выполнения и расчет параметров срабатывания основных и резервных защит параллельных линий, имеющих питание с двух и более сторон. Примеры расчетов.	Составление плана-конспекта. Решение задач
6.	<i>Принципы и особенности защиты элементов подстанций с высшим напряжением 35 - 500 кВ</i> Виды повреждений и режимов работы трансформаторов. Типы применяемых основных и резервных защит трансформаторов. Их назначение. Дифференциальная токовая защита трансформатора: особенности формирования цепей токов циркуляции и дифференциальных токов, расчет параметров срабатывания дифференциальной токовой отсечки.	Составление плана-конспекта. Реферат
7.	Особенности выполнения и расчет	Составление

	параметров срабатывания резервных защит трансформаторов.	плана-конспекта. Решение задач
8.	Принципы выполнения защит отходящих линий низшего напряжения (НН), сборных шин НН, защит, установленных на вводном и секционном выключателе НН.	Составление плана-конспекта. Реферат
9.	Защита от дуговых замыканий в отсеках ячеек КРУ, принципы выполнения УРОВ на подстанции.	Составление плана-конспекта. Реферат
10.	Логика выработки команд отключения и информационных сигналов комплексом защит элементов подстанции.	Составление плана-конспекта. Реферат
11.	Согласование защит, устанавливаемых на отдельных объектах в электроэнергетических системах.	Составление плана-конспекта. Решение задач
12.	<b>Раздел 3. Автоматика систем электроснабжения</b> Автоматическое повторное включение (АПВ) и автоматический включение резервного питания и оборудования (АВР). Назначение, классификация, основные технические требования, расчет параметров срабатывания. Алгоритмы и схемы их реализации на традиционной и микропроцессорной элементной базе.	Составление плана-конспекта. Реферат
13.	<i>Автоматика, действующая при нарушении баланса мощности и перегрузки элементов сети</i> Автоматика предотвращения нарушения устойчивости (АПНУ): автоматика разгрузки системы (АРС), автоматика загрузки генераторов (АЗГ), специальная автоматика отключения нагрузки (САОН). Назначение, основные технические требования, расчет параметров срабатывания. Алгоритмы и схемы их реализации на традиционной и микропроцессорной элементной базе.	Составление плана-конспекта. Решение задач

### Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Методические указания (собственные разработки)

Литература для самостоятельной работы

1. Электроэнергетика. Релейная защита и автоматика электроэнергетических систем [Электронный ресурс]: учебное пособие / Ю. А. Ершов и др. - Красноярск: Сиб. Федер. ун-т, 2012. - 68 с. - ЭБС «Znanium.com» - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=492157>
2. Анчарова, Т.В. Электроснабжение и электрооборудование зданий и сооружений [Электронный ресурс]: учебник / Т.В. Анчарова, М.А. Рашевская,

## **Вопросы текущего контроля знаний по разделам рабочей программы дисциплины**

### **Раздел 1. Элементы устройств релейной защиты и автоматики**

1. Принципы действия и способы выполнения измерительных органов.
2. Линейные измерительные преобразователи тока и напряжения.
3. Каналы связи в релейной защите и автоматизация электроэнергетических систем.
4. Элементы аналоговой вычислительной техники.
5. Элементы цифровой вычислительной техники.

### **Раздел 2. Релейная защита систем электроснабжения**

1. Особенности электроснабжения промышленных предприятий и их влияние на выбор устройств РЗА.
2. Назначение, принципы построения и классификации устройств РЗА.
3. Виды повреждений и ненормальных режимов ЛЭП.
4. Назначение и виды защит. Защита линий электропередачи.
5. Характеристики срабатывания дистанционных защит.

### **Раздел 2. Релейная защита систем электроснабжения**

1. Дифференциальные защиты.
2. Оценка чувствительности токовых отсечек.
3. Виды повреждений и ненормальных режимов электродвигателей.
4. Релейная защита асинхронных электродвигателей.
5. Релейная защита шин и требования, предъявляемые к этим защитами.

### **Раздел 2. Релейная защита систем электроснабжения**

1. Современные микропроцессорные защиты.
2. Принципы выполнения защиты шин.
3. Защита генераторов от внешних КЗ; защита от перегрузки и от повышения напряжения; защита от потери возбуждения.
4. Релейная защита синхронных электродвигателей и синхронных компенсаторов.
5. Виды повреждений и ненормальных режимов электродвигателей.

### **Раздел 2. Релейная защита систем электроснабжения**

1. Релейная защита сетей 0,4 кВ.
2. Классификация, назначение и выполнение устройств системной автоматики.
3. Защита генераторов от многофазных КЗ,
4. Защита генераторов от однофазных замыканий в обмотке статора.
5. Защита генераторов от замыканий на землю в цепи возбуждения генератора.

### **Раздел 3. Автоматика систем электроснабжения**

1. Автоматическое повторное включение (АПВ) электрооборудования. Основные технические требования.
2. Классификация способов осуществления АПВ.
3. Автоматическое включение резерва (АВР). Основные технические требования, предъявляемые к устройствам АВР.
4. Особенности работы устройств АВР при наличии синхронной нагрузки.
5. Регулирование напряжения и реактивной мощности в системах электроснабжения устройствами АРВ.

### **Раздел 3. Автоматика систем электроснабжения**

1. Основные принципы действия устройств автоматического регулирования возбуждения (АРВ) синхронных генераторов с различными системами возбуждения.
2. Автоматическое включение синхронных генераторов на параллельную работу.
3. Устройства противоаварийной автоматики, предназначенные для ликвидации асинхронного режима и для предотвращения нарушения устойчивости.

4. Автоматические устройства, обеспечивающие управление режимами работы трансформаторов.
5. Автоматическая частотная разгрузка (АЧР). Назначение, особенности выполнения, выбор параметров и схемы устройств АЧР.

### **Раздел 3. Автоматика систем электроснабжения**

1. Согласование действий устройства релейной защиты, АЧР, АПВ, АВР. Частотное АПВ (ЧАПВ).
2. Система автоматического отключения нагрузки. Назначение, принцип действия.
3. Автоматическое регулирование напряжения.
4. Регулирование напряжения выносными трансформаторами. Автоматическое регулирование коэффициента трансформации.
5. Система автоматического отключения нагрузки.

### **Примерный перечень вопросов к зачету по дисциплине**

1. Назначение автоматических устройств.
2. Виды автоматических управляющих устройств.
3. Сигналы автоматических устройств.
4. Функциональные части и элементы автоматических устройств.
5. Обратная связь в автоматических устройствах.
6. Функциональная характеристика.
7. Передаточная функция.
8. Комплексная частотная характеристика.
9. Непрерывная проходная характеристика.
10. Релейная проходная характеристика.
11. Погрешности сигналов.
12. Назначения трансформаторов тока.
13. Принцип действия трансформатора тока.
14. Схема замещения трансформатора тока.
15. Векторная диаграмма трансформатора тока.
16. Компенсация погрешностей трансформатора тока.
17. Погрешности трансформатора тока.
18. Активный трансформатор тока на операционных усилителях.
19. Активный трансформатор тока с автоматически регулируемой магнитной индукцией.
20. Схемы соединения трансформаторов тока.
21. Назначения трансформаторов напряжения.
22. Принцип действия трансформатора напряжения.
23. Операционный усилитель (ОУ).
24. Метод симметричных составляющих.
25. Электромагнитное измерительное реле тока РТ-40. Принцип действия.
26. Электромагнитное измерительное реле тока РТ-80. Принцип действия.
27. Электромагнитное измерительное реле напряжения РН-50. Принцип действия.
28. Электромеханическое реле времени РВ-100. Принцип действия.
29. Дешифраторы и шифраторы.
30. Мультиплексоры и демультиплексоры.
31. Цифровой полусумматор.
32. Цифровой сумматор.
33. Аналого-цифровые преобразователи.
34. Назначение РЗ и А систем электроснабжения.
35. Основные (четыре) функции, предъявляемые к свойствам РЗ.
36. Виды повреждений и ненормальных режимов работы линий электропередачи (ЛЭП).
37. Переходные сопротивления в месте повреждения.
38. Трехфазные короткие замыкания.
39. Двухфазные короткие замыкания.
40. Однофазные короткие замыкания.
41. Однофазные замыкания на землю.



42. Защита с относительной селективностью.
43. Защита с абсолютной селективностью.
44. Способы выполнения максимальной токовой защиты ЛЭП.
45. Выдержка времени максимальной токовой защиты и ее ступень.
46. Чувствительность максимальной токовой защиты ЛЭП.
47. Токи срабатывания и защищаемые зоны первой и второй ступеней защиты ЛЭП (токовые отсечки без выдержки и с выдержкой времени).
48. Комбинированные отсечки по току и напряжению.
49. Токовые направленные защиты ЛЭП. Принцип действия.
50. Токовые защиты ЛЭП нулевой последовательности для сетей с глухозаземленной нейтралью.
51. Токовые направленные защиты ЛЭП нулевой последовательности для сетей с глухозаземленной нейтралью.
52. Токовые защиты ЛЭП нулевой последовательности для сетей с изолированной нейтралью.
53. Токовые защиты ЛЭП нулевой последовательности для сетей с изолированной нейтралью.
54. Первичные измерительные преобразователи тока.
55. Дистанционные защиты ЛЭП. Принцип действия.
56. Виды характеристик реле сопротивления.
57. Дифференциальные продольные токовые защиты ЛЭП.
58. Дифференциально-фазная защита ЛЭП с высокочастотной блокировкой.
59. Дифференциальные поперечные токовые защиты ЛЭП.
60. Виды повреждений и ненормальных режимов работы трансформаторов.
61. Дифференциальная защита шин станций и подстанций.
62. Токовая отсечка и МТЗ шин станций и подстанций.
63. Виды повреждений и ненормальных режимов работы асинхронных и синхронных двигателей.
64. Токовая защита асинхронных двигателей от коротких замыканий.
65. Токовая и тепловая защиты асинхронных двигателей от сверхтоков.
66. Дифференциальная токовая защита асинхронных двигателей.
67. Назначение автоматического повторного включения (АПВ).
68. Основные требования, предъявляемые к устройствам АПВ.
69. Принцип действия электрического однократного АПВ с автоматическим возвратом.
70. Ускорение действия защиты до и после АПВ.
71. Совместное действие релейной защиты и АПВ на линиях с ответвлениями без выключателей на стороне высокого напряжения.
72. Методы регулирования напряжения в системе.

### **Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

#### **Основная литература**

1. Электроэнергетика. Релейная защита и автоматика электроэнергетических систем [Электронный ресурс]: учебное пособие / Ю. А. Ершов и др. - Красноярск: Сиб. Федер. ун-т, 2012. - 68 с. - ЭБС «Znanium.com» - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=492157>
2. Анчарова, Т.В. Электроснабжение и электрооборудование зданий и сооружений [Электронный ресурс]: учебник / Т.В. Анчарова, М.А. Рашевская, Е.Д. Стебунова. - М.: Форум:

Инфра-М, 2019. - 416 с. - ЭБС «Znanium.com» - Режим доступа:  
<https://new.znanium.com/catalog/product/982211>

#### **Дополнительная литература**

Комиссаров, Ю.А. Общая электротехника и электроника [Электронный ресурс]: учебник / Ю.А. Комиссаров, Г.И. Бабокин; под ред. П.Д. Саркисова. - Москва: ИНФРА-М, 2019. - 479 с. - ЭБС «Znanium.com» - Режим доступа: <https://new.znanium.com/catalog/document?id=335016>

### **Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, позволяют:

- организовать процесс образования путем визуализации изучаемой информации посредством использования презентаций, учебных фильмов;
- контролировать результаты обучения на основе компьютерного тестирования;
- автоматизировать расчеты аналитических показателей, предусмотренные программой научно-исследовательской работы;
- автоматизировать поиск информации посредством использования справочных систем.

#### **Перечень необходимого программного обеспечения**

Для осуществления учебного процесса используется свободно распространяемое (бесплатное не требующее лицензирования) программное обеспечение:

1. Операционная система «Windows», свободно распространяемое (бесплатное не требующее лицензирования) программное обеспечение:

1. Программа для воспроизведения аудио и видео файлов «VLC media player»;
2. Программа для воспроизведения аудио и видео файлов «K-lite codec»;
3. Офисный пакет «WPS office»;
4. Программа для работы с архивами «7zip»;
5. Программа для работы с документами формата .pdf «Adobe reader»

#### **Перечень необходимых информационных справочных систем:**

- Каждый обучающийся в течение всего периода обучения обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронно-библиотечным системам:

1. Электронная библиотечная система «IPRbooks» (<http://www.iprbookshop.ru>)
2. Электронная библиотечная система «ZNANIUM.COM» (<http://www.znanium.com>).

- Для обучающихся обеспечен доступ (удаленный доступ) к следующим современным профессиональным базам данных, информационным справочным и поисковым системам:

1. Консультант Плюс – справочная правовая система (<http://consultant.ru>)
2. Web of Science (WoS) (<http://apps.webofknowledge.com>)
3. Научная электронная библиотека (НЭБ) (<http://www.elibrary.ru>)
4. Электронная Библиотека Диссертаций (<https://dvs.rsl.ru>)
5. КиберЛенинка (<http://cyberleninka.ru>)
6. Национальная электронная библиотека (<http://нэб.рф>)