

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«КАЛИНИНГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**И. Е. Кажекин**

**РЕЛЕЙНАЯ ЗАЩИТА И АВТОМАТИЗАЦИЯ  
ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

Учебно-методическое пособие – локальный электронный методический  
материал по изучению дисциплины для студентов бакалавриата  
по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Калининград  
Издательство ФГБОУ ВО «КГТУ»  
2023

УДК 621.316.925

Рецензент

кандидат технических наук, доцент кафедры энергетики ФГБОУ ВО «КГТУ»  
В. В. Кибартас

**Кажекин, И. Е.**

Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем: учебно-методическое пособие – локальный электронный методический материал по изучению дисциплины для студентов бакалавриата по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника / **И. Е. Кажекин**. – Калининград: ФГБОУ ВО «КГТУ», 2023. – 22 с.

В учебно-методическом пособии по изучению дисциплины содержится рекомендация по изучению теоретического материала и самостоятельной подготовке, дано описание видов текущего контроля, критерии оценок и условия допуска к текущей и промежуточной аттестации.

Табл. – 2, список литературы – 2 наименования

Локальный электронный методический материал. Учебно-методическое пособие. Рекомендовано к использованию в учебном процессе методической комиссией института морских технологий, энергетики и строительства 25.10.2023 г., протокол № 12

УДК 631.316.925

© Федеральное государственное  
бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Калининградский государственный  
технический университет», 2023 г.  
© Кажекин И.Е., 2023 г.

## Оглавление

Введение .....	4
1 Тематический план дисциплины .....	10
2 Содержание дисциплины.....	10
Тема 1. Основные понятия релейной защиты. ....	10
Тема 2. Основные измерительные преобразователи тока и напряжения.....	11
Тема 3. Максимальные токовые защиты .....	12
Тема 4. Токовые отсечки и ступенчатые токовые защиты .....	13
Тема 5. Направленные токовые защиты .....	14
Тема 6. Дистанционные защиты .....	15
Тема 7. Дифференциальные защиты .....	16
Тема 8. Автоматика аварийных и послеаварийных режимов электроэнергетических систем .....	17
3 Методические указания по самостоятельной работе студентов .....	18
Заключение.....	20
Библиографический список.....	21

## Введение

Дисциплина «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем» обеспечивает формирование у обучающихся знаний, умений и навыков для планирования, организации и осуществления управления режимами работы объектов профессиональной деятельности с учетом показателей эффективности. Целью освоения дисциплины является формирование знаний в области релейной защиты.

Задачи изучения дисциплины:

- ознакомление с основными требованиями к релейной защите;
- изучение элементной базы релейной защиты;
- изучение основных видов защиты электроэнергетических систем;
- приобретение навыков расчета и выбора основных видов релейной защиты.

По завершении изучения дисциплины «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем» у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

*Знать:*

- виды повреждений и ненормальных режимов объектов энергосистемы на уровне их математического описания;
- особенности процесса производства, передачи и распределения электроэнергии;
- проблемы обеспечения статической устойчивости параллельной работы электрических станций в установившемся нормальном и послеаварийном режимах и необходимости сохранения динамической устойчивости при электромагнитных и электромеханических переходных процессах в аварийном режиме;
- историю развития, область применения и инновационные тенденции совершенствования средств релейной защиты и противоаварийной автоматики электрических станций и подстанций; современные методы научных исследований в области релейной защиты и противоаварийной автоматики;
- принципы построения релейной защиты и противоаварийной автоматики электрических станций и подстанций;
- физические явления в аппаратах релейной защиты и автоматики и основы теории их функционирования;
- элементную базу, характеристики, эксплуатационные требования и регулировочные свойства современных средств релейной защиты и противоаварийной автоматики электрических станций и подстанций;
- структурные и упрощённые принципиальные схемы основных типов систем релейной защиты и противоаварийной автоматики электрических станций и подстанций;

- принципы построения и функционирования устройств: автоматического пуска и включения на параллельную работу синхронных генераторов, автоматического регулирования частоты и активной мощности синхронных генераторов (АРЧМ, ГРАМ), автоматического регулирования напряжения и реактивной мощности синхронных генераторов и в электрических сетях (АРВ, АРН, ГРАРМ), определения мест повреждения ЛЭП (ОМП), автоматики предотвращения нарушения устойчивости (АПНУ), автоматики ликвидации асинхронного режима (АЛАР);

- принципы ближнего и дальнего резервирования, а также устройства резервирования отказа выключателя (УРОВ);

- эксплуатационную эффективность устройств релейной защиты и противоаварийной автоматики;

- основные существующие прикладные программные средства, применяемые для расчета параметров и выбора устройств электротехнического и электроэнергетического оборудования;

- основные нормативные документы, применяемые при комплексном проектировании подсистем релейной защиты и противоаварийной автоматики электроэнергетических систем;

- основные требования на составление технических заданий на разработку комплексов релейной защиты и противоаварийной автоматики;

*Уметь:*

- применять электромеханические, электронные и микропроцессорные средства релейной защиты и автоматики для контроля значений электрических величин с целью защиты электроэнергетических объектов;

- использовать современные информационные и телекоммуникационные технологии при проектировании и технологической подготовке производства комплексов релейной защиты и противоаварийной автоматики для повышения надёжности, чувствительности и селективности средств релейной защиты и автоматики;

- выбирать и реализовывать эффективные режимы работы средств релейной защиты и автоматики по заданным методикам;

- правильно эксплуатировать средства релейной защиты и автоматики энергетических объектов; осуществлять оперативные изменения схем и основных параметров (установок) средств релейной защиты и автоматики в соответствии с требованиями нормативных документов;

- выбрать и рассчитать устройства защиты и автоматики для отдельных элементов энергосистемы;

- анализировать поведение устройств защиты и автоматики при возникновении аварийной ситуации в энергосистеме;

- обосновывать принятые технические решения на основе анализа их технологических, экономических и экологических последствий;

- оценивать риски и определять меры по обеспечению безопасности разрабатываемых новых технологий, электроэнергетических объектов и электротехнических изделий;

- представлять результаты исследований в виде отчетов, рефератов, научных публикаций и на публичных обсуждениях;

- проводить поиск по источникам патентной информации, определять патентную чистоту разрабатываемых объектов техники;

*Владеть:*

- методами расчёта параметров и характеристик средств релейной защиты и противоаварийной автоматики;

- навыками применения современных компьютерных технологий для получения информации в сфере релейной защиты и автоматизации систем электроснабжения;

- методиками проектирования средств релейной защиты и противоаварийной автоматики;

- навыками работы со справочной литературой и нормативно-техническими материалами;

- навыками проведения стандартных испытаний и регулировки средств релейной защиты и противоаварийной автоматики;

- навыками практического составления технических заданий на проектирование комплексов релейной защиты и противоаварийной автоматики электрических станций и подстанций.

## *Текущая и промежуточная аттестация студентов*

Для оценки результатов освоения дисциплины используются:

- оценочные средства текущего контроля успеваемости;
- оценочные средства для промежуточной аттестации по дисциплине.

К оценочным средствам текущего контроля успеваемости относятся:

- тестовые задания (для студентов всех форм обучения);
- задания и контрольные вопросы по темам лабораторных работ (для студентов очной формы обучения);
- задания и контрольные вопросы по темам практических занятий (для студентов всех форм обучения);
- задания для контрольной работы и вопросы для ее защиты (для студентов заочной формы обучения).

Тестовые задания используются для оценки уровня освоения тем дисциплины студентами. Тестирование обучающихся может проводиться аудиторно или дистанционно с использованием ЭИОС университета. По итогам выполнения тестовых заданий оценка выставляется по четырехбалльной шкале в соответствии с критериями, представленными в таблице 1.

Задания и контрольные вопросы по лабораторным работам по дисциплине приведены в соответствующем учебно-методическом пособии по выполнению лабораторных работ.

Задания по темам практических занятий приведены в учебно-методическом пособии по практическим занятиям.

Задания по контрольной работе и вопросы для ее защиты для студентов заочной формы обучения приведены в учебно-методическом пособии для выполнения контрольной работы. По итогам выполнения контрольной работы оценка выставляется по системе «зачтено / не зачтено» в соответствии с критериями, представленными в таблице 1.

Промежуточная аттестация в форме дифференцированного зачета проходит с учетом результатов прохождения всех видов текущего контроля успеваемости. Результаты промежуточной аттестации определяются в соответствии с критериями, представленными в таблице 1.

*Критерии оценивания результатов освоения дисциплины*

Таблица 1 – Система оценок и критерии выставления оценки

Система оценок	2	3	4	5
	0-40 %	41-60 %	61-80 %	81-100 %
	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«отлично»
Критерий	«не зачтено»	«зачтено»		
<b>1. Системность и полнота знаний в отношении изучаемых объектов</b>	Обладает частичными и разрозненными знаниями, которые не может научно связывать между собой (только некоторые из которых может связывать между собой)	Обладает минимальным набором знаний, необходимым для системного взгляда на изучаемый объект	Обладает набором знаний, достаточным для системного взгляда на изучаемый объект	Обладает полной знаний и системным взглядом на изучаемый объект
<b>2. Работа с информацией</b>	Не в состоянии находить необходимую информацию, либо в состоянии находить отдельные фрагменты информации в рамках поставленной задачи	Может найти необходимую информацию в рамках поставленной задачи	Может найти, интерпретировать и систематизировать необходимую информацию в рамках поставленной задачи	Может найти, систематизировать необходимую информацию, а также выявить новые, дополнительные источники информации в рамках поставленной задачи
<b>3. Научное осмысление изучаемого явления, процесса, объекта</b>	Не может делать научно корректных выводов из имеющихся у него сведений, в состоянии проанализировать только некоторые из имеющихся у него сведений	В состоянии осуществлять научно корректный анализ предоставленной информации	В состоянии осуществлять систематический и научно корректный анализ предоставленной информации, вовлекает в исследование новые релевантные задачи данные	В состоянии осуществлять систематический и научно корректный анализ предоставленной информации, вовлекает в исследование новые релевантные поставленной задаче данные.
<b>4. Освоение стандартных алгоритмов решения профессиональных задач</b>	В состоянии решать только фрагменты поставленной задачи в соответствии с заданным алгоритмом, не освоил предложенный алгоритм, допускает ошибки	В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом	В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом, понимает основы предложенного алгоритма	Не только владеет алгоритмом и понимает его основы, но и предлагает новые решения в рамках поставленной задачи

### *Структура учебно-методического пособия*

Структура учебно-методического пособия включает тематический план дисциплины, содержание каждой темы дисциплины, указания для самостоятельной работы студентов, библиографический список. По каждой теме дисциплины в учебно-методическом пособии приводятся: методические указания по проведению лекционных занятий, список рекомендуемой литературы и методические материалы к занятию. В приложении приведены контрольные вопросы по дисциплине.

## 1 Тематический план дисциплины

Темы занятий приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Разделы и темы занятий по дисциплине

№ п/п	Темы занятий по дисциплине
1	<b>Тема 1.</b> Основные понятия релейной защиты.
2	<b>Тема 2.</b> Основные измерительные преобразователи тока и напряжения
3	<b>Тема 3.</b> Максимальные токовые защиты
4	<b>Тема 4.</b> Токовые отсечки и ступенчатые токовые защиты
5	<b>Тема 5.</b> Направленные токовые защиты
6	<b>Тема 6.</b> Дистанционные защиты
7	<b>Тема 7.</b> Дифференциальные защиты
8	<b>Тема 8.</b> Автоматика аварийных и послеаварийных режимов электроэнергетических систем

Примечание: Чтение лекций осуществляется традиционным способом с использованием технических средств обучения.

## 2 Содержание дисциплины

### Тема 1. Основные понятия релейной защиты.

*Методические указания по проведению занятия:*

Лекционное занятие предполагает связанное, последовательное представление материала в соответствии с новейшими данными науки и актуальными инженерно-техническими сведениями с целью изложения студентам основного содержания темы дисциплины в целостном, систематизированном виде. Форма проведения занятий и методы изложения материала, в том числе с использованием мультимедийных средств, определяются преподавателем из соображений обеспечения удобства и качества усвоения учебного материала.

В рамках лекционных занятий по данной теме дисциплины рассматриваются следующие ключевые вопросы:

1. История релейной защиты и автоматики
2. Назначение релейной защиты и автоматики
3. Требования, предъявляемые к свойствам релейной защиты
4. Классификация защит
5. Структура устройства релейной защиты
6. Каналы связи устройств релейной защиты и автоматики
7. Источники оперативного тока

*Вопросы для самоконтроля по теме:*

1. Каково назначение релейной защиты?
2. Какие требования предъявляют к релейной защите?
3. Классификация устройств релейной защиты.
4. Какова структура устройств релейной защиты?
5. Какие каналы связи используются в релейной защите?
6. Что используется в качестве источников питания для устройств релейной защиты?

Рекомендуемая литература:

1. Никитин, К. И. Защита и автоматика электроэнергетических систем: учебное пособие / К. И. Никитин. — Омск: ОмГТУ, 2022. — 248 с. — ISBN 978-5-8149-3436-9. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/343607> (дата обращения: 21.10.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

## **Тема 2. Основные измерительные преобразователи тока и напряжения**

*Методические указания по проведению занятия:*

Лекционное занятие предполагает связанное, последовательное представление материала в соответствии с новейшими данными науки и актуальными инженерно-техническими сведениями с целью изложения студентам основного содержания темы дисциплины в целостном, систематизированном виде. Форма проведения занятий и методы изложения материала, в том числе с использованием мультимедийных средств, определяются преподавателем из соображений обеспечения удобства и качества усвоения учебного материала.

В рамках лекционных занятий по данной теме дисциплины рассматриваются следующие ключевые вопросы:

Назначение и классификация измерительных преобразователей тока и напряжения

1. Конструкция трансформатора тока
2. Принцип работы трансформатора тока
3. Построение векторной диаграммы трансформатора тока
4. Погрешности трансформатора тока
5. Активный трансформатор тока
6. Схемы соединений трансформаторов тока
7. Коэффициенты трансформации трансформаторного тока
8. Конструкция трансформатора напряжения
9. Емкостный трансформатор напряжения
10. Фильтры симметричных составляющих

*Вопросы для самоконтроля по теме:*

1. Каково назначение трансформаторов тока и напряжения?
2. Конструкция трансформатора тока.
3. Принцип действия трансформаторов тока.
4. Векторная диаграмма трансформатора тока.
5. Режим работы трансформатора тока.
6. Активный трансформатор тока.
7. Погрешности трансформаторов тока.
8. Схемы соединений трансформаторов тока и области их использования.
9. Какие токи протекают в реле при различных схемах соединений вторичных обмоток?
10. Какие конструкции трансформаторов напряжения существуют?
11. Схемы соединений трансформаторов напряжения.
12. Какие величины напряжений подаются на реле от различных вторичных обмоток трансформаторов напряжения?
13. Режим работы трансформатора напряжения.

*Рекомендуемая литература:*

1. Никитин, К. И. Защита и автоматика электроэнергетических систем : учебное пособие / К. И. Никитин. — Омск: ОмГТУ, 2022. — 248 с. — ISBN 978-5-8149-3436-9. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/343607> (дата обращения: 21.10.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

### **Тема 3. Максимальные токовые защиты**

*Методические указания по проведению занятия:*

Лекционное занятие предполагает связанное, последовательное представление материала в соответствии с новейшими данными науки и актуальными инженерно-техническими сведениями с целью изложения студентам основного содержания темы дисциплины в целостном, систематизированном виде. Форма проведения занятий и методы изложения материала, в том числе с использованием мультимедийных средств, определяются преподавателем из соображений обеспечения удобства и качества усвоения учебного материала.

В рамках лекционных занятий по данной теме дисциплины рассматриваются следующие ключевые вопросы:

1. Принцип действия максимальной токовой защиты.
2. Элементы максимальной токовой защиты.
3. Схемы включения трансформаторов тока.
4. Пример выполнения максимальной токовой защиты.

## 5. Выбор параметров максимальной токовой защиты.

*Вопросы для самоконтроля по теме:*

1. Чем обеспечивается селективность простой МТЗ с нижестоящими защитами?
2. В чем заключается основной недостаток МТЗ?
3. На какие виды коротких замыканий реагирует МТЗ?
4. Когда надо учитывать коэффициент возврата?

*Рекомендуемая литература:*

1. Полищук, В. И. Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем: учебное пособие / В. И. Полищук. — Барнаул: АлтГТУ, 2022. — 91 с. — ISBN 978-5-7568-1417-0. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/292793> (дата обращения: 21.10.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

## **Тема 4. Токовые отсечки и ступенчатые токовые защиты**

*Методические указания по проведению занятия:*

Лекционное занятие предполагает связанное, последовательное представление материала в соответствии с новейшими данными науки и актуальными инженерно-техническими сведениями с целью изложения студентам основного содержания темы дисциплины в целостном, систематизированном виде. Форма проведения занятий и методы изложения материала, в том числе с использованием мультимедийных средств, определяются преподавателем из соображений обеспечения удобства и качества усвоения учебного материала.

В рамках лекционных занятий по данной теме дисциплины рассматриваются следующие ключевые вопросы:

1. Принцип действия токовой отсечки
2. Токовые ступенчатые защиты
3. Пример выполнения схемы токовой ступенчатой защиты

*Вопросы для самоконтроля по теме:*

1. Принцип действия токовых защит ЛЭП.
2. Первая ступень токовой защиты ЛЭП. Расчет тока и времени срабатывания. проверка чувствительности.
3. Вторая ступень токовой защиты ЛЭП. Расчет тока и времени срабатывания. проверка чувствительности.
4. Третья ступень токовой защиты ЛЭП. Расчет тока и времени срабатывания. проверка чувствительности.

## 5. Схема трехступенчатой токовой защиты ЛЭП. Принцип работы.

### *Рекомендуемая литература:*

1. Полищук, В. И. Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем: учебное пособие / В. И. Полищук. — Барнаул: АлтГТУ, 2022. — 91 с. — ISBN 978-5-7568-1417-0. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/292793> (дата обращения: 21.10.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Никитин, К. И. Защита и автоматика электроэнергетических систем: учебное пособие / К. И. Никитин. — Омск: ОмГТУ, 2022. — 248 с. — ISBN 978-5-8149-3436-9. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/343607> (дата обращения: 21.10.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

## **Тема 5. Направленные токовые защиты**

### *Методические указания по проведению занятия:*

Лекционное занятие предполагает связанное, последовательное представление материала в соответствии с новейшими данными науки и актуальными инженерно-техническими сведениями с целью изложения студентам основного содержания темы дисциплины в целостном, систематизированном виде. Форма проведения занятий и методы изложения материала, в том числе с использованием мультимедийных средств, определяются преподавателем из соображений обеспечения удобства и качества усвоения учебного материала.

В рамках лекционных занятий по данной теме дисциплины рассматриваются следующие ключевые вопросы:

1. Токовые направленные защиты линий электропередачи
2. Токовые направленные защиты нулевой последовательности в сетях с заземленной нейтралью
3. Токовые направленные защиты нулевой последовательности в сетях с изолированной нейтралью

### *Вопросы для самоконтроля по теме:*

1. Область использования направленных токовых защит.
2. Принцип действия направленной защиты.

### *Рекомендуемая литература:*

1. Полищук, В. И. Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем: учебное пособие / В. И. Полищук. — Барнаул: АлтГТУ, 2022. —

91 с. — ISBN 978-5-7568-1417-0. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/292793> (дата обращения: 21.10.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Никитин, К. И. Защита и автоматика электроэнергетических систем : учебное пособие / К. И. Никитин. — Омск: ОмГТУ, 2022. — 248 с. — ISBN 978-5-8149-3436-9. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/343607> (дата обращения: 21.10.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

## Тема 6. Дистанционные защиты

Методические указания по проведению занятия:

Лекционное занятие предполагает связанное, последовательное представление материала в соответствии с новейшими данными науки и актуальными инженерно-техническими сведениями с целью изложения студентам основного содержания темы дисциплины в целостном, систематизированном виде. Форма проведения занятий и методы изложения материала, в том числе с использованием мультимедийных средств, определяются преподавателем из соображений обеспечения удобства и качества усвоения учебного материала.

В рамках лекционных занятий по данной теме дисциплины рассматриваются следующие ключевые вопросы:

1. Принцип действия
2. Характеристики срабатывания дистанционной защиты
3. Реализация реле сопротивления
4. Первая ступень дистанционной защиты
5. Вторая ступень дистанционной защиты
6. Третья ступень дистанционной защиты
7. Особенности работы дистанционной защиты

*Вопросы для самоконтроля по теме:*

1. Принцип действия дистанционной защиты ЛЭП.
2. Структурная схема реле сопротивления. Какие характеристики срабатывания используются в дистанционной защите?
3. Первая ступень дистанционной защиты ЛЭП. Расчет тока и времени срабатывания, проверка чувствительности.
4. Вторая ступень дистанционной защиты ЛЭП. Расчет тока и времени срабатывания, проверка чувствительности.
5. Третья ступень дистанционной защиты ЛЭП. Расчет тока и времени срабатывания. проверка чувствительности.
6. Что такое «мертвая зона» дистанционной защиты?

7. Каковы особенности работы дистанционной защиты при качаниях и асинхронном режиме системы?

8. Каковы особенности работы дистанционной защиты при нарушении цепей напряжения дистанционной защиты?

Рекомендуемая литература:

1. Никитин, К. И. Защита и автоматика электроэнергетических систем : учебное пособие / К. И. Никитин. — Омск: ОмГТУ, 2022. — 248 с. — ISBN 978-5-8149-3436-9. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/343607> (дата обращения: 21.10.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

### **Тема 7. Дифференциальные защиты**

Методические указания по проведению занятия:

Лекционное занятие предполагает связанное, последовательное представление материала в соответствии с новейшими данными науки и актуальными инженерно-техническими сведениями с целью изложения студентам основного содержания темы дисциплины в целостном, систематизированном виде. Форма проведения занятий и методы изложения материала, в том числе с использованием мультимедийных средств, определяются преподавателем из соображений обеспечения удобства и качества усвоения учебного материала.

В рамках лекционных занятий по данной теме дисциплины рассматриваются следующие ключевые вопросы:

1. Продольная дифференциальная защита
2. Поперечная дифференциальная защита
3. Дифференциально-фазная высокочастотная защита

*Вопросы для самоконтроля по теме:*

1. Принцип действия поперечной дифференциальной защиты ЛЭП. Расчет тока и времени срабатывания, проверка чувствительности.

2. Каковы особенности работы поперечной дифференциальной защиты ЛЭП?

3. Принцип действия направленной поперечной дифференциальной защиты ЛЭП.

4. Принцип действия продольной дифференциальной защиты ЛЭП. Расчет тока и времени срабатывания, проверка чувствительности.

5. Каковы особенности работы продольных дифференциальных защит ЛЭП?

6. Принцип действия продольной дифференциально-фазной высокочастотной защиты ЛЭП.

Рекомендуемая литература:

1. Полищук, В. И. Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем: учебное пособие / В. И. Полищук. — Барнаул: АлтГТУ, 2022. — 91 с. — ISBN 978-5-7568-1417-0. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/292793> (дата обращения: 21.10.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Никитин, К. И. Защита и автоматика электроэнергетических систем: учебное пособие / К. И. Никитин. — Омск: ОмГТУ, 2022. — 248 с. — ISBN 978-5-8149-3436-9. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/343607> (дата обращения: 21.10.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

## **Тема 8. Автоматика аварийных и послеаварийных режимов электроэнергетических систем**

*Методические указания по проведению занятия:*

Лекционное занятие предполагает связанное, последовательное представление материала в соответствии с новейшими данными науки и актуальными инженерно-техническими сведениями с целью изложения студентам основного содержания темы дисциплины в целостном, систематизированном виде. Форма проведения занятий и методы изложения материала, в том числе с использованием мультимедийных средств, определяются преподавателем из соображений обеспечения удобства и качества усвоения учебного материала.

В рамках лекционных занятий по данной теме дисциплины рассматриваются следующие ключевые вопросы:

1. Автоматическое повторное включение.
2. Автоматическое включение резервного питания.
3. Автоматическая частотная разгрузка.
4. Автоматика предотвращения нарушения устойчивости.
5. Автоматика ликвидации асинхронного режима.
6. Система автоматического отключения нагрузки.

*Вопросы для самоконтроля по теме:*

1. Какие виды автоматики существуют?
2. Назначение и принцип действия АПВ.
3. Какие требования предъявляют к устройствам АПВ?
4. Назначение и принцип действия АВР.
5. Какие требования предъявляют к устройствам АВР?
4. Назначение и принцип действия АЧР.

5. Какие требования предъявляют к устройствам АЧР?
7. Назначение и принцип действия АПНУ.
11. Назначение и принцип действия АРЧ.
12. Назначение и принцип действия АССГ.
13. Назначение и принцип действия АЛАР.

Рекомендуемая литература:

1. Полищук, В. И. Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем : учебное пособие / В. И. Полищук. — Барнаул: АлтГТУ, 2022. — 91 с. — ISBN 978-5-7568-1417-0. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/292793> (дата обращения: 21.10.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Никитин, К. И. Защита и автоматика электроэнергетических систем: учебное пособие / К. И. Никитин. — Омск: ОмГТУ, 2022. — 248 с. — ISBN 978-5-8149-3436-9. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/343607> (дата обращения: 21.10.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

### **3 Методические указания по самостоятельной работе студентов**

Самостоятельная работа студентов – это планируемая работа, выполняемая по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия, является одним из основных видов деятельности обучающихся. Самостоятельная работа студентов включает в себя изучение лекционного материала и первоисточников, подготовку ко всем видам аудиторных занятий, текущему контролю и промежуточной аттестации.

Целью самостоятельной работы является более глубокое изучение студентами отдельных вопросов дисциплины с использованием рекомендуемой дополнительной литературы и других информационных источников.

Задачами самостоятельной работы обучающихся являются:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений;
- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умения использовать научно-техническую, нормативную и справочную литературу;
- развитие познавательных способностей и активности, творческой инициативы, ответственности и организованности.

Основными формами внеаудиторной самостоятельной работы, используемыми при изучении дисциплины «Автоматизированный электропривод», являются:

- изучение программного материала дисциплины (работа с учебником, конспектом лекции и иными информационными ресурсами);
- изучение и конспектирование рекомендуемых источников;
- работа с электронными информационными ресурсами (ЭИОС КГТУ) и ресурсами Internet;
- работа с компьютерными программами;
- получение консультаций по вопросам изучаемой дисциплины (аудиторно, в дни консультаций по расписанию; в любой доступной форме в электронной образовательной среде ЭИОС КГТУ и другими доступными способами);
- поиск (подбор) литературы (в том числе электронных источников информации) по заданной теме;
- подготовка к текущему контролю и промежуточной аттестации.

Для подготовки к занятиям, текущему контролю и промежуточной аттестации обучающиеся могут воспользоваться электронной библиотекой Университета, где имеется возможность получить доступ к учебно-методическим материалам как библиотеки Университета, так и иных электронных библиотечных систем. Также студенты могут взять на дом необходимую литературу на абонементе или воспользоваться читальным залом. Ответы на вопросы, выносимые для самостоятельного изучения (повторения), должны быть кратко законспектированы в тетради для лекций. При подготовке к лабораторным работам студентам рекомендуется изучить соответствующий лекционный материал, а также вопросы, выносимые для самостоятельного изучения.

## **Заключение**

В учебно-методическом пособии даны рекомендации по изучению дисциплины «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем». Объем сведений, рассматриваемых на аудиторных занятиях по данной дисциплине, обеспечивает формирование базового уровня знаний и умений студентов и предполагает значительный объем самостоятельной работы для более широкого и качественного освоения основных тем дисциплины.

В пособии содержатся рекомендации по изучению теоретического материала и самостоятельной подготовке. Знания, умения и навыки в соответствующем разделе электроэнергетики и электротехники, приобретенные в ходе изучения дисциплины, позволят будущим специалистам в дальнейшем успешно решать практические задачи в профессиональной деятельности.

## Библиографический список

1. Полищук, В. И. Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем: учебное пособие / В. И. Полищук. — Барнаул: АлтГТУ, 2022. — 91 с. — ISBN 978-5-7568-1417-0. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/292793> (дата обращения: 21.10.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Никитин, К. И. Защита и автоматика электроэнергетических систем: учебное пособие / К. И. Никитин. — Омск: ОмГТУ, 2022. — 248 с. — ISBN 978-5-8149-3436-9. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/343607> (дата обращения: 21.10.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Локальный электронный методический материал

Илья Евгеньевич Кажекин

**РЕЛЕЙНАЯ ЗАЩИТА И АВТОМАТИЗАЦИЯ  
ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

*Редактор И. Голубева*

Уч.-изд. л. 1,6. Печ. л. 1,4.

Издательство федерального государственного бюджетного  
образовательного учреждения высшего образования  
«Калининградский государственный технический университет».  
236022, Калининград, Советский проспект, 1