

ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

СОГЛАСОВАНО

УТВЕРЖДАЮ

**Руководитель ОПОП ВО
Профессор В.А. Шпенст**

**Проректор по образовательной
деятельности
Д.Г. Петраков**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
РЕЛЕЙНАЯ ЗАЩИТА И АВТОМАТИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ
СИСТЕМ**

| | |
|-------------------------------------|---|
| Уровень высшего образования: | Бакалавриат |
| Направление подготовки: | 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника |
| Направленность (профиль): | Электропривод и автоматика |
| Квалификация выпускника: | бакалавр |
| Форма обучения: | очная |
| Составитель: | доцент Бабурин С.В. |

Санкт-Петербург

Рабочая программа дисциплины «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем» разработана:

- в соответствии с требованиями ФГОС ВО – бакалавриат по направлению подготовки «13.03.02 Электроэнергетика и электротехника», утвержденного приказом Минобрнауки России № 144 от 28.02.2018 г.;

- на основании учебного плана бакалавриата по направлению подготовки «13.03.02 Электроэнергетика и электротехника» направленность (профиль) «Электропривод и автоматика».

Составитель _____ к.т.н., доц. С.В. Бабурин

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Электроэнергетики и электромеханики от 27.01.2022 г., протокол № 08/01.

Заведующий кафедрой _____ д.т.н., проф. В.А. Шпенст

Рабочая программа согласована:

Начальник управления учебно-методического обеспечения образовательного процесса _____ к.т.н. Иванова П.В.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем» формирование у студентов базовых знаний о принципах организации и технической реализации релейной защиты и автоматизации электроэнергетических систем.

Основные задачи дисциплины:

- изучение принципов действия и требований к средствам релейной защиты и автоматики в электроэнергетических системах;
- изучение методов расчета уставок основных и резервных защит и устройств автоматического регулирования;
- формирование представлений о нормативных требованиях к количеству и видам средств релейной защиты и автоматики в зависимости от структуры системы.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины (модули)», основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки «13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» (уровень бакалавриата)» и изучается в пятом и шестом семестрах.

Предшествующими основополагающими дисциплинами для дисциплины «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем» являются дисциплины: «Физика», «Высшая математика», «Теоретические основы электротехники», «Физические основы электроники», «Электрические машины», «Метрология»

Дисциплина «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем» является основополагающей для дисциплин: «Энергосбережение и энергоэффективность средствами объектами электроэнергетики», «Проектирование систем электроснабжения», «Эксплуатация систем электроснабжения».

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОСНОВНОЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Процесс изучения дисциплины «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем» направлен на формирование следующих компетенций:

| Формируемые компетенции по ФГОС ВО | | Основные показатели освоения программы дисциплины |
|---|-----------------|--|
| Содержание компетенции | Код компетенции | |
| Способен участвовать в проектировании автоматизированных системы управления | ПСК-2 | ПКС 2.2 Знает классификацию, назначение, основные схемотехнические решения, используемые при проектировании систем автоматики в средствах контроля, управления и защиты ПКС 2.8 Владеет навыками выбора оборудования для отдельных разделов проекта на различных стадиях проектирования автоматизированной системы управления технологическими процессами |

| Формируемые компетенции по ФГОС ВО | | Основные показатели освоения программы дисциплины |
|---|-----------------|---|
| Содержание компетенции | Код компетенции | |
| Способен участвовать в проектировании систем электроснабжения | ПКС-3 | ПКС-3.6. Умеет выполнять расчеты для разработки разделов проекта системы электроснабжения ПКС-3.7. Владеет навыками выбора оптимальных технических решений для разработки проекта системы электроснабжения |

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем» составляет 4 зачетных единицы, 144 ак. часов.

| Вид учебной работы | Всего ак. часов | Ак. часы по семестрам | |
|--|-----------------|-----------------------|-----------|
| | | 5 | 6 |
| Аудиторные занятия, в том числе: | 105 | 51 | 54 |
| Лекции | 35 | 17 | 18 |
| Практические занятия (ПЗ) | 35 | 17 | 18 |
| Лабораторные работы (ЛР) | 35 | 17 | 18 |
| Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе | 39 | 21 | 18 |
| Выполнение курсовой работы (проекта) | - | - | - |
| Выполнение домашних заданий | - | - | - |
| Оформление отчетов и защита лабораторных работ | 20 | 10 | 10 |
| Оформление и защита контрольных работ | - | - | - |
| Оформление и защита рефератов | - | - | - |
| Подготовка к практическим занятиям | 15 | 9 | 6 |
| Подготовка к зачету | 4 | 2 | 2 |
| Промежуточная аттестация – зачет (З) | - | 3 | 3 |
| Общая трудоемкость дисциплины | - | - | - |
| ак. час. | 144 | 72 | 72 |
| зач. ед. | 4 | 2 | 2 |

4.2. Содержание дисциплины

Учебным планом предусмотрены: лекции, практические занятия, лабораторные работы и самостоятельная работа.

4.2.1. Разделы дисциплины и виды занятий

| № п/п | Наименование разделов | Виды занятий | | | | |
|-------|-----------------------|-----------------|--------|----------------------|---------------------|---------------------------------|
| | | Всего ак. часов | Лекции | Практические занятия | Лабораторные работы | Самостоятельная работа студента |

| | | | | | | |
|---------------|---|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 1. | Введение. Общие вопросы релейной защиты | 22 | 5 | 5 | 5 | 7 |
| 2. | Максимальные токовые защиты | 25 | 6 | 6 | 6 | 7 |
| 3. | Защиты от замыканий на землю. Токовые направленные защиты | 25 | 6 | 6 | 6 | 7 |
| 4. | Дистанционные и дифференциальные защиты | 24 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| 5. | Защита трансформаторов и электродвигателей | 24 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| 6. | Устройства автоматики электрических сетей. Заключение | 24 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| Итого: | | 144 | 35 | 35 | 35 | 39 |

4.2.2. Содержание разделов дисциплины

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Содержание лекционных занятий | Трудоемкость в ак. часах |
|------------------|---------------------------------|---|--------------------------|
| 5 семестр | | | |
| 1. | Раздел 1 | Назначение и виды релейной защиты. Основные требования к устройствам РЗ Повреждения и ненормальные режимы. Цифровые устройства релейной защиты. | 5 |
| 2. | Раздел 2 | Виды максимальных токовых защит. Исполнение токовых защит. Вычисление уставок и селективность работы токовых защит в системах электроснабжения. | 6 |
| 3. | Раздел 3 | Защиты от замыканий на землю. Принцип действия, исполнение, определение параметров срабатывающей и селективности действия. Токовые направленные защиты | 6 |
| 6 семестр | | | |
| 4. | Раздел 4 | Дистанционные защиты. Принцип действия, расчет, область применения. Виды дифференциальных защит. Продольная дифференциальная защита. Поперечная дифференциальная защита | 6 |
| 5. | Раздел 5 | Защита трансформаторов. Основные виды защит. Расчет дифференциальной защиты трансформаторов. Основные виды, расчет релейных защит электродвигателей | 6 |
| 6. | Раздел 6 | Автоматическое повторное включение. Автоматический ввод резерва. Регулирование частоты, напряжения и реактивной мощности. Организация управления системой электроснабжения. | 6 |
| Итого: | | | 35 |

4.2.3. Практические занятия

| № п/п | Раздел | Тематика практических занятий | Трудоемкость в ак. часах |
|------------------|-----------|--|--------------------------|
| 5 семестр | | | |
| 1. | Раздел 1. | Расчет максимальных рабочих токов и токов КЗ | 5 |

| № п/п | Раздел | Тематика практических занятий | Трудоемкость в ак. часах |
|------------------|-----------|--|--------------------------|
| | | распределительной сети | |
| 2. | Раздел 2. | Расчет токовых защит распределительной сети | 6 |
| 3. | Раздел 3. | Расчет защит от однофазных замыканий на землю в сетях с различными режимами нейтрали | 6 |
| 6 семестр | | | |
| 4. | Раздел 4 | Расчет дифференциальной защиты | 6 |
| 5. | Раздел 5 | Расчет защит электродвигателя и силовых трансформаторов | 6 |
| 6. | Раздел 6 | Расчет релейной защиты и автоматики участка распределительной сети | 6 |
| Итого: | | | 35 |

4.2.4. Лабораторные работы

| № п/п | Раздел | Тематика лабораторных работ | Трудоемкость в ак. часах |
|------------------|-----------|--|--------------------------|
| 5 семестр | | | |
| 1. | Раздел 1. | Измерительные трансформаторы в схемах релейной защиты | 5 |
| 2. | Раздел 2. | Максимальная токовая защита радиальной сети с односторонним питанием. Настройка токовых защит в программно-логической модели терминала ТЭМП 2501-11 Моделирование работы токовых защит в программно-логической модели терминала ТЭМП 2501-11 | 6 |
| 3. | Раздел 3. | Исследование работы токовых защит и автоматики на базе реального терминала ТЭМП 2501-11 Исследование токовых направленных защит от однофазных замыканий на землю | 6 |
| 6 семестр | | | |
| 4. | Раздел 4. | Исследование дифференциальных защит ЛЭП и трансформаторов | 6 |
| 5. | Раздел 5. | Исследование функционирования защит трансформаторов и электродвигателей | 6 |
| 6. | Раздел 6 | Исследование устройств автоматики электрических сетей – АВР, АПВ | 6 |
| Итого: | | | 35 |

4.2.5. Курсовая работа (проект)

Курсовые работы (проекты) не предусмотрены.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе обучения применяются:

Лекции, которые являются одним из важнейших видов учебных занятий и составляют основу теоретической подготовки обучающихся. Цели лекционных занятий:

-дать систематизированные научные знания по дисциплине, акцентировать внимание на наиболее сложных вопросах дисциплины;

-стимулировать активную познавательную деятельность обучающихся, способствовать формированию их творческого мышления.

Практические занятия. Цели практических занятий:

-совершенствовать умения и навыки решения практических задач.

Главным содержанием этого вида учебных занятий является работа каждого обучающегося по овладению практическими умениями и навыками профессиональной деятельности.

Лабораторные работы. Цели лабораторных занятий:

-углубить и закрепить знания, полученные на лекциях и в процессе самостоятельной работы обучающихся с учебной и научной литературой;

Главным содержанием этого вида учебных занятий является работа каждого обучающегося по овладению практическими умениями и навыками профессиональной деятельности.

Консультации (текущая консультация, накануне зачета) является одной из форм руководства учебной работой обучающихся и оказания им помощи в самостоятельном изучении материала дисциплины, в ликвидации имеющихся пробелов в знаниях, задолженностей по текущим занятиям, в подготовке письменных работ (проектов).

Текущие консультации проводятся преподавателем, ведущим занятия в учебной группе, научным руководителем и носят как индивидуальный, так и групповой характер.

Самостоятельная работа обучающихся направлена на углубление и закрепление знаний, полученных на лекциях и других занятиях, выработку навыков самостоятельного активного приобретения новых, дополнительных знаний, подготовку к предстоящим учебным занятиям и промежуточному контролю.

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Оценочные средства для самостоятельной работы и текущего контроля успеваемости

Раздел 1. Общие вопросы релейной защиты

1. Выявление места возникновения КЗ. Быстрое автоматическое отключение поврежденного оборудования.
2. Основные виды релейной защиты.
3. Повреждения и ненормальные режимы
4. Векторные диаграммы токов и напряжений при КЗ в системе электроснабжения.
5. Дуговая защита в шкафах распределительных устройств.

Раздел 2. Максимальные токовые защиты

1. Токовые защиты от межфазных КЗ линий с односторонним питанием.
2. Максимальная токовая защита.
3. Токовая отсечка.
4. Токовая защита со ступенчатой характеристикой выдержки времени.
5. Типовые схемы измерительных органов токовых защит.

Раздел 3. Защиты от замыканий на землю. Токовые направленные защиты

1. Защиты от замыканий на землю
2. Режимы нейтрали в сетях 6-35 кВ.
3. Однофазное замыкание на землю.
4. Растекание емкостных токов.
5. Защиты, реагирующие на токи и напряжения нулевой последовательности.

Раздел 4. Дистанционные и дифференциальные защиты

1. Дистанционные защита - назначение, принцип действия и основные органы защиты.
2. Выбор входных воздействующих величин дистанционных органов.
3. Выбор параметров срабатывания дистанционных защит.
4. Продольная дифференциальная защита - принцип действия защиты.
5. Ток небаланса и ток срабатывания защиты.

Раздел 5. Защита трансформаторов и электродвигателей

1. Основные защиты трансформатора (двухступенчатая токовая защита, газовая защита, продольная дифференциальная токовая защита).
2. Резервные защиты трансформатора.
3. Защиты электродвигателей от многофазных замыканий.
4. Защита электродвигателей от однофазных замыканий на землю.
5. Защита двигателей от перегрузки.

Раздел 6. Устройства автоматики электрических сетей

1. Автоматическое повторное включение линий с односторонним питанием.
2. Требования к устройствам АПВ. Основные варианты устройств АПВ.
3. Возможности ускорения действия защиты линий при наличии АПВ. АПВ трансформаторов, шин, электродвигателей.
4. Назначение и область применения АВР.
5. Выбор параметра пуска схемы АВР. Настройка элементов схемы АВР.

6.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации (зачета)

6.2.1. Примерный перечень вопросов к зачету (по дисциплине):

1. Замыкания на землю в сетях с изолированной нейтралью. Допустимые и аварийные перегрузки оборудования.
2. Требования к цифровым устройствам релейной защиты..
3. Структура цифровых устройств релейной защиты.
4. Собственное время срабатывания реле.
5. Работа реле при насыщении трансформатора тока.
6. Трансформаторы тока в устройствах релейной защиты.
7. Источники оперативного тока.
8. Измерительные органы релейной защиты.
9. Принципиальные схемы токовых защит.
10. Токовые защиты с использованием предохранителей с плавкой вставкой и автоматических выключателей.
11. Контроль изоляции в сетях с изолированной нейтралью.
12. Токовые направленные защиты - принцип действия, основные органы и выбор параметров токовой направленной защиты.
13. Схемы включения реле направления мощности.
14. Схемы выполнения защит.
15. Способы повышения чувствительности защиты.
16. Продольная дифференциальная защита линий.
17. Поперечная дифференциальная защита
18. Поперечная дифференциальная токовая направленная защита параллельных линий.
19. Пусковые органы защиты и выбор их параметров срабатывания.
20. Область использования поперечных дифференциальных токовых направленных защит.
21. Защита минимального напряжения.
22. Защита синхронных двигателей от асинхронного режима
23. Требования к устройствам АВР. Одностороннее и двухстороннее АВР.
24. Автоматическое отключение трансформатора на подстанции, выполненной по упрощенной схеме.
25. АВР трансформатора.
26. Назначение АЧР.
27. Время действия 1 очереди АЧР.
28. Время действия второй очереди АЧР.
29. Виды АПВ
30. Принцип действия ЧАПВ.

6.2.2. Примерные тестовые задания к зачету

Вариант 1

| № п/п | Вопрос | Варианты ответа |
|-------|--|--|
| 1 | 2 | 3 |
| 1. | Назначение релейной защиты и автоматики – это | <ol style="list-style-type: none"> 1. Включение резервного оборудования при отказе рабочего. 2. Снижение потерь мощности и энергии в электрической сети. 3. Повышение качества электроэнергии в электрической сети. 4. Повышение надежности электроснабжения потребителей |
| 2. | Под устройством релейной защиты подразумевается | <ol style="list-style-type: none"> 1. Совокупность устройств, действующих при возникновении аварии или перегрузки оборудования на его отключение или на сигнал. 2. Совокупность устройств, осуществляющих регулирование напряжения в электрической сети. 3. Совокупность устройств, обеспечивающих устойчивость электроэнергетических систем. 4. Совокупность устройств, действующих измерения режимных параметров оборудования электрических сетей. |
| 3. | Однофазные КЗ происходят в сетях | <ol style="list-style-type: none"> 1. С изолированной нейтралью. 2. С нейтралью, заземлённой через катушку индуктивности. 3. С эффективно заземленной нейтралью. 4. В сетях 6-35 кВ. |
| 4. | Ввод дискретных сигналов в цифровые устройства защиты осуществляется с помощью | <ol style="list-style-type: none"> 1. Делителей напряжения. 2. Преобразователей на основе оптронов. 3. Промежуточных трансформаторов. 4. Промежуточных контактов. |
| 5. | Собственное время срабатывания цифровых реле | <ol style="list-style-type: none"> 1. Стремится к нулю. 2. Такое же, как у их электромеханических аналогов. 3. Меньше, чем у их электромеханических аналогов. 4. Больше, чем у их электромеханических аналогов. |
| 6. | Надёжность цифровых устройств релейной защиты | <ol style="list-style-type: none"> 1. Такая же, как у их электромеханических аналогов. 2. Выше, чем у их электромеханических аналогов. 3. Ниже, чем у их электромеханических аналогов. 4. Намного выше, чем у их электромеханических аналогов. |

| | | |
|----|--|---|
| 7 | Цифровые устройства обеспечивают | <ol style="list-style-type: none"> 1. Более высокий коэффициент возврата измерительных органов, чем их электромеханические аналоги. 2. Такой же коэффициент возврата измерительных органов, как у их электромеханических аналогов. 3. Меньший коэффициент возврата измерительных органов, чем у их электромеханических аналогов. 4. Единичный коэффициент возврата измерительных органов. |
| 8 | Погрешность измерения тока в цифровых реле при насыщении трансформатора тока | <ol style="list-style-type: none"> 1. Не зависит от насыщения трансформаторов тока 2. Такая же, как у их электромеханических аналогов. 3. Существенно меньше, чем у их электромеханических аналогов. 4. Существенно выше, чем у их электромеханических аналогов. |
| 9 | Реализовать самоконтроль и диагностику цифровых устройств релейной защиты | <ol style="list-style-type: none"> 1. Значительно проще, чем у их электромеханических аналогов. 2. Значительно труднее, чем у их электромеханических аналогов. 3. Цифровые устройства релейной защиты абсолютно надёжны и не нуждаются в самоконтроле и диагностике. 4. Сложность реализации самоконтроля и диагностики примерно такая же, как у их электромеханических аналогов. |
| 10 | Помехозащищённость цифровых защит | <ol style="list-style-type: none"> 1. Не зависит от внешних факторов. 2. Ниже, чем у их электромеханических аналогов. 3. Обеспечивается только при комплексном решении ряда вопросов. 4. Обеспечивается за счёт применения специализированных микропроцессоров и АЦП. |
| 11 | Релейная характеристика имеет вид | <ol style="list-style-type: none"> 1. Скачкообразный 2. Плавной кривой 3. Синусоидальной кривой 4. Пилообразной линии |
| 12 | В сети с изолированной нейтралью устанавливаются | <ol style="list-style-type: none"> 1. Только защиты от междуфазных КЗ 2. Только защиты от однофазных КЗ 3. Защиты от междуфазных и однофазных КЗ 4. Защиты от междуфазных КЗ и однофазных простых замыканий на землю |
| 13 | В распределительной сети КЗ | <ol style="list-style-type: none"> 1. Грозит нарушением устойчивости 2. Сопровождается протеканием малых токов КЗ 3. Не грозит нарушением устойчивости и сопровождается протеканием больших |

| | | |
|----|--|--|
| | | токов КЗ 4. Сопровождается повышением напряжения в точке КЗ |
| 14 | Основной вид защиты в распределительной сети 10 кВ | 1. Дистанционная 2. Дифференциальная 3. Дифференциально-фазная 4. Максимальная токовая |
| 15 | Токовая отсечка линии без выдержки времени | 1. Защищает всю линию 2. Защищает всю линию и следующую 3. Защищает только часть линии 4. Защищает ровно 5% длины линии |
| 16 | Максимальная токовая защита линии | 1. Обладает свойством абсолютной селективности 2. Работает всегда неселективно 3. Обладает свойством относительной селективности 4. Работает всегда селективно |
| 17 | Максимальная токовая защита и токовая отсечка | 1. Имеют одинаковый принцип действия 2. Имеют одинаковые зоны действия 3. Имеют одинаковые выдержки времени 4. Обладают свойством абсолютной селективности |
| 18 | Ток срабатывания МТЗ отстраивается | 1. От минимального рабочего тока 2. От максимального рабочего тока 3. От тока КЗ 4. От тока небаланса |
| 19 | Ток срабатывания ТО линии отстраивается | 1. От максимального рабочего тока 2. От тока КЗ в месте установки защиты 3. От минимального тока КЗ в конце защищаемой линии 4. От максимального того КЗ в конце защищаемой линии |
| 20 | Кратность тока КЗ это | 1. То же, что и чувствительность защиты 2. Отношение тока КЗ к току срабатывания реле 3. Отношение тока КЗ к току срабатывания защиты 4. Отношение тока КЗ к максимальному рабочему току защищаемой линии |

Вариант 2

| | | |
|---|---|---|
| 1 | Токовая направленная защита выполняется, как правило, | 1. Одноступенчатой с относительной селективностью 2. Двухступенчатой с относительной селективностью 3. Трехступенчатой с относительной селективностью 4. Трехступенчатой с абсолютной селективностью |
| 2 | Ток срабатывания направленной защиты отстраивается | 1. От тока КЗ в начале следующей линии. 2. От тока КЗ в конце защищаемой линии 3. От тока небаланса 4. От максимального рабочего тока. |
| 3 | Токовая защита от замыканий на землю является а | 1. Простой максимальной токовой защитой 2. Фильтровой с фильтром тока обратной последовательности |

| | | |
|----|--|---|
| | | 3. Фильтровой с фильтром тока прямой последовательности 4. Фильтровой с фильтром тока нулевой последовательности |
| 4 | В сетях 6-35 кВ ток замыкания фазы на землю является | 1. Емкостным током. 2. Индуктивным током. 3. Активным током. 4. Активно-индуктивным током. |
| 5 | При КЗ на землю чувствительность защиты можно повысить за счет | 1. Фильтра токов обратной последовательности 2. Фильтра токов прямой последовательности 3. Фильтра токов нулевой последовательности. 4. Отстройки от тока небаланса |
| 6 | Объект релейной защиты (РЗ) | 1. Зависит от вида РЗ 2. Определяет виды РЗ всегда 3. Не связан с видом РЗ 4. Определяет виды РЗ в некоторых случаях |
| 7 | Дистанционная защита линии содержит дистанционный орган | 1. Тока 2. Напряжения 3. Мощности 4. Сопротивления |
| 8 | Первая зона дистанционной защиты располагается | 1. От места установки защиты до шин противоположной подстанции 2. От места установки защиты до точки установки следующей защиты 3. От места установки защиты до 85% длины защищаемой линии 4. От середины защищаемой линии до ее конца |
| 9 | Продольная дифференциальная защита линии обладает свойством | 1. Абсолютной селективности 2. Относительной селективности 3. Условной селективности 4. Случайной селективности |
| 10 | Пусковой I_n и номинальный I_n токи асинхронного двигателя находятся в соотношении | 1. $I_n = I_n$ 2. $I_n > I_n$ 3. $I_n < I_n$ 4. $I_n = I_n/2$. |
| 11 | Регулирование напряжения трансформатора | 1. Повышает чувствительность дифзащиты 2. Снижает чувствительность дифзащиты 3. Заставляет вводить выдержку времени в дифзащиту 4. Не влияет на чувствительность дифзащиты |
| 12 | Для трансформатора ток срабатывания дифзащиты с торможением | 1. Есть величина постоянная 2. Есть величина переменная 3. Определяется параметрами МТЗ трансформатора 4. Зависит от выдержки времени МТЗ трансформатора |
| 13 | Погрешность трансформаторов тока | 1. Растет с увеличением тока 2. Уменьшается с увеличением тока 3. Не изменяется при изменении тока 4. Не имеет значения для релейной защиты |
| 14 | Газовая защита трансформатора обычно | 1. На трансформаторах типа ТМГ |

| | | |
|----|---|---|
| | применяется | 2. На сухих трансформаторах 3. На трансформаторах без расширителя 4. На трансформаторах с расширителем |
| 15 | Дифзащита применяется на электродвигателях, начиная с мощности | 1. 1000 кВт 2. 4000 кВт 3. 4500 кВт 4. 5000 кВт |
| 16 | Дифференциальный ток дифзащиты электродвигателя рассчитывается как | 1. Сумма абсолютных значений токов 2. Абсолютное значение векторной суммы токов плеч 3. Абсолютное значение алгебраической суммы токов плеч 4. Полусумма абсолютных значений токов плеч |
| 17 | Тормозной ток дифзащиты электродвигателя рассчитывается как | 1. Сумма абсолютных значений токов плеч защиты 2. Абсолютное значение векторной разности токов плеч 3. Полусумма абсолютных значений токов плеч 4. Ток одного плеча |
| 18 | Чувствительность токовой отсечки электродвигателя рассчитывается по | 1. Току двухфазного КЗ на выводах электродвигателя в максимальном режиме системы 2. Току двухфазного КЗ на нулевых выводах статорной обмотки в максимальном режиме системы 3. Току трехфазного КЗ на выводах электродвигателя в минимальном режиме системы 4. Току двухфазного КЗ на выводах электродвигателя в минимальном режиме системы |
| 19 | Ток сквозного КЗ трансформатора отключается | 1. Газовой защитой. 2. Дифференциальной защитой. 3. Максимальной токовой защитой. 4. Защитой от перегрузки. |
| 20 | Дифференциальная защита трансформатора реагирует | 1. На перегрузку трансформатора 2. На внешнее КЗ 3. На КЗ на выводах трансформатора. 4. На витковое замыкание в обмотке. |

Вариант 3

| | | |
|---|---|--|
| 1 | В системах электроснабжения применяется | 1. Однократное трёхфазное АПВ. 2. Двукратное трехфазное АПВ. 3. Однократное однофазное АПВ. 4. Многократное трёхфазное АПВ. |
| 2 | Успешность АПВ определяется | 1. Классом напряжения. 2. Предшествующей нагрузкой линии. 3. Деионизацией воздушного промежутка после снятия напряжения. 4. Временем суток. |
| 3 | Запуск АПВ осуществляется по сигналу | 1. Диспетчерского персонала. 2. Релейной защиты. 3. Снижения напряжения. 4. Снижения частоты |

| | | |
|----|--|---|
| 4 | АПВ трансформаторов не должно работать | <ol style="list-style-type: none"> 1. При глубоком снижении напряжения в сети. 2. При внутренних повреждениях трансформатора. 3. При повышении напряжения в сети. 4. При снижении частоты в сети. |
| 5 | АПВ не предусматривается | <ol style="list-style-type: none"> a. Для воздушных линий. b. Для кабельных линий. c. Для трансформаторах. d. Для шин электростанций и подстанций. |
| 6 | АПВ с улавливанием синхронизма применяется | <ol style="list-style-type: none"> 1. На линиях с односторонним питанием. 2. На линиях с двусторонним питанием. 3. Для трансформаторов. 4. Для генераторов. |
| 7 | Назначение АВР – это | <ol style="list-style-type: none"> 1. Обеспечение поддержания требуемого напряжения на шинах узла нагрузки. 2. Уменьшение потерь мощности и энергии в электрических сетях. 3. Повышение качества электроэнергии в системах электроснабжения. 4. Повышение надёжности электроснабжения ответственных потребителей при потере питания. |
| 8 | АВР запускается по сигналу | <ol style="list-style-type: none"> 1. Снижения частоты. 2. Увеличения тока нагрузки. 3. Снижения напряжения на шинах. 4. Дежурного персонала. |
| 9 | Действие устройства АВР должно быть: | <ol style="list-style-type: none"> 1. Однократным. 2. Двукратным. 3. Трёхкратным. 4. Многократным. |
| 10 | Время срабатывания устройства АВР должно быть согласовано: | <ol style="list-style-type: none"> 1. С временем срабатывания защиты. 2. С временем срабатывания АЧРІ. 3. С временем срабатывания АЧРІІ. 4. С временем срабатывания АЧРІ и АЧРІІ. |
| 11 | Регулирование коэффициента трансформации понижающего трансформатора предназначено для | <ol style="list-style-type: none"> 1. Уменьшения провалов напряжения на шинах при набросах нагрузки. 2. Уменьшения пульсации напряжения на шинах. 3. Регулирования напряжения и распределения реактивной мощности в переходных режимах систем электроснабжения. 4. Регулирования напряжения и распределения реактивной мощности в установившихся режимах систем электроснабжения. |
| 12 | Для отстройки РПН трансформатора от срабатывания при кратковременных отклонениях напряжения предусматривается выдержка времени | <ol style="list-style-type: none"> 1. 1÷3 минуты. 2. 1÷3 секунды. 3. Не менее часа. 4. Не менее получаса. |
| 13 | В установившихся режимах быстродействующее регулирование возбуждения синхронного генератора | <ol style="list-style-type: none"> 1. Повышает пределы и запасы статической устойчивости. 2. Поддерживает напряжение, но увеличивает вероятность аperiodического |

| | | |
|----|---|---|
| | | <p>нарушения устойчивости.</p> <p>3. Улучшает качество напряжения на зажимах электроприемников.</p> <p>4. Обеспечивает поддержание частоты в энергосистеме.</p> |
| 14 | В переходных режимах быстродействующее регулирование возбуждения синхронного генератора | <p>1. Повышает качество электроэнергии.</p> <p>2. Повышает предел динамической устойчивости.</p> <p>3. Обеспечивает поддержание частоты в энергосистеме.</p> <p>4. Уменьшает величину провала напряжения при близких КЗ.</p> |
| 15 | Управление конденсаторными батареями применяется для | <p>1. Регулирования частоты.</p> <p>2. Компенсации реактивной мощности и регулирования напряжения.</p> <p>3. Снижения скольжения двигателей при перерывах электропитания.</p> <p>4. Поддержания заданного значения активной мощности.</p> |
| 16 | Снижение частоты в энергосистеме вызывается | <p>1. Дефицитом активной мощности.</p> <p>2. Дефицитом реактивной мощности.</p> <p>3. Отключением мощных потребителей.</p> <p>4. Понижением напряжения.</p> |
| 17 | Дефицит активной мощности в системе приводит | <p>1. К снижению напряжения.</p> <p>2. К повышению частоты.</p> <p>3. К снижению частоты.</p> <p>4. К повышению напряжения.</p> |
| 18 | АЧР предназначена для | <p>1. Предотвращения «лавины напряжения».</p> <p>2. Поддержания напряжения в процессе снижения частоты.</p> <p>3. Восстановления баланса активной мощности.</p> <p>4. Восстановления баланса реактивной мощности.</p> |
| 19 | Количество очередей АЧР | <p>1. Одна – АЧР1.</p> <p>2. Две – АЧР1 и АЧР2.</p> <p>3. Три – АЧР1, АЧР2 и АЧР3.</p> <p>4. Четыре – АЧР1, АЧР2, АЧР3 и АЧР4.</p> |
| 20 | АЧР действует | <p>1. На отключение генераторов электростанции.</p> <p>2. На включение мощных электродвигателей.</p> <p>3. На отключение неответственных нагрузок.</p> <p>4. На отключение синхронных компенсаторов.</p> |

6.3. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

6.3.1. Критерии оценок промежуточной аттестации (зачета)

| Оценка | Описание |
|---------|---|
| Зачтено | Посещение не менее 85 % лекционных, лабораторных и практических занятий; студент твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос; все |

| | |
|-------------------|--|
| | предусмотренные программой обучения задания выполнены, качество их выполнения достаточно высокое; в течение семестра выполнил творческую работу. |
| Не зачтено | Посещение менее 50 % лекционных, лабораторных и практических занятий; студент не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы; большинство предусмотренных программой обучения заданий не выполнено, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к минимальному. |

Примерная шкала оценивания знаний в тестовой форме:

| Количество правильных ответов, % | Оценка |
|---|---------------|
| 0-49 | Не зачтено |
| 50-65 | Зачтено |
| 66-85 | Зачтено |
| 86-100 | Зачтено |

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1.1 Основная литература

1. Агафонов, А. И. Современная релейная защита и автоматика электроэнергетических систем : учебное пособие / А. И. Агафонов, Т. Ю. Бростилова, Н. Б. Джазовский. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2020. - 300 с.

URL: <https://znanium.com/catalog/product/1168586>

7.1.2. Дополнительная литература

1. Шабад, М. А. Расчеты релейной защиты и автоматики распределительных сетей] / М. А. Шабад. - 3-е изд., перераб. и доп. - Л. : Энергоатомиздат, 1985. - 296 с.

2. Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем [Текст] : учеб.-метод. комплекс / сост.:С.И. Джаншиев, В. Н. Костин, А. А. Юрганов. - СПб. : Изд-во СЗТУ, 2010. - 223 с.

7.1.3. Учебно-методическое обеспечение

1. Учебно-методические разработки для проведения лабораторных занятий по учебной дисциплине «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем» <http://ior.spmi.ru/taxonomy/term/104>.

2. Учебно-методические разработки для проведения практических занятий по учебной дисциплине «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем» <http://ior.spmi.ru/taxonomy/term/104>.

3. Учебно-методические разработки для самостоятельной работы студентов по учебной дисциплине «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем» <http://ior.spmi.ru/taxonomy/term/104>.

7.2. Базы данных, электронно-библиотечные системы, информационно-справочные и поисковые системы

1. Европейская цифровая библиотека Europeana: <http://www.europeana.eu/portal>

2. Информационно-издательский центр по геологии и недропользованию Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации - ООО "ГЕОИНФОРММАРК"- <http://www.geoinform.ru/>

3. Информационно-аналитический центр «Минерал» - <http://www.mineral.ru/>

4. КонсультантПлюс: справочно - поисковая система [Электронный ресурс]. - www.consultant.ru/.

5. Мировая цифровая библиотека: <http://wdl.org/ru>

6. Научная электронная библиотека «Scopus» <https://www.scopus.com>

7. Научная электронная библиотека ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com>

8. Научная электронная библиотека «eLIBRARY»: <https://elibrary.ru/>

9. Поисковые системы Yandex, Google, Rambler, Yahoo и др.

10. Система ГАРАНТ: электронный периодический справочник [Электронный ресурс] www.garant.ru/.
11. Термические константы веществ. Электронная база данных, <http://www.chem.msu.su/cgibin/tkv.pl>
12. Электронная библиотека Российской Государственной Библиотеки (РГБ): <http://www.rsl.ru/>
13. Электронная библиотека учебников: <http://studentam.net>
14. Электронно-библиотечная система издательского центра «Лань» <https://e.lanbook.com/books>.
15. Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ» www.biblio-online.ru.
16. Электронная библиотечная система «Национальный цифровой ресурс «Руконт»». <http://rucont.ru/>
17. Электронно-библиотечная система <http://www.sciteclibrary.ru/>

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Материально-техническое оснащение аудиторий:

Специализированные аудитории, используемые при проведении занятий лекционного типа, практических занятий, оснащены мультимедийными проекторами и комплектом аппаратуры, позволяющей демонстрировать текстовые и графические материалы.

Аудитории для проведения лекционных занятий

Оснащенность помещения для проведения лекционных занятий: 26 посадочных мест.

Стол 210×60×72 — 13 шт, Стул ИСО — 37 шт, Доска под фломастер 100×200 — 1 шт, Стол преподавателя с трибуной 160×55×72 — 1 шт, Рамка 1190×890 — 8 шт.

Аудитории для проведения лабораторных и практических занятий

Лабораторные и практические занятия выполняются в компьютерном классе кафедры.

Оснащенность помещения для проведения лабораторных работ и практических занятий: 12 посадочных мест.

Блок системный RAMEC GALE AL с монитором BenQ GL2450 (тип 1) - 13 шт. (возможность подключения к сети «Интернет»), стол – 15 шт., стул – 21 шт., доска маркерная - 1 шт., принтер Xerox Phaser 4600DN - 1 шт., плакат в рамке – 10 шт.

8.2. Помещения для самостоятельной работы:

Оснащенность помещения для самостоятельной работы:

14 посадочных мест

Принтер Xerox Phaser 4600DN - 1 шт., Блок системный RAMEC GALE AL с монитором BenQ GL2450 (тип 1) – 15 шт. (возможность подключения к сети «Интернет»), стол – 17 шт., стул – 27 шт., доска маркерная - 1 шт., плакат в рамке – 31шт.

В учебном процессе используется комплект демонстрационных стендовых материалов по курсу управления взаимосвязанными электромеханическими комплексами.

8.3. Помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования:

1. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 4 шт., сетевой накопитель – 1 шт., источник бесперебойного питания – 2 шт., телевизор плазменный Panasonic – 1 шт., точка Wi-Fi – 1 шт., паяльная станция – 2 шт., дрель – 5 шт., перфоратор – 3 шт., набор инструмента – 4 шт., тестер компьютерной сети – 3 шт., баллон со сжатым газом – 1 шт., паста теплопроводная – 1 шт., пылесос – 1 шт., радиостанция – 2 шт., стол –

4 шт., тумба на колесиках – 1 шт., подставка на колесиках – 1 шт., шкаф – 5 шт., кресло – 2 шт., лестница Alve – 1 шт.

2. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол – 5 шт., стул – 2 шт., кресло – 2 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 2 шт., МФУ – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., баллон со сжатым газом – 1 шт., шуруповерт – 1 шт.

3. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол – 2 шт., стулья – 4 шт., кресло – 1 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 1 шт. (доступ к сети «Интернет»), веб-камера Logitech HD C510 – 1 шт., колонки Logitech – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., дрель – 1 шт., телефон – 1 шт., набор ручных инструментов – 1 шт.

8.4. Лицензионное программное обеспечение:

Microsoft Windows 7 Professional:ГК № 1464-12/10 от 15.12.10 «На поставку компьютерного оборудования» ГК № 959-09/10 от 22.09.10 «На поставку компьютерной техники» ГК № 447-06/11 от 06.06.11 «На поставку оборудования» ГК № 984-12/11 от 14.12.11 «На поставку оборудования» Договор № 1105-12/11 от 28.12.2011 «На поставку компьютерного оборудования», Договор № 1106-12/11 от 28.12.2011 «На поставку компьютерного оборудования» ГК № 671-08/12 от 20.08.2012 «На поставку продукции», MicrosoftOpenLicense 60799400 от 20.08.2012, MicrosoftOpenLicense 48358058 от 11.04.2011, MicrosoftOpenLicense 49487710 от 20.12.2011, MicrosoftOpenLicense 49379550 от 29.11.2011, MicrosoftOffice 2010 Standard: MicrosoftOpenLicense 60799400 от 20.08.2012, MicrosoftOpenLicense 60853086 от 31.08.2012, Kaspersky antivirus 6.0.4.142.