

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
(ВлГУ)

Институт архитектуры, строительства и энергетики

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института

С.Н. Авдеев

2021 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ

направление подготовки / специальность

13.03.02. Электроэнергетика и электротехника

(код и наименование направления подготовки (специальности))

направленность (профиль) подготовки

Электроснабжение

(направленность (профиль) подготовки))

г. Владимир

2021

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины. Изучение основополагающих основ теории, конструкции и эксплуатационных характеристик электрических и электронных аппаратов, которые применяются в электрических системах, схемах электроснабжения промышленных предприятий и при автоматизации производственных процессов и электропривода.

Задачи: Приобрести способность обосновывать выбор электрических аппаратов при проектировании систем электроснабжения, а также подготавливать соответствующие разделы предпроектной документации на основе типовых технических решений.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина Б1.О.20 «Электрические аппараты» относится к дисциплинам базовой обязательной части учебного плана бакалавриата по профилю «Электроснабжение».

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесённые с планируемыми результатами освоения ОПОП (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

| Формируемые компетенции (код, содержание компетенции) | Планируемые результаты обучения по дисциплине, в соответствии с индикатором достижения компетенции | | Наименование оценочного средства |
|---|--|---|---|
| | Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора) | Результаты обучения по дисциплине | |
| ОПК-4. Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин | ОПК-4.6. Применяет знания функций и основных характеристик электрических и электронных аппаратов. | Знает: функции и основные характеристики электрических и электронных аппаратов; Умеет: применять электрические и электронные аппараты в электрических системах, схемах электроснабжения, а также при автоматизации производственных процессов и электропривода; Владеет: способами выбора электрических и электронных аппаратов. | Перечень рейтинговых контрольных и зачётных вопросов и задач. |
| ПК-1. Способен участвовать в проектировании систем электроснабжения | ПК-1.1. Способен выполнять сбор и анализ данных для проектирования, составлять конкурентно-способные варианты технических решений. ПК-1.2. Способен обосновывать выбор целесообразного решения. ПК-1.3. Подготавливать разделы предпроектной документации на основе типовых технических решений. | Знает: технологию сбора и анализа данных для проектирования, составления конкурентно-способных вариантов технических решений; Умеет: обосновывать выбор электрических и электронных аппаратов при проектировании систем электроснабжения; Владеет: технологиями подготовки разделов предпроектной документации на основе типовых технических решений. | Перечень рейтинговых контрольных и зачётных вопросов и задач. |

4. ОБЪЁМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины составляет 9 зачётных единиц, 324 часов.

Тематический план форма обучения – очная

| № п/п | Наименование тем и/или разделов/тем дисциплины | Семестр | Неделя семестра | Контактная работа обучающихся с педагогическим работником | | | | Самостоятельная работа | Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации (по семестрам) |
|---------------------|---|---------|-----------------|---|----------------------|---------------------|---------------------------------|------------------------|---|
| | | | | Лекции | Практические занятия | Лабораторные работы | в форме практической подготовки | | |
| 1 | Введение в курс. Общие сведения о современных электростанциях и подстанциях. Тенденции их развития. | 5 | 1-2 | 4 | 4 | | | 9 | |
| 2 | Основное электрооборудование электрических станций и подстанций. Общий обзор. | 5 | 3-6 | 8 | 8 | | | 18 | Рейтинг-контроль № 1 |
| 3 | Синхронные генераторы. Виды синхронных генераторов, принцип действия, конструктивные особенности. | 5 | 7-12 | 12 | 12 | | | 27 | Рейтинг-контроль № 2 |
| 4 | Синхронные генераторы. Виды синхронных генераторов, принцип действия, конструктивные особенности. | 5 | 13-18 | 12 | 12 | | | 27 | Рейтинг-контроль № 3 |
| Всего за 5 семестр: | | | | 36 | 36 | | | 81 | Экзамен (27) |
| 1 | Синхронные и статические компенсаторы. Устройство и принцип действия. Назначение. | 6 | 1-3 | 6 | 3 | | | 15 | |
| 2 | Электрические аппараты до и выше 1 кВ. Принцип работы и особенности конструктивных исполнений. | 6 | 4-6 | 6 | 3 | | | 15 | Рейтинг-контроль № 1 |
| 3 | Выключатели, короткозамыкатели и разъединители высокого напряжения. | 6 | 7-9 | 6 | 3 | | | 15 | |
| 4 | Измерительные трансформаторы тока и напряжения. Область применения. Схемы включения. | 6 | 10-12 | 6 | 3 | | | 15 | Рейтинг-контроль № 2 |
| 5 | Распределительные устройства. ЗРУ, КРУ, ОРУ и их применение на объектах электроснабжения. | 6 | 13-15 | 6 | 3 | | | 15 | |
| 6 | Выключатели высокого напряжения. Воздушные выключатели. Элегазовые выключатели. Электромагнитные выключатели. | 6 | 16-18 | 6 | 3 | | | 15 | Рейтинг-контроль № 3 |

| | | | | | | | | |
|----------------------------|--|--|----|----|--|--|-----|------------------------|
| Всего за 6 семестр: | | | 36 | 18 | | | 90 | Зачёт |
| Наличие в дисциплине КП/КР | | | | | | | | |
| Итого по дисциплине | | | 72 | 54 | | | 171 | Экзамен (27), зачёт |

**Тематический план
форма обучения – заочная**

| № п/п | Наименование тем и/или разделов/тем дисциплины | Семестр | Неделя семестра | Контактная работа обучающихся с педагогическим работником | | | | Самостоятельная работа | Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации (по семестрам) |
|---------------------|---|---------|-----------------|---|----------------------|---------------------|---------------------------------|------------------------|---|
| | | | | Лекции | Практические занятия | Лабораторные работы | в форме практической подготовки | | |
| 1 | Введение в курс. Общие сведения о современных электростанциях и подстанциях. Тенденции их развития. | 7 | 1-2 | 1 | 1 | | | 16 | |
| 2 | Основное электрооборудование электрических станций и подстанций. Общий обзор. | 7 | 3-6 | 1 | 1 | | | 32 | Рейтинг-контроль № 1 |
| 3 | Синхронные генераторы. Виды синхронных генераторов, принцип действия, конструктивные особенности. | 7 | 7-12 | 1 | 1 | | | 48 | Рейтинг-контроль № 2 |
| 4 | Синхронные генераторы. Виды синхронных генераторов, принцип действия, конструктивные особенности. | 7 | 13-18 | 1 | 1 | | | 49 | Рейтинг-контроль № 3 |
| Всего за 7 семестр: | | | | 4 | 4 | | | 145 | Экзамен (27) |
| 1 | Синхронные и статические компенсаторы. Устройство и принцип действия. Назначение. | 8 | 1-3 | 1 | 1 | | | 22 | |
| 2 | Электрические аппараты до и выше 1 кВ. Принцип работы и особенности конструктивных исполнений. | 8 | 4-6 | 1 | 1 | | | 22 | Рейтинг-контроль № 1 |
| 3 | Выключатели, короткозамыкатели и разъединители высокого напряжения. | 8 | 7-9 | 1 | 1 | | | 22 | |
| 4 | Измерительные трансформаторы тока и напряжения. Область применения. Схемы включения. | 8 | 10-12 | 1 | 1 | | | 22 | Рейтинг-контроль № 2 |
| 5 | Распределительные устройства. ЗРУ, КРУ, ОРУ и их применение на объектах электроснабжения. | 8 | 13-15 | 1 | 1 | | | 22 | |
| 6 | Выключатели высокого напряжения. Воздушные выключатели. | 8 | 16-18 | 1 | 1 | | | 22 | Рейтинг-контроль № 3 |

| | | | | | | | | |
|----------------------------|---|--|----|----|--|--|-----|------------------------|
| | Элегазовые выключатели. Электромагнитные выключатели. | | | | | | | |
| Всего за 8 семестр: | | | 6 | 6 | | | 132 | Зачёт |
| Наличие в дисциплине КП/КР | | | | | | | | |
| Итого по дисциплине | | | 10 | 10 | | | 277 | Экзамен (27), зачёт |

Содержание лекционных занятий по дисциплине

Семестр 5

Тема 1. Введение в курс. Общие сведения о современных электростанциях и подстанциях. Тенденции их развития.

Развитие электроэнергетики и электромашиностроения. План ГОЭЛРО. Основные принципы отечественной электроэнергетики: плановый характер её развития; централизованная выработка электроэнергии; сооружение электрических станций на местных и низкокалорийных видах топлива и мощных гидро- и теплоэлектростанций; развитие атомной энергетики; создание и развитие мощных электроэнергетических систем, связанных для совместной работы линиями передачи высокого напряжения.

Тема 2. Основное электрооборудование электрических станций и подстанций. Общий обзор.

Основные компоненты системы производства электроэнергии на электростанциях: генераторы; системы возбуждения; системы охлаждения;

Тема 3 Синхронные генераторы. Виды синхронных генераторов, принцип действия, конструктивные особенности.

Тема 3. Синхронные генераторы. Назначение генераторов, типы и конструкция. Охлаждение.

Тема 4. Силовые трансформаторы и автотрансформаторы. Принцип действия, конструктивные исполнения.

Основные элементы конструкции трансформаторов. Физические условия работы трансформаторов. Режимы работы трансформаторов. Измерительные трансформаторы. Автотрансформаторы.

Семестр 6

Тема 1. Синхронные и статические компенсаторы. Устройство и принцип действия. Назначение.

Компенсаторы. Конструкция. Применение. Особенности.

Тема 2. Электрические аппараты до и выше 1 кВ. Принцип работы и особенности конструктивных исполнений.

Классификация. Назначение. Область применения.

Тема 3. Выключатели, короткозамыкатели и разъединители высокого напряжения.

Особенности конструкции и применение. Разновидности.

Тема 4. Измерительные трансформаторы тока и напряжения. Область применения. Схемы включения.

Назначение. Конструктивные исполнения. Разновидности.

Тема 5. Распределительные устройства. ЗРУ, ОРУ, КРУ и их применение на электростанциях и подстанциях.

Назначение. Конструктивное исполнение. Эксплуатация.

Тема 6. Выключатели высокого напряжения. Воздушные выключатели. Элегазовые выключатели. Электромагнитные выключатели.

Назначение выключателей высокого напряжения. Номинальные параметры выключателей. Классификация по способу гашения дуги: воздушный выключатель, элегазовый выключатель, масляный выключатель, вакуумный выключатель, газогенерирующий выключатель, электромагнитный выключатель.

Содержание практических занятий по дисциплине

Семестр 5

- 1) . Выбор дугогасящих реакторов для компенсации ёмкостного тока сети заданного класса напряжения, присоединённой к шинам подстанции (4 часа).
- 2) Выбор ошинок в цепи генератора и сборные шины 10 кВ по заданным токам короткого замыкания (4 часа).
- 3) Выбор сборных шин 110 кВ и токоведущих частей от сборных шин до выводов трансформатора связи (4 часа).
- 4) Выбор кабеля к электродвигателю собственных нужд заданной мощности, номинального напряжения и номинального тока (4 часа).
- 5) Выбор сечения кабеля в линии, присоединённой к шинам 10 кВ через реактор с заданными номинальными параметрами (4 часа).
- 6) Выбор выключатель и разъединителя в цепи трансформатора связи (4 часа).
- 7) Выбор трансформаторов тока для присоединения измерительных приборов в цепи трансформатора собственных нужд на заданном классе напряжения, если дан ударный ток КЗ и интеграл Джоуля для соответствующего импульса тока (4 часа).
- 8) Выбор мощности трансформатора связи на электростанции (4 часа).
- 9) Выбор мощности трансформаторов на узловой подстанции (4 часа).

Семестр 6

- 1) Выбор синхронных и статических компенсаторов (3 часа).
- 2) Анализ конструктивных исполнений электрических аппаратов до и выше 1 кВ (3 часа).
- 3) Выбор выключателей, короткозамыкателей и разъединителей высокого напряжения (3 часа).
- 4) Выбор измерительных трансформаторов тока и напряжения (3 часа).
- 5) Выбор электрооборудования распределительных устройств. ЗРУ, КРУ, ОРУ (3 часа).
- 6) Выбор выключателей высокого напряжения (3 часа).

5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

5.1. Вопросы по разделам программы для проведения текущего контроля

Семестр 5. Рейтинг- контроль 1.

- 1.Какие типы электрических станций вы знаете?
- 2.Основные типы синхронных генераторов.
- 3.Номинальные параметры и условия работы генераторов.
4. Комплектные распределительные устройства электростанций и подстанций.
- 5.Системы охлаждения синхронных генераторов электростанций.
- 6.Аппараты ограничения тока и напряжения.
- 7.Возбуждение синхронных генераторов электростанций.
- 8.Выключатели и разъединители в электростанциях и подстанциях.
- 9.Режимы работы синхронных генераторов.
- 10.Реклоузеры. Область применения,конструкция.

Семестр 5. Рейтинг- контроль 2.

- 1.Объясните назначение главных элементов трансформатора, применяемых на электростанциях и подстанциях.
- 2.Принцип действия синхронных генераторов гидроэлектростанций.
- 3.На каком физическом явлении основано действие трансформатора?
- 4.Особенности конструкции турбо- и гидрогенераторов.
- 5.Назовите варианты схем соединений трансформатора.
- 6.Конструктивные особенности изоляции синхронных генераторов.

7. Объясните понятие групп трансформаторов.
8. Синхронные компенсаторы. Область применения.
9. Опишите конструкцию трансформатора.
10. Особенности конструкции асинхронных двигателей собственных нужд электростанций.

Семестр 5. Рейтинг- контроль 3.

1. Тепловые процессы в электрических аппаратах.
2. Контактные явления в электрических аппаратах.
3. Источники электромагнитного поля в электрических аппаратах.
4. Силовые взаимодействия в электрическом поле.
5. Силовые взаимодействия в магнитном поле.
6. Магнитные системы и цепи электрических аппаратов.
7. Коммутационные явления в электрических аппаратах.
8. Электродинамическая стойкость электрических аппаратов.
9. Электромеханические реле.
10. Электромеханические датчики.

Семестр 6. Рейтинг- контроль 1.

1. В чём отличие понятий «номинальный ток» и «номинальный ток отключения»?
2. Способы распространения теплоты в электрических аппаратах.
3. В чём особенности гашения электрической дуги в воздушных выключателях?
4. Термическая стойкость электрических аппаратов.
5. Электромагнитные явления в электрических аппаратах.
6. Нагрев контактов.
7. Режимы работы контактов.
8. Электродинамические усилия в электрических аппаратах.
9. Магнитные пускатели. Назначение, принцип действия.
10. Электрическая дуга.

Семестр 6. Рейтинг- контроль 2.

1. В чём заключается модульное построение конструкций воздушных выключателей на напряжение выше 220 кВ?
2. Каково назначение контакторов и пускателей, чем они различаются?
3. В чём особенности гашения дуги в элегазе?
4. Назовите достоинства и недостатки бесконтактных коммутационных аппаратов?
5. В чём достоинство газовых ячеек КРУ?
6. Почему разъединителем нельзя отключить ток нагрузки?
7. Назовите основные этапы процесса гашения дуги в масляных выключателях.
8. Каково назначение масла в масляных баковых и маломасляных выключателях?
9. Какова особенность гашения дуги в электромагнитном выключателе?
10. В чём заключаются достоинства вакуумных выключателей по сравнению с масляными и воздушными?

Семестр 6. Рейтинг- контроль 3.

1. Каковы достоинства вакуумной дугогасительной камеры в сравнении с масляными и электромагнитными?
2. Что понимают под электрическими характеристиками конденсатора?
3. С какой целью используются вентильные разрядники и ОПН в РУ?
4. Перечислите основные элементы конструкции конденсатора и укажите их название.
5. Какова роль разъединителей в схемах РУ?
6. Какие способы гашения дуги применяются в аппаратах 1 кВ и выше?
7. С какой целью используется реактор в цепи?
8. Дугогасительные системы.
9. Назовите основные области применения силовых конденсаторов.
10. Какую защиту осуществляет магнитный пускатель?

Семестр 5. Контрольные вопросы по СРС.

1. Значение электротехнической подготовки для специалистов. Основные термины и определения электротехники, активные и пассивные компоненты.
2. Электротехнические устройства постоянного и переменного тока и электрические цепи.
3. Генерирующие и приёмные устройства. Условные графические обозначения электротехнических устройств постоянного и переменного тока.
4. В чём состоит принципиальное различие в технологическом процессе КЭС и ТЭЦ?
5. Каково принципиальное различие в электрической части КЭС и ТЭЦ?
6. Чем отличается синхронный компенсатор от синхронного генератора?
7. Какой эффект даёт применение в энергосистемах быстродействующих устройств релейной защиты и отключающих аппаратов?
8. Какие типы проводников применяются в следующих цепях ТЭЦ: а) сборные шины; б) цепь генератора; в) цепь трансформатора связи со стороны ВН и НН; г) цепь линии 6-10 кВ; д) цепи линий 35-110 кВ?
9. Какие типы проводников применяются в блочных КЭС в основных электрических цепях?
10. Каково назначение контакторов и пускателей, чем они различаются?
11. Назовите достоинства и недостатки бесконтактных коммутационных аппаратов.
12. Почему разъединителем нельзя отключить ток нагрузки?
13. Каково назначение масла в масляных баковых и маломасляных выключателях?
14. В чём заключаются достоинства вакуумных выключателей в сравнении с масляными и воздушными?
15. Для какой цели применяются измерительные преобразователи?
16. Какими преимуществами обладают ЗРУ по сравнению с ОРУ?
17. Какие типы выключателей устанавливаются в закрытых распределительных устройствах 35 кВ и выше?
18. Системы возбуждения синхронных генераторов.
19. Чем отличаются КРУ для внутренней и для наружной установки?
20. Какие типы выключателей применяются в КРУ?
21. В чём преимущества КРУ перед ЗРУ?
22. Назовите конструктивные особенности КРУ с элегазовой изоляцией (КРУЭ). Их преимущества перед КРУ с воздушной изоляцией.
23. Какова область применения комплектных трансформаторных подстанций (КТП)?
24. В чём заключается особенность конструкции ОРУ с гибкой ошиновкой по сравнению с ОРУ, имеющим жёсткую ошиновку?
25. Какова область применения открытых токопроводов, комплектных токопроводов и кабельных соединений между генераторами, силовыми трансформаторами и ЗРУ 6 – 10 кВ?
26. Каково назначение главных щитов управления (ГЩУ), центральных щитов управления (ЦЩУ)? Объясните их расположение на электростанциях разного типа.
27. На каких электростанциях предусматриваются блочные щиты управления (БЩУ)?
28. Какие элементы входят в состав энергетической системы?
29. Какие виды электроустановок входят в состав электроэнергетической системы?
30. С какой целью производится секционирование сборных шин распределительных устройств?
31. Каково назначение секционных и линейных реакторов?
32. В чём состоит принцип обратимости электрических машин?
33. Опишите конструкцию синхронной машины.
34. Каково чередование полюсов синхронной машины?
35. От чего зависит частота генерируемого напряжения синхронной машины? Назовите частоты вращения синхронных машин в Европе и США.
36. Объясните принцип действия синхронной машины.

37. Что такое угонная частота вращения синхронного генератора?
38. Объясните особенности способов охлаждения турбо- и гидрогенераторов
39. Охарактеризуйте задачи и структуру систем возбуждения синхронных машин.
40. Изобразите характеристики синхронных генераторов, работающих на автономную нагрузку.
41. Как правильно включить синхронный генератор на параллельную работу с сетью?
42. Что означает статическая устойчивость синхронного генератора?
43. В чём назначение синхронных генераторов?
44. Объясните назначение главных элементов трансформатора.
45. На каком физическом явлении основано действие трансформатора? Что такое коэффициент трансформации?
46. Объясните понятия групп трансформатора.
47. Трансформаторы. Назначение. Устройство и принцип действия.
48. Электрические машины постоянного тока. Устройство и принцип действия. Область применения.
49. Асинхронные электрические машины. Устройство и принцип действия. Область применения.
50. Синхронные электрические машины. Устройство и принцип действия. Область применения.
51. Параллельная работа трансформаторов.
52. Регулирование напряжения трансформаторов.
53. Нагрузочная способность трансформаторов.

Семестр 6. Контрольные вопросы по СРС.

1. Значение электротехнической подготовки для специалистов в области электроэнергетики и электроснабжения.
2. Переходный процесс при нагреве и охлаждении аппаратов.
3. Охарактеризуйте процесс нагрева элементов конструкции электрических аппаратов.
4. Активные потери энергии в аппаратах.
5. Контактные и магнитные пускатели.
6. Режимы нагрева и термическая стойкость электрических аппаратов.
7. Нагрев контактов. Режимы работы контактов. Материалы контактов.
8. Электродинамическая стойкость электрических аппаратов. Ток электродинамической стойкости. Ударный ток короткого замыкания.
9. Электродинамические усилия в электрических аппаратах.
10. Электрическая дуга и дугогасительные системы.
11. Условия работы аппаратов высокого напряжения и общие требования, предъявляемые к ним.
12. Воздушные выключатели высокого напряжения.
13. Элегазовые выключатели высокого напряжения.
14. Масляные выключатели высокого напряжения.
15. Электромагнитные выключатели высокого напряжения.
16. Вакуумные выключатели высокого напряжения. Реклоузеры.
17. Коммутационные аппараты: предохранители, разъединители, короткозамыкатели, отделители.
19. Комплектные распределительные устройства (КРУ).
20. Защитные и ограничивающие аппараты (предохранители, токоограничивающие реакторы).
21. Защитные и ограничивающие аппараты (разрядники, нелинейные ограничители перенапряжений).
22. Герметизированные комплектные распределительные устройства на основе элегаза.
23. Силовые конденсаторы. Основные характеристики.
24. Электротехнические материалы, применяемые в силовых конденсаторах.

25. Силовые конденсаторы. Конструкция и область применения.
26. Особенности гашения электрической дуги в воздушных выключателях.
27. Объясните понятия: «номинальный ток» и «номинальный ток отключения».
28. Принцип модульного построения конструкции воздушных выключателей на напряжение выше 220 кВ?
29. Гашение дуги в элегазе.
30. В чём достоинства элегазовых ячеек КРУ?
31. Гашение дуги в масляных выключателях. Основные этапы процесса.
32. Особенности гашения дуги в электромагнитном выключателе.
33. Каковы достоинства вакуумных дугогасительных камер в сравнении с масляными и электромагнитными?
34. Какова роль разъединителей в схемах РУ?
35. Цель использования реактора в цепи.
36. Какие способы гашения дуги применяются в аппаратах свыше 1 кВ?
37. Почему разъединителем нельзя отключить ток нагрузки?
38. Каково назначение масла в масляных баковых и маломасляных выключателях?
39. Дугогасительный модуль. Конструкция, применение.
40. Что такое электрическая прочность вакуумного промежутка?
41. Механизмы масляных выключателей.
42. Режим газового пузыря в масляном выключателе.
43. Режим газового дутья в масляном выключателе.
44. Восстановление напряжения на выключателе.
45. Выключатели с газонаполненным отделителем.
46. Маломасляный выключатель.
47. Баковые выключатели.
48. Разъединители внутренней установки.
49. Разъединители наружной установки.
50. Назначение и выбор шунтирующих элементов.
51. Основные виды приводов к выключателям переменного тока высокого напряжения.

5.2. Вопросы к экзамену

Семестр 5

1. Какие физические законы лежат в основе работы электрооборудования электростанций?
2. Комплектные распределительные устройства 10 – 35 кВ.
3. На каких законах электротехники основан принцип действия генераторов электростанций?
4. Герметизированные комплектные распределительные устройства на основе элегаза (КРУЭ).
5. Генерирующие и приёмные устройства в системах электроснабжения.
6. Защитные аппараты.
7. Конструкции синхронных генераторов.
8. Токоограничивающие аппараты.
9. Виды охлаждения синхронных генераторов.
10. Силовые конденсаторы. Основные характеристики.
11. Системы возбуждения генераторов.
12. Электротехнические материалы применяемые, в силовых конденсаторах
13. Водяное охлаждение генераторов.
14. Конструкции и области применения силовых конденсаторов.
15. Синхронные двигатели.
16. Устройства гашения дуги элегазовых выключателей.
17. Синхронные компенсаторы реактивной мощности.

18. Силовая электроника в электроэнергетике.
19. Принцип обратимости электрических машин.
20. Открытые распределительные устройства.
21. Принцип работы и устройство трансформатора.
22. Закрытые распределительные устройства.
23. Автотрансформаторы.
24. Релейная защита. Структурная схема релейной защиты.
25. Конструкции трансформаторов.
26. Распределительные щиты и щиты управления.
27. Изоляция в трансформаторах.
28. Токовые защиты.
29. Измерительные трансформаторы тока и напряжения.
30. Общая характеристика кабельных линий.
31. Реакторы. Назначение и виды.
32. Изоляторы и линейная арматура.
33. Способы охлаждения трансформаторов.
34. Электротехнические материалы. Проводниковые материалы.
35. Назначение и классификация аппаратов высокого напряжения.
36. Электротехнические материалы. Изоляционные материалы.
37. Условия работы аппаратов высокого напряжения и общие требования, предъявляемые к ним.
38. Силовые кабели. Особенности конструкции.
39. Воздушные выключатели высокого напряжения.
40. На каком физическом явлении основано действие трансформатора? Что такое коэффициент трансформации?
41. Элегазовые выключатели высокого напряжения.
42. Трёхфазный трансформатор. Конструкция, принцип действия.
43. Масляные выключатели высокого напряжения.
44. Режимы холостого хода и короткого замыкания.
45. Электромагнитные выключатели высокого напряжения.
46. Асинхронные двигатели собственных нужд электростанций.
47. Вакуумные выключатели высокого напряжения.
48. Параллельная работа трансформаторов.
49. Разъединители. Отделители. Короткозамыкатели.
50. Электрические машины постоянного тока. Устройство и принцип действия.

5.3. Вопросы к зачёту

Семестр 6

1. Значение электротехнической подготовки для специалистов в области электроэнергетики и электроснабжения.
2. Комплектные распределительные устройства 10 -35 кВ.
3. Переходный процесс при нагреве и охлаждении аппаратов.
4. Герметизированные комплектные распределительные устройства на основе элегаза (КРУЭ).
5. Охарактеризуйте процесс нагрева элементов конструкции электрических аппаратов.
6. Защитные и ограничивающие аппараты (предохранители, токоограничивающие реакторы).
7. Активные потери в аппаратах.
8. Защитные и ограничивающие аппараты (разрядники, нелинейные ограничители перенапряжений).
9. Особенности гашения электрической дуги в воздушных выключателях.
10. Силовые конденсаторы. Основные характеристики.
11. Гашение дуги в элегазе.

12. Какие способы гашения дуги применяются в аппаратах свыше 1 кВ.?
13. Контакторы и магнитные пускатели.
14. Почему разъединителем нельзя отключить ток нагрузки?
15. Режимы нагрева и термическая стойкость электрических аппаратов.
16. Дугогасительные устройства элегазовых выключателей.
17. Нагрев контактов. Режимы работы контактов. Материалы контактов.
18. Электродинамические усилия в электрических аппаратах.
19. В чём достоинства элегазовых ячеек КРУ?
20. Электродинамическая стойкость электрических аппаратов. Ток электродинамической стойкости. Ударный ток короткого замыкания.
21. Электрическая дуга и дугогасительные устройства.
22. Принцип модульного построения конструкции воздушных выключателей на напряжение выше 220 кВ.
23. Коммутационные аппараты: предохранители, разъединители, короткозамыкатели, отделители.
24. Гашение дуги в масляных выключателях. Основные этапы процесса.
25. Условия работы аппаратов высокого напряжения и общие требования, предъявляемые к ним.
26. Гашение дуги в масляных выключателях.
27. Объясните понятия «номинальный ток» и «номинальный ток отключения».
28. Назначение и выбор шунтирующих элементов.
29. Особенности гашения дуги в электромагнитном выключателе.
30. Разъединители наружной установки.
31. Каковы достоинства вакуумных дугогасительных камер в сравнении с масляными и электромагнитными?
32. Разъединители внутренней установки.
33. Какова роль разъединителей в схемах РУ?
34. Баковые выключатели.
35. Назначение и классификация аппаратов высокого напряжения.
36. Дугогасительный модуль. Конструкция, применение.
37. Режимы аппаратов высокого напряжения.
38. Маломасляный выключатель.
39. Воздушные выключатели высокого напряжения.
40. Цель использования реактора в цепи.
41. Элегазовые выключатели высокого напряжения.
42. Выключатели с газонаполненным отделителем.
43. Масляные выключатели высокого напряжения.
44. Восстановление напряжения на выключателе.
45. Электромагнитные выключатели высокого напряжения.
46. Что такое электрическая прочность вакуумного промежутка?
47. Вакуумные выключатели высокого напряжения.
48. Режим газового дутья в масляном выключателе.
49. Разъединители, отделители, короткозамыкатели.
50. Механизмы масляных выключателей.

Фонд оценочных средств для проведения аттестации уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине оформляется отдельным документом.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Книгообеспеченность

| Наименование литературы: автор, название, вид издания, издательство | Год издания | КНИГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ |
|---|-------------|---|
| | | Наличие в электронной библиотеке ВлГУ |
| Основная литература | | |
| 1. Промышленные теплоэнергетические установки и системы: учеб. пособие для вузов. / Б. В. Сазанов, В. И. Ситас. - Москва, Изд. дом МЭИ. | 2014 | http://www.snudentlibrary.ru/book/MPEI221.html |
| 2. В. А. Шахнин, Электроснабжение технических объектов, зданий и сооружений. Учеб. пособие; Влад. гос. ун-т. Владимир. ООО «Аркаим». 96с. ISBN 978-5-93767-073-1. | 2014 | http://e.lib.vlsu.ru:80/handle/123456789/3790 |
| 3. Передача и распространение электрической энергии: учебное пособие / А. А. Герасименко, В. Т. Федин. - М.: КНОРУС. 648с. ISBN 978-5-406-03226-8. | 2014 | http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=515127 |
| Дополнительная литература | | |
| 1. Основы современной энергетики: учебник для вузов: в 2-х т. д ред. Аметистова Е. В. : М.: Изд. дом МЭИ., | 2011 | http://www.studentlibrary.ru/book/book/MPEI83.html |
| 2. Электрооборудование электрических станций и подстанций: / Л. Д. Рожкова, Л. К. Корнеева, Т. В. Чиркова. – 2-е изд. - М.: Изд. Центр «Академия», – 448 с. ISBN 978-5-4468-0290-6. | 2013 | http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=548084 |

6.2. Периодические издания

1. Журнал «Вопросы материаловедения».
2. Журнал «Известия ВУЗов: электроника».
3. Журнал «Проектирование и технология электронных средств».
4. Журнал «Электричество».
5. Журнал «Электро. Электротехника. Электротехническая промышленность».
6. Журнал «Электротехника».
7. Журнал «Материаловедение».

6.3. Интернет-ресурсы

<http://elektrica.info/klassifikatsiya-e-lektrotehnicheskikh-materialov/>
<http://fb.ru/article/245937/elektrotehnicheskie-materialyi-ih-svoystva-i-primenenie>
<http://www.mukhin.ru/stroysovet/electro/005/htme>
<http://lib.madi.ru/fel/fel1/fel08E024.pdf>
<http://www.elektrikii.ru/publ/10-1-0-69>
<http://refdb.ru/look/1847535.html>
<http://www.studfiles.ru/preview/4354486/>
http://electrohobby.ru/elektr_mater_chno_eto_tak_ob_pon.html
<http://forca.ru/knigi/arhivy/elektromaterialovedenie.html>
<http://window.edu.ru/resource/993/24993/files/nwpi080.pdf>
<http://bibliofond.ru/view.aspx?id=3250>
<http://pandia.ru/text/78/395/85146.php>

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Практические занятия по дисциплине проводятся в специализированной лаборатории электротехники и электроники кафедры ЭТЭн, в которой имеются натурные образцы оборудования, наглядные пособия и плакаты.

Перечень используемого лицензионного программного обеспечения

1. Microsoft Office
2. MATLAB

Рабочую программу составил доцент Шмелёв В.Е.



Рецензент (представитель работодателя)

Начальник проектного отдела ООО «МФ Электро» Чебрякова Ю.С.



Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры «Электротехника и электроэнергетика»

Протокол № 1 от 30 августа 2021 года

Заведующий кафедрой Бадалян Норайр Петикович



Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»


Протокол № 1 от 30 августа 2021 года

Председатель комиссии Бадалян Норайр Петикович



**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рабочая программа одобрена на 2022-2023 учебный год
Протокол заседания кафедры № 14 от 05.05.2022 года

Заведующий кафедрой  И.Н. Бадалян

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год
Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год
Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год
Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год
Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год
Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год
Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

в рабочую программу дисциплины

НАИМЕНОВАНИЕ

образовательной программы направления подготовки *код и наименование ОП*, направленность: *наименование (указать уровень подготовки)*

| Номер изменения | Внесены изменения в части/разделы рабочей программы | Исполнитель ФИО | Основание (номер и дата протокола заседания кафедры) |
|-----------------|---|--------------------|---|
| 1 | | | |
| 2 | | | |

Зав. кафедрой _____ / _____

Подпись

ФИО