

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ

И. о декана факультета энергетики и систем  
управления

\_\_\_\_\_ /А.В. Бурковский/  
\_\_\_\_\_ 21 февраля 2025 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

«Коммутационные аппараты систем электроснабжения»

Направление подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Профиль Электроснабжение

Квалификация выпускника бакалавр

Нормативный период обучения 4 года / 4 года и 11 м.

Форма обучения очная / заочная

Год начала подготовки 2025

Автор программы

Заведующий кафедрой

Электромеханических

систем и электроснабжения

\_\_\_\_\_ Л.Н. Титова

\_\_\_\_\_ А.В. Тикунов

Руководитель ОПОП

\_\_\_\_\_ Н.В. Ситников

Воронеж 2025

## **1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **1.1. Цели дисциплины**

Овладение знаниями о видах, назначении и принципе действия электрических и электронных аппаратов, используемых в электротехнике и электроэнергетике, а также получение практических навыков выбора и эксплуатации аппаратов различного назначения.

### **1.2. Задачи освоения дисциплины**

- ознакомление с видами, назначением и особенностями применения электрических и электронных аппаратов;
- получение практических навыков работы с аппаратами различного назначения;
- овладение методами расчета и выбора электрических аппаратов для электротехнических и электроэнергетических систем.

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП**

Дисциплина «Коммутационные аппараты систем электроснабжения» относится к дисциплинам вариативной части блока Б1.

## **3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Процесс изучения дисциплины «Коммутационные аппараты систем электроснабжения» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-3 - Способен выполнять инженерно-техническое сопровождение деятельности по техническому обслуживанию и ремонту оборудования подстанций, кабельных и воздушных линий электропередачи

| <b>Компетенция</b> | <b>Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции</b>                                                                                 |
|--------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК-3               | Знать виды, принцип действия и назначение электрических и электронных аппаратов, используемых в электротехнике и электроэнергетике                       |
|                    | Уметь осуществлять выбор аппаратов для электротехнических и электроэнергетических систем, а также осуществлять их эксплуатацию и сервисное обслуживание. |
|                    | Владеть методами расчета электрических и электронных аппаратов различного принципа действия и назначения                                                 |

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Коммутационные аппараты систем электроснабжения» составляет 5 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий  
**очная форма обучения**

| Виды учебной работы                        | Всего часов | Семестры |
|--------------------------------------------|-------------|----------|
|                                            |             | 5        |
| <b>Аудиторные занятия (всего)</b>          | 72          | 72       |
| В том числе:                               |             |          |
| Лекции                                     | 36          | 36       |
| Практические занятия (ПЗ)                  | 18          | 18       |
| Лабораторные работы (ЛР)                   | 18          | 18       |
| <b>Самостоятельная работа</b>              | 72          | 72       |
| Часы на контроль                           | 36          | 36       |
| Виды промежуточной аттестации - экзамен    | +           | +        |
| Общая трудоемкость академические часы з.е. | 180<br>5    | 180<br>5 |

**заочная форма обучения**

| Виды учебной работы               | Всего часов | Семестры |
|-----------------------------------|-------------|----------|
|                                   |             | 6        |
| <b>Аудиторные занятия (всего)</b> | 10          | 10       |
| В том числе:                      |             |          |
| Лекции                            | 4           | 4        |
| Практические занятия (ПЗ)         | 2           | 2        |
| Лабораторные работы (ЛР)          | 4           | 4        |
| <b>Самостоятельная работа</b>     | 161         | 161      |
| Часы на контроль                  | 9           | 9        |

|                                            |          |          |
|--------------------------------------------|----------|----------|
| Виды промежуточной аттестации - экзамен    | +        | +        |
| Общая трудоемкость академические часы з.е. | 180<br>5 | 180<br>5 |

## 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

#### очная форма обучения

| № п/п | Наименование темы                                   | Содержание раздела                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Лекц | Прак зан. | Лаб. зан. | СРС | Всего, час |
|-------|-----------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|-----------|-----------|-----|------------|
| 1     | Физические основы теории электрических аппаратов    | Введение. Предмет и задачи. Литература и ГОСТы, определения и классификация. Электрические и электронные аппараты как средства управления потоками энергии от источника к потребителю. Классификация электрических и электронных аппаратов. Принципы действия электрических и электронных аппаратов, их назначение, история и основные тенденции развития и совершенствования изделий электроаппаратостроения.                                                                                                                  | 6    | 2         | 4         | 12  | 24         |
| 2     | Электрические контакты. Свойства электрической дуги | Электрические контакты как средство организации электрической цепи и кинематической коммутации. Сопротивление контактов, зависимость его от усилий нажатия и температуры. Эрозия контактов, сваривание. Явление электродинамического отброса контактов. Конструкция, материалы контактов, выбор нажатия и провала контактов. Свойства электрической дуги. Условия гашения дуги постоянного и переменного тока. Конструкция дугогасительных устройств. Искрогашения с помощью специальных линейных и нелинейных вентильных схем. | 6    | 2         | 4         | 12  | 24         |
| 3     | Контактные коммутационные                           | Методы анализов, проводимости воздушных зазоров, учет                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 6    | 2         | 4         | 12  | 24         |

|              |                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |           |           |           |           |            |
|--------------|-------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|
|              | электрические аппараты.                               | нелинейности характеристик ферромагнетиков, влияние потока рассеяния.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |           |           |           |           |            |
| 4            | Характеристики электромагнитов                        | Тяговые характеристики электромагнитов. Сила тяги электромагнитов постоянного и переменного тока. Зависимость силы тяги от величины рабочего зазора. Механическая характеристика, согласование тяговой и механической характеристик, коэффициент возврата. Вибрация якорей электромагнитов переменного тока, устранение вибраций. Время срабатывания и отпускания электромагнитов. Ускорение и замедление работы электромагнитов | 6         | 4         | 2         | 12        | 24         |
| 5            | Защитные электрические аппараты, аппараты управления. | Электрические реле. Релейная характеристика. Электромагнитные реле тока и напряжения. Реле на герконах. Реле времени. Поляризованное реле. Тепловое реле. Реле защиты, автоматики, управления, связи. Основные параметры и выбор реле. Электрические аппараты высокого напряжения.                                                                                                                                               | 6         | 4         | 2         | 12        | 24         |
| 6            | Бесконтактные электрические аппараты                  | Датчики. Назначения и классификация электрических датчиков. Требования, предъявляемые к электрическим датчикам. Реостатные, угольные, тензодатчики. Индуктивные датчики, датчики Холла, пьезодатчики. Магнитные усилители; принцип действия дроссельных магнитных усилителей (МУ), основные характеристики.                                                                                                                      | 6         | 4         | 2         | 12        | 24         |
| <b>Итого</b> |                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | <b>36</b> | <b>18</b> | <b>18</b> | <b>72</b> | <b>144</b> |

### заочная форма обучения

| № п/п | Наименование темы                                | Содержание раздела                                                                                                                                                                     | Лекц | Прак зан. | Лаб. зан. | СРС | Всего, час |
|-------|--------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|-----------|-----------|-----|------------|
| 1     | Физические основы теории электрических аппаратов | Введение. Предмет и задачи. Литература и ГОСТы, определения и классификация. Электрические и электронные аппараты как средства управления потоками энергии от источника к потребителю. | 2    | -         | 2         | 26  | 30         |

|   |                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |   |   |   |    |    |
|---|-----------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---|----|----|
|   |                                                     | Классификация электрических и электронных аппаратов. Принципы действия электрических и электронных аппаратов, их назначение, история и основные тенденции развития и совершенствования изделий электроаппаратостроения.                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |   |   |   |    |    |
| 2 | Электрические контакты. Свойства электрической дуги | Электрические контакты как средство организации электрической цепи и кинематической коммутации. Сопротивление контактов, зависимость его от усилий нажатия и температуры. Эрозия контактов, сваривание. Явление электродинамического отброса контактов. Конструкция, материалы контактов, выбор нажатия и провала контактов. Свойства электрической дуги. Условия гашения дуги постоянного и переменного тока. Конструкция дугогасительных устройств. Искрогашения с помощью специальных линейных и нелинейных вентильных схем. | 2 | - | 2 | 26 | 30 |
| 3 | Контактные коммутационные электрические аппараты.   | Методы анализов, проводимости воздушных зазоров, учет нелинейности характеристик ферромагнетиков, влияние потока рассеяния.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | - | - | - | 28 | 28 |
| 4 | Характеристики электромагнитов                      | Тяговые характеристики электромагнитов. Сила тяги электромагнитов постоянного и переменного тока. Зависимость силы тяги от величины рабочего зазора. Механическая характеристика, согласование тяговой и механической характеристик, коэффициент возврата. Вибрация якорей электромагнитов переменного тока, устранение вибраций. Время срабатывания и отпускания электромагнитов. Ускорение и замедление работы электромагнитов                                                                                                | - | - | - | 28 | 28 |
| 5 | Защитные электрические аппараты, аппараты           | Электрические реле. Релейная характеристика.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | - | - | - | 26 | 26 |

|              |                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |          |          |          |            |            |
|--------------|--------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------|----------|------------|------------|
|              | управления.                          | Электромагнитные реле тока и напряжения. Реле на герконах. Реле времени. Поляризованное реле. Тепловое реле. Реле защиты, автоматики, управления, связи. Основные параметры и выбор реле. Электрические аппараты высокого напряжения.                                                                       |          |          |          |            |            |
| 6            | Бесконтактные электрические аппараты | Датчики. Назначения и классификация электрических датчиков. Требования, предъявляемые к электрическим датчикам. Реостатные, угольные, тензодатчики. Индуктивные датчики, датчики Холла, пьезодатчики. Магнитные усилители; принцип действия дроссельных магнитных усилителей (МУ), основные характеристики. | -        | 2        | -        | 27         | 29         |
| <b>Итого</b> |                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | <b>4</b> | <b>2</b> | <b>4</b> | <b>161</b> | <b>171</b> |

## 5.2 Перечень лабораторных работ

- Исследование электродинамических сил;
- Исследование переходного сопротивления контактов.
- Исследование контактора постоянного тока.
- Исследование электромагнита переменного тока.
- Исследование методов изменения времени срабатывания и отпускания реле. Исследование защитных реле.
- Исследование магнитного усилителя.
- Исследование тиристорного коммутатора
- Исследование селективности защитных аппаратов

## 6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины не предусматривает выполнение курсового проекта (работы) или контрольной работы.

## 7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

### 7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

#### 7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

| Компетенция | Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции                                                                                        | Критерии оценивания                                                                     | Аттестован                                                    | Не аттестован                                                   |
|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| ПК-3        | Знать виды, принцип действия и назначение электрических и электронных аппаратов, используемых в электротехнике и электроэнергетике                       | Активная работа на практических занятиях                                                | Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах | Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах |
|             | Уметь осуществлять выбор аппаратов для электротехнических и электроэнергетических систем, а также осуществлять их эксплуатацию и сервисное обслуживание. | Решение стандартных практических задач, выполнение лабораторных работ                   | Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах | Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах |
|             | Владеть методами расчета электрических и электронных аппаратов различного принципа действия и назначения                                                 | Решение прикладных задач в конкретной предметной области, выполнение лабораторных работ | Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах | Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах |

### 7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 5 семестре для очной формы обучения, 6 семестре для заочной формы обучения по четырехбалльной системе:

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно».

| Компетенция | Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции                                                                                        | Критерии оценивания                    | Отлично                                                | Хорошо                                                                                | Удовл.                                                   | Неудовл.                             |
|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|--------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| ПК-3        | Знать виды, принцип действия и назначение электрических и электронных аппаратов, используемых в электротехнике и электроэнергетике                       | Тест                                   | Выполнение теста на 90-100%                            | Выполнение теста на 80-90%                                                            | Выполнение теста на 70-80%                               | В тесте менее 70% правильных ответов |
|             | Уметь осуществлять выбор аппаратов для электротехнических и электроэнергетических систем, а также осуществлять их эксплуатацию и сервисное обслуживание. | Решение стандартных практических задач | Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы | Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах | Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач | Задачи не решены                     |

|  |                                                                                                          |                                                          |                                                        |                                                                                       |                                                          |                  |
|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|------------------|
|  | Владеть методами расчета электрических и электронных аппаратов различного принципа действия и назначения | Решение прикладных задач в конкретной предметной области | Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы | Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах | Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач | Задачи не решены |
|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|------------------|

## 7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

### 7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

– Электрический аппарат

А. это электротехническое устройство, которое используется для включения и отключения электрических цепей, контроля, измерения, защиты, управления регулирования установок предназначенных для передачи, преобразования, распределения и потребления электроэнергии

Б. это электротехническое устройство, которое используется для включения и отключения электрических цепей.

В. это электрическая машина, которая служит для преобразования электрической энергии в механическую.

– признаки классификаций электрических аппаратов

А. цена

Б. назначение

В. внешний вид

Г. область применения

Д. принцип действия

Е. род тока

Ж.исполнение защиты от воздействия окружающей среды

– Что из перечисленного не относится к коммутационным аппаратам

А.магнитный пускатель

Б.рубильник

В.пакетный выключатель

– Отделители, короткозамыкатели, разъединители относятся

А. к аппаратам защиты

Б. к коммутационным аппаратам

В.к токоограничивающим аппаратам

– Токоограничивающие аппараты

А. токоограничивающий реактор

Б.вентильный разрядник

В. трубчатый разрядник

Г.высоковольтный предохранитель

– Аппараты, предназначенные для пуска, регулирования частоты вращения, напряжения и тока электрических машин или каких-либо других потребителей электрической энергии

А. разрядник

Б. магнитный пускатель

В. автоматический воздушный выключатель

Г. резистор

- Аппараты для контроля заданных электрических и неэлектрических параметров
  - А. реле тока
  - Б. реле времени
  - В. датчик движения
  - Г. командоаппарат
- С помощью этих аппаратов цепи первичной коммутации (главные цепи) изолируются от цепей измерительных и защитных приборов, а измеряемая величина приобретает стандартное значение удобное для измерений.
  - А. ограничивающие
  - Б. измерительные
  - В. коммутационные
- Функция защитных оболочек электрических аппаратов
  - А. Для предотвращения соприкосновения обслуживающего персонала с токоведущими или подвижными частями и исключение попадания в аппараты инородных тел
  - Б. Для предотвращения соприкосновения обслуживающего персонала с токоведущими частями
  - В. защита от внешних факторов
- степень защиты от прикосновения к опасным деталям аппарата в обозначении аппарата
  - А. I
  - Б. Р
  - В. 1 цифра
  - Г. 2 цифра

### **7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач**

- Из каких материалов изготавливаются контактирующие элементы электрических аппаратов?
  - a. Металлов с малым удельным электрическим сопротивлением.
  - b. Металлов с большим удельным электрическим сопротивлением.
  - c. Керамики.
  - d. Диэлектрических материалов.
  - e. Полупроводниковых материалов.
- Для чего применяют контактное нажатие в электрических контактах электрических аппаратов?
  - a. Уменьшения вибрации контактов.
  - b. Увеличения прочности контактов.
  - c. Уменьшения времени срабатывания контактов.
  - d. Увеличения механической износостойчивости.
  - e. Уменьшения электрического сопротивления контактирующих элементов.
- Для каких материалов контактов в месте контактирования допускается наибольшая температура?
  - a. Медь.
  - b. Серебро.
  - c. Сплавы металлов.
  - d. Металлокерамика.
- Какие муфты управления обладают большим ресурсом работы?
  - a. Гистерезисные.
  - b. Фрикционные
  - c. Ферропорошковые.
- Для чего нужна дугогасительная камера в контакторе?
  - a. Для охлаждения электрической дуги.
  - b. Для гашения электрической дуги.
  - c. Для удлинения дуги под воздействием электромагнитной силы.

- d. Для удлинения и охлаждения электрической дуги.
  - Для чего нужна система магнитного дутья в контакторе?
- a. Для охлаждения электрической дуги.
- b. Для гашения электрической дуги.
- c. Для разрыва силовой электрической цепи.
- d. Для удлинения дуги под воздействием электромагнитной силы от взаи-модействия тока дуги с магнитным полем обмотки системы.
  - Какие дугогасительные камеры наиболее эффективны?
- a. С широкой щелью.
- b. С узкой щелью.
- c. Многократные щелевые.
- d. Лабиринтные.
- Какую роль выполняет немагнитная прокладка на якоре электромагнита контактора постоянного тока?
- a. Смягчает удар якоря о неподвижный магнитопровод.
- b. Уменьшает воздушный зазор.
- c. Уменьшает ход якоря.
- d. Уменьшает залипание якоря.
- Какую роль выполняют мощные контакты в контакторе?
- a. Коммутируют цепь управления.
- b. Коммутируют силовую цепь.
- c. Коммутируют цепи управления и силовую цепь.
- Какой командоаппарат имеет большее количество контактов?
- a. Кнопка.
- b. Путевой выключатель.
- c. Блокировочный выключатель.
- d. Контроллер.

### 7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

- Выбор контакторов и магнитного пускателя для управления и защиты асинхронного двигателя.

Необходимо выбрать контактор, магнитный пускатель и тепловое реле для управления и защиты асинхронного двигателя серии 4А, работающего в продолжительном режиме. Тип двигателя в соответствии с индивидуальным вариантом контрольного задания. Схема прямого пуска и защиты асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором представлена на рисунке.

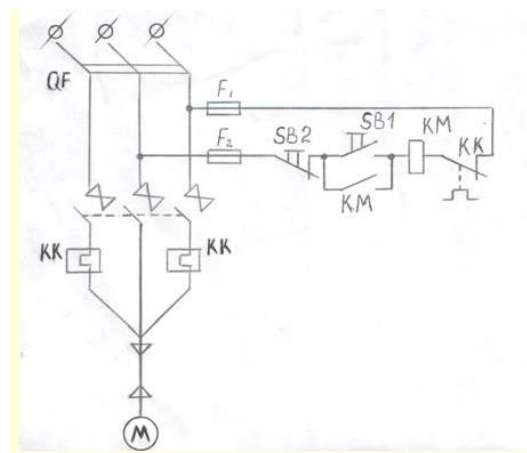


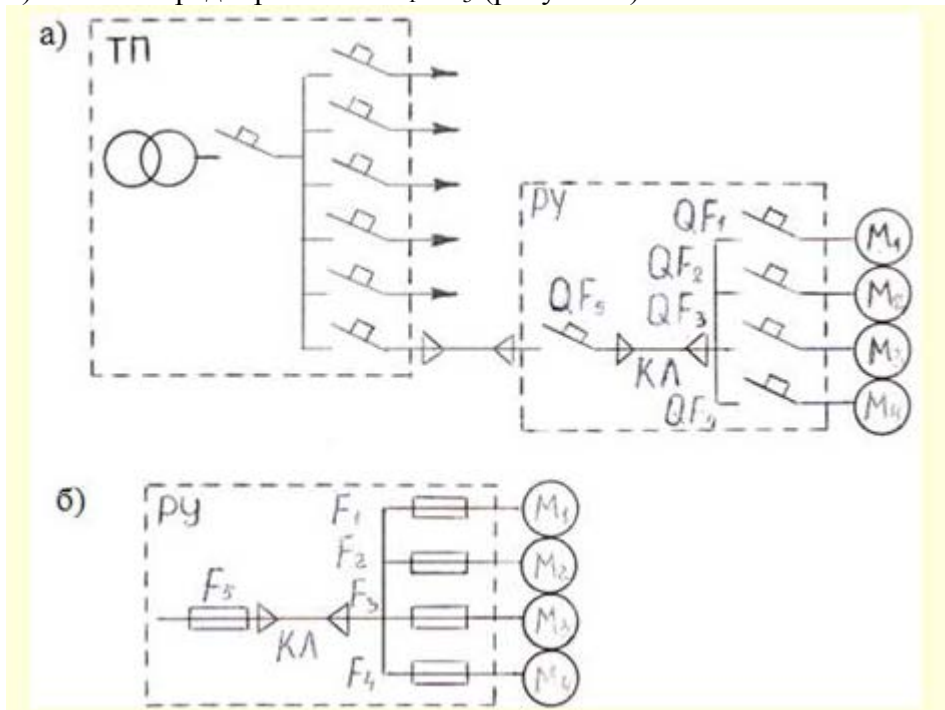
Схема пуска и защиты двигателя

- Выбор автоматических выключателей и предохранителей для защиты двигателей.
- От цехового трансформатора кабелем питается сборка механической мастерской, к

которой подключены четыре двигателя. Напряжение сети 380 В. Все двигатели работают одновременно. Типы двигателей согласно варианту; В тех случаях, когда номинальное напряжение выбранных двигателей 660 В, необходимо изменить его на напряжение 380 В. Схема цеховой электрической сети, питающей сборку механической мастерской, приведена на рисунке. Требуется выбрать аппараты защиты двигателей и кабеля, питающего сборку:

а) автоматические выключатели  $QF_1 - QF_5$  (рисунок а);

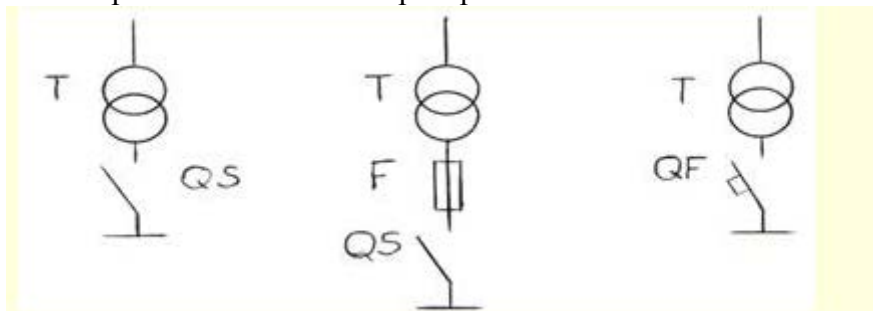
б) плавкие предохранители  $F_1 - F_5$  (рисунок б).



Участок радиальной схемы цеховой электрической сети (ТП – трансформаторная подстанция; РУ – распределительное устройство; КЛ - кабель;  $QF_1 - QF_5$  – автоматы;  $M_1 - M_4$  – двигатели;  $F_1 - F_5$  – плавкие предохранители)

– Выбор низковольтных аппаратов в системах электроснабжения.

Для схем соединения понижающих трансформаторов со сборными шинами низкого напряжения, приведенных на рисунке, выбрать рубильник QS, предохранитель F и автоматические воздушные выключатели QF в соответствии с исходными данными индивидуального варианта. Номинальное напряжение  $U_H = 380$  В. Условия выбора, расчетные и справочные значения проверяемых величин записать в таблицу.



– Выбор высоковольтных аппаратов в системах электроснабжения.

Для схемы питания понижающего трансформатора от магистральной линии, приведенной на рисунке 1, выбрать разъединитель QS и предохранитель F в соответствии с исходными данными индивидуального варианта. Для схем, приведенных на рис. 2, выбрать предохранитель F, короткозамыкатель QN и выключатель Q в соответствии с исходными данными индивидуального варианта. Условия выбора, расчетные и справочные значения проверяемых величин записать в таблицу.

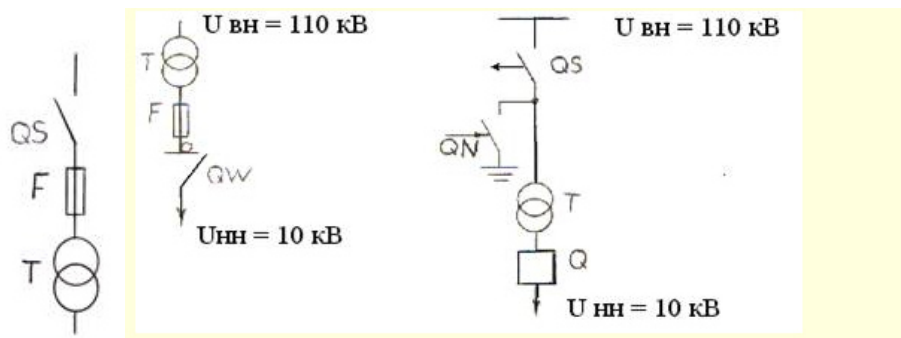


Рисунок 1

Рисунок 2

#### 7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

Не предусмотрено учебным планом

#### 7.2.5 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

Принцип действия, конструкция и характеристики контакторов постоянного тока; переменного тока.

Основное назначение и условия работы магнитных пускателей.

Нереверсивный и реверсивный пуск и отключение асинхронного двигателя с помощью магнитного пускателя.

Выбор контакторов и магнитных пускателей.

Принцип действия, конструкция и характеристики предохранителей.

Релейное устройство, его основные характеристики.

Классификация реле. Основные требования к реле.

Принцип действия и характеристики электромагнитных реле тока, индукционного реле.

Реле времени с электромагнитным замедлением.

Реле времени с механическим замедлением.

Принцип действия, конструкция основных типов герконов.

Принцип работ и схема полупроводникового пускателя.

Основное назначение и принцип построения основных логических элементов используемых в ЭЭА

Основные параметры датчиков.

Конструкция и основные параметры контактных датчиков.

Принцип действия, конструкции индуктивных датчиков.

Принцип действия, конструкции и основные параметры индукционных датчиков.

Принцип действия полупроводниковых тензодатчиков, кварцевого пьезодатчика, датчика Холла?

Принцип действия дроссельного МУ, его недостатки.

Конструкция и параметры высоковольтных разъединителей, отделителей и короткозамыкателей.

Принцип действия, конструкция и параметры высоковольтных выключателей.

Принцип действия, конструкции и параметры реакторов.

Конструкции и параметры высоковольтных разрядников.

Основные конструкции и параметры токовых трансформаторов, трансформаторов напряжения.

#### 7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Экзамен проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 10 вопросов и задачу. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом, задача оценивается в 10 баллов (5 баллов верное решение и 5

баллов за верный ответ). Максимальное количество набранных баллов – 20.

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 6 баллов.

2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 6 до 10 баллов

3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 11 до 15 баллов.

4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 16 до 20 баллов.

#### **7.2.7 Паспорт оценочных материалов**

| № п/п | Контролируемые разделы (темы) дисциплины              | Код контролируемой компетенции | Наименование оценочного средства                                |
|-------|-------------------------------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| 1     | Физические основы теории электрических аппаратов      | ПК-3                           | Тест, выполнение практических работ, защита лабораторных работ. |
| 2     | Электрические контакты. Свойства электрической дуги   | ПК-3                           | Тест, выполнение практических работ, защита лабораторных работ. |
| 3     | Контактные коммутационные электрические аппараты.     | ПК-3                           | Тест, выполнение практических работ, защита лабораторных работ. |
| 4     | Характеристики электромагнитов                        | ПК-3                           | Тест, выполнение практических работ, защита лабораторных работ. |
| 5     | Защитные электрические аппараты, аппараты управления. | ПК-3                           | Тест, выполнение практических работ, защита лабораторных работ. |
| 6     | Бесконтактные электрические аппараты                  | ПК-3                           | Тест, выполнение практических работ, защита лабораторных работ. |

#### **7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности**

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики

выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

## **8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)**

### **8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

Гуляев А.А. Электрические и электронные аппараты А.А. Гуляев, Н.И. Королев; Р.О. Нюхин Учеб. пособие. - Воронеж : Научная книга, 2010. - 131 с.

Чунихин, А.А. Электрические аппараты: Общий курс [Текст] : учебник : допущено Гос. ком. СССР по нар. образованию. - 3-е изд., перераб. и доп. - Москва : Энергоатомиздат, 1988. - 718 с. : ил.

Синюкова Т. В. Электрические аппараты : учебное пособие / Т. В. Синюкова. - Электрические аппараты ; Весь срок охраны авторского права. - Липецк : Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2019. - 49 с. - Текст. - Весь срок охраны авторского права. - ISBN 978-5-88247-976-2. URL: <http://www.iprbookshop.ru/101458.html>

Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплинам —Электрические и электронные аппараты, —Коммутационные устройства в электроснабжении, —Коммутационные аппараты систем электроснабжения для студентов направлений 13.03.02,35.03.06,35.04.06 очной формы обучения ФГОУ ВО —Воронежский государственный технический университет; сост. А.А. Гуляев, С.А.Горемыкин, Н. И. Королёв, Н.В. Ситников, П.П. Видулин, Воронеж, 2016.

Методические указания к выполнению расчетно-графического задания по дисциплинам —Электрические и электронные аппараты, —Коммутационные устройства в электроснабжении, —Коммутационные аппараты систем электроснабжения для студентов направлений 13.03.02, 35.03.06,35.04.06 очной формы обучения, 2016.

Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплинам —Электрические и электронные аппараты, —Коммутационные устройства в электроснабжении, —Коммутационные аппараты систем электроснабжения для студентов направлений 13.03.02,35.03.06,35.04.06 очной формы обучения ФГБОУ ВО —Воронежский государственный технический университет; сост. А.А.Гуляев, С.А.Горемыкин, В.П.Шелякин, П.П.Видулин, Воронеж, 2016. 16 с.

### **8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных**

## **профессиональных баз данных и информационных справочных систем:**

**Лицензионное программное обеспечение**  
AutoCAD

**Свободное ПО**  
OpenOffice Text  
OpenOffice Calc

**Отечественное ПО**  
Компас-График LT

**Ресурс информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**  
<http://www.edu.ru/>  
Образовательный портал ВГТУ

### **Информационная справочная система**

<https://wiki.cchgeu.ru/>

**Современные профессиональные базы данных**  
Electrik.info

Адрес ресурса: <http://electrik.info/beginner.html>

Электротехника. Сайт об электротехнике

Адрес ресурса: <https://electrono.ru>

Журнал ЭЛЕКТРИЧЕСТВО

Адрес ресурса: <https://www.booksite.ru/elektr/index.htm>

Электротехнический портал

<http://электротехнический-портал.рф/>

Электроцентр

Адрес ресурса: <http://electrocentr.info/>

Министерство энергетики

Адрес ресурса: <https://minenergo.gov.ru/>

Netelectro

Новости электротехники, оборудование и средства автоматизации. Информация о компаниях и выставках, статьи, объявления

Адрес ресурса: <https://netelectro.ru/>

Marketelectro

Отраслевой электротехнический портал. Представлены новости отрасли и компаний, объявления, статьи, информация о мероприятиях, фотогалерея, видеоматериалы, нормативы и стандарты, библиотека, электромаркетинг

Адрес ресурса: <https://marketelectro.ru/>

Электромеханика

Адрес ресурса: <https://www.electromechanics.ru/>

Electrical 4U

Разделы сайта: «Машины постоянного тока», «Трансформаторы», «Электротехника», «Справочник»

Адрес ресурса: <https://www.electrical4u.com/>

Allaboutcircuits

Одно из самых крупных онлайн-сообществ в области электротехники. На сайте размещены статьи, форум, учебные материалы (учебные пособия, видеолекции, разработки, вебинары) и другая информация

Адрес ресурса: <https://www.allaboutcircuits.com>

Библиотека ООО «Электропоставка»  
 Адрес ресурса: <https://elektropostavka.ru/library>  
 Электрик  
 Адрес ресурса: <http://www.electrik.org/>  
 Чертежи.ru  
 Адрес ресурса: <https://chertezhi.ru/>  
 Электроспец  
 Адрес ресурса: <http://www.elektropspets.ru/index.php>  
 Онлайн-электрик баз данных по электрическим сетям и электрооборудованию  
 Адрес ресурса: <https://online-electric.ru/dbase.php>  
 Школа для электрика.  
 Адрес ресурса: <http://electricalschool.info/spravochnik/apparaty/146-klassifikacija-jelektricheskikh.html>.  
 Графические и буквенные обозначения в электрических схемах.  
 Адрес ресурса: <https://ddecad.ru/uslovnnye-oboznacheniya-v-elektricheskikh-skhemakh/>

## **9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА**

Специализированная лекционная аудитория, оборудованная видеопроектором.

Лаборатория «Электрические и электронные аппараты» кафедры ЭМСЭС, оборудованная стендами для проведения исследований в рамках лабораторных работ, а также натурными образцами электрических и электронных аппаратов различного назначения.

## **10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

По дисциплине «Коммутационные аппараты систем электроснабжения».

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков расчета. Практические занятия направлены на приобретение практических навыков расчета коммутационных устройств, электрических и электронных аппаратов различного назначения. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

Лабораторные работы выполняются на лабораторном оборудовании в соответствии с методиками, приведенными в указаниях к выполнению работ.

| Вид учебных занятий | Деятельность студента                                                                                                                                                                              |
|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Лекция              | Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка |

|                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|---------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                       | терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.                                                                                                                                                                                                                    |
| Практическое занятие                  | Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Лабораторная работа                   | Лабораторные работы позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности лабораторных для подготовки к ним необходимо: следует разобрать лекцию по соответствующей теме, ознакомиться с соответствующим разделом учебника, проработать дополнительную литературу и источники, решить задачи и выполнить другие письменные задания.                                                                                                                                             |
| Самостоятельная работа                | Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: <ul style="list-style-type: none"> <li>- работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций;</li> <li>- выполнение домашних заданий и расчетов;</li> <li>- работа над темами для самостоятельного изучения;</li> <li>- участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад;</li> <li>- подготовка к промежуточной аттестации.</li> </ul> |
| Подготовка к промежуточной аттестации | Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед экзаменом, экзаменом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.                                                                                                                                                                                                                                                                                 |