

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ИЖЕВСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

Per. № 15-14-11

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе


" 12 " 12 2015 г. П.Б. Акмаров

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Электрические машины и аппараты

Направление подготовки *«Теплоэнергетика и теплотехника»*

Профиль *«Энергообеспечение предприятий»*

Квалификация выпускника – *бакалавр*

Форма обучения – *очная, заочная*

Ижевск 2015

ОГЛАВЛЕНИЕ

| | |
|--|----|
| 1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ | 3 |
| 2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП | 4 |
| 3 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ | 5 |
| 4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ «ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАШИНЫ И АППАРАТЫ» (очное обучение) | 7 |
| 5 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ | 18 |
| 6 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ | 19 |
| 7 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) «ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАШИНЫ И АППАРАТЫ» | 21 |
| 8 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) «ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАШИНЫ И АППАРАТЫ» | 25 |
| 9 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ «ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАШИНЫ И АППАРАТЫ» (заочное обучение) | 27 |

1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью изучения дисциплины (модуля) ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАШИНЫ И АППАРАТЫ является следующее: формирование у обучающихся цельного представления об устройстве, принципе действия и характеристиках электрических машин и аппаратов; подготовка обучающихся к таким видам деятельности, как научно-исследовательская, производственно-технологическая, монтажно-наладочная с сервисно-эксплуатационная.

С учетом поставленной цели основными задачами освоения дисциплины ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАШИНЫ И АППАРАТЫ являются следующие:

- изучить устройство, принцип действия и характеристики электрических машин и аппаратов;
- изучить режимы работы, свойства и область применения электрических машин и аппаратов;
- научиться подключать и испытывать электрические машины и аппараты, рассчитывать и измерять переменные величины, строить характеристики и выбирать пусковую и регулировочную аппаратуру;
- дать студентам необходимые сведения для последующего изучения технологии ремонта и эксплуатации энергооборудования;
- подготовить обучающихся к самостоятельной, индивидуальной работе, принятию решений в рамках своей профессиональной деятельности;
- научить владению методиками испытания, наладки и ремонта технологического оборудования в соответствии с профилем работы.

2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Учебная дисциплина Б1.В.12 ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАШИНЫ И АППАРАТЫ относится к Б.1.

Основывается на предшествующих дисциплинах

Б1В БАЗОВОЙ ЧАСТИ:

- МАТЕМАТИКА,
- ФИЗИКА,
- ХИМИЯ;
- ИНФОРМАТИКА;
- ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И ЭЛЕКТРОНИКА

а также предшествующих дисциплин:

- ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА;

Является основой для последующих дисциплин:

- НЕТРАДИЦИОННЫЕ И ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ;
- ТЕХНОЛОГИЯ РЕМОНТА И ЭКСПЛУАТАЦИЯ ЭНЕРГООБОРУДОВАНИЯ

**3 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В
РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
«ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАШИНЫ И АППАРАТЫ»
И ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ**

| Номер компетенции | Содержание компетенции | В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны | | |
|-------------------|---|--|--|--|
| | | знать | уметь | владеть |
| ОПК - 2 | Способностью демонстрировать базовые знания в области естественных дисциплин, готовность выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности; применять для их решения основные законы естествознания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования. | базовые знания в области естественных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования. | применять базовые знания в области естественных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования. | в ходе своей профессиональной деятельности базовыми знаниями в области естественных дисциплин, методами математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования. |
| ПК-1 | Способностью участвовать в сборе и анализе исходных данных для проектирования энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативной документацией | современные методы исследований, методы статистической обработки результатов опытов. | проводить статистическую обработку результатов опытов, обобщать результаты опытов и формулирует выводы | проведением лабораторных работ исследовательского характера по общепринятым методикам, составлением их описания и формулировкой выводов |

Согласно Федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования направлению подготовки 13.03.01-

«Теплотехника и теплоэнергетика (уровень бакалавриата)» область профессиональной деятельности выпускников, освоивших программу бакалавриата, включает исследование, проектирование, конструирование и эксплуатацию технических средств по производству теплоты, её применению, управлению её потоками и преобразованию иных видов энергии в теплоту.

Виды профессиональной деятельности, к которым готовятся выпускники, освоившие программу бакалавриата: научно-исследовательская, производственно-технологическая, монтажно-наладочная и сервисно-эксплуатационная.

Выпускники, освоившие программу бакалавриата, в соответствии с видами профессиональной деятельности, должны быть готовы решать следующие профессиональные задачи:

- изучение научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования;
- проведение экспериментов по заданной методике и анализ результатов;
- контроль за соблюдением технологической дисциплины;
- организация метрологического обеспечения технологических процессов;
- монтажно-наладочная деятельность;
- участие в монтажных, пусконаладочных работах, предварительных испытаниях, опытной эксплуатации и приемке в эксплуатацию энергетического, теплотехнического и теплоэнергетического оборудования в целом, а также изделий, узлов, систем и деталей в отдельности;
- обслуживание технологического оборудования;
- участие в проверке технического состояния и остаточного ресурса оборудования;
- организации профилактических осмотров и текущего ремонта.

4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАШИНЫ И АППАРАТЫ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 6 зачётных единиц, 216 часа

| Семестр | Количество часов | | | | | | |
|--------------|--------------------|-----------|-----------|---------------------------|----------------------|--------------------------|------------|
| | Аудиторные занятия | СРС | Лекции | Лабораторные работы, час. | Практические занятия | Промежуточная аттестация | Всего |
| 5 | 36 | 36 | 20 | 6 | 10 | зачет | 72 |
| 6 | 54 | 63 | 20 | 18 | 16 | 27-экзамен | 144 |
| Итого | 90 | 99 | 40 | 24 | 26 | 27 | 216 |

4.1 Структура модуля 1 – Электрические машины постоянного тока и трансформаторы

| № | семестр | № недели | Раздел дисциплины (модуля), тема раздела | Виды учебной работы, трудоёмкость в часах | | | | | Форма текущего контроля |
|----------|----------|----------|---|---|----------|------------------|-----------------|----------|-------------------------|
| | | | | всего | лекция | практич. занятия | Лаборат. работы | СРС | |
| | | | | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 1 | 5 | 1 | Раздел 1. Машины постоянного тока. Лекция 1. Введение. Структура дисциплины. Место и роль дисциплины в формировании специалиста. Машины постоянного тока. Устройство и принцип действия. | 3 | 2 | | | 1 | Тат |
| 2 | 5 | 2 | Лекция 2. Основные электромагнитные соотношения в машинах постоянного тока. Реакция якоря. | 3 | 2 | | | 1 | Тат |
| | | | Практическое занятие. Обмотки машин постоянного тока. Простая петлевая обмотка. | 4 | | 2 | | 2 | ДЗ |

Продолжение таблицы 4.1

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|----|---|----|---|---|---|---|---|---|-----|
| 3 | 5 | 3 | Лекция 3. Коммутация машин постоянного тока. Способы и средства улучшения коммутации. | 4 | 2 | | | 2 | Тат |
| 4 | 5 | 4 | Лекция 4. Генераторы постоянного тока. Двигатели постоянного тока. Пуск двигателя постоянного тока. | 3 | 2 | | | 1 | Тат |
| | | | Практическое занятие. Обмотки машин постоянного тока. Простая волновая обмотка. | 4 | | 2 | | 2 | ДЗ |
| 5 | 5 | 5 | Лекция 5. Двигатели постоянного тока. Рабочие характеристики. Механическая характеристика. | 4 | 2 | | | 2 | Тат |
| 6 | 5 | 6 | Раздел 2. Трансформаторы. Лекция 6. Устройство и принцип действия трансформатора. Схемы и группы соединения обмоток. | 3 | 2 | | | 1 | Тат |
| | | | Практическое занятие. Сдача задания по обмоткам машин постоянного тока. Магнитная цепь машины постоянного тока. | 4 | | 2 | | 2 | ДЗ |
| 7 | 5 | 7 | Лекция 7. Схема замещения трансформатора. Определение параметров схемы замещения. | 4 | 2 | | | 2 | Тат |
| 8 | 5 | 8 | Лекция 8. Передача энергии через трансформатор. Коэффициент полезного действия. Изменение напряжения трансформатора. | 3 | 2 | | | 1 | Тат |
| | | | Практическое занятие. Магнитная цепь машины постоянного тока. Расчет магнитной цепи. | 2 | | 2 | | 2 | ДЗ |
| 9 | 5 | 9 | Лекция 9. Параллельная работа трансформаторов. Условия включения на параллельную работу. | 5 | 2 | | | 2 | Тат |
| 10 | 5 | 10 | Лекция 10. Трансформаторы специального назначения. Автотрансформаторы. Сварочные трансформаторы. | 3 | 2 | | | 1 | Тат |
| | | | Практическое занятие. Магнитная цепь машины. Расчет магнитной характеристики. | 4 | | 2 | | 2 | ДЗ |

Продолжение таблицы 4.1

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|--------------------------|---|----|---|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|-------|
| 11 | 5 | 11 | Лабораторная работа. Устройство и принцип действия двигателя постоянного тока. Устройство и принцип действия трехфазного трансформатора. Маркировка выводных концов. | 6 | | | 2 | 4 | ЛР |
| 12 | 5 | 12 | Лабораторная работа. Испытания генератора постоянного тока. Испытание трехфазного трансформатора. | 6 | | | 2 | 4 | ЛР |
| 13 | 5 | 13 | Лабораторная работа. Испытания двигателя постоянного тока. Параллельная работа трансформаторов. | 6 | | | 2 | 4 | ЛР |
| 14 | 5 | | Промежуточная аттестация | | | | | | Зачёт |
| Итого по модулю 1 | | | | 72 | 20 | 10 | 6 | 36 | |

4.2 Структура модуля 2 – Электрические машины переменного тока и аппараты.

| № | семестр | № недели | Раздел дисциплины (модуля), тема раздела | Виды учебной работы, трудоемкость в часах | | | | | Форма текущего контроля |
|---|---------|----------|--|---|--------|------------------|-----------------|-----|-------------------------|
| | | | | всего | лекция | практич. занятия | Лаборат. работы | СРС | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 1 | 6 | 1 | Раздел 3. Общие вопросы машин переменного тока. Лекция 1. Общие сведения о машинах переменного тока. Устройство и принцип действия синхронной и асинхронной машины. | 4 | 2 | | | 2 | Тат |

Продолжение таблицы 4.2

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---|---|---|--|---|---|---|---|---|--------|
| 2 | 6 | 2 | Лекция 2. ЭДС проводника, витка, катушки, фазы машин переменного тока. Способы улучшения ЭДС. | 4 | 2 | | | 2 | Тат |
| | | | Практическое занятие. Обмотки машин переменного тока. Однослойные и двухслойные обмотки. Изобразить схему обмотки. | 4 | | 2 | | 2 | ДЗ Тат |
| 3 | 6 | 3 | Лекция 3. Магнитодвижущая сила (МДС) катушки, катушечной группы, фазы. Образование вращающегося магнитного поля. | 4 | 2 | | | 2 | Тат |
| 4 | 6 | 4 | Раздел 4. Асинхронные машины. Лекция 4. Общие сведения о выпускаемых сериях асинхронных двигателей. Асинхронная машина при неподвижном роторе. Приведение вращающейся асинхронной машины к эквивалентной с неподвижным ротором. | 4 | 2 | | | 2 | Тат |
| | | | Практическое занятие. Определение параметров обмотки статора | 4 | | 2 | | 2 | ДЗ |
| 5 | 6 | 5 | Лекция 5. Т-образная и Г-образная схемы замещения асинхронной машины. Режимы работы асинхронной машины. | 4 | 2 | | | 2 | Тат |
| 6 | 6 | 6 | Лекция 6. Электромагнитный момент асинхронной машины. Механическая характеристика асинхронного двигателя. | 4 | 2 | | | 2 | Тат |
| | | | Практическое занятие. Расчет и построения энергетической диаграммы и механической характеристики асинхронного двигателя. | 4 | | 2 | | 2 | ДЗ |
| 7 | 6 | 7 | Лекция 7. Способы пуска асинхронного двигателя. Регулирование частоты вращения асинхронного двигателя. | 4 | 2 | | | 2 | Тат |

Продолжение таблицы 4.2

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|----|---|----|--|---|---|---|---|---|-----|
| 8 | 6 | 8 | Раздел 5. Синхронные машины. Лекция 8. Магнитное поле синхронной машины без нагрузки и при нагрузке. Реакция якоря. Векторная диаграмма синхронного генератора. | 4 | 2 | | | 2 | Тат |
| | | | Практическое занятие. Построить зависимость магнитодвижущей силы трехфазной обмотки. | 4 | | 2 | | 2 | ДЗ |
| 9 | 6 | 9 | Лекция 9. Характеристики синхронного генератора: холостого хода, короткого замыкания, внешняя, нагрузочная и регулировочная | 4 | 2 | | | 2 | Тат |
| 10 | 6 | 10 | Лекция 10. Включение синхронного генератора на параллельную работу. Пуск и способы пуска синхронного двигателя. Угловая характеристика синхронной машины. | 4 | 2 | | | 2 | Тат |
| | | | Практическое занятие. Круговая диаграмма асинхронной машины. Построение, анализ и определение переменных величин асинхронной машины. Сдача индивидуального задания. | 4 | | 2 | | 2 | ДЗ |
| 11 | 6 | 11 | Лабораторная работа. Устройство и принцип действия асинхронного двигателя. | 5 | | | 2 | 3 | ЛР |
| 12 | 6 | 12 | Раздел 6. Практическое занятие. Электрические аппараты. Классификация, область применения, требования к аппаратам. | 4 | | 2 | | 2 | ДЗ |
| | | | Лабораторная работа. Устройство и принцип действия синхронной машины. | 5 | | | 2 | 3 | ЛР |
| 13 | 6 | 13 | Лабораторная работа. Испытание асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором. | 5 | | | 2 | 3 | ЛР |

Продолжение таблицы 4.2

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|--------------------------|---|----|--|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|---------|
| 14 | 6 | 14 | Практическое занятие. Электромеханические аппараты управления: контакторы, пускатели. Электромеханические аппараты контроля, реле. | 4 | | 2 | | 2 | Тат |
| | | | Лабораторная работа. Пуск и изменение частоты вращения асинхронного двигателя. | 5 | | | 2 | 3 | ЛР |
| 15 | 6 | 15 | Лабораторная работа. Испытание асинхронного двигателя с фазным ротором в режиме фазорегулятора, индукционного потенциал - регулятора и индуктивного сопротивления. | 5 | | | 2 | 3 | ЛР |
| 16 | 6 | 16 | Практическое занятие. Электрические аппараты защиты: предохранители, автоматические выключатели, тепловые реле. | 4 | | 2 | | 2 | Тат |
| | | | Лабораторная работа. Испытание асинхронного двигателя с фазным ротором в несимметричных режимах. | 5 | | | 2 | 3 | ЛР |
| 17 | 6 | 17 | Лабораторная работа. Испытание трехфазного синхронного генератора. | 5 | | | 2 | 3 | ЛР |
| 18 | 6 | 18 | Лабораторная работа. Испытание синхронного генератора при параллельной работе с сетью большой мощности. | 5 | | | 2 | 3 | ЛР |
| 19 | 6 | 19 | Лабораторная работа. Отчеты по лабораторным работам. | 5 | | | 2 | 3 | ЛР |
| 20 | 6 | | Промежуточная аттестация | 27 | | | | | Экзамен |
| Итого по модулю 2 | | | | 144 | 20 | 16 | 18 | 63 | |

4.3 Матрица формируемых дисциплиной компетенций

| Разделы и темы дисциплины | Количество часов | Компетенция ОПК-2 | Компетенция ПК-1 | Общее количество компетенций |
|---|------------------|-------------------|------------------|------------------------------|
| Раздел 1. Машины постоянного тока. | | | | |
| Лекция 1. Устройство машин постоянного тока. | 2 | 1 | 1 | 2 |
| Лекция 2. Основные электромагнитные соотношения. | 2 | 1 | 1 | 2 |
| Лекция 3. Коммутация машин постоянного тока | 2 | 1 | 1 | 2 |
| Лекция 4. Генераторы и двигатели постоянного тока. | 2 | 1 | 1 | 2 |
| Лекция 5. Рабочие и механические характеристики двигателя. | 2 | 1 | 1 | 2 |
| Раздел 2. Трансформаторы. | | | | |
| Лекция 6. Устройство и принцип действия трансформатора. | 2 | 1 | 1 | 2 |
| Лекция 7. Схема замещения трансформатора. | 2 | 1 | 1 | 2 |
| Лекция 8. Передача энергии через трансформатор. | 2 | 1 | 1 | 2 |
| Лекция 9. Параллельная работа трансформаторов. | 2 | 1 | 1 | 2 |
| Лекция 10. Трансформаторы специального назначения. | 2 | 1 | 1 | 2 |
| Раздел 3. Общие вопросы машин переменного тока. | | | | |
| Лекция 1. Устройство и принцип действия машин переменного тока. | 2 | 1 | 1 | 2 |
| Лекция 2. ЭДС, машин переменного тока. | 2 | 1 | 1 | 2 |
| Лекция 3. МДС машин переменного тока. | 2 | 1 | 1 | 2 |
| Раздел 4. Асинхронные машины. | | | | |
| Лекция 4. Приведение вращающейся асинхронной машины к эквивалентной с неподвижным ротором. | 2 | 1 | 1 | 2 |
| Лекция 5. Схемы замещения асинхронной машины. | 2 | 1 | 1 | 2 |
| Лекция 6. Электромагнитный момент асинхронной машины. | 2 | 1 | 1 | 2 |
| Лекция 7. Способы пуска и регулирования асинхронного двигателя. | 2 | 1 | 1 | 2 |
| Раздел 5. Синхронные машины. | | | | |
| Раздел 6. Электрические аппараты. | | | | |
| Лекция 8. Магнитное поле синхронной машины. | 2 | 1 | 1 | 2 |
| Лекция 9. Характеристики синхронного генератора. | 2 | 1 | 1 | 2 |
| Лекция 10. Включение синхронного генератора на параллельную работу. Угловая характеристика синхронной машины. | 2 | 1 | 1 | 2 |

4.4 Содержание разделов дисциплины

| № | Наименование раздела | Содержание раздела в дидактических единицах |
|---|---|--|
| 1 | Раздел 1. Машины постоянного тока. | Машины постоянного тока: генераторы, двигатели. Устройство и принцип действия. Основные электромагнитные соотношения: зависимость ЭДС, момента, мощности. Реакция якоря. Коммутация машин постоянного тока. Генераторы, их характеристики. Двигатели, их характеристики. |
| 2 | Раздел 2. Трансформаторы. | Классификация трансформаторов. Устройство и принцип действия. Схемы и группы соединения обмоток. Передача энергии через трансформатор. |
| 3 | Раздел 3. Общие разделы машин переменного тока. | Устройство и принцип действия. Синхронные и асинхронные машины. ЭДС обмотки статора. МДС обмотки статора. |
| 4 | Раздел 4. Асинхронные машины. | Схемы замещения. Режимы работы. Электромагнитный момент. Способы пуска и регулирования частоты вращения ротора. |
| 5 | Раздел 5. Синхронные машины. | Магнитное поле машины без нагрузки и при нагрузке. Характеристики генератора. |
| 6 | Раздел 6. Электрические аппараты. | Классификация электрических аппаратов. Устройство и принцип действия, их назначение. Электрические аппараты напряжением до 1000 В. Электрические аппараты напряжением выше 1000В. |

4.5 Практические занятия (семинары)

| № п/п | Раздел дисциплины | Тематика практических занятий (семинаров) | Трудоемкость, (час) |
|-------|------------------------------------|---|---------------------|
| 1 | Раздел 1. Машины постоянного тока. | 1.1 Обмотка машин постоянного тока. Простая петлевая обмотка. | 2ч+СРС 2ч |
| | | 1.2 Обмотка машин постоянного тока. Простая волновая обмотка. | 2ч+СРС 2ч |
| | | 1.3 Магнитная цепь машины постоянного тока. Расчет и построение магнитной характеристики. | 6ч+СРС 6ч |
| 2 | Раздел 4. Асинхронные машины. | 4.1 Обмотки машин переменного тока. Изобразить однослойную и двухслойную обмотку. | 2ч+СРС 2ч |
| | | 4.2 Определить параметры трехфазной обмотки по заданному варианту. | 2ч+СРС 2ч |
| | | 4.3 Рассчитать и построить энергетическую диаграмму двигателя по заданному варианту. | 2ч+СРС 2ч |
| | | 4.4 Построить зависимость магнитодвижущей силы трехфазной обмотки по заданному варианту. | 2ч+СРС 2ч |
| | | 4.5 Построить круговую диаграмму асинхронного двигателя. | 2ч+СРС 2ч |
| 3 | Раздел 6. Электрические аппараты. | 6.1 Электрические аппараты. Классификация аппаратов. Область применения, требования к аппаратам. | 2ч+СРС 2ч |
| | | 6.2 Электрические аппараты управления: контакторы, пускатели. Электромеханические контроля. Реле. | 2ч+СРС 2ч |
| | | 6.3 Электрические аппараты защиты: предохранители, автоматические выключатели, тепловые реле. | 2ч+СРС 2ч |
| | Итого | | 26ч+СРС 26ч |

4.6 Лабораторный практикум

| № | Раздел дисциплины | Наименование лабораторных работ | Трудоемкость (час) |
|---|-------------------------|--|---|
| 1 | Машины постоянного тока | П-1. Устройство и принцип действия машины постоянного тока. П-2. Испытание генератора постоянного тока. П-3 Испытание двигателя постоянного тока. | 1ч + СРС 2ч 1ч + СРС 2ч 1ч + СРС 2ч |
| 2 | Трансформаторы | Т-1. Устройство и принцип действия трехфазного двухобмоточного трансформатора. Т-2 Испытание трехфазного трансформатора. Т-3. Параллельная работа трансформаторов. | 1ч + СРС 2ч 1ч + СРС 2ч 1ч + СРС 2ч |
| 3 | Асинхронные машины | А-1. Устройство и принцип действия асинхронного двигателя. А-2. Испытание асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором. А-3. Пуск и изменение частоты вращения асинхронного двигателя. А-4. Испытание трехфазного асинхронного двигателя с фазным ротором в режиме фазорегулятора, индукционный потенциал – регулятора и регулируемого индуктивного сопротивления. А-5. Испытание асинхронного двигателя с фазным ротором в несимметричных режимах. | 2ч + СРС 3ч 2ч + СРС 3ч 2ч + СРС 3ч 2ч + СРС 3ч 2ч + СРС 3ч |
| 4 | Синхронные машины | С-1. Устройство и принцип действия синхронной машины. С-2. Испытание трехфазного синхронного генератора. Снятие характеристик. С-3. Испытание синхронного генератора при параллельной работе с сетью большой мощности. | 2ч + СРС 3ч 2ч + СРС 3ч 2ч + СРС 3ч |
| | Итого | | 24ч + СРС 36ч |

4.7 Содержание самостоятельной работы и формы ее контроля

| № п/п | Раздел дисциплины, темы раздела | Всего час. | Содержание самостоятельной работы | Форма контроля |
|----------|--|------------|-----------------------------------|--|
| 1 | Раздел 1. Машины постоянного тока. | | | |
| 1.1 | Лекции | 10 | Изучение содержания лекции | Использование при ДЗ ДЗ Зачет ПрАт |
| 1.2 | Практические занятия | 10 | Выполнение расчетной работы | |
| 1.3 | Лабораторные работы | 3 | Отчет по лабораторным работам | |
| 2 | Раздел 2. Трансформаторы | | | |
| 2.1 | Лекции | 10 | Изучение содержания лекции | Использование при ДЗ Зачет ПрАт |
| 2.2 | Лабораторные работы | 3 | Отчет по лабораторным работам | |
| 3 | Раздел 3. Общие вопросы машин переменного тока. | | | |
| 3.1 | Лекции | 4 | Изучение содержания лекции | Использование при ДЗ |
| 4 | Раздел 4. Асинхронные машины. | | | |
| 4.1 | Лекции | 4 | Изучение содержания лекции | Использование при ДЗ ДЗ Зачет ПрАт |
| 4.2 | Практические занятия | 15 | Выполнение расчетной работы | |
| 4.3 | Лабораторные работы | 17 | Отчет по лабораторным работам | |
| 5 | Раздел 5. Синхронные машины. | | | |
| 5.1 | Лекции | 3 | Изучение содержания лекции | Использование при ДЗ Зачет ПрАт |
| 5.2 | Лабораторные работы | 11 | Отчет по лабораторным работам | |
| 6 | Раздел 6. Электрические аппараты. | | | |
| 6.1 | Практические занятия | 9 | Выполнение расчетной работы | ДЗ, Тат |
| | Промежуточная аттестация | 27 | | |
| | Итого | 99+27 | | |

5 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ.

5.1 Интерактивные образовательные технологии, используемые в аудиторных занятиях

| семестр | Вид занятий | Используемые интерактивные образовательные технологии | количество часов |
|---------|----------------------|--|------------------|
| 5,6 | Лекции | Лекция с использованием кооперативного обучения. Устройство и принцип действия электрических машин: машины постоянного тока, трансформаторы, асинхронные и синхронные машины. | 8 |
| 5,6 | Практические занятия | Использование компьютерных технологий. Обмотки машин постоянного и переменного тока. Расчет магнитной цепи электрической машины постоянного тока. | 10+16 |

5.2 При наличии лиц с ограниченными возможностями здоровья преподаватель организует работу в соответствии с Положением об инклюзивном образовании ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА.

5.3 Использование традиционных образовательных технологий:

| семестр | Вид занятий | Используемые традиционные образовательные технологии | количество часов |
|---------|----------------------|---|------------------|
| 5,6 | Лекции | Разбор проблемной ситуации, логичное развитие темы с использованием рисунков, схем и формул; выводы. | 20+20 |
| 5,6 | Практические занятия | Изучение конструкции электрических машин, представленных в разобранном виде | 4+4 |
| 5,6 | Практические занятия | Обучение конструированию и расчету обмоток электрических машин, анализу полученных результатов | 6+10 |
| 5,6 | Лабораторные работы | Испытание электрических машин в различных режимах: холостой ход, короткое замыкание, рабочий режим с регулированием под нагрузкой. Анализ полученных результатов. | 18+16 |

6 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

6.1 Виды контроля и аттестации, формы оценочных средств.

| № п/п | Номер семестра | Виды контроля и аттестации | Компетенции | Наименование раздела учебной дисциплины | Оценочные средства | |
|-------|----------------|----------------------------|-------------|--|--------------------|-------------------------------------|
| | | | | | форма | Количество вопросов |
| 1 | 5 | ТАт | ОПК-2, ПК-1 | Машины постоянного тока. Обмотки машин постоянного тока. | ДЗ | Выполнение индивидуального задания. |
| 2 | 5 | ТАт | ОПК-2, ПК-1 | Машины постоянного тока. Расчет магнитной цепи. | ДЗ | Выполнение индивидуального задания. |
| 3 | 5 | ТАт | ОПК-2, ПК-1 | Машины постоянного тока. Три лабораторные работы. | Зачет | По 2 вопроса в каждой работе |
| 4 | 5 | ТАт | ОПК-2, ПК-1 | Трансформаторы. Три лабораторные работы. | Зачет | По 2 вопроса в каждой работе |
| 5 | 5 | ПрАт | ОПК-2, ПК-1 | Машины постоянного тока. Трансформаторы. | Рейтинг | В конце каждого месяца учебы |
| 6 | 6 | ТАт | ОПК-2, ПК-1 | Асинхронные машины. Обмотки машин переменного тока. Расчет параметров обмотки. Характеристики. | ДЗ | Выполнение индивидуального задания. |
| 7 | 6 | ТАт | ОПК-2, ПК-1 | Асинхронные машины. Пять лабораторных работ. | Зачет | По 2 вопроса в каждой работе |
| 8 | 6 | ТАт | ОПК-2, ПК-1 | Синхронные машины. Три лабораторные работы. | Зачет | По 2 вопроса в каждой работе |
| 9 | 6 | ТАт | ОПК-2, ПК-1 | Электрические аппараты. Классификация; устройство и принцип действия; характеристики. | зачет | По 2 вопроса в каждой работе |
| 10 | 6 | ПрАт | ОПК-2, ПК-1 | Асинхронные машины. Синхронные машины. Электрические аппараты. | Рейтинг | В конце каждого месяца учебы. |

Примечание: ТАт – текущая успеваемость;

ПрАт – промежуточная успеваемость;

ДЗ – дифференцированный зачет по индивидуальному заданию;

Рейтинг – ежемесячная аттестация.

6.2 Перечень учебно- методического обеспечения для самостоятельной работы

1. Электрические машины - учебно-методическое пособие к практическим и лабораторным работам для студентов, обучающихся по направлениям подготовки «Агроинженерия» и «Теплотехника и теплоэнергетика». Ч. 1. Машины постоянного тока и трансформаторы [Электронный ресурс]: сост. Носков В. А., Пантелеева Л. А., Мартынов К. В., Киршин А. Р. - Ижевск: РИО Ижевская ГСХА, 2018. - Режим доступа: <http://lib-izhgsha.ru/index.php?q=docs&download=1&id=23199>

2. Носков В. А., Мартынов К. В., Киршин А. Р. Задания и методические указания по расчету параметров и характеристик электрических машин [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие для студентов очного и заочного обучения по направлениям подготовки: «Агроинженерия» и «Теплоэнергетика и теплотехника», - Ижевск: РИО Ижевская ГСХА, 2019. - 59 с. - Режим доступа: <https://lib.rucont.ru/efd/732917/info>

**7 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ
ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) «ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ
МАШИНЫ И АППАРАТЫ».**

7.1 Основная литература

| № п/п | Наименование | Используется при изучении разделов | Семестр | Количество экземпляров | |
|-------|---|------------------------------------|---------|---|------------|
| | | | | В библиотеке | На кафедре |
| 1 | Копылов И. П. Электрические машины [Электронный ресурс]: учебник для академического бакалавриата. В 2 т., - Издание Изд. 2-е, испр. и доп. - Москва: Юрайт, 2017. | Все разделы 1,2,3,4 и 5 | 5 и 6 | ЭБС Юрайт: http://www.biblio-online.ru/thematic/?45&id=urait.content.FA8A980E-1686-43F5-951B-1270A419E671&type=c_pub | |
| 2 | Копылов И. П. Электрические машины [Электронный ресурс]: учебник для академического бакалавриата. В 2 т., - Издание Изд. 2-е, испр. и доп. - Москва: Юрайт, 2017. | Все разделы 1,2,3,4 и 5 | 5 и 6 | ЭБС Юрайт: http://www.biblio-online.ru/thematic/?49&id=urait.content.505E7A27-E095-47A8-BE3E-644819DDB27E&type=c_pub | |

7.2 Дополнительная литература.

1. Загрядцкий В. И. Электрические машины [Электронный ресурс]: учебник. В 3 ч., - Орел: , 2011. - Режим доступа: <http://rucont.ru/efd/232965>
2. Загрядцкий В. И. Электрические машины [Электронный ресурс]: учебник для вузов. В 3 ч., - Орел: , 2009. - Режим доступа: <http://rucont.ru/efd/13499>
3. Загрядцкий В. И. Электрические машины [Электронный ресурс]: учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки 140400.62 "Электроэнергетика и электротехника". В 3 ч., - Орел: , 2013. - Режим доступа: <http://rucont.ru/efd/232966>

7.3 Перечень интернет – ресурсов:

1. Сайт Министерство энергетики Российской Федерации <http://minenergo.gov.ru>.
2. Сайт газеты «Энергетика и промышленность России» <http://www.eprussia.ru>.
3. Интернет портал ФГБОУ ВО «Ижевская ГСХА» <http://portal.izhgsha.ru>.
4. Электротехника: сетевой электронный научный журнал Russian Internet Journal: electrical-engineering.ru.

7.4 Методические указания по освоению дисциплины

Перед изучением дисциплины студенту необходимо ознакомиться с рабочей программой дисциплины, размещенной на портале и просмотреть основную литературу, приведенную в рабочей программе в разделе «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины». Книги, размещенные в электронно-библиотечных системах доступны из любой точки, где имеется выход в «Интернет», включая домашние компьютеры и устройства, позволяющие работать в сети «Интернет». Если выявили проблемы доступа к указанной литературе, обратитесь к преподавателю (либо на занятиях, либо через портал академии).

Для изучения дисциплины необходимо иметь чистую тетрадь для выполнения задания. Перед началом занятий надо бегло повторить материал из курса дисциплины «Электротехника» и «Теоретическая механика».

Для эффективного освоения дисциплины рекомендуется посещать все виды занятий в соответствии с расписанием и выполнять все домашние задания в установленные преподавателем сроки. В случае пропуска занятий по уважительной причине необходимо подойти к преподавателю и получить индивидуальное задание по пропущенной теме.

Полученные знания и умения в процессе освоения дисциплины студенту рекомендуется применять для решения своих задач, не обязательно связанных с программой дисциплины.

Владение компетенциями дисциплины в полной мере будет подтверждаться Вашим умением решать конкретные задачи при выполнении расчетных заданий и оформлении отчетов по лабораторным работам.

Полученные при изучении дисциплины знания, умения и навыки рекомендуется использовать при освоении последующих учебных дисциплин и выполнении выпускной квалификационной работы.

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

Поиск информации в глобальной сети Интернет

Работа в электронно-библиотечных системах

Работа в ЭИОС вуза (работа с порталом и онлайн-курсами в системе moodle.izhgsha.ru)

Мультимедийные лекции

Работа в компьютерном классе

Компьютерное тестирование

При изучении учебного материала используется комплект лицензионного программного обеспечения следующего состава:

1. Операционная система: Microsoft Windows 10 Professional. Подписка на 3 года. Договор № 9-БД/19 от 07.02.2019. Последняя доступная версия программы. Astra Linux Common Edition. Договор №173-ГК/19 от 12.11.2019 г.

2. Базовый пакет программ Microsoft Office (Word, Excel, PowerPoint). Microsoft Office Standard 2016. Бессрочная лицензия. Договор №79-ГК/16 от

11.05.2016. Microsoft Office Standard 2013. Бессрочная лицензия. Договор №0313100010014000038-0010456-01 от 11.08.2014. Microsoft Office Standard 2013. Бессрочная лицензия. Договор №26 от 19.12.2013. Microsoft Office Professional Plus 2010. Бессрочная лицензия. Договор №106-ГК от 21.11.2011. Р7-Офис. Договор №173-ГК/19 от 12.11.2019 г.

3. Информационно-справочная система (справочно-правовая система) «КонсультантПлюс». Соглашение № ИКП2016/ЛСВ 003 от 11.01.2016 для использования в учебных целях бессрочное. Обновляется регулярно. Лицензия на все компьютеры, используемые в учебном процессе.

Обучающимся обеспечен доступ (удаленный доступ) к следующим современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам:

Информационно-справочная система (справочно-правовая система) «КонсультантПлюс».

«1С:Предприятие 8 через Интернет для учебных заведений» (<https://edu.1cfresh.com/>) со следующими приложениями: 1С: Бухгалтерия 8, 1С: Управление торговлей 8, 1С:ERP Управление предприятием 2, 1С: Управление нашей фирмой, 1С: Зарплата и управление персоналом. Облачный сервис.

8 МАТЕРИАЛЬНО – ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАШИНЫ И АППАРАТЫ

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: переносной компьютер, проектор, доска, экран.

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (практических занятий). Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: переносной компьютер, проектор, доска, экран.

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (лабораторных занятий). Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: переносной ноутбук, лабораторное оборудование: Мультимедийная аудитория; Лабораторный стенд «Устройство и принцип действия двигателя постоянного тока»; Лабораторный стенд «Испытание генератора постоянного тока»; Лабораторный стенд «Испытание двигателей постоянного тока»; Лабораторный стенд «Устройство и принцип действия трансформаторов»; Лабораторный стенд «Испытание трехфазного двухобмоточного трансформатора»; Лабораторный стенд «Параллельная работа трансформаторов»; Лабораторный стенд «Устройство и принцип действия асинхронной машины»; Лабораторный стенд «Испытание асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором»; Лабораторный стенд «Пуск и изменение частоты вращения асинхронных двигателей»; Лаборатор-

ный стенд «Испытание трехфазной асинхронной машины в режимах фазорегулятора, индукционного потенциал – регулятора и регулируемого индуктивного сопротивления»; Лабораторный стенд «Испытание асинхронного двигателя с фазным ротором в несимметричных режимах»; Лабораторный стенд «Устройство и принцип действия синхронной машины»; Лабораторный стенд «Испытание трехфазного синхронного генератора»; Лабораторный стенд «Испытание синхронного генератора при параллельной работе с сетью большой мощности».

Помещение для самостоятельной работы. Помещение оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.

9 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
«ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАШИНЫ И АППАРАТЫ»
(Заочное отделение)

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 6 зачётных единиц,
216 часа

| Се- местр | Количество часов | | | | | | |
|--------------|------------------------------|------------|-------------|-------------------------------------|--------------------------------|------------------------------------|------------|
| | Аудитор- ные заня- тия | СРС | Лек- ции | Лабора- торные ра- боты, час. | Практиче- ские заня- тия | Промежу- точная атте- стация | Все- го |
| 6 | 12 | 96 | 4 | 4 | 4 | - | 108 |
| 7 | 12 | 56 | 6 | 4 | 2 | 4-зачёт | 72 |
| 8 | - | 27 | - | - | - | 9-экзамен | 36 |
| Итого | 24 | 179 | 12 | 8 | 4 | 13 | 216 |

9.1 Структура модуля 1 – Электрические машины постоянного тока и трансформаторы

| № | семестр | № недели | Раздел дисциплины (модуля), тема раздела | Виды учебной работы, трудоёмкость в часах | | | | | Форма текущего контроля |
|---|---------|----------|---|---|--------|---------------|-------------|-----|---|
| | | | | всего | лекция | практ занятия | Лаб. работы | СРС | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 1 | 6 | 1 | Раздел 1. Машины постоянного тока. Устройство машины постоянного тока. Генераторы, характеристики генераторов. Двигатели, характеристики двигателей. | 36 | 2 | 2 | 2 | 30 | Устный опрос, зачет по разделу контрольной работы и лаб. раб. |
| 2 | 6 | 2 | Раздел 2. Трансформаторы. Тема 2. Устройство и принцип действия трансформатора. Схемы и группы соединения обмоток. Схема замещения трансформатора. | 32 | 2 | - | - | 30 | Устный опрос, зачет по разделу контрольной работы |

Продолжение таблицы 9.1

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|--------------------------|---|---|--|------------|----------|----------|----------|-----------|---|
| 3 | 6 | 3 | Тема 3. Передача энергии через трансформатор. Коэффициент полезного действия. Параллельная работа трансформатора. | 40 | - | 2 | 2 | 36 | Устный опрос, зачет по разделу контрольной работы и лаб. раб. |
| Итого по модулю 1 | | | | 108 | 4 | 4 | 4 | 96 | |

9.2 Структура модуля 2 – Электрические машины переменного тока и аппараты

| № | семестр | № недели | Раздел дисциплины (модуля), тема раздела | Виды учебной работы, трудоемкость в часах | | | | | Форма текущего контроля |
|---|---------|----------|---|---|--------|---------------|-------------|-----|---|
| | | | | всего | лекция | прак. занятия | Лаб. работы | СРС | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 1 | 7 | 1 | Раздел 3. Общие вопросы машин переменного тока. Тема 1. Устройство и принцип действия асинхронной и синхронной машины. Раздел 4. Асинхронные машины. Тема 2. Схемы замещения асинхронной машины. Режимы работы асинхронной машины. | 20 | 2 | | | 18 | Устный опрос по разделу контрольной работы |
| 2 | 7 | 2 | Тема 3. Электромагнитный момент асинхронной машины. Механическая характеристика асинхронного двигателя. Способы пуска и регулирования частоты вращения асинхронного двигателя. | 20 | 2 | 2 | 2 | 14 | Устный опрос, зачет по разделу контрольной работы и лабораторной работе |
| 3 | 7 | 3 | Раздел 5. Синхронные машины. Тема 4. Магнитное поле синхронной машины без нагрузки и при нагрузке. Реакция якоря. Тема 5. Характеристики синхронного генератора. | 28 | 2 | | 2 | 24 | Устный опрос, зачет по разделу контрольной работы |

| | | | | | | | | | |
|--------------------------|---|--|---|-----------|----------|----------|----------|-------------|-------|
| | | | Раздел 6. Электрические аппараты. Тема 6. Классификация электрических аппаратов. | | | | | | |
| 4 | 7 | | Промежуточная аттестация | 4 | | | | 4 | Зачёт |
| Итого по модулю 2 | | | | 72 | 6 | 2 | 4 | 56+4 | |

9.2 Структура модуля 3 – Электрические машины и аппараты

| № | семестр | № недели | Раздел дисциплины (модуля), тема раздела | Виды учебной работы, трудоемкость в часах | | | | | Форма текущего контроля |
|--------------------------|---------|----------|---|---|--------|---------------|-------------|-------------|-------------------------|
| | | | | всего | лекция | прак. занятия | Лаб. работы | СРС | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 1 | 8 | 1 | Раздел 1. Машины постоянного тока Раздел 2. Трансформаторы | 10 | | | | 10 | Контрольная работа |
| 2 | 8 | 2 | Раздел 3, 4 и 5. Машины переменного тока | 10 | | | | 10 | Контрольная работа |
| 3 | 8 | 3 | Раздел 6. Электрические аппараты | 7 | | | | 7 | Устный опрос |
| 3 | 8 | | Промежуточная аттестация | 9 | | | | 9 | Экзамен |
| Итого по модулю 3 | | | | 36 | | | | 27+9 | |

9.3 Практические занятия

| №№ | Раздел дисциплины | Тематика практических занятий | Трудоемкость (час) |
|--------------|-----------------------------------|---|--------------------|
| 1 | Раздел 1. Машины постоянного тока | 1.1 Обмотки машин постоянного тока. 1.2 Магнитная цепь машины постоянного тока | 4 |
| 2 | Раздел 4. Асинхронные машины | 4.1 Обмотки машин переменного тока. 4.2 Определение параметров обмотки. | 2 |
| Итого | | | 6 |

9.4 Лабораторный практикум

| № | Раздел дисциплины | Наименование лабораторных работ | Трудоемкость (час) |
|-------|-----------------------------------|---|--------------------|
| 1 | Раздел 1. Машины постоянного тока | П-1. Устройство и принцип действия машины постоянного тока. | 1ч + СРС 3ч |
| | | П-2. Испытание генератора постоянного тока. | 1ч + СРС 3ч |
| 2 | Раздел 2. Трансформаторы | Т-1. Устройство и принцип действия трехфазного трансформатора. | 1ч + СРС 3ч |
| | | Т-3. Параллельная работа трансформаторов. | 1ч + СРС 3ч |
| 3 | Раздел 4. Асинхронные машины | А-1. Устройство и принцип действия асинхронного двигателя. | 1ч + СРС 3ч |
| | | А-2. Испытание асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором. | 1ч + СРС 3ч |
| 4 | Раздел 5. Синхронные машины | С-1. Устройство и принцип действия синхронной машины. | 1ч + СРС 3ч |
| | | С-2. Испытание трехфазного синхронного генератора. | 1ч + СРС 3ч |
| Итого | | | 8ч + СРС 24ч |

9.5 Содержание самостоятельной работы

| №№ | Раздел дисциплины | Всего час | Содержание самостоятельной работы | Форма контроля |
|-----|---|-----------|--|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1 | Раздел 1. Машины постоянного тока | 30 | Изучение содержания Выполнение работы Отчет по работе Выполнение работы | Устный опрос знаний зачет зачет зачет |
| 1.1 | Лекции | | | |
| 1.2 | Практические занятия | | | |
| 1.3 | Лабораторные работы | | | |
| 1.4 | Контрольная работа | | | |
| 2 | Раздел 2. Трансформаторы | 66 | Изучение содержания Отчет по работе Выполнение работы | Устный опрос знаний зачет зачет |
| 2.1 | Лекции | | | |
| 2.2 | Лабораторные работы | | | |
| 2.3 | Контрольная работа | | | |
| 3 | Раздел 3. Общие вопросы машин переменного тока. | 10 | Изучение материала | Устный опрос |
| 3.1 | Лекции | | | |

Продолжение таблицы 9.5.

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|-------|---|--------|--------------------|--------------|
| 4 | Раздел 4. Асинхронные машины. | 42 | | |
| 4.1 | Лекции | | Изучение материала | Устный опрос |
| 4.2 | Практические занятия | | Выполнение работы | зачет |
| 4.3 | Лабораторные работы | | Отчет по работе | зачет |
| 4.4 | Контрольная работа | | Выполнение работы | зачет |
| 5 | Раздел 5. Синхронные машины. | 24 | | |
| 5.1 | Лекции | | Изучение материала | Устный опрос |
| 5.2 | Лабораторные работы | | Отчет по работе | зачет |
| 6 | Раздел 6. Электрические аппараты | 7 | | |
| 6.1 | Лекции | | Изучение материала | Устный опрос |
| | Промежуточная аттестация (зачёт, экзамен) | 4+9 | | |
| Итого | | 179+13 | | |

ПРИЛОЖЕНИЕ

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной
аттестации студентов по итогам освоения дисциплины

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАШИНЫ И АППАРАТЫ

Направление подготовки – «Теплоэнергетика и теплотехника»

Профиль подготовки – «Энергообеспечение предприятий»

Квалификация выпускника - бакалавр

Форма обучения – очная, заочная

**ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ
СТУДЕНТОВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ
«ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАШИНЫ И АППАРАТЫ»**

Цель промежуточной аттестации – проверка степени усвоения студентами учебного материала за время изучения дисциплины, уровня сформированности компетенций после завершения изучения дисциплины.

Студенту необходимо представить выполненные индивидуальные задания и отчеты по лабораторным работам.

Аттестация проходит в форме письменного зачета по модулю 1 и экзамена по модулю 2. При полностью выполненных заданиях и ответах на вопросы студент может получить максимальную оценку «отлично»

Задачи промежуточной аттестации:

- 1- определить уровень усвоения учебной дисциплины;
- 2- определить уровень сформированности профессиональной компетенции.

ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

| №№ | Наименование раздела учебной дисциплины | Код контролируемой компетенции | Оценочные средства для проверки знаний 1-й уровень | Оценочные средства для проверки умений 2-й уровень | Оценочные средства для проверки владений 3-й уровень |
|----|---|--------------------------------|--|--|--|
| 1 | Электрические машины постоянного тока | ОПК-2, ПК-1 | п.3.1.1 | п.3.2.1 | п.3.3.1 |
| 2 | Трансформаторы | ОПК-2, ПК-1 | п.3.1.1 | п.3.2.1 | п.3.3.1 |
| 3 | Общие вопросы машин переменного тока | ОПК-2, ПК-1 | п.3.1.2 | п.3.2.2 | п.3.3.2 |
| 4 | Асинхронные машины | ОПК-2, ПК-1 | п.3.1.2 | п.3.2.2 | п.3.3.2 |
| 5 | Синхронные машины | ОПК-2, ПК-1 | п.3.1.2 | п.3.2.2 | п.3.3.2 |
| 6 | Электрические аппараты | ОПК-2, ПК-1 | п.3.1.2 | п.3.2.2 | п.3.3.2 |

1 ПЕРЕЧЕНЬ КОМПЕТЕНЦИЙ С УКАЗАНИЕМ ЭТАПОВ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ В ПРОЦЕССЕ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Перечень профессиональных компетенций и этапы их формирования

| Наименование компетенций | Содержание компетенции (или её части) | В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны: | | |
|--------------------------|---|--|--|--|
| | | знать | уметь | владеть |
| ОПК-2 | Способностью демонстрировать базовые знания в области естественных дисциплин, готовность выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности; применять для их решения основные законы естествознания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования. | базовые знания в области естественных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования. | применять базовые знания в области естественных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования. | в ходе своей профессиональной деятельности базовыми знаниями в области естественных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования. |
| ПК-1 | Способностью участвовать в сборе и анализе исходных данных для проектирования энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативной документацией | современные методы исследований, методы статистической обработки результатов опытов. | проводить статистическую обработку результатов опытов, обобщать результаты опытов и формулирует выводы | проведением лабораторных работ исследовательского характера по общепринятым методикам, составлением их описания и формулировкой выводов |

Согласно Федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования направлению подготовки 13.03.01-«Теплотехника и теплоэнергетика (уровень бакалавриата)» область профессиональной деятельности выпускников, освоивших программу бакалавриата, включает исследование, проектирование и конструирование и эксплуатацию технических средств по производству теплоты, её применению, управлению её потоками и преобразованию иных видов энергии в теплоту.

Виды профессиональной деятельности, к которым готовятся выпускники, освоившие программу бакалавриата: научно-исследовательская, производственно-технологическая, монтажно-наладочная и сервисно-эксплуатационная.

Выпускники, освоившие программу бакалавриата, в соответствии с видами профессиональной деятельности, должны быть готовы решать следующие профессиональные задачи:

- изучение научно-технической информации, отечественного зарубежного опыта по тематике исследования;
- проведение экспериментов по заданной методике и анализ результатов;
- контроль за соблюдением технологической дисциплины;
- организация метрологического обеспечения технологических процессов;
- монтажно-наладочная деятельность;
- участие в монтажных, пусконаладочных работах, предварительных испытаниях, опытной эксплуатации и приемке в эксплуатацию энергетического, теплотехнического и теплоэнергетического оборудования в целом, а также изделий, узлов, систем и деталей в отдельности;
- обслуживание технологического оборудования;
- участие в проверке технического состояния и остаточного ресурса оборудования;
- организации профилактических осмотров и текущего ремонта.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен овладеть основными требованиями, характеризующими профессиональную деятельность бакалавров:

Знать:

- основные законы преобразования электрической энергии;
- современные способы разработки оборудования и изделий из них с заданным уровнем экспериментальных свойств;

Уметь:

- оценивать и прогнозировать состояние материалов;
- применять средства измерения для контроля качества продукции и технологических процессов;

Владеть:

- опытом выполнения эскизов и технических чертежей деталей и сборочных единиц машин;
- средствами и методами повышения безопасности и экологичности технических средств и технологических процессов.

2. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ ОЦЕНИВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ НА РАЗЛИЧНЫХ ЭТАПАХ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ

Сформированность каждой компетенции в рамках освоения дисциплины оценивается по шкале:

- *удовлетворительно*, является обязательным для всех обучающихся по завершении освоения дисциплины;
- *хорошо*, характеризуется превышением минимальных характеристик сформированности компетенции по завершении освоения дисциплины;
- *отлично*, характеризуется максимально возможной выраженностью компетенции и является важным качественным ориентиром для самосовершенствования.

Для оценки сформированности компетенций в рамках дисциплины в целом, преподавателем оценивается содержательная сторона и качество материалов, приведенных в ответах студента на вопросы, решение задач, а также результаты участия в научной работе, олимпиадах и конкурсах.

Показателями уровня освоенности компетенций на всех этапах их формирования являются:

1-й этап (уровень знаний):

- Умение отвечать на основные вопросы и тесты на уровне понимания сути – удовлетворительно (3).
- Умение грамотно рассуждать по теме задаваемых вопросов – хорошо (4)
- Умение формулировать проблемы по сути задаваемых вопросов – отлично (5)

2-й этап (уровень умений):

- Умение решать простые задачи с незначительными ошибками - удовлетворительно (3).
- Умение решать задачи средней сложности – хорошо (4).
- Умение решать задачи повышенной сложности, самому ставить задачи – отлично (5).

3-й этап (уровень владения навыками):

- Умение формулировать и решать задачи из разных разделов с незначительными ошибками - удовлетворительно (3).
- Умение находить проблемы, решать задачи повышенной сложности – хорошо (4).
- Умение самому ставить задачи, находить недостатки и ошибки в решениях – отлично (5).

Критерии оценивания уровня освоенности компетенций на всех этапах их формирования при проведении зачета определяются по системе: *«незачтено»*, *«зачтено»*. По дисциплине выставляется оценка «зачтено» в том случае, если на всех этапах формирования компетенции студент получил оценку не ниже «удовлетворительно» (3).

**3 ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕ-
ОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, НАВЫКОВ И (ИЛИ)
ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ ЭТАПЫ ФОРМИРОВА-
НИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ В ПРОЦЕССЕ ОСВОЕНИЯ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

а) для входного контроля (ВК)

1. Напишите и поясните выражение для закона Ома.
2. Напишите и поясните выражение для закона Джоуля-Ленца.
3. Напишите и поясните законы Кирхгоффа: для узловой точки и контура электрической цепи постоянного тока, содержащей источники ЭДС.
4. Напишите и поясните законы Кирхгоффа в комплексной форме: для узловой точки и контура электрической цепи переменного тока, содержащей активные и реактивные сопротивления.
5. Проведите вычисления полного сопротивления $Z=(5+j6)+(2-j10)=$ и поясните полученный результат.
6. Проведите вычисления $220/(4+j3)=$ и поясните полученный результат.
7. Проведите вычисления полной S , активной P и реактивной Q мощности в примере $220/(4+j3)=$.
8. Приведите единицы измерения полной, активной и реактивной мощностей в цепях переменного тока.
9. Напишите соотношения линейных и фазных токов и напряжений для трехфазного соединения потребителей по схеме «звезда» при симметричной нагрузке.
10. Напишите соотношения линейных и фазных токов и напряжений для трехфазного соединения потребителей по схеме «треугольник» при симметричной нагрузке.

б) для текущей успеваемости (Тат):

Модуль 1 – Электрические машины постоянного тока и трансформаторы:

1. Напишите и поясните уравнение напряжения для машины постоянного тока в режиме генератора и двигателя.
2. Напишите и поясните уравнение моментов на валу якоря машины постоянного тока в режиме генератора и двигателя.
3. Напишите и поясните зависимость ЭДС якоря и электромагнитного момента машины постоянного тока.
4. Напишите и поясните зависимость частоты вращения якоря машины постоянного тока с параллельным и последовательным возбуждением.
5. Поясните основные способы регулирования частоты вращения якоря машины постоянного тока.
6. Напишите и поясните зависимость ЭДС обмотки трансформатора, коэффициента трансформации.
7. Что такое группа соединения обмоток трансформатора? Какие группы соединения обмоток устанавливаются государственным стандартам по выпуску однофазных и трехфазных трансформаторов?

8. Назовите и поясните условия, необходимые для включения трансформаторов на параллельную работу.

Модуль 2 – Электрические машины переменного тока и аппараты:

1. Приведите и поясните основные признаки асинхронной машины. Напишите зависимость частоты вращения магнитного поля статора трехфазного двигателя при питании переменным током. Что такое скольжение ротора?
2. Приведите и поясните основные признаки синхронной машины. Напишите зависимость частоты вращения магнитного поля статора трехфазной синхронной машины.
3. Напишите и поясните зависимость мгновенного значения ЭДС трехфазного синхронного генератора. Изобразите зависимость мгновенного значения ЭДС трехфазного генератора в виде графика в функции времени.
4. Изобразите и поясните механическую характеристику асинхронного двигателя, способы построения этой характеристики.
5. Поясните способы регулирования частоты вращения асинхронного двигателя с короткозамкнутым и фазным ротором.
6. Поясните, чем создается магнитное поле синхронной машины на холостом ходу и при нагрузке. Что такое реакция якоря?
7. Поясните основные характеристики синхронного генератора.
8. Поясните необходимые условия для включения синхронного генератора на параллельную работу с сетью.
9. Поясните способы пуска синхронного двигателя.
10. Поясните, чем отличается режим генератора от режима двигателя синхронной машины.
11. Поясните классификацию электрических аппаратов по назначению: коммутационные, ограничивающие, пускорегулирующие, аппараты для контроля параметров энергоустановки.
12. Поясните классификацию электрических аппаратов по электрическому напряжению.
13. Поясните классификацию электрических аппаратов по принципу срабатывания.

Вопросы для подготовки к зачету

Первые вопросы билетов: машины постоянного тока

- П1 Принцип действия и преобразования энергии коллекторной машины постоянного тока в режиме **генератора**. Энергетическая диаграмма. Коэффициент полезного действия.
- П2 Принцип действия и преобразования энергии коллекторной машины постоянного тока в режиме **двигателя**. Энергетическая диаграмма. Коэффициент полезного действия.
- П3 Основные электромагнитные соотношения для машины постоянного тока: зависимость э.д.с. E_a электромагнитного момента $M_{эм}$, электромагнитной мощности $P_{эм}$.
- П4 Магнитное поле машины постоянного тока, основы расчета, магнитная характеристика (на примере индивидуальной расчетной работы).
- П5 Реакция якоря. Способы уменьшения отрицательных последствий реакции якоря.

- П6 Коммутация коллекторной машины постоянного тока. Отрицательные последствия коммутации. Средства и способы улучшения коммутации.
- П7 Изобразить схему принципиальную электрическую для подключения двигателя постоянного тока с использованием схемы подсоединения, изображенной на крышке клеммной коробки. Выбор измерительных приборов.
- П8 Характеристики генераторов постоянного тока: холостого хода, короткого замыкания.
- П9 Характеристики генераторов постоянного тока: нагрузочная, регулировочная, внешняя.
- П10 Самовозбуждение генераторов постоянного тока, условия самовозбуждения, регулирование э.д.с.
- П11 Параллельная работа генераторов постоянного тока: условия включения. Схемы и приборы для проверки условий параллельной работы.
- П12 Пуск двигателя постоянного тока в ход: прямое включение, с помощью пускового реостата, от индивидуального источника энергии.
- П13 Рабочие характеристики двигателя параллельного возбуждения: скоростная, моментная, КПД.
- П14 Рабочие характеристики двигателя последовательного возбуждения: скоростная, моментная, КПД.
- П15 Регулирование частоты вращения двигателей постоянного тока изменением подведенного напряжения источника энергии: достоинства и недостатки.
- П16 Регулирование частоты вращения двигателя постоянного тока изменением регулировочного резистора в цепи якоря: достоинства и недостатки.
- П17 Регулирование частоты вращения двигателей постоянного тока изменением магнитного потока: достоинства и недостатки.
- П18 Сварочные генераторы постоянного тока: требования к ним и способы формирования внешней крутопадающей характеристики.
- П19 Универсальный коллекторный двигатель, устройство и принцип действия, особенности конструктивного исполнения.
- П20 Механическая характеристика двигателя постоянного тока при различных схемах возбуждения.

Вторые вопросы билетов: трансформаторы.

- Т1 Устройство и принцип действия трансформатора, зависимость э.д.с. обмоток, векторная диаграмма для идеализированного трансформатора.
- Т2 Схемы и группы соединения обмоток трансформатора. Определение группы соединения обмоток на примере по заданию преподавателя.
- Т3 Параллельная работа трансформаторов, необходимость и условия включения, фазировка трансформатора перед включением.
- Т4 Параллельная работа трансформаторов, условия включения, последствия от несоблюдения равенства групп соединения обмоток.
- Т5 Параллельная работа трансформаторов, условия включения, последствия от несоблюдения равенства коэффициентов трансформации.
- Т6 Параллельная работа трансформаторов, условия включения, последствия от несоблюдения равенства напряжений короткого замыкания.

- T7 Устройство и принцип действия трансформатора ТМ 63/10, схема обмоток, регулирование напряжения.
- T8 Устройство и принцип действия трансформатора ТМ 63/10, паспортные данные, расчеты номинальных токов с высокой и низкой стороны напряжения по заданным напряжениям и мощности.
- T9 Схема замещения трансформатора, уравнения напряжений и токов. Приведение параметров вторичной обмотки к параметрам первичной.
- T10 Схема замещения трансформатора, опытное определение параметров схемы замещения на примере трехфазного трансформатора.
- T11 Работа трансформатора под нагрузкой, уравнение напряжений и токов, векторная диаграмма для активно-индуктивной нагрузки.
- T12 Векторная диаграмма трансформатора при активно-емкостной нагрузке.
- T13 Работа трансформатора под нагрузкой, внешняя характеристика, изменение вторичного напряжения от степени и характера нагрузки.
- T14 Работа трансформатора под нагрузкой, передача энергии, энергетическая диаграмма, коэффициент полезного действия.
- T15 Несимметричная нагрузка трансформаторов, метод симметричных составляющих.
- T16 Схема замещения трансформатора для токов прямой и обратной последовательностей.
- T17 Схема замещения трансформатора для токов нулевой последовательности.
- T18 Специальные виды трансформаторов. Измерительные трансформаторы напряжений и тока, их назначение, схемы включения.
- T19 Специальные виды трансформаторов. Сварочные трансформаторы, требования к ним, особенности конструкции, способы создания крутопадающей внешней характеристики.
- T20 Трехфазный трехобмоточный трансформатор, схема замещения, определение параметров схемы замещения.

Таблица 6.2.1 – Номера билетов с номерами вопросов для сдачи зачета по Электрическим машинам

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Номер билета | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| Номер вопроса | П1 | П2 | П3 | П4 | П5 | П6 | П7 | П8 | П9 | П10 | П11 | П12 | П13 | П14 | П15 |
| Номер вопроса | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | T7 | T8 | T9 | T10 | T11 | T12 | T13 | T14 | T15 |

Продолжение таблицы 6.2.1

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Номер билета | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 |
| Номер вопроса | П1 6 | П1 7 | П1 8 | П1 9 | П2 0 | П1 | П2 | П3 | П4 | П5 | П6 | П7 | П8 | П9 | П1 0 |
| Номер вопроса | T1 6 | T1 7 | T1 8 | T1 9 | T2 0 | T2 0 | T1 9 | T1 8 | T1 7 | T1 6 | T1 5 | T1 4 | T1 3 | T1 2 | T1 1 |

Продолжение таблицы 6.2.1

| Номер билета | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 |
|---------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Номер вопроса | П1 1 | П1 2 | П1 3 | П1 4 | П1 5 | П1 6 | П1 7 | П1 8 | П1 9 | П2 0 | П1 | П2 | П3 | П4 | П5 |
| Номер вопроса | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | T7 | T8 | T9 | T1 0 | T1 1 | T1 2 | T1 3 | T1 4 | T1 5 |

Вопросы для подготовки к экзамену

Первые вопросы билетов. (Асинхронные машины).

1. Устройство и принцип действия асинхронной машины. Основные узлы: статор и ротор, их обмотки. Распределение фазных зон.
2. Асинхронная машина при неподвижном роторе. Сравнение с трансформатором. Уравнения напряжений и токов. Сравнение с трансформатором.
3. Асинхронная машина при вращающемся роторе. Рабочий процесс двигателя. Приведение рабочего процесса асинхронной машины при вращающемся роторе к рабочему процессу при неподвижном роторе.
4. Т-образная схема замещения асинхронной машины, уравнение напряжений, уравнение токов. Приведение параметров вторичной обмотки к параметрам первичной.
5. Г-образная схема замещения асинхронной машины. Уравнение напряжений, уравнение токов.
6. Энергетическая и векторная диаграмма асинхронной машины в режиме двигателя.
7. Электромагнитный момент асинхронной машины, вывод и анализ зависимости момента асинхронной машины.
8. Механическая характеристика асинхронной машины. Расчетные формулы и методы построения механической характеристики по справочным данным.
9. Круговая диаграмма асинхронной машины. Обоснование и методы построения круговой диаграммы.
10. Рабочие характеристики асинхронного двигателя: зависимости мощности и тока на входе двигателя, частоты вращения ротора, вращающего момента, к.п.д. и косинуса ϕ от мощности на валу двигателя.
11. Пуск и устойчивый режим работы асинхронного двигателя совместно с рабочей машиной.
12. Способы пуска асинхронных двигателей, их достоинства и недостатки.
13. Способы регулирования частоты вращения асинхронного двигателя. Регулирование изменением числа пар полюсов обмотки статора.
14. Способы регулирования частоты вращения асинхронного двигателя. Регулирование изменением частоты питающего тока.
15. Способы регулирования частоты вращения асинхронного двигателя с фазным ротором путем изменения сопротивления в цепи ротора.

16. Записать и пояснить Э.Д.С. витка, катушки в машинах переменного тока. Скос пазов, коэффициент скоса.
17. Записать и пояснить Э.Д.С. витка, катушки в машинах переменного тока. Укорочение шага, коэффициент укорочения.
18. Записать и пояснить Э.Д.С. витка, катушки, катушечной группы. Распределение обмотки по пазам статора, коэффициент распределения.
19. Условия создания вращающегося магнитного поля в машинах переменного тока. При каких условиях создается пульсирующее, либо эллиптическое, либо круговое вращающееся магнитное поле.
20. Серийный выпуск асинхронных двигателей в нашей стране. Маркировка серийно выпускаемых асинхронных двигателей.

Вторые вопросы билетов. (Синхронные машины).

1. Устройство и принцип действия синхронной машины. Основные узлы: статор и ротор, их обмотки. Распределение фазных зон.
2. Магнитное поле синхронной машины с явно выраженными полюсами. Средства и способы создания синусоидального по форме распределения магнитной индукции в воздушном зазоре.
3. Магнитное поле синхронной машины при нагрузке. Реакция якоря при чисто активной нагрузке.
4. Магнитное поле синхронной машины при нагрузке. Реакция якоря при чисто индуктивной нагрузке.
5. Магнитное поле синхронной машины при нагрузке. Реакция якоря при чисто емкостной нагрузке.
6. Векторная диаграмма синхронного генератора при смешанной нагрузке.
7. Характеристики синхронного генератора: холостого хода и короткого замыкания. Отношение короткого замыкания (ОКЗ).
8. Характеристики синхронного генератора: внешняя, регулировочная, нагрузочная.
9. Включение синхронного генератора на параллельную работу. Способы и устройства синхронизации.
10. Угловая характеристика мощности синхронной машины.
11. Трехфазный синхронный двигатель. Способы пуска синхронного двигателя

Вторые вопросы билетов. (Электрические аппараты).

1. Электрические аппараты управления. Контактторы постоянного и переменного тока. Категории работы контакторов, выбор контакторов.
2. Электрические аппараты управления. Магнитные пускатели. Устройство и принцип действия пускателей. Выбор пускателя.
3. Электрические аппараты для контроля заданных величин. Реле, их устройство и назначение, классификация.
4. Электрические аппараты защиты от перегрузок. Тепловые реле, их устройство и принцип действия. Выбор теплового реле.

5. Электрические аппараты защиты от коротких замыканий. Предохранители, их устройство и принцип действия. Выбор предохранителя.
6. Электрические аппараты защиты от коротких замыканий и перегрузок. Автоматические выключатели, их устройство и принцип действия. Выбор автоматического выключателя.
7. Электрические аппараты защиты от утечки тока. Устройство и принцип действия дифференциальных автоматических выключателей.
8. Гашение дуги в электромеханических аппаратах. Средства и способы гашения дуги.
9. Ограничители перенапряжений (ОПН), их устройство, принцип действия и назначение.

Третий вопрос каждого билета. (Устройство обмоток машин переменного тока).

1. Изобразить и пояснить схему трехфазной обмотки машины переменного тока (на примере индивидуального задания, либо по данным лабораторных работ А1, С1).

3.1 Знания, приобретаемые в ходе изучения дисциплины

3.1.1 Модуль 1- Электрические машины постоянного тока и трансформаторы

1. Устройство и принцип действия машины постоянного тока, режимы генератора и двигателя.
2. Основные электромагнитные соотношения для машин постоянного тока: зависимость ЭДС обмотки якоря, электромагнитного момента и мощности.
3. Магнитное поле машины постоянного тока при нагрузке. Реакция якоря.
4. Коммутация коллекторных машин постоянного тока.
5. Генераторы постоянного тока, характеристики генератора.
6. Двигатели постоянного тока, характеристики двигателей. Пуск в ход. Рабочие характеристики двигателей.
7. Механическая характеристика двигателя постоянного тока. Регулирование частоты вращения.
8. Устройство и принцип действия трансформатора. Схемы и группы соединения обмоток трансформатора.
9. Схемы замещения трансформатора, определение её параметров.
10. Передача энергии через трансформатор, потери энергии, к.п.д.
11. Параллельная работа трансформаторов, условия включения на параллельную работу.
12. Трехобмоточный трансформатор. Трансформаторы специального назначения.

3.1.2 Модуль 2 – Электрические машины переменного тока и аппараты

1. Устройство и принцип действия синхронной и асинхронной машины.
2. Обмотки машин переменного тока. ЭДС обмотки машин переменного тока.
3. МДС обмотки машин переменного тока.
4. Асинхронная машина при неподвижном роторе. Сравнение трансформатора с асинхронной машиной при неподвижном роторе. Приведение асинхронной ма-

- шины с вращающимся ротором к эквивалентной машине с неподвижным ротором.
5. Т-образная и Г-образная схемы замещения асинхронной машины.
 6. Режимы работы асинхронной машины. Энергетические и векторные диаграммы.
 7. Электромагнитный момент асинхронной машины, механическая характеристика асинхронного двигателя.
 8. Способы пуска и регулирование частоты вращения асинхронного двигателя.
 9. Магнитное поле синхронной машины без нагрузки и при нагрузке. Реакция якоря.
 10. Характеристики синхронного генератора.
 11. Включение синхронного генератора на параллельную работу. Способы и устройства синхронизации.
 12. Угловая характеристика синхронной машины. Пуск синхронного двигателя.
 13. Классификация электрических аппаратов по назначению, напряжению и принципу срабатывания. Поясните классификацию электрических аппаратов по электрическому напряжению.
 14. Электромеханические аппараты управления.
 15. Электромеханические аппараты защиты.

3.2 Умения, приобретаемые в ходе изучения дисциплины

4.2.1 Модуль 1- Электрические машины постоянного тока и трансформаторы.

1. Определение зависимости направления действия ЭДС в проводнике якоря машины постоянного тока.
2. Определение зависимости направления действия электромагнитной силы на проводник с током якоря машины постоянного тока.
3. Определение действия реакции якоря на магнитное поле индуктора машины постоянного тока.
4. Определение зависимости частоты вращения якоря двигателя постоянного тока с параллельной обмоткой возбуждения.
5. Определение зависимости частоты вращения якоря двигателя постоянного тока с последовательной обмоткой возбуждения.
6. Выбор величины резистора для включения в цепь якоря при пуске двигателя постоянного тока по его паспортным данным.
7. Влияние резистора, введённого в цепь обмотки якоря, на частоту вращения двигателя постоянного тока с параллельной обмоткой возбуждения при неизменном напряжении якоря и моменте нагрузки на валу.
8. Влияние резистора, введённого в цепь обмотки возбуждения, на частоту вращения двигателя постоянного тока с параллельной обмоткой возбуждения при неизменном напряжении якоря и моменте нагрузки на валу.
9. Определение зависимости действующего значения ЭДС первичной и вторичной обмоток трансформатора при заданном законе изменения магнитного потока $\Phi = \Phi_m \sin \omega t$ и коэффициента трансформации.

10. Влияние параметров трансформаторов: группы соединения обмоток, коэффициентов трансформации и напряжений короткого замыкания на их совместную параллельную работу.

3.2.2 Модуль 2 – Электрические машины переменного тока и аппараты

1. Определение зависимости и направления действия ЭДС проводника ротора асинхронного двигателя при заданном направлении вращения магнитного поля статора в режиме двигателя.
2. Определение зависимости и направления действия электромагнитной силы и электромагнитного момента на проводник ротора в режиме двигателя.
3. Определение скольжения ротора по паспортным данным асинхронного двигателя.
4. Определение зависимости электромагнитного момента при заданной схеме замещения асинхронной машины.
5. Анализ зависимости электромагнитного момента асинхронной машины от напряжения фазы и параметров схемы замещения.
6. Анализ способов регулирования частоты вращения ротора асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором.
7. Анализ действия реакции якоря при чисто активной нагрузке синхронного генератора.
8. Анализ действия реакции якоря при чисто индуктивной нагрузке синхронного генератора.
9. Анализ действия реакции якоря при чисто емкостной нагрузке синхронного генератора.
10. Анализ действия реакции якоря при смешанной нагрузке синхронного генератора.
11. Анализ последствий от несоблюдения условий включения: равенства действующих значений напряжения, равенства частот тока, одинаковости чередования фаз, равенства начальных фаз мгновенных значений напряжения на включение генератора на параллельную работу с сетью.
12. Анализ изменения угла нагрузки на режим и устойчивость работы синхронной машины.
13. Определение тока плавкой вставки предохранителя для линии питающей асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором, по его паспортным данным и режиму работы (легкий пуск).
14. Определение параметров автоматического выключателя для защиты линии, питающей асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором, по его паспортным данным.

3.3 Навыки, приобретаемые в ходе изучения дисциплины

3.3.1 Модуль 1- Электрические машины постоянного тока и трансформаторы.

1. Вычислить ЭДС якоря двигателя постоянного тока по известным данным: напряжение на якоре 220 В, ток якоря 58,0А, сопротивление якоря 0,36 Ом.
2. Вычислить ЭДС якоря генератора постоянного тока по известным данным: напряжение на якоре 220 В, ток якоря 58,0А, сопротивление якоря 0,36 Ом.
3. Определить ток якоря двигателя постоянного тока по известным данным: напряжение на якоре 220 В, ЭДС якоря 198,7 В, сопротивление якоря 2.45 Ом.
4. Определить ток якоря генератора постоянного тока по известным данным: напряжение на якоре 220 В, ЭДС якоря 241,3 В, сопротивление якоря 2.45 Ом.
5. Определить сопротивление якоря двигателя постоянного тока по известным данным: напряжение на якоре 220 В, ток якоря 43,0А, ЭДС якоря 205,8 В.
6. Определить сопротивление якоря генератора постоянного тока по известным данным: напряжение на якоре 220 В, ток якоря 17,5 А, ЭДС якоря 231,2 В.
7. Для двигателя постоянного тока с номинальными данными $P=1\text{кВт}$, $U=220\text{ В}$, $I_a=6,14\text{ А}$ изобразить схему включения в сеть со смешанным возбуждением, выбрать измерительные приборы и резистор для ограничения пускового тока.
8. Для двигателя постоянного тока с номинальными данными $P=3,2\text{кВт}$, $U=220\text{ В}$, $I_a=18,4\text{ А}$, $n_n=1500\text{ мин}^{-1}$, $\eta=0,80$ определить номинальный момент на валу якоря, полные потери мощности и потери мощности на нагрев обмотки якоря при $r_a=1,03\text{ Ом}$.
9. Для трехфазного трансформатора со схемой соединения обмоток «звезда-звезда с нулевым выводом» и с номинальными данными: $S=160\text{кВА}$, $U_{1н}=10\text{кВ}$, $U_{2н}=0,4\text{ кВ}$, определить: номинальные токи высшего и низшего напряжений и коэффициент полезного действия при стандартных потерях мощности $P_0=510\text{ Вт}$, $P_{кн}=2650\text{ Вт}$ и при загрузке трансформатора $\beta=0,5$ и $\cos\varphi=0,80$.
10. Для трехфазного трансформатора со схемой соединения обмоток «звезда-звезда с нулевым выводом» и с номинальными данными: $S=160\text{кВА}$, $U_{1н}=10\text{кВ}$, $U_{2н}=0,4\text{ кВ}$, определить входные сопротивления: полное Z_0 , активное r_0 и индуктивное x_0 в режиме холостого хода при стандартной потере мощности $P_0=510\text{ Вт}$ и токе холостого хода 2,4 %.
11. Для трехфазного трансформатора со схемой соединения обмоток «звезда-звезда с нулевым выводом» и с номинальными данными: $S=250\text{кВА}$, $U_{1н}=10\text{кВ}$, $U_{2н}=0,4\text{ кВ}$, определить входные сопротивления: полное Z_k , активное r_k и индуктивное x_k в режиме короткого замыкания при стандартной потере мощности $P_{кн}=3700\text{Вт}$ и $U_k=5,0\%$.

3.3.2 Модуль 2 – Электрические машины переменного тока и аппараты

1. Определить частоту вращения магнитного поля для двигателя RA100LB4 при частоте тока 50 Гц.
2. Определить частоту вращения ротора асинхронного двигателя RA112M4 при скольжении $S=0.047$.
3. Определить номинальный ток асинхронного двигателя, если известно $U_n=380\text{ В}$, $P_n=4,0\text{ кВт}$, $\eta=85,5\%$, $\cos\varphi=0,84$.

4. Для двигателя RA160MA4 с номинальными данными $P=11,0$ кВт, $U_{\text{л}}=380$ В, $I_{\text{л}}=22,0$ А, $\eta=88,5\%$, $\cos\varphi=0,86$ определить полную S , активную P и реактивную Q мощности, потребляемые из сети.
5. Для двигателя RA132MB4 с номинальными данными $P=5,5$ кВт, $U_{\text{л}}=380$ В, $I_{\text{л}}=12,0$ А, $n=950$ мин⁻¹, $\eta=82\%$, $\cos\varphi=0,82$ определить номинальные значения скольжения и момента ротора.
6. Для асинхронного двигателя RA90L4 определить частоту вращения магнитного поля при частоте тока $f=40$ Гц.
7. Для асинхронного двигателя RA100L6 при номинальном токе статора 4А активные потери мощности в обмотке составляют 70,4 Вт. Определите потери мощности в обмотке статора при повышении тока статора на 20%.
8. Для асинхронного двигателя RA100LA4 при номинальном напряжении момент на валу ротора составляет 14.8 Н·м. Определите момент на валу ротора при снижении напряжения на 20%.
9. При симметричной нагрузке синхронного генератора ЕСС-52-4 получены следующие данные: линейное напряжение 380В, линейный ток 10,2А, $\cos\varphi=0,75$. Определить: активную мощность потребителя, фазное напряжение, активную и реактивную составляющие тока.
10. При испытании синхронного генератора ЕСС-52-4 получено линейное напряжение 400В при частоте вращения ротора 1500 мин⁻¹. Определить ожидаемое напряжение при частотах вращения ротора 1000 и 2000 мин⁻¹.
11. Определить ток плавкой вставки для защиты линии, питающей асинхронный двигатель RA132MB6 с номинальными данными: $U_{\text{л}}=380$ В, $I_{\text{л}}=12,0$ А при легких условиях пуска.
12. Определить параметры для выбора автоматического выключателя для защиты линии, питающей асинхронный двигатель RA160MA4 с номинальными данными: $U_{\text{л}}=380$ В, $I_{\text{л}}=22,0$ А.

4. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ

Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

| Результаты обучения (этапы формирования компетенций) | Компетенции | Содержание оценочных заданий для выявления сформированности компетенций у студентов по завершении освоения дисциплины (уровень освоения) | | |
|---|-------------|--|--|--|
| | | Удовлетворительно (3) | Хорошо (4) | Отлично (5) |
| Знания, приобретаемые в ходе освоения дисциплины (1-й этап): базовые знания в области естественных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования. | ОПК-2 | Обучающийся имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки | Обучающийся твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос | Обучающийся глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает |
| Знания, приобретаемые в ходе освоения дисциплины (1-й этап): современные методы исследований, методы статистической обработки результатов опытов. | ПК-1 | | | |
| Умения, приобретаемые в ходе освоения дисциплины (2-й этап): применять базовые знания в области естественных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования. | ОПК-2 | Содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, при ответе на поставленный вопрос | Содержание курса освоено полностью, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения достаточно высокое. Обучающийся твердо знает методы расчета. | Обучающийся глубоко и прочно усвоил материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает. Выполнены все предусмотренные программой обучения задания. |
| Умения, приобретаемые в ходе освоения дисциплины (2-й этап): проводить статистическую обработку результатов опытов, обобщать результаты опытов и формулирует выводы | ПК-1 | Обучающийся допускает неточности, недостаточно правильные формулировки методов расчета. | | |
| Навыки, приобретаемые в ходе освоения дисциплины (3-й этап): в ходе своей профессиональной деятельности базовыми знаниями в области естественных дисциплин, методами математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования. | ОПК-2 | Содержание дисциплины освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, задания выполнены, но в них имеются ошибки, при решении задач и при ответе на поставленный вопрос | Содержание дисциплины освоено полностью, необходимые практические компетенции в основном сформированы, Обучающийся твердо знает методы расчета и определения режимных характе- | Обучающийся глубоко и прочно усвоил материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает. Сформированы практические компетенции. Умеет тесно увязывать теорию с |
| Навыки, приобретаемые в ходе освоения дисциплины | ПК-1 | | | |

| | | | | |
|--|--|-----------------------------------|----------|------------|
| (3-й этап): проведением лабораторных работ исследовательского характера по общепринятым методикам, составлением их описания и формулировкой выводов. | | Обучающийся допускает неточности. | ристик.. | практикой. |
|--|--|-----------------------------------|----------|------------|

Освоение основной образовательной программы сопровождается текущим контролем успеваемости и промежуточной аттестацией обучающихся.

Промежуточная аттестация призвана оценить компетенции, сформированные у обучающихся в процессе обучения и обеспечить контроль качества освоения программы. Для контроля результатов освоения обучающимися учебного материала по дисциплине, проверка и оценка знаний, полученных за семестр (курс), развития творческого мышления, приобретения навыков самостоятельной работы, умения применять теоретические знания при решении практических задач, оценки знаний, умений, навыков и уровня сформированных компетенций обучающихся предусматривается экзамен.

Экзамен может быть проведен в устной форме, в форме письменной работы или тестирования. Экзамены оцениваются по четырехбалльной системе: **«отлично»**, **«хорошо»**, **«удовлетворительно»**, **«неудовлетворительно»**.

Отметка **«отлично»** выставляется обучающемуся, если он усвоил материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с вопросами и другими видами применения знаний, не затрудняется с ответом при видоизменении вопросов, обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.

Отметка **«хорошо»** выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.

Отметка **«удовлетворительно»** выставляется обучающемуся, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.

Отметка **«неудовлетворительно»** выставляется обучающемуся, который не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

| Номер изменения | Номер листа | | | Дата внесения изменения | Дата введения изменения | Всего листов в документе | Подпись ответственного за внесение изменений |
|--------------------|-----------------|--------|----------|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|---|
| | изменен ного | нового | изъятого | | | | |
| 1 | 24 | 24 | 24 | 22.09.16 | 22.09.16 | 51 | <i>ОЧ</i> |
| 2 | 24 | 24 | 24 | 22.09.17 | 22.09.17 | 51 | <i>ОЧ</i> |
| 3 | 28-31 | 28-31 | 28-31 | 27.09.18 | 27.09.18 | 51 | <i>ОЧ</i> |
| 4 | 28-31 | 24-31 | 24-31 | 20.09.19 | 20.09.19 | 51 | <i>ОЧ</i> |
| 5 | 28-30 | 28-30 | 28-30 | 29.09.20 | 29.09.20 | 51 | <i>ОЧ</i> |
| 6 | 28-30 | 28-30 | 28-30 | 31.08.21 | 31.08.21 | 51 | <i>ОЧ</i> |
| 7 | | | | | | | |
| 8 | | | | | | | |
| 9 | | | | | | | |