

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

Рег. № 000004367



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной и воспитательной работе

С.Л. Воробьева

Кафедра электротехники, электрооборудования и электроснабжения

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Наименование дисциплины (модуля): Электрические машины и аппараты

Уровень образования: Бакалавриат

Направление подготовки: 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Профиль подготовки: Энергообеспечение предприятий

Очная, заочная, очно-заочная

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника (приказ № 143 от 28.02.2018 г.)

Разработчики:

Пантелеева Л. А., кандидат технических наук, заведующий кафедрой

Программа рассмотрена на заседании кафедры, протокол № 01 от 30.08.2022 года

## 1. Цель и задачи изучения дисциплины

Цель изучения дисциплины - формирование у обучающихся основных научно-практических знаний о электрических машинах и аппаратах.

Задачи дисциплины:

- Изучение режимов работы, свойств и области применения электрических машин и аппаратов;
- Изучение устройства, принципа действия и характеристик электрических машин и аппаратов;
- Освоение способов подключения и исследования электрические машины..

## 2. Место дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина «Электрические машины и аппараты» относится к базовой части учебного плана.

Дисциплина изучается на 3 курсе, в 5, 6 семестрах.

Изучению дисциплины «Электрические машины и аппараты» предшествует освоение дисциплин (практик):

Теоретическая механика;  
Информатика и цифровые технологии;  
Материаловедение и технология конструкционных материалов;  
Начертательная геометрия;  
Прикладная механика;  
Физика;  
Математика;  
Электротехника и электроника.

Освоение дисциплины «Электрические машины и аппараты» является необходимой основой для последующего изучения дисциплин (практик):

Электропривод;  
Автоматика;  
Электроснабжение предприятий;  
Технология ремонта и эксплуатации энергооборудования;  
Проектирование систем энергообеспечения;  
Проектирование энергетических систем.

В процессе изучения дисциплины студент готовится к видам профессиональной деятельности и решению профессиональных задач, предусмотренных ФГОС ВО и учебным планом.

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование компетенций:

**- ОПК-2 Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач**

Знания, умения, навыки, формируемые по компетенции в рамках дисциплины, и индикаторы освоения компетенций

Студент должен знать:

Математический аппарат исследования функций, линейной алгебры, дифференциального и интегрального исчисления, рядов, дифференциальных уравнений, теории функций комплексного переменного, численных методов. Физические явления, законы механики, термодинамики, электричества и магнетизма, оптики. Основы автоматического управления и регулирования.

Студент должен уметь:

Применять физико-математический аппарат при исследовании и решении профессиональных задач. Выполнять моделирование систем автоматического регулирования

Студент должен владеть навыками:

Физико-математическим аппаратом, законами механики, термодинамики, электричества и магнетизма, оптики, химии при решении профессиональных задач. Основами автоматического управления и регулирования. Методами моделирование систем автоматического регулирования

**- ПК-2 Способен проводить расчеты по типовым методикам, проектировать технологическое оборудование с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием**

Знания, умения, навыки, формируемые по компетенции в рамках дисциплины, и индикаторы освоения компетенций

Студент должен знать:

Типовые методики расчетов, проектировать технологическое оборудование с использованием средств автоматического проектирования в соответствии с технически заданием

Студент должен уметь:

Проводить расчеты по типовым методикам, проектировать технологическое оборудование с использованием средств автоматического проектирования в соответствии с технически заданием

Студент должен владеть навыками:

Методиками проведения расчетов по типовым методикам, проектировать технологическое оборудование с использованием средств автоматического проектирования в соответствии с технически заданием

#### 4. Объем дисциплины и виды учебной работы (очная форма обучения)

| Вид учебной работы                         | Всего часов | Пятый семестр | Шестой семестр |
|--|-------------|---------------|----------------|
| <b>Контактная работа (всего)</b>           | <b>90</b>   | <b>36</b>     | <b>54</b>      |
| Практические занятия                       | 26          | 10            | 16             |
| Лекционные занятия                         | 40          | 20            | 20             |
| Лабораторные занятия                       | 24          | 6             | 18             |
| <b>Самостоятельная работа (всего)</b>      | <b>99</b>   | <b>36</b>     | <b>63</b>      |
| <b>Виды промежуточной аттестации</b>       | <b>27</b>   |               | <b>27</b>      |
| Зачет                                      |             | +             |                |
| Экзамен                                    | 27          |               | 27             |
| <b>Общая трудоемкость часы</b>             | <b>216</b>  | <b>72</b>     | <b>144</b>     |
| <b>Общая трудоемкость зачетные единицы</b> | <b>6</b>    | <b>2</b>      | <b>4</b>       |

#### Объем дисциплины и виды учебной работы (заочная форма обучения)

| Вид учебной работы                    | Всего часов | Шестой семестр | Седьмой семестр | Восьмой семестр |
|---------------------------------------|-------------|----------------|-----------------|-----------------|
| <b>Контактная работа (всего)</b>      | <b>22</b>   | <b>12</b>      | <b>10</b>       |                 |
| Практические занятия                  | 6           | 4              | 2               |                 |
| Лекционные занятия                    | 8           | 4              | 4               |                 |
| Лабораторные занятия                  | 8           | 4              | 4               |                 |
| <b>Самостоятельная работа (всего)</b> |             | <b>60</b>      |                 |                 |
| <b>Виды промежуточной аттестации</b>  | <b>13</b>   |                | <b>4</b>        | <b>9</b>        |
| Зачет                                 | 4           |                | 4               |                 |
| Экзамен                               | 9           |                |                 | 9               |
| <b>Общая трудоемкость часы</b>        | <b>216</b>  | <b>72</b>      | <b>72</b>       | <b>72</b>       |

|  |          |          |          |          |
|--|----------|----------|----------|----------|
| <b>Общая трудоемкость зачетные единицы</b> | <b>6</b> | <b>2</b> | <b>2</b> | <b>2</b> |
|--|----------|----------|----------|----------|

**Объем дисциплины и виды учебной работы (очно-заочная форма обучения)**

| Вид учебной работы                         | Всего часов | Шестой семестр | Седьмой семестр |
|--|-------------|----------------|-----------------|
| <b>Контактная работа (всего)</b>           | <b>38</b>   | <b>20</b>      | <b>18</b>       |
| Практические занятия                       | 6           | 4              | 2               |
| Лекционные занятия                         | 20          | 10             | 10              |
| Лабораторные занятия                       | 12          | 6              | 6               |
| <b>Самостоятельная работа (всего)</b>      |             | <b>88</b>      |                 |
| <b>Виды промежуточной аттестации</b>       | <b>4</b>    |                | <b>4</b>        |
| Зачет                                      |             | +              |                 |
| Экзамен                                    | 4           |                | 4               |
| <b>Общая трудоемкость часы</b>             | <b>216</b>  | <b>108</b>     | <b>108</b>      |
| <b>Общая трудоемкость зачетные единицы</b> | <b>6</b>    | <b>3</b>       | <b>3</b>        |

**5. Содержание дисциплины**

**Тематическое планирование (очное обучение)**

| Номер темы/раздела | Наименование темы/раздела  | Всего часов | Лекции    | Практические занятия | Лабораторные работы | Самостоятельная работа |
|--------------------|--|-------------|-----------|----------------------|---------------------|------------------------|
|                    |  |             |           |                      |                     |                        |
|                    | <b>Пятый семестр, Всего</b>  | <b>72</b>   | <b>20</b> | <b>10</b>            | <b>6</b>            | <b>36</b>              |
| <b>Раздел 1</b>    | <b>Машины постоянного тока</b>   | <b>44</b>   | <b>10</b> | <b>10</b>            | <b>2</b>            | <b>22</b>              |
| Тема 1             | Введение. Устройство и принцип действия машины постоянного тока.                 | 29          | 2         | 10                   | 2                   | 15                     |
| Тема 2             | Основные электромагнитные соотношения в машинах постоянного тока. Реакция якоря. | 3           | 2         |                      |                     | 1                      |
| Тема 3             | Коммутация машин постоянного тока.   | 4           | 2         |                      |                     | 2                      |
| Тема 4             | Генераторы постоянного тока.   | 4           | 2         |                      |                     | 2                      |
| Тема 5             | Двигатели постоянного тока.  | 4           | 2         |                      |                     | 2                      |
| <b>Раздел 2</b>    | <b>Трансформаторы</b>  | <b>28</b>   | <b>10</b> |                      | <b>4</b>            | <b>14</b>              |
| Тема 6             | Устройство и принцип действия трансформатора.                                    | 8           | 2         |                      | 2                   | 4                      |
| Тема 7             | Математическая модель и схема замещения трансформатора.                          | 4           | 2         |                      |                     | 2                      |
| Тема 8             | Работа трансформатора под нагрузкой.   | 4           | 2         |                      |                     | 2                      |
| Тема 9             | Параллельная работа трансформаторов.   | 8           | 2         |                      | 2                   | 4                      |
| Тема 10            | Разновидности трансформаторов.   | 4           | 2         |                      |                     | 2                      |
|                    | <b>Шестой семестр, Всего</b>   | <b>117</b>  | <b>20</b> | <b>16</b>            | <b>18</b>           | <b>63</b>              |
| <b>Раздел 3</b>    | <b>Общие вопросы машин переменного тока</b>                                      | <b>37</b>   | <b>6</b>  | <b>8</b>             | <b>6</b>            | <b>17</b>              |

|                 |  |           |          |          |          |           |
|-----------------|--|-----------|----------|----------|----------|-----------|
| Тема 11         | Общие сведения и определения по машинам переменного тока. Устройство и принцип действия синхронной и асинхронной машины. | 24        | 2        | 6        | 6        | 10        |
| Тема 12         | ЭДС обмоток машин переменного тока.  | 5         | 2        |          |          | 3         |
| Тема 13         | Магнитодвижущие силы (МДС) обмоток машин переменного тока.   | 8         | 2        | 2        |          | 4         |
| <b>Раздел 4</b> | <b>Асинхронные машины</b>  | <b>36</b> | <b>8</b> | <b>2</b> | <b>6</b> | <b>20</b> |
| Тема 14         | Общие сведения о выпускаемых сериях асинхронных двигателей. Асинхронная машина при неподвижном роторе.                   | 8         | 2        |          | 2        | 4         |
| Тема 15         | Математическая модель и схемы замещения асинхронной машины как обобщённого трансформатора.                               | 6         | 2        |          |          | 4         |
| Тема 16         | Вращающие моменты и механическая характеристика асинхронной машины.  | 12        | 2        | 2        | 2        | 6         |
| Тема 17         | Пуск и регулирование частоты вращения асинхронного двигателя.  | 10        | 2        |          | 2        | 6         |
| <b>Раздел 5</b> | <b>Синхронные машины</b>   | <b>24</b> | <b>6</b> |          | <b>6</b> | <b>12</b> |
| Тема 18         | Магнитное поле обмотки возбуждения синхронной машины. Магнитное поле якоря синхронной машины.                            | 4         | 2        |          |          | 2         |
| Тема 19         | Синхронные генераторы.   | 10        | 2        |          | 4        | 4         |
| Тема 20         | Параллельная работа синхронной машины.   | 10        | 2        |          | 2        | 6         |
| <b>Раздел 6</b> | <b>Электрические аппараты</b>  | <b>20</b> |          | <b>6</b> |          | <b>14</b> |
| Тема 21         | Общие сведения о электрических аппаратах.  | 6         |          | 2        |          | 4         |
| Тема 22         | Электрические аппараты управления.   | 6         |          | 2        |          | 4         |
| Тема 23         | Электрические аппараты контроля. Электрические аппараты защиты.  | 8         |          | 2        |          | 6         |

На промежуточную аттестацию отводится 27 часов.

### Содержание дисциплины (очное обучение)

| Номер темы | Содержание темы  |
|------------|--|
| Тема 1     | Введение. Классификация, устройство и принцип действия машин постоянного тока. Обмотки машин постоянного тока. Магнитная цепь машины постоянного тока.               |
| Тема 2     | ЭДС якоря. Электромагнитный момент и электромагнитная мощность. Магнитное поле машины постоянного тока при нагрузке. Влияние реакции якоря. Компенсационная обмотка. |
| Тема 3     | Коммутация машин постоянного тока. Искрение у контактных поверхностей. Процесс коммутации. ЭДС коммутируемой секции. Способы улучшения коммутации.                   |
| Тема 4     | Генераторы постоянного тока. Способы возбуждения. Характеристики генераторов. Параллельная работа.   |
| Тема 5     | Двигатели постоянного тока. Способы пуска. Рабочие характеристики. Механическая характеристика. Регулирование частоты вращения.                                      |
| Тема 6     | Классификация и устройство трансформаторов. Принцип действия идеального трансформатора. Схемы и группы соединения обмоток трансформатора.                            |
| Тема 7     | Магнитные потоки в трансформаторе. Приведение вторичной обмотки к первичной. Схемы замещения трансформатора.   |

|         |   |
|---------|---|
| Тема 8  | Работа трансформатора под нагрузкой. Векторные диаграммы. Энергетические диаграммы. Изменение напряжения. КПД трансформатора. Намагничивание сердечников трансформаторов.   |
| Тема 9  | Параллельная работа трансформаторов. Условия включения на параллельную работу. Фазировка. Случаи несоблюдения условий включения на параллельную работу.   |
| Тема 10 | Разновидности трансформаторов. Трёхобмоточные (многообмоточные) трансформаторы. Автотрансформаторы. Сварочные трансформаторы. Измерительные трансформаторы.   |
| Тема 11 | Общие сведения и определения по машинам переменного тока. Устройство и принцип действия синхронной и асинхронной машины. Обмотки машин переменного тока.  |
| Тема 12 | ЭДС обмоток машин переменного тока. ЭДС от основной гармоники магнитного поля. ЭДС проводника. ЭДС витка. ЭДС катушки. ЭДС катушечной группы. ЭДС фазы обмотки. ЭДС обмотки от высших гармоник магнитного поля .  |
| Тема 13 | Магнитодвижущие силы (МДС) обмоток машин переменного тока. Упрощающие допущения при изучении магнитного поля. МДС катушки с полным шагом. МДС катушечной группы с полным шагом. МДС фазы обмотки. Вращающиеся волны МДС. МДС многофазной обмотки. Круговое, эллиптическое и пульсирующее магнитные поля.          |
| Тема 14 | Общие сведения о выпускаемых сериях асинхронных двигателях. Асинхронная машина при неподвижном роторе.  |
| Тема 15 | Приведение обмотки ротора к обмотке статора. Математическая модель электромагнитных процессов в приведенной АМ с заторможенным ротором. Приведение рабочего процесса асинхронной машины при вращающемся роторе к рабочему процессу при неподвижном роторе. Т-образная схема замещения. Г-образная схема замещения |
| Тема 16 | Основной электромагнитный момент. Дополнительные электромагнитные моменты. Механическая характеристика.   |
| Тема 17 | Требования к пуску двигателя. Способы пуска асинхронного двигателя. Регулирование частоты вращения асинхронного двигателя с кз ротором. Регулирование частоты вращения асинхронного двигателя с фазным ротором.   |
| Тема 18 | Магнитное поле обмотки возбуждения синхронной машины. Магнитное поле якоря синхронной машины. Реакция якоря.  |
| Тема 19 | Математическая модель электромагнитных процессов в ненасыщенном синхронном генераторе. Векторные диаграммы. Характеристики синхронных генераторов.  |
| Тема 20 | Условия включения на параллельную работу. Синхронизация. Последствия несоблюдения условий включения. Синхронные режимы параллельной работы. Угловые характеристики мощности синхронной машины. Статическая устойчивость работы. Успокоительная (демпферная) обмотка.  |
| Тема 21 | Классификация, область применения, требования, предъявляемые к электрическим аппаратам.   |
| Тема 22 | Разновидности аппаратов управления. Контактторы: классификация, устройство, принцип работы и параметры. Дугогасительные системы. Магнитные пускатели.   |
| Тема 23 | Реле. Классификация реле. Устройство и принцип работы электромагнитных реле. Герконы. Тепловое реле. Электрические аппараты защиты.   |

**Тематическое планирование (заочное обучение)**

| <b>Номер темы/раздела</b> | <b>Наименование темы/раздела</b>   | <b>Всего часов</b> | <b>Лекции</b> | <b>Практические занятия</b> | <b>Лабораторные работы</b> | <b>Самостоятельная работа</b> |
|---------------------------|--|--------------------|---------------|-----------------------------|----------------------------|-------------------------------|
|                           | <b>Всего</b>   | <b>203</b>         | <b>8</b>      | <b>6</b>                    | <b>8</b>                   | <b>181</b>                    |
| <b>Раздел 1</b>           | <b>Машины постоянного тока</b>   | <b>44</b>          | <b>2</b>      | <b>2</b>                    | <b>2</b>                   | <b>38</b>                     |
| Тема 1                    | Введение. Устройство и принцип действия машины постоянного тока.   | 10,5               | 1,5           |                             | 1                          | 8                             |
| Тема 2                    | Основные электромагнитные соотношения в машинах постоянного тока. Реакция якоря.   | 6                  |               |                             |                            | 6                             |
| Тема 3                    | Коммутация машин постоянного тока.   | 8                  |               |                             |                            | 8                             |
| Тема 4                    | Генераторы постоянного тока.   | 7                  |               |                             | 1                          | 6                             |
| Тема 5                    | Двигатели постоянного тока.  | 12,5               | 0,5           | 2                           |                            | 10                            |
| <b>Раздел 2</b>           | <b>Трансформаторы</b>  | <b>44</b>          | <b>2</b>      | <b>2</b>                    | <b>2</b>                   | <b>38</b>                     |
| Тема 6                    | Устройство и принцип действия трансформатора.  | 11                 | 1             | 1                           | 1                          | 8                             |
| Тема 7                    | Математическая модель и схема замещения трансформатора.  | 9,5                | 0,5           | 1                           |                            | 8                             |
| Тема 8                    | Работа трансформатора под нагрузкой.   | 8,5                | 0,5           |                             |                            | 8                             |
| Тема 9                    | Параллельная работа трансформаторов.   | 7                  |               |                             | 1                          | 6                             |
| Тема 10                   | Разновидности трансформаторов.   | 8                  |               |                             |                            | 8                             |
| <b>Раздел 3</b>           | <b>Общие вопросы машин переменного тока</b>  | <b>23,5</b>        | <b>1,5</b>    |                             | <b>2</b>                   | <b>20</b>                     |
| Тема 11                   | Общие сведения и определения по машинам переменного тока. Устройство и принцип действия синхронной и асинхронной машины. | 11,5               | 1,5           |                             | 2                          | 8                             |
| Тема 12                   | ЭДС обмоток машин переменного тока.  | 6                  |               |                             |                            | 6                             |
| Тема 13                   | Магнитодвижущие силы (МДС) обмоток машин переменного тока.   | 6                  |               |                             |                            | 6                             |
| <b>Раздел 4</b>           | <b>Асинхронные машины</b>  | <b>31,5</b>        | <b>1,5</b>    |                             | <b>2</b>                   | <b>28</b>                     |
| Тема 14                   | Общие сведения о выпускаемых сериях асинхронных двигателях. Асинхронная машина при неподвижном роторе.                   | 4,5                | 0,5           |                             |                            | 4                             |
| Тема 15                   | Математическая модель и схемы замещения асинхронной машины как обобщённого трансформатора.                               | 8                  |               |                             |                            | 8                             |
| Тема 16                   | Вращающие моменты и механическая характеристика асинхронной машины.  | 8,5                | 0,5           |                             |                            | 8                             |
| Тема 17                   | Пуск и регулирование частоты вращения асинхронного двигателя.  | 10,5               | 0,5           |                             | 2                          | 8                             |
| <b>Раздел 5</b>           | <b>Синхронные машины</b>   | <b>19</b>          | <b>1</b>      |                             |                            | <b>18</b>                     |
| Тема 18                   | Магнитное поле обмотки возбуждения синхронной машины. Магнитное поле якоря синхронной машины.                            | 6                  |               |                             |                            | 6                             |
| Тема 19                   | Синхронные генераторы.   | 6,5                | 0,5           |                             |                            | 6                             |

|                 |  |           |     |          |  |           |
|-----------------|--|-----------|-----|----------|--|-----------|
| Тема 20         | Параллельная работа синхронной машины.                             | 6,5       | 0,5 |          |  | 6         |
| <b>Раздел 6</b> | <b>Электрические аппараты</b>                                      | <b>41</b> |     | <b>2</b> |  | <b>39</b> |
| Тема 21         | Общие сведения о электрических аппаратах.                          | 13        |     | 2        |  | 11        |
| Тема 22         | Электрические аппараты управления.                                 | 14        |     |          |  | 14        |
| Тема 23         | Электрические аппараты контроля.<br>Электрические аппараты защиты. | 14        |     |          |  | 14        |

На промежуточную аттестацию отводится 13 часов.

### Содержание дисциплины (заочное обучение)

| Номер темы | Содержание темы  |
|------------|--|
| Тема 1     | Введение. Классификация, устройство и принцип действия машин постоянного тока. Обмотки машин постоянного тока. Магнитная цепь машины постоянного тока.   |
| Тема 2     | ЭДС якоря. Электромагнитный момент и электромагнитная мощность. Магнитное поле машины постоянного тока при нагрузке. Влияние реакции якоря. Компенсационная обмотка.   |
| Тема 3     | Коммутация машин постоянного тока. Искрение у контактных поверхностей. Процесс коммутации. ЭДС коммутируемой секции. Способы улучшения коммутации.   |
| Тема 4     | Генераторы постоянного тока. Способы возбуждения. Характеристики генераторов. Параллельная работа.   |
| Тема 5     | Двигатели постоянного тока. Способы пуска. Рабочие характеристики. Механическая характеристика. Регулирование частоты вращения.  |
| Тема 6     | Классификация и устройство трансформаторов. Принцип действия идеального трансформатора. Схемы и группы соединения обмоток трансформатора.  |
| Тема 7     | Магнитные потоки в трансформаторе. Приведение вторичной обмотки к первичной. Схемы замещения трансформатора.   |
| Тема 8     | Работа трансформатора под нагрузкой. Векторные диаграммы. Энергетические диаграммы. Изменение напряжения. КПД трансформатора. Намагничивание сердечников трансформаторов.  |
| Тема 9     | Параллельная работа трансформаторов. Условия включения на параллельную работу. Фазировка. Случаи несоблюдения условий включения на параллельную работу.  |
| Тема 10    | Разновидности трансформаторов. Трёхобмоточные (многообмоточные) трансформаторы. Автотрансформаторы. Сварочные трансформаторы. Измерительные трансформаторы.  |
| Тема 11    | Общие сведения и определения по машинам переменного тока. Устройство и принцип действия синхронной и асинхронной машины. Обмотки машин переменного тока.   |
| Тема 12    | ЭДС обмоток машин переменного тока. ЭДС от основной гармоники магнитного поля. ЭДС проводника. ЭДС витка. ЭДС катушки. ЭДС катушечной группы. ЭДС фазы обмотки. ЭДС обмотки от высших гармоник магнитного поля.  |
| Тема 13    | Магнитодвижущие силы (МДС) обмоток машин переменного тока. Упрощающие допущения при изучении магнитного поля. МДС катушки с полным шагом. МДС катушечной группы с полным шагом. МДС фазы обмотки. Вращающиеся волны МДС. МДС многофазной обмотки. Круговое, эллиптическое и пульсирующее магнитные поля. |
| Тема 14    | Общие сведения о выпускаемых сериях асинхронных двигателях. Асинхронная машина при неподвижном роторе.   |



|         |   |
|---------|---|
| Тема 15 | Приведение обмотки ротора к обмотке статора. Математическая модель электромагнитных процессов в приведенной АМ с заторможенным ротором<br>Приведение рабочего процесса асинхронной машины при вращающемся роторе к рабочему процессу при неподвижном роторе. Т-образная схема замещения. Г-образная схема замещения |
| Тема 16 | Основной электромагнитный момент. Дополнительные электромагнитные моменты. Механическая характеристика.   |
| Тема 17 | Требования к пуску двигателя. Способы пуска асинхронного двигателя. Регулирование частоты вращения асинхронного двигателя с кз ротором. Регулирование частоты вращения асинхронного двигателя с фазным ротором.   |
| Тема 18 | Магнитное поле обмотки возбуждения синхронной машины. Магнитное поле якоря синхронной машины. Реакция якоря.  |
| Тема 19 | Математическая модель электромагнитных процессов в ненасыщенном синхронном генераторе. Векторные диаграммы. Характеристики синхронных генераторов.  |
| Тема 20 | Условия включения на параллельную работу. Синхронизация. Последствия несоблюдения условий включения. Синхронные режимы параллельной работы. Угловые характеристики мощности синхронной машины. Статическая устойчивость работы. Успокоительная (демпферная) обмотка.  |
| Тема 21 | Классификация, область применения, требования, предъявляемые к электрическим аппаратам.   |
| Тема 22 | Разновидности аппаратов управления. Контактторы: классификация, устройство, принцип работы и параметры. Дугогасительные системы. Магнитные пускатели.   |
| Тема 23 | Реле. Классификация реле. Устройство и принцип работы электромагнитных реле. Герконы. Тепловое реле. Электрические аппараты защиты.   |

### Тематическое планирование (очно-заочное обучение)

| Номер темы/раздела | Наименование темы/раздела  | Всего часов | Лекции    | Практические занятия | Лабораторные работы | Самостоятельная работа |
|--------------------|--|-------------|-----------|----------------------|---------------------|------------------------|
|                    |  |             |           |                      |                     |                        |
|                    | <b>Всего</b>   | <b>212</b>  | <b>20</b> | <b>6</b>             | <b>12</b>           | <b>174</b>             |
| <b>Раздел 1</b>    | <b>Машины постоянного тока</b>   | <b>73</b>   | <b>5</b>  | <b>2</b>             | <b>1</b>            | <b>65</b>              |
| Тема 1             | Введение. Устройство и принцип действия машины постоянного тока.                 | 34          | 1         | 2                    | 1                   | 30                     |
| Тема 2             | Основные электромагнитные соотношения в машинах постоянного тока. Реакция якоря. | 11          | 1         |                      |                     | 10                     |
| Тема 3             | Коммутация машин постоянного тока.   | 11          | 1         |                      |                     | 10                     |
| Тема 4             | Генераторы постоянного тока.   | 11          | 1         |                      |                     | 10                     |
| Тема 5             | Двигатели постоянного тока.  | 6           | 1         |                      |                     | 5                      |
| <b>Раздел 2</b>    | <b>Трансформаторы</b>  | <b>31</b>   | <b>5</b>  |                      | <b>2</b>            | <b>24</b>              |

|                 |  |           |          |          |          |           |
|-----------------|--|-----------|----------|----------|----------|-----------|
| Тема 6          | Устройство и принцип действия трансформатора.  | 12        | 1        |          | 1        | 10        |
| Тема 7          | Математическая модель и схема замещения трансформатора.  | 5         | 1        |          |          | 4         |
| Тема 8          | Работа трансформатора под нагрузкой.   | 5         | 1        |          |          | 4         |
| Тема 9          | Параллельная работа трансформаторов.   | 6         | 1        |          | 1        | 4         |
| Тема 10         | Разновидности трансформаторов.   | 3         | 1        |          |          | 2         |
| <b>Раздел 3</b> | <b>Общие вопросы машин переменного тока</b>  | <b>25</b> | <b>3</b> | <b>2</b> | <b>3</b> | <b>17</b> |
| Тема 11         | Общие сведения и определения по машинам переменного тока. Устройство и принцип действия синхронной и асинхронной машины. | 15        | 1        | 1        | 3        | 10        |
| Тема 12         | ЭДС обмоток машин переменного тока.  | 4         | 1        |          |          | 3         |
| Тема 13         | Магнитодвижущие силы (МДС) обмоток машин переменного тока.   | 6         | 1        | 1        |          | 4         |
| <b>Раздел 4</b> | <b>Асинхронные машины</b>  | <b>38</b> | <b>4</b> | <b>1</b> | <b>3</b> | <b>30</b> |
| Тема 14         | Общие сведения о выпускаемых сериях асинхронных двигателей. Асинхронная машина при неподвижном роторе.                   | 10        | 1        |          | 1        | 8         |
| Тема 15         | Математическая модель и схемы замещения асинхронной машины как обобщённого трансформатора.                               | 9         | 1        |          |          | 8         |
| Тема 16         | Вращающие моменты и механическая характеристика асинхронной машины.  | 9         | 1        | 1        | 1        | 6         |
| Тема 17         | Пуск и регулирование частоты вращения асинхронного двигателя.  | 10        | 1        |          | 1        | 8         |
| <b>Раздел 5</b> | <b>Синхронные машины</b>   | <b>24</b> | <b>3</b> |          | <b>3</b> | <b>18</b> |
| Тема 18         | Магнитное поле обмотки возбуждения синхронной машины. Магнитное поле якоря синхронной машины.                            | 7         | 1        |          |          | 6         |
| Тема 19         | Синхронные генераторы.   | 9         | 1        |          | 2        | 6         |
| Тема 20         | Параллельная работа синхронной машины.   | 8         | 1        |          | 1        | 6         |
| <b>Раздел 6</b> | <b>Электрические аппараты</b>  | <b>21</b> |          | <b>1</b> |          | <b>20</b> |
| Тема 21         | Общие сведения о электрических аппаратах.  | 7         |          | 1        |          | 6         |
| Тема 22         | Электрические аппараты управления.   | 6         |          |          |          | 6         |
| Тема 23         | Электрические аппараты контроля.<br>Электрические аппараты защиты.   | 8         |          |          |          | 8         |

На промежуточную аттестацию отводится 4 часов.

### Содержание дисциплины (очно-заочное обучение)

| Номер темы | Содержание темы  |
|------------|--|
| Тема 1     | Введение. Классификация, устройство и принцип действия машин постоянного тока. Обмотки машин постоянного тока. Магнитная цепь машины постоянного тока.               |
| Тема 2     | ЭДС якоря. Электромагнитный момент и электромагнитная мощность. Магнитное поле машины постоянного тока при нагрузке. Влияние реакции якоря. Компенсационная обмотка. |
| Тема 3     | Коммутация машин постоянного тока. Искрение у контактных поверхностей. Процесс коммутации. ЭДС коммутируемой секции. Способы улучшения коммутации.                   |
| Тема 4     | Генераторы постоянного тока. Способы возбуждения. Характеристики генераторов. Параллельная работа.   |

|         |   |
|---------|---|
| Тема 5  | Двигатели постоянного тока. Способы пуска. Рабочие характеристики. Механическая характеристика. Регулирование частоты вращения.   |
| Тема 6  | Классификация и устройство трансформаторов. Принцип действия идеального трансформатора. Схемы и группы соединения обмоток трансформатора.   |
| Тема 7  | Магнитные потоки в трансформаторе. Приведение вторичной обмотки к первичной. Схемы замещения трансформатора.  |
| Тема 8  | Работа трансформатора под нагрузкой. Векторные диаграммы. Энергетические диаграммы. Изменение напряжения. КПД трансформатора. Намагничивание сердечников трансформаторов.   |
| Тема 9  | Параллельная работа трансформаторов. Условия включения на параллельную работу. Фазировка. Случаи несоблюдения условий включения на параллельную работу.   |
| Тема 10 | Разновидности трансформаторов. Трёхобмоточные (многообмоточные) трансформаторы. Автотрансформаторы. Сварочные трансформаторы. Измерительные трансформаторы.   |
| Тема 11 | Общие сведения и определения по машинам переменного тока. Устройство и принцип действия синхронной и асинхронной машины. Обмотки машин переменного тока.  |
| Тема 12 | ЭДС обмоток машин переменного тока. ЭДС от основной гармоники магнитного поля. ЭДС проводника. ЭДС витка. ЭДС катушки. ЭДС катушечной группы. ЭДС фазы обмотки. ЭДС обмотки от высших гармоник магнитного поля.   |
| Тема 13 | Магнитодвижущие силы (МДС) обмоток машин переменного тока. Упрощающие допущения при изучении магнитного поля. МДС катушки с полным шагом. МДС катушечной группы с полным шагом. МДС фазы обмотки. Вращающиеся волны МДС. МДС многофазной обмотки. Круговое, эллиптическое и пульсирующее магнитные поля.          |
| Тема 14 | Общие сведения о выпускаемых сериях асинхронных двигателях. Асинхронная машина при неподвижном роторе.  |
| Тема 15 | Приведение обмотки ротора к обмотке статора. Математическая модель электромагнитных процессов в приведенной АМ с заторможенным ротором. Приведение рабочего процесса асинхронной машины при вращающемся роторе к рабочему процессу при неподвижном роторе. Т-образная схема замещения. Г-образная схема замещения |
| Тема 16 | Основной электромагнитный момент. Дополнительные электромагнитные моменты. Механическая характеристика.   |
| Тема 17 | Требования к пуску двигателя. Способы пуска асинхронного двигателя. Регулирование частоты вращения асинхронного двигателя с кз ротором. Регулирование частоты вращения асинхронного двигателя с фазным ротором.   |
| Тема 18 | Магнитное поле обмотки возбуждения синхронной машины. Магнитное поле якоря синхронной машины. Реакция якоря.  |
| Тема 19 | Математическая модель электромагнитных процессов в ненасыщенном синхронном генераторе. Векторные диаграммы. Характеристики синхронных генераторов.  |
| Тема 20 | Условия включения на параллельную работу. Синхронизация. Последствия несоблюдения условий включения. Синхронные режимы параллельной работы. Угловые характеристики мощности синхронной машины. Статическая устойчивость работы. Успокоительная (демпферная) обмотка.  |
| Тема 21 | Классификация, область применения, требования, предъявляемые к электрическим аппаратам.   |

|         |   |
|---------|---|
| Тема 22 | Разновидности аппаратов управления. Контактторы: классификация, устройство, принцип работы и параметры. Дугогасительные системы. Магнитные пускатели. |
| Тема 23 | Реле. Классификация реле. Устройство и принцип работы электромагнитных реле. Герконы. Тепловое реле. Электрические аппараты защиты.                   |

## **6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)**

### **Литература для самостоятельной работы студентов**

1. Электрические машины : учебно-методическое пособие к практическим и лабораторным работам для студентов, обучающихся по направлениям подготовки «Агроинженерия» и «Теплотехника и теплоэнергетика». - Ижевск : РИО Ижевская ГСХА, 2018 - . - URL: <http://lib-izhgsha.ru/index.php?q=docs&download=1&id=23199>

2. Носков, В. А.

Задания и методические указания по расчету параметров и характеристик электрических машин : учебно-методическое пособие для студентов очного и заочного обучения по направлениям подготовки: «Агроинженерия» и «Теплоэнергетика и теплотехника» / В. А. Носков, К. В. Мартынов, А. Р. Киршин ; ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА. - Ижевск : РИО Ижевская ГСХА, 2019. - 59 с. - URL: <http://portal.izhgsha.ru/index.php?q=docs&download=1&id=28966>; <https://lib.rucont.ru/efd/732917/info>

### **Вопросы и задания для самостоятельной работы (очная форма обучения)**

#### **Пятый семестр (36 ч.)**

Вид СРС: Расчетно-графические работы (выполнение) (10 ч.)

Средство проверки умений применять полученные знания по заранее определенной методике для решения задач или заданий по модулю или дисциплине в целом.

Вид СРС: Лабораторная работа (подготовка) (6 ч.)

Вид учебного занятия, направленный на углубление и закрепление знаний, практических навыков, овладение методикой и техникой эксперимента. При подготовке осуществляется изучение теоретического материала, изучение методики эксперимента, выполнение конспекта к лабораторной работе.

Вид СРС: Собеседование (подготовка) (10 ч.)

Средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.

Вид СРС: Работа с рекомендуемой литературы (10 ч.)

Самостоятельное изучение вопроса, согласно рекомендуемой преподавателем основной и дополнительной литературы.

#### **Шестой семестр (63 ч.)**

Вид СРС: Расчетно-графические работы (выполнение) (10 ч.)

Средство проверки умений применять полученные знания по заранее определенной методике для решения задач или заданий по модулю или дисциплине в целом.

Вид СРС: Лабораторная работа (подготовка) (16 ч.)

Вид учебного занятия, направленный на углубление и закрепление знаний, практических навыков, овладение методикой и техникой эксперимента. При подготовке осуществляется изучение теоретического материала, изучение методики эксперимента, выполнение конспекта к лабораторной работе.

Вид СРС: Собеседование (подготовка) (16 ч.)

Средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.

Вид СРС: Работа с рекомендуемой литературы (21 ч.)  
Самостоятельное изучение вопроса, согласно рекомендуемой преподавателем основной и дополнительной литературы.

### **Вопросы и задания для самостоятельной работы (заочная форма обучения)**

#### **Всего часов самостоятельной работы (181 ч.)**

Вид СРС: Контрольная работа (выполнение) (42 ч.)

Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу.

Вид СРС: Лабораторная работа (подготовка) (16 ч.)

Вид учебного занятия, направленный на углубление и закрепление знаний, практических навыков, овладение методикой и техникой эксперимента. При подготовке осуществляется изучение теоретического материала, изучение методики эксперимента, выполнение конспекта к лабораторной работе.

Вид СРС: Собеседование (подготовка) (23 ч.)

Средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.

Вид СРС: Работа с рекомендуемой литературы (100 ч.)

Самостоятельное изучение вопроса, согласно рекомендуемой преподавателем основной и дополнительной литературы.

### **Вопросы и задания для самостоятельной работы (очно-заочная форма обучения)**

#### **Всего часов самостоятельной работы (174 ч.)**

Вид СРС: Расчетно-графические работы (выполнение) (40 ч.)

Средство проверки умений применять полученные знания по заранее определенной методике для решения задач или заданий по модулю или дисциплине в целом.

Вид СРС: Лабораторная работа (подготовка) (24 ч.)

Вид учебного занятия, направленный на углубление и закрепление знаний, практических навыков, овладение методикой и техникой эксперимента. При подготовке осуществляется изучение теоретического материала, изучение методики эксперимента, выполнение конспекта к лабораторной работе.

Вид СРС: Собеседование (подготовка) (50 ч.)

Средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.

Вид СРС: Работа с рекомендуемой литературы (60 ч.)

Самостоятельное изучение вопроса, согласно рекомендуемой преподавателем основной и дополнительной литературы.

### **7. Тематика курсовых работ(проектов)**

Курсовые работы (проекты) по дисциплине не предусмотрены.

### **8. Фонд оценочных средств для текущего контроля и промежуточной аттестации**

#### **8.1. Компетенции и этапы формирования**

| Коды компетенций | Этапы формирования |                |                    |
|------------------|--------------------|----------------|--------------------|
|                  | Курс, семестр      | Форма контроля | Разделы дисциплины |

|            |                           |         |  |
|------------|---------------------------|---------|--|
| ОПК-2 ПК-2 | 3 курс,<br>Пятый семестр  | Зачет   | Раздел 1:<br>Машины постоянного тока.              |
| ОПК-2 ПК-2 | 3 курс,<br>Пятый семестр  | Зачет   | Раздел 2:<br>Трансформаторы.                       |
| ПК-2       | 3 курс,<br>Шестой семестр | Экзамен | Раздел 3:<br>Общие вопросы машин переменного тока. |
| ОПК-2 ПК-2 | 3 курс,<br>Шестой семестр | Экзамен | Раздел 4:<br>Асинхронные машины.                   |
| ОПК-2 ПК-2 | 3 курс,<br>Шестой семестр | Экзамен | Раздел 5:<br>Синхронные машины.                    |
| ПК-2       | 3 курс,<br>Шестой семестр | Экзамен | Раздел 6:<br>Электрические аппараты.               |

## 8.2. Показатели и критерии оценивания компетенций, шкалы оценивания

В рамках изучаемой дисциплины студент демонстрирует уровни овладения компетенциями:

Повышенный уровень:

Достигнутый уровень оценки результатов обучения является основой для формирования компетенций, соответствующих требованиям ФГОС. Обучающиеся способны использовать сведения из различных источников для успешного исследования и поиска решения в нестандартных практико-ориентированных ситуациях.

Базовый уровень:

Обучающиеся продемонстрировали результаты на уровне осознанного владения знаниями, умениями, навыками. Обучающиеся способны анализировать, проводить сравнение и обоснование выбора методов решения заданий в практико-ориентированных ситуациях.

Пороговый уровень:

Достигнутый уровень оценки результатов обучения показывает, что обучающиеся обладают необходимой системой знаний и владеют некоторыми умениями по дисциплине. Обучающиеся способны понимать и интерпретировать освоенную информацию, что является основой успешного формирования умений и навыков для решения практико-ориентированных задач.

Уровень ниже порогового:

Результаты обучения свидетельствуют об усвоении ими некоторых элементарных знаний основных вопросов по дисциплине. Допущенные ошибки и неточности показывают, что студенты не овладели необходимой системой знаний по дисциплине.

| Уровень сформированности компетенции | Шкала оценивания для промежуточной аттестации |            |
|--------------------------------------|---|------------|
|                                      | Экзамен (дифференцированный зачет)            | Зачет      |
| Повышенный                           | 5 (отлично)                                   | зачтено    |
| Базовый                              | 4 (хорошо)                                    | зачтено    |
| Пороговый                            | 3 (удовлетворительно)                         | зачтено    |
| Ниже порогового                      | 2 (неудовлетворительно)                       | не зачтено |

#### Критерии оценки знаний студентов по дисциплине

##### Оценка Хорошо:

Полнота знаний: уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, допущено несколько негрубых ошибок.

Наличие умений: продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания в полном объеме, некоторые с недочетами.

Наличие навыков (владение опытом): продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами.

Характеристика сформированности компетенций:

- сформированность компетенции в целом соответствует требованиям;
- имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в целом достаточно для решения стандартных практических (профессиональных) задач.

Уровень сформированности компетенций: средний.

##### Оценка Удовлетворительно:

Полнота знаний: минимально допустимый уровень знаний, допущено много негрубых ошибок.

Наличие умений: продемонстрированы основные умения, решены типовые задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания, но не в полном объеме.

Наличие навыков (владение опытом): имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами.

Характеристика сформированности компетенций:

- сформированность компетенции соответствует минимальным требованиям;
- имеющихся знаний, умений, навыков в целом достаточно для решения практических (профессиональных) задач, но требуется дополнительная практика по большинству практических задач.

Уровень сформированности компетенций: ниже среднего.

##### Оценка Неудовлетворительно:

Полнота знаний: уровень знаний ниже минимальных требований, имели место грубые ошибки.

Наличие умений: при решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения, имели место грубые ошибки.

Наличие навыков (владение опытом): при решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки, имели место грубые ошибки.

Характеристика сформированности компетенций:

- компетенция в полной мере не сформирована;
- имеющихся знаний, умений, навыков недостаточно для решения практических (профессиональных) задач.

Уровень сформированности компетенций: низкий.

##### Оценка Не зачтено:

Полнота знаний: уровень знаний ниже минимальных требований, имели место грубые ошибки.  
Наличие умений: при решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения, имели место грубые ошибки.

Наличие навыков (владение опытом): при решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки, имели место грубые ошибки.

Характеристика сформированности компетенций:

- компетенция в полной мере не сформирована;
- имеющихся знаний, умений, навыков недостаточно для решения практических (профессиональных) задач.

Уровень сформированности компетенций: низкий.

Оценка Зачтено:

Полнота знаний: не ниже минимально допустимого уровня знаний, возможен допуск множества негрубых ошибок.

Наличие умений: умения сформированы не ниже демонстрации основных умений, решения типовых задач с негрубыми ошибками, выполнены все задания, но не в полном объеме.

Наличие навыков (владение опытом): как минимум имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами.

Характеристика сформированности компетенций:

- сформированность компетенции не ниже минимальных требований;
- имеющихся знаний, умений, навыков как минимум достаточно для решения практических (профессиональных) задач, возможно требуется дополнительная практика по большинству практических задач.

Уровень сформированности компетенций: минимальный уровень ниже среднего.

Оценка Отлично:

Полнота знаний: уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.

Наличие умений: продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме.

Наличие навыков (владение опытом): продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.

Характеристика сформированности компетенций:

- сформированность компетенции полностью соответствует требованиям;
- имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в полной мере достаточно для решения сложных практических (профессиональных) задач.

Уровень сформированности компетенций: высокий.

### **8.3. Типовые вопросы, задания текущего контроля**

Раздел 1: Машины постоянного тока

ОПК-2 Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач

1. Пояснить устройство и принцип действия машины постоянного тока.
2. Что такое реакция якоря и как она влияет на работу машины постоянного тока?
3. Что такое коммутация в машинах постоянного тока и какие есть способы её улучшения?
4. Пояснить особенности различных способов возбуждения машины постоянного тока.
5. Пояснить способы пуска двигателя постоянного тока.
6. Охарактеризовать способы регулирования частоты вращения двигателя постоянного тока.
7. Пояснить характеристики генераторов постоянного тока с различными способами возбуждения.
8. Пояснить рабочие характеристики двигателей постоянного тока с различными способами возбуждения.



9. Пояснить механическую характеристику двигателей постоянного тока с различными способами возбуждения.

10. Проведение и анализ результатов опыта холостого хода генератора постоянного тока.

11. Опытное определение энергетических характеристик двигателя постоянного тока.

ПК-2 Способен проводить расчеты по типовым методикам, проектировать технологическое оборудование с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием

1. 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

2. 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  $r_a=1,03\text{ Ом}$ .

3. Вычислить ЭДС якоря генератора постоянного тока по известным данным: напряжение на якоре  $220\text{В}$ , ток якоря  $58,0\text{А}$ , сопротивление якоря  $0,36\text{ Ом}$ .

Раздел 2: Трансформаторы

ОПК-2 Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач

1. Пояснить устройство и принцип действия трансформатора.

2. Какие существуют схемы и группы соединения обмоток трансформатора?

3. Пояснить изменение первичного тока трансформатора при изменении его нагрузки.

4. Пояснить условия включения трансформаторов на параллельную работу.

5. Что такое автотрансформатор и в чём его преимущества и недостатки по сравнению с трансформатором?

6. Охарактеризовать отличительные особенности измерительных трансформаторов.

7. Опытное определение и анализ параметров схемы замещения трансформатора.

ПК-2 Способен проводить расчеты по типовым методикам, проектировать технологическое оборудование с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием

1. Что такое коэффициент трансформации и как его определить?

2. Пояснить внешнюю характеристику трансформатора.

3. Пояснить зависимость КПД трансформатора от его нагрузки.

4. Для трехфазного трансформатора со схемой соединения обмоток «звезда-звезда с нулевым выводом» и с номинальными данными:  $S=160\text{кВА}$ ,  $U_{1n}=10\text{кВ}$ ,  $U_{2n}=0,4\text{ кВ}$ , определить: номинальные токи высшего и низшего напряжений и КПД при стандартных потерях мощности  $P_0=510\text{Вт}$ ,  $P_{кн}=2650\text{Вт}$  и при загрузке трансформатора  $\beta=0,5$  и  $\cos\varphi=0,80$

Раздел 3: Общие вопросы машин переменного тока

ПК-2 Способен проводить расчеты по типовым методикам, проектировать технологическое оборудование с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием

1. Изобразить и пояснить однослойную обмотку машины переменного тока.

2. Изобразить и пояснить двухслойную обмотку машины переменного тока.

3. Что такое обмоточный коэффициент и как его определить?

Раздел 4: Асинхронные машины

ОПК-2 Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач

1. Пояснить устройство и принцип работы асинхронного двигателя.

2. Пояснить способы пуска асинхронного двигателя.

3. Охарактеризовать способы регулирования частоты вращения асинхронного двигателя.

4. Пояснить механическую характеристику асинхронного двигателя.

5. Пояснить рабочие характеристики асинхронного двигателя.

6. Опытное определение и анализ параметров схем замещения асинхронного двигателя.

ПК-2 Способен проводить расчеты по типовым методикам, проектировать технологическое оборудование с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием

1. Что такое скольжение и как определить его номинальное значение по паспортным данным?

2. Определить частоту вращения магнитного поля для двигателя RA100LB4 при частоте тока 50 Гц.

3. Для двигателя RA160MA4 с номинальными данными  $P=11,0$  кВт,  $U_n=380$ В,  $I_n=22,0$  А,  $\eta=88,5\%$ ,  $\cos\varphi=0,86$  определить полную, активную и реактивную мощность, потребляемые из сети.

Раздел 5: Синхронные машины

ОПК-2 Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач

1. Пояснить устройство и принцип работы синхронного генератора.

2. Что такое реакция якоря и как она влияет на работу синхронного генератора?

3. Пояснить условия включения синхронного генератора на параллельную работу.

4. Как возможно осуществить регулирование реактивной мощности синхронной машины?

5. В чём преимущества и недостатки синхронного двигателя по сравнению с асинхронным?

6. Пояснить внешние характеристики синхронного генератора.

7. Пояснить регулировочные характеристики синхронного генератора.

ПК-2 Способен проводить расчеты по типовым методикам, проектировать технологическое оборудование с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием

1. Что такое угловая характеристика синхронной машины?

2. Что такое ОКЗ и как его определить?

3. 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.

Раздел 6: Электрические аппараты

ПК-2 Способен проводить расчеты по типовым методикам, проектировать технологическое оборудование с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием

1. Определение тока плавкой вставки предохранителя для линии питающей асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором, по его паспортным данным и режиму работы (легкий пуск).

2. Определение параметров автоматического выключателя для защиты линии, питающей асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором, по его паспортным данным.

3. Разновидности аппаратов управления и их параметры.

4. Классификация реле.

#### **8.4. Вопросы промежуточной аттестации**

**Пятый семестр (Зачет, ОПК-2, ПК-2)**

1. Принцип действия и преобразования энергии коллекторной машины постоянного тока в режиме генератора. Энергетическая диаграмма. Коэффициент полезного действия.
2. Принцип действия и преобразования энергии коллекторной машины постоянного тока в режиме двигателя. Энергетическая диаграмма. Коэффициент полезного действия.
3. Основные электромагнитные соотношения для машины постоянного тока: зависимость э.д.с.  $E_a$  электромагнитного момента  $M_{эм}$ , электромагнитной мощности  $P_{эм}$ .
4. Магнитное поле машины постоянного тока, основы расчета, магнитная характеристика (на примере индивидуальной расчетной работы).
5. Реакция якоря. Способы уменьшения отрицательных последствий реакции якоря.
6. Коммутация коллекторной машины постоянного тока. Отрицательные последствия коммутации. Средства и способы улучшения коммутации.
7. Изобразить схему принципиальную электрическую для подключения двигателя постоянного тока с использованием схемы подсоединения, изображенной на крышке клеммной коробки. Выбор измерительных приборов.
8. Характеристики генераторов постоянного тока: холостого хода, короткого замыкания.
9. Характеристики генераторов постоянного тока: нагрузочная, регулировочная, внешняя.
10. Самовозбуждение генераторов постоянного тока, условия самовозбуждения, регулирование э.д.с.
11. Параллельная работа генераторов постоянного тока: условия включения. Схемы и приборы для проверки условий параллельной работы.
12. Пуск двигателя постоянного тока в ход: прямое включение, с помощью пускового реостата, от индивидуального источника энергии.
13. Рабочие характеристики двигателя параллельного возбуждения: скоростная, моментная, КПД.
14. Рабочие характеристики двигателя последовательного возбуждения: скоростная, моментная, КПД.
15. Регулирование частоты вращения двигателей постоянного тока изменением подведенного напряжения источника энергии: достоинства и недостатки.
16. Регулирование частоты вращения двигателя постоянного тока изменением регулировочного резистора в цепи якоря: достоинства и недостатки.
17. Регулирование частоты вращения двигателей постоянного тока изменением магнитного потока: достоинства и недостатки.
18. Механическая характеристика двигателя постоянного тока при различных схемах возбуждения.
19. Устройство и принцип действия трансформатора, зависимость э.д.с. обмоток, векторная диаграмма для идеализированного трансформатора.
20. Схемы и группы соединения обмоток трансформатора. Определение группы соединения обмоток на примере по заданию преподавателя.
21. Параллельная работа трансформаторов, необходимость и условия включения, фазировка трансформатора перед включением.
22. Параллельная работа трансформаторов, условия включения, последствия от несоблюдения равенства групп соединения обмоток.
23. Параллельная работа трансформаторов, условия включения, последствия от несоблюдения равенства коэффициентов трансформации.
24. Параллельная работа трансформаторов, условия включения, последствия от несоблюдения равенства напряжений короткого замыкания.
25. Устройство и принцип действия трансформатора ТМ 63/10, схема обмоток, регулирование напряжения.
26. Устройство и принцип действия трансформатора ТМ 63/10, паспортные данные, расчеты номинальных токов с высокой и низкой стороны напряжения по заданным напряжениям и мощности.

27. Схема замещения трансформатора, уравнения напряжений и токов. Приведение параметров вторичной обмотки к параметрам первичной.
28. Схема замещения трансформатора, опытное определение параметров схемы замещения на примере трехфазного трансформатора.
29. Работа трансформатора под нагрузкой, уравнение напряжений и токов, векторная диаграмма для активно-индуктивной нагрузки.
30. Переходные процессы в трансформаторе. Включение трансформатора под напряжение.
31. Работа трансформатора под нагрузкой, внешняя характеристика, изменение вторичного напряжения от степени и характера нагрузки.
32. Работа трансформатора под нагрузкой, передача энергии, энергетическая диаграмма, коэффициент полезного действия.
33. Несимметричная нагрузка трансформаторов, метод симметричных составляющих.
34. Специальные виды трансформаторов. Измерительные трансформаторы напряжений и тока, их назначение, схемы включения.
35. Специальные виды трансформаторов. Сварочные трансформаторы, требования к ним, особенности конструкции, способы создания крутопадающей внешней характеристики.
36. Трехфазный трехобмоточный трансформатор, схема замещения, определение параметров схемы замещения.

### **Шестой семестр (Экзамен, ОПК-2, ПК-2)**

1. Устройство и принцип действия асинхронной машины. Основные узлы: статор и ротор, их обмотки. Распределение фазных зон трехфазной машины.
2. Асинхронная машина при неподвижном роторе. Сравнение с трансформатором. Уравнения напряжений и токов.
3. Асинхронная машина при вращающемся роторе. Рабочий процесс двигателя. Приведение рабочего процесса асинхронной машины при вращающемся роторе к рабочему процессу с неподвижным ротором.
4. Т-образная схема замещения асинхронной машины, уравнение напряжений, уравнение токов. Приведение параметров вторичной обмотки к параметрам первичной обмотки.
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 асинхронного двигателя. Расчетные формулы и методы построения механической характеристики по справочным данным.
9. Рабочие характеристики асинхронного двигателя: зависимости мощности и тока на входе двигателя, частоты вращения ротора, вращающего момента, к.п.д. и косинуса  $\phi$  от мощности на валу машины.
10. Пуск и устойчивый режим работы асинхронного двигателя совместно с рабочей машиной.
11. Способы пуска асинхронных двигателей, их достоинства и недостатки.
12. Способы регулирования частоты вращения асинхронного двигателя. Регулирование изменением числа пар полюсов обмотки статора.
13. Способы регулирования частоты вращения асинхронного двигателя. Регулирование изменением частоты питающего тока.
14. Способы регулирования частоты вращения асинхронного двигателя с фазным ротором путем изменения активного сопротивления в цепи ротора.
15. Магнитное поле синхронной машины с явно выраженными полюсами. Средства и способы создания синусоидального по форме распределения магнитной индукции в воздушном зазоре.
16. Магнитное поле синхронной машины при нагрузке. Реакция якоря при чисто активной нагрузке.
17. Магнитное поле синхронной машины при нагрузке. Реакция якоря при чисто индуктивной нагрузке.

18. Магнитное поле синхронной машины при нагрузке. Реакция якоря при чисто емкостной нагрузке.
19. Векторная диаграмма синхронного генератора при смешанной нагрузке.
20. Характеристики синхронного генератора: холостого хода и короткого замыкания. Отношение короткого замыкания (ОКЗ).
21. Характеристики синхронного генератора: внешняя, регулировочная, нагрузочная.
22. Включение синхронного генератора на параллельную работу. Способы и устройства синхронизации генераторов.
23. Устройство и принцип действия синхронной машины. Основные узлы : статор и ротор, их обмотки. Распределение фазных зон трехфазной синхронной машины.
24. Угловая характеристика мощности синхронной машины.
25. Трехфазный синхронный двигатель. Способы пуска синхронного двигателя
26. Электрические аппараты управления. Контактторы постоянного и переменного тока. Категории работы контакторов, выбор контакторов.
27. Электрические аппараты управления. Магнитные пускатели. Устройство и принцип действия пускателей. Выбор пускателя.
28. Электрические аппараты для контроля заданных величин. Реле, их устройство и назначение, классификация реле.
29. Электрические аппараты защиты от перегрузки. Тепловые реле, их устройство и принцип действия. Выбор теплового реле.
30. Электрические аппараты защиты от коротких замыканий. Предохранители, их устройство и принцип действия. Выбор предохранителя.
31. Электрические аппараты защиты от коротких замыканий и перегрузок. Автоматические выключатели, их устройство и принцип действия.
32. Электрические аппараты защиты от утечки тока. Устройство и принцип действия дифференциального автоматического выключателя.
33. Гашение дуги в электрических аппаратах. Средства и способы гашения дуги.
34. Ограничители перенапряжений (ОПН), их устройство и принцип действия.
35. Изобразить и пояснить схему трехфазной обмотки машины переменного тока

#### **8.5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Контроль знаний студентов по дисциплине проводится в устной и письменной форме, предусматривает текущий и промежуточный контроль. Методы контроля: - тестовая форма контроля; - устная форма контроля – опрос и общение с аудиторией по поставленной задаче в устной форме; - решение определенных заданий (задач) по теме практического материала в конце практического занятия, в целях эффективности усвояемости материала на практике. - поощрение индивидуальных заданий, в которых студент проработал самостоятельно большое количество дополнительных источников литературы. Текущий контроль предусматривает устную форму опроса студентов и письменный экспресс-опрос по окончанию изучения каждой темы.

#### **9. Перечень учебной литературы**

1. Копылов, И. П. Электрические машины : учебник для вузов : [для студентов, обучающихся по инженерно-техническим специальностям]. В 2 томах. Т. 2 / И. П. Копылов. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва : Юрайт, 2020. - 407 с. - (Высшее образование). - URL: <https://urait.ru/book/elektricheskie-mashiny-v-2-t-tom-2-451784>
2. Копылов, И. П. Электрические машины : учебник для вузов : [для студентов, обучающихся по инженерно-техническим специальностям]. В 2 томах. Т. 1 / И. П. Копылов. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва : Юрайт, 2020. - 267 с. - (Высшее образование). - URL: <https://urait.ru/book/elektricheskie-mashiny-v-2-t-tom-1-451783>

## 10. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети Интернет

1. [portal.izhgsha.ru](http://portal.izhgsha.ru) - Портал ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА с ситемой тестирования, информацией об успеваемости, ВКР, расписаниями учебных занятий и преподавателей
2. <http://elib.izhgsha.ru/> - ЭБС ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА
3. <http://elibrary.ru/> - Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU

## 11. Методические указания обучающимся по освоению дисциплины (модуля)

Перед изучением дисциплины студенту необходимо ознакомиться с рабочей программой дисциплины, изучить перечень рекомендуемой литературы, приведенной в рабочей программе дисциплины. 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 уважительным причинам, необходимо получить у преподавателя индивидуальное задание по пропущенной теме. Полученные знания и умения в процессе освоения дисциплины студенту рекомендуется применять для решения задач, не обязательно связанных с программой дисциплины. Владение компетенциями дисциплины в полной мере будет подтверждаться Вашим умением ставить конкретные задачи, выявлять существующие проблемы, решать их и принимать на основе полученных результатов оптимальные решения. Основными видами учебных занятий для студентов по учебной дисциплине являются: занятия лекционного типа, занятия семинарского типа и самостоятельная работа студентов.

| Формы работы         | Методические указания для обучающихся   |
|----------------------|---|
| Лекционные занятия   | <p>Работа на лекции является очень важным видом деятельности для изучения дисциплины, т.к. на лекции происходит не только сообщение новых знаний, но и систематизация и обобщение накопленных знаний, формирование на их основе идейных взглядов, убеждений, мировоззрения, развитие познавательных и профессиональных интересов.</p> <p>Краткие записи лекций (конспектирование) помогает усвоить материал. Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Конспект лучше подразделять на пункты, параграфы, соблюдая красную строку. Принципиальные места, определения, формулы следует сопровождать замечаниями: «важно», «особо важно», «хорошо запомнить» и т.п.</p> <p>Прослушивание и запись лекции можно производить при помощи современных устройств (диктофон, ноутбук, нетбук и т.п.).</p> <p>Работая над конспектом лекций, всегда следует использовать не только учебник, но и ту литературу, которую дополнительно рекомендовал лектор, в том числе нормативно-правовые акты соответствующей направленности. По результатам работы с конспектом лекции следует обозначить вопросы, термины, материал, который вызывают трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на занятии семинарского типа.</p> <p>Лекционный материал является базовым, с которого необходимо начать освоение соответствующего раздела или темы.</p> |
| Лабораторные занятия | <p>При подготовке к занятиям и выполнении заданий студентам следует использовать литературу из рекомендованного списка, а также руководствоваться указаниями и рекомендациями преподавателя.</p>  |

|                               |  |
|-------------------------------|--|
|                               | <p>Перед каждым занятием студент изучает план занятия с перечнем тем и вопросов, списком литературы и домашним заданием по вынесенному на занятие материалу.</p> <p>Студенту рекомендуется следующая схема подготовки к занятию и выполнению домашних заданий:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- проработать конспект лекций;</li> <li>- проанализировать литературу, рекомендованную по изучаемому разделу (модулю);</li> <li>- изучить решения типовых задач (при наличии);</li> <li>- решить заданные домашние задания;</li> <li>- при затруднениях сформулировать вопросы к преподавателю.</li> </ul> <p>В конце каждого занятия типа студенты получают «домашнее задание» для закрепления пройденного материала. Домашние задания необходимо выполнять к каждому занятию. Сложные вопросы можно вынести на обсуждение на занятии семинарского типа или на индивидуальные консультации.</p>   |
| <p>Самостоятельная работа</p> | <p>Самостоятельная работа студентов является составной частью их учебной работы и имеет целью закрепление и углубление полученных знаний, умений и навыков, поиск и приобретение новых знаний.</p> <p>Самостоятельная работа студентов включает в себя освоение теоретического материала на основе лекций, рекомендуемой литературы; подготовку к занятиям семинарского типа в индивидуальном и групповом режиме. Советы по самостоятельной работе с точки зрения использования литературы, времени, глубины проработки темы и др., а также контроль за деятельностью студента осуществляется во время занятий.</p> <p>Целью преподавателя является стимулирование самостоятельного, углублённого изучения материала курса, хорошо структурированное, последовательное изложение теории на занятиях лекционного типа, отработка навыков решения задач и системного анализа ситуаций на занятиях семинарского типа, контроль знаний студентов.</p> <p>Если самостоятельно не удалось разобраться в материале, сформулируйте вопросы и обратитесь на текущей консультации или на ближайшей лекции за помощью к преподавателю.</p> <p>Помимо самостоятельного изучения материалов по темам к самостоятельной работе обучающихся относится подготовка к практическим занятиям, по результатам которой представляется отчет преподавателю и проходит собеседование.</p> <p>При самостоятельной подготовке к практическому занятию обучающийся:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- организует свою деятельность в соответствии с методическим руководством по выполнению практических работ;</li> <li>- изучает информационные материалы;</li> <li>- подготавливает и оформляет материалы практических работ в соответствии с требованиями.</li> </ul> <p>В результате выполнения видов самостоятельной работы происходит формирование компетенций, указанных в рабочей программы дисциплины (модуля).</p> |

|                             |  |
|-----------------------------|--|
| <p>Практические занятия</p> | <p>Формы организации практических занятий определяются в соответствии со специфическими особенностями учебной дисциплины и целями обучения. Ими могут быть: выполнение упражнений, решение типовых задач, решение ситуационных задач, занятия по моделированию реальных условий, деловые игры, игровое проектирование, имитационные занятия, выездные занятия в организации (предприятия), занятия-конкурсы и т.д. При устном выступлении по контрольным вопросам семинарского занятия студент должен излагать (не читать) материал выступления свободно. Необходимо концентрировать свое внимание на том, что выступление должно быть обращено к аудитории, а не к преподавателю, т.к. это значимый аспект формируемых компетенций.</p> <p>По окончании семинарского занятия обучающемуся следует повторить выводы, полученные на семинаре, проследив логику их построения, отметив положения, лежащие в их основе. Для этого обучающемуся в течение семинара следует делать пометки. Более того, в случае неточностей и (или) непонимания какого-либо вопроса пройденного материала обучающемуся следует обратиться к преподавателю для получения необходимой консультации и разъяснения возникшей ситуации.</p> <p>При подготовке к занятиям студентам следует использовать литературу из рекомендованного списка, а также руководствоваться указаниями и рекомендациями преподавателя.</p> <p>Перед каждым занятием студент изучает план занятия с перечнем тем и вопросов, списком литературы и домашним заданием по вынесенному на занятие материалу.</p> <p>Студенту рекомендуется следующая схема подготовки к занятию и выполнению домашних заданий:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- проработать конспект лекций;</li> <li>- проанализировать литературу, рекомендованную по изучаемому разделу (модулю);</li> <li>- изучить решения типовых задач (при наличии);</li> <li>- решить заданные домашние задания;</li> <li>- при затруднениях сформулировать вопросы к преподавателю.</li> </ul> <p>В конце каждого занятия студенты получают «домашнее задание» для закрепления пройденного материала. Домашние задания необходимо выполнять к каждому занятию. Сложные вопросы можно вынести на обсуждение на занятии или на индивидуальные консультации.</p> |
|-----------------------------|--|

### **Описание возможностей изучения дисциплины лицами с ОВЗ и инвалидами**

Обучающимся с ограниченными возможностями здоровья предоставляются специальные учебники, учебные пособия и дидактические материалы, специальные технические средства обучения коллективного и индивидуального пользования, услуги ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь, а также услуги сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Освоение дисциплины (модуля) обучающимися с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано совместно с другими обучающимися, а так же в отдельных группах.

Освоение дисциплины (модуля) обучающимися с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья.

В целях доступности получения высшего образования по образовательной программе лицами с ограниченными возможностями здоровья при освоении дисциплины (модуля) обеспечивается:

1) для лиц с ограниченными возможностями здоровья по зрению:



- присутствие ассистента, оказывающий студенту необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей (помогает занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, в том числе, записывая под диктовку),
  - письменные задания, а также инструкции о порядке их выполнения оформляются увеличенным шрифтом,
  - специальные учебники, учебные пособия и дидактические материалы (имеющие крупный шрифт или аудиофайлы),
  - индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс,
  - при необходимости студенту для выполнения задания предоставляется увеличивающее устройство;
- 2) для лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху:
- присутствие ассистента, оказывающий студенту необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей (помогает занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, в том числе, записывая под диктовку),
  - обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости обучающемуся предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;
  - обеспечивается надлежащими звуковыми средствами воспроизведения информации;
- 3) для лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата (в том числе с тяжелыми нарушениями двигательных функций верхних конечностей или отсутствием верхних конечностей):
- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением или надиктовываются ассистенту;
  - по желанию обучающегося задания могут выполняться в устной форме.

## **12. Перечень информационных технологий**

Информационные технологии реализации дисциплины включают

### **12.1 Программное обеспечение**

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.

### **12.2 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

1. Информационно-справочная система (справочно-правовая система) «Консультант плюс». Соглашение № ИКП2016/ЛСВ 003 от 11.01.2016 для использования в учебных целях бессрочное. Обновляется регулярно. Лицензия на все компьютеры, используемые в учебном процессе.
2. Профессиональные базы данных на платформе 1С: Предприятие с доступными конфигурациями (1С: ERP Агропромышленный комплекс 2, 1С: ERP Энергетика, 1С: Бухгалтерия молокозавода, 1С: Бухгалтерия птицефабрики, 1С: Бухгалтерия элеватора и комбикормового завода, 1С: Общепит, 1С: Ресторан. Фронт-офис). Лицензионный договор № Н8775 от 17.11.2020 г.

## **13. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)**

Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Оснащение аудиторий

1. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского 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
2. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского 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
3. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (лабораторных занятий). Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью, Лабораторные стенды
4. Помещение для самостоятельной работы. Помещение оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.
5. Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.