

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор института энергетики и  
автоматизированных систем  
 С.И. Лукьянов  
« 27 » сентября 2017 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Электрические машины

Направление подготовки  
15.03.06 Мехатроника и робототехника

Направленность программы  
Мехатронные системы в автоматизированном производстве

Уровень высшего образования - бакалавриат

Программа подготовки – академический бакалавриат

Форма обучения  
Очная

Институт  
Кафедра  
Курс  
Семестр

Энергетики и автоматизированных систем  
Автоматизированного электропривода и мехатроники  
3  
5

Магнитогорск  
2017 г.

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 15.03.06 Мехатроника и робототехника, утвержденного приказом МОиН РФ от 12 марта 2015 г. № 206.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры автоматизированного электропривода и мехатроники « 22 » сентября 2017 г., протокол № 2.

И.о. зав. кафедрой Шехин / В.В. Шохин /

Рабочая программа одобрена методической комиссией института энергетики и автоматизированных систем « 27 » сентября 2017 г., протокол № 2.

Председатель Лукиянов / С.И. Лукьянов /

Рабочая программа составлена: профессор каф.АЭПиМ, д.т.н., профессор

Сарваров / А.С. Сарваров /

Рецензент: зам. начальника ЦЭТЛ ОАО «ММК» по электроприводу, к.т.н.

Юдин / А.Ю. Юдин /





### **1 Цели освоения дисциплины (модуля)**

Целями освоения дисциплины (модуля) «Электрические машины» является формирование у студентов теоретической базы по современному электромеханическому преобразователям энергии, которая позволит им успешно решать теоретические и практические задачи в их профессиональной деятельности, связанной с проектированием, испытанием и эксплуатацией электроприводов.

Задачами изучения дисциплины являются:

- получение сведений об электрических машинах по принципу действия, устройству, физическим явлениям и их закономерностям, новым перспективным направлениям развития и применения электрических машин;
- изучение методов теоретического и экспериментального исследования, расчета и проектирования электрических машин.

### **2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы подготовки бакалавра (магистра, специалиста)**

Дисциплина «Электрические машины» входит в вариативную часть блока 1 образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения предмета «Теоретические основы электротехники» в объеме настоящей образовательной программы.

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для последующей дисциплины профессионального цикла «Электрический привод».

### **3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения**

В результате освоения дисциплины (модуля) «Электрические машины» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

| Структурный элемент компетенции  | Планируемые результаты обучения  |
|--|--|
| <b>ПК-27 - готовностью участвовать в проведении предварительных испытаний составных частей опытного образца мехатронной или робототехнической системы по заданным программам и методикам и вести соответствующие журналы испытаний</b> |  |
| Знать  | основные методы предварительных испытаний составных частей опытного образца мехатронной или робототехнической системы по заданным программам и методикам и вести соответствующие журналы испытаний |
| Уметь  | приобретать знания в области предварительных испытаний составных частей опытного образца мехатронной или робототехнической системы по заданным программам и методикам                              |
| Владеть  | методами предварительных испытаний составных частей опытного образца мехатронной или робототехнической системы по заданным программам и методикам  |

#### 4 Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 акад. часа, в том числе:

- контактная работа – 76,1 акад. часов:
  - аудиторная – 72 акад. часов;
  - внеаудиторная – 4,1 акад. часов
- самостоятельная работа – 32,2 акад. часов;
- подготовка к экзамену – 35,7 акад. часа

Форма аттестации: Экзамен

| Раздел/ тема дисциплины  | Семестр | Аудиторная контактная работа (в акад. часах) |                  |                  | Самостоятельная работа (в акад. часах) | Вид самостоятельной работы  | Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации | Код и структурный элемент компетенции |
|--|---------|--|------------------|------------------|--|---|---|---------------------------------------|
|  |         | лекции                                       | лаборат. занятия | практич. занятия |  |   |   |                                       |
| 1. Введение. Классификация электрических машин. Общие вопросы и физические законы электромеханического преобразования энергии  | 5       | 1  |                  |                  | 1,5                                    | Подготовка к семинарскому, практическому, лабораторно-практическому занятию | Текущий контроль успеваемости                                   | ПК-27-зув                             |
| Итого по разделу   | 5       | 1  | 0                | 0                | 1,5                                    |   |   |                                       |
| 2. Электрические машины постоянного тока   |         |  |                  |                  |  |   |   |                                       |
| 2.1. Конструкция коллекторных машин постоянного тока. Магнитная цепь при холостом ходе. Кривая намагничивания и магнитная характеристика. Понятие коэффициента насыщения. Конструкция и принципы построения обмоток якоря. Условия симметрии обмоток. Уравнивательные соединения. ЭДС обмоток якоря. | 5       | 1  | 2/ИИ             |                  | 1,5                                    | Подготовка к семинарскому, практическому, лабораторно-практическому занятию | Текущий контроль успеваемости                                   | ПК-27-зув                             |

| Раздел/ тема дисциплины   | Семестр | Аудиторная контактная работа (в acad. часах) |                  |                  | Самостоятельная работа (в acad. часах) | Вид самостоятельной работы  | Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации | Код и структурный элемент компетенции |
|---|---------|--|------------------|------------------|--|---|---|---------------------------------------|
|   |         | лекции                                       | лаборат. занятия | практич. занятия |  |   |   |                                       |
| 2.2. Электромагнитный момент машины постоянного тока. Магнитное поле при нагрузке. Понятие реакции якоря. Процесс коммутации. Способы улучшения коммутации и ее настройки.                    | 5       | 1  |                  | 2/1И             | 1,5                                    | Подготовка к семинарскому, практическому, лабораторно-практическому занятию | Текущий контроль успеваемости                                   | ПК-27-зув                             |
| Итого по разделу  | 5       | 2  | 2/1И             | 2/1И             | 3                                      |   |   |                                       |
| 3. Генераторы постоянного тока  |         |  |                  |                  |  |   |   |                                       |
| 3.1. Классификация генераторов по способу возбуждения. Энергетическая диаграмма и уравнения генератора. Условия самовозбуждения. Характеристики генераторов. Параллельная работа генераторов. | 5       | 1  | 2/1И             |                  | 1,5                                    | Подготовка к семинарскому, практическому, лабораторно-практическому занятию | Текущий контроль успеваемости                                   | ПК-27-зув                             |
| Итого по разделу  | 5       | 1  | 2/1И             | 2/1И             | 1,5                                    |   |   |                                       |
| 4. Двигатели постоянного тока   |         |  |                  |                  |  |   |   |                                       |
| 4.1. Преобразование электрической энергии в механическую. Принцип обратимости электрических машин. Энергетическая диаграмма и уравнение ЭДС двигателя.  | 5       | 1  | 2/1И             |                  | 1,5                                    | Подготовка к семинарскому, практическому, лабораторно-практическому занятию | Текущий контроль успеваемости                                   | ПК-27-зув                             |
| 4.2. Электромеханические характеристики двигателей. Пуск и регулирование частоты вращения двигателей. Влияние коммутации на допустимые пределы регулирования частоты вращения.                | 5       | 1  |                  | 2/1И             | 1,5                                    | Подготовка к семинарскому, практическому, лабораторно-практическому занятию | Текущий контроль успеваемости                                   | ПК-27-зув                             |

| Раздел/ тема дисциплины   | Семестр | Аудиторная контактная работа (в acad. часах) |                  |                  | Самостоятельная работа (в acad. часах) | Вид самостоятельной работы  | Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации | Код и структурный элемент компетенции |
|---|---------|--|------------------|------------------|--|---|---|---------------------------------------|
|   |         | лекции                                       | лаборат. занятия | практич. занятия |  |   |   |                                       |
| 4.3. Потери и КПД машин постоянного тока. Понятие предельных машин постоянного тока и машин с полупроводниковыми коммутаторами.   | 5       | 1  |                  |                  | 1,5                                    | Подготовка к семинарскому, практическому, лабораторно-практическому занятию | Текущий контроль успеваемости                                   | ПК-27-зув                             |
| Итого по разделу  | 5       | 3  | 2/ИИ             | 2/ИИ             | 4,5                                    |   |   |                                       |
| <b>5. Трансформаторы</b>  |         |  |                  |                  |  |   |   |                                       |
| 5.1. Однофазные трансформаторы: назначение, области применения; классификация, конструкции и принцип действия; процессы при холостом ходе, характеристика намагничивания, форма кривой намагничивающего тока, потери при холостом ходе; векторные диаграммы при холостом ходе; схема замещения и уравнения ЭДС и МДС; режим короткого замыкания; работа под нагрузкой; внешние характеристики; определение параметров схемы замещения; связь между размерами трансформатора и его электромагнитными нагрузками. | 5       | 1  | 2/ИИ             |                  | 1,5                                    | Подготовка к семинарскому, практическому, лабораторно-практическому занятию | Текущий контроль успеваемости                                   | ПК-27-зув                             |
| 5.2. Трехфазные трансформаторы: магнитные системы; ЭДС трехфазных обмоток; схемы и группы соединения; парал-  | 5       | 1  |                  | 2/ИИ             | 1,5                                    | Подготовка к семинарскому, практическому, лабораторно-практическому занятию | Текущий контроль успеваемости                                   | ПК-27-зув                             |

| Раздел/ тема дисциплины  | Семестр | Аудиторная контактная работа (в acad. часах) |                  |                  | Самостоятельная работа (в acad. часах) | Вид самостоятельной работы  | Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации | Код и структурный элемент компетенции |
|--|---------|--|------------------|------------------|--|---|---|---------------------------------------|
|  |         | лекции                                       | лаборат. занятия | практич. занятия |  |   |   |                                       |
| дельная работа; особенности холостого хода трехфазных трансформаторов.   |         |  |                  |                  |  |   |   |                                       |
| 5.3. Специальные типы трансформаторов  | 5       | 1  |                  |                  | 1,5                                    | Подготовка к семинарскому, практическому, лабораторно-практическому занятию | Текущий контроль успеваемости                                   | ПК-27-зув                             |
| Итого по разделу   | 5       | 3  | 2/1И             | 2/1И             | 4,5                                    |   |   |                                       |
| 6. Общие вопросы машин переменного тока  |         |  |                  |                  |  |   |   |                                       |
| 6.1. Классификация, конструкция, принцип действия машин переменного тока. ЭДС обмоток переменного тока. Принцип выполнения обмоток переменного тока. | 5       | 2  | 2/1И             |                  | 1,5                                    | Подготовка к семинарскому, практическому, лабораторно-практическому занятию | Текущий контроль успеваемости                                   | ПК-27-зув                             |
| 6.2. Намагничивающие силы обмоток переменного тока. Индуктивные сопротивления обмоток переменного тока. Намагничивающая сила трехфазной обмотки.     | 5       | 2  |                  | 2/1И             | 1,5                                    | Подготовка к семинарскому, практическому, лабораторно-практическому занятию | Текущий контроль успеваемости                                   | ПК-27-зув                             |
| Итого по разделу   | 5       | 4  | 2/1И             | 2/1И             | 3                                      |   |   |                                       |
| 7. Электромагнитные процессы в асинхронной машине при неподвижном и вращающемся роторе.  |         |  |                  |                  |  |   |   |                                       |
| 7.1. Приведение рабочего процесса вращающейся асинхронной машины к неподвижной. Основные уравнения, векторные  | 5       | 2  | 2/1И             |                  | 1,5                                    | Подготовка к семинарскому, практическому, лабораторно-практическому занятию | Текущий контроль успеваемости                                   | ПК-27-зув                             |



| Раздел/ тема дисциплины   | Семестр | Аудиторная контактная работа (в acad. часах) |                  |                  | Самостоятельная работа (в acad. часах) | Вид самостоятельной работы  | Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации | Код и структурный элемент компетенции |
|---|---------|--|------------------|------------------|--|---|---|---------------------------------------|
|   |         | лекции                                       | лаборат. занятия | практич. занятия |  |   |   |                                       |
| диаграммы, схемы замещения.   |         |  |                  |                  |  |   |   |                                       |
| 7.2. Режимы работы асинхронной машины. Электромагнитная мощность и момент. Механические и скоростные характеристики асинхронного двигателя. Рабочие характеристики при полном и пониженном напряжении.                              | 5       | 2  |                  | 2/1И             | 1,5                                    | Подготовка к семинарскому, практическому, лабораторно-практическому занятию | Текущий контроль успеваемости                                   | ПК-27-зув                             |
| Итого по разделу  | 5       | 4  | 2/1И             | 2/1И             | 3                                      |   |   |                                       |
| 8. Пуск и регулирование частоты вращения асинхронных двигателей.  |         |  |                  |                  |  |   |   |                                       |
| 8.1. Способы пуска асинхронных двигателей. Пусковые характеристики. Двигатели с улучшенными пусковыми характеристиками. Способы регулирования частоты вращения ротора. Электромагнитные процессы при разных способах регулирования. | 5       | 2  | 2                |                  | 1,5                                    | Подготовка к семинарскому, практическому, лабораторно-практическому занятию | Текущий контроль успеваемости                                   | ПК-27-зув                             |
| Итого по разделу  | 5       | 2  | 2                | 0                | 1,5                                    |   |   |                                       |
| 9. Однофазные и двухфазные асинхронные двигатели: принцип действия, схемы и конструктивные особенности. Способы создания пускового момента.   | 5       | 2  | 2                |                  | 1,5                                    | Подготовка к семинарскому, практическому, лабораторно-практическому занятию | Текущий контроль успеваемости                                   | ПК-27-зув                             |

| Раздел/ тема дисциплины   | Семестр | Аудиторная контактная работа (в акад. часах) |                  |                  | Самостоятельная работа (в акад. часах) | Вид самостоятельной работы  | Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации | Код и структурный элемент компетенции |
|---|---------|--|------------------|------------------|--|---|---|---------------------------------------|
|   |         | лекции                                       | лаборат. занятия | практич. занятия |  |   |   |                                       |
| Исполнительные асинхронные двигатели.   |         |  |                  |                  |  |   |   |                                       |
| Итого по разделу  | 5       | 2  | 2                | 0                | 1,5                                    |   |   |                                       |
| 10. Синхронные машины: классификация и конструктивные исполнения; электромагнитные процессы в синхронной машине при холостом ходе.  | 5       | 2  |                  | 2                | 3                                      | Подготовка к семинарскому, практическому, лабораторно-практическому занятию | Текущий контроль успеваемости                                   | ПК-27-зув                             |
| Итого по разделу  | 5       | 2  | 0                | 0                | 3                                      |   |   |                                       |
| 11. Электромагнитные процессы в синхронной машине при нагрузке.   |         |  |                  |                  |  |   |   |                                       |
| 11.1. Электромагнитные процессы в синхронной машине при симметричной нагрузке. Реакция якоря и ее виды. Влияние магнитного поля якоря на напряжение синхронного генератора. Параметры обмотки статора.  | 5       | 2  |                  | 2                | 2                                      | Подготовка к семинарскому, практическому, лабораторно-практическому занятию | Текущий контроль успеваемости                                   | ПК-27-зув                             |
| 11.2. Векторные диаграммы синхронных генераторов. Характеристики синхронных генераторов. Условия включения синхронных генераторов на параллельную работу; методы синхронизации. Электромагнитная мощность синхронных машин. Синхронизирующая мощность и момент. | 5       | 2  |                  | 2                | 2                                      | Подготовка к семинарскому, практическому, лабораторно-практическому занятию | Текущий контроль успеваемости                                   | ПК-27-зув                             |

| Раздел/ тема дисциплины   | Семестр  | Аудиторная контактная работа (в академических часах) |                      |                      | Самостоятельная работа (в академических часах) | Вид самостоятельной работы  | Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации | Код и структурный элемент компетенции |
|---|----------|--|----------------------|----------------------|--|---|---|---------------------------------------|
|   |          | лекции   | лабораторные занятия | практические занятия |  |   |   |                                       |
| Понятие о статической устойчивости. U – образные характеристики.  |          |  |                      |                      |  |   |   |                                       |
| Итого по разделу  | 5        | 4  | 0                    | 4                    | 4  |   |   |                                       |
| 12. Синхронный двигатель. Основные энергетические соотношения и векторные диаграммы. Рабочие характеристики синхронных двигателей. Реактивные синхронные двигатели. Регулирование реактивной мощности. Синхронные компенсаторы. | 5        | 2  | 2                    |                      | 0,6  | Подготовка к семинарскому, практическому, лабораторно-практическому занятию | Текущий контроль успеваемости                                   | ПК-27-зув                             |
| Итого по разделу  | 5        | 2  | 2                    | 0                    | 0,6  |   |   |                                       |
| 14. Специальные электрические машины: исполнительные двигатели постоянного и переменного тока; тахогенераторы; тихоходные двигатели с электромагнитной редукцией частоты вращения.  | 5        | 2  |                      | 2                    | 0,6  | Подготовка к семинарскому, практическому, лабораторно-практическому занятию | Текущий контроль успеваемости                                   | ПК-27-зув                             |
| Итого по разделу  | 5        | 2  | 0                    | 2                    | 0,6  |   |   |                                       |
| <b>Итого за семестр</b>   | <b>5</b> | <b>32</b>  | <b>18/6И</b>         | <b>18/6И</b>         | <b>32,2</b>                                    |   | <b>экзамен</b>  |                                       |
| <b>Итого по дисциплине</b>  | <b>5</b> | <b>32</b>  | <b>18/6И</b>         | <b>18/6И</b>         | <b>32,2</b>                                    |   | <b>экзамен</b>  |                                       |

И – в том числе, часы, отведенные на работу в интерактивной форме.

## **5 Образовательные и информационные технологии**

Для реализации предусмотренных видов учебной деятельности в качестве образовательных технологий в преподавании дисциплины «Электрические машины» используются традиционная технология и модульно-компетентностная технология.

Передача необходимых теоретических знаний и формирование основных представлений по курсу «Электрические машины» происходит с использованием мультимедийного оборудования.

Лекции проходят в традиционной форме, в форме лекций-консультаций и проблемных лекций.

Теоретический материал на проблемных лекциях является результатом усвоения полученной информации посредством постановки вопроса и поиска путей его решения. На лекциях-консультациях изложение нового материала сопровождается постановкой вопроса и дискуссией в поисках ответа на эти вопросы.

При проведении практических занятий используется работа в команде и методы ИТ.

Самостоятельная работа стимулирует студентов в процессе подготовки домашних заданий, при решении задач и вопросов на практических и лабораторных занятиях, при подготовке к контрольным работам и итоговой аттестации.

## **6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Аудиторная самостоятельная работа студентов на практических занятиях осуществляется под контролем преподавателя в виде решения задач и выполнения упражнений, которые определяет преподаватель для студента.

Внеаудиторная самостоятельная работа студентов осуществляется в виде чтения конспекта лекций с проработкой материала, оформления лабораторных работ с консультациями преподавателя.

При проведении промежуточной аттестации учитывается оформление и защита следующих лабораторных работ:

Лабораторная работа №1

«Исследование генераторов постоянного тока»

Лабораторная работа №2

«Исследование электромеханических свойств и характеристик двигателей постоянного тока последовательного и параллельного возбуждения»

Лабораторная работа №3

«Исследование однофазного трансформатора»

Лабораторная работа №4

«Параллельная работа трехфазных трансформаторов»

Лабораторная работа №5

«Определение параметров схемы замещения асинхронного двигателя»

Лабораторная работа №6

«Исследование электромеханических свойств и характеристик асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором»

Лабораторная работа №7

«Исследование электромеханических свойств и характеристик асинхронного двигателя с фазным ротором»

Лабораторная работа №8

«Исследование трехфазного синхронного двигателя»

В течение семестра проводятся 4 рубежных контрольных работы.

На практических занятиях рассматриваются отдельные вопросы проектирования и осуществляется контроль за выполнением расчетов.

Аудиторная контрольная работа №1

- Электрические машины постоянного тока (реакция якоря, коммутация и методы ее улучшения. Пуск и регулирование скорости двигателей постоянного тока).

Аудиторная контрольная работа №2

- Трансформаторы ( режимы работы, векторные диаграммы, параметры схемы замещения. Группы соединений, параллельная работа трансформаторов).

Аудиторная контрольная работа №3

- Асинхронные машины (режимы работы, основные характеристики, пуск и регулирование скорости вращения асинхронных двигателей).

Аудиторная контрольная работа №4

- Синхронные машины (режимы работы, основные характеристики, способы пуска, регулирование реактивной мощности).

## 7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация имеет целью определить степень достижения запланированных результатов обучения по дисциплине за период и проводится в форме экзамена.

Данный раздел состоит из двух пунктов:

- а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации.
- б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания.

### а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

| Структурный элемент компетенции  | Планируемые результаты обучения  | Оценочные средства   |
|--|--|--|
| <b>ПК-27 - готовностью участвовать в проведении предварительных испытаний составных частей опытного образца мехатронной или робототехнической системы по заданным программам и методикам и вести соответствующие журналы испытаний</b> |  |  |
| Знать  | основные методы предварительных испытаний составных частей опытного образца мехатронной или робототехнической системы по заданным программам и методикам и вести соответствующие журналы испытаний | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Каковы основные элементы конструкции машины постоянного тока?</li> <li>2. Каким образом индуктируется ЭДС в обмотке якоря?</li> <li>3. Каким образом уменьшают пульсации ЭДС якоря?</li> <li>4. Пояснить сущность реакции якоря в машинах постоянного тока и ее влияние на характеристики.</li> <li>5. Способы улучшения коммутации. Виды коммутации.</li> <li>6. Принцип обратимости электрических машин. Режимы работы машин постоянного тока.</li> <li>7. Внешние характеристики генераторов постоянного тока.</li> <li>8. Почему генератор последовательного возбуждения не находит практического применения?</li> <li>9. Рабочие характеристики двигателей последовательного возбуждения и параллельного.</li> <li>10. Опишите способы регулирования скорости двигателей постоянного тока.</li> <li>11. Почему двигатель последовательного возбуждения нельзя пускать в ход без нагрузки на валу?</li> <li>12. Почему обрыв цепи возбуждения в двигателе параллельного возбуждения опасен для двигателя?</li> </ol> |

| Структурный элемент компетенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства   |
|---------------------------------|---------------------------------|--|
|                                 |                                 | <p>13. Классификация магнитных систем трансформаторов.</p> <p>14. Охарактеризовать изменение <math>\cos \varphi</math> «Машины постоянного тока» при изменении напряжения при холостом ходе трансформатора.</p> <p>15. Дать характеристику электротехнических сталей, применяемых при изготовлении сердечников трансформаторов.</p> <p>16. Объяснить внешние характеристики трансформатора при различном характере нагрузки.</p> <p>17. Как распределяются токи нагрузки трансформаторов при их параллельной работе?</p> <p>18. Оценить возможность включения на параллельную работу трансформаторов с различными группами соединения.</p> <p>19. Объяснить физический смысл элементов схемы замещения трансформатора.</p> <p>20. Привести векторные диаграммы трансформаторов при различном характере нагрузки.</p> <p>21. В чем отличие работы асинхронной машины при неподвижном и вращающемся роторе? Как зависит частота ЭДС и тока ротора от скольжения?</p> <p>22. Объяснить, почему в начальный момент пуска ток статора максимален, а по мере разгона он снижается.</p> <p>23. Охарактеризовать режимы работы асинхронной машины при значениях скольжения <math>S=0,5</math>; <math>S=2</math>; <math>S=-2</math>.</p> <p>24. Зависит ли синхронная скорость асинхронной машины от напряжения <math>U_1</math>, момента на валу, числа пар полюсов обмотки статора?</p> <p>25. От каких величин зависит максимальный момент и критическое скольжение?</p> <p>26. Охарактеризовать процесс пуска асинхронного двигателя с фазным ротором.</p> <p>27. Охарактеризовать влияние на <math>M_{max}</math> и <math>M_{пуск}</math> изменения напряжения питающей сети.</p> <p>28. Дать сравнение реакторного и автотрансформаторного пуска асинхронного двигателя.</p> <p>29. Почему эффект вытеснения тока в проводниках обмотки ротора практически исчезает при номинальной скорости вращения ротора?</p> <p>30. Как перевести асинхронный двигатель в генераторный режим работы?</p> |

| Структурный элемент компетенции | Планируемые результаты обучения   | Оценочные средства  |
|---------------------------------|---|---|
|                                 |   | <p>31. Способы регулирования скорости асинхронных двигателей и их сравнительная оценка.</p> <p>32. Синхронные машины. Классификация, принцип действия.</p> <p>33. Реакция якоря синхронных машин. Виды реакции якоря и ее влияние на характеристики синхронных генераторов.</p> <p>34. Какими способами можно регулировать активную и реактивную мощность синхронной машины?</p> <p>35. Какие характеристики синхронной машины называются U-образными?</p> <p>36. Построить и объяснить векторные диаграммы ЭДС явнополюсного и неявнополюсного двигателя.</p> <p>37. Охарактеризуйте способы пуска синхронных двигателей.</p> <p>38. Что представляет собой синхронный компенсатор?</p> <p>39. Каковы принцип действия и устройство реактивных синхронных двигателей?</p> <p>40. Почему синхронный двигатель не имеет собственного пускового момента?</p> <p>41. Какая характеристика синхронной машины называется «угловой»?</p> <p>42. Как отличаются угловые характеристики явнополюсной и неявнополюсной синхронных машин?</p> <p>43. Что понимают под «углом нагрузки» синхронных машин?</p> <p>44. Синхронные двигатели с катящимся и волновым ротором. Устройство, принцип действия.</p> <p>45. Однофазные и двухфазные асинхронные двигатели. Разновидности, устройство, принцип действия.</p> |
| Уметь                           | приобретать знания в области предварительных испытаний составных частей опытного образца мехатронной или робототехнической системы по заданным программам и методикам | <p>Лабораторная работа №1<br/>«Исследование генераторов постоянного тока»</p> <p>Лабораторная работа №2<br/>«Исследование электромеханических свойств и характеристик двигателей постоянного тока последовательного и параллельного возбуждения»</p> <p>Лабораторная работа №3<br/>«Исследование однофазного трансформатора»</p>  |



| Структурный элемент компетенции | Планируемые результаты обучения   | Оценочные средства   |
|---------------------------------|---|--|
|                                 |   | <p>Лабораторная работа №4<br/>«Параллельная работа трехфазных трансформаторов»</p> <p>Лабораторная работа №5<br/>«Определение параметров схемы замещения асинхронного двигателя»</p> <p>Лабораторная работа №6<br/>«Исследование электромеханических свойств и характеристик асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором»</p> <p>Лабораторная работа №7<br/>«Исследование электромеханических свойств и характеристик асинхронного двигателя с фазным ротором»</p> <p>Лабораторная работа №8<br/>«Исследование трехфазного синхронного двигателя»</p>  |
| Владеть                         | методами предварительных испытаний составных частей опытного образца мехатронной или робототехнической системы по заданным программам и методикам | <p>Аудиторная контрольная работа №1<br/>- Электрические машины постоянного тока (реакция якоря, коммутация и методы ее улучшения. Пуск и регулирование скорости двигателей постоянного тока).</p> <p>Аудиторная контрольная работа №2<br/>- Трансформаторы ( режимы работы, векторные диаграммы, параметры схемы замещения. Группы соединений, параллельная работа трансформаторов).</p> <p>Аудиторная контрольная работа №3<br/>- Асинхронные машины (режимы работы, основные характеристики, пуск и регулирование скорости вращения асинхронных двигателей).</p> <p>Аудиторная контрольная работа №4<br/>- Синхронные машины (режимы работы, основные характеристики, способы пуска, регулирование реактивной мощности).</p> |

**б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:**

Промежуточная аттестация по дисциплине «Электрические машины» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме экзамена.

Экзамен по данной дисциплине проводится в устной форме по экзаменационным билетам, каждый из которых включает 3 теоретических вопроса и одно практическое задание.

**Показатели и критерии оценивания экзамена:**

– на оценку **«отлично»** (5 баллов) – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

– на оценку **«хорошо»** (4 балла) – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

– на оценку **«удовлетворительно»** (3 балла) – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (2 балла) – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (1 балл) – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

## 8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

### а) Основная литература:

1. Встовский, А. Л. Электрические машины [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А. Л. Встовский. - Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2013. - 464 с. - ISBN 978-5-7638-2518-3. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/492153> (дата обращения: 24.10.2020). – Режим доступа: по подписке.

2. Поляков, А. Е. Электрические машины, элетропривод и системы интеллектуального управления элетротех. комплексами/А.Е.Поляков, А.В.Чесноков, Е.М.Филимонова - Москва : Форум,ИНФРА-М, 2015. - 224 с. (ВО: Бакалавриат) ISBN 978-5-00091-071-9. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/506589> (дата обращения: 24.10.2020). – Режим доступа: по подписке.

### б) Дополнительная литература:

1. Парамонова, В. И. Электрические машины : сборник задач для тестового контроля / В. И. Парамонова. - Москва : Альтаир-МГАВТ, 2015. - 72 с. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/522744> (дата обращения: 24.10.2020). – Режим доступа: по подписке.

Шишов, О. В. Технические средства автоматизации и управления: Учебное пособие / О.В. Шишов. - Москва : ИНФРА-М, 2012. - 397 с. + CD-ROM. - (Высшее образование). (переплет, cd rom) ISBN 978-5-16-005130-7. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/242497> (дата обращения: 24.10.2020). – Режим доступа: по подписке.

### в) Методические указания:

1. Методические указания для студентов по лабораторным работам / Составители: Горохов В.Л., Евсеев О.М., Андросенко В.В; Магнитогорский гос. технический ун-т им. Г. И. Носова. - Магнитогорск : МГТУ им. Г. И. Носова, 2011. - 101 с. : ил., табл. - Текст : непосредственный.

### г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

#### Программное обеспечение

| Наименование ПО                           | № договора                | Срок действия лицензии |
|---|---------------------------|------------------------|
| MS Office 2007 Professional               | № 135 от 17.09.2007       | бессрочно              |
| MathWorks MatLab v.2014 Classroom License | К-89-14 от 08.12.2014     | бессрочно              |
| MathCAD v.15 Education University Edition | Д-1662-13 от 22.11.2013   | бессрочно              |
| MS Office Visio Prof 2013(для классов)    | Д-1227-18 от 08.10.2018   | 11.10.2021             |
| MS Windows 7 Professional(для классов)    | Д-1227-18 от 08.10.2018   | 11.10.2021             |
| 7Zip                                      | свободно распространяемое | бессрочно              |
| FAR Manager                               | свободно распространяемое | бессрочно              |

#### Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

| Название курса   | Ссылка  |
|--|---|
| Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО | <a href="https://dlib.eastview.com/">https://dlib.eastview.com/</a> |

|   |   |
|---|---|
| Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам                                    | URL: <a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>                                    |
| Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)          | URL: <a href="https://elibrary.ru/project_risc.asp">https://elibrary.ru/project_risc.asp</a>      |
| Поисковая система Академия Google (Google Scholar)  | URL: <a href="https://scholar.google.ru/">https://scholar.google.ru/</a>                          |
| Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова   | <a href="http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp">http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp</a> |
| Университетская информационная система РОССИЯ   | <a href="https://uisrussia.msu.ru">https://uisrussia.msu.ru</a>                                   |
| Международная наукометрическая реферативная и полнотекстовая база данных научных изданий «Web of science» | <a href="http://webofscience.com">http://webofscience.com</a>                                     |
| Международная реферативная и полнотекстовая справочная база данных науч-                                  | <a href="http://scopus.com">http://scopus.com</a>   |

### 9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

| Тип и название аудитории     | Оснащение аудитории                              |
|------------------------------|--|
| Лекционные ауд. 227, 123     | Мультимедийные средства представления информации |
| Лаборатория, ауд. 227        | Универсальные лабораторные стенды – 4 шт.        |
| Лекционная ауд.123           | Мультимедийные средства представления информации |
| Лаборатория, ауд.123         | Лабораторные стенды – 2 шт.                      |
| Компьютерный класс, ауд.227а | Персональные компьютеры -8 шт.                   |
| Ауд.027                      | Универсальные лабораторные стенды -4 шт.         |