**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета
_____ В.А. Небольсин
«16» декабря 2022 г.

# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
## дисциплины (модуля)
## Б1.О.21 Физические процессы электромеханических систем электронных средств

**Направление подготовки** (специальность) 11.03.03 – Конструирование и технология электронных средств
**Профиль** (специализация) Проектирование и технология радиоэлектронных средств
**Квалификация выпускника** Бакалавр
**Нормативный период обучения** 4 года / 4 года 11 месяцев
**Форма обучения** Очная / Заочная
**Год начала подготовки** 2023 г.

Автор программы _____ / Астахов Н.В./

Заведующий кафедрой
конструирования и производства
радиоаппаратуры _____ /Башкиров А.В./

Руководитель ОПОП _____/Пирогов А.А./

**Воронеж 2022**

# 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

## 1.1. Цели дисциплины

Состоит в усвоении взаимосвязанных физических явлений и процессов электромеханического преобразования энергии, происходящих в электрических машинах и аппаратах, системах электрического привода.

## 1.2. Задачи освоения дисциплины

Освоение физических основ электромеханического преобразования энергии, законов магнетизма; освоение основные понятия электромагнитного взаимодействия; освоение основ теории электрических машин постоянного и переменного тока и их конструктивные исполнения; освоение основных методик измерения параметров электродвигателей; освоение правил построения кинематических схем сложных электромеханических систем.

# 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Физические процессы электромеханических систем электронных средств» относится к дисциплинам обязательной части блока Б.1 учебного плана.

В рамках дисциплины студенты изучают физические основы электромеханического преобразования энергии, кинематические схемы электромеханических систем. Важное место в курсе занимают лабораторные работы студентов, в ходе которых исследуются магнитные цепи, двигатели постоянного тока.

# 3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Физические процессы электромеханических систем электронных средств» направлен на формирование следующих компетенций:

ОПК-2 - способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных.

| **Компетенция** | **Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции** |
|---|---|
| ОПК-2 | Знать: основные физические законы функционирования электромеханических систем, правила расчетов, этапы проектирования, от постановки технического задания и технического предложения, до оформления полного комплекта технической документации. |
| | Уметь: проводить расчет электрических и магнитных цепей, собирать, систематизировать и анализировать эмпирические данные, строить кинематические схемы фрикционных и зубчатых передач. |
| | Владеть: современными программными комплексами разработки и проектирования узлов электромеханических систем |

## 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость дисциплины «Физические процессы электромеханических систем электронных средств» составляет 4 зачетных единиц.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий

**Очная форма обучения**

| Вид учебной работы | Всего часов | Семестры |
|---|---|---|
| | | 7 |
| **Аудиторные занятия (всего)** | 72 | 72 |
| В том числе: | | |
| Лекции | 36 | 36 |
| Практические занятия (ПЗ) | - | - |
| Лабораторные работы (ЛР) | 36 | 36 |
| **Самостоятельная работа** | 72 | 72 |
| Вид промежуточной аттестации – зачет с оценкой | + | + |
| Общая трудоемкость час | 144 | 144 |
| экзам. ед. | 7 | 7 |

**Заочная форма обучения**

| Вид учебной работы | Всего часов | Семестры |
|---|---|---|
| | | 7 |
| **Аудиторные занятия (всего)** | 16 | 16 |
| В том числе: | | |
| Лекции | 8 | 8 |
| Практические занятия (ПЗ) | - | - |
| Лабораторные работы (ЛР) | 8 | 8 |
| **Самостоятельная работа** | 124 | 124 |
| Вид промежуточной аттестации – зачет с оценкой | + | + |
| Общая трудоемкость час | 144 | 144 |
| экзам. ед. | 5 | 5 |

## 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

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

**очная форма обучения**

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Содержание раздела | Лекц | Прак зан. | Лаб. зан. | СРС | Всего, час |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Физические основы электромеханического преобразования энергии. Предмет и задачи курса. | Основные понятия об электромеханических системах (ЭМС). Общее определение системы. Техническая система. Электромеханическая система. Замкнутая ЭМС управления с обратной связью. Типы ЭМС, рассматриваемых в курсе. Электронная | 4 | 0 | 4 | 8 | 16 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Введение. | и электромеханическая части изделий электронной техники и сложных систем. Состав электромеханических частей РЭС, вычислительной техники, авиационной техники, систем управления двигателями автомобилей, технологическими процессами и т.д. Недостатки, присущие ЭМС. Тенденции замены электромеханических устройств (ЭМУ) электронными блоками. Незаменимость ЭМУ при решении некоторых специфических задач. | | | | | |
| 2 | Кинематические схемы электромеханических систем. Основные физические законы электромеханического преобразования энергии. | Условные графические изображения на кинематических схемах. Пример кинематической схемы ЭМС. Кинематический анализ ЭМС.<br>Основные понятия и определения. Поле. Три типа полей. Магнитное поле. Силовые линии поля. Магнитные полюсы. Силы, приложенные к заряженным частицам. Траектория заряженных частиц. Тороидальные магнитные поля. Правило Ленца. Магнитный момент. Магнетоны. Магнитодвижущая сила. Магнитное сопротивление. Магнитная проницаемость. Минимальная энергия. Намагниченность. Магнитная индукция. Магнитный гистерезис. Сила Ампера.<br>Закон электромагнитной индукции. Закон электромагнитного взаимодействия. | 4 | 0 | 4 | 8 | 16 |
| 3 | Баланс энергии в электромеханических системах. Общие уравнения сил для электромагнитных систем. | Уравнение баланса. Запас энергии в электромеханических системах. Плотность энергии магнитного поля. Намагничивающая сипа. Распределение энергии магнитного поля по участкам магнитной цепи. | 4 | 0 | 4 | 8 | 16 |
| 4 | Уравнения электродвижущих сил. | Принцип саморегулирования. Простейшие электромеханические системы. Электромагнитные системы: электромагниты, электромагнитные реле, электромагнитный телефон, датчик электромагнитного тахометра, электромагнитный прерыватель постоянного тока. Электродинамические системы: громкоговоритель, электроизмерительный прибор, тахогенераторы, сельсины, вращающиеся трансформаторы. Электростатические системы: конденсаторные микрофоны, ёмкостные датчики давления. | 4 | 0 | 4 | 8 | 16 |
| 5 | Магнитные цепи. Основные понятия и определения. Расчёты магнитной цепи. | Закон магнитной цепи.<br>Магнитные цепи и их электрические аналоги. Схемы замещения. Задачи анализа: прямая и обратная. Пример расчёта магнитной цепи.<br>Магнитные цепи и их электрические аналоги. Схемы замещения. Задачи анализа: прямая и обратная. Пример расчёта магнитной цепи. | 4 | 0 | 4 | 8 | 16 |
| 6 | Электрические машины - электромеханические преобразователи непрерывного действия. | Структура электрических машин. Электромагнитный момент в электрических машинах. .Режимы работы электрических машин. Потери энергии и коэффициент полезного действия. Нагревание и охлаждение электрических машин. Коллекторный двигатель постоянного тока. Достоинства и недостатки. Принцип действия. Схема замещения двигателя. Электромагнитный момент. реверсирование. Пусковой ток. Схемы включения двигателей. Основные характеристики двигателей. | 4 | 0 | 4 | 8 | 16 |
| 7 | Основные способы исследования характеристик электродвигателей постоянного тока. Системы стабилизации скорости вращения двигателей постоянного тока (малой мощности). | Рабочие, механические, регулировочные, характеристики электродвигателей. Проблемы измерения характеристик. Измерения момента. Электромагнитный моментомер. Конструкция и принцип действия моментомера. Измерение частоты вращения. Основные методы измерения: аналоговый метод прямого преобразования, метод сравнения, частотный метод. Рабочие, механические, регулировочные характеристики электродвигателя.<br>Влияние параметров двигателя на основные технические характеристики электромеханической системы. Системы с использованием центробежных регуляторов скорости. Схемы стабилизации частоты | 4 | 0 | 4 | 8 | 16 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | вращения вала электродвигателя с помощью центробежного регулятора. Системы стабилизации скорости по схеме стабилизатора напряжения (мостовые схемы). Электрическая принципиальная схема моста. Практическая схема стабилизации частоты вращения вала без применения центробежного регулятора. Системы регулирования скорости с частотным детектором. Системы регуляторов скорости с фазовым управлением. | | | | | |
| 8 | Бесконтактный двигатель постоянного тока. Шаговые двигатели. | Недостатки коллекторных двигателей постоянного тока и ограничения современных систем, связанные с этим недостатком. Достоинство бесконтактного двигателя постоянного тока. Блок-схема бесконтактного двигателя постоянного тока Структурная схема бесконтактного двигателя постоянного тока. Принцип работы. Формирование фазного напряжения. Шаговый двигатель с электромагнитом и храповиком. Достоинство шаговых двигателей. Основные типы. Шаговый двигатель с активным ротором. Шаговый двигатель с пассивным ротором. Устройство, принцип действия, особенности рабочего процесса. Упрощённая схема линейного двигателя магнитоэлектрического т и п а (ДЛМ). Кинематическая схема привода магнитных головок. Эквивалентная электрическая схема ДЛМ. Двигатели для микроперемещений. Физические явления, используемые для построения двигателей: тепловое расширение тела, электромагнитное взаимодействие, магнитострикция, обратный пьезоэффект. Достоинства и применения. Шаговый пьезоэлектрический двигатель. | 4 | 0 | 4 | 8 | 16 |
| 9 | Двигатели переменного тока. Однофазные асинхронные двигатели. | Вращающееся электромагнитное поле. Асинхронные трёхфазные двигатели: с короткозамкнутым ротором, с фазным ротором. Схема магнитной системы асинхронного двигателя. Обмотка короткозамкнутого ротора. Фазный ротор асинхронного двигателя. Рабочие свойства трёхфазных асинхронных двигателей.<br>Однофазный асинхронный двигатель с одной обмоткой статора Механическая характеристика однофазного асинхронного двигателя. Однофазный асинхронный двигатель с пусковой обмоткой. Асинхронный двигатель с пусковым сопротивлением. Асинхронный двигатель с пусковым конденсатором. Асинхронный двигатель с пусковым и рабочим конденсатором. Схемы включения и механические характеристики. Асинхронный двигатель с рабочим конденсатором. Использование трёхфазных асинхронных двигателей для работы от однофазной сети. | 4 | 0 | 4 | 8 | 16 |
| | | **Итого:** | **36** | **0** | **36** | **72** | **144** |

## заочная форма обучения

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Содержание раздела | Лекц | Прак зан. | Лаб. зан. | СРС | Всего, час |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Физические основы электромеханического преобразования энергии. Предмет и задачи курса. Введение. | Основные понятия об электромеханических системах (ЭМС). Общее определение системы. Техническая система. Электромеханическая система. Замкнутая ЭМС управления с обратной связью. Типы ЭМС, рассматриваемых в курсе. Электронная и электромеханическая части изделий электронной техники и сложных систем. Состав электромеханических частей РЭС, вычислительной техники, авиационной техники, систем управления двигателями автомобилей, технологическими процессами и т.д. Недостатки, присущие ЭМС. Тенденции замены электромеханических устройств (ЭМУ) электронными блоками. Незаменимость ЭМУ при решении некоторых специфических задач. | 1 | 0 | 2 | 14 | 17 |
| 2 | Кинематические | Условные графические изображения на кине- | 1 | 0 | 0 | 14 | 15 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | схемы электромеханических систем. Основные физические законы электромеханического преобразования энергии. | матических схемах. Пример кинематической схемы ЭМС. Кинематический анализ ЭМС.<br>Основные понятия и определения. Поле. Три типа полей. Магнитное поле. Силовые линии поля. Магнитные полюсы. Силы, приложенные к заряженным частицам. Траектория заряженных частиц. Тороидальные магнитные поля. Правило Ленца. Магнитный момент. Магнетоны. Магнитодвижущая сила. Магнитное сопротивление. Магнитная проницаемость. Минимальная энергия. Намагниченность. Магнитная индукция. Магнитный гистерезис. Сила Ампера.<br>Закон электромагнитной индукции. Закон электромагнитного взаимодействия. | | | | | |
| 3 | Баланс энергии в электромеханических системах. Общие уравнения сил для электромагнитных систем. | Уравнение баланса. Запас энергии в электромеханических системах. Плотность энергии магнитного поля. Намагничивающая сипа. Распределение энергии магнитного поля по участкам магнитной цепи. | 1 | 0 | 0 | 14 | 15 |
| 4 | Уравнения электродвижущих сил. | Принцип саморегулирования. Простейшие электромеханические системы. Электромагнитные системы: электромагниты, электромагнитные реле, электромагнитный телефон, датчик электромагнитного тахометра, электромагнитный прерыватель постоянного тока. Электродинамические системы: громкоговоритель, электроизмерительный прибор, тахогенераторы, сельсины, вращающиеся трансформаторы. Электростатические системы: конденсаторные микрофоны, ёмкостные датчики давления. | 1 | 0 | 2 | 14 | 17 |
| 5 | Магнитные цепи. Основные понятия и определения. Расчёты магнитной цепи. | Закон магнитной цепи.<br>Магнитные цепи и их электрические аналоги. Схемы замещения. Задачи анализа: прямая и обратная. Пример расчёта магнитной цепи.<br>Магнитные цепи и их электрические аналоги. Схемы замещения. Задачи анализа: прямая и обратная. Пример расчёта магнитной цепи. | 1 | 0 | 0 | 14 | 15 |
| 6 | Электрические машины - электромеханические преобразователи непрерывного действия. | Структура электрических машин. Электромагнитный момент в электрических машинах. .Режимы работы электрических машин. Потери энергии и коэффициент полезного действия. Нагревание и охлаждение электрических машин. Коллекторный двигатель постоянного тока. Достоинства и недостатки. Принцип действия. Схема замещения двигателя. Электромагнитный момент. реверсирование. Пусковой ток. Схемы включения двигателей. Основные характеристики двигателей. | 1 | 0 | 2 | 14 | 17 |
| 7 | Основные способы исследования характеристик электродвигателей постоянного тока. Системы стабилизации скорости вращения двигателей постоянного тока (малой мощности). | Рабочие, механические, регулировочные, характеристики электродвигателей. Проблемы измерения характеристик. Измерения момента. Электромагнитный моментомер. Конструкция и принцип действия моментомера. Измерение частоты вращения. Основные методы измерения: аналоговый метод прямого преобразования, метод сравнения, частотный метод. Рабочие, механические, регулировочные характеристики электродвигателя.<br>Влияние параметров двигателя на основные технические характеристики электромеханической системы. Системы с использованием центробежных регуляторов скорости. Схемы стабилизации частоты вращения вала электродвигателя с помощью центробежного регулятора. Системы стабилизации скорости по схеме стабилизатора напряжения (мостовые схемы). Электрическая принципиальная схема моста. Практическая схема стабилизации частоты вращения вала без применения центробежного регулятора. Системы регулирования скорости с частотным детектором. Системы регуляторов скорости с фазовым управлением. | 1 | 0 | 0 | 14 | 15 |
| 8 | Бесконтактный дви- | Недостатки коллекторных двигателей постоянно- | 1 | 0 | 2 | 14 | 17 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | гатель постоянного тока. Шаговые двигатели. | го тока и ограничения современных систем, связанные с этим недостатком. Достоинство бесконтактного двигателя постоянного тока. Блок-схема бесконтактного двигателя постоянного тока Структурная схема бесконтактного двигателя постоянного тока. Принцип работы. Формирование фазного напряжения. Шаговый двигатель с электромагнитом и храповиком. Достоинство шаговых двигателей. Основные типы. Шаговый двигатель с активным ротором. Шаговый двигатель с пассивным ротором. Устройство, принцип действия, особенности рабочего процесса. Упрощённая схема линейного двигателя магнитоэлектрического типа (ДЛМ). Кинематическая схема привода магнитных головок. Эквивалентная электрическая схема ДЛМ. Двигатели для микроперемещений. Физические явления, используемые для построения двигателей: тепловое расширение тела, электромагнитное взаимодействие, магнитострикция, обратный пьезоэффект. Достоинства и применения. Шаговый пьезоэлектрический двигатель. | | | | | |
| 9 | Двигатели переменного тока. Однофазные асинхронные двигатели. | Вращающееся электромагнитное поле. Асинхронные трёхфазные двигатели: с короткозамкнутым ротором, с фазным ротором. Схема магнитной системы асинхронного двигателя. Обмотка короткозамкнутого ротора. Фазный ротор асинхронного двигателя. Рабочие свойства трёхфазных асинхронных двигателей. Однофазный асинхронный двигатель с одной обмоткой статора Механическая характеристика однофазного асинхронного двигателя. Однофазный асинхронный двигатель с пусковой обмоткой. Асинхронный двигатель с пусковым сопротивлением. Асинхронный двигатель с пусковым конденсатором. Асинхронный двигатель с пусковым и рабочим конденсатором. Схемы включения и механические характеристики. Асинхронный двигатель с рабочим конденсатором. Использование трёхфазных асинхронных двигателей для работы от однофазной сети. | 0 | 0 | 0 | 12 | 12 |
| | | **Итого:** | **8** | **0** | **8** | **124** | **140** |

## 5.2 Перечень лабораторных работ

Лабораторная работа №1 Кинематический анализ электромеханических систем.

Лабораторная работа №2 Простейшие электромеханические системы

Лабораторная работа №3 Магнитные цепи.

Лабораторная работа №4 Коллекторный микродвигатель постоянного тока с возбуждением от постоянных магнитов.

Лабораторная работа №5 Испытание коллекторного микродвигателя постоянного тока с возбуждением от постоянных магнитов.

Лабораторная работа №6 Испытание систем стабилизации скорости вращения двигателей постоянного тока.

Лабораторная работа №7 Электромеханическая система синхронной связи.

## 5.3 Перечень практических работ

Практические работы учебным планом не предусмотрены

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

Курсовая и контрольная работы учебным планом не предусмотрены.

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

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

#### 7.1.1 Этап текущего контроля

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

«аттестован»;

«не аттестован».

| Компетенция | Результаты обучения,, характеризующие сформированность компетенции | Критерии оценивания | Аттестован | Не аттестован |
|---|---|---|---|---|
| ОПК-2 | Знать: основные физические законы функционирования электромеханических систем, правила расчетов, этапы проектирования, от постановки технического задания и технического предложения, до оформления полного комплекта технической документации. | Активная работа на лабораторных, ответ не менее чем на половину заданных в процессе опроса вопросов | Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах | Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах |
| | Уметь: проводить расчет электрических и магнитных цепей, собирать, систематизировать и анализировать эмпирические данные, строить кинематические схемы фрикционных и зубчатых передач. | Решение не менее половины прикладных задач в конкретной предметной области | Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах | Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах |
| | Владеть: современными программными комплексами разработки и проектирования узлов электромеханических систем | Решение стандартных прикладных задач в конкретной предметной области | Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах | Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах |

#### 7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 4 и 5 семестрах для очной и заочной форм обучения по системе:

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно»

| Компетенция | Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции | Критерии оценивания | Отлично | Хорошо | Удовл | Неудовл |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ОПК-2 | Знать: основные физические законы функционирования электромеханических систем, правила расчетов, этапы проектирования, от постановки технического задания и технического предложения, до оформления полного комплекта технической документации. | Тест | Выполнение теста на 90-100% | Выполнение теста на 80-90% | Выполнение теста на 70-80% | В тесте менее 70% правильных ответов |
| | Уметь: проводить расчет электрических и магнитных цепей, собирать, систематизировать и анализировать эмпирические данные, строить кинематические схемы фрикционных и зубчатых передач. | Тест | Выполнение теста на 90-100% | Выполнение теста на 80-90% | Выполнение теста на 70-80% | В тесте менее 70% правильных ответов |
| | Владеть: современными программными комплексами разработки и проектирования узлов электромеханических систем | Тест | Выполнение теста на 90-100% | Выполнение теста на 80-90% | Выполнение теста на 70-80% | В тесте менее 70% правильных ответов |

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

### 7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

1 Электропривод состоит из каких основных частей, как…

**А) силовая часть и система управление**

Б) механическая и динамическая

В) система регулирования г. система устойчивости

2 Многодвигательный электропривод - это…

**А) электропривод, который состоит из нескольких одиночных электроприводов, каждый из которых предназначен для приведения в действие отдельных элементов производственного агрегата**

Б) электропривод, который с помощью одного электродвигателя приводит в движение отдельную машину

В) трансмиссионный электропривод

Г) электропривод, который служат для регулирования скорости

3 Динамическое торможение ещѐ называется…

**А) реостатное**

Б) торможения связанная со скоростью

В) торможения связанная с пусковым моментом

Г) кинематическое торможения

4 Экономичность регулируемого привода характеризуется…

**А) затратами на его сооружения и эксплуатацию**

Б) затратами на его транспортировку

В) затратами на дополнительные приборы

Г) не имеет никакие затраты

5 Плавность регулирования характеризуется…

**А) числом устойчивых скоростей**
Б) числом устойчивых моментов
В) числом устойчивых сил
Г) устойчивостью по всем характеристикам

6 Диапазон регулирования зависит от…
**А) от нагрузки**
Б) от внешних сил
В) от внутренних сил г. от скорости момента

7 Количество тепла обозначается…
**А) Q**
Б) Р
В) А
Г) I

8 Активные моменты могут быть как движущими и …
**А) тормозными**
Б) вращающими
В) ускорительными
Г) не подвижными

9 Реактивные моменты всегда направлены…
**А) против движения**
Б) перпендикулярно
В) не имеют направления
Г) могут иметь любое направление

10 Электродвигатель предназначен для…
А) преобразования механической энергии в электрическую
Б) изменения параметров электрической энергии
**В) преобразования электрической энергии в механическую**
Г) повышения коэффициента мощности линий электропередачи

11 В электроприводах используют двигатели…
А) только постоянного тока
Б) только переменного тока
**В) постоянного и переменного тока**
Г) внутреннего сгорания

12 Преобразователь в электроприводе предназначен для…
А) преобразования электрической энергии в механическую
**Б) преобразования параметров электрической энергии (тока, напряжения, частоты)**
В) преобразования механической энергии в механическую
Г) преобразования механической энергии в электрическую

13 В качестве преобразователя в электроприводах используют…
А) автотрансформаторы
Б) частотные преобразователи в. тиристорные преобразователи напряжения
**Г) все выше перечисленные ответы**

14 Управляющему устройству электропривода не свойственна следующая функция…
А) включение и выключение электропривода
Б) реверсирование электропривода
В) регулирование скорости электропривода
**Г) передача механической энергии рабочей машине**

15 Передаточное устройство предназначено для…
**А) передачи механической энергии от электродвигательного устройства к исполнительным органам рабочей машины**
Б) передачи сигналов обратной связи

В) передачи электрической энергии в электродвигателю
Г) передачи электрической энергии к управляющему устройству

### 7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1 Металлообрабатывающие станки имеют характеристику…
А) не зависящую от скорости
Б) линейно – возрастающую
В) нелинейно – возрастающую
**Г) нелинейно – падающую**

2 Для выбора рационального электропривода необходимо знать…
А) механическую характеристику рабочей машины
Б) механическую характеристику электродвигателя
**В) механическую характеристику рабочей машины и электродвигателя**
Г) нагрузочную характеристику рабочей машины

3 Механической характеристикой электродвигателя называется зависимость между…
**А) вращающим моментом электродвигателя и его угловой скоростью**
Б) моментом сопротивления и угловой скоростью
В) механической и электрической мощностью
Г) вращающим моментом электродвигателя и моментом сопротивления

4 Величина определяемая, как отношение разности моментов, развиваемых электродвигателем, к соответствующей разности угловых скоростей называется…
А) твѐрдость механической характеристики
Б) прочность механической характеристики
В) мягкость механической характеристики
**Г) жѐсткость механической характеристики**

5 Механическая характеристика, при которой скорость с изменением момента остается неизменной ($\beta=\infty$) называется…
**А) абсолютно жѐсткая**
Б) жесткая
В) мягкая
Г) абсолютно мягкая

6 Механическая характеристика с коэффициентом жесткости $\beta$= 40 - 10 называется…
А) абсолютно жѐсткая
**Б) жесткая**
В) мягкая
Г) абсолютно мягкая

7 Механическая характеристика с коэффициентом жесткости $\beta \leq 10$ называется…
А) абсолютно жѐсткая
Б) жесткая
**В) мягкая**
Г) абсолютно мягкая

8 Синхронные электродвигатели обладают…
**А) абсолютно жѐсткой механической характеристикой**
Б) жесткой механической характеристикой
В) мягкой механической характеристикой
Г) абсолютно мягкой механической характеристикой

9 Асинхронные двигатели в рабочей части механической характеристики обладают…
А) абсолютно жѐсткой механической характеристикой
**Б) жесткой механической характеристикой**
В) мягкой механической характеристикой
Г) абсолютно мягкой механической характеристикой

10 Согласно уравнению движения электропривода вращающий момент электродвигате-

ля уравновешивается…
А) динамическим моментом
Б) моментом сопротивления и моментом сил трения
**В) моментом сопротивления и динамическим моментом**
Г) моментом сопротивления

### 7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1 Момент, развиваемый электродвигателем, принимается положительным, если он направлен…
**А) в сторону движения электропривода**
Б) в сторону, обратную движению электропривода
В) по оси вращения ротора электродвигателя
Г) по касательной к окружности, описываемой ротором электродвигателя

2 Если момент электродвигателя больше момента сопротивления рабочей машины, то имеет место…
А) замедление электропривода
**Б) ускорение электропривода**
В) работа в установившемся режиме
Г) реверсирование электропривода

3 Допустимая нагрузка электропривода зависит от…
А) частоты тока питающей сети
Б) напряжения питания
В) диапазона регулирования скорости
**Г) нагрева электродвигателя**

4 Основными электродвигателями, которые наиболее широко используются как в промышленности, так и в агропромышленном производстве являются…
А) синхронные двигатели
Б) двигатели постоянного тока независимого возбуждения
**В) асинхронные двигатели**
Г) двигатели постоянного тока последовательного возбуждения

5 Механическая характеристика производственного механизма связывает…
А) ускорение и момент сопротивления
**Б) угловую скорость и момент сопротивления**
В) механическую и электрическую мощность
Г) ускорение и угловую скорость

6 У всех электродвигателей скорость является…
А) возрастающей функцией момента двигателя
**Б) убывающей функцией момента двигателя**
В) независящей от момента двигателя г. нет правильного ответа

7 Если для кратковременного режима выбрать электродвигатель, предназначенный для работы в продолжительном режиме, но с мощностью кратковременного режима работы, то…
**А) электродвигатель недоиспользуется по тепловому режиму**
Б) электродвигатель быстро перегреется
В) электродвигатель не сможет преодолеть момент сопротивления при пуске
Г) электродвигатель будет работать в режиме холостого хода

8 Подъѐмные механизмы имеют механическую характеристику…
**А) не зависящую от скорости**
Б) линейно – возрастающую
В) нелинейно – возрастающую
Г) нелинейно – падающую

9 Прессы имею механическую характеристику…

А) не зависящую от скорости
**Б) линейно – возрастающую**
В) нелинейно – возрастающую
Г) нелинейно – падающую

10 Вентиляторы и насосы имеют механическую характеристику…
А) не зависящую от скорости
Б) линейно – возрастающую
**В) нелинейно – возрастающую**
Г) нелинейно – падающую

### 7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

1. Основные понятия об электромеханических системах (ЭМС). Определение системы. Примеры ЭМС. Недостатки ЭМС. Тенденции замены. Незаменимость ЭМС.
2. Кинематические схемы электромеханических систем. Правила выполнения кинематических схем.
3. Физические основы электромеханического преобразования энергии. Основные понятия и определения: поле, электрон, магнитные полюсы, сила Лоренца. Методы решения задач электромагнитного преобразования энергии. Опыты Фарадея.
4. Движущиеся электрически заряженные частицы. Закон Ампера. Закон Био-Савара.
5. Магнитная индукция. Магнитная проницаемость. Магнитная постоянная.
6. Магнитный поток. Потокосцепление. Индуктивность.
7. Основные физические законы электромеханического преобразования энергии. Закон электромагнитной индукции.
8. Закон электромагнитного взаимодействия.
9. Составные части ЭМС. Определения и характеристики. Магнитные цепи. Основные понятия и определения: магнитодвижущая сила (МДС) магнитное сопротивление, магнитная индукция, напряженность магнитного поля, закон полного тока.
10. Расчеты магнитной цепи. Формальные аналогии с электрическими цепями. Схемы замещения. Задачи анализа: прямая и обратная. Пример расчета магнитной цепи.
11. Баланс энергии в ЭМС. Уравнение баланса.
12. Запас энергии в ЭМС. Плотность энергии магнитного поля. Напряженность. Распределение энергии магнитного поля по участкам цепи.
13. Общие уравнения сил для электромагнитных систем. Энергия состояния системы. Принцип саморегулирования.
14. Простейшие электромеханические системы. Типы. Принцип работы.
15. Электрические машины - электромеханические преобразователи энергии. Общие сведения. Коллекторные двигатели постоянного тока. Достоинства и недостатки.
16. Типы коллекторных двигателей постоянного тока , характеристики.

17. Основные характеристики электродвигателей и способы их исследования. Измерение момента.
18. Методы измерения скорости вращения электродвигателей. Рабочие, механические, регулировочные характеристики электродвигателей.
19. Системы стабилизации скорости вращения электродвигателей. Типы. Блок- схема системы стабилизации.
20. Основные методы регулирования скорости вращения электродвигателей постоянного тока.
21. Система стабилизации с использованием центробежного регулятора скорости. Схема, Принцип работы.
22. Регулятор скорости по схеме стабилизатора напряжения (мостовая схема).
23. Регулятор скорости с частотным детектором, с фазовым управлением.
24. Бесконтактные двигатели постоянного тока. Блок-схема. Структурная схема. Принцип работы. Схема простейшего бесконтактного двигателя-вентилятора (“кулера”).
25. Шаговые двигатели. Основные типы. Схема управления шаговым двигателем. Основные характеристики.
26. Линейные двигатели. Двигатели для микроперемещений. Назначение и принцип действия.
27. Двигатели переменного тока. Принцип действия. Асинхронный трехфазовый двигатель с короткозамкнутым ротором.
28. Механическая характеристика. Влияние активного сопротивление в цепи ротора асинхронного двигателя с фазным ротором. Пуск трехфазного асинхронного двигателя. Регулирование скорости. Рабочие свойства.
29. Однофазный асинхронный двигатель с одной обмоткой статора. Механическая характеристика.
30. Однофазный асинхронный двигатель с пусковой обмоткой.
31. Примеры асинхронного двигателя с различными фазосдвигающими элементами в цепи статора. Энергетические показатели. Применение.
32. Использование трехфазного асинхронного двигателя для работы в однофазной сети. Основные схемы включения. Расчет фазосдвигающих элементов.
33. Синхронные микродвигатели. Области применения. Основные типы.
34. Сельсины. Общие сведения и применение. Режимы работы: индикаторный и трансформаторный.

**7.2.5 Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену**

Не предусмотрено учебным планом

**7.2.6 Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации**

Итоговой формой контроля знаний, умений и навыков в 7 семестре по дисциплине является экзамен. Вопросы предполагают контроль общих мето-

дических знаний и умений, способность студентов проиллюстрировать их примерами, индивидуальными материалами, составленными студентами в течение семестра. Каждый студент имеет право воспользоваться лекционными материалами, методическими разработками.

**Критерии оценки по дисциплине**

При выявлении уровня знаний, умений, навыков, опыта деятельности по дисциплине применяется рейтинговая технология:

– по виду деятельности студента – учебный рейтинг;

– по периоду – семестровый рейтинг;

– по объёму учебной информации – рейтинг освоения ООП по учебной дисциплине;

– по способу расчёта – накопительный рейтинг.

Оценка знаний студентов производится по следующим критериям.

– участие в лекциях и лабораторных занятиях 18 баллов;

–оценка по результатам тестирования, 12 баллов

– своевременная защита лабораторных работ, 12 баллов

Всего: 42 балла

Оценка при проведении зачета выставляется согласно следующей таблице.

| Итоговый балл | 0÷19 | 20÷29 | 30÷34 | 35÷42 |
|---|---|---|---|---|
| Оценка | Неудовл | Удовл | Хорошо | Отлично |

**7.2.7 Паспорт оценочных материалов**

| № п/п | Контролируемые разделы (темы) дисциплины | Код контролируемой компетенции (или ее части) | Наименование оценочного средства |
|---|---|---|---|
| 1 | Физические основы электромеханического преобразования энергии | ОПК-2 | Тест, зачет, устный опрос |
| 2 | Магнитные цепи | ОПК-2 | Тест, зачет, устный опрос |
| 3 | Электрические машины-электромеханические преобразователи непрерывного действия | ОПК-2 | Тест, зачет, устный опрос |

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

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

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на

бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

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

## 8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

1. Арсеньев Г.Н., Литовко И.В. Электропреобразовательные устройства РЭС: учебное пособие/Под ред. Г.Н.Арсеньева.-М.:ИД «ФОРУМ»:ИНФА-М,2008.- 496 с.: ил.-(Высшее образование)

2. Савельев И. В Курс общей физики: в 5 кн.: 2: электричество и магнетизм: учеб. Пособие для вузов / И. В. Савельев.-М.: АСТ: Астрель, 2005.-336с.

3. Юферов Ф.М Электрические машины автоматических устройств: Учеб. для студентов вузов, обучающихся по специальности электромеханика. 2 издание. –М.: В.Ш., 2005,1988г., -479с.

4. Кондусов В.А Системы стабилизации скорости вращения электродвигателей электронных средств: учеб. пособие / В.А.Кондусов. Воронеж: ГОУВПО «Воронежский государственный технический университет», 2008.183с.

5. Кондусов В. А. Физические процессы электромеханических систем электронных средств: лабораторный практикум: учеб. пособие / В.А.Кондусов. Воронеж: ГОУВПО «Воронежский государственный технический университет», 2009.151с

### 8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

Microsoft Word, Microsoft Excel, Internet Explorer.

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

Для проведения лекционных занятий необходима аудитория, оснащенная видеопроектором с экраном и пособиями по профилю.

Компьютерный класс, оснащенная ПЭВМ с установленным программным обеспечением и видеопроектор с экраном, ауд. 226/3.

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

По дисциплине «Физические процессы электромеханических систем электронных средств» читаются лекции, проводятся лабораторные.

Лекции представляет собой систематическое, последовательное изложение учебного материала. Это – одна из важнейших форм учебного процесса и один из основных методов преподавания в вузе. На лекциях от студента требуется не просто внимание, но и самостоятельное оформление конспекта. Качественный конспект должен легко восприниматься зрительно, в эго тексте следует соблюдать абзацы, выделять заголовки, пронумеровать формулы, подчеркнуть термины. В качестве ценного совета рекомендуется записывать не каждое слово лектора (иначе можно потерять мысль и начать писать автоматически, не вникая в смысл), а постараться понять основную мысль лектора, а затем записать, используя понятные сокращения.

- Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоения учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие:

- работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций;
- выполнение домашних заданий и типовых расчетов;
- работа над темами для самостоятельного изучения;
- участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад;
- подготовка к зачетам и экзаменам.

Кроме базовых учебников рекомендуется самостоятельно использовать имеющиеся в библиотеке учебно-методические пособия. Независимо от вида учебника, работа с ним должна происходить в течение всего семестра. Эффективнее работать с учебником не после, а перед лекцией.

При ознакомлении с каким-либо разделом рекомендуется прочитать его целиком, стараясь уловить общую логику изложения темы. При повторном чтении хорошо акцентировать внимание на ключевых вопросах и основных теоремах (формулах). Можно составить их краткий конспект.

Степень усвоения материала проверяется следующими видами контроля:

- текущий (опрос, контрольные работы, типовые расчеты);
- рубежный (коллоквиум);
- промежуточный (курсовая работа, зачет, зачет с оценкой, экзамен).

Коллоквиум – форма итоговой проверки знаний студентов по определенным темам.

Зачет – форма проверки знаний и навыков, полученных на лекционных и практических занятиях. Сдача всех зачетов, предусмотренных учебным

планом на данный семестр, является обязательным условием для допуска к экзаменационной сессии.

Экзамен – форма итоговой проверки знаний студентов.

Для успешной сдачи экзамена необходимо выполнить следующие рекомендации –готовиться к экзамену следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до экзамена. Данные перед экзаменом три-четыре дня эффективнее всего использовать для повторения.

| Вид учебных занятий | Деятельность студента |
|---|---|
| Лекция | Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удается разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии. |
| Лабораторная работа | Лабораторные работы позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности лабораторных для подготовки к ним необходимо: следует разобрать лекцию по соответствующей теме, ознакомится с соответствующим разделом учебника, проработать дополнительную литературу и источники, решить задачи и выполнить другие письменные задания. |
| Самостоятельная работа | Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоения учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие:<br>- работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций;<br>- выполнение домашних заданий и расчетов;<br>- работа над темами для самостоятельного изучения;<br>- участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад;<br>- подготовка к промежуточной аттестации. |
| Подготовка к промежуточной аттестации | Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед экзаменом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала. |

## ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

| № п/п | Перечень вносимых изменений | Дата внесения изменений | Подпись заведующего кафедрой, ответственной за реализацию ОПОП |
|---|---|---|---|

АННОТАЦИЯ

к рабочей программе дисциплины
«Физические процессы электромеханических систем электронных средств»

**Направление подготовки** (специальность) 11.03.03 – Конструирование и технология электронных средств
**Профиль** (специализация) Проектирование и технология радиоэлектронных средств
**Квалификация выпускника** Бакалавр
**Нормативный период обучения** 4 года / 4 года 11 месяцев
**Форма обучения** Очная / Заочная
**Год начала подготовки** 2021 г.

**Цель изучения дисциплины:** усвоение взаимосвязанных физических явлений и процессов электромеханического преобразования энергии, происходящих в электрических машинах и аппаратах, системах электрического привода.

**Задачи изучения дисциплины:**

Освоение физических основ электромеханического преобразования энергии, законов магнетизма; освоение основные понятия электромагнитного взаимодействия; освоение основ теории электрических машин постоянного и переменного тока и их конструктивные исполнения; освоение основных методик измерения параметров электродвигателей; освоение правил построения кинематических схем сложных электромеханических систем.

**Перечень формируемых компетенций:**

ОПК-2 - способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных.

**Общая трудоемкость дисциплины ЗЕТ:** 4 з.е.

**Форма итогового контроля по дисциплине:** зачет с оценкой
(зачет, зачет с оценкой, экзамен)