

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Воронежский государственный технический университет»



УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета

В.А. Небольсин

«51» августа 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

**«Физические процессы электромеханических систем
электронных средств»**

Направление подготовки 11.03.03 Конструирование и технология
электронных средств

Профиль Проектирование и технология радиоэлектронных средств

Квалификация выпускника бакалавр

Нормативный период обучения 4 года /4 года 11 м.

Форма обучения очная / заочная

Год начала подготовки 2021 г.

Автор программы

Н.В. Астахов

Заведующий кафедрой
конструирования и
производства
радиоаппаратуры

А.В. Башкиров

Руководитель ОПОП

А.А. Пирогов

Воронеж 2021

1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Цели дисциплины: формирование системы знаний, умений и навыков, необходимых для понимания принципов работы, конструирования и расчета различных типов электромеханических систем (ЭМС) и их компонентов, используемых в современной технике.

1.2 Задачи освоения дисциплины:

- изучить принципы действия и основные характеристики электромагнитных и электромеханических устройств постоянного и переменного тока;
- научить формулировать технические задания на разработку ЭМС;
- освоить методы расчета режимов работы ЭМС;
- изучить методики экспериментального определения параметров и характеристик ЭМС и их компонент и основные приёмы обработки и представления экспериментальных данных;
- дать представление о современной элементной базе ЭМС электронных средств и направлениях их развития.

2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

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

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 правила построения кинематических схем сложных электромеханических систем, основные методики измерения параметров электродвигателей
	уметь правильно подойти к выбору и проектированию электромагнитных устройств (электродвигателей, реле, датчиков и т. д.) в конкретной электромеханической системе с использованием анализа электрических, магнитных и механических частей этого устройства.
	владеть навыками работы с тестовым оборудованием (осциллографы, щупы напряжения для осциллографов, токовые зонды (AC и/или DC) для осциллографа, DC/AC-мультиметры, стендовые источники питания).

4 ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Физические процессы электромеханических систем электронных средств» составляет _____ часов.

ханических систем электронных средств» составляет 4 зачётные единицы.
 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
Курсовой проект (работа)		
Контрольная работа		
Вид промежуточной аттестации – зачет с оценкой	+	+
Общая трудоемкость	час	144
	зач. ед.	4
	144	144
	4	4

Заочная форма обучения

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры
		9
Аудиторные занятия (всего)	16	16
В том числе:		
Лекции	8	8
Практические занятия (ПЗ)		
Лабораторные работы (ЛР)	8	8
Самостоятельная работа	124	124
Курсовой проект (работа)		
Контрольная работа		
Вид промежуточной аттестации – зачет с оценкой	4	4
Общая трудоемкость	час	144
	зач. ед.	4
	144	144
	4	4

5 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

Очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Введение	Основные понятия об ЭМС. Типы ЭМС, замкнутая ЭМС управления с обратной связью. Электронная и электромеханическая части изделий электронной техники и сложных систем. Состав электромеханических частей РЭС. Область применения ЭМС в структуре современных электронных средств; тенденции.	2	6	9	17
2	Физические основы электромеханического преобразования энергии.	Электромагнитное поле. Силы, действующие на заряды и токи. Магнитная индукция. Закон электромагнитной индукции. Правило Ленца. Магнитный гистерезис. Магнитные цепи и их электрические аналоги. Расчёт магнитной цепи. Энергия электромагнитного поля. Баланс энергии в электромеханических системах. Уравнение баланса. Запас энергии в ЭМС. Примеры ЭМС и их основные характеристики: электромагниты, электромагнитные реле, электромагнитный телефон, датчик электромагнитного тахометра, электромагнитный прерыватель постоянного тока. Электродинамические системы: громкоговоритель, электроизмерительный прибор, тахогенераторы, сельсины, вращающиеся трансформаторы. Электростатические системы: конденсаторные, ёмкостные микрофоны.	6	6	9	21
3	Кинематические схемы электромеханических систем.	Условные графические изображения на кинематических схемах. Примеры кинематических схем ЭМС. Кинематический анализ ЭМС.	6	6	9	21
4	Двигатели постоянного тока (ДПТ).	Структура электрических машин как электромеханических преобразователей непрерывного действия. Электромагнитный момент в электрических машинах. Режимы работы электрических машин. Потери энергии и коэффициент полезного действия. Рабочие, механические, регулировочные, характеристики электродвигателей. Измерение характеристик ДПТ. Коллекторный ДПТ. Принцип действия. Схема замещения двигателя. Электромагнитный момент. Реверсирование. Пусковой ток. Схемы включения двигателей. Измерения момента, электромагнитный моментомер. Измерение частоты вращения. Основные методы измерения частоты: аналоговый метод прямого преобразования, метод сравнения, частотный метод. Системы стабилизации скорости вращения ДПТ малой мощности. Функциональная схема стабилизации скорости вращения ДПТ. Физические процессы в электродвигателях, управляемых по цепи якоря. Уравнение механической характеристики двигателя. Жёсткость механической характеристики. Системы с использованием центробежных регуляторов скорости. Системы стабилизации скорости по схеме стабилизатора напряжения (мостовые схемы). Практическая схема стабилизации частоты вращения вала без применения центробежного регулятора. Системы регулирования скорости с частотным	6	6	9	24

		детектором. Системы регуляторов скорости с фазовым управлением. Бесконтактный ДПТ. Принцип работы. Блок-схема бесконтактного ДПТ. Структурная схема бесконтактного двигателя постоянного тока. Формирование фазного напряжения. Момент двигателя. Угловое ускорение. Скорость вращения. Влияние индуктивности обмоток статора на силу и характер изменения тока и вращающего момента. Принципиальные схемы питания двигателей современных ЭМС.				
5	Специальные двигатели	Шаговые двигатели: основные типы и характеристики, устройство, принцип действия, особенности рабочего процесса. Характеристики. Шаговый двигатель с электромагнитом и храповиком. Шаговый двигатель с активным ротором. Шаговый двигатель с пассивным ротором. Схема управления шаговым двигателем. Режимы работы шаговых электродвигателей: статический, квазистатический, установившийся, переходной. Замкнутая цепь управления шаговым двигателем. Линейный двигатель магнитоэлектрического типа (ДЛМ). Кинематическая схема привода магнитных головок. Эквивалентная электрическая схема ДЛМ. Двигатели для микропереключений. Физические явления, используемые для построения двигателей: тепловое расширение тела, электромагнитное взаимодействие, магнитострикция, обратный пьезоэффект. Достоинства и применения. Шаговый пьезоэлектрический двигатель.	6	6	9	24
6	Двигатели переменного тока	Вращающееся электромагнитное поле. Асинхронные двигатели (АД): с короткозамкнутым ротором, с фазным ротором. Фазный ротор АД. Схема взаимодействия магнитного поля и проводников ротора. Скольжение. Вращающий момент. Механическая характеристика. Влияние активного сопротивления в цепи ротора АД с фазным ротором. Пуск трёхфазных АД. Регулирование скорости трёхфазных АД. Рабочие характеристики. Однофазные АД. Однофазный АД с пусковой обмоткой, с пусковым сопротивлением, с пусковым конденсатором, с пусковым и рабочим конденсаторами. Схемы включения и механические характеристики. Использование трёхфазных асинхронных двигателей для работы от однофазной сети. Синхронные микродвигатели (СД). Схема. Области применения. Основные типы СД. Варианты конструктивного исполнения. СД с постоянными магнитами: самозапускающиеся микродвигатели, двигатели с асинхронным пуском, двигатели с гистерезисным пуском. Тихоходные синхронные двигатели. Принцип работы редукторного синхронного двигателя. Угол поворота ротора. Скорость вращения ротора.	6	6	9	24
7	Сельсины	Общие сведения. Режимы работы: индикаторный режим, трансформаторный режим. Схемы сельсинов при работе в индикаторном и трансформаторном режимах.	2		9	11
8	Лентопротяжные электромеханические системы (ЛПМ)	Общие характеристики и типы ЛПМ. Влияние погрешности формы ведущего вала на качество записи.	2		9	11
Итого			36	36	72	144

Заочная форма обучения

№	Наименование	Содержание раздела	Лекц	Лаб.	СРС	Всего,
---	--------------	--------------------	------	------	-----	--------

п/п	темы		зан.		час	
1	Введение	Основные понятия об ЭМС. Типы ЭМС, замкнутая ЭМС управления с обратной связью. Электронная и электромеханическая части изделий электронной техники и сложных систем. Состав электромеханических частей РЭС. Область применения ЭМС в структуре современных электронных средств; тенденции.	1		15	16
2	Физические основы электромеханического преобразования энергии.	Электромагнитное поле. Силы, действующие на заряды и токи. Магнитная индукция. Закон электромагнитной индукции. Правило Ленца. Магнитный гистерезис. Магнитные цепи и их электрические аналоги. Расчёт магнитной цепи. Энергия электромагнитного поля. Баланс энергии в электромеханических системах. Уравнение баланса. Запас энергии в ЭМС. Примеры ЭМС и их основные характеристики: электромагниты, электромагнитные реле, электромагнитный телефон, датчик электромагнитного тахометра, электромагнитный прерыватель постоянного тока. Электродинамические системы: громкоговоритель, электроизмерительный прибор, тахогенераторы, сельсины, вращающиеся трансформаторы. Электростатические системы: конденсаторные, ёмкостные микрофоны.	1		16	17
3	Кинематические схемы электромеханических систем.	Условные графические изображения на кинематических схемах. Примеры кинематических схем ЭМС. Кинематический анализ ЭМС.	1	2	15	18
4	Двигатели постоянного тока (ДПТ).	Структура электрических машин как электромеханических преобразователей непрерывного действия. Электромагнитный момент в электрических машинах. Режимы работы электрических машин. Потери энергии и коэффициент полезного действия. Рабочие, механические, регулировочные, характеристики электродвигателей. Измерение характеристик ДПТ. Коллекторный ДПТ. Принцип действия. Схема замещения двигателя. Электромагнитный момент. Реверсирование. Пусковой ток. Схемы включения двигателей. Измерения момента, электромагнитный моментометр. Измерение частоты вращения. Основные методы измерения частоты: аналоговый метод прямого преобразования, метод сравнения, частотный метод. Системы стабилизации скорости вращения ДПТ малой мощности. Функциональная схема стабилизации скорости вращения ДПТ. Физические процессы в электродвигателях, управляемых по цепи якоря. Уравнение механической характеристики двигателя. Жёсткость механической характеристики. Системы с использованием центробежных регуляторов скорости. Системы стабилизации скорости по схеме стабилизатора напряжения (мостовые схемы). Практическая схема стабилизации частоты вращения вала без применения центробежного регулятора. Системы регулирования скорости с частотным детектором. Системы регуляторов скорости с фазовым управлением. Бесконтактный ДПТ. Принцип работы. Блок-схема бесконтактного ДПТ. Структурная схема бесконтактного двигателя постоянного тока. Формирование фазного напряжения. Момент двигателя. Угловое ускорение. Скорость вращения. Влияние индуктивности обмоток статора на силу и характер изменения	1	2	16	19

		тока и вращающего момента. Принципиальные схемы питания двигателей современных ЭМС.				
5	Специальные двигатели	Шаговые двигатели: основные типы и характеристики, устройство, принцип действия, особенности рабочего процесса. Характеристики. Шаговый двигатель с электромагнитом и храповиком. Шаговый двигатель с активным ротором. Шаговый двигатель с пассивным ротором. Схема управления шаговым двигателем. Режимы работы шаговых электродвигателей: статический, квазистатический, установившийся, переходной. Замкнутая цепь управления шаговым двигателем. Линейный двигатель 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.	1	2	16	19
6	Двигатели переменного тока	Вращающееся электромагнитное поле. Асинхронные двигатели (АД): с короткозамкнутым ротором, с фазным ротором. Фазный ротор АД. Схема взаимодействия магнитного поля и проводников ротора. Скольжение. Вращающий момент. Механическая характеристика. Влияние активного сопротивления в цепи ротора АД с фазным ротором. Пуск трёхфазных АД. Регулирование скорости трёхфазных АД. Рабочие характеристики. Однофазные АД. Однофазный АД с пусковой обмоткой, с пусковым сопротивлением, с пусковым конденсатором, с пусковым и рабочим конденсаторами. Схемы включения и механические характеристики. Использование трёхфазных асинхронных двигателей для работы от однофазной сети. Синхронные микродвигатели (СД). Схема. Области применения. Основные типы СД. Варианты конструктивного исполнения. СД с постоянными магнитами: самозапускающиеся микродвигатели, двигатели с асинхронным пуском, двигатели с гистерезисным пуском. Тихоходные синхронные двигатели. Принцип работы редукторного синхронного двигателя. Угол поворота ротора. Скорость вращения ротора.	1	2	16	19
7	Сельсины	Общие сведения. Режимы работы: индикаторный режим, трансформаторный режим. Схемы сельсинов при работе в индикаторном и трансформаторном режимах.	1	-	15	16
8	Лентопротяжные электромеханические системы (ЛПМ)	Общие характеристики и типы ЛПМ. Влияние погрешности формы ведущего вала на качество записи.	1	-	15	16
Итого			8	8	124	140

Практическая подготовка при освоении дисциплины учебным планом не предусмотрена.

5.2 Перечень лабораторных работ

Кинематический анализ электромеханических систем.

Коллекторный микродвигатель постоянного тока с возбуждением от постоянных магнитов.

Испытание коллекторного микродвигателя постоянного тока с возбуждением от постоянных магнитов.

Испытание АД

Электромеханическая система синхронной связи.

Исследование погрешности формы ведущего вала ЛПТ магнитофона.

6 ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

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

7 ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

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

7.1.1 Этап текущего контроля

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

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ОПК-2	знать правила построения кинематических схем сложных электромеханических систем, основные методики измерения параметров электродвигателей	Посещение лекционных занятий, активная работа на лабораторных занятиях	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь правильно подойти к выбору и проектированию электромагнитных устройств (электродвигателей, реле, датчиков и т. д.) в конкретной электромеханической системе с использованием анализа электрических, магнитных и механических частей этого устройства.	Посещение лекционных занятий, активная работа на лабораторных занятиях	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть навыками работы с тестовым оборудованием (осциллографы, щупы напряжения для осциллографов, токовые зонды (АС и/или DC) для осциллографа, DC/AC-мультиметры, стендовые источники питания).	Посещение лекционных занятий, активная работа на лабораторных занятиях	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 7 семестре для очной формы обучения и в 9 семестре для заочной формы обучения по системе:

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
-------------	---	---------------------	---------	--------	--------	----------

	цпи					
ОПК-2	знать правила построения кинематических схем сложных электромеханических систем, основные методики измерения параметров электродвигателей	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь правильно подойти к выбору и проектированию электромагнитных устройств (электродвигателей, реле, датчиков и т. д.) в конкретной электромеханической системе с использованием анализа электрических, магнитных и механических частей этого устройства.	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть навыками работы с тестовым оборудованием (осциллографы, щупы напряжения для осциллографов, токовые зонды (АС и/или DC) для осциллографа, DC/AC-мультиметры, стендовые источники питания).	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

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

7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

1. Электропривод состоит из каких основных частей, как...
 - А) силовая часть и система управления
 - 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 постоянного и переменного тока
3. Динамическое торможение ещё 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) P
 - В) A
 - 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 вышеперечисленные 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) твёрдость механической характеристики
 - Б) прочность механической характеристики
 - В) мягкость механической характеристики
 - Г) жёсткость механической характеристики
5. Механическая характеристика, при которой скорость с изменением момента остается неизменной ($\omega = \beta$) называется...
 - А) абсолютно жёсткая
 - Б) жесткая
 - В) мягкая
 - Г) абсолютно мягкая
6. Механическая характеристика с коэффициентом жесткости $\beta = 40 - 10$ называется...
 - А) абсолютно жёсткая
 - Б) жесткая
 - В) мягкая
 - Г) абсолютно мягкая
7. Механическая характеристика с коэффициентом жесткости $\beta \leq 10$ называется...
 - А) абсолютно жёсткая
 - Б) жесткая
 - В) мягкая
 - Г) абсолютно мягкая
8. Синхронные электродвигатели обладают...
 - А) абсолютно жёсткой 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 жёсткой механической характеристикой
 - Б) жесткой механической характеристикой
 - В) мягкой механической характеристикой
 - Г) абсолютно мягкой механической характеристикой
10. Согласно уравнению движения электропривода вращающий момент электродвигателя 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) независимой от момента двигателя г. нет правильного ответа
- 7 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
- 8 Подъёмные механизмы имеют механическую характеристику...
 - А) не зависящую от скорости
 - Б) линейно – возрастающую
 - В) нелинейно – возрастающую
 - Г) нелинейно – падающую
- 9 Прессы имеют 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 с оценкой

1. Основные понятия об электромеханических системах (ЭМС). Определение системы. Примеры ЭМС. Недостатки ЭМС. Незаменимость ЭМС.
2. Кинематические схемы электромеханических систем. Правила выполнения кинематических схем.
3. Физические основы электромеханического преобразования энергии. Основные понятия и определения: электромагнитное поле, сила Лоренца, электромагнитная индукция взаимодействие токов.
4. Магнитная индукция. Линии индукции. Магнитная проницаемость. Магнитная постоянная.
5. Магнитный поток. Потокосцепление. Индуктивность.
6. Основные физические законы электромеханического преобразования энергии. Закон электромагнитной индукции.
7. Составные части ЭМС. Определения и характеристики. Магнитные цепи. Основные понятия и определения: магнитодвижущая сила, магнитное сопротивление, магнитная индукция, напряженность магнитного поля, закон полного тока.
8. Расчеты магнитной цепи. Формальные аналогии с электрическими цепями. Схемы замещения. Задачи анализа: прямая и обратная. Пример расчета магнитной цепи.
9. Запас энергии в ЭМС. Баланс энергии в ЭМС. Уравнение баланса. Плотность энергии магнитного поля. Напряженность. Распределение энергии магнитного поля по участкам цепи.
10. Общие уравнения сил для электромагнитных систем. Энергия состояния системы. Принцип саморегулирования.
11. Простейшие электромеханические системы. Типы. Принцип работы.
12. Электрические машины - электромеханические преобразователи энергии. Коллекторные ДПТ. Типы коллекторных ДПТ, конструкция, характеристики.
13. Основные характеристики электродвигателей и способы их исследования. Измерение момента.
14. Методы измерения скорости вращения электродвигателей. Рабочие, механические, регулировочные характеристики электродвигателей.
15. Системы стабилизации скорости вращения электродвигателей. Типы. Блок-схема системы стабилизации.
16. Основные методы регулирования скорости вращения ДПТ.
17. Система стабилизации с использованием центробежного регулятора скорости. Схема, Принцип работы.
18. Регулятор скорости по схеме стабилизатора напряжения (мостовая

схема).

19. Регулятор скорости с частотным детектором, с фазовым управлением.
20. Бесконтактные двигатели постоянного тока. Блок-схема. Структурная схема. Принцип работы. Схема простейшего бесконтактного двигателя-вентилятора.
21. Шаговые двигатели. Основные типы. Схема управления шаговым двигателем. Основные характеристики.
22. Линейные двигатели. Двигатели для микроперемещений. Назначение и принцип действия.
23. Двигатели переменного тока. Принцип действия. АД с короткозамкнутым ротором.
24. Механическая характеристика. Влияние активного сопротивления в цепи ротора АД с фазным ротором. Пуск трехфазного АД. Регулирование скорости. Рабочие свойства.
25. АД с одной обмоткой статора. Механическая характеристика.
26. Однофазный АД с пусковой обмоткой.
27. Примеры АД с различными фазосдвигающими элементами в цепи статора. Энергетические показатели. Применение.
28. Использование АД для работы в однофазной сети. Основные схемы включения. Расчет фазосдвигающих элементов.
29. Синхронные микродвигатели. Области применения. Основные типы.
30. Сельсины. Общие сведения и применение. Режимы работы: индикаторный и трансформаторный.
31. Лентопротяжные ЭМС. Влияние погрешности формы ведущего вала на качество записи.

7.2.5 Примерный перечень заданий для подготовки вопросов к экзамену

Не предусмотрено учебным планом

7.2.6 Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Зачёт с оценкой проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 10 вопросов и задачу. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом, задача оценивается в 10 баллов (5 баллов верное решение и 5 баллов за верный ответ). Максимальное количество набранных баллов – 20.

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 6 баллов.
2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 6 до 10 баллов
3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 11 до 15 баллов.
4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 16 до 20 баллов.)

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Введение	ОПК-2	Тест, защита лабораторных работ, контрольно-измерительные материалы для зачета с оценкой
2	Физические основы электро-механического преобразования энергии.	ОПК-2	Тест, защита лабораторных работ, контрольно-измерительные материалы для зачета с оценкой
3	Кинематические схемы электро-механических систем.	ОПК-2	Тест, защита лабораторных работ, контрольно-измерительные материалы для зачета с оценкой
4	Двигатели постоянного тока (ДПТ).	ОПК-2	Тест, защита лабораторных работ, контрольно-измерительные материалы для зачета с оценкой
5	Специальные двигатели	ОПК-2	Тест, защита лабораторных работ, контрольно-измерительные материалы для зачета с оценкой
6	Двигатели переменного тока	ОПК-2	Тест, защита лабораторных работ, контрольно-измерительные материалы для зачета с оценкой
7	Сельсины	ОПК-2	Тест, защита лабораторных работ, контрольно-измерительные материалы для зачета с оценкой
8	Лентопротяжные электро-механические системы (ЛПМ)	ОПК-2	Тест, защита лабораторных работ, контрольно-измерительные материалы для зачета с оценкой

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 методике 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 методике 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 методике 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. Электропреобразовательные устройства РЭС : Учеб. пособие / Г.Н. Арсеньев – М. : ИД ФОРУМ - ИНФРА – М., 2008. – 496 с. : ил . – ISBN 978-5-8199-0362-9; 978-5-16-003346-4.
2. Савельев, И.В. Курс общей физики : В 5 кн.: Учеб. пособие. Кн.1 : Механика / И.В. Савельев. – М. : Астрель: АСТ, 2005. – 336 с. : ил . – ISBN 5-17-002963-2.
3. Тюков, В. А. Электромеханические системы [Текст]: учебное пособие / В.А. Тюков. – НГТУ, 2015.– 92 с.
4. Кондусов, В.А. Физические процессы электромеханических систем электронных средств [Электронный ресурс] : Лабораторный практикум: Учеб. пособие. / В.А. Кондусов – Электрон. текстовые, граф. дан. (6,17 Мб). – Воронеж : ФГБОУ ВПО "Воронежский государственный технический университет", 2014. – Режим доступа: [Кондусов ФПЭСЭС](#)

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

Перечень ПО, включая перечень лицензионного программного обеспечения:

ОС Windows 7 Pro;
Media Player Classic Black Edition;
Google Chrome;
Microsoft Office 64-bit
Компас 3D;
DesignSpark PCB;
Altium Designer

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

<http://window.edu.ru> – единое окно доступа к информационным ресурсам;

<http://www.edu.ru/> – федеральный портал «Российское образование»;

Образовательный портал ВГТУ;

<http://www.iprbookshop.ru/> – электронная библиотечная система IPRbooks

Профессиональные базы данных, информационные справочные системы:

мы:

<http://www.kit-e.ru/> – Электронная версия журнала «Компоненты и технологии» и архив с 1999 года;

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

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ

ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Учебная аудитория для проведения лекционных занятий, оснащенная следующим оборудованием:

- персональный компьютер с установленным ПО, подключенный к сети интернет;
- доска магнитно-маркерная;
- мультимедийный проектор на кронштейне;
- экран настенный;
- учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации

Учебная аудитория (лаборатория) для проведения лабораторных занятий, оснащенная следующим оборудованием:

- персональные компьютеры с установленным ПО, эмуляторами КР580 и EMURK286, подключенные к сети Интернет — 14 шт.;
- источник питания NY3020E- 9350 – 6 шт.;
- источник питания Б5-49 – 3 шт.;
- осциллограф GDS – 5 шт.;
- осциллограф цифровой запоминающий ОЦЗС02;
- универсальный генератор сигналов DG1022 – 4 шт.;
- цифровой осциллограф MSO2072A;
- электронная программируемая нагрузка AEL-8320 – 4 шт.;
- вольтметр В7-16А;
- частотомер MS6100;
- частотомер ЧЗ-35А

Помещение (Читальный зал) для самостоятельной работы с выходом в сеть «Интернет» и доступом в электронно-библиотечные системы и электронно-информационную среду, укомплектованное следующим оборудованием:

- персональные компьютеры с установленным ПО, подключенные к сети Интернет — 10 шт.;
- принтер;
- магнитно-маркерная доска;
- переносные колонки;
- переносной микрофон.

10 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

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

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

Лабораторные работы выполняются на лабораторном оборудовании в

соответствии с методиками, приведенными в указаниях к выполнению работ.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометить важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Лабораторная работа	Лабораторные работы позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности лабораторных для подготовки к ним необходимо: следует разобрать лекцию по соответствующей теме, ознакомиться с соответствующим разделом учебника, проработать дополнительную литературу и источники, решить задачи и выполнить другие письменные задания.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: <ul style="list-style-type: none"> - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций; - выполнение домашних заданий и расчетов; - работа над темами для самостоятельного изучения; - участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад; - 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 зачетом с оценкой 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
1			
2			
3			