

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

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



УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета радиотехники и электроники

 / В.А. Небольсин /
«30» августа 2017 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины (модуля)**

**Б1.Б.19 «Физические процессы в электромеханических устройствах
и приводах»**

Направление подготовки (специальность) 12.03.01 – Приборостроение

Профиль (специализация) Приборостроение

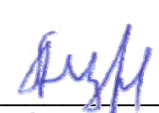
Квалификация выпускника Бакалавр

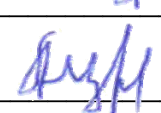
Нормативный период обучения 4 года / 4 года 11 месяцев

Форма обучения Очная / Заочная

Год начала подготовки 2017 г.

Автор программы  /Астахов Н.В./

Заведующий кафедрой
конструирования и производства
радиоаппаратуры  / Муратов А.В./

Руководитель ОПОП  /Муратов А.В./

Воронеж 2017

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

Состоит в овладении теоретическими знаниями, практическими навыками и умениями выполнения задач деятельности бакалавра техники и технологии по проектированию и экспериментальному исследованию электромагнитных устройств и приводов в приборах и системах, а также усвоить взаимосвязанные физические явления и процессы электромеханического преобразования энергии, происходящие в электрических машинах и аппаратах, системах электрического привода.

1.2. Задачи освоения дисциплины

Практическое освоение приемов конструирования сложных приборов и систем при одновременном воздействии механических и климатических факторов, воздействий электрических, магнитных и электромагнитных полей с учетом технологичности, экономичности, требований приборов и систем техники при использовании систем автоматизированного проектирования. Приобретение навыков, необходимых для оформления расчетно-конструкторской документации согласно ЕСТП, ЕСКД, ОСТП и ГОСТ.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Физические процессы в электромеханических устройствах и приводах» относится к дисциплинам учебного плана по выбору.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Физические процессы в электромеханических устройствах и приводах» направлен на формирование следующих компетенций:

ОПК-6 - способностью собирать, обрабатывать, анализировать и систематизировать научно-техническую информацию по тематике исследования

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ОПК-6	знать алгоритмы расчетов, этапы проектирования, от постановки технического задания и технического предложения, до оформления полного комплекта технической документации; основные физические законы функционирования электромеханических систем; основные методики измерения параметров электродвигателей; правила построения кинематических схем сложных электромеханических систем
	уметь строить кинематические схемы фрикционных и зубчатых передач, проводить расчет магнитных цепей, собирать, систематизировать и анализировать эмпирические данные, 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 современными программными комплексами разработки и проектирования уз-

	лов электромеханических систем; навыками работы с тестовым оборудованием (осциллографы, щупы напряжения для осциллографов, токовые зонды (АС и/или DC) для осциллографа, DC/AC-мультиметры, стендовые источники питания).
--	---

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость дисциплины «Физические процессы в электромеханических устройствах и приводах» составляет 5 зачетных единиц.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий

Очная форма обучения

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры			
		7			
Аудиторные занятия (всего)	54	54			
В том числе:					
Лекции	18	18			
Практические занятия (ПЗ)					
Лабораторные работы (ЛР)	36	36			
Самостоятельная работа	90	90			
Курсовой проект					
Контрольная работа					
Вид промежуточной аттестации – зачет с оценкой					
Вид промежуточной аттестации – экзамен	+	+			
Общая трудоемкость час экзамен. ед.	180	144			
	36	36			

Заочная форма обучения

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры			
		8			
Аудиторные занятия (всего)	16	16			
В том числе:					
Лекции	6	6			
Практические занятия (ПЗ)					
Лабораторные работы (ЛР)	10	10			
Самостоятельная работа	155	155			
Курсовой проект					
Контрольная работа					

Вид промежуточной аттестации – зачет с оценкой					
Вид промежуточной аттестации – экзамен	+	+			
Общая трудоемкость	час	180	171		
	зач. ед.	5	5		
	экзамен. ед.	9	9		

ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1	Цель изучения дисциплины – овладение теоретическими знаниями , практическими навыками и умениями выполнения задач деятельности бакалавра техники и технологии по проектированию и экспериментальному исследованию электромагнитных устройств и приводов в приборах и системах ,а также усвоить взаимосвязанные физические явления и процессы электромеханического преобразования энергии, происходящие в электрических машинах и аппаратах, системах электрического привода.
1.2	Для достижения цели ставятся задачи:
1.2.1	освоение физических основ электромеханического преобразования энергии, законов магнетизма;
1.2.2	освоение основные понятия электромагнитного взаимодействия;
1.2.3	освоение основ теории электрических машин постоянного и переменного тока и их конструктивные исполнения;
1.2.4	освоение основных методик измерения параметров электродвигателей;
1.2.5	освоение правил построения кинематических схем сложных электромеханических систем.

МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВПО

Цикл (раздел) ООП: Б3.		код дисциплины в УП: Б3.В.ДВ.5
2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося		
Б2.Б.1	Математика	
Б2.Б.2	Физика	
Б3.Б.2	Физические основы микро- и нанoeлектроники	
2.2 Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее		
Преддипломная практика, дипломное проектирование		

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

3.1	Знать:
3.1.1	основные физические основы электромеханического преобразования энергии, законы магнетизма;
3.1.2	основные понятия электромагнитного взаимодействия
3.1.3	основы теории электрических машин постоянного и переменного тока и их конструктивные исполнения;
3.1.4	основные принципы и схемотехнические решения систем электропитания, электронного регулирования и стабилизации скорости микроэлектродвигателей ПС;
3.1.5	основные методики измерения параметров электродвигателей;
3.1.6	правила построения кинематических схем сложных электромеханических систем
3.2	Уметь:
3.2.1	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.
3.2.2	выполнять расчет и проектирование деталей, узлов и модулей приборов и систем в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования
3.3	Владеть:
3.3.1	навыками работы с тестовым оборудованием (осциллографы, щупы напряжения для осциллографов, токовые зонды (АС и/или DC) для осциллографа, DC/AC-мультиметры, стендовые источники питания.).

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ п./п	Наименование раздела дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Вид учебной нагрузки и их трудоемкость в часах				
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	СРС	Всего часов
1	Физические основы электромеханическо-	8		4	4	12	9	35

	го преобразования энергии							
2	Магнитные цепи	8		2	2	4	3	11
3	Электрические машины- электрохимические преобразователи непрерывного действия	8		6	6	20	15	53
Итого				12	12	24	60	99

4.1 Лекции

Неделя семест- ра	Тема и содержание лекции	Объем часов	В том числе, в интерактивной форме (ИФ)
Номер и наименование раздела дисциплины			
1-2	РАЗДЕЛ 1. Физические основы электрохимического преобразования энергии <u>Лекция 1.</u> Предмет и задачи курса. Введение. Основные понятия об электрохимических системах (ЭМС). Общее определение системы. Техническая система. Электрохимическая система. Замкнутая ЭМС управления с обратной связью. Типы ЭМС, рассматриваемых в курсе. Электронная и электрохимическая части изделий электронной техники и сложных систем. Состав электрохимических частей РЭС, вычислительной техники, авиационной техники, систем управления двигателями автомобилей, технологическими процессами и т.д. Недостатки, присущие ЭМС. Тенденции замены электрохимических устройств (ЭМУ) электронными блоками. Незаменимость ЭМУ при решении некоторых специфических задач. Основная цель и задачи курса. Структура и содержание курса, его связь с другими дисциплинами учебного плана. Краткая характеристика рекомендованной литературы. Перечень лабораторных работ. Список литературы. <u>Самостоятельное изучение.</u> Электрохимические устройства РЭС	0,5	0,5
1-2	<u>Лекция 2.</u> Кинематические схемы электрохимических систем. Условные графические изображения на кинематических схемах. Пример кинематической схемы ЭМС. Кинематический анализ ЭМС. <u>Самостоятельное изучение.</u> Условные графические обозначения на кинематических схемах.	0,5	
1-2	<u>Лекция 3.</u> Физические основы электрохимического преобразования энергии. 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. <u>Самостоятельное изучение.</u> Природа магнетизма.	1	

3-4	<u>Лекция 4. Основные физические законы электромеханического преобразования энергии.</u> Закон электромагнитной индукции. Закон электромагнитного взаимодействия. <u>Самостоятельное изучение.</u> Магнитная постоянная.	1	1
3-4	<u>Лекция 5. Баланс энергии в электромеханических системах.</u> Уравнение баланса. Запас энергии в электромеханических системах. Плотность энергии магнитного поля. Намагничивающая сила. Распределение энергии магнитного поля по участкам магнитной цепи . <u>Домашнее задание.</u> Задача расчёта магнитной цепи.	0,5	
3-4	<u>Лекция 6. Общие уравнения сил для электромагнитных систем.</u> Энергия магнитного поля и коэнергия в электромагнитной системе. <u>Самостоятельное изучение.</u> Методы получения и измерения магнитных полей.	0,5	
7-8	<u>Лекция 7. Уравнения электродвижущих сил.</u> 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 . <u>Домашнее задание.</u> Задача на определение энергии магнитного поля в зазоре магнитной цепи. <u>Самостоятельное изучение.</u> Простейшие ЭМС	1	

7-8	РАЗДЕЛ 2. Магнитные цепи. <u>Лекция 8 Магнитные цепи. Основные понятия и определения.</u> Закон магнитной цепи (2 ч.). <u>Самостоятельное изучение.</u> Закон полного тока.	1	
9-10	<u>Лекция 9. Расчёты магнитной цепи.</u> Магнитные цепи и их электрические аналоги. Схемы замещения. Задачи анализа: прямая и обратная. Пример расчёта магнитной цепи . <u>Самостоятельное изучение.</u> Магнитные и электрические единицы в системах единиц СГСМ, СГСЭ, СГС и СИ. Кривая намагничивания. Расчёт относительной магнитной проницаемости.	1	1
9-10	РАЗДЕЛ 3. Электрические машины – электромеханические преобразователи непрерывного действия	1	1

	<u>Лекция 10. Электрические машины - электромеханические преобразователи непрерывного действия.</u> Общие сведения. 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). <u>Самостоятельное изучение.</u> Магнитные системы коллекторных двигателей. Нагревание и охлаждение электрических машин		
11-12	<u>Лекция 11 Основные способы исследования характеристик электродвигателей постоянного тока.</u> 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 . <u>Самостоятельное изучение.</u> Тормоза - моментомеры. Конструкция микроэлектродвигателя типа ДПР.	0,5	
11-12	<u>Лекция 12 Системы стабилизации скорости вращения двигателей постоянного тока (малой мощности).</u> Влияние параметров двигателя на основные технические характеристики электромеханической системы. Разновидности систем стабилизации скорости по типу регулятора. Блок-схема системы стабилизации скорости вращения двигателя постоянного тока. Функциональная схема системы стабилизации скорости вращения двигателя постоянного тока. Физические процессы в электродвигателях, управляемых по цепи якоря. Уравнение механической характеристики двигателя. Жёсткость механической характеристики. 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 . <u>Самостоятельное изучение.</u> Функциональные схемы фазовых стабилизаторов скорости.	0,5	
11-12	<u>Лекция 13 Бесконтактный двигатель постоянного тока.</u> 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 напря-	0,5	

	жения. Момент двигателя. Угловое ускорение. Скорость вращения. Влияние индуктивности обмоток статора на силу и характер изменения тока и вращающего момента. Практическая схема включения бесконтактного двигателя постоянного тока. Технические данные двигателей. Принципиальные схемы питания бесконтактных двигателей современных электромеханических систем . <u>Самостоятельное изучение.</u> Функциональные схемы блоков управления бесконтактных двигателей постоянного тока.		
--	---	--	--

11-12	<u>Лекция 14. Шаговые двигатели.</u> 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. Характеристики. Особенности конструкции. Схема управления шаговым двигателем. Режимы работы шаговых электродвигателей: статический, квазистатический, установившийся, переходной. Основные показатели шагового двигателя. Замкнутая цепь управления шаговым двигателем.. Линейный двигатель. 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. . <u>Самостоятельное изучение.</u> Микросхемы управления шаговыми двигателями.	0,5	
15-16	<u>Лекция 15. Двигатели переменного тока.</u> Вращающееся электромагнитное поле. Асинхронные трёхфазные двигатели: с короткозамкнутым ротором, с фазным ротором. Схема магнитной системы асинхронного двигателя. Обмотка короткозамкнутого ротора. Фазный ротор асинхронного двигателя. Схема взаимодействия магнитного поля и проводников ротора. Скорость скольжения. Скольжение. Вращающий момент. Механическая характеристика асинхронного двигателя. Влияние активного сопротивления в цепи ротора асинхронного двигателя с фазным ротором. Пуск трёхфазных асинхронных двигателей. Регулирование скорости трёхфазных асинхронных двигателей. Рабочие свойства трёхфазных асинхронных двигателей . <u>Самостоятельное изучение.</u> Особенности конструкций двигателей переменного тока.	0,5	
15-16	<u>Лекция 16. Однофазные асинхронные двигатели.</u> 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	1	0,5

	трёхфазных асинхронных двигателей для работы от однофазной сети . <u>Самостоятельное изучение.</u> Синхронные микродвигатели. Тихоходные синхронные двигатели. Сельсины.		
15-16	Электромеханические системы синхронной связи	0,5	
	Итого часов	12	

4.2 Практические занятия

Неделя семестра	Тема и содержание практического занятия	Объем часов	В том числе, в интерактивной форме (ИФ)	Виды контроля
1-2	Основные понятия об электромеханических устройствах и приводах.	2	1	опрос
1-2	Кинематические схемы электромеханических систем.	4		опрос
3-4	Физические основы электромеханического преобразования энергии..	4		опрос
3-4	Основные физические законы электромеханического преобразования энергии.	4		опрос
5-6	Баланс энергии в электромеханических системах. Уравнение баланса. Запас энергии в электромеханических системах.	1		опрос
5-6	Общие уравнения сил для электромагнитных систем	1		опрос
7-8	Магнитные цепи. Основные понятия и определения.	4		опрос
7-8	Расчёты магнитной цепи.	4	1	опрос
9-10	Электрические машины - электромеханические преобразователи непрерывного действия..	4	1	опрос
9-10	Коллекторный двигатель постоянного тока.	4		опрос
11-12	Основные способы исследования характеристик электродвигателей постоянного тока.	4		опрос
11-12	Системы стабилизации скорости вращения двигателей постоянного тока	4		опрос
13-14	Бесконтактный двигатель постоянного тока.	2	1	опрос
13-14	Шаговые двигатели. Линейный двигатель. Двигатели для микроперемещений.	1		опрос
15-16	Двигатели переменного тока.	2		опрос
15-16	Однофазные асинхронные двигатели. Однофазный асинхронный двигатель с пусковой обмоткой.	1		опрос
17	Контрольная работа	2		опрос
	Итого часов	48	4	опрос

4.3 Лабораторные работы

Неделя семестра	Наименование лабораторной работы	Объем часов	В том числе в интерактивной форме (ИФ)	Виды контроля
2	Л.Р. №1.Кинематический анализ электромеханических систем.	4	1	Отчет о выполненной работе

3	Л.Р. №2. Простейшие электромеханические системы	4	1	Отчет о выполненной работе
5	Л.Р. №3. Магнитные цепи	4	1	Отчет о выполненной работе
6	Л.Р. №4. Коллекторный микродвигатель постоянного тока с возбуждением от постоянных магнитов.	4	1	Отчет о выполненной работе
11	Л.Р. №5. Испытание коллекторного микродвигателя постоянного тока с возбуждением от постоянных магнитов.	4	2	Отчет о выполненной работе
13	Л.Р. №6. Испытание систем стабилизации скорости вращения двигателей постоянного тока	2	1	Отчет о выполненной работе
15	Л.Р. №7. Электромеханическая система синхронной связи.	2	1	Отчет о выполненной работе
Итого часов		24	8	

4.3 Самостоятельная работа студента (СРС)

Неделя семестра	Содержание СРС	Виды контроля	Объем часов
1	Электромеханические устройства РЭС.		3
2	Условные графические обозначения на кинематических схемах	опрос	4
3	Природа магнетизма.		4
4	Магнитная постоянная.	опрос	4
5	Закон полного тока		3
6	Подготовка к лабораторной работе. Магнитные и электрические единицы в системах единиц СГСМ, СГСЭ, СГС и СИ. Кривая намагничивания. Расчёт относительной магнитной проницаемости.	опрос	4
7	Задача расчёта магнитной цепи.		4
8	Методы получения и измерения магнитных полей.	опрос	4
9	Простейшие ЭМС		4
10	Магнитные системы коллекторных двигателей. Нагревание и охлаждение электрических машин	опрос	4
11	Тормоза - моментомеры. Конструкция микроэлектродвигателя типа ДПР.		3
12	Функциональные схемы фазовых стабилизаторов скорости.	опрос	4
13	Функциональные схемы блоков управления бесконтактных двигателей постоянного тока.		4
14	Микросхемы управления шаговыми двигателями.	опрос	4
15	Особенности конструкций двигателей переменного тока.		3
16	Синхронные микродвигатели. Тихоходные синхронные двигатели. Сельсины.	опрос	4
Итого часов			60

Система университетского образования предполагает рациональное сочетание таких видов учебной деятельности, как лекции, практические занятия, самостоятельная работа студентов, а также контроль полученных знаний.

- 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.

- Практические занятия позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности практических занятий 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 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.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

	В рамках изучения дисциплины предусмотрены следующие образовательные технологии:
5.1	Лекции:

	– информационные лекции; – проблемные лекции.
5.2	Практические занятия: - проблемное обучение; - совместное обсуждение вопросов лекций.
5.3	Лабораторные работы: – проблемное обучение; – оформление отчета по выполненной работе и его защита.
5.4	Самостоятельная работа студентов: 1. Текущая СРС: - изучение теоретического материала, с использованием Internet-ресурсов и методических разработок, - подготовка к лекциям и практическим занятиям, - работа с учебно-методической литературой, - подготовка к текущему контролю успеваемости, к зачету и экзамену. 2. Творческая проблемно-ориентированная СРС, ориентированная на развитии интеллектуальных умений (общекультурных) и профессиональных компетенций, повышение творческого потенциала студентов: - курсовая работа. 3. Опережающая СРС. 4. Участия в научных конференциях, написание тезисов докладов и статей.
5.5	консультации по всем вопросам учебной программы.
5.6	активно (интерактивные) формы предполагают: - обсуждение различных вариантов решения задачи, как домашнего задания, так и аудиторного; - совместное решение задач с практическим содержанием; - совместная работа в аудитории по темам, выделенным на самостоятельное изучение; - семинарские занятия с докладами по темам, выделенным на самостоятельное изучение Пример: тема – «Физические основы электромеханического преобразования энергии», три доклада по разделам «Что такое поле, какие бывают виды полей», «Основные физические законы магнетизма», «Магнитодвижущая сила», каждый в объеме 25 минут.

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

6.1	Контрольные вопросы и задания
6.1.1	Используемые формы текущего контроля: – коллоквиумы; – текущий контроль по содержанию лекционного материала; – отчет и защита выполненных лабораторных работ; – фонд тестовых заданий по всем разделам дисциплины
6.1.2	Рабочая программа дисциплины обеспечена фондом оценочных средств для проведения входного, текущего контроля и промежуточной аттестации. Фонд включает примерные вопросы текущего контроля, вопросы к коллоквиумам, вопросы к экзаменам и зачету. Фонд оценочных средств представлен в учебно-методическом комплексе дисциплины.

Разделы дисциплины	Объект контроля	Форма контроля	Метод контроля	Срок выполнения
6 семестр				

Физические основы электромеханического преобразования энергии	Знание основных физических законов функционирования электромеханических систем	Защита лабораторного и практического занятия.	Устный, письменный	5 неделя
	Умение правильно подойти к выбору и проектированию электромагнитных устройств в конкретной электромеханической системе с использованием анализа электрических, магнитных и механических частей этого устройства.	Защита лабораторного и практического занятия.	Устный, письменный	7 неделя
Магнитные цепи	Знание основные методики расчета магнитных цепей	Защита лабораторного и практического занятия.	Устный	8 неделя
	Умение проводить расчеты магнитных цепей	Защита лабораторного и практического занятия.	письменный	9 неделя
Электрические машины-электромеханические преобразователи непрерывного действия	Знание основных методик измерения параметров электродвигателей	Защита лабораторного и практического занятия.	письменный	15 неделя
	Умение получать эмпирические данные, систематизировать и анализировать их.	Защита лабораторного и практического занятия.	письменный	18 неделя
Промежуточная аттестация		экзамен	устный	Экзаменационная сессия

	знать алгоритмы расчетов, этапы проектирования, от постановки технического задания и технического предложения, до оформления полного комплекта технической документации; основные физические законы функционирования электро-механических систем; основные методики измерения параметров электродвигателей; правила построения кинематических схем сложных электро-механических систем			
--	---	--	--	--

	уметь строить кинематические схемы фрикционных и зубчатых передач, проводить расчет магнитных цепей, собирать, систематизировать и анализировать эмпирические данные, 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.			
--	--	--	--	--

Полная спецификация оценочных средств, процедур и контролируемых результатов в привязке к формулируемым компетенциям, показателей и критериев оценивания приводится в Фонде оценочных средств по дисциплине, являющемся приложением к рабочей программе.

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов:

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)	2008	1
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.	2005 печат.	1,0
3	Юферов Ф.М	Электрические машины автоматических устройств: Учеб. для студентов вузов, обучающихся по специальности электромеханика. 2 издание. – М.: В.Ш., 2005,1988г., -479с.	2005 печат.	1.0
4	Кондусов В.А	Системы стабилизации скорости вращения электродвигателей электронных средств: учеб. пособие / В.А.Кондусов. Воронеж: ГОУВПО «Воронежский государственный технический университет», 2008.183с.	2008 печат.	1.0

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	2009 печат.	1.0
---	----------------	--	----------------	-----

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

7.1 Рекомендуемая литература				
№ п/п	Авторы, составители	Заглавие	Годы издания. Вид издания	Обеспеченность
7.1.1. Основная литература				
7.1	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)	2008	1
7.1	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.	2005 печат.	1,0
7.1.2. Дополнительная литература				
7.2	Юферов Ф.М	Электрические машины автоматических устройств: Учеб. для студентов вузов, обучающихся по специальности электромеханика. 2 издание. – М.: В.Ш., 2005,1988г., -479с.	2005 печат.	1.0
7.3	Кондусов В.А	Системы стабилизации скорости вращения электродвигателей электронных средств: учеб. пособие / В.А.Кондусов. Воронеж: ГОУВПО «Воронежский государственный технический университет», 2008.183с.	2008 печат.	1.0
7.4	Кондусов В. А.	Физические процессы электромеханических систем электронных средств: лабораторный практикум: учеб. пособие / В.А.Кондусов. Воронеж: ГОУВПО «Воронежский государственный технический университет», 2009.151с.	2009 печат.	1.0
7.1.3 Программное обеспечение и интернет ресурсы				
7.5	Пакет программных средств для проведения лабораторных работ.			
7.6	Интернет ресурсы: Калиенс И.В. “Электронная библиотека”. Изд.-во:Феникс 2008 Booklesson.ru			

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

8.1	. Лаборатория № 226 для изучения дисциплины “ Физические процессы в электромеханических устройствах и приводах “ с необходимым оборудованием, дисплейный класс.
-----	---

9. Фонды контрольных заданий для текущего, промежуточного и итогового контроля по дисциплине «Физические процессы в электромеханических устройствах и приводах»

9.1 Контрольные вопросы для текущего контроля

1. Основные понятия об электромеханических устройствах и приводах. 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 сопротивления 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.

9.2 Контрольные вопросы для коллоквиумов

1. Физические основы электромеханического преобразования энергии. Основные понятия и определения: поле, электрон, магнитные полюсы, сила Лоренца. Методы решения задач электромагнитного преобразования энергии. Опыты Фарадея.
2. Основные физические законы электромеханического преобразования энергии. Закон электромагнитной индукции.
3. Закон электромагнитного взаимодействия.
4. 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.
5. Расчеты магнитной цепи. Формальные аналогии с электрическими цепями. Схемы замещения. Задачи анализа: прямая и обратная. Пример расчета магнитной цепи.
6. Простейшие электромеханические системы. Типы. Принцип работы.
7. Основные характеристики электродвигателей и способы их исследования. Измерение момента.
8. Методы измерения скорости вращения электродвигателей. Рабочие, механические, регулировочные характеристики электродвигателей.
9. Системы стабилизации скорости вращения электродвигателей. Типы. Блок- схема системы стабилизации.
10. Основные методы регулирования скорости вращения электродвигателей постоянного тока.
11. Система стабилизации с использованием центробежного регулятора скорости. Схема, Принцип работы.
12. Регулятор скорости по схеме стабилизатора напряжения (мостовая схема).
13. Регулятор скорости с частотным детектором, с фазовым управлением.
14. Бесконтактные двигатели постоянного тока. Блок-схема. Структурная схема. Принцип работы. Схема простейшего бесконтактного двигателя-вентилятора ("кулера").
15. Шаговые двигатели. Основные типы. Схема управления шаговым двигателем. Основные характеристики.
16. Двигатели переменного тока. Принцип действия. Асинхронный трехфазовый двигатель с короткозамкнутым ротором.
17. Однофазный асинхронный двигатель с пусковой обмоткой.
18. Примеры асинхронного двигателя с различными фазосдвигающими элементами в цепи статора. Энергетические показатели. Применение.
19. Использование трехфазного асинхронного двигателя для работы в однофазной сети. Основные схемы включения. Расчет фазосдвигающих элементов.
20. Синхронные микродвигатели. Области применения. Основные типы.
21. Сельсины. Общие сведения и применение.. Режимы работы: индикаторный и трансформаторный.

Карта обеспеченности рекомендуемой литературы

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие	Годы издания. Вид изда- ния	Обеспе- ченность
1. Основная литература				
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)	2008	1
2	Савельев И. В	Курс общей физики: в 5 кн.: 2: электричество и магнетизм: учеб. Пособие для вузов / И. В. Савельев.-М.: АСТ: Астрель, 2008.-336с.	2008 печат.	1,0
2. Дополнительная литература				
1	Юферов Ф.М	Электрические машины автоматических уст- ройств: Учеб. для студентов вузов, обучающихся по специальности электромеханика. 2 издание. – М.: В.Ш., 2008,1988г., -479с. http://e.lanbook.com/view/book/102/	2008 печат.	1.0
2	Кондусов В.А	Системы стабилизации скорости вращения элек- тродвигателей электронных средств: учеб. пособие / В.А.Кондусов. Воронеж: ГОУВПО «Воронежский государственный технический уни- верситет», 2008.183с.	2008 печат.	1.0
3	Кондусов В. А.	Физические процессы электромеханических сис- тем электронных средств: лабораторный практи- кум: учеб. пособие / В.А.Кондусов. Воронеж: ГОУВПО «Воронежский государственный технический университет», 2009.151с.	2009 печат.	1.0
3. Методические разработки				
1	Кондусов В.А	Физические процессы электромеханических сис- тем электронных средств: лабораторный практи- кум: учеб. пособие / В.А.Кондусов. Воронеж: ГОУВПО «Воронежский государственный технический университет», 2009.151с.	2009 печат.	1.0

Лист регистрации изменений к РПД

№ п/п	Дата внесения изменений	Содержание изменений	Согласование		
			Руководитель ОПОП, д.т.н. профессор Муратов А.В.	Председатель методической комиссии факультета радиотехники и электроники	Декан факультета радиотехники и электроники, д.т.н., доцент Небольсин В.А.
1	24.11.2017	Актуализированы лицензионные соглашения на программное обеспечение, необходимое для осуществления образовательного процесса в рамках реализации основной профессиональной образовательной программы.			
2	20.10.2018	Внесены изменения в перечень основной и дополнительной литературы дисциплин учебного плана, в связи с актуализацией и договоров с электронно-библиотечными системами «Elibrary»: Договор с ООО «РУНЭБ», «ЭБС ЛАНЬ», Федеральное государственное бюджетное учреждение «Российская государственная библиотека».			

3	12.09.2019	Актуализированы лицензионные соглашения на программное обеспечение, необходимое для осуществления образовательного процесса в рамках реализации основной профессиональной образовательной программы.			
4	10.10.2020	Внесены изменения в перечень основной и дополнительной литературы дисциплин учебного плана, в связи с актуализацией и договоров с электронно-библиотечными системами «Elibrary»: Договор с ООО «РУНЭБ», «ЭБС ЛАНЬ», Федеральное государственное бюджетное учреждение «Российская государственная библиотека».			
5					
6					
7					