МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГТУ», ВГТУ)

«УТВЕРЖДАЮ»

Председатель ученого совета
факультета энергетики и систем управления

_____ А.В. Бурковский

(подпись)

«_____» _____ 201 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Исполнительные системы роботов

(наименование дисциплины (модуля) по УП)

Закреплена за кафедрой: электропривода, автоматики и управления в технических системах

Направление подготовки (специальности):

13.03.02 "Электроэнергетика и электротехника"

(код, наименование)

Направленность: Электропривод и автоматика робототехнических систем

(название профиля по УП)

Часов по УП: 360; Часов по РПД: 360;

Часов по УП (без учета часов на экзамены): 324; Часов по РПД: 324;

Часов на интерактивные формы (ИФ) обучения по УП: 0

Часов на интерактивные формы (ИФ) обучения по РПД: 0

Часов на самостоятельную работу по УП: 180 (50 %);

Часов на самостоятельную работу по РПД: 180 (50 %)

Общая трудоемкость в ЗЕТ: 10;

Виды контроля в семестрах (на курсах): Экзамены – 8; Зачеты – 6; Зачеты с оценкой – 7; Курсовые проекты – 8; Курсовые работы – 0.

Форма обучения: очная;

Срок обучения: нормативный.

Распределение часов дисциплины по семестрам

Вид занятий	№ семестров, число учебных недель в семестрах							
	6 / 18		7 / 12		8 / 12		Итого	
	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД
Лекции	36	36	36	36	12	12	84	84
Лабораторные	18	18	18	18	12	12	48	48
Практические	-	-			12	12	12	12
Ауд. занятия	54	54	54	54	36	36	144	144
Сам. работа	54	54	90	90	36	36	180	180
Итого	108	108	144	144	72	72	324	324

Сведения о ФГОС, в соответствии с которым разработана рабочая программа дисциплины (модуля) – 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 3 сентября 2015 г. № 955.

Программу составил: _____ к.т.н., Трубецкой В.А.
(подпись, ученая степень, ФИО)

Рецензент (ы): _____ к.т.н., Муконин А.К.

Рабочая программа дисциплины составлена на основании учебного плана подготовки бакалавров по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», направленность «Электропривод и автоматика робототехнических систем».

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и одобрена на заседании кафедры электропривода, автоматике и управления в технических системах, протокол № _____ от _____ 201__ г.

Зав. кафедрой ЭАУТС _____ В.Л. Бурковский

Председатель МКНП _____ А.В. Тикунов

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1	<p>Цель изучения дисциплины – обеспечение специальной профессиональной подготовки, позволяющей будущим специалистам использовать основные методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования, а также разрабатывать математические модели электромеханических модулей мехатронных и робототехнических систем методами теории автоматического управления.</p> <p>Изучение дисциплины должно развить способности специалиста разрабатывать макеты электромеханических модулей мехатронных и робототехнических систем, проводить энергетический расчет и выбор исполнительных элементов, а также выполнять регулировочные расчеты – синтез алгоритмов управления и корректирующих устройств.</p>
1.2	Для достижения цели ставятся задачи:
1.2.1	освоения принципов построения, аналитического и структурного описания систем воспроизведения движений и их элементов;
1.2.2	изучения методов анализа энергетических, статических, динамических и эксплуатационных свойств исполнительных систем (ИС) роботов и других систем воспроизведения движений в процессе их разработки и проектирования, а также при оценке использования имеющихся систем в новых условиях эксплуатации;
1.2.3	изучения методов обеспечения заданных технических характеристик ИС параметрическими и структурными средствами;
1.2.4	освоения принципов проектирования, методик расчета настроек и выполнения регулировок.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Цикл (раздел) ОПОП: Б1	код дисциплины в УП: Б1.В.ОД.12
2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося	
Для успешного освоения дисциплины студент должен иметь подготовку по математике (ОПК-2), информатике (ОПК-2), физике (ОПК-2), теоретической механике (ОПК-2), теоретическим основам электротехники (ОПК-2), управление в технических системах (ПВК-4), электрический привод (ПВК-4)	
2.2 Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее	
Б2.П.2	Преддипломная практика
Б3	Государственная итоговая аттестация

КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Код и наименование компетенции	
1	2
ОПК-2	способность применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач.
<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> – физико-математический аппарат описания электроприводов и манипуляторов роботов с учетом взаимного влияния степеней подвижности; принципы функционирования элементов и узлов исполнительных устройств роботов. <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> – осуществлять расчет и выбор элементов и узлов исполнительных систем с использованием методов энергетического и динамического анализа. <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> – методикой настройки контуров регулирования исполнительных систем роботов; методами энергетического и динамического расчета исполнительных устройств. 	
ПВК-4	способность рассчитывать режимы работы и параметры оборудования электромеханических комплексов и электроэнергетических систем.
<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> – режимы работы и параметры оборудования электромеханических комплексов. <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> – осуществлять настройку параметров исполнительной системы роботов на стандартные режимы работы. <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> – инженерными методами расчета параметров электромеханических комплексов. 	

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

3.1	Знать:
3.1.1	– физико-математический аппарат описания электроприводов и манипуляторов роботов с учетом взаимного влияния степеней подвижности; принципы функционирования элементов и узлов исполнительных устройств роботов;
3.1.2	– режимы работы и параметры оборудования электромеханических комплексов.
3.2	Уметь:
3.2.1	– осуществлять расчет и выбор элементов и узлов исполнительных систем с использованием методов энергетического и динамического анализа;
3.2.2	– осуществлять настройку параметров исполнительной системы роботов на стандартные режимы работы.
3.3	Владеть:
3.3.1	– методикой настройки контуров регулирования исполнительных систем роботов; методами энергетического и динамического расчета исполнительных устройств;
3.3.2	– инженерными методами расчета параметров электромеханических комплексов.

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	Введение	6	23	2	-	-	5	7
2	Архитектура и характеристики ИС	6	24	2	-	6	5	13
3	Специфика ИС как объектов управления	6	25-28	8	-	2	20	30
4	Приводы ИС и их элементы	6	29-34	12	-	6	10	28
5	Статика и динамика ИС	6	35-40	12	-	4	14	30
6	Энергетика ИС	7	1-7	14	-	-	30	44
7	Подчиненное регулирование и оптимизация динамики	7	8-17	20	-	18	30	68
8	Особенности систем воспроизведения движений с микропроцессорным управлением и цифровыми регуляторами	7	18	2	-	-	30	32
9	Исполнительные системы роботов на базе двигателей переменного тока	8	23-34	12	12	12	36	72
Итого				84	12	48	180	324

4.1 Лекции

Неделя семестра	Тема и содержание лекции	Объем часов	В том числе, в интерактивной форме
1	2	3	4
6 семестр		36	0
1. Введение		2	-
23	<p>Основные понятия и определения. Предмет курса, его цели и задачи. Промышленный робот (ПР) – определение. Область и эффективность применения. Поколения ПР. Функциональная схема ПР, его системы. Исполнительные системы (ИС) ПР как объект изучения. Цели и задачи курса.</p>	2	
2. Архитектура и характеристики ИС		2	
24	<p>Состав ИС ПР. Функциональная схема ИС одной степени подвижности. Особенности ИСР <i>Самостоятельное изучение.</i> Требования к ИСР</p>	2	
1	2	3	4

3. Специфика ИС как объектов управления		8	
25	Алгоритмы функционирования, требования к управляемости, источники информации и энергетика цикловых, позиционных и контурных ИС.	2	
26	Особенности ИС адаптивных роботов. Взаимовлияние степеней подвижности в многокоординатных ИС. Аддитивные и параметрические связи, их учет при анализе и синтезе.	2	
27	Анализ манипуляционного механизма робота, как многосвязного объекта управления ИС. <i>Самостоятельное изучение.</i> Функция Лагранжа	2	
28	Линеаризованная динамическая модель ПР.	2	
4. Приводы ИС и их элементы		12	
29	Общие требования к двигателям ИС ПР. Факторы, определяющие диапазон регулирования, динамические свойства и перегрузочную способность двигателей. <i>Самостоятельное изучение.</i> Особенности и область применения пневматического, гидравлического и электрического приводов.	2	
30	Параметры ДПТ НВ, его математическое описание.	2	
31	Управляемые источники энергии (УИЭ) для ДПТ НВ, общие требования к ним. Функциональная схема УИЭ, основные параметры.	2	
32	Устройство, параметры, характеристики и особенности широтно-импульсных преобразователей, их математическое описание. <i>Самостоятельное изучение.</i> Координаты силовой части ИС, подлежащие регулированию.	2	
33	Назначение датчиков обратных связей (ОС) и основные требования к их свойствам. Датчики ускорения, силомоментные, тока, их конструктивные особенности, схемы, структура, параметры. <i>Самостоятельное изучение.</i> Датчики скорости, их конструктивные особенности, схемы, структура, параметры.	2	
34	Датчики положения, их конструктивные особенности, схемы, структура, параметры. Схема, передаточная функция, параметры, переходная и ЛАЧ характеристики регуляторов П, И, Д и ПИ типов. <i>Самостоятельное изучение.</i> Регуляторы, их назначение.	2	
5. Статика и динамика ИС		12	
35	Математические модели и свойства силовых частей приводов электромеханической ИС.	2	
36	Влияние обратной связи по скорости, на коэффициент передачи по управлению и возмущению, на инерционность, эквивалентное сопротивление якорной цепи и демпфированность электромеханической ИС.	2	
37	Влияние отрицательной обратной связи по току на свойства контура тока и свойства ИС относительно скорости.	2	
1	2	3	4

38	Свойства ИС с задержанной обратной связью по току. <i>Самостоятельное изучение.</i> Необходимость ограничения координат в ИС с отрицательными связями.	2	
39	Свойства ИС с последовательным токоограничением. <i>Самостоятельное изучение.</i> Последовательная коррекция как средство улучшения качества регулирования.	2	
40	Взаимосвязь параметров установившихся режимов и переходных процессов контуров регулирования с их ЛАЧХ в разомкнутом состоянии. Влияние СЧ и ВЧ частей ЛАЧХ разомкнутых контуров на их свойства в замкнутом состоянии.	2	
7 семестр		36	
6. Энергетика ИС		14	
1, 2	Нагрузки ИС, инерционности, уравновешенность <i>Самостоятельное изучение.</i> Резонансные цикловые приводы ИС	4	
3	Размещение двигателей и датчиков обратных связей на манипуляционном механизме. Влияние податливости звеньев кинематической цепи, люфтов и нелинейностей на процессы в ИС.	2	
4	Момент и мощность двигателя ИС. Особенности задачи энергетического расчета ИС. Оптимальные скорость, время и путь разгона/торможения позиционных ИС с большим типовым перемещением. <i>Самостоятельное изучение.</i> Минимизация мощности и момента двигателя ИС	2	
5	Оптимизация передаточного числа редуктора контурных и позиционных ИС с малым типовым перемещением. Оптимизация передаточного числа редуктора позиционных ИС с большим типовым перемещением.	2	
6,7	Методика выбора двигателя и передаточного редуктора ИС. Критерии выбора двигателя, проверка правильности выбора.	4	
7. Подчиненное регулирование и оптимизация динамики		20	
8,9	Принципы построения и функционирования систем подчиненного регулирования (СПР). <i>Самостоятельное изучение.</i> Понятие оптимальной настройки контуров и критерии настройки.	4	
10, 11	Амплитудно-частотный (модульный) критерий настройки (МО) и показания к его применению. Методика определения передаточной функции регулятора при настройке на МО. Настройка на МО контура с объектом, содержащим малые постоянные времени.	4	
12, 13	Настройка на МО контура с апериодическими звеньями с одной большой и остальными малыми постоянными. Свойства по управлению и возмущению контура, с объектом в виде апериодического звена при настройке на МО. Порядок настройки на МО контура скорости при оптимизированном на МО контуре тока. Свойства по управлению и возмущению настроенного на МО контура скорости при оптимизированном по МО контуре тока.	4	
1	2	3	4
14, 15	Понятие симметричного оптимума, показания к его применению.	4	

	Порядок настройки контура скорости на СО.		
16, 17	Требования к настройке контуров тока и скорости ИС с позиционным и контурным управлением. <i>Самостоятельное изучение.</i> Ограничение координат в СПР.	4	
8. Особенности систем воспроизведения движений с микропроцессорным управлением и цифровыми регуляторами		2	
18	Дискретность управления и требования по быстродействию. Способы включения цифровых устройств с ИС. Особенности, достоинства и недостатки программной реализации регуляторов.	2	
8 семестр		12	
9. Исполнительные системы роботов на базе двигателей переменного тока		12	
23-24	Асинхронный двигатель как объект регулирования. Математическое описание асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором. Способы регулирования скорости асинхронного двигателя	2	
25	Частотный преобразователь с непосредственной связью как элемент систем электрического привода. Общие принципы построения систем подчиненного регулирования электроприводов переменного тока	2	
27-28	Рациональные законы связанного управления асинхронным двигателем. Частотно-токовая система регулирования скорости	2	
29-30	Векторное управление асинхронным двигателем. Оптимальные законы векторного управления	2	
31-32	Регулирование скорости асинхронного двигателя с использованием принципа ориентирования по потоку	2	
33-34	Энергетика электроприводов переменного тока. Рациональные законы управления синхронным двигателем	2	
Итого часов		84	

4.2 Практические занятия

Неделя семестра	Тема и содержание практического занятия	Объем часов	В том числе, интерактивной форме	Виды контроля
1	2	3	4	
8 семестр		12		
Исполнительные системы роботов на базе двигателей переменного тока				
24	Расчет параметров элементов контура тока при настройке на модульный оптимум	2		Проверка задания
26	Расчет параметров элементов контура скорости при настройке на модульный оптимум	2		Проверка задания

28	Расчет параметров элементов контура положения	2		Про- верка задания
30	Моделирование в среде MATLAB исполнительной системы подчиненного регулирования манипуляционного робота. Расчет оптимальных настроек.	2		Про- верка задания
32	Расчет частотных и временных характеристик в исполнительной системе	2		Про- верка задания
1	2	3	4	5
34	Расчет и выбор исполнительного двигателя по нагрузочной диаграмме	2		Про- верка задания
Итого часов		12		

4.3 Лабораторные работы

Неделя семестра	Тема и содержание практического занятия	Объем часов	В том числе, итеративной форме	Виды-контроля
1	2	3	4	5
6 семестр		18	0	
Архитектура и характеристики ИС		6		
23-25	Инструктаж по технике безопасности. Знакомство с назначением, структурой и техническими характеристиками универсального лабораторного стенда. Изучение системы широтно-импульсный преобразователь – двигатель постоянного тока	2		Защита лабораторной работы
26-28	Определение характеристик и параметров устройств исполнительной системы.	4		Защита лабораторной работы
Специфика ИС как объектов управления		2		
29-31	Определение передаточной функции неизменяемой части исполнительной системы методом ЛАЧХ.	2		Защита лабораторной работы
Приводы ИС и их элементы		6		
32-34	Исследование исполнительной системы с обратной связью по скорости.	2		Защита лаб. работы
35-37	Исследование привода с обратной связью по току.	4		Защита

				лаб. работы
Статика и динамика ИС		4		
38-40	Исследование привода с обратной связью по скорости и задержанной обратной связью по току.	4		Защита лабораторной работы
7 семестр		18		
Подчиненное регулирование и оптимизация динамики				
1-2	Исследование системы управления скоростью, подчиненным контуром тока и последовательным токоограничением.	4		Защита лабораторной работы
5-6	Исследование одноконтурной исполнительной системы управления скоростью и настройкой на модульный оптимум.	4		Защита лабораторной работы
9-10	Исследование однократно интегрирующей исполнительной системы управления скоростью с подчиненным контуром тока.	4		Защита лабораторной работы
13-15	Исследование двукратно интегрирующей исполнительной системы управления скоростью с подчиненным регулированием.	6		Защита лабораторной работы
8 семестр		12		
Исполнительные системы роботов на базе двигателей переменного тока		12		
23-24	Моделирование силовой части частотно-регулируемого электропривода на базе асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором	2		Защита лабораторной работы
25-26	Моделирование управляющей части частотно-регулируемого электропривода на базе асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором	2		Защита лабораторной работы
27-28	Моделирование силовой части частотно-регулируемого электропривода на базе синхронного двигателя с короткозамкнутым ротором	2		Защита лабораторной работы
29-30	Моделирование управляющей части частотно-регулируемого электропривода на базе синхронного двигателя с короткозамкнутым ротором	2		Защита лабораторной работы
31-32	Моделирование управляемого движения робота	2		Защита лаб. работы
33-34	Исследование характеристик исполнительного устройства при отработке типовых режимов	2		Защита лаб. работы
Итого часов		48		

4.4 Самостоятельная работа студента (СРС)

Неделя семестра	Содержание СРС	Виды контроля	Объем часов
1	2	3	4
6 семестр		Зачет	54
23	Работа с конспектом лекции, с учебниками	опрос	1
	Подготовка к выполнению лаб. работы 1	допуск к выполнению	1,0
	Подготовка к практическому занятию	проверка выполнения задания	1
24	Работа с конспектом лекции, с учебниками	опрос	1
	Подготовка к практическому занятию	отчет, защита	1
25	Работа с конспектом лекции, с учебниками	опрос	1
	Подготовка к защите лаб. работы 1	допуск к выполнению	1,0
	Подготовка конспекта по теме для самостоятельного изучения	проверка конспекта	1,0
	Подготовка к практическому занятию	проверка выполнения задания	1
26	Работа с конспектом лекции, с учебниками	опрос	1
	Подготовка к выполнению лаб. работы 2	допуск к выполнению	1
	Подготовка к практическому занятию	отчет, защита	1
27	Работа с конспектом лекции, с учебниками	опрос	1,0
	Подготовка к практическому занятию	проверка выполнения задания	1
28	Работа с конспектом лекции, с учебниками	опрос	1
	Подготовка конспекта по теме для самостоятельного изучения	проверка конспекта	1
	Подготовка к защите лаб. работы 2	допуск к выполнению	1
	Подготовка к практическому занятию	проверка выполнения задания	1,0
29	Работа с конспектом лекции, с учебниками	опрос	1
	Подготовка к выполнению лаб. работы 3	допуск к выполнению	1,0
	Подготовка к практическому занятию	проверка выполнения задания	1
30	Работа с конспектом лекции, с учебниками	опрос	1
	Подготовка к практическому занятию	проверка выполнения задания	1
31	Работа с конспектом лекции, с учебниками	опрос	1
	Подготовка к защите лаб. работы 3	отчет, защита	1
	Подготовка к практическому занятию	проверка выполнения задания	1
32	Работа с конспектом лекции, с учебниками	опрос	1
	Подготовка к практическому занятию	проверка выполнения задания	1,0
	Подготовка к выполнению лаб. работы 4	допуск к выполнению	1,0
33	Работа с конспектом лекции, с учебниками	опрос	1
	Подготовка к практическому занятию	проверка выполнения задания	1
34	Работа с конспектом лекции, с учебниками	опрос	1
	Подготовка к практическому занятию	проверка выполнения задания	1,0
	Подготовка к защите лаб. работы 4	отчет, защита	1
35	Работа с конспектом лекции, с учебниками	опрос	1
	Подготовка конспекта по теме для самостоятельного изучения	проверка конспекта	1,0
	Подготовка к выполнению лаб. работы 5	допуск к выполнению	1,0
	Подготовка к практическому занятию	проверка выполнения задания	1
36	Работа с конспектом лекции, с учебниками	опрос	1
	Подготовка конспекта по теме для самостоятельного изучения	проверка конспекта	1,0

	Подготовка к практическому занятию	проверка выполнения задания	0,5
37	Работа с конспектом лекции, с учебниками	опрос	1
	Подготовка к защит лаб. работы 5	отчет, защита	1,0
	Подготовка к практическому занятию	проверка выполнения задания	1
38	Работа с конспектом лекции, с учебниками	опрос	1
	Подготовка к практическому занятию	проверка выполнения задания	1
	Подготовка к выполнению лаб. работы 6	допуск к выполнению	1,0
39	Работа с конспектом лекции, с учебниками	опрос	1
	Подготовка к защите лаб. работы 6	отчет, защита	1
	Подготовка к практическому занятию	проверка выполнения задания	1
40	Подготовка к зачету	зачет	5,0
7 семестр		Зачет с оценкой	90
1	Работа с конспектом лекции, с учебниками	опрос	2
	Подготовка к выполнению лаб. работы 7	допуск к выполнению	2
2	Работа с конспектом лекции, с учебниками	опрос	2
	Подготовка к защите лаб. работы 7	отчет, защита	4
3	Работа с конспектом лекции, с учебниками	опрос	2
4	Работа с конспектом лекции, с учебниками	опрос	2
	Подготовка конспекта по теме для самостоятельного изучения	проверка конспекта	2
5	Работа с конспектом лекции, с учебниками	опрос	2
	Подготовка к выполнению лаб. работы 8	допуск к выполнению	4
6	Работа с конспектом лекции, с учебниками	опрос	2
	Подготовка к защите лаб. работы 8	отчет, защита	4
7	Работа с конспектом лекции, с учебниками	опрос	2
	Подготовка конспекта по теме для самостоятельного изучения	проверка конспекта	2
8	Работа с конспектом лекции, с учебниками	опрос	4
	Подготовка конспекта по теме для самостоятельного изучения	проверка конспекта	2
9	Работа с конспектом лекции, с учебниками	опрос	4
	Подготовка к выполнению лаб. работы 9	допуск к выполнению	4
10	Работа с конспектом лекции, с учебниками	опрос	2
	Подготовка конспекта по теме для самостоятельного изучения	проверка конспекта	4
	Подготовка к защите лаб. работы 9	отчет, защита	6
11	Работа с конспектом лекции, с учебниками	опрос	2
12	Работа с конспектом лекции, с учебниками	опрос	2
	Подготовка конспекта по теме для самостоятельного изучения	проверка конспекта	2
13	Работа с конспектом лекции, с учебниками	опрос	2
	Подготовка к выполнению лаб. работы 10	допуск к выполнению	4
14	Работа с конспектом лекции, с учебниками	опрос	2
15	Работа с конспектом лекции, с учебниками	опрос	2
	Подготовка к защите лаб. работы 10	отчет, защита	4
16	Работа с конспектом лекции, с учебниками	опрос	2
	Подготовка конспекта по теме для самостоятельного изучения	проверка конспекта	2
17	Работа с конспектом лекции, с учебниками	опрос	4

	Подготовка конспекта по теме для самостоятельного изучения	проверка конспекта	4
18	Подготовка к зачету с оценкой	Зачет с оценкой	10
8 семестр		Экзамен, курсовой проект	36
23	Работа с конспектом лекции, с учебниками	опрос	1
	Подготовка к выполнению лаб. работы 11	допуск к выполнению	0,5
	Подготовка к практическому занятию	проверка выполнения задания	0,5
24	Работа с конспектом лекции, с учебниками	опрос	0,5
	Подготовка к защите лаб. работы 11	отчет, защита	0,5
	Выполнение курсового проекта	проверка выполнения проекта	1,5
25	Работа с конспектом лекции, с учебниками	опрос	1
	Подготовка к выполнению лаб. работы 12	допуск к выполнению	1
	Выполнение курсового проекта	проверка выполнения проекта	1,5
	Подготовка к практическому занятию	проверка выполнения задания	1
26	Работа с конспектом лекции, с учебниками	опрос	1
	Подготовка к защите лаб. работы 12	отчет, защита	1
	Выполнение курсового проекта	проверка выполнения проекта	1,5
	Подготовка конспекта по теме для самостоятельного изучения	проверка конспекта	1
27	Работа с конспектом лекции, с учебниками	опрос	1
	Подготовка к выполнению лаб. работы 13	допуск к выполнению	1
	Выполнение курсового проекта	проверка выполнения проекта	1,5
	Подготовка к практическому занятию	проверка выполнения задания	1
28	Работа с конспектом лекции, с учебниками	опрос	1
	Подготовка к защите лаб. работы 13	отчет, защита	1
	Выполнение курсового проекта	проверка выполнения проекта	1,5
29	Работа с конспектом лекции, с учебниками	опрос	0,5
	Подготовка к выполнению лаб. работы 14	допуск к выполнению	0,5
	Выполнение курсового проекта	проверка выполнения проекта	1,5
	Подготовка к практическому занятию	проверка выполнения задания	0,5
30	Работа с конспектом лекции, с учебниками	опрос	0,5
	Подготовка к защите лаб. работы 14	отчет, защита	0,5
	Выполнение курсового проекта	проверка выполнения проекта	1,5
31	Работа с конспектом лекции, с учебниками	опрос	0,5
	Подготовка к выполнению лаб. работы 15	допуск к выполнению	0,5
	Выполнение курсового проекта	проверка выполнения проекта	1,5
	Подготовка к практическому занятию	проверка выполнения задания	0,5
32	Работа с конспектом лекции, с учебниками	опрос	0,5
	Выполнение курсового проекта	проверка выполнения проекта	1,5
	Подготовка к защите лаб. работы 15	отчет, защита	0,5
33	Работа с конспектом лекции, с учебниками	опрос	0,5
	Выполнение курсового проекта	проверка выполнения проекта	1,5
	Подготовка к практическому занятию	проверка выполнения задания	0,5
34	Работа с конспектом лекции, с учебниками	опрос	0,5
	Подготовка к защите курсового проекта	защита курсового проекта	2

Методические рекомендации для студентов по освоению дисциплин образовательной программы высшего образования

Цель методических рекомендаций – обеспечить студенту оптимальную организацию процесса изучения дисциплины, а также выполнения различных форм самостоятельной работы.

1. Методические рекомендации по изучению дисциплины

Студентам необходимо ознакомиться с содержанием рабочей программы дисциплины (далее – РПД), с ее целями и задачами, связями с другими дисциплинами образовательной программы, методическими разработками по данной дисциплине, имеющимися в библиотеке и в электронной информационно-образовательной среде.

1.1. Рекомендации по подготовке к лекционным занятиям (теоретический курс)

Изучение дисциплины требует систематического и последовательного накопления знаний. Поэтому контроль над систематической работой студентов всегда находится в центре внимания кафедры.

Студентам необходимо:

- на определенные лекции приносить соответствующий материал на бумажных носителях, представленный лектором в электронной информационно-образовательной среде (таблицы, графики, схемы). Данный материал характеризуется, комментируется, дополняется непосредственно на лекции;

- перед очередной лекцией необходимо просмотреть по конспекту материал предыдущей лекции. При затруднениях в восприятии материала следует обратиться к основным литературным источникам и к лектору.

1.2. Рекомендации по подготовке к практическим (лабораторным) занятиям

Студентам следует:

- приносить с собой рекомендованную преподавателем литературу к конкретному занятию;
- до очередного занятия по рекомендованным литературным источникам проработать теоретический материал, соответствующей теме занятия;

- в начале занятия задать преподавателю вопросы по материалу, вызвавшему затруднения в его понимании и освоении при решении задачи;

- каждую задачу доводить до окончательного решения, демонстрировать понимание проведенных расчетов, в случае затруднений обращаться к преподавателю.

Студентам, пропустившим практические занятия (независимо от причин), не имеющим письменного решения задач или не подготовившимся к данному занятию, необходимо не позже чем в 2-недельный срок отчитаться по теме, изучавшейся на занятии.

2. Методические рекомендации по подготовке к зачету, зачету с оценкой и экзамену

При подготовке к зачету с оценкой и экзамену особое внимание обратить на следующие моменты:

- необходимо стремиться не заучивать материал лекций, а улавливать логическую связь его построения, что позволяет успешно его воспринимать и отвечать на зачете и экзамене;

- в ходе изучения материала лекций следует в максимальной степени использовать знания, полученные при освоении других дисциплин;

- при проработке конспектов лекций и самостоятельном изучении материала необходимо использовать рекомендованную в рабочей программе основную и дополнительную литературу.

Необходимо учитывать, что по данной дисциплине осуществляются текущий контроль знаний (в течение шестого, седьмого и восьмого семестров) и промежуточная аттестация (зачет в конце шестого семестра; зачет с оценкой в конце седьмого семестра, курсовой проект и экзамен в конце восьмого семестра).

Текущий контроль успеваемости осуществляется путем собеседований в ходе приема отчетов по лабораторным работам. Студенты допускаются к зачету, зачету с оценкой и экзамену только после полного выполнения и отчитывания запланированных лабораторных работ.

3. Методические рекомендации по работе с литературой

При проработке конспектов лекций и самостоятельном изучении разделов теоретического материала необходимо использовать учебник и учебное пособие:

1. Лукинов А.П. Проектирование мехатронных и робототехнических устройств: учеб. пособие. – СПб.: Издательство «Лань», 2012.
2. Корендясев А.И., Саламандра Б. Л., Тывес Л. И. Теоретические основы робототехники: В 2 кн.: монография. В 2-х кн.. - М. : Наука, 2006.
3. Белов М.П., Новиков В.А., Рассудов Л.Н. Автоматизированный электропривод типовых производственных механизмов и технологических комплексов: Учеб. для вузов, 2004.
4. Юревич Е. И. Основы робототехники : учеб. пособие 2-е изд. - СПб.: БХВ-Петербург, 2005.

При подготовке, выполнении и сдаче лабораторных работ следует использовать методические указания:

1. Ревнёв С.С., Трубецкой В.А. Методические указания к лабораторным работам № 1 - 3 по дисциплине «Исполнительные системы роботов» для студентов специальности 220402 «Роботы и робототехнические системы» очной и очно-заочной форм обучения, 2010
2. Ревнёв С.С., Трубецкой В.А. Методические указания к лабораторным работам № 4 - 7 по дисциплине «Исполнительные системы роботов» для студентов специальности 220402 «Роботы и робототехнические системы» очной и очно-заочной форм обучения, 2010
3. Ревнёв С.С., Трубецкой В.А. Методические указания к лабораторным работам № 8 - 10 по дисциплине «Исполнительные системы роботов» для студентов специальности 220402 «Роботы и робототехнические системы» очной и очно-заочной форм обучения

При курсовом проектировании необходимо пользоваться следующей литературой:

1. Ревнёв С.С., Трубецкой В.А. Проектирование исполнительных систем роботов: учеб. пособие , 2010.
2. Трубецкой В.А. Методические указания по выполнению курсового проекта по дисциплине «Проектирование роботов и РТС» для студентов направления 15.03.06 «Мехатроника и робототехника» (профиль «Промышленная и специальная робототехника») очной формы обучения / ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный технический университет»; Воронеж, 2015. – 16 с.

4. Методические рекомендации по подготовке, написанию и оформлению курсового проекта

Выполнение курсового проекта проводится с целью формирования общепрофессиональных и профессиональных компетенций и способностей к научно-исследовательской работе, позволяющих:

- применять физико-математический аппарат для описания элементов и узлов исполнительных систем промышленных роботов;
- использовать инженерные методы расчета при определении параметров силовой и управляющей частей исполнительных систем;

Объектом проектирования являются исполнительные устройства и системы роботов промышленного назначения на базе двигателей различных типов.

При подготовке, написании и оформлении курсового проекта необходимо проработать следующие вопросы:

- анализ данных технического задания, краткое описание техпроцесса;
- краткое описание условий эксплуатации исполнительных систем;
- энергетический расчет силовых двигателей;
- динамический расчет электроприводов;
- выбор исполнительных двигателей и элементов регулирующей части.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

	В рамках изучения дисциплины предусмотрены следующие образовательные технологии:
5.1	информационные лекции;
5.2	практические занятия: <ul style="list-style-type: none"> – совместное обсуждение вопросов лекций, – решение практических задач, связанных с профессиональной деятельностью;
5.3	лабораторные работы: <ul style="list-style-type: none"> – выполнение лабораторных работ, – защита выполненных работ;
5.4	самостоятельная работа студентов: <ul style="list-style-type: none"> – изучение теоретического материала, – подготовка к лекциям и практическим занятиям, – подготовка к лабораторным работам, – работа с учебно-методической литературой, – оформление конспектов лекций, подготовка отчетов, – выполнение курсового проекта, – подготовка к текущему контролю успеваемости, а также промежуточной аттестации;
5.5	консультации по всем вопросам учебной программы;
5.6	информационные технологии: <ul style="list-style-type: none"> – личный кабинет обучающегося, – самостоятельный поиск дополнительного учебного и научного материала, с использованием поисковых систем и сайтов сети Интернет, электронных энциклопедий и баз данных, – использование электронной почты преподавателей и обучающихся для рассылки, переписки и обсуждения возникших учебных проблем.

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

Паспорт компетенций для текущего контроля для РПД

Разделы дисциплины	Объект контроля	Форма контроля	Метод контроля	Срок выполнения
1	2	3	4	5
Введение	Основные понятия и определения	Опрос	Устный	23 неделя
Архитектура и характеристики ИС	Структура ИС. Состав ИС. Варианты элементов ИС.	Защита лабораторных работ	Устный	24 неделя

Специфика ИС как объектов управления	Кинематические и динамические модели манипуляционных устройств. Характеристики ИС.	Защита лабораторной работы	Устный	25-28 недели
Приводы ИС и их элементы	Динамические модели приводов, статические и динамические характеристики.	Защита лабораторных работ	Устный	29-34 недели
1	2	3	4	5
Статика и динамика ИС	Уравнения движения приводов. Методы расчета статических и динамических характеристик.	Защита лабораторной работы	Устный	35-40 недели
Энергетика ИС	Структура энергетических и информационных потоков в работе. Методы энергетических расчетов.	Опрос	Устный	1-7 неделя
Подчиненное регулирование и оптимизация динамики	Методика синтеза ИС по методу подчиненных координат	Защита лабораторных работ	Устный	8-17 недели
Особенности систем воспроизведения движений с микропроцессорным управлением и цифровыми регуляторами	Структура микропроцессорных систем управления электроприводами	Опрос	Устный	18 неделя
Исполнительные системы роботов на базе двигателей переменного тока	Схемы частотно-регулируемых электроприводов на базе двигателей переменного тока	Защита лабораторных работ	Устный	23-34 недели

Полная спецификация оценочных средств, объектов, форм, методов контроля, контрольных материалов в привязке к формируемым компетенциям и критериев оценки приводится в Фонде оценочных средств по дисциплине, являющемся приложением к рабочей программе.

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

7.1. Рекомендуемая литература				
№ п/п	Авторы, составители	Заглавие	Годы из- дания. Вид издания	Обеспе- чен- ность
1	2	3	4	5
7.1.1. Основная литература				
7.1.1.1	Лукинов А.П.	Проектирование мехатронных и робототехнических устройств: учеб. пособие. – СПб.: Издательство «Лань»	2012 печат.	0,5
7.1.1.2	Корендясев А.И., Саламандра Б. Л., Тывес Л. И.	Теоретические основы робототехники: В 2 кн.: монография. Кн.1. - М. : Наука	2006 печат.	1
7.1.1.3	Корендясев А.И., Саламандра Б. Л., Тывес Л. И.	Теоретические основы робототехники: В 2 кн.: монография. Кн.2. - М. : Наука	2006 печат.	1
7.1.1.4	Ревнёв С.С., Трубецкой В.А.	Проектирование исполнительных систем роботов: учеб. пособие	2010 эл. но- ситель.	1
7.1.2. Дополнительная литература				
7.1.2.1	Белов М.П., Новиков В.А., Рассудов Л.Н.	Автоматизированный электропривод типовых производственных механизмов и технологических комплексов: Учеб. для вузов	2004 печат.	0,27
7.1.2.2	Юревич Е. И.	Основы робототехники : учеб. пособие 2-е изд. - СПб.: БХВ-Петербург	2005 печат.	1
7.1.3. Методические разработки				
7.1.3.1	Ревнёв С.С., Трубецкой В.А.	Методические указания к лабораторным работам № 1 - 3 по дисциплине «Исполнительные системы роботов» для студентов специальности 220402 «Роботы и робототехнические системы» очной и очно-заочной форм обучения	2010 эл. но- ситель	1
7.1.3.2	Ревнёв С.С., Трубецкой В.А.	Методические указания к лабораторным работам № 4- 7 по дисциплине «Исполнительные системы роботов» для студентов специальности 220402 «Роботы и робототехнические системы» очной и очно-заочной форм обучения	2010 эл. но- ситель	1
7.1.3.3	Ревнёв С.С., Трубецкой В.А.	Методические указания к лабораторным работам № 8- 10 по дисциплине «Исполнительные системы роботов» для студентов специальности 220402 «Роботы и робототехнические системы» очной и очно-заочной форм обучения	2010 эл. но- ситель	1
7.1.2.4	Трубецкой В.А.	Методические указания по выполнению курсового проекта по дисциплине «Проектирование роботов и РТС» для студентов направления 15.03.06 «Мехатроника и робототехника» (профиль «Промышленная и специальная робототехника») очной формы обучения	2015 эл. но- ситель	1

7.1.4. Программное обеспечение и интернет ресурсы	
7.1.4.1	Методические указания к выполнению лабораторных работ представлены в электронной информационно-образовательной среде.
7.1.4.2	В качестве дополнительного средства для освоения дисциплины используются программные средства системы MATLAB

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

8.1	Специализированная лекционная аудитория , оснащенная проекционной аппаратурой
8.2	Специализированная учебная лаборатория робототехнических систем для проведения лабораторного практикума

Приложение 1

Карта обеспеченности рекомендуемой литературой

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие	Год издания. Вид издания	Обеспеченность
1	2	3	4	5
1. Основная литература				
Л1.1	Лукинов А.П.	Проектирование мехатронных и робототехнических устройств: учеб. пособие. – СПб.: Издательство «Лань»	2012 печат.	0,5
Л1.2	Корендясев А.И., Саламандра Б. Л., Тывес Л. И.	Теоретические основы робототехники: В 2 кн.: монография. Кн.1. - М. : Наука	2006 печат.	1
Л1.3	Корендясев А.И., Саламандра Б. Л., Тывес Л. И.	Теоретические основы робототехники: В 2 кн.: монография. Кн.2. - М. : Наука	2006 печат.	1
Л1.4	Ревнёв С.С., Трубецкой В.А.	Проектирование исполнительных систем роботов: учеб. пособие	2010 эл. носитель.	1
2. Дополнительная литература				
Л2.1	Белов М.П., Новиков В.А., Рассудов Л.Н.	Автоматизированный электропривод типовых производственных механизмов и технологических комплексов: Учеб. для вузов	2004 печат.	0,27
Л2.2	Юревич Е. И.	Основы робототехники : учеб. пособие 2-е изд. - СПб.: БХВ-Петербург	2005 печат.	1
3. Методические разработки				
Л3.1	Ревнёв С.С., Трубецкой В.А.	Методические указания к лабораторным работам № 1 - 3 по дисциплине «Исполнительные системы роботов» для студентов специальности 220402 «Роботы и робототехнические системы» очной и очно-заочной форм обучения	2010 эл. носитель	1
Л3.2	Ревнёв С.С., Трубецкой В.А.	Методические указания к лабораторным работам № 4- 7 по дисциплине «Исполнительные системы роботов» для студентов специальности 220402 «Роботы и робототехнические системы» очной и очно-заочной форм обучения	2010 эл. носитель	1
Л3.3	Ревнёв С.С., Трубецкой В.А.	Методические указания к лабораторным работам № 8- 10 по дисциплине «Исполнительные системы роботов» для студентов специальности 220402 «Роботы и робототехнические системы» очной и очно-заочной форм обучения	2010 эл. носитель	1

ЛЗ.4	Трубецкой В.А.	Методические указания по выполнению курсового проекта по дисциплине «Проектирование роботов и РТС» для студентов направления 15.03.06 «Мехатроника и робототехника» (профиль «Промышленная и специальная робототехника») очной формы обучения	2015 эл. носитель	1
------	-------------------	---	----------------------	---

Заведующий кафедрой ЭАУТС _____ Бурковский В.Л.

Директор НБ ВГТУ _____ Буковшина Т.И.

Приложение 2

Фонд оценочных средств

Вопросы к зачету

1. Состав ИС ПР. Функциональная схема одной степени подвижности.
2. Требования к ИСР.
3. Общие требования к приводам ИС ПР.
4. Алгоритм функционирования, требования к управляемости, источники информации и энергетика цикловых ИС.
5. Алгоритм функционирования, требования к управляемости, источники информации и энергетика позиционных ИС.
6. Алгоритм функционирования, требования к управляемости, источники информации и энергетика контурных ИС.
7. Особенности ИС адаптивных ПР.
8. Специфика ИС как объектов управления.
9. Анализ манипуляционного механизма робота, как многосвязного объекта управления ИС.
10. Взаимовлияние степеней подвижности в многокоординатных ИС. Аддитивные и параметрические связи, их учет при анализе и синтезе.
11. Параметры ДПТ НВ, его математическое описание.
12. Управляемые источники энергии для ДПТ НВ. Общие требования к ним.
13. Устройство, параметры, характеристики и особенности ШИП их математическое описание.
14. Датчики ОС и основные требования к ним.
15. Применение датчиков в цепях ОС ИС.
16. Регуляторы, их назначение.
17. Математические модели и свойства силовых частей приводов ИС.
18. Координаты силовой части ИС, подлежащие регулированию.
19. Влияние ОС по скорости на чувствительность по управлению и возмущению, на инерционность, эквивалентное сопротивление якорной цепи и демпфированность электромеханической ИС.
20. Влияние ОС по току на чувствительность по управлению и возмущению, на инерционность, эквивалентное сопротивление якорной цепи и демпфированность электромеханической ИС.
21. Влияние ОС по току на свойства ИС относительно скорости.
22. Математическая модель замкнутой по положению и скорости ИС.
23. Взаимосвязь параметров установившихся режимов и переходных процессов контуров регулирования с их ЛАЧХ в разомкнутом состоянии.
24. Необходимость ограничения координат в ИС с отрицательными связями. Свойства ИС с ограничениями координат.
25. Влияние люфтов и нелинейностей звеньев кинематической цепи на процессы в ИС.
26. Влияние податливости звеньев кинематической цепи на процессы в ИС.
27. Нагрузки ИС, инерционности, уравновешенность.
28. Размещение двигателей и датчиков ОС на манипуляционном механизме.
29. Момент и мощность двигателя ИС.
30. Критерии выбора двигателя. Проверка правильности выбора.

Вопросы к зачету с оценкой

1. Взаимосвязь энергетики ИС с ее статическими и динамическими свойствами.
2. Оптимизация передаточного числа редуктора позиционных ИС с большим типовым перемещением.
3. Оптимизация передаточного числа редуктора контурных и позиционных ИС с малым типовым перемещением.
4. Особенности энергетического расчета.
5. Порядок настройки на МО контура скорости при оптимизированном на МО контуре тока.
6. Принципы построения и функционирования СПР.
7. Понятие оптимальной настройки контуров и критерии настройки.
8. Амплитудно-частотный (модульный) критерий настройки и показания к его применению.
9. Методика определения передаточной функции регулятора при настройке на МО.
10. Настройка на МО контуров с объектами разного типа.
11. Свойства по управлению и возмущению настроенного на МО контура скорости при оптимизированном на МО контуре тока.
12. Понятие СО. Показания к его применению.
13. Порядок настройки контура скорости на СО.

Вопросы к экзамену

1. Асинхронный двигатель как объект частотного автоматического управления. Способы формирования электромагнитного момента двигателя.
2. Непосредственный преобразователь частоты как элемент системы электропривода.
3. Принципы построения систем подчиненного регулирования асинхронных частотно-регулируемых приводов.
4. Рациональные законы связанного управления асинхронным двигателем.
5. Частотно-токовая система регулирования скорости.
6. Векторное управление асинхронным двигателем с короткозамкнутым ротором.
7. Система векторного управления асинхронным двигателем с непосредственной ориентацией по вектору магнитного потока ротора.
8. Система частотного управления с поддержанием постоянства скольжения АД.
9. Структура электропривода по системе НПЧ-СД.
10. Система регулирования скорости синхронного двигателя при поддержке постоянства потока сцепления статора.
11. Расчет и выбор мощности АД при частотном регулировании.
12. Расчет и выбор мощности СД при частотном регулировании.
13. Методика расчета параметров систем с подчиненным регулированием.
14. Настройка контура регулирования скорости на МО.
15. Настройка контура регулирования скорости на СО.

Тематика курсового проекта

Цель курсового проекта – углубление и практическое применение знаний, полученных при изучении курса “Исполнительные системы роботов”, отработка навыков анализа и синтеза динамических систем.

Курсовой проект содержит разделы:

задание;

динамическая модель манипулятора;

энергетический расчет;

расчет параметров и проектирование неизменяемой части ИС;

расчет настроек.

Объем проекта - 25 - 30 стр.

Проект выполняется по индивидуальному варианту задания. Число вариантов задания - 30.

Паспорт фонда оценочных средств для текущего контроля
и промежуточной аттестации

Раздел дисциплины	Код формируемой компетенции	Объект контроля	Форма и методика контроля	Контрольные материалы	Срок исполнения
1	2	3	4	5	6
1. Введение	ПВК-4	Знание целей и задач курса, функций исполнительской системы в составе робота. Умение определять вид исполнительской системы и перечень основных характеристик	Устный опрос	Вопросы к зачету	23 неделя
2. Архитектура и характеристики ИС	ОПК-2 ПВК-4	Знание моделей структуры и состава исполнительской системы. Умение осуществлять расчет основных кинематических и динамических характеристик исполнительской системы. Владение методами анализа характеристик исполнительских систем.	Защита лабораторных работ Устный опрос	Контрольные вопросы к лабораторным работам 1,2 Вопросы к зачету	24 неделя
3. Специфика ИС как объектов управления	ОПК-2 ПВК-4	Знание математического аппарата, описания кинематики и динамики исполнительских систем. Умение формировать кинематические и динамические модели манипуляционных устройств на основе паспортных данных на роботы. Владение методами построения кинематических и динамических моделей.	Защита лабораторной работы Устный опрос	Контрольные вопросы к лабораторной работе 3 Вопросы к зачету	25-28 недели
4. Приводы ИС и их элементы	ОПК-2 ПВК-4	Знание уравнений движений приводов; типов приводов, используемых в роботах. Умение осуществлять энергетический и динамический расчеты приводов. Владение методами расчета и выбора исполнительных двигателей по нагрузочным диаграммам.	Защита лабораторных работ Устный опрос	Контрольные вопросы к лабораторным работам 4, 5 Вопросы к зачету	29-34 недели
1	2	3	4	5	6

5. Статика и динамика ИС	ОПК-2 ПВК-4	Знание перечня статических и динамических характеристик ИС. Умение определять параметры динамических характеристик по логарифмическим амплитудно-частотным характеристикам. Владение методами расчета статических и динамических характеристик исполнительных системы	Защита лабораторной работы Устный опрос	Контрольные вопросы к лабораторной работе 6 Вопросы к зачету	35-40 недели
6. Энергетика ИС	ОПК-2 ПВК-4	Знание структуры энергетического и информационного потоков в работе. Умение строить и анализировать нагрузочные диаграммы приводов. Владение методами расчета и выбора исполнительных двигателей с учетом режима их работы.	Устный опрос	Вопросы к зачету	1-7 недели
7. Подчиненное регулирование и оптимизация динамики	ОПК-2 ПВК-4	Знание способов регулирования выходных координат ИС. Умение осуществлять оценку статических и динамических показателей ИС по структуре и параметрам динамической модели. Владение методами подчиненного регулирования при синтезе систем с заданными характеристиками.	Защита лабораторных работ Устный опрос	Контрольные вопросы к лабораторным работам 7-10 Вопросы к зачету	8-17 недели
8. Особенности систем воспроизведения движений с микропроцессорным управлением и цифровыми регуляторами	ОПК-2 ПВК-4	Знание особенностей построения систем с микропроцессорным управлением. Умение осуществлять расчеты параметров регуляторов систем с микропроцессорным управлением. Владение методами моделирования систем с микропроцессорным управлением.	Устный опрос	Вопросы к зачету	18 неделя

1	2	3	4	5	6
9. Исполнительные системы роботов на базе двигателей переменного тока	ОПК-2 ПВК-4	Знание принципов действия и математического описания исполнительных двигателей переменного тока. Умение осуществлять расчеты характеристик приводов на базе двигателей переменного тока. Владение методами исследования и синтеза приводов на базе двигателей переменного тока	Защита лабораторных работ Устный опрос	Контрольные вопросы к лабораторным работам 11-16 Вопросы к экзамену	23-34 недели
Промежуточная аттестация					
Курсовой проект	ОПК-2 ПВК-4	Знание структуры ИС робота. Умение осуществлять расчет и выбор элементов ИС Владение методами расчета параметров ИС с заданными характеристиками	Защита курсового проекта	Пояснительная записка к курсовому проекту	23-33 недели
Разделы 1-5	ОПК-2 ПВК-4	Знание функций исполнительной системы в составе робота; моделей структуры и состава исполнительной системы; математического аппарата, описания кинематики и динамики исполнительных систем; уравнений движений приводов; типов приводов, используемых в роботах; перечня статических и динамических характеристик ИС. Умение определять вид исполнительной системы; осуществлять расчет основных кинематических и динамических ИС; формировать кинематические и динамические модели манипуляционных устройств на основе паспортных данных на роботы; осуществлять энергетический и динамический расчеты приводов; определять параметры динамических характеристик по логарифмическим амплитудно-частотным характеристикам. Владение методами анализа характеристик ИС, построения кинематических и динамических моделей, расчета и выбора исполнительных двигателей по нагрузочным диаграммам, расчета статических и динамических характеристик ИС.	Зачет	Вопросы к зачету	34 неделя

1	2	3	4	5	6
Разделы 6-8	ОПК-2 ПВК-4	<p>Знание структуры энергетического и информационного потоков в роботе; способов регулирования выходных координат ИС; особенностей построения систем с микропроцессорным управлением.</p> <p>Умение строить и анализировать нагрузочные диаграммы приводов; осуществлять оценку статических и динамических показателей ИС по структуре и параметрам динамической модели; осуществлять расчеты параметров регуляторов систем с микропроцессорным управлением.</p> <p>Владение методами расчета и выбора исполнительных двигателей с учетом режима их работы, методами подчиненного регулирования при синтезе систем с заданными характеристиками, моделирования систем с микропроцессорным управлением.</p>	Зачет с оценкой	Вопросы к зачету с оценкой	18 недели
Раздел 9	ОПК-2 ПВК-4	<p>Знание принципов действия и математического описания исполнительных двигателей переменного тока.</p> <p>Умение осуществлять расчеты характеристик приводов на базе двигателей переменного тока.</p> <p>Владение методами исследования и синтеза приводов на базе двигателей переменного тока</p>	Экзамен	Вопросы к экзамену	Сессия

Критерии оценки курсового проекта:

- отлично – курсовой проект выполнен полностью и правильно;
- хорошо – курсовой проект выполнен полностью, но имеются погрешности;
- удовлетворительно – курсовой проект выполнен не полностью, но демонстрируется правильный подход к решению;
- неудовлетворительно – в остальных случаях.

Критерии оценки при сдаче экзамена и зачета с оценкой:

Цифра	Словесное выражение	Описание
5	Отлично	Ответ студента полный и правильный. Студент способен обобщить материал, сделать собственные выводы, выразить свое мнение, привести иллюстрирующие примеры
4	Хорошо	Ответ студента правильный, но неполный. Не приведены иллюстрирующие примеры, обобщающее мнение студента недостаточно четко выражено
3	Удовлетворительно	Ответ правилен в основных моментах, нет иллюстрирующих примеров, нет собственного мнения студента, есть ошибки в деталях и/или они просто отсутствуют
2	Неудовлетворительно	В ответе существенные ошибки в основных аспектах темы.

«УТВЕРЖДАЮ»
Председатель ученого совета
факультета энергетики и
систем управления

Бурковский А.В. _____
(подпись)
_____ 201 г.

Лист регистрации изменений (дополнений) УМКД
Системы управления электроприводами роботов _____
(наименование УМКД)

В УМКД вносятся следующие изменения (дополнения):

изменения (дополнения) в УМКД обсуждены на заседании кафедры электропривода, автоматике и управления в технических системах

Протокол № _____ от «___» _____ 201 г.

Зав. кафедрой _____ Бурковский В.Л.

Изменения (дополнения) рассмотрены и одобрены методической комиссией факультета
энергетики и систем управления _____
(наименование факультета, за которым закреплена данная специальность)

Председатель методической комиссии _____.