

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

«УТВЕРЖДАЮ»

Председатель ученого совета
факультета энергетики и систем управления

_____ А.В. Бурковский
(подпись)

« _____ » _____ 2015 г.

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС
ДИСЦИПЛИНЫ**

Моделирование роботов и робототехнических систем

(наименование дисциплины по учебному плану ООП)

Для направления подготовки (специальности)

15.03.06 "Мехатроника и робототехника"

(код, наименование)

Профиль подготовки (специализация) **Промышленная и специальная робототехника**
(название профиля, магистерской программы, специализации по УП)

Форма обучения очная Срок обучения нормативный

Кафедра **электропривода, автоматике и управления в технических системах**
(наименование кафедры-разработчика УМКД)

УМКД разработал: Медведев В.А., кандидат технических наук
(Ф.И.О., ученая степень авторов разработки)

Рассмотрено и одобрено на заседании
методической комиссии **факультета энергетики и систем управления**
(наименование факультета)

Протокол № _____ от « _____ » _____ 2015 г.

Председатель методической комиссии _____ Т.А. Бурковская

Воронеж 2015 г.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВПО «ВГТУ», ВГТУ)

«УТВЕРЖДАЮ»

Председатель ученого совета
факультета энергетики и систем управления

_____ А.В. Бурковский

(подпись)

«_____» _____ 2015 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Моделирование роботов и робототехнических систем

(наименование дисциплины (модуля) по УП)

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

Направление подготовки (специальности):

15.03.06 "Мехатроника и робототехника"

(код, наименование)

Профиль: Промышленная и специальная робототехника

(название профиля по УП)

Часов по УП: 180; Часов по РПД: 180;

Часов по УП (без учета часов на экзамены): 180; Часов по РПД: 180;

Часов на интерактивные формы (ИФ) обучения по УП: 40

Часов на интерактивные формы (ИФ) обучения по РПД: 40

Часов на самостоятельную работу по УП: 96 (53 %);

Часов на самостоятельную работу по РПД: 96 (53 %)

Общая трудоемкость в ЗЕТ: 5;

Виды контроля в семестрах: Экзамены - 0; Зачеты с оценкой - 8 семестр; Курсовые проекты -0;

Курсовые работы - 0.

Форма обучения: очная;

Срок обучения: нормативный.

Распределение часов дисциплины по семестрам

Вид занятий	№ семестров, число учебных недель в семестрах																	
	1 / 18		2 / 18		3 / 18		4 / 18		5 / 18		6 / 18		7 / 18		8 / 12		Итого	
	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД
Лекции															24	24	24	24
Лабораторные															36	36	36	36
Практические															24	24	24	24
Ауд. занятия															84	84	84	84
Сам. работа															96	96	96	96
Итого															180	180	180	180

Сведения о ФГОС, в соответствии с которым разработана рабочая программа дисциплины (модуля) – Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению подготовки 15.03.06 “Мехатроника и робототехника”. Утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 12 марта 2015 г. № 206.

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

Рецензент (ы): _____ Трубецкой В.А.

Рабочая программа дисциплины составлена на основании учебного плана подготовки бакалавров по направлению 15.03.06 "Мехатроника и робототехника", профиль Промышленная и специальная робототехника.

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и одобрена на заседании кафедры электропривода, автоматике и управления в технических системах, протокол № _____ от _____ 2015 г.

Зав. кафедрой ЭАУТС _____ В.Л. Бурковский

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1	<p>Целью изучения дисциплины является подготовка студентов направления 15.03.06 “Мехатроника и робототехника”, профиль “Промышленная и специальная робототехника”, к инженерной деятельности по разработке алгоритмов аналитического и имитационного моделирования роботов и РТС, их программной реализации на цифровой вычислительной технике.</p> <p>Изучение дисциплины должно содействовать формированию у студентов владения физико-математическим аппаратом, необходимым для описания мехатронных и робототехнических систем; способности составлять математические модели мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных элементов и модулей; способности проводить вычислительные эксперименты с использованием стандартных программных пакетов с целью исследования математических моделей мехатронных и робототехнических систем.</p>
1.2	Для достижения цели ставятся задачи:
1.2.1	изучение динамических моделей манипулятора, исполнительных приводов и системы управления робота в матричной форме записи;
1.2.2	освоение методов моделирования, основанных на применении цифровых вычислительных машин;
1.2.3	изучение аналитического и имитационного видов моделирования, реализации моделей средствами вычислительной техники;
1.2.4	ознакомление студентов с особенностями моделирования движения роботов и РТС в реальном времени на цифровых машинах.
1.2.5	приобретение навыков проведения вычислительных экспериментов с использованием стандартных программных пакетов с целью исследования математических моделей мехатронных и робототехнических систем.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВПО

Цикл (раздел) ООП: Б1	код дисциплины в УП: Б1.В.ОД.16
2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося	
Для успешного освоения дисциплины студент должен иметь подготовку по математике, информатике, физике, теоретической механике, вычислительной технике, электротехнике, электронным устройствам мехатронных и робототехнических систем, электрическим и гидравлическим приводам мехатронных и робототехнических устройств, информационным устройствам и системам в робототехнике, микропроцессорной технике в мехатронике и робототехнике, управлению роботами и робототехническими системами, технологии роботизированного производства.	
2.2 Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее	
Б.3	Итоговая государственная аттестация

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Код и наименование компетенции	
1	2
ОПК-2	Владение физико-математическим аппаратом, необходимым для описания мехатронных и робототехнических систем.
ПК-1	Способность составлять математические модели мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных элементов и модулей, включая информационные, электромеханические, гидравлические, электрогидравлические, электронные устройства и средства вычислительной техники.

1	2
ПК-6	Способность проводить вычислительные эксперименты с использованием стандартных программных пакетов с целью исследования математических моделей мехатронных и робототехнических систем

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

3.1	Знать:
3.1.1	методы формирования уравнений динамики манипуляционного механизма, используя основные законы естественнонаучных дисциплин;
3.1.2	динамическую модель манипулятора с учетом сил инерции, гравитационных сил и взаимовлияния звеньев, основанную на математическом аппарате Ньютона-Эйлера;
3.1.3	аналитические модели исполнительных приводов и системы управления робота, применяя необходимые для построения моделей знания принципов действия и математического описания составных частей мехатронных и робототехнических систем;
3.1.4	имитационные модели робототехнических систем, применяемых в машиностроении.
3.2	Уметь:
3.2.1	разрабатывать алгоритмы моделирования манипуляционной системы на основе математических моделей мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных элементов и модулей;
3.2.2	синтезировать модели робота и его элементов, применяя методы математического анализа и моделирования;
3.2.3	разрабатывать алгоритмы имитационного моделирования робототехнических систем.
3.3	Владеть:
3.3.1	физико-математическим аппаратом, необходимым для описания мехатронных и робототехнических систем;
3.3.2	навыками проведения вычислительных экспериментов с использованием стандартных программных пакетов с целью исследования математических моделей мехатронных и робототехнических систем.

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	Моделирование как способ исследования робототехнических систем	8	1-2	4	4	6	15,5	29,5
2	Динамические модели манипуляционных систем	8	3-4	4	4	6	15,5	29,5
3	Динамические модели исполнительных приводов и системы управления робота	8	5-8	8	8	12	33,0	61,0
4	Имитационное моделирование РТС с использованием системы GPSS	8	9-12	8	8	12	32	60,0
Итого				24	24	36	96	180

4.1 Лекции

Неделя семестра	Тема и содержание лекции	Объем часов	В том числе, в интерактивной форме (ИФ)
1	2	3	4
8 семестр		24	4
1. Моделирование как способ исследования робототехнических систем		4	2
1	<p>Классификация видов моделирования систем Детерминированное и стохастическое, статическое и динамическое, дискретное, непрерывное и дискретно-непрерывное виды моделирования. Аналитическое, имитационное и комбинированное моделирование.</p> <p><i>Самостоятельное изучение.</i> Классический и системный подходы к моделированию РТС.</p>	2	–
2	<p>Структурно-функциональное представление РТС Подсистемы РТС. Параметры подсистем и их элементов. Типовые элементы моделей робототехнических систем. Способы связи элементов. Задачи, решаемые с помощью математического моделирования РТС.</p>	2	2
2. Динамические модели манипуляционных систем		4	–
3	<p>Динамическая модель манипулятора Допущения при построении аналитической модели манипулятора. Кинематические и динамические параметры звеньев в методе Ньютона-Эйлера. Виды динамических моделей манипуляционного механизма робота.</p> <p><i>Самостоятельное изучение.</i> Методы формирования уравнений динамики манипуляционного механизма.</p>	2	–
4	<p>Определение параметров модели манипулятора Преобразование ортов локальных систем координат и определение параметров звеньев в абсолютной системе координат, связанной с основанием робота. Определение параметров матриц динамической модели манипулятора.</p>	2	–
3. Динамические модели исполнительных приводов и системы управления робота		8	2
5	<p>Динамические модели приводов постоянного тока Дифференциальные уравнения, описывающие привод постоянного тока. Векторная форма уравнений. Коэффициенты преобразования при различных сочетаниях типа движения координаты и исполнительного привода.</p>	2	2

1	2	3	4
6	<p>Динамическая модель гидропривода Уравнения для потоков, связанных с перемещением поршня и теряющихся в результате утечек и сжимаемости жидкости. Векторная форма уравнений.</p>	2	–
7	<p>Модель робота с системой динамического управления Определение вектора обобщенных сил при динамическом управлении. Расчет управляющих токов и напряжений. Формирование сигналов задания обобщенных координат, их скоростей и ускорений с помощью кубических сплайнов. Коллоквиум</p>	2	–
8	<p>Моделирование приводов и управляемого движения манипуляторов на ЦВМ Группы операций при моделировании динамики робота. Описание алгоритма моделирования робота с системой динамического управления. Особенности моделирования движения робота в реальном масштабе времени. <i>Самостоятельное изучение.</i> Программы для моделирования робота с системой динамического управления.</p>	2	–
4. Имитационное моделирование РТС с использованием системы GPSS		8	–
9	<p>Особенности имитационного моделирования РТС Целесообразность имитационного моделирования РТС. Преимущества и недостатки универсальных и специализированных языков моделирования. Основные термины и определения имитационной модели РТС.</p>	2	–
10	<p>Блоки, связанные с формированием транзактов Блоки создания, уничтожения и копирования транзактов. Задержка транзактов на заданное время. Изменение параметров транзактов.</p>	2	–
11	<p>Блоки, связанные с функционированием РТС Блоки, описывающие работу элементов робототехнической системы. Изменение маршрутов транзактов. Блоки для сбора статистики об очередях.</p>	2	–
12	<p>Моделирование РТС механообработки с использованием системы GPSS Показатели функционирования РТС. Выходная информация о работе РТС, получаемая на имитационной модели. Структура двухстаночной РТС механообработки и блоки, используемые при ее моделировании.</p>	2	–
Итого часов		24	4

4.2 Практические занятия

Неделя семестра	Тема и содержание практического занятия	Объем часов	В том числе в интерактивной форме (ИФ)	Виды контроля
8 семестр		24	18	
Моделирование как способ исследования робототехнических систем		4	2	
1	Моделирование робототехнической системы, содержащей манипулятор, инструмент, рабочий стол.	2	2	Модель робототехнической системы
2	Формирование опорных точек, траекторий перемещения робота и проверка их достижимости путем моделирования.	2	–	Модель робототехнической системы
Динамические модели манипуляционных систем		4	2	
3	Создание программы управления манипуляционной системой с учетом препятствий на пути движения робота.	2	–	Модель манипуляционной системы
4	Моделирование манипуляционной системы робота IRB 6400R, осуществляющего чистку и подготовку отливок.	2	2	Модель манипуляционной системы
Динамические модели исполнительных приводов и системы управления робота		8	8	
5	Моделирование исполнительных приводов робота IRB 1400, осуществляющего дуговую сварку.	2	2	Действующая модель робота
6	Моделирование системы управления робота IRB 4400, обеспечивающего упаковку изделий.	2	2	Действующая модель робота
7	Моделирование приводов робота IRB 2400, осуществляющего лазерную резку.	2	2	Действующая модель робота
8	Моделирование системы управления робота IRB 2400, обеспечивающего снятие заусенцев.	2	2	Действующая модель робота
Имитационное моделирование ПТС с использованием системы GPSS		8	6	
9	Моделирование компактной ПТС дуговой сварки на базе робота IRB 140	2	2	Действующая модель ПТС
10	Моделирование ПТС покраски с роботом IRB 5402.	2	2	Действующая модель ПТС
11	Моделирование ПТС на базе листогибочного пресса и робота IRB 4400 для его обслуживания.	2	2	Действующая модель ПТС
12	Моделирование ПТС точечной сварки с роботом IRB 6400R.	2	–	Действующая модель ПТС
Итого часов		24	18	

4.3 Лабораторные работы

Неделя семестра	Наименование лабораторной работы	Объем часов	В том числе в интерактивной форме (ИФ)	Виды контроля
8 семестр		36	18	Зачет с оценкой
Моделирование как способ исследования робототехнических систем		6	–	
1,2	Моделирование исполнительной системы робота.	6	6	Защита лаб. работы
Динамические модели манипуляционных систем		6		
3,4	Исследование динамических моделей манипуляторов роботов.	6	–	Защита лаб. работы
Динамические модели исполнительных приводов и системы управления робота		12	–	
5,6	Исследование динамических моделей приводов роботов.	6	6	Защита лаб. работы
7,8	Моделирование робота с системой динамического управления.	6	–	Защита лаб. работы
Имитационное моделирование РТС с использованием системы GPSS		12	–	
9,10	Имитационное моделирование РТС механообработки.	6	6	Защита лаб. работы
11	Имитационное моделирование РТС контрольных измерений.	4	–	Защита лаб. работы
12	Итоговое занятие	2		Зачет с оценкой
Итого часов		36	18	

4.4 Самостоятельная работа студента (СРС)

Неделя семестра	Содержание СРС	Виды контроля	Объем часов
1	2	3	4
8 семестр		Зачет с оценкой	96
1	Подготовка к выполнению лаб. работы 1	допуск к выполнению	1,5
	Работа с конспектом лекции, с учебником	выборочная проверка	3,0
	Подготовка к практическому занятию	Проверка выполнения задания	1,5
	Подготовка конспекта по теме для самостоятельного изучения	проверка конспекта	3,0
2	Подготовка к защите лаб. работы 1	отчет, защита	2,0
	Работа с конспектом лекции, с учебником	выборочная проверка	3,0
	Подготовка к практическому занятию	Проверка выполнения задания	1,5
3	Подготовка к выполнению лаб. работы 2	допуск к выполнению	1,5
	Работа с конспектом лекции, с учебником	выборочная проверка	3,0
	Подготовка к практическому занятию	Проверка выполнения задания	1,5
	Подготовка конспекта по теме для самостоятельного изучения	проверка конспекта	3,0

1	2	3	4
4	Подготовка к защите лаб. работы 2	отчет, защита	2,0
	Работа с конспектом лекции, с учебником	выборочная проверка	3,0
	Подготовка к практическому занятию	Проверка выполнения задания	1,5
5	Подготовка к выполнению лаб. работы 3	допуск к выполнению	1,5
	Работа с конспектом лекции, с учебником	выборочная проверка	3,0
	Подготовка к практическому занятию	Проверка выполнения задания	1,5
6	Подготовка к защите лаб. работы 3	отчет, защита	2,0
	Работа с конспектом лекции, с учебником	выборочная проверка	3,0
	Подготовка к практическому занятию	Проверка выполнения задания	1,5
7	Подготовка к выполнению лаб. работы 4	допуск к выполнению	1,5
	Работа с конспектом лекции, с учебником	выборочная проверка	3,0
	Подготовка к практическому занятию	Проверка выполнения задания	1,5
	Подготовка к коллоквиуму	Коллоквиум	5,0
8	Подготовка к защите лаб. работы 4	отчет, защита	2,0
	Работа с конспектом лекции, с учебником	выборочная проверка	3,0
	Подготовка к практическому занятию	Проверка выполнения задания	1,5
	Подготовка конспекта по теме для самостоятельного изучения	проверка конспекта	3,0
9	Подготовка к выполнению лаб. работы 5	допуск к выполнению	1,5
	Работа с конспектом лекции, с учебником	выборочная проверка	3,0
	Подготовка к практическому занятию	Проверка выполнения задания	1,5
10	Подготовка к защите лаб. работы 5	отчет, защита	2,0
	Работа с конспектом лекции, с учебником	выборочная проверка	3,0
	Подготовка к практическому занятию	Проверка выполнения задания	1,5
11	Подготовка к выполнению лаб. работы 6	допуск к выполнению	1,5
	Работа с конспектом лекции, с учебником	выборочная проверка	3,0
	Подготовка к практическому занятию	Проверка выполнения задания	1,5
12	Подготовка к защите лаб. работы 6	отчет, защита	2,0
	Работа с конспектом лекции, с учебником	выборочная проверка	3,0
	Подготовка к практическому занятию	Проверка выполнения задания	1,5
	Подготовка к зачету	Зачет с оценкой	7,0

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

	В рамках изучения дисциплины предусмотрены следующие образовательные технологии:
5.1	Лекции: Информационные, проблемные (ИФ);
5.2	Практические занятия: совместное обсуждение вопросов лекций, решение творческих задач – работа в команде (ИФ);
5.3	лабораторные работы: – выполнение лабораторных работ – в малых группах (ИФ), – защита выполненных работ;
5.4	самостоятельная работа студентов: – изучение теоретического материала, – подготовка к лабораторным работам и практическим занятиям, – работа с учебно-методической литературой, – оформление конспектов лекций, подготовка отчетов по лабораторным работам, – подготовка к коллоквиуму, – подготовка к текущему контролю успеваемости, к зачету с оценкой;
5.5	консультации по всем вопросам учебной программы.

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: – коллоквиум; – отчет и защита выполненных лабораторных работ.
6.1.2	Рабочая программа дисциплины обеспечена фондом оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации. Фонд включает вопросы к коллоквиуму, вопросы к зачету с оценкой. Фонд оценочных средств представлен в учебно-методическом комплексе дисциплины.
6.2	Темы письменных работ – не предусмотрены
6.3	Другие виды контроля – не предусмотрены

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

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие	Год издания. Вид издания	Обеспеченность
1	2	3	4	5
7.1.1. Основная литература				
7.1.1.1	Медведев В.А.	Моделирование роботов и РТС: учебное пособие	2010 печат.	0,79
7.1.2. Дополнительная литература				
7.1.2.1	Медведев В.А.	Моделирование и исследование роботов и РТС: учебное пособие	2005 печат.	0,4
7.1.2.2	Советов Б.Я., Яковлев С.А.	Моделирование систем: учебник. - 6-е изд.	2009 печат.	0,4
7.1.2.3	Советов Б.Я., Яковлев С.А.	Моделирование систем: учебник Рекомендовано Министерством образования РФ в качестве учебника для студентов вузов	2005 печат.	0,4
7.1.2.4	Советов Б.Я., Яковлев С.А.	Моделирование систем: практикум Допущено Министерством образования РФ в качестве учебного пособия для студентов вузов	2003 печат.	0,3
7.1.3. Методические разработки				
7.1.3.1	Медведев В.А.	Формирование динамических моделей манипуляторов и исполнительных приводов: Методические указания к лабораторным работам № 1-3 по дисциплине "Моделирование и исследование роботов и РТС" для студентов специальности 220402 "Роботы и робототехнические системы" очной формы обучения	2010 печат.	0,54
7.1.3.2	Медведев В.А.	Моделирование робота с системой динамического управления и робототехнических систем: Методические указания к лабораторным работам № 4-6 по дисциплине "Моделирование и исследование роботов и РТС" для студентов специальности	2011 печат.	0,71

		220402 "Роботы и робототехнические системы" очной формы обучения		
7.1.4 Программное обеспечение и интернет ресурсы				
7.1.4.1	http://www.vorstu.ru/structura/library/			
7.1.4.2	Расчетные компьютерные программы: <ol style="list-style-type: none"> 1. ANIMATIO – программа для представления пространственных сцен на основе применения машинной графики; 2. PROGR12 – пакет программ для моделирования динамики манипулятора и исполнительных приводов в системе MATLAB; 3. PROGR3 – пакет программ для моделирования динамики робота с системой динамического управления в системе MATLAB; 4. MACHINW – программа для имитационного моделирования РТС механообработки в системе GPSS World Student Version 4.3.5; 5. MEASUREW – программа для имитационного моделирования РТС контрольных измерений в системе GPSS World Student Version 4.3.5. 			

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

8.1	Специализированная лекционная аудитория, оснащенная проекционной аппаратурой
8.2	Специализированная учебная лаборатория робототехнических систем

Приложение 1

Карта обеспеченности рекомендуемой литературой

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие	Год издания. Вид издания	Обеспеченность
1. Основная литература				
Л1.1	Медведев В.А.	Моделирование роботов и РТС: учебное пособие	2010 печат.	0,79
2. Дополнительная литература				
Л2.1	Медведев В.А.	Моделирование и исследование роботов и РТС: учебное пособие	2005 печат.	0,4
Л2.2	Советов Б.Я., Яковлев С.А.	Моделирование систем: учебник. - 6-е изд.	2009 печат.	0,4
Л2.3	Советов Б.Я., Яковлев С.А.	Моделирование систем: учебник Рекомендовано Министерством образования РФ в качестве учебника для студентов вузов	2005 печат.	0,4
Л2.4	Советов Б.Я., Яковлев С.А.	Моделирование систем: практикум Допущено Министерством образования РФ в качестве учебного пособия для студентов вузов	2003 печат.	0,3
3. Методические разработки				
Л3.1	Медведев В.А.	Формирование динамических моделей манипуляторов и исполнительных приводов: Методические указания к лабораторным работам № 1-3 по дисциплине "Моделирование и исследование роботов и РТС" для студентов специальности 220402 "Роботы и робототехнические системы" очной формы обучения	2010 печат.	0,54
Л3.2	Медведев В.А.	Моделирование робота с системой динамического управления и робототехнических систем: Методические указания к лабораторным работам № 4-6 по дисциплине "Моделирование и исследование роботов и РТС" для студентов специальности 220402 "Роботы и робототехнические системы" очной формы обучения	2011 печат.	0,71

Заведующий кафедрой ЭАУТС _____ Бурковский В.Л.

Приложение 2

Фонд оценочных средств

Вопросы к зачету

по дисциплине "Моделирование роботов и робототехнических систем"

1. Классический подход к синтезу моделей РТС.
2. Системный подход к синтезу моделей РТС.
3. Классификация видов моделирования систем.
4. Аналитическое моделирование РТС.
5. Имитационное моделирование РТС.
6. Комбинированное моделирование РТС.
7. Структурно-функциональное представление РТС.
8. Методы формирования уравнений динамики манипулятора.
9. Динамическая модель манипулятора.
10. Преобразование локальных систем координат в абсолютную систему координат.
11. Определение параметров матриц динамической модели манипулятора.
12. Динамическая модель исполнительного привода постоянного тока.
13. Динамическая модель привода без учета электромагнитных процессов.
14. Коэффициенты преобразования при различных сочетаниях типа движения координаты и исполнительного привода.
15. Динамическая модель гидропривода.
16. Аналогичность процессов, протекающих в приводе постоянного тока и в гидроприводе.
17. Определение вектора обобщенных сил в системе динамического управления.
18. Расчет управляющих напряжений и токов.
19. Определение сигналов задания перемещений, скоростей и ускорений с помощью кубических сплайнов.
20. Целесообразность имитационного моделирования РТС.
21. Преимущества и недостатки универсальных и специализированных языков моделирования.
22. Основные термины и определения имитационной модели РТС.
23. Блоки создания и уничтожения транзактов.
24. Блоки копирования транзактов.
25. Задержка транзактов по заданному времени.
26. Изменение параметров транзактов.
27. Блоки, описывающие работу оборудования.
28. Изменение маршрутов транзактов.
29. Блоки для сбора статистики об очередях.
30. Моделирование РТС механообработки с использованием системы GPSS.
31. Моделирование приводов и управляемого движения манипулятора.
32. Особенности моделирования движения робота в реальном времени.

Вопросы к коллоквиуму
по дисциплине "Моделирование роботов и робототехнических систем"

1. Детерминированное и стохастическое, статическое и динамическое, дискретное, непрерывное и дискретно-непрерывное виды моделирования.
2. Аналитическое, имитационное и комбинированное моделирование.
3. Классический и системный подходы к моделированию РТС.
4. Подсистемы РТС. Параметры подсистем и их элементов.
5. Типовые элементы моделей робототехнических систем. Способы связи элементов.
6. Задачи, решаемые с помощью математического моделирования РТС.
7. Допущения при построении аналитической модели манипулятора.
8. Кинематические и динамические параметры звеньев в методе Ньютона-Эйлера.
9. Виды динамических моделей манипуляционного механизма робота.
10. Методы формирования уравнений динамики манипуляционного механизма.
11. Преобразование ортов локальных систем координат и определение параметров звеньев в абсолютной системе координат, связанной с основанием робота.
12. Определение параметров матриц динамической модели манипулятора.
13. Дифференциальные уравнения, описывающие привод постоянного тока. Векторная форма уравнений.
14. Коэффициенты преобразования при различных сочетаниях типа движения координаты и исполнительного привода.
15. Уравнения для потоков, связанных с перемещением поршня и теряющихся в результате утечек и сжимаемости жидкости. Векторная форма уравнений.
16. Определение обобщенных сил при динамическом управлении.
17. Расчет управляющих токов и напряжений.
18. Формирование сигналов задания обобщенных координат, их скоростей и ускорений с помощью кубических сплайнов.

**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. Моделирование как способ исследования робототехнических систем	ПК-1, ПК-6	Знание целей и задач курса, классификации видов моделирования систем, типовых элементов моделей робототехнических систем и способов связи элементов. Умение применять классический и системный подходы к построению моделей РТС.	Защита лабораторной работы. Коллоквиум.	Контрольные вопросы к лабораторной работе № 1 в методических указаниях 7.1.3.1. Вопросы к коллоквиуму 1-6.	1-2 недели
2. Динамические модели манипуляционных систем.	ОПК-2, ПК-1, ПК-6	Знание методов формирования уравнений динамики манипулятора, видов динамических моделей манипуляционного механизма робота. Умение определять кинематические и динамические параметры звеньев при формировании динамической модели манипулятора по методу Ньютона-Эйлера. Владение навыками преобразования ортов локальных систем координат, определения параметров звеньев в абсолютной системе координат и параметров матриц динамической модели манипулятора.	Защита лабораторной работы. Коллоквиум.	Контрольные вопросы к лабораторной работе № 2 в методических указаниях 7.1.3.1. Вопросы к коллоквиуму 7-12	3-4 недели
3. Динамические модели исполнительных приводов и системы управления робота	ОПК-2, ПК-1, ПК-6	Знание дифференциальных уравнений, описывающих привод постоянного тока и гидропривод. Умение получать векторную форму уравнений для привода постоянного тока и гидропривода. Владение навыками разработки алгоритмов определения вектора обобщенных сил, расчета управляющих токов и	Защита лабораторных работ. Коллоквиум.	Контрольные вопросы к лабораторным работам № 3, 4 в методических указаниях 7.1.3.1, 7.1.3.2. Вопросы к коллоквиуму 13-18	5-8 недели

		напряжений при динамическом управлении манипулятором.			
1	2	3	4	5	6
4. Имитационное моделирование РТС с использованием системы GPSS	ПК-1, ПК-6	Знание особенностей имитационного моделирования РТС, основных терминов и определений имитационной модели РТС. Умение разрабатывать схемы алгоритмов моделирования РТС с помощью стандартных блоков системы GPSS. Владение навыками моделирования РТС механообработки и контрольных измерений с использованием системы GPSS.	Защита лабораторных работ.	Контрольные вопросы к лабораторным работам № 5-6 в методических указаниях 7.1.3.2.	9-12 недели
Промежуточная аттестация					
Разделы 1-4	ОПК-2, ПК-1, ПК-6	Знание особенностей аналитического и имитационного моделирования, динамических моделей манипулятора, исполнительных приводов и системы управления робота. Умение определять параметры звеньев манипулятора, разрабатывать алгоритмы формирования динамической модели манипулятора, приводов и системы динамического управления, а также схемы алгоритмов моделирования РТС в системе GPSS. Владение навыками аналитического моделирования динамики роботов и имитационного моделирования робототехнических систем.	Зачет с оценкой	Вопросы к зачету с оценкой	12 неделя

Критерии оценки при сдаче 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
Моделирование роботов и робототехнических систем
 (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 _____ Бурковская Т.А.