

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

«УТВЕРЖДАЮ»

Председатель совета факультета
 энергетики и систем управления

_____ Бурковский А.В.

_____ 2015 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Математическое моделирование в технике»
 (наименование дисциплины (модуля) по УП)

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

Направление подготовки (специальности):

15.03.06 «Мехатроника и робототехника»

Профиль: «Промышленная и специальная робототехника»

Часов по УП: 144; Часов по РПД: 144;

Часов по УП (без учета часов на экзамены): 108; Часов по РПД: 108;

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

Часов на интерактивные формы (ИФ) обучения по РПД: 6

Часов на самостоятельную работу по УП: 54 (50%);

Часов на самостоятельную работу по РПД: 54 (50%)

Общая трудоемкость в ЗЕТ: 4;

Виды контроля в семестрах (на курсах): Экзамены – 3 семестр; Зачеты – 0; 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					36	36												36	36
Лабораторные					18	18												18	18
Практические					-	-												-	-
Ауд. занятия					54	54												54	54
Сам. работа					54	54												54	54
Итого					108	108												108	108

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 2015г. № 206.

Программу составил: _____ к.т.н., Трубецкой В.А.

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

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

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры электропривода и автоматизации в технических системах протокол № 9 от 07.04.2015 г.

Зав. кафедрой ЭАУТС _____ В.Л. Бурковский

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1	Цель изучения дисциплины – формирование у студентов системного подхода к исследованию разработки технических объектов, выработка методологических знаний и навыков по моделированию технических систем и исследованию моделей.
1.2	Для достижения цели ставятся задачи
1.2.1	изучения основных понятий и принципов системного анализа
1.2.2	изучения видов моделей и классификации методов моделирования
1.2.3	формирования понятий «системы», «анализа» и «синтеза» систем
1.2.4	изучения структуры и этапов проектирования технических систем
1.2.5	освоения геометрического метода формирования кинематических моделей манипуляторов и использования их при решении задач кинематики
1.2.6	изучения метода Лагранжа при составлении динамической модели манипулятора
1.2.7	освоения методов машинного моделирования в матрично-ориентированной среде Matlab
1.2.8	формирования способности владеть культурой мышления, способности к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения
1.2.9	формирования способности использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования
1.2.10	формирование способности использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Цикл (раздел) ОП ВО: Б1	код дисциплины в УП: Б1.В.ДВ.6.1
2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося	
Для успешного освоения дисциплины студент должен владеть разделами высшей математики (аналитическая геометрия, дифференциальное и интегральное исчисление), физики (классическая механика, электричество, магнетизм) электротехники и электроники (теория цепей постоянного и переменного тока), теоретической механики (статика, кинематика, динамика)	
2.2 Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее	
Б1.В.ОД.13	Проектирование роботов и робототехнических систем
Б1.В.ОД.16	Моделирование роботов и робототехнических систем
Б1.Б.13	Теория автоматического управления
Б1.В.ОД.12	Информационные устройства и системы в робототехнике

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

ОПК-1	способность представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики
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

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

3.1	Знать:
3.1.1	основные понятия и принципы системного анализа
	виды моделей и классификацию методов моделирования
3.1.3	методику выбора вариантов моделей, соответствующих целям и задачам исследований
3.1.4	основные характеристики моделей
3.2	Уметь:
3.2.1	составлять математические модели технических систем на основе описания их отдельных элементов
3.2.2	работать с моделями «чёрный ящик», «состава» и «структуры»
3.2.3	осуществлять выбор варианта математической модели объекта в соответствии с целями и задачами исследования
3.3	Владеть:
3.3.1	навыками составления расчетных кинематических и динамических моделей манипуляционных устройств
3.3.2	теоретическими методами исследования технических систем
3.3.3	машинными методами моделирования технических систем

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование раздела дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Вид учебной нагрузки и их трудоемкость в часах				
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	СРС	Всего часов
1	2	3	4	5	6	7	8
Введение. Назначение курса. Предмет и цели науки.	3	1	2	-	-	-	2
1. Введение в системный анализ	3	2	2			1	3

2. Модели технических систем: определение, виды, варианты	3	3	2	-	-	4	6
3. Основные характеристики моделей. Модели «чёрный ящик», «состава» и «структуры»	3	4-5	4	-	-	4	8
4. Постановка задач анализа и синтеза технических систем	3	6	2	-	-	2	4
5. Вектор выходных показателей систем. Обобщенная структура процесса проектирования	3	7	2	-	-	4	6
1	2	3	4	5	6	7	8
6. Синтез технических систем	3	8	2	-	-	6	8
7. Робот как система. Функции роботов. Выходные показатели	3	9	2	-	-	4	6
8. Кинематическая модель робота	3	10	2	-	4	6	12
9. Модель исполнительных элементов робота	3	11-12	4	-	4	8	16
10. Динамическая модель робота	3	13-14	4	-	4	6	14
11. Моделирование в среде MATLAB	3	15-16	4	-	6	5	15
12. Имитационное моделирование	3	17-18	4	-	-	4	8
Итого			36	-	18	54	108

4.1 Лекции

Неделя семестра	Тема и содержание лекции	Объем часов	В том числе, в интерактивной форме
1	2	3	4
3 семестр		36	0
Введение		2	
1	Назначение, цели и задачи курса. Место дисциплины в системе подготовки бакалавров по профилю «Промышленная и специальная робототехника».	2	
1. Введение в системный анализ		2	
2	1.1. Понятие системного анализа. 1.2. Атрибуты и варианты систем. <i>Самостоятельное изучение.</i> Искусственные системы.	2	
2. Модели технических систем: определение, виды, варианты		2	
3	2.1 Определение модели технических систем. 2.2 Роль и место моделирования в процессе проектирования технических систем. 2.3 Обоснование выбора модели. 2.4 Функции модели. <i>Самостоятельное изучение.</i> Макро- и микромодели.	2	
3. Основные характеристики моделей. Модели «чёрный ящик», «состава» и «структуры»		4	
4	3.1 Модели систем: «чёрный ящик», «состава». <i>Самостоятельное изучение.</i> Варианты моделей робототехники.	2	

5	3.2 Модели «структуры» и «структурной схемы».	2	
4. Постановка задач анализа и синтеза технических систем		2	
6	4.1 Формулировка задач анализа технической системы. Пример решения задачи. 4.2 Формулировка задач синтеза технической системы. Пример решения задачи. <i>Самостоятельное изучение.</i> Варианты синтеза технических систем.	2	
5. Вектор выходных показателей систем. Обобщенная структура процесса проектирования		2	
1	2	3	4
7	5.1. Группы выходных показателей. 5.2. Кинематические показатели. 5.3. Динамические показатели. 5.4. Эксплуатационные и энергетические показатели. <i>Самостоятельное изучение.</i> Массогабаритные показатели. Показатели связей с внешней средой.	2	
6. Синтез технических систем		2	
8	6.1. Понятие синтеза технических систем. 6.2. Обобщенная структура процесса проектирования систем. 6.3. Понятие неавтоматизированного, автоматизированного, автоматического проектирования. 6.4. Этапы проектирования систем. Горизонтальный и вертикальный уровни проектирования систем. 6.5. Понятия структурного и параметрического синтеза. 6.6. Система автоматизированного проектирования (САПР). <i>Самостоятельное изучение.</i> Синтез законов управления.	2	
7. Робот как система. Функции роботов. Выходные показатели		2	
9	7.1 Особенности робота как системы. 7.2 Функции робота. 7.3 Обобщенная структура робота. 7.4 Подсистемы робота. 7.5 Энергетический и информационный потоки в роботе. 7.6 Иерархическая структура системы управления робота. <i>Самостоятельное изучение.</i> Системы координат робота. Варианты систем управления.	2	
8. Кинематическая модель робота		2	
10	8.1 Кинематическая модель манипулятора. 8.2 Понятие кинематических пар, обобщенных координат. 8.3 Прямая и обратная задачи кинематики. 8.4 Геометрический метод получения кинематических моделей манипулятора. <i>Самостоятельное изучение.</i> Расчет параметров кинематических моделей типовых компоновок манипуляторов с цилиндрической, сферической и угловой системами координат.	2	
9. Модель исполнительных элементов робота		4	
11	9.1 Модели исполнительных двигателей. 9.2 Модели механических передач	2	
12	9.3 Модели элементов информационной системы <i>Самостоятельное изучение.</i> Машинные модели электротехнических устройств.	2	

10. Динамическая модель робота		4	
13	10.1 Динамическая модель манипулятора. 10.2 Метод Лагранжа.	2	
14	10.3 Методика составления уравнений динамики манипуляционной системы. <u>Самостоятельное изучение.</u> Динамические модели типовых компонентов робота.	2	
11. Моделирование в среде MATLAB		4	
15	11.1 Описание модулей SIMULINK. 11.2 Задачи, решаемые в системе MATLAB.	2	
16	11.3 Пример использования среды MATLAB при составлении и исследовании модели робота. <u>Самостоятельное изучение.</u> Моделирование в среде MATLAB электротехнических устройств.	2	
12. Имитационное моделирование		4	
17	12.1 Имитационная модель. 12.2 Особенности имитационных моделей.	2	
18	12.3 Примеры имитационных моделей в робототехнике <u>Самостоятельное изучение.</u> Имитационная модель РТК.	2	
Итого часов		36	0

4.3 Лабораторные работы

Неделя семестра	Наименование лабораторной работы	Объем часов	В том числе в интерактивной форме (ИФ)	Виды контроля
1 семестр		18	6	
3	Инструктаж по технике безопасности. Знакомство с учебным оборудованием. Лабораторная работа №1. Моделирование электромеханических преобразователей энергии и исследование законов управления движением робота.	4		защита лабораторной работы
7	Отчет по лабораторной работе №1 Лабораторная работа №2. Исследование кинематики манипуляторов	4		защита лабораторной работы
11	Отчет по лабораторной работе №2. Лабораторная работа №3. Исследование динамики манипуляторов	4		защита лабораторной работы
16	Отчет по лабораторной работе №3. Лабораторная работа №4. Моделирование импульсного оптического датчика положения Отчет по лабораторной работе №4.	6	6	защита лабораторной работы
Итого часов		18	6	

4.4 Самостоятельная работа студента (СРС)

Неделя семестра	Содержание СРС	Виды контроля	Объем часов
1	2	3	4
1 семестр		Экзамен	54
2	Подготовка темы для самостоятельного изучения	опрос	1
3	Подготовка темы для самостоятельного изучения	опрос	2
	Подготовка к выполнению лаб. работы №1	допуск к выполнению	2
4	Подготовка темы для самостоятельного изучения	опрос	2
5	Подготовка темы для самостоятельного изучения	опрос	2
6	Подготовка темы для самостоятельного изучения	опрос	3
	Подготовка к выполнению лаб. работы №2	допуск к выполнению	3
7	Подготовка к защите лаб. работы №1	защита лабораторной работы	2
	Подготовка темы для самостоятельного изучения	опрос	2
8	Подготовка темы для самостоятельного изучения	опрос	6
9	Подготовка темы для самостоятельного изучения	опрос	8
10	Подготовка темы для самостоятельного изучения	опрос	3
	Подготовка к выполнению лаб. работы №3	допуск к выполнению	3
11	Подготовка к защите лаб. работы №2	защита лабораторной работы	2
	Подготовка темы для самостоятельного изучения	опрос	2
12	Подготовка темы для самостоятельного изучения	опрос	4
13	Подготовка темы для самостоятельного изучения	опрос	3
14	Подготовка темы для самостоятельного изучения	опрос	3
15	Подготовка к выполнению лаб. работы №4	допуск к выполнению	1
	Подготовка темы для самостоятельного изучения	опрос	1
16	Подготовка темы для самостоятельного изучения	опрос	1
	Подготовка к защите лаб. работ №3, №4	защита лабораторной работы	2
17	Подготовка темы для самостоятельного изучения	опрос	2
18	Подготовка темы для самостоятельного изучения	опрос	2
Итого часов			54

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В рамках изучения дисциплины предусмотрены следующие образовательные технологии:	
1	2
5.1	информационные лекции: материал для <u>самостоятельного изучения</u> на лекции обсуждается в дискуссии.
5.2	лабораторные работы: – выполнение лабораторных работ в малых группах (ИФ), защита выполненных работ индивидуальная;
5.3	самостоятельная работа студентов: – изучение теоретического материала, – проработка тем для <u>самостоятельного изучения</u> ; – подготовка к лабораторным работам, – подготовка отчетов, – подготовка к экзамену;
5.4	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: – отчет и защита выполненных лабораторных работ; – тестовые вопросы.
6.1.2	Для непредвзятой оценки знаний студента по дисциплине разработаны тестовые задания.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1 Рекомендуемая литература				
№ п/п	Авторы, составители	Заглавие	Годы издания. Вид издания	Обеспеченность
1	2	3	4	5
7.1.1. Основная литература				
7.1.1.1	Ревнев С.С., Трубецкой В.А., Слепокуров Ю.С.	Основы моделирования технических систем: учебное пособие. Воронеж: ВГТУ	2008 печат.	1
7.1.1.2	Юревич Е. И.	Основы роботехники : учеб. пособие 2-е изд. - СПб.: БХВ-Петербург	2005 печат.	1
7.1.2. Дополнительная литература				
7.1.2.1	Корендясев А.И., Саламандра Б. Л., Тывес Л. И.	Теоретические основы робототехники : В 2 кн.: монография. Кн.1. - М. : Наука, 2006.	2006 печат.	1
7.1.2.2	Корендясев А.И., Саламандра Б. Л., Тывес Л. И.	Теоретические основы робототехники : В 2 кн.: монография. Кн.2. - М. : Наука	2006 печат.	1
7.1.3 Методические разработки				
7.1.3.1	Трубецкой В.А., Ревнёв С.С., Муконин А.К.	Методические указания к лабораторным работам № 1 – 4 по дисциплине «Математическое моделирование в технике» для студентов направления подготовки бакалавров 221000 «Мехатроника и робототехника» (профиль «Промышленная и специальная робототехника») очной формы обучения.	2013 эл. ресурс.	1
7.1.4 Программное обеспечение и интернет ресурсы				
7.1.4.1	Методические материалы представлены на сайте: http://vorstu.ru/kafedrrv			
7.1.4.2	В качестве дополнительного средства для освоения дисциплины используются программные средства системы MATLAB (версия MATLAB 6.5).			

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

8.1	Специализированная лекционная аудитория , оснащенная ПК и проекционным оборудованием.
8.2	Лабораторный практикум проводится в компьютерном классе (ауд. 113/3) с использованием персональных компьютеров

Приложение 1

Карта обеспеченности рекомендуемой литературой

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие	Годы издания. Вид издания	Обеспе- чен- ность
1	2	3	4	5
1. Основная литература				
Л1.1	Ревнев С.С., Тру- бецкой В.А., Сле- покуров Ю.С.	Основы моделирования технических систем: учебное пособие. Воронеж: ВГТУ	2008 печат.	1
Л1.2	Юревич Е. И.	Основы робототехники : учеб. пособие 2-е изд. - СПб.: БХВ-Петербург	2005 печат.	1
2. Дополнительная литература				
Л2.1	Корендясев А.И., Саламандра Б. Л., Тывес Л. И.	Теоретические основы робототехники : В 2 кн.: монография. Кн.1. - М. : Наука, 2006.	2006 печат.	1
Л2.2	Корендясев А.И., Саламандра Б. Л., Тывес Л. И.	Теоретические основы робототехники : В 2 кн.: монография. Кн.2. - М. : Наука	2006 печат.	1
3 Методические разработки				
Л3.1	Трубецкой В.А., Ревнёв С.С., Му- конин А.К.	Методические указания к лабораторным работам № 1 – 4 по дисциплине «Математическое моде- лирование в технике» для студентов направления подготовки бакалавров 221000 «Мехатроника и робототехника» (профиль «Промышленная и спе- циальная робототехника») очной формы обуче- ния.	2013 эл. ре- сурс.	1

Заведующий кафедрой ЭАУТС _____ Бурковский В.Л.

Директор НБ ВГТУ _____ Буковшина Т.И.

Приложение 2

Фонд оценочных средств

Вопросы к экзамену

1. Понятие системного анализа.
2. Атрибуты и варианты систем.
3. Определение модели технических систем.
4. Роль и место моделирования в процессе проектирования технических систем.
5. Обоснование выбора модели.
6. Функции модели.
7. Модели систем: «чёрный ящик», «состава».
8. Модели «структуры» и «структурной схемы».
9. Формулировка задач анализа технической системы
10. Формулировка задач синтеза технической системы.
11. Кинематические показатели.
12. Динамические показатели.
13. Эксплуатационные и энергетические показатели.
14. Обобщенная структура процесса проектирования систем
15. Этапы проектирования систем.
16. Функции робота
17. Обобщенная структура робота
18. Энергетический и информационный потоки в работе.
19. Иерархическая структура системы управления робота.
20. Кинематическая модель манипулятора.
21. Прямая и обратная задачи кинематики.
22. Геометрический метод получения кинематических моделей манипулятора.
23. Модели исполнительных двигателей.
24. Модели механических передач
- 25.1 Динамическая модель манипулятора.
26. Метод Лагранжа.
27. Методика составления уравнений динамики манипуляционной системы.
28. Описание модулей SIMULINK.
29. Задачи, решаемые в системе MATLAB.
30. Имитационная модель.
31. Особенности имитационных моделей.