

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г. ШУХОВА»**  
(БГТУ им. В.Г. Шухова)



« 15 » 05 2015 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
**дисциплины (модуля)**

**Проектирование робототехнических систем**  
(наименование дисциплины, модуля)

направление подготовки (специальность):

**15.03.06 – Мехатроника и робототехника**  
(шифр и наименование направления бакалавриата, магистра, специальности)

**Мехатроника и робототехника**  
(наименование образовательной программы (профиль, специализация))

Квалификация

**бакалавр**  
(бакалавр, магистр, специалист)

Форма обучения

**очная**  
(очная, заочная и др.)

**Институт:** Информационных технологий и управляющих систем

**Кафедра:** Техническая кибернетика

Белгород – 2015

Рабочая программа составлена на основании требований:

▪ Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования 15.03.06 Мехатроника и робототехника (бакалавриат), приказ Минобрнауки России от 12 марта 2015 г. № 206

▪ плана учебного процесса БГТУ им. В.Г. Шухова, введенного в действие в 2015 году по направлению подготовки 15.03.06 Мехатроника и робототехника (бакалавриат).

Составитель (составители): канд. техн. наук  (Д.А. Юдин)  
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой

Техническая кибернетика

(наименование кафедры)

Заведующий кафедрой: д.т.н., проф.  (В.Г. Рубанов)  
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

« 12 » 05 2015 г.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

« 12 » 05 2015 г., протокол № 10

Заведующий кафедрой: д.т.н., проф.  (В.Г. Рубанов)  
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 15 » 05 2015 г., протокол № 7

Председатель: канд. техн. наук, доц.  (Ю.И. Солопов)  
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

## 1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Формируемые компетенции			Требования к результатам обучения
№	Код компетенции	Компетенция	
<b>Общепрофессиональные</b>			
1	ОПК-3	Владение современными информационными технологиями, готовность применять современные средства автоматизированного проектирования и машинной графики при проектировании систем и их отдельных модулей, а также для подготовки конструкторско-технологической документации, соблюдать основные требования информационной безопасности	В результате освоения дисциплины обучающийся должен <b>Знать:</b> основные понятия процесса проектирования, технологии объектно-ориентированного анализа и проектирования, методики концептуального проектирования и информационной поддержки этапов жизненного цикла промышленных изделий, назначение и характеристики используемых в процессе проектирования современных систем CAD/CAE/CAM  <b>Уметь:</b> составлять техническое задание на проектирование, использовать современные CAD/CAE/CAM системы при проектировании, проводить совместное моделирование систем автоматики и механических систем; использовать методики объектно-ориентированного анализа и проектирования при разработке мехатронных, робототехнических и автоматизированных систем различного назначения  <b>Владеть:</b> навыками работы с современным программным обеспечением систем автоматизированного проектирования для решения задач проектирования мехатронных и робототехнических систем в целом или отдельных узлов и агрегатов

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Содержание дисциплины основывается и является логическим продолжением следующих дисциплин:

№	Наименование дисциплины (модуля)
1	Машинная графика и черчение
2	Материаловедение
3	Моделирование систем

Содержание дисциплины служит основой для изучения следующих дисциплин:

№	Наименование дисциплины (модуля)
1	НИР по направлению подготовки
2	Знания, полученные по освоению дисциплины, необходимы при выполнении бакалаврской выпускной квалификационной работы

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зач. единицы, 144 часа.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 7
Общая трудоемкость дисциплины, час	<b>144</b>	<b>144</b>
<b>Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:</b>	<b>51</b>	<b>51</b>
лекции	17	17
лабораторные	17	17
практические	17	17
<b>Самостоятельная работа студентов, в том числе:</b>	<b>93</b>	<b>93</b>
Курсовой проект	-	-
Курсовая работа	-	-
Расчетно-графическое задания	-	-
Индивидуальное домашнее задание	-	-
<i>Другие виды самостоятельной работы</i>	<b>93</b>	<b>93</b>
Самостоятельная работа при подготовке к экзамену	36	36
Самостоятельная работа при подготовке к лабораторным занятиям	40	40
Самостоятельная работа на 1 час лекций	17	17
Форма промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	<b>экзамен (36)</b>	<b>экзамен (36)</b>

## 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1 Наименование тем, их содержание и объем

#### Курс 4 Семестр 7

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
<b>1. Введение в проектирование робототехнических систем</b>					
	Основные понятия процесса проектирования. Специфика проектирования робототехнических систем и комплексов. Этапы проектирования, этап эскизного проектирования. Общие вопросы разработки ТЗ на проектирование робототехнических систем (РТС) и робототехнических комплексов (РТК). Примерная схема состава ТЗ на проектирование РТС и РТК. Общий алгоритм проектирования РТК. Технологии объектно-ориентированного анализа и проектирования. Методики концептуального проектирования и информационной поддержки этапов жизненного цикла промышленных изделий.	5	2		23
<b>2. Современное программное обеспечение, применяемое при проектировании робототехнических систем</b>					
	Назначение, структура, классификация и функции системной среды САПР. CAD/CAE/CAM системы. Виды обеспечения САПР и место САПР в интегрированных системах. Взаимосвязь САПР и систем технологического проектирования. Технологии интеграции CAD и CAE. Математические основы. Основы проектирования РТС и РТК с использованием САПР	8			10
<b>3. Проектирование робототехнических систем с учетом результатов их кинематического и динамического анализа</b>					
	Разработка модели манипулятора в системе автоматизированного проектирования. Подготовка 3D модели в CAD системе и определение характеристик звеньев. Импорт модели в среду для кинематического и динамического анализа на основе CAE системы. Устранение избыточности, задание зависимостей и ограничений. Решение прямой задачи о положении. Определение динамических характеристик. Создание приводов и анализ линейной динамики. Добавление нелинейных эффектов в механических звеньях и сравнение результатов с линейными моделями	2	12	14	56
<b>4. Проектирование автоматизированных систем управления робототехнических комплексов</b>					
	Проектирование АСУ РТК с использованием совместного моделирования сред моделирования систем управления и механических систем	2	3	3	4

ВСЕГО	17	17	17	93
-------	----	----	----	----

*Примечание: в колонку «самостоятельная работа» входят подготовка к лекционным, практическим, лабораторным занятиям.*

#### 4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	К-во часов	К-во часов СРС
семестр № 7				
1	Введение в проектирование робототехнических систем	Составление технического задания на проектирование РТС	2	4
2	Современное программное обеспечение, применяемое при проектировании робототехнических систем	Подготовка 3D модели манипулятора в САД системе.	2	2
	Проектирование робототехнических систем с учетом результатов их кинематического и динамического анализа	Разработка модели манипулятора для анализа в САЕ системе	2	2
	Проектирование робототехнических систем с учетом результатов их кинематического и динамического анализа	Решение прямой задачи о положении манипулятора.	2	2
	Проектирование робототехнических систем с учетом результатов их кинематического и динамического анализа	Решение задач динамики манипуляторов заданных линейными моделями	2	2
	Проектирование робототехнических систем с учетом результатов их кинематического и динамического анализа	Решение задач динамики манипуляторов заданных нелинейными моделями	3	2

	Проектирование автоматизированных систем управления робототехнических комплексов	Проведение совместного моделирования механики и систем управления манипулятора	4	3
		ИТОГО:	17	17
			ВСЕГО:	17

### 4.3. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	К-во часов	К-во часов СРС
семестр № 7				
1	Современное программное обеспечение, применяемое при проектировании робототехнических систем	Создание механической части манипулятора в CAD/CAE системах	5	10
	Проектирование робототехнических систем с учетом результатов их кинематического и динамического анализа	Создание системы управления приводами манипулятора	6	10
	Проектирование робототехнических систем с учетом результатов их кинематического и динамического анализа	Моделирование динамики работы манипулятора с системой управления	6	10
		ИТОГО:	17	17
			ВСЕГО:	17

## 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий)

	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Введение в проектирование робототехнических систем	<ol style="list-style-type: none"> <li>Основные понятия процесса проектирования. Специфика проектирования робототехнических систем и комплексов. Этапы проектирования, этап эскизного проектирования.</li> <li>Общие вопросы разработки ТЗ на проектирование</li> </ol>

		<p>робототехнических систем (РТС) и робототехнических комплексов (РТК). Примерная схема состава ТЗ на проектирование РТС и РТК.</p> <p>3. Общий алгоритм проектирования РТК.</p> <p>4. Технологии объектно-ориентированного анализа и проектирования.</p> <p>5. Методики концептуального проектирования и информационной поддержки этапов жизненного цикла промышленных изделий.</p>
2	Современное программное обеспечение, применяемое при проектировании робототехнических систем	<p>6. Назначение, структура, классификация и функции системной среды САПР.</p> <p>7. CAD/CAE/CAM системы. Виды обеспечения САПР и место САПР в интегрированных системах.</p> <p>8. Взаимосвязь САПР и систем технологического проектирования.</p> <p>9. Технологии интеграции CAD и CAE.</p> <p>10. Математические основы CAE систем</p> <p>11. Основы проектирования РТС и РТК с использованием САПР</p>
3	Проектирование робототехнических систем с учетом результатов их кинематического и динамического анализа	<p>12. Прямая и обратная задача о положении и скорости манипулятора</p> <p>13. Собрать модель манипулятора с тремя степенями свободы</p> <p>14. Получить нагрузочные характеристики приводов звеньев манипулятора</p> <p>15. Запрограммировать движение манипулятора в заданную точку</p>
4.	Проектирование автоматизированных систем управления робототехнических комплексов	<p>16. Связать систему управления с механической частью манипулятора в режиме совместного моделирования</p> <p>17. Запрограммировать движение манипулятора по заданной траектории</p>

## **5.2. Перечень тем курсовых проектов, курсовых работ, их краткое содержание и объем**

Выполнение курсовых проектов и курсовых работ не предусмотрено учебным планом дисциплины.

## **5.3. Перечень индивидуальных домашних заданий, расчетно-графических заданий**

Выполнение индивидуальных домашних заданий и расчетно-графических заданий не предусмотрено учебным планом дисциплины.

## **5.4. Перечень контрольных работ**

Выполнение контрольных работ не предусмотрено учебным планом дисциплины.

## 6. ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

### 6.1. Перечень основной литературы

1. Лукинов А. П. Проектирование мехатронных и робототехнических устройств / Лань. 2012. 608 с. (5 экз.)
2. Булгаков А. Г. Автоматизация и роботизация строительства / Инфра-М. 2013. (1 экз.)
3. Лукинов А.П. Проектирование мехатронных и робототехнических устройств / Лань. 2012 [электронный ресурс]. URL: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=2765](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=2765).
4. Климов А.С., Машнин Н.Е. Роботизированные технологические комплексы и автоматические линии в сварке / Лань. 2011 [электронный ресурс]. URL: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=1804](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=1804).
5. Лукинов, А. П. Проектирование мехатронных и робототехнических устройств : учеб. пособие /. – СПб. : Лань, 2012. – 608 с. + 1 эл. опт. диск (CD-ROM)
6. Коровин, Б. Г. Системы программного управления промышленными установками и робототехническими комплексами : учеб. пособие для вузов / Б. Г. Коровин, Г. И. Прокофьев, Л. Н. Рассудов. – Л. : Энергоатомиздат. Ленингр. отделение, 1990. – 352 с.
7. Шипов Д.Н. «Начальные шаги работы с ADAMS/View. Обучающее руководство». – М.: MSC Software Corp, 2003. – 58 стр.
8. Козырев, Ю. Г. Применение промышленных роботов : учеб. пособие для студентов вузов / Ю. Г. Козырев. - М. : КНОРУС, 2011. - 488 с.
9. Сольнищев, Р. И. Автоматизация проектирования гибких производственных систем / Р. И. Сольнищев, А. Е. Кононюк, Ф. М. Кулаков. - М. : Машиностроение, 1990. - 415 с.
10. Технологические основы гибких производственных систем: Учеб. для машиностроит. спец. вузов/ В. А. Медведев, В. П. Вороненке, В. Н. Брюханов и др.; Под ред. Ю. М. Соломенцева.— 2-е изд., испр.— М.: Высш. шк., 2000.— 255с.

### 6.2. Перечень дополнительной литературы

1. Семикопенко И. А. Механизация и роботизация строительства / Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова. 2009 (5 экз.).
2. Афонин, В. Л. Интеллектуальные робототехнические системы / Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ). 2016 [электронный ресурс]. URL: <http://www.iprbookshop.ru/22407>.

3. Каляев И.А., Лохин В.М., Макаров И.М., Манько С.В. Интеллектуальные роботы / Машиностроение. 2007. [электронный ресурс]. URL: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=769](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=769).

4. Сольнищев, Р. И. Автоматизация проектирования гибких производственных систем / Р. И. Сольнищев, А. Е. Кононюк, Ф. М. Кулаков. – М. : Машиностроение, 1990. – 415 с.

5. Иванов А.А. «MSC.Adams: Теория и элементы виртуального конструирования и моделирования». – М.: MSC Software Corp, 2003. – 97 с

6. Феоктистов М.Н. «Моделирование динамических эффектов управляемости автомобиля с использованием программных пакетов MSC.Adams и MSC.Nastran». – Нижний Новгород.: MSC Software Corp, 2004. – 40 с

7. Буров А.Г. «Совместное использование вычислительных пакетов MSC.Adams и MATLAB». – Санкт-Петербург.: MSC Software Corp, 2004. – 43 стр.

8. Георгиев А.Ф. «Моделирование динамических систем с помощью MSC.Adams и MSC.EASY5» – М.: MSC Software Corp, 2005. – 29 стр.

9. Козырев Ю.Г. Промышленные роботы. Справочник. Справочник. — 2-е изд., перераб. и доп. —М.: Машиностроение, 1988 г. — 392 с.

### **6.3. Перечень интернет ресурсов**

1. <http://www.elibrary.ru>- Научная электронная библиотека
2. <http://www.gpntb.ru/>- Государственная публичная научно-техническая библиотека России
3. <http://elibrary.bmstu.ru> – Библиотека МГТУ им. Н.Баумана
4. <http://www.viniti.ru> – Всероссийский институт научной информации по техническим наукам(ВИНИТИ)
5. <http://www.unilib.neva.ru/rus/>- Фундаментальная библиотека Санкт-Петербургского государственного политехнического университета
6. <http://elibrary.eltech.ru> – Библиотека Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета
7. <http://www.ntb.bstu.ru> и переход к системе NormaCS - Электронно-библиотечная система БГТУ им В.Г.Шухова
8. <http://scholar.google.com/> – научный Google, со всеми его гигантскими достоинствами и определенными маркетинговыми особенностями.

## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

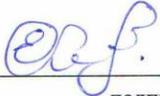
Проведение лекций и лабораторных занятий по дисциплине «Проектирование робототехнических систем» осуществляется в осуществляется в специализированной лаборатории УК4 №231 «Лаборатория теории автоматического управления и моделирования средств управления» и лекционной аудитории с интерактивной доской УК4 №323, при этом в учебном процессе используется следующее обеспечение:

- интерактивная доска с соответствующим программным обеспечением;
- проектор с переносным экраном;
- система автоматизированного проектирования (CAD) Autodesk Inventor;
- системы инженерного анализа (CAE) корпорации MSC Software: MSCSoftware, Adams Machinery, Easy5, Patran, Nastran;
- наборы датчиков и серводвигателей,
- управляющие контроллеры (Arduino, МИЛАНДР) и одноплатные компьютеры (Raspberry PI, Cubieboard);
- среда математического моделирования и вычислений MathWorks Individual Licenses (per License): MATLAB 2016b, Simulink, Neural Networks Toolbox, Fuzzy Logic Toolbox, Control System Toolbox (10 лиц. №1145851 бессрочная);
- 6 персональных компьютеров с доступом в сеть Интернет,
- 3D-принтер, 3D-сканер,
- стенд для исследования мобильных роботов.

## 8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений  
Рабочая программа без изменений утверждена на 2016/2017 учебный год.  
Протокол № 10 заседания кафедры от «16» 05 2016г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  \_\_\_\_\_ Рубанов В.Г.  
подпись, ФИО

Директор института \_\_\_\_\_  \_\_\_\_\_ Белоусов А.В.  
подпись, ФИО

## 8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений  
Рабочая программа без изменений утверждена на 2017/2018 учебный год.  
Протокол № 11 заседания кафедры от «15» 05 2017г.

Заведующий кафедрой  Рубанов В.Г.  
подпись, ФИО

Директор института  Белоусов А.В.  
подпись, ФИО

## 8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений  
Рабочая программа без изменений утверждена на 2018/2019 учебный год.  
Протокол № 13 заседания кафедры от «01» 06 2018г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  \_\_\_\_\_ Рубанов В.Г.  
подпись, ФИО

Директор института \_\_\_\_\_  \_\_\_\_\_ Белоусов А.В.  
подпись, ФИО

## 8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений  
Рабочая программа без изменений утверждена на 2019/2020 учебный год.  
Протокол № 12 заседания кафедры от « 17 » 05 2019 г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

  
подпись, ФИО

Директор института \_\_\_\_\_

  
подпись, ФИО

## 8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений  
Рабочая программа без изменений утверждена на 2020/2021 учебный год.  
Протокол № 10 заседания кафедры от «28» 05 2020г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_



подпись, ФИО

Директор института \_\_\_\_\_



подпись, ФИО