

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

  
**УТВЕРЖДАЮ**  
Директор института  
« 11 » \_\_\_\_\_ 2015 г.

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

**Робототехнические системы**  
(наименование дисциплины, модуля)

направление подготовки (специальность):

**27.03.04 – Управление в технических системах**  
(шифр и наименование направления бакалавриата, магистра, специальности)

**Управление в технических системах (промышленность)**  
(наименование образовательной программы (профиль, специализация))

Квалификация

**бакалавр**

(бакалавр, магистр, специалист)

Форма обучения

**очная**

(очная, заочная и др.)

**Институт: Информационных технологий и управляющих систем**

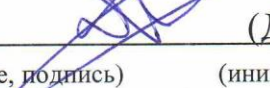
**Кафедра: Техническая кибернетика**

Белгород – 2015

Рабочая программа составлена на основании требований:


▪ Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования 27.03.04 Управление в технических системах (бакалавриат), приказ Минобрнауки России от 20 октября 2015 г. № 1171

▪ плана учебного процесса БГТУ им. В.Г. Шухова, введенного в действие в 2015 году по направлению подготовки 27.03.04 Управление в технических системах (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)

« 11 » 12 \_\_\_\_\_ 2015г.

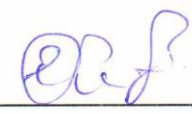
Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

« 11 » 12 \_\_\_\_\_ 2015 г., протокол № 4

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

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 11 » 12 \_\_\_\_\_ 2015 г., протокол № 4

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>Профессиональные</b>			
1	ПК-1	Способность выполнять эксперименты на действующих объектах по заданным методикам и обрабатывать результаты с применением современных информационных технологий и технических средств	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен</p> <p><b>Знать:</b> возможности и области их применения различных промышленных манипуляторов; методы анализа и синтеза систем логического управления (СЛУ) и управляющих автоматов (УА) для манипуляционных робототехнических систем; кинематику, конструктивные особенности, датчики и приводы манипуляторов.</p> <p><b>Уметь:</b> анализировать промышленные объекты, как объекты логического управления, и использовать для их автоматизации манипуляторы;- технически грамотно формулировать цели и задачи разработки и применения промышленных манипуляторов и манипуляционных робототехнических систем, составлять технические задания на создание управляющих автоматов такими системами; разрабатывать алгоритмы и программы работы манипуляционных робототехнических систем и СЛУ, реализовать их на различной технической базе; разрабатывать функциональные, структурные и принципиальные схемы, системы очувствления, адаптации и управления промышленными манипуляторами и манипуляционными робототехническими системами; разбираться в устройстве промышленных манипуляторов; творчески модифицировать системы управления промышленными роботами и манипуляционными робототехническими системами на основе современных достижений электроники и вычислительной техники</p> <p><b>Владеть:</b> навыками программирования алгоритмов работы роботов тех или иных видов; навыками эксплуатации тех или иных видов промышленных робототехнических систем; навыками синтеза управляющих автоматов СЛУ и промышленных роботов регулярными методами.</p>

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Содержание дисциплины основывается и является логическим продолжением следующих дисциплин:

№	Наименование дисциплины (модуля)
1	Теория автоматического управления
2	Технические средства систем управления
3	Электрические машины и спецдвигатели
4	Теоретическая механика
5	Математический анализ

Содержание дисциплины служит основой для изучения следующих дисциплин:

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

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зач. единиц, 180 часов.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 7
Общая трудоемкость дисциплины, час	<b>180</b>	<b>180</b>
<b>Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:</b>	<b>51</b>	<b>51</b>
лекции	34	34
лабораторные	17	17
практические	0	0
<b>Самостоятельная работа студентов, в том числе:</b>	<b>129</b>	<b>129</b>
Курсовой проект	53	53
Курсовая работа	-	-
Расчетно-графическое задания	-	-
Индивидуальное домашнее задание	-	-
<i>Другие виды самостоятельной работы</i>	<b>76</b>	<b>76</b>
Самостоятельная работа при подготовке к экзамену	36	36
Самостоятельная работа при подготовке к лабораторным занятиям	40	40
Самостоятельная работа на 1 час лекций	3,8	3,8
Форма промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	<b>36</b>	<b>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. Основы конструкции, кинематики и динамики манипуляторов</b>					
1	Введение в дисциплину. Цели и задачи дисциплины. Область применения робототехнических систем в строительной индустрии. Классификация средств механизации. О двух подходах к решению задачи синтеза управляющего автомата и управляющих устройств роботов	2			2
2	Общие вопросы и основные понятия робототехники. Классификация робототехнических систем	2			2
3	Основы кинематики и конструкции манипуляторов. Кинематические цепи и пары манипуляторов. Построение структурно-кинематических схем промышленных роботов. Виды привязок перемещений рабочего органа	2	2		4
4	Векторно-матричные методы, применяемые в робототехнике. Параллельный перенос и вращение систем осей. Система осей манипуляторов. Выбор и преобразование	2	2		4
5	Прямая задача о положении манипулятора. Постановка задачи и необходимость её решения. Последовательность решения прямой задачи	2	2		7
6	Обратная задача о положении манипулятора. Постановка обратной задачи. Методы решения обратной задачи	2	2		8
7	Динамика манипулятора. Метод Лагранжа-Эйлера для описания движения манипулятора. Скорость произвольной точки звена манипулятора. Кинетическая энергия манипулятора. Потенциальная энергия манипулятора. Уравнения движения манипулятора. Составление уравнений движения двухзвенного манипулятора	6	4		6
<b>2. Математическое обеспечение систем логического управления манипуляционными робототехническими системами</b>					
8	Конечно-автоматное описание алгоритмов управления. Сети Петри. Граф операций. Эквивалентность сети Петри и конечно автоматного графа	2			4
9	Этапы синтеза систем логического управления и виды их реализаций. Синтез систем логического управления и виды их реализации. Разработка функциональной	2	2		4

	схемы автоматизации. Моделирование работы объектов помеченными сетями Петри. Упрощенная структурная схема системы с УА управления роботом или ТООУ.				
10	Стандартная позиционная структура построения УА системы управления роботом или ТООУ (СтПС). Уравнения блоков стандартной позиционной структуры. Разработка функциональной схемы управляющего автомата на основе уравнений стандартной позиционной структуры. Матричное описание помеченных ординарных сетей Петри (графов операций) для универсальной программы логического управления	4	1		6
<b>3. Средства очувствления промышленных манипуляторов и их исполнительные механизмы</b>					
11	Принципы действия средств очувствления. Классификация информационных систем (датчиков) робота. Датчики для измерения перемещений	2			6
12	Датчики измерения в дальней зоне. Очувствление в ближней зоне	2			6
<b>4. Применение манипуляционных робототехнических систем.</b>					
13	Применение манипуляторов в гибких производственных системах для автоматизации технологических процессов	2	2		8
14	Интеллектуальные робототехнические системы, подходы к построению и применению	2			9
	<b>ВСЕГО</b>	<b>34</b>	<b>17</b>	<b>0</b>	<b>76</b>

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

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

Практические занятия не предусмотрены.

#### 4.3. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	К-во часов	К-во часов СРС
семестр № 7				
1	<b>Основы конструкции, кинематики и динамики манипуляторов</b>	Исследование решения прямой задачи кинематики манипулятора	3	3
2	<b>Основы конструкции, кинематики и динамики манипуляторов</b>	Изучение решения обратной задачи кинематики манипулятора	4	4
3	<b>Математическое обеспечение систем логического управления</b>	Изучение роботизированных комплексов на примере пятиосевого учебного робота НПИ «Уралучтех» с компьютерной системой управления	2	2

	<b>манипуляционными робототехническими системами</b>			
4	<b>Применение манипуляционных робототехнических систем</b>	Разработка алгоритма работы и программирования робота ТН-350А (робот ТН-350А в функции программного робота)	4	4
5	<b>Средства очувствления промышленных манипуляторов и их исполнительные механизмы</b>	Использование системы технического зрения (СТЗ) для выполнения роботом ТН-350А интеллектуальных задач (робот ТН-350А в функции интеллектуального робота)	4	4
<b>ИТОГО:</b>			<b>17</b>	<b>17</b>
<b>ВСЕГО:</b>			<b>17</b>	<b>17</b>

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

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

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	<b>Основы конструкции, кинематики и динамики манипуляторов</b>	<p>1. Общие вопросы и основные понятия робототехники. Промышленный робот. Манипулятор. Структурная компоновка основных систем промышленного робота. Рабочая зона и пространство. Зона обслуживания.</p> <p>2. Классификация промышленных роботов. Основные признаки классификации роботов.</p> <p>3. Кинематические цепи и пары. Поступательная и вращательная пары. Условные обозначения основных элементов структурно-кинематических схем манипуляторов.</p> <p>4. Построение структурно-кинематических схем промышленных роботов. Ориентация кинематических пар рабочего органа относительно правой системы координат. Типы крепления роботов</p> <p>5. Классификация роботов по виду систем координат. Виды компоновок (цилиндрическая, сферическая, SCARA и др.)</p> <p>6. Понятие абсолютных и относительных (обобщенных) координат. Преобразование систем координат из подвижной системы в неподвижную. Понятие однородных координат.</p> <p>7. Понятие однородных координат. Простейшие операции над системами координат. Вращение вокруг осей OX, OY, OZ, перемещение вдоль OX, OY, OZ. Операция сложного поворота.</p> <p>8. Система осей звеньев манипулятора. Выбор и</p>



		<p>преобразование. Матрица Денавита-Хартенберга.</p> <p>9. Прямая задача о положении манипулятора. Последовательность решения прямой задачи. Пример.</p> <p>10. Обратная задача о положении манипулятора. Методы решения. Геометрический метод.</p> <p>11. Динамика манипулятора. Метод Лагранжа-Эйлера. Скорость произвольной точки звена манипулятора.</p> <p>12. Динамика манипулятора. Кинетическая энергия манипулятора.</p> <p>13. Динамика манипулятора. Потенциальная энергия манипулятора. Уравнение движения манипулятора.</p> <p>14. Динамика манипулятора. Уравнения Ньютона-Эйлера. Вращающиеся системы координат.</p> <p>15. Динамика манипулятора. Уравнения Ньютона-Эйлера. Подвижные системы координат.</p> <p>16. Динамика манипулятора. Уравнения Ньютона-Эйлера. Кинематика звеньев. Рекуррентные уравнения динамики манипулятора</p> <p>17.</p>
2	<p><b>Математическое обеспечение систем логического управления манипуляционными робототехническими системами</b></p>	<p>1. Подходы к решению задачи синтеза управляющего автомата и управляющего устройства робота. Пример</p> <p>2. Математическое обеспечение систем логического управления робототехническими системами. Конечно-автоматное описание. Сети Петри. Преобразование сети Петри в конечно-автоматный граф.</p> <p>3. Виды сетей Петри. Правило срабатывания переходов. Примеры.</p> <p>4. Правильные сети Петри. Живость и безопасность сетей Петри. Дерево достижимых маркировок. Примеры</p> <p>5. Граф операций. Эквивалентность конечно-автоматного графа и графа операций.</p> <p>6. Этапы синтеза систем логического управления и виды их реализации. Проектирование на основе сетей Петри. Универсальная программа логического управления.</p> <p>7. Моделирование объектов помеченными сетями Петри (с помощью графа операций). Пример.</p> <p>8. Упрощенная структура системы управления роботами и технологическими объектами управления на базе управляющего автомата (УА). Стандартная позиционная структура построения УА. Уравнения для Блока логического управления. Комбинационные логические функции.</p> <p>9. Стандартная позиционная структура построения УА. Уравнения для Блока логического управления. Последовательностные логические функции. Функции памяти. Функции счета. Функции задержки. Функции перехода.</p>

		<p>10. Стандартная позиционная структура построения УА. Уравнения для блока индикации операций. Уравнения для блока выхода.</p> <p>11. Уравнения блоков для реализации управляющего автомата технологического объекта. Функциональная схема управляющего автомата. Пример.</p> <p>12. Основные матрицы универсальной программы логического управления. Пример построения.</p>
3	<b>Средства очувствления промышленных манипуляторов и их исполнительные механизмы</b>	<p>1. Средства очувствления и зрения роботов. Классификация датчиков робота. Датчики измерения в дальней зоне. Метод триангуляции.</p> <p>2. Классификация датчиков робота. Метод подсветки. Определение расстояния до объекта на основе телевизионной камеры.</p> <p>3. Классификация датчиков робота. Измерение расстояния по времени прохождения сигнала. Соотношения длин волн и радиочастот.</p> <p>4. Классификация датчиков робота. Очувствление в ближней зоне. Индуктивные датчики</p> <p>5. Классификация датчиков робота. Очувствление в ближней зоне. Датчики Холла.</p> <p>6. Классификация датчиков робота. Очувствление в ближней зоне. Емкостные датчики. Тактильные датчики. Искусственная кожа.</p>
4	<b>Применение манипуляционных робототехнических систем</b>	<p>7. Опишите применение манипуляторов в гибких производственных системах для автоматизации технологических процессов</p> <p>8. Приведите примеры интеллектуальных робототехнических систем и подходы к их построению и применению</p>

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

Курсовой проект может выполняться на тему, относящуюся к любому из разделов дисциплины.

### **Примеры тем курсовых проектов:**

1. Устройство группового управления цикловыми ПР;
2. Контурное управление роботом;
3. Решение траекторных задач при аналитическом программировании контурного манипуляционного робота;
4. Динамическое управление манипуляционным роботом ;
5. Система адаптивного управления манипуляционного ПР;

6. Синтез управляющего автомата (УА) манипулятором робота или технологическим объектом управления регулярным методом на базе стандартной позиционной структуры (СтПС);
7. Применение пятиосевого робота НПИ «Уралучтех» для укладки и снятия заготовок плат с конвейера;
8. Разработка имитационной модели системы управления строительного 3D-принтера.

Курсовой проект выполняется студентом под руководством преподавателей, аспирантов, старших и младших научных сотрудников или инженеров, являющихся сотрудниками института.

Выполнение курсового проекта студент начинает с начала учебного семестра. Перед началом его выполнения студент получает, уточняет и уясняет задание с руководителем проекта.

Курсовой проект содержит пояснительную записку (ПЗ) объемом до 30 страниц компьютерного текста (шрифт pt.13, через 1,5 интервала) и двух листов графики формата А2. При компьютерном выполнении графической части проекта, она может быть выполнена на листах формата А3 и вставляться в ПЗ.

ПЗ должна содержать обоснование принятых при разработке проекта (работы) решений, основные результаты расчетов по всем этапам проектирования и заключение по результатам проделанной работы в соответствии с заданием.

Первой страницей расчетно-пояснительной записки является титульный лист, второй – задание на курсовое проектирование. Рекомендуемая форма титульного листа и бланка задания приведены в Приложениях 1,2.

Ориентировочный план и содержание ПЗ даны в соответствующих примерах к разделам тематик курсовых проектов.

Каждый раздел записки следует начинать, как правило, с новой страницы. Нумеруются все разделы кроме введения и заключения.

К защите допускаются студенты, выполнившие курсовой проект в полном объеме с заданием. Пояснительная записка должна быть подписана как студентом, так и руководителем проекта. Защита курсового проекта осуществляется, как правило, перед комиссией, состоящей не менее чем из двух преподавателей кафедры, назначаемой распоряжением зав. кафедрой. Она состоит из преподавателей, читавших лекции и проводивших у студентов занятия по данной дисциплине или руководившими у них курсовыми проектами по ней. В работе комиссии может принимать участие руководитель проекта, даже если он и не входит в состав комиссии.

### **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. Булгаков А. Г., Воробьев В. А. Промышленные роботы. Кинематика, динамика, контроль и управление / СОЛОН-Пресс. 2012. (10 экз.)
2. Козырев Ю. Г. Применение промышленных роботов / КНОРУС. 2011. (11 экз.)
3. Магергут В. З., Рубанов В. Г., Юдин Д. А. и др. Роботы с компьютерным управлением / Белгород: Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова. 2010. (10 экз.)
4. Рубанов В. Г. Мобильные микропроцессорные системы автоматизации транспортно-складских операций. Мобильные робототехнические системы / Белгород: Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова. 2011. (8 экз.)
5. Булгаков А. Г. Промышленные роботы. Кинематика, динамика, контроль и управление / СОЛОН-ПРЕСС. 2008 [электронный ресурс]. URL: <http://www.iprbookshop.ru/8709>.
6. Магергут В. З. Методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Робототехнические системы» / Белгород: БГТУ им. В. Г. Шухова. 2007 [электронный ресурс]. URL: <https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2013040919001511271300009390>.
7. Лукинов А. П. Проектирование мехатронных и робототехнических устройств / Москва: 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).
8. Машков К. Ю. Состав и характеристики мобильных роботов / М: МГТУ им. Н. Э. Баумана. 2014 [электронный ресурс]. URL: <http://www.iprbookshop.ru/31637>.
9. Корсунский В. А. Выбор критериев и классификация мобильных робототехнических систем на колесном и гусеничном ходу / М: МГТУ им. Н. Э. Баумана. 2014 [электронный ресурс]. URL: <http://www.iprbookshop.ru/30867>.
10. Шигео Хиросэ. Бионические роботы / Москва, Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, Ижевский институт компьютерных исследований. 2013 [электронный ресурс]. URL: <http://www.iprbookshop.ru/28881>.
11. Армур Р. и др. Мобильные роботы: робот-колесо и робот-шар / Москва, Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, Ижевский институт компьютерных исследований. 2013 [электронный ресурс]. URL: <http://www.iprbookshop.ru/28901>.
12. Родин Б. П. Механика робота / Саратов: Вузовское образование. 2013. [электронный ресурс]. URL: <http://www.iprbookshop.ru/18393>

13. Котов Е. А. Исследование динамики манипуляционных систем / М.: МГТУ им. Н. Э. Баумана. 2013 [электронный ресурс]. URL: <http://www.iprbookshop.ru/31416>

14. Юревич Е. И. Основы робототехники / Е. И. Юревич. - 2-е изд., перераб. и доп. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 416 с.

15. Зенкевич, С.Л. Основы управления манипуляционными роботами: учебник для вузов / С.Л. Зенкевич, А. С. Ющенко. – 2-е изд., исправ. и доп. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004. – 480 с.

16. Юревич, Е.И. Робототехника завтра (проблемы и перспективы развития): монография / Е.И. Юревич. – Саарбрюккен: Изд-во LAP LAMBERT, 2013. – 96 с.

17. Корендясев, А.И. Теоретические основы робототехники: монография / А.И. Корендясев, Б.Л. Саламандра, Л.И. Тывес. – М.: Наука. Книга 1. – 2006. – 382 с.

18. Фу, К. Робототехника: Пер. с англ. / К. Фу, Р. Гонсалес, К. Ли. – М.: Мир, 1989. – 624 с.

## **6.2. Перечень дополнительной литературы**

1. Зенкевич С. Л., Ющенко А. С. Основы управления манипуляционными роботами / Изд во МГТУ им. Н. Э. Баумана. 2004. (1 экз.)

2. Лукинов А. П. Проектирование мехатронных и робототехнических устройств / Лань. 2012. (20 экз.)

3. Управляемое движение мобильных роботов по произвольно ориентированным в пространстве поверхностям / В. Г. Градецкий и др. / М.: Наука. 2001. (2 экз.)

4. Клевалин В. А. Адаптивные робототехнические комплексы с системой технического зрения / М.: СТАНКИН. 2000. (2 экз.)

5. Коровин Б. Г. Системы программного управления промышленными установками и робототехническими комплексами / Ленинград: Энергоатомиздат. 1990. (11 экз.)

6. Накано Э. Введение в Робототехнику / М.: Мир. 1988. (12 экз.)

7. Родин Б. П. Механика робота / Вузовское образование. 2013 [электронный ресурс]. URL: <http://www.iprbookshop.ru/18393>.

8. 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).

9. Фу К., Гонсалес Р., Ли К. Робототехника: пер. с англ. / М.: Мир. 1989 [электронный ресурс]. URL: <http://sheba.spb.ru/delo/robototehnika-1989.htm>.

10. Юревич Е. И. Основы робототехники / СПб: БХВ-Петербург. 2005 [электронный ресурс]. URL: <http://mexalib.com/view/3159>.

11. Котов Е. А. Исследование динамики манипуляционных систем / М.: МГТУ им. Н. Э. Баумана. 2013 [электронный ресурс]. URL: <http://www.iprbookshop.ru/31416>.

12. Барсуков А. П. Кто есть кто в робототехнике. Компоненты и решения для создания роботов и робототехнических систем. Выпуск 1 / М.: ДМК Пресс08. 2008 [электронный ресурс]. URL: <http://www.iprbookshop.ru/7664>.

13. Подураев Ю. В. Мехатроника. Основы, методы, применение / Машиностроение. 2007 [электронный ресурс]. URL: <http://www.iprbookshop.ru/5207>.

14. Сулимов Ю. И. Электронные промышленные устройства / Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Эль Контент. 2012 [электронный ресурс]. URL: <http://www.iprbookshop.ru/14000>.

15. Каляев И. А. Интеллектуальные роботы / Машиностроение. 2007. [электронный ресурс]. URL: <http://www.iprbookshop.ru/5171>.

16. Алтунин, А.Е. Модели и алгоритмы принятия решений в нечетких условиях / А. Е. Алтунин, М.В. Семухин. – Тюмень: Изд-во Тюменского государственного университета, 2000. – 352 с.

17. Юдицкий С.А., Магергут В.З. Логическое управление дискретными процессами. Модели, анализ, синтез. М.: Машиностроение, 1987. – 176 с.

18. Бунько Е.Б., Юдицкий С.А. Программная реализация сетей Петри в асинхронных устройствах логического управления // Автоматика и телемеханика. 1983. №3. С. 109 – 119.

19. Ефремова Т.К., Тагаевская А.А., Шубин А.Н. Пневматические комплексы технических средств автоматизации. М.: Машиностроение, 1987. – 280с.

20. Построение пневматических управляющих устройств на базе аппаратуры системы ЦИКЛ/ Т.К. Берендс, Т.К. Ефремова, А.А. Тагаевская и др. – М.: Институт проблем управления, 1975. – 104с.

21. Питерсон Дж. Теория сетей Петри и моделирование систем. М.: Мир, 1984. – 264 с.

22. Котов В.Е. Сети Петри. М.: Наука, 1984. – 160 с.

23. Юдицкий С.А., Вукович И.Ю. Динамическое экспресс-моделирование организационных систем(информационная технология ДЭМОС). М.: Институт проблем управления, 1998.–63 с.

24. Управляющие системы промышленных роботов./ Под ред. И.М. Макарова, В.А. Чиганова. М.: Машиностроение, 1989. – 286с.

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

1. [http://servomotors.ru/documentation/robot/robot\\_books.html](http://servomotors.ru/documentation/robot/robot_books.html) – Книги по робототехнике:
2. <http://www.scirp.org/Index.aspx> – 200 наиболее он-лайн известных научно-технологических журналов по различным отраслям знаний в открытом доступе.

3. <http://academic.research.microsoft.com/> – поисковик по научным публикациям в «глубоком вебе» с набором дополнительных сервисов от Microsoft, где можно найти около 40 млн. публикаций по всем основным направлениям науки, исследований и инженерно-технологических разработок.
4. <http://scientbook.com/index.php> – российская научно-информационная сеть, включающая платформу для публикаций по всем отраслям науки, а также площадку для научного общения в самом широком смысле слова.
5. <http://www.globalspec.com/> – первый и единственный в мире инженерный поисковик. Ищет в вебе и в «глубоком вебе» данные по продуктам, изделиям, техническим решениям, деталям, расчетам и даже названиям компаний.
6. <http://www.thefreelibrary.com/> - самая большая общедоступная база книг и статей по всем направлениям науки, техники и бизнеса с 1995 года до сегодняшнего дня.
7. <http://worldwidescience.org> – второе рождение самого популярного мультипортала по «Глубокому научно-техническому вебу». Теперь поиск по всем ведущим мировым научно-техническим базам ведется на основе федеративного поиска от компании DeepWeb. Кроме того, поиск по всем базам сразу же переводится на 10 основных языков интернета, включая русский.
8. <http://www.techcast.org/default.aspx> – популярная платформа для прогнозирования и отслеживания тенденций в различных отраслях техники и технологий.
9. <http://www.scirus.com/> – наиболее полный инструмент для поиска научных исследований в интернете. Ищет не только по сайтам, но и по хранилищам данных, по серверам, по архивам научных журналов, университетов и т.п.
10. <http://scholar.google.com/> – научный Google, со всеми его гигантскими достоинствами и определенными маркетинговыми особенностями.
11. <http://www.sciencedirect.com/> – поисковик по научной и технологической информации.
12. <http://elibrary.ru> – электронная научная библиотека российских и зарубежных журналов по всем отраслям науки и техники.
13. <http://www.scitopia.org/scitopia/> – охватывает свыше 3,5 млн. интегрированных научно-технических документов, а также правительственных данных и патентов.
14. <http://isihighlycited.com/> – поисковик знаменитого Thomson Reuters. Позволяет найти конкретных исследователей и разработчиков по отраслям науки, темам, учреждениям и странам.
15. <http://www.techxtra.ac.uk/> – едва ли не лучшая в мире библиотека статей, сайтов, книг по всем основным отраслям науки и техники, включает самые последние исследования и диссертации.
16. <http://www.scinet.cc/> - удобный поисковик по основным направлениям науки и технологий.
17. <https://sci-hub.io/> - поисковик научных публикаций
18. <http://www.twirpx.com/> – библиотека учебной и научной литературы

## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Проведение лекций и лабораторных занятий по дисциплине «Робототехнические системы» осуществляется в специализированной лаборатории УК4 №232 «Лаборатория робототехнических комплексов», при этом в учебном процессе используется следующее обеспечение:

- проектор с переносным экраном;
- система автоматизированного проектирования (CAD) Autodesk Inventor;
- системы инженерного анализа (CAE) корпорации MSC Software;
- наборы датчиков и серводвигателей,
- управляющие контроллеры (Arduino, МИЛАНДР) и одноплатные компьютеры (Raspberry PI, Cubieboard);
- система технического зрения Cognex DVT 545;
- манипуляторы ТН-350, лабораторные 5-степенные роботы НПИ Уралучтех;
- конвейер SCC-900;
- 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);
- среда разработки Microsoft Visual Studio;
- среда разработки и отладки программ промышленного SCARA-робота TSPC;
- среда разработки программ для промышленной системы технического зрения DVT Intellect 1.4.0;
- 7 персональных компьютеров с доступом в сеть Интернет.




## 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