

**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

Богданов В.С.

« 28 » СЕНТЯБРЯ 2016 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
**дисциплины**

Проектирование роботов и робототехнических систем

направление подготовки:

15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных  
производств

Профиль:

Технология машиностроения

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

Очная


**Институт технологического оборудования и машиностроения**

**Кафедра: Технология машиностроения**

Белгород – 2016

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств (уровень бакалавриата), утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации 11 августа 2016 г. №1000
- плана учебного процесса БГТУ им. В.Г. Шухова, введенного в действие в 2016 году по направлению подготовки 15.03.05 – Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств, профиль подготовки 15.03.05-01 – Технология машиностроения

Составитель (составители): д.т.н., проф.  (Рыбак Л.А.)

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

« 08 » сентября 2016 г., протокол № 2

Заведующий кафедрой: д.т.н., проф.  (Дююн Т.А.)

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 28 » сентября 2016 г., протокол № 1

Председатель доцент  (Герасименко В.Б.)

ИР и РТК

1503.05

# 1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Формируемые компетенции		Требования к результатам обучения
№	Код компетенции	
<b>Профессиональные</b>		
1	ПК-19	<p>Способностью осваивать на практике и совершенствовать технологии, системы и средства машиностроительных производств, участвовать в разработке и внедрении оптимальных технологий изготовления машиностроительных изделий, выполнять мероприятия по выбору и эффективному использованию материалов, оборудования, инструментов, технологической оснастки, средств диагностики, автоматизации, алгоритмов и программ выбора и расчетов параметров технологических процессов для их реализации.</p> <p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен</p> <p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- общие сведения о ИР и РТК</li> <li>- основы кинематики и конструирования манипуляторов (М)ИР и РТК</li> <li>- робототехнические комплексы в отраслях промышленности</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- определять кинематическую структуру манипулятора ИР</li> <li>- рассчитывать параметры ИР в составе ГПМ: грузоподъемность, рабочую зону, погрешность позиционирования</li> <li>- выбирать и рассчитывать параметры электропривода для выполнения технологических операций ИР</li> <li>- использовать стандартные средства автоматизации проектирования при проектировании деталей и узлов машиностроительных конструкций</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками рационального выбора типа захватного устройства для выполнения заданных технологических операций</li> <li>- навыками рационального выбора типа электропривода, исходя из требуемой грузоподъемности и минимальных энергетических затрат</li> <li>- навыками рационального выбора способа получения детали с применением РТК</li> </ul>

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Содержание дисциплины основывается и является логическим продолжением следующих дисциплин:

№	Наименование дисциплины (модуля)
1	Математика
2	Информатика
3	Теоретическая механика
4	Теория автоматического управления

Содержание дисциплины служит основой для изучения следующих

дисциплин:

№	Наименование дисциплины (модуля)
1	Компьютерно-технологическая подготовка в машиностроении
2	Основы математического моделирования
3	Планирование и организация эксперимента

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зач. единиц, 108 часов.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 7
Общая трудоемкость дисциплины, час	108	108
<b>Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:</b>	51	51
лекции	17	17
лабораторные	17	17
практические	17	17
<b>Самостоятельная работа студентов, в том числе:</b>	57	57
Курсовой проект		
Курсовая работа		
Расчетно-графическое задания		
Индивидуальное домашнее задание	9	9
<i>Другие виды самостоятельной работы</i>	12	12
Форма промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	36	Экзамен 36

#### 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
Общие сведения о ПР и РТК					
1.1	Общие сведения о ПР и РТК. История развития робототехники. Назначение и классификация роботизированных технологических комплексов. Классификация ПР. Функциональная схема ПР. Применение ПР в промышленности. Роботы первого - четвертого поколений. Технические характеристики ПР.	1	3	3	6,5
	ВСЕГО	1			6,5
Проектирование механизмов манипуляторов					
2.1	Проектирование механизмов последовательной кинематики с несколькими активаторами. Использование решений прямой и обратной задач кинематики для проектных расчетов. Кинематические критерии качества механизмов. Многокритериальная оптимизация геометрических параметров механизмов. Применение решений обратной задачи динамики при проектировании. Многокритериальная оптимизация массогабаритных параметров механизмов.	2	3		4
2.2	Проектирование механизмов параллельной кинематики с несколькими активаторами. Использование решений прямой и обратной задач кинематики для плоских и пространственных структур для проектных расчетов. Кинематические критерии качества механизмов. Многокритериальная оптимизация геометрических параметров механизмов. Применение решений обратной задачи динамики при проектировании. Многокритериальная оптимизация массогабаритных параметров механизмов.	1			0,5
2.3	Проектирование механического звена с одним активатором. Выбор подвижных опор скольжения и качения. Расчет опор. Выбор и расчет ограничителей движения. Выбор и расчет муфт. Многокритериальная оптимизация параметров деталей. Расчет механизмов с запасаемой энергией.	2		1	2
2.4	Жесткостные модели многосвязных механизмов. Статическая жесткостная модель. Динамическая жесткостная модель. Методы выделения конфигураций возможного резонанса. Методы смещения	2	2	3	6

	конфигураций возможного резонанса из рабочих зон. Методы измерения колебаний характерных точек реальных механизмов независимыми регистраторами.				
2.5	Разработка кинематической схемы ПР. Основные этапы разработки. Определение передаточных отношений. Выбор типа передачи и разбивка передаточных отношений. Выбор ДПС. Выбор типа и параметров уравнивающего устройства. Уравнивание пружиной, грузом, пневмоустройством, распределением масс, динамическое. Аккумуляция энергии в приводе.	2	2	2	5
2.6	Определение параметров ПР в составе РТЯ и ГПМ. Определение грузоподъемности, рабочей зоны, погрешности позиционирования. Определение кинематической структуры и типа компоновки. Этапы. Суммарная погрешность. Время цикла. Энергетические затраты в цикле. Оценка конструкции. Коэффициенты совершенства.	2	2	3	6
2.7	Захватные устройства ПР. Технологическая система ПР. Органы технологических движений (ротации, качания, сдвига, досылки). Рабочие органы (захватные, сборочно-захватные, инструменты). Типовые модули. Обобщенная структурная схема механических ЗУ. Расчет механических ЗУ. Расчет электромагнитных и вакуумных ЗУ.	2	2	3	6
2.8	Измерительные роботы. Измерение деталей больших габаритов с использованием ПР. Схемы кинематики. Точность.	0,5	3	3	6,25
2.9	Системы технического зрения в ПР. Состав и структура. Технические средства получения изображения. Предварительная обработка изображения и изучение порогового уровня изображения.	0,5	3		3,25
	ВСЕГО	14	17	17	
<b>Проектирование устройств управления (УУ) роботами</b>					
3.1	Схемотехнический синтез и расчет устройств прямого цифрового управления без обратных связей. Схемотехнический синтез и расчет устройств прямого цифрового управления с обратными связями. Синтез структурно-математических моделей систем управления манипуляторами.	2	3		4
	ВСЕГО	2	3		4
	ВСЕГО	17	17	17	49,5

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

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического (семинарского) занятия	К-во часов	К-во часов СРС
семестр № 7				
1	Общие сведения о ПР и РТК	Выбор базовой компоновки РТК	2	2
2	Основы кинематики и	Разработка схемы материальных потоков	4	4

	конструирования манипуляторов (М)ПР и РТК	и выбор вспомогательных СТО		
3		Проектирование устройств захватных.	2	2
4		Проектирование устройств хранения	2	2
5		Разработка систем управления РТК	3	3
6		Многокритериальное принятие проектных решений по РТК	4	4
Итого:			17	17

### 4.3. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	К-во часов	К-во часов СРС
семестр № 7				
1	Основы кинематики и конструирования манипуляторов (М)ПР и РТК	Изучение основных характеристик и кинематических структур промышленных роботов кафедры	3	3
2		Изучение навесного промышленного робота М10П	3	3
3		Изучение пневматического промышленного робота	2	2
4		Моделирование динамики процесса перекладки руки ПР	2	2
		Исследование точности измерений измерительного робота	3	
5		Разработка циклограммы работы робота	2	2
6	Робототехнические комплексы в отраслях промышленности.	Изучение ПР, построенного по модульному принципу с управлением от ПЭВМ	2	2
Итого:			17	17

## 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	1.1	Основные этапы развития роботов
2		Классификация роботов
3		Понятие манипулятор, промышленный робот (ПР)
4		Состав и структура ПР
5		Отличия ПР и манипулятора
6		Основные классификационные признаки ПР
7		Классификация ПР по степени специализации
8		Три конструктивных исполнения ПР
9		Типы систем управления ПР. Краткие характеристики

		систем
10		Определение и структура роботизированного модуля.
11		Классификация робототехнических систем.
12		Основные функции кинематической схемы манипулятора ПР
13		Показатели кинематической схемы ПР
14		Системы координат манипуляторов ПР
15		Определение рабочей зоны ПР. Формы рабочей зоны
16		Кинематическая структура манипулятора ПР. Принятые обозначения
17	2.1	Определение числа степеней подвижности.
18		Отличие маневренности от мобильности ПР
19		Назначение прямой и обратной задач о положениях манипулятора ПР
20		Характеристика движений ПР
21		Матрицы преобразований координат звеньев манипулятора.
22		Система управления ПР. Основные задачи управления.
23		Системы программного управления ПР: принципы управления, реализуемые в приводах роботов
24		Особенности кинематических схем ПР.
25		Типовые алгоритмы управления следящих систем ПР.
26		Общая структура систем программного управления.
27		Классификация систем управления.
28	2.2	Системы циклового и позиционного управления
29		Системы контурного управления.
30		Системы адаптивного управления ПР.
31		Электромеханический привод Достоинства и недостатки, Структура привода
32	2.3	Основные датчики положения в приводах ПР
33		Формулы, определяющие передаточное отношение к датчику
34		Определение параметров роботов. Основные положения.
35		Типы и характеристики приводов ПР. Требования к приводам. Классификация приводов
36	2.4	Гидравлический и пневматический приводы ПР.
37		Схема возможного положения датчиков положений на кинематической схеме привода. Указать предпочтительное.
38		Технологическая система ПР.
39		Типовые схемы ориентирующих механизмов
40		Определение основных размеров рабочей зоны для разных робототехнических комплексов
41	2.5	Примеры роботизированных технологических комплексов и краткая характеристика работы его подсистем
42		Уравновешивание пружиной, грузом, пневмоустройством
43		Выбор типа и параметров уравновешивающего устройства.
44		Уравновешивание распределением масс
45		Определение погрешности позиционирования робота.
46	2.6	Роботизация подъемно-транспортных систем
47	2.7	Обобщенная структурная схема механических захватных устройств (ЗУ)
48		Классификация механических ЗУ
49	2.8	Компоновочные схемы ПР, технические характеристики
50	2.9	Системы технического зрения в ПР. Состав и структура.



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

Не предусмотрено рабочим планом.

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

Тема РГЗ: – «Проектирование механизма ПР, анализ кинематической структуры и обоснование цикла работы ПР в составе роботизированного модуля».

Целью работы является получение навыков проектирования и анализа работы ПР в составе роботизированного технологического комплекса. При этом решаются следующие задачи: прямая задача о положениях манипулятора; проектирование механизмов приводов для поворота или подъема звеньев М, в том числе и захватных устройств. Приводы должны содержать: планетарные или волновые редукторы, устройства уравнивания и выбора зазора, шарико-винтовые и зубчато-ременные передачи, датчики положения звеньев. В качестве приводов рекомендуется использовать электромеханические приводы с электродвигателями постоянного тока или шаговыми двигателями, электрогидравлические приводы, пневмоприводы. Захватные устройства разнообразных типов: электро-, пневмо-, гидромеханические, вакуумные, электромагнитные и пр. Объем пояснительной записки – не более 20 с. текста, включая схемы и листинги ЭВМ. Объем чертежей – не более одного листа формата А1.

## **5.4. Перечень контрольных работ**

Не предусмотрено рабочим планом.

# **6. ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА**

## **6.1. Перечень основной литературы**

1. Теоретические основы робототехники / А.И.Корендяев, Б.Л. Саламандра, Л.И.Тывес; М: Наука, Кн. 1, - 2006, - 383 с. - ISBN 5-02-034439-7.
2. Основы робототехники: учеб. пособие / В. Л. Конох. - Ростов н/Д.: Феникс, 2008. - 282 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-222-12575-5.

## **6.2. Перечень дополнительной литературы**

1. Промышленные роботы. Кинематика, динамика, контроль и управление: монография / А. Г. Булгаков, В. А. Воробьев. - М.: СОЛОН-Пресс, 2012. - 488 с. - (Библиотека инженера). - ISBN 978-5-91359-013-8
2. Роботизированные производственные комплексы / ред.: Ю. Г. Козырев, А. А. Кудипов. - Москва: Машиностроение, 1987 - 272с.
3. Системы программного управления промышленными установками и робототехническими комплексами: учеб. пособие для вузов / Б. Г. Коровин, Г. И. Прокофьев, Л. Н. Рассудов. - Л.: Энергоатомиздат. Ленингр. отд-ние, 1990. - 352 с.: ил. - ISBN 5-283-04477-7.

## **6.3. Перечень интернет ресурсов**

1. [http:// belfingroup.com](http://belfingroup.com)
2. [http:// fam-robotics.ru](http://fam-robotics.ru)

## **7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

1. Специализированная аудитория для проведения лекционных занятий УК4 №305.
2. Лаборатория мехотроники и робототехники для проведения лабораторных занятий УК4 №325
3. Специализированная лаборатория САПР для проведения практических УК4 №313.
4. Специализированная лаборатория САПР для проведения самостоятельной работы УК4 №313.

## 8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений  
Рабочая программа без изменений утверждена на 2017 /2018 учебный год.  
Протокол № 17 заседания кафедры от «24» 06 2018.

Заведующий кафедрой



Т.А. Дююн

подпись, ФИО

Директор института



В.С. Богданов

подпись, ФИО

## 8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Рабочая программа без изменения утверждена на 2018/2019 учебный год.

Протокол № 11 заседания кафедры от « 16 » 05 2018 г.


Заведующий кафедрой  Дююн Т.А.

Директор института  Латышев С.С.

## 8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений  
Рабочая программа без изменений утверждена на 2019 /2020 учебный год.  
Протокол № 13 заседания кафедры от « 07 » 06 2019 г.

Заведующий кафедрой  (Т.А. Дююн)  
подпись, ФИО

Директор института  (С.С. Латышев)  
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 «25» МАЯ 2020 г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_



Дуюн Т.А.

Директор института \_\_\_\_\_



Латышев С.С.

## 8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений

Рабочая программа без изменений утверждена на 2021/2022 учебный год.

Протокол № 11/1 заседания кафедры от «14» МАЯ 2021 г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Дуюн Т.А.

Директор института \_\_\_\_\_ Латышев С.С.