

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



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

Роботы и робототехнические комплексы

специальность:

15.05.01 Проектирование технологических машин и комплексов

специализация:

15.05.01-10 Проектирование технологических комплексов
механосборочных производств

Квалификация

инженер

Форма обучения

Очная


Институт: Технологического оборудования и машиностроения

Выпускающая кафедра: Технологии машиностроения

Белгород – 2021

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по специальности 15.05.01 «Проектирование технологических машин и комплексов», утвержденное приказом Министерства образования и науки РФ от 28 октября 2016 г. № 1343
- плана учебного процесса БГТУ им. В.Г. Шухова, введенного в действие в 2021 году.

Составитель: д-р. техн. наук, проф.  (Л.А.Рыбак)

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

«14» мая 2021 г. прот. № 11/1

Заведующий кафедрой: д-р. техн. наук, доцент  (Т.А. Дююн)

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

«20» мая 2021 г. прот. № 6/1

Председатель  (Герасименко В.Б.)

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Формируемые компетенции			Требования к результатам обучения
№	Код компетенции	Компетенция	
Профессиональные			
1	ПК-6	Умение использовать стандартные средства автоматизации проектирования при проектировании деталей узлов Машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен</p> <p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - общие сведения о ПР и РТК - основы кинематики и конструирования манипуляторов (М)ПР и РТК - робототехнические комплексы в отраслях промышленности <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - определять кинематическую структуру манипулятора ПР - рассчитывать параметры ПР в составе ГПМ: грузоподъемность, рабочую зону, погрешность позиционирования - выбирать и рассчитывать параметры электропривода для выполнения технологических операций ПР - использовать стандартные средства автоматизации проектирования при проектировании деталей и узлов машиностроительных конструкций <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками рационального выбора типа захватного устройства для выполнения заданных технологических операций - навыками рационального выбора типа электропривода, исходя из требуемой грузоподъемности и минимальных энергетических затрат - навыками рационального выбора способа получения детали с применением РТК

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Содержание дисциплины основывается и является логическим продолжением следующих дисциплин:

№	Наименование дисциплины (модуля)
1	Математика
2	Информационные системы
3	Теоретическая механика

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 8
Общая трудоемкость дисциплины, час	108	108
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	53	53
лекции	17	17
лабораторные	17	17
практические	17	17
Самостоятельная работа студентов, в том числе:	55	55
Курсовой проект		
Курсовая работа		
Расчетно-графическое задания		
Индивидуальное домашнее задание		
<i>Другие виды самостоятельной работы</i>		
Форма промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	зачет	зачет

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Наименование тем, их содержание и объем

Курс 4 Семестр 8

№ 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 1		2 2	4 4
Основы кинематики и конструирования манипуляторов (М) ПР и РТК					
2.1	Основы кинематики и конструкции манипуляторов ПР. Кинематическая структура манипуляторов (М) ПР. Системы координат. Матричные методы в исследовании кинематики М. Параллельный перенос и вращение осей. Системы осей. Выбор и преобразование. Прямая задача о положении М. Обратная задача о положении М	2	3	4	4
2.2	Приводы ПР. Общие сведения. Рабочие нагрузки в М. Индивидуальный и групповой привод. Требования к приводам. Классификация приводов. Замкнутый, разомкнутый. Основные характеристики.	1	3		5
2.3	Электрический привод Достоинства и недостатки. Структура. Двигатели. Шаговый привод. Характеристики. Датчики обратной связи по положению в ПР. Основные характеристики. Место установки. Фазовые сопротивления, оптические ДОС. Основы выбора ДОС и расчёта привода с ДПТ.	2			4
2.4	Гидравлический и пневматический приводы ПР. Пневмопривод. Схемы пневмоприводов с цикловой и позиционной системой управления. Торможение в конце хода. Гидропривод. Гидроусилители в ПР. Основы расчёта и выбора.	2	2	2	4
2.5	Разработка кинематической схемы ПР. Основные этапы разработки. Определение передаточных отношений. Выбор типа передачи и разбивка передаточных отношений. Выбор ДОС. Выбор типа и параметров уравнивающего устройства. Уравнивание пружины, грузом,	2	2		5

	пневмоустройством, распределением масс, динамическое. Аккумуляция энергии в приводе.				
2.6	Определение параметров ПР в составе РТЯ и ГПМ. Определение грузоподъёмности, рабочей зоны, погрешности позиционирования. Определение кинематической структуры и типа компоновки. Этапы. Суммарная погрешность. Время цикла. Энергетические затраты в цикле. Оценка конструкции. Коэффициенты совершенства.	2		3	4
2.7	Захватные устройства ПР. Технологическая система ПР. Органы технологических движений (ротации, качания, сдвига, досылки). Рабочие органы (захватные, сборочно-захватные, инструменты). Типовые модули. Обобщённая структурная схема механических ЗУ. Расчёт механических ЗУ. Расчёт электромагнитных и вакуумных ЗУ.	2		4	4
2.8	Измерительные роботы. Измерение деталей больших габаритов с использованием ПР. Схемы кинематики. Точность.	0,5	3		4
2.9	Системы технического зрения в ПР. Состав и структура. Технические средства получения изображения. Предварительная обработка изображения и изучение порогового уровня изображения.	0,5	2		4
Робототехнические комплексы в отраслях промышленности.					
3.1	Роботизированные технологические комплексы в отраслях промышленности. РТК на базе металлорежущего оборудования. РТК сварки, литейного, кузнечно-прессового оборудования. РТК в строительстве. Основы эксплуатации РТК.	2	2		4
	ВСЕГО	2	2		4
	ВСЕГО	17	17	17	55

4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического (семинарского) занятия	К-во часов	К-во часов СРС
семестр № 8				
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
5		Исследование точности измерений измерительного робота	3	3
6		Разработка циклограммы работы робота	2	2
7	Робототехнические	Изучение ПР, построенного по	2	2

	комплексы в отраслях промышленности.	модульному принципу с управлением от ПЭВМ		
			ИТОГО:	17 17

4.3. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	К-во часов	К-во часов СРС
семестр № 8				
1	Общие сведения о ПР и РТК	Составление кинематической структуры промышленного робота	2	2
2	Основы кинематики и конструирования манипуляторов (М)ПР и РТК	Исследование кинематики промышленного робота. Решение прямой задачи о положениях	4	4
3		Исследование электрического привода промышленного робота	2	2
4		Исследование пневматического привода промышленного робота	2	2
5		Исследование точности позиционирования промышленного робота	3	3
6		Исследование параметров захватных устройств промышленного робота	4	4
			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	Общие сведения о ПР и РТК	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	Основы кинематики и конструирования манипуляторов (М)ПР и РТК	Системы координат манипуляторов ПР	
15		Определение рабочей зоны ПР. Формы рабочей зоны	
16		Кинематическая структура манипулятора ПР. Принятые обозначения	
17		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		Системы циклового и позиционного управления	
29		Системы контурного управления.	
30		Системы адаптивного управления ПР.	
31		Электромеханический привод Достоинства и недостатки. Структура привода	
32		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		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		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		Роботизация подъемно-транспортных систем	
47		Обобщённая структурная схема механических захватных устройств (ЗУ)	
48		Классификация механических ЗУ	
49		Компоновочные схемы ПР, технические характеристики	
50		Системы технического зрения в ПР. Состав и структура.	
51		Робототехнические комплексы в отраслях промышленности	Роботизированные технологические комплексы в отраслях промышленности

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. Автоматизированный электропривод станков и промышленных роботов: учебник для вузов / О. П. Михайлов. - Москва: Машиностроение, 1990. - 304 с.
2. Промышленные роботы: справочник / Ю. Г. Козырев. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва: Машиностроение, 1988. - 392 с.
3. Роботизированные технологические комплексы в ГПС / Н. М. Довбня, А. Н. Кондратьев, Е. И. Юревич. - Л.: Машиностроение, 1990. - 303 с.

6.2. Перечень дополнительной литературы

1. Промышленные роботы в машиностроении. Под ред. Соломенцева Ю.М. – М.: Машиностроение, 1987, - 284 с.
2. Афонин В.Л. Интеллектуальные робототехнические системы. Курс лекций, учеб.пособие/ В.Л.Афонин, В.А.Макушкин. -М.: Интернет-Ун-т Информ. Технологий, 2005-208 с.: ил., табл.- ISBN 5-9556-0024-8.
3. Теоретические основы робототехники / А.И. Корендясев, Б.Л. Саламандра, Л.И. Тывес ; подред.С.М.Каплунова.-М.:Наука,2006-. Кн. 2. - 2006. - 376 с. - ISBN 5-02-034445-1
4. Егоров О.Д. Механика и конструирование роботов: учебник /О.Д.Егоров. – М.: Изд-во «Станкин», 1997, - 510 с.: ил. – ISBN 5-7028-0063-х.

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 лаборатория кафедры «Технология машиностроения»
2. ПР моделей ТУР-10К, М10П, М20П, АПР-5, Электроника НЦ-31, учебный робот УПРМ, РТЯ на базе станка 16К20Ф3
3. Компьютерный класс – ауд. 313-МО
4. Компьютерный видеофильм – презентация «Роботы»
5. Расчетная компьютерная программа MathCAD
6. Электронные версии методических указаний