

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


Латышев С.С.

« 20 » МАЯ 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ РОБОТОВ И РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ
СИСТЕМ**

Направление подготовки:

15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение
машиностроительных производств

Направленность образовательной программы:

Технология машиностроения

Квалификация:

Бакалавр

Форма обучения

Очная

Институт: Технологического оборудования и машиностроения

Кафедра: Технологии машиностроения

Белгород 2021


Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств (уровень бакалавриата), утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от «17» августа 2020 г. № 1044
- учебного плана, утвержденного ученым советом БГТУ им. В.Г. Шухова в 2021 году.

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

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

« 14 » мая 2021 г., протокол № 11/1

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

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 20 » МАЯ 2021 г., протокол № 6/1

Председатель: доцент  (В.Б.Герасименко)

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Категория (группа) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине
Профессиональные компетенции	ПК-3. Способен разрабатывать технологические процессы изготовления деталей машиностроения низкой сложности.	ПК-3.8. Выбирает технологическое оборудование, необходимое для реализации разработанных технологических процессов изготовления деталей машиностроения низкой сложности.	<p>Знать: общие сведения о ПР и РТК; основы кинематики и конструирования манипуляторов (М) ПР и РТК; робототехнические комплексы в отраслях промышленности;</p> <p>Уметь: 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> <p>Владеть: 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.</p>

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1. Компетенция ПК-3. Способен разрабатывать технологические процессы изготовления деталей машиностроения низкой сложности.

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Технологическое оборудование
2	Процессы и операции формообразования
3	Режущий инструмент
4	Основы технологии машиностроения
5	Технологическая оснастка
6	Технология машиностроения

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Форма промежуточной аттестации зачет
(экзамен, дифференцированный зачет, зачет)

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 7
Общая трудоемкость дисциплины, час	108	108
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	54	54
лекции	34	34
лабораторные	17	17
практические	-	-
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации	3	3
Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:	54	54
Курсовой проект	-	-
Курсовая работа	-	-
Расчетно-графическое задание	18	18
Индивидуальное домашнее задание	-	-
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	36	36
Экзамен	-	-

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 на подготовку к аудиторным занятиям
1. Общие сведения о ПР и РТК					
	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.	2			4
2. Проектирование механизмов манипуляторов					
	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.	3		3	5
	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.	3		3	5
	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.	3		2	5
	Жесткостные модели многосвязных механизмов. Статическая жесткостная модель. Динамическая жесткостная модель. Методы выделения конфигураций возможного резонанса. Методы смещения	3		2	5

	конфигураций возможного резонанса из рабочих зон. Методы измерения колебаний характерных точек реальных механизмов независимыми регистраторами.				
	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 пружиной, грузом, пневмоустройством, распределением масс, динамическое. Аккумулирование энергии в приводе.	3			5
	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.	3			5
	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. Расчёт механических ЗУ. Расчёт электромагнитных и вакуумных ЗУ.	3			5
	Измерительные роботы. Измерение деталей больших габаритов с использованием ПР. Схемы кинематики. Точность.	3		3	5
	Системы технического зрения в ПР. Состав и структура. Технические средства получения изображения. Предварительная обработка изображения и изучение порогового уровня изображения.	4			5
3. Проектирование устройств управления (УУ) роботами					
	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.	4		4	5
	ВСЕГО	34		17	54

4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

Не предусмотрено учебным планом

4.3. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	К-во часов	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
семестр № 7				
1	Проектирование механизмов манипуляторов	Изучение основных характеристик и кинематических структур промышленных роботов кафедры	3	2
2		Изучение навесного промышленного	3	2
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	Проектирование устройств управления (УУ) роботами	Разработка циклограммы работы робота	4	3
ИТОГО:			17	14

4.4. Содержание курсового проекта/работы

Не предусмотрено учебным планом

4.5. Содержание расчетно-графического задания.

Расчетно-графическое задание (РГЗ) выполняется в соответствии с учебным планом на 4 курсе, в 7 семестре. Объем самостоятельной работы студента – 18 часов.

Темой РГЗ является «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 подъёма звеньев М, в том числе и захватных устройств. Приводы должны содержать: планетарные или волновые редукторы, устройства уравнивания и выбора зазора, шариковые 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.

Содержание РГЗ

В РГЗ разрабатывается и оформляется расчетно-пояснительная записка (15 – 20) стр. и графические материалы не более одного листа формата А1.

Содержание и оформление расчетно-пояснительной записки (РПЗ).

РПЗ оформляется в строгом соответствии с нормами и требованиями ЕСКТД и с учетом требований патентного законодательства РФ для оформления заявочных материалов и содержит:

- титульный лист,
- содержание,
- введение,
- основная часть
- заключение
- список использованных источников.

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1. Реализация компетенций

1 Компетенция ПК-3. Способен использовать современные информационные технологии, прикладные программные средства при решении задач профессиональной деятельности

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-3.8. Выбирает технологическое оборудование, необходимое для реализации разработанных технологических процессов изготовления деталей машиностроения низкой сложности.	зачет, защита лабораторной работы, устный опрос, защита РГЗ

5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

Не предусмотрены учебным планом

5.2.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий) для экзамена / дифференцированного зачета / зачета

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	История развития робототехники	Возникновение и развитие современной робототехники
2	Устройство роботов	Состав, параметры и классификация роботов. Манипуляционные системы. Рабочие органы манипуляторов. Системы передвижения мобильных роботов. Сенсорные системы.
3	Приводы роботов	Классификация приводов. Пневматические приводы. Гидравлические приводы. Электрические приводы. Микроприводы.
4	Математическое описание роботов	Математическое описание приводов. Математическое описание манипулятора с приводами.
5	Дискретное позиционное программное управление роботами	Особенности дискретного позиционного управления. Дискретное позиционное управление отдельным приводом.
6	Непрерывное программное управление роботам	Особенности непрерывного (контурного) управления роботами.
7	Применение промышленных роботов на	Классификация технологических комплексов с роботами на основных технологических операциях. Сборочные робототехнические комплексы. Сварочные

	основных технологических операциях	робототехнические комплексы. Робототехнические комплексы для нанесения покрытий
8	Применение промышленных роботов на вспомогательных операциях	Классификация роботизированных технологических комплексов. Роботизированные технологические комплексы механообработки. Роботизированные технологические комплексы холодной штамповки.

5.2.2. Перечень контрольных материалов для защиты курсового проекта/ курсовой работы

Не предусмотрено учебным планом

5.3. Типовые контрольные задания (материалы) для текущего контроля в семестре

Не предусмотрены учебным планом

5.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

При промежуточной аттестации в форме зачета используется следующая шкала оценивания: зачтено, не зачтено.

Критериями оценивания достижений показателей являются:

Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине	Критерий оценивания
Знания	Знать общие сведения о ПР и РТК; основы кинематики и конструирования манипуляторов (М) ПР и РТК; робототехнические комплексы в отраслях промышленности.
Умения	Уметь 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.
Навыки	Владеть 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.

Оценка преподавателем выставляется интегрально с учётом всех показателей и критериев оценивания.

Оценка сформированности компетенций по показателю *Знания*.

Критерий	Уровень освоения и оценка
----------	---------------------------

	Зачтено	Не зачтено
Знание терминов, определений, понятий	Знает общие сведения о ПР и РТК	Не знает общие сведения о ПР и РТК
Знание основных закономерностей, соотношений, принципов	Знает основы кинематики и конструирования манипуляторов (М) ПР и РТК	Не знает основы кинематики и конструирования манипуляторов (М) ПР и РТК
Объем освоенного материала	Обладает твердым и полным знанием материала дисциплины, владеет дополнительными знаниями	Не знает значительной части материала дисциплины
Полнота ответов на вопросы	Дает полные, развернутые ответы на поставленные вопросы	Не дает ответы на большинство вопросов
Четкость изложения и интерпретации знаний	Излагает знания в логической последовательности, самостоятельно их интерпретируя и анализируя	Излагает знания без логической последовательности
	Выполняет поясняющие рисунки и схемы точно и аккуратно, раскрывая полноту усвоенных знаний	Не иллюстрирует изложение поясняющими схемами, рисунками и примерами
	Грамотно и точно излагает знания, делает самостоятельные выводы	Неверно излагает и интерпретирует знания

Оценка сформированности компетенций по показателю *Умения*

Критерий	Уровень освоения и оценка	
	Не зачтено	Зачтено
Уметь определять кинематическую структуру манипулятора ПР	Не умеет определять кинематическую структуру манипулятора ПР	Грамотно и безошибочно определяет кинематическую структуру манипулятора ПР
Умение рассчитывать параметры ПР в составе ГПМ: грузоподъемность, рабочую зону, погрешность позиционирования; выбирать и рассчитывать параметры электропривода для выполнения технологических операций ПР	Не умеет рассчитывать параметры ПР в составе ГПМ: грузоподъемность, рабочую зону, погрешность позиционирования; выбирать и рассчитывать параметры электропривода для выполнения технологических операций ПР	Умеет рассчитывать параметры ПР в составе ГПМ: грузоподъемность, рабочую зону, погрешность позиционирования; выбирать и рассчитывать параметры электропривода для выполнения технологических операций ПР
Умение использовать стандартные средства автоматизации проектирования при проектировании деталей и узлов машиностроительных конструкций	Не умеет использовать стандартные средства автоматизации проектирования при проектировании деталей и узлов машиностроительных конструкций	Не допускает ошибок при использовании стандартных средств автоматизации проектирования при проектировании деталей и узлов машиностроительных конструкций

Оценка сформированности компетенций по показателю *Навыки*

Критерий	Уровень освоения и оценка	
	Не зачтено	Зачтено
Владение навыками рационального выбора типа захватного устройства для выполнения заданных технологических операций	Не обладает навыками рационального выбора типа захватного устройства для выполнения заданных технологических операций	Владеет навыками рационального выбора типа захватного устройства для выполнения заданных технологических операций
Владеть навыками рационального выбора типа электропривода, исходя из требуемой грузоподъемности и минимальных энергетических затрат	Не владеет навыками выбора необходимых параметров управляющих устройств, определение устойчивости систем управления по алгебраическим и частотным графоаналитическим критериям	Владеет навыками выбора необходимых параметров управляющих устройств, определение устойчивости систем управления по алгебраическим и частотным графоаналитическим критериям
Владение навыками рационального выбора способа получения детали с применением РТК.	Не может рационально выбирать способ получения детали с применением РТК.	Самостоятельно выбирает способ получения детали с применением РТК.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Материально-техническое обеспечение

№	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	Учебная аудитория УК4, №305.	Специализированная мебель. Мультимедийный проектор, переносной экран, ноутбук.
2	Специализированная лаборатория САПР для проведения практических занятий, выполнения РГЗ. УК№4, №313.	Специализированная мебель, персональные компьютеры, проектор.

6.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

№	Перечень лицензионного программного обеспечения.	Реквизиты подтверждающего документа
1	Windows 10 Pro	Подписка MicrosoftImaginePremiumid: 6f22ecb4-6882-420b-a39b-afba0ace820c. Срок действия до 01.05.2019.
2	MicrosoftOffice 2016	Соглашение №V6328633. Срок действия до 31.10.2020
3	Учебный комплект КОМПАС-3D V18	Лицензионное соглашение МЦ-19-00059 от 13.11. 2018

6.3. Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов

1. Теоретические основы робототехники / А.И.Корендясев, 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. Конюх. - Ростов н/Д.: Феникс, 2008. - 282 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-222-12575-5.

3. 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

4. Роботизированные производственные комплексы / ред.: Ю. Г. Козырев, А. А. Кудинов. - Москва: Машиностроение, 1987 -272с.

5. 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.

6.4. Перечень интернет ресурсов, профессиональных баз данных, информационно-справочных систем

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

7. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Рабочая программа утверждена на 2021/2022 учебный год
без изменений

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

Заведующий кафедрой _____
подпись, ФИО

Директор института _____
подпись, ФИО

7. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ¹

Рабочая программа утверждена на 20____ /20____ учебный год
без изменений / с изменениями, дополнениями²

Протокол № _____ заседания кафедры от « ____ » _____ 20__ г.

Заведующий кафедрой _____
подпись, ФИО

Директор института _____
подпись, ФИО

¹ Заполняется каждый учебный год на отдельных листах

² Нужно подчеркнуть