

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 технологического
оборудования и машиностроения


С.С.Латышев

«28» апреля 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

Роботы и робототехнические комплексы

направление подготовки:

15.03.01 Машиностроение

Направленность образовательной программы:

Технологии, оборудование и автоматизация
машиностроительных производств

Квалификация

бакалавр

Форма обучения

Очная

Институт: Технологического оборудования и машиностроения

Выпускающая кафедра: Технологии машиностроения

Белгород – 2022

Рабочая программа составлена на основании требований:


▪ Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению 15.03.01 «Машиностроение», утвержденное приказом Министерства образования и науки РФ от 09 августа 2021 г. № 727

▪ плана учебного процесса БГТУ им. В.Г. Шухова, введенного в действие в 2022 году.

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

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

«22» апреля 2022 г. прот. № 9

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

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

«28» апреля 2022 г. прот. № 9

Председатель  (Горшков П.С.)

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-9. Способен осуществлять расчеты по определению потребности в средствах автоматизации и механизации технологических, подъемно-транспортных и погрузочно-разгрузочных операций (проектно-конструкторский)	<p>ПК-9.1 Рассчитывает необходимое количество средств автоматизации и механизации и разрабатывает план их размещения, определяет состав и количество работающих при использовании средств автоматизации и механизации технологических процессов</p> <p>ПК-9.2 Выбирает модели средств автоматизации и механизации технологических, подъемно-транспортных, погрузочно-разгрузочных операций, назначает к ним требования, оформляет техническое задание на их создание</p> <p>ПК-9.3 Выполняет технико-экономические расчеты по эффективности внедрения средств автоматизации и механизации технологических, подъемно-транспортных, погрузочно-разгрузочных операций машиностроения низкой сложности.</p>	<p>Знать: общие сведения о ПР и РТК; основы кинематики и конструирования манипуляторов 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-9. Способен осуществлять расчеты по определению потребности в средствах автоматизации и механизации технологических, подъемно-транспортных и погрузочно-разгрузочных операций (проектно-конструкторский).

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Автоматизация производственных процессов
2	Государственная итоговая аттестация

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. История развития робототехники					
	Возникновение и развитие современной робототехники	1			3
2. Устройство роботов					
	Состав, параметры и классификация роботов. Манипуляционные системы. Рабочие органы манипуляторов. Системы передвижения мобильных роботов. Сенсорные системы.	2		9	6
3. Приводы роботов					
	Классификация приводов. Пневматические приводы. Гидравлические приводы. Электрические приводы. Микроприводы.	3			5
4. Математическое описание роботов					
	Математическое описание приводов. Математическое описание манипулятора с приводами.	2		4	5
5. Дискретное позиционное программное управление роботами					
	Особенности дискретного позиционного управления. Дискретное позиционное управление отдельным приводом.	2		4	5
6. Непрерывное программное управление роботами					
	Особенности непрерывного (контурного) управления роботами.	2			4
7. Применение промышленных роботов на основных технологических операциях					
	Классификация технологических комплексов с роботами на основных технологических операциях. Сборочные робототехнические комплексы. Сварочные робототехнические комплексы. Робототехнические комплексы для нанесения покрытий	3			4
8. Применение промышленных роботов на вспомогательных операциях					
	Классификация роботизированных технологических комплексов. Роботизированные технологические комплексы механообработки. Роботизированные технологические комплексы холодной штамповки.	2			4
	ВСЕГО	34		17	36

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	Устройство роботов	Составление кинематической структуры манипулятора промышленного робота	3	2
2		Исследование кинематики манипулятора промышленного робота. Прямая задача о положениях манипулятора	6	2
3	Дискретное позиционное программное управление роботами	Исследование погрешности позиционирования промышленного робота	4	2
4	Математическое описание роботов	Изучение пневматической схемы и исследование динамических характеристик привода промышленного робота	4	2
ИТОГО:			17	8

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 «Расчет прямой задачи о положениях»

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, 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-9. Способен осуществлять расчеты по определению потребности в средствах автоматизации и механизации технологических, подъемно-транспортных и погрузочно-разгрузочных операций (проектно-конструкторский)

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
<p>ПК-9.1 Рассчитывает необходимое количество средств автоматизации и механизации и разрабатывает план их размещения, определяет состав и количество работающих при использовании средств автоматизации и механизации технологических процессов</p> <p>ПК-9.2 Выбирает модели средств автоматизации и механизации технологических, подъемно-транспортных, погрузочно-разгрузочных операций, назначает к ним требования, оформляет техническое задание на их создание</p> <p>ПК-9.3 Выполняет технико-экономические расчеты по эффективности внедрения средств автоматизации и механизации технологических, подъемно-транспортных, погрузочно-разгрузочных операций машиностроения низкой сложности.</p>	<p>зачет, защита лабораторной работы, устный опрос, защита РГЗ</p>

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 основных технологических операциях	Классификация технологических комплексов с роботами на основных технологических операциях. Сборочные робототехнические комплексы. Сварочные 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	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

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. Жуков Е.М., Бондаренко В.Н., Гринек А.В. роботы и робототехнические комплексы. Методические указания. - Белгород: Изд-во БГТУ, 2009. – 57 с.
2. Решение прямой задачи о положениях. Методические указания. - Белгород: Изд-во БГТУ, 2009. – 80 с.
3. Теоретические основы робототехники / А.И.Корендясев, Б.Л. Саламандра, Л.И.Тывес; М: Наука, Кн. 1. - 2006. - 383 с. - ISBN 5-02-034439-7.
4. Основы робототехники: учеб. пособие / В. Л. Конюх. - Ростов н/Д: Феникс, 2008. - 282 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-222-12575-5.
5. 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

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)