

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

СОГЛАСОВАНО
Директор института магистратуры

И.В.Ярмоленко
« 20 » МАЯ 2021 г.

УТВЕРЖДАЮ
Директор института

С.С.Латышев
« 20 » МАЯ 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины

РОБОТИЗАЦИЯ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Направление подготовки:

15.04.05 Конструкторско-технологическое обеспечение
машиностроительных производств

Направленность образовательной программы:

Технология машиностроения

Квалификация:

Магистр

Форма обучения

Очно-заочная

Институт: Технологического оборудования и машиностроения

Кафедра: Технологии машиностроения

Белгород 2021


Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования 15.04.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от «17» августа 2020 г. № 1046
- 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 осуществлять контроль технологических процессов производства деталей машиностроения низкой сложности и управление ими.	ПК-3.6. Разрабатывает и внедряет эффективные технологии изготовления машиностроительных изделий, участвует в проектировании, модернизации и автоматизации действующих и новых машиностроительных производств различного назначения	<p>Знать: способы моделирования процессов в роботах и робототехнических системах и в их частях; методы оптимального проектирования изделий робототехники; способы отыскания лучших проектных решений и их проверки; алгоритмы расчета изделий робототехники и их элементов;</p> <p>Уметь: пользоваться системами отечественной и международной нормативной документации в области проектирования изделий робототехники; рассчитывать основные компоненты, узлы роботов и робототехнических систем в ручном и автоматизированном режимах; методикой проектирования роботов и робототехнических систем;</p> <p>Владеть: навыками применения на практике способов моделирования процессов в роботах и робототехнических системах и в их составных частях; навыками практического использования методов оптимального проектирования изделий робототехники.</p>

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1. Компетенция ПК-3. Способен осуществлять контроль технологических процессов производства деталей машиностроения низкой сложности и управление ими.

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Информационно-диагностические системы машиностроительного производства
2	Надежность и диагностика технологических систем

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зач. единиц, 144 часов.

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

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 4
Общая трудоемкость дисциплины, час	144	144
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	51	51
лекции	34	34
лабораторные	17	17
практические	-	-
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации	-	-
Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:	93	93
Курсовой проект	-	-
Курсовая работа	-	-
Расчетно-графическое задание	18	18
Индивидуальное домашнее задание	-	-
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	55	55
Экзамен	-	-

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Наименование тем, их содержание и объем Курс 1 Семестр 2

№ 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. Роботизированные технологические комплексы, как объекты проектирования					
1.1	Особенности проектирования РТК, как системы производственных машин. РТК как элемент гибкой производственной системы. Структура РТК. Основные элементы РТК. Критерии качества РТК	1			2
1.2	РТК механообрабатывающих производств. Функции роботов в РТК механообрабатывающих производств. Основные роботизируемые технологические операции. Особенности роботизации механообрабатывающих производств. Средства автоматизации механообрабатывающих производств. Типовые структуры РТК механообрабатывающих производств	1		2	5
1.3	РТК термообработки. Функции роботов в РТК термообработки. Основные роботизируемые технологические операции термообработки. Особенности роботизации термообработки. Средства автоматизации термообработки. Типовые структуры РТК термообработки.	1			3
1.4	РТК гидрорезки и гидроабразивной обработки. Функции роботов. Основные роботизируемые технологические операции. Особенности роботизации. Средства автоматизации. Типовые структуры РТК. РТК лазерной обработки. Функции роботов, роботизируемые операции, средства автоматизации, типовые структуры	1			3
1.5	РТК сборки. Функции роботов в РТК сборки. Основные роботизируемые технологические операции сборки. Особенности роботизации сборки. Средства автоматизации сборки. Типовые структуры РТК сборки. РТК измерений	1		3	6
2. Синтез роботизированной системы производственных машин					
2.1	Общий алгоритм проектирования РТК. Анализ исходных данных и технических требований к РТК. Формирование критериев качества РТК. Методика многокритериальной оптимизации проектов РТК	2		3	6
2.2	Выбор и согласование основных средств технологического оснащения (СТО) РТК. Выбор систем координат, и разработка аппроксимированных	2			4

	компоновочных схем СТО и РТК в целом. Пространственное моделирование РТК, планировки РТК				
2.3	Проектирование схем и выбор средств обеспечения материального и информационных потоков на границах РТК с внешним миром. Выбор и привязка типовых проектных решений по РТК. Частные технические задания и технические задания в смежных частях проекта материального и информационных потоков на границах РТК с внешним миром. Выбор и привязка типовых проектных решений по РТК. Частные технические задания и технические задания в смежных частях проекта	2	3		7
2.4	Базовые компоновки РТК. Способы и критерии сравнения вариантов базовых компоновок. Схемы движений материальных потоков РТК. Выбор вспомогательных СТО. Компоновка СТО РТК	2			4
2.5	Оптимизация проекта РТК. Оптимизация компоновок. Оптимизация выбора СТО. Интеграция функций и средств СТО	2			4
2.6	Рабочие органы роботов. Захваты. Оснастка для основных технологических операций роботов. Схема состава ТЗ на оснастку. Основные проектные расчеты. Типовые компоновочные решения	2			4
2.7	Средства фиксации и ориентации. Схема состава ТЗ на устройства фиксации и ориентации. Основные проектные расчеты. Типовые компоновочные решения	2			4
2.8	Особенности проектирования магазинных и бункерных устройств хранения. Основные проектные расчеты. Типовые компоновочные решения	2			4
2.9	Роботизированные транспортные средства. Схема состава ТЗ на транспортные средства РТК. Особенности проектирования роботизированных транспортных средств. Основные проектные расчеты. Типовые компоновочные решения	2			4
3. Проектирование автоматизированной системы управления РТК (АСУ РТК)					
3.1	Схемы проектных работ по АСУ РТК. Частное ТЗ на АСУ РТК. Функциональная структура АСУ РТК. Выбор архитектуры АСУ РТК. Информационная структура АСУ РТК	2	3		6
3.2	Постановка задач математического обеспечения РТК. Методы решения задач оптимального планирования. Разработка алгоритмического обеспечения РТК	2			4
3.3	Разработка общего программного обеспечения РТК. Выбор операционных систем АСУ РТК. Выбор языков программирования АСУ РТК	2	3		7
3.4	Разработка структуры функциональных блоков комплекса технических средств АСУ РТК. Выбор технических средств АСУ РТК. Методы оптимального выбора технических средств АСУ РТК. Компоновка технических средств АСУ РТК. Проектирование интерфейсов	2			4
4. Финишная стадия создания робототехнических систем					
	Моделирование системы в целом. Выпуск проектной	3			7

	<p>документации. Разработка организационного обеспечения робототехнической системы. Документация организационного обеспечения. Методы обслуживания АСУ РТК. Опытнo-промышленная эксплуатация РТК. Испытания РТК и сдача в промышленную эксплуатацию</p>				
	ВСЕГО	34		17	93

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 № 2				
1	Роботизированные технологические комплексы, как объекты проектирования	Изучение кинематики скоростных характеристик и систем координат робота	2	6
2		Изучение программного обеспечения для управления роботом «Омега»	3	6
3	Синтез роботизированной системы производственных машин	Наладка и программирование робота «Омега»	3	6
4		Изучение работы шагового электропривода, программирование робота для транспортировки деталей	3	6
5	Проектирование автоматизированной системы управления РТК (АСУ РТК)	Программирование робота для выполнение сборочных операций	3	6
6		Определение точности позиционирования захватного устройства в направлении Z, X, Y	3	6
ИТОГО:			17	36

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 1 курсе, во 2 семестре. Объем самостоятельной работы студента – 18 часов.

Темой РГЗ является «Выбор и расчет привода механизма манипулятора»

Курсовая работа предполагает разработку робота с тремя степенями подвижности заданного служебного назначения в составе роботизированного модуля и устройства числового программного управления.

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, 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. Разработка системы управления роботом должна включать разработку алгоритмического и программного для ПЛК базе контролера SIMATIC S7-200, среда разработки STEP, выполнение схем разводки соединений для ПЛК. Объем пояснительной записки – не более 20 с. текста, принципиальные и релейно-контактные схемы и листинги ЭВМ. Объем чертежей – не более двух листов формата А1.

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 осуществлять контроль технологических процессов производства деталей машиностроения низкой сложности и управление ими.

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-3.6. Разрабатывает и внедряет эффективные технологии изготовления машиностроительных изделий, участвует в проектировании, модернизации и автоматизации действующих и новых машиностроительных производств различного назначения	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	Роботизированные технологические комплексы, как объекты проектирования	Особенности проектирования РТК, как системы производственных машин. РТК как элемент гибкой производственной системы. Структура РТК. Основные элементы РТК. Критерии качества РТК. РТК механообрабатывающих производств. Функции роботов в РТК механообрабатывающих производств. Основные роботизируемые технологические операции. Особенности роботизации механообрабатывающих производств. Средства автоматизации механообрабатывающих производств. Типовые структуры РТК механообрабатывающих производств. РТК термообработки. Функции роботов в РТК термообработки. Основные роботизируемые технологические операции термообработки. Особенности роботизации термообработки. Средства автоматизации термообработки. Типовые структуры РТК термообработки. РТК гидрорезки и гидроабразивной обработки. Функции роботов. Основные роботизируемые технологические операции. Особенности роботизации. Средства автоматизации. Типовые структуры РТК. РТК лазерной обработки. Функции роботов, роботизируемые операции, средства автоматизации, типовые структуры. РТК сборки. Функции роботов в РТК сборки. Основные роботизируемые

		технологические операции сборки. Особенности роботизации сборки. Средства автоматизации сборки. Типовые структуры РТК сборки. РТК измерений
2	Синтез роботизированной системы производственных машин	Общий алгоритм проектирования РТК. Анализ исходных данных и технических требований к РТК. Формирование критериев качества РТК. Методика многокритериальной оптимизации проектов РТК. Выбор и согласование основных средств технологического оснащения (СТО) РТК. Выбор систем координат, и разработка аппроксимированных компоновочных схем СТО и РТК в целом. Пространственное моделирование РТК, планировки РТК. Проектирование схем и выбор средств обеспечения материального и информационных потоков на границах РТК с внешним миром. Выбор и привязка типовых проектных решений по РТК. Частные технические задания и технические задания в смежных частях проекта материального и информационных потоков на границах РТК с внешним миром. Выбор и привязка типовых проектных решений по РТК. Частные технические задания и технические задания в смежных частях проекта. Базовые компоновки РТК. Способы и критерии сравнения вариантов базовых компоновок. Схемы движений материальных потоков РТК. Выбор вспомогательных СТО. Компоновка СТО РТК. Оптимизация проекта РТК. Оптимизация компоновок. Оптимизация выбора СТО. Интеграция функций и средств СТО. Рабочие органы роботов. Захваты. Оснастка для основных технологических операций роботов. Схема состава ТЗ на оснастку. Основные проектные расчеты. Типовые компоновочные решения. Средства фиксации и ориентации. Схема состава ТЗ на устройства фиксации и ориентации. Основные проектные расчеты. Типовые компоновочные решения. Особенности проектирования магазинных и бункерных устройств хранения. Основные проектные расчеты. Типовые компоновочные решения. Роботизированные транспортные средства. Схема состава ТЗ на транспортные средства РТК. Особенности проектирования роботизированных транспортных средств. Основные проектные расчеты. Типовые компоновочные решения.
3	Проектирование автоматизированной системы управления РТК (АСУ РТК)	Схемы проектных работ по АСУ РТК. Частное ТЗ на АСУ РТК. Функциональная структура АСУ РТК. Выбор архитектуры АСУ РТК. Информационная структура АСУ РТК. Постановка задач математического обеспечения РТК. Методы решения задач оптимального планирования. Разработка алгоритмического обеспечения РТК. Разработка общего программного обеспечения РТК. Выбор операционных систем АСУ РТК. Выбор языков программирования АСУ РТК. Разработка структуры функциональных блоков комплекса технических средств АСУ РТК. Выбор технических средств АСУ РТК. Методы оптимального выбора технических средств АСУ РТК. Компоновка технических средств АСУ РТК. Проектирование интерфейсов
4	Финишная стадия	Моделирование системы в целом. Выпуск проектной

создания робототехнических систем	документации. Разработка организационного обеспечения робототехнической системы. Документация организационного обеспечения. Методы обслуживания АСУ РТК. Опытно-промышленная эксплуатация РТК. Испытания РТК и сдача в промышленную эксплуатацию.
-----------------------------------	---

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 способы моделирования процессов в роботах и робототехнических системах и в их частях; знать методы оптимального проектирования изделий робототехники; способы отыскания лучших проектных решений и их проверки; алгоритмы расчета изделий робототехники и их элементов.
Умения	Уметь пользоваться системами отечественной и международной нормативной документации в области проектирования изделий робототехники; уметь рассчитывать основные компоненты, узлы роботов и робототехнических систем в ручном и автоматизированном режимах; уметь пользоваться методикой проектирования роботов и робототехнических систем.
Навыки	Владеть навыками применения на практике способов моделирования процессов в роботах и робототехнических системах и в их составных частях; навыками практического использования методов оптимального проектирования изделий робототехники.

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 способы моделирования процессов в роботах и робототехнических системах и в их частях	Не способы моделирования процессов в роботах и робототехнических системах и в их частях
Знание основных закономерностей, соотношений, принципов	Знает методы оптимального проектирования изделий робототехники	Не знает методы оптимального проектирования изделий робототехники
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 пользоваться системами отечественной и международной нормативной документации в области проектирования изделий робототехники	Не умеет пользоваться системами отечественной и международной нормативной документации в области проектирования изделий робототехники	Грамотно пользоваться системами отечественной и международной нормативной документации в области проектирования изделий робототехники
Умение практического использования методов оптимального проектирования изделий робототехники.	Не умеет рассчитывать основные компоненты, узлы роботов и робототехнических систем в ручном и автоматизированном режимах	Умеет рассчитывать основные компоненты, узлы роботов и робототехнических систем в ручном и автоматизированном режимах
Умение пользоваться методикой проектирования роботов и робототехнических систем.	Не умеет пользоваться методикой проектирования роботов и робототехнических систем.	Не допускает ошибок при использовании методики проектирования роботов и робототехнических систем.

Оценка сформированности компетенций по показателю *Навыки*

Критерий	Уровень освоения и оценка	
	Не зачтено	Зачтено
Владение навыками применения на практике способов моделирования процессов в роботах и робототехнических системах и в их составных частях	Не обладает навыками применения на практике способов моделирования процессов в роботах и робототехнических системах и в их составных частях	Владеет навыками применения на практике способов моделирования процессов в роботах и робототехнических системах и в их составных частях
Владеть навыками рационального выбора типа электропривода, исходя из требуемой грузоподъемности и минимальных энергетических затрат	Не владеет навыками практического использования методов оптимального проектирования изделий робототехники.	Владеет навыками практического использования методов оптимального проектирования изделий робототехники.

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. Рыбак Л.А. Роботы и робототехнические комплексы: учеб. пособие / Л. А. Рыбак, Е. В. Гапоненко, Ю. А. Мамае; БГТУ им. В. Г. Шухова. - Белгород: Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2013. - 83 с.

2. Рыбак Л.А. Роботизация машиностроительного производства: методические указания / Л. А. Рыбак. БГТУ им. В. Г. Шухова. - Белгород: Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2018. - 134 с.

2. Булгаков А.Г. Промышленные роботы. Кинематика, динамика, контроль и управление: монография / А. Г. Булгаков, В. А. Воробьев. - М.: СОЛОН-Пресс, 2012. - 488 с.

3. Козырев Ю.Г. Применение промышленных роботов: учеб. пособие для студентов вузов / Ю. Г. Козырев. - М.: КНОРУС, 2011. - 488 с.

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)