

МИНОБРНАУКИ 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. Космачева

2023 г.

УТВЕРЖДАЮ

Директор института

С.С. Латышев

«22» мая 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины

Моделирование и управление технологическими роботами

направление подготовки:

15.04.06 Мехатроника и робототехника

профиль:

Робототехника и искусственный интеллект

Квалификация

Магистр

Форма обучения

Очная


Институт **Технологического оборудования и машиностроения**

Кафедра: **Технологии машиностроения**

Белгород 2023

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования 15.04.06 – Мехатроника и робототехника, утвержденного приказа Минобрнауки России от 14 августа 2020 г. № 1023
- учебного плана, утвержденного ученым советом БГТУ им. В.Г. Шухова в 2023 году.

Составитель (составители): ст.преп.  (В.С. Перевузннк)
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)


Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

« 15 » 05 2023 г., протокол № 11

Заведующий кафедрой: д.т.н., доц.  (Т.А. Дуюн)
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 22 » 05 2023 г., протокол № 6

Председатель  (И.В. Кирилов)
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

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
<p>Универсальные компетенции</p>	<p>ПК-6 Способен разрабатывать и отлаживать программное обеспечение, необходимое для обработки информации и управления робототехническими системами.</p>	<p>ПК-6.1 Разрабатывает и отлаживает новое программное обеспечение, необходимое для обработки информации и управления робототехническими системами.</p>	<p>Знания - методы построения кинематических схем при помощи САПР систем;</p> <p>Умения - снимать эскизы, выполнять и читать чертежи, строить цифровые кинематические схемы;</p> <p>Навыки - способен выбирать средства цифрового проектирования системы управления;</p>
		<p>ПК-6.2 Применяет технологии параллельных вычислений и использует многопоточное программирование для разработки программного обеспечения обработки информации и управления робототехническими системами.</p>	<p>Знания - методы реализации параллельных вычислений; - методы построения управляющих программ;</p> <p>Умения - выполнять параллельные вычисления - создавать структуру управляющих программ,</p> <p>Навыки - способен выбирать средства автоматизации технологических процессов и производств;</p>

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1. Компетенция ПК-6 Способен разрабатывать и отлаживать программное обеспечение, необходимое для обработки информации и управления робототехническими системами.

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Робототехническое манипулирование объектами
2	Моделирование и управление технологическими роботами
3	Производственная преддипломная практика

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Форма промежуточной аттестации дифференциальный зачет

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 2
Общая трудоемкость дисциплины, час	108	108
Контактная работа (аудиторные занятия), в том числе:	54	54
лекции	34	34
лабораторные	-	-
практические	17	17
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	-	-
Индивидуальное домашнее задание	-	-
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)		
Зачет	2	2

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Наименование тем, их содержание и объем

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа на
Курс 1 Семестр 2					
Тема 1. Динамика манипуляторов. Приводы.					
	Методы исследования динамики манипуляторов. Классификация приводов манипуляторов. Датчики приводов. Схваты. Управление электроприводами манипуляторов.	4	2		5
Тема 2. Взаимное влияние степеней подвижности манипуляторов.					
	Учет упругости звеньев манипулятора. Шарнирный манипулятор с противовесами. Учет упругости звеньев манипулятора. Двухмассовая модель звена с сосредоточенной упругостью.	4	2		8
Тема 2. Алгоритмы управления. Системы управления.					
	Алгоритмы циклового, позиционного и контурного управления. Адаптивное управление роботами. Система управления (структурные схемы).	8	4		13
Тема 3. Программное обеспечение роботов.					
	Классификация языков программирования. Системы команд и принципы программирования на роботоориентированном языке.	9	4		14
Тема 4. Технологические аспекты робототехники.					
	Принципы построения робототехнических комплексов. Средства оснащения РТК. РТК механообработки, сварки, кузнечно-штамповочного и литейного производств.	9	5		14
ИТОГО за семестр		34	17	-	54

4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического (семинарского) занятия	К-во часов	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
		Курс 1 Семестр 2		
1.	Описание динамики движения манипулятора	Способы построения динамической модели манипулятора	2	2
2.	Способы и методы разработки подвижных узлов манипуляторов	Классификация приводов манипуляторов. Датчики приводов. Схваты. Управление электроприводами манипуляторов.	2	2
3.	Взаимное влияние степеней подвижности манипуляторов.	Учет упругости звеньев манипулятора. Шарнирный манипулятор с противовесами.	2	2
4.	Взаимное влияние степеней подвижности манипуляторов.	Учет упругости звеньев манипулятора. Двухмассовая модель звена с сосредоточенной упругостью.	2	2
5.	Алгоритмы управления.	Алгоритмы циклового, позиционного и контурного управления. Адаптивное управление роботами.	2	2
6.	Системы управления.	Система управления (структурные схемы).	2	2
7.	Программное обеспечение роботов.	Системы команд и принципы программирования на роботоориентированном языке.	2	2
8.	Технологические аспекты робототехники	Средства оснащения РТК. РТК механообработки, сварки, кузнечно-штамповочного и литейного производств.	3	2
ВСЕГО:			17	17

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1. Реализация компетенций

1 Компетенция ПК-6 Способен выбирать методы и разрабатывать алгоритмы решения задач управления в робототехнических системах, ставить задачи автоматизации проектирования и автоматического управления в робототехнике

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-6.1 Разрабатывает и отлаживает новое программное обеспечение, необходимое для обработки информации и управления робототехническими системами.	Зачет Устный опрос и собеседование по контрольным вопросам
ПК-6.2 Применяет технологии параллельных вычислений и использует многопоточное программирование для разработки программного обеспечения обработки информации и управления робототехническими системами.	

5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

5.2.1. Перечень контрольных вопросов для сдачи экзамена

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1.	Концепция создания математической модели	<ol style="list-style-type: none"> 1. Функциональная схема системы управления роботов 2. Математическое описание манипуляционных исполнительных устройств (манипуляторов) 3. Методика пересчета с применением матричного исчисления 4. Вывод уравнения динамики механической системы манипулятора с помощью уравнения Лагранжа второго рода 5. Структурная схема механической системы трехзвенного манипулятора 6. Четыре типа взаимовлияния степеней подвижности манипуляторов 7. Способы борьбы с взаимовлиянием степеней подвижности 8. Два типа упругости в звеньях манипулятора 9. Типовая схема приводов манипуляторов 10. Структурная схема манипулятора с приводами 11. Классификация способов управления роботами 12. Особенности цикловых систем управления роботов 13. Цикловое управление отдельным приводом 14. Совместное цикловое управление приводами манипуляторов 15. Особенности позиционного управления 16. Совместное дискретное позиционное управление приводами манипулятора 17. Функциональная схема следящего привода

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
		18. Структурная схема электропривода постоянного тока 19. Структурная схема асинхронного электропривода 20. Структурная схема пропорционального распределителя и электронного усилителя 21. Гидроприводы с дроссельным регулированием 22. Гидроприводы с объёмным регулированием 23. Гидроприводы с объёмно-дроссельным регулированием

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

5.3.1. Текущий контроль по практическим занятиям осуществляется в форме выполнение практического занятия и собеседования по контрольным вопросам

№	Название практического занятия	Контрольные вопросы
1.	Структура пояснительной записки и основные требования к ее оформлению в соответствии с ГОСТ	1. Основные требования к оформлению пояснительной записки
2.	Способы и методы разработки подвижных узлов манипуляторов.	2. Классификация приводов манипуляторов. 3. Классификация датчиков и приводов. 4. Виды схватов.
3.	Взаимное влияние степеней подвижности манипуляторов.	5. Упругость звеньев манипулятора. 6. Шарнирный манипулятор с противовесами.
4.	Алгоритмы управления.	7. Алгоритм циклового управления 8. Алгоритм позиционного управления 9. Алгоритм контурного управления. 10. Адаптивное управление роботами.
5.	Системы управления.	11. Структурные схемы управления
6.	Программное обеспечение роботов.	12. Системы команд 13. Принципы программирования на роботоориентированном языке.
7.	Технологические аспекты робототехники	14. Средства оснащения РТК. 15. РТК механообработки, сварки, кузнечно-штамповочного и литейного производств.

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	Знание основных закономерностей, соотношений, принципов. Объем освоенного материала. Полнота ответов на вопросы. Четкость изложения и интерпретации знаний. Возможности и методику применения современных прикладных. Возможности современных информационных технологий при выполнении проектных задач профессиональной деятельности на основе 3D моделирования. Знание методов построения кинематических схем при помощи САПР систем.
Умения	Умение выполнять экспорт/импорт графической информации. Умение качественно оформлять и распечатывать кинематические и структурные схемы. Выбирать и применять программные модули, стратегии и методики построения схем и программ управления.
Навыки	Навыки создания, редактирования и сохранения новых данных для их повторного использования при выполнении проектных задач профессиональной деятельности. Создание управляющих программ.

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

Оценка сформированности компетенции по показателю **Знания**

Критерий	Уровень освоения и оценка	
	Не зачтено	Зачтено
Знание терминов, определений, понятий	Не знает Знает, но допускает существенные ошибки	Знает, но допускает неточности Знает в полном объеме
Знание основных закономерностей, соотношений, принципов	Не знает основные закономерности и соотношения, принципы построения управляющих программ Знает основные закономерности, соотношения, принципы построения управляющих программ, может самостоятельно их получить и использовать, но допускает существенные ошибки	Знает закономерности, соотношения, принципы построения управляющих программ, может самостоятельно их получить и использовать, но допускает неточности Знает основные закономерности, соотношения, принципы построения управляющих программ, может самостоятельно их получить и использовать

Оценка сформированности компетенции по показателю **Умения**

Критерий	Уровень освоения и оценка	
	Не зачтено	Зачтено
Умение создавать и работать с различными типами файлов	Не знает типы файлов, создаваемые в САПР системе. Не знает основных требований к именам файлов. Не знает структуру управляющих программ. Знает типы файлов, создаваемые в САПР системе. Не знает основных требований к именам файлов.	Знает типы файлов, создаваемые в САПР системе. Знает основных требований к именам файлов. Знает типы файлов, создаваемые в САПР системе. Знает основных требований к именам файлов. Знает структуру управляющих программ.
Умение использовать команды управляющих программ	Не умеет использовать основные инструменты разработчика управляющих программ. Неправильно использует параметры команд создания и редактирования	Умеет использовать основные команды для создания управляющих программ. Правильно использует параметры команд создания и редактирования управляющих программ.

Оценка сформированности компетенции по показателю **Навыки**

Критерий	Уровень освоения и оценка	
	Не зачтено	Зачтено
Владение навыками создания и редактирования управляющих программ	Не обладает навыками создания	Полностью обладает навыками создания и редактирования управляющих программ. Самостоятельно умеет редактировать параметры управляющих программ.
Владение навыками добавления текста в файл	Обладает навыками создания текста, часто допускает ошибки	Обладает навыками создания текста. Допускает незначительные ошибки
Использование стандартных библиотек библиотеки	Обладает навыками работы с библиотечными элементами	Обладает навыками работы с библиотечным и элементами. Допускает незначительные ошибки
Качество выполнения трудовых действий в ходе выполнения проектов и заданий в области подготовки управляющих программ	Выполняет трудовые действия некачественно	Выполняет трудовые действия качественно

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 для проведения лекционных занятий, самостоятельной работы	Специализированная мебель; мультимедийный проектор, экран, компьютер, ноутбук
2	Учебная аудитория для проведения практических занятий, консультаций, дифференцированного зачета, самостоятельной работы	Специализированная мебель; мультимедийный проектор, экран, компьютер, ноутбук
3	Читальный зал библиотеки для самостоятельной работы	Специализированная мебель; компьютерная техника, подключенная к сети «Интернет», имеющая доступ в электронную информационно-образовательную среду

6.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

№	Перечень лицензионного программного обеспечения.	Реквизиты подтверждающего документа
1.	Microsoft Windows 10 Корпоративная	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V9221014 от 2020-11-01 до 2023-10-31
2.	Microsoft Office Professional Plus 2016	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V9221014 от 2020-11-01 до 2023-10-31
3	Kaspersky Endpoint Security «Стандартный Russian Edition»	Сублицензированный договор № А-2022-56 от 18.08.2022
4.	Google Chrome	Свободно распространяемое ПО согласно

		условиям лицензионного соглашения
5.	PyCharm	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения

6.3. Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов

1. Воротников С.А. Информационные устройства робототехнических систем: учеб. пособие для вузов. / под ред. С.Л. Зенкевича, А.С. Ющенко- М.: Изд-во МГТУ им. Баумана, 2005 Гриф УМО
2. Юревич Е.И. Основы робототехники: учеб. пособие для вузов. - СПб.: БХВ-Петербург, 2005 Гриф УМО
3. Зенкевич С.Л. Основы управления манипуляционными роботами: учеб. для вузов. / Ющенко А.С. - М.: Изд-во МГТУ им.Баумана, 2004 Гриф МО
4. Рыбак Л. А., Чичварин А. В., Ержуков В. В. Эффективные методы решения задач кинематики и динамики робота-станка параллельной структуры. Монография. Изд. Физматлит. 2011. 147 С.

Дополнительная литература:

5. Дианов В.Н. Автоматические и электронные системы транспортных средств повышенной надежности: учеб. пособие для вузов. - Коломна: Лига, 2009 Гриф УМО
6. Журавлев В.В. Адаптивный андроидный робот учеб. -метод. пособие 33-17. / Архипов М.В., Головин В.Ф. - М.: МГИУ, 2012
7. Накано Э. Введение в робототехнику: пер с японского. / под ред. А.М. Филатова - М.: Мир, 1988
8. Головин В.Ф. Позиционно-силовое управление роботами: моделирование, оптимизация, программирование 33-10. / Архипов М.В., Журавлев В.В. - М.: МГИУ, 2008
9. Попов Е.П. Основы роботехники. 1990 - 223с.
10. Головин В.Ф. Лабораторный практикум. Промышленные роботы. Учебно методическое пособие. М: МГИУ, 1996 - 66с.
11. М.В. Архипов Промышленные роботы и РТК. / В.Ф. Головин, В.В. Журавлёв /Редактор М.В. Архипов - 60с.

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

1. <https://standartgost.ru/> - открытая база ГОСТов, СанПиНов и других нормативных документов
2. www.fips.ru – официальный сайт федерального института промышленной собственности
3. <https://rospatent.gov.ru/> – официальный сайт Федеральная служба по интеллектуальной собственности Роспатент
4. <https://ru.espacenet.com/> – открытая база данных «Espacenet»
5. <https://patentscope.wipo.int/search/ru/> – открытая база данных «Patentscope»

- ЕС
6. <https://www.tmdn.org/tmdsview-web> – открытая база данных патентов
 7. <http://patft.uspto.gov/> – открытая база данных патентов США
 8. <http://english.cnipa.gov.cn/> – открытая база данных патентов Китая
 9. <https://www.j-platpat.inpit.go.jp/> – открытая база данных патентов Японии
- Японии
10. <http://eng.kipris.or.kr/> – открытая база данных патентов Кореи

7. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

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

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

Заведующий кафедрой _____
подпись, ФИО

Директор института _____
подпись, ФИО

Утверждение рабочей программы без изменений

Рабочая программа без изменений утверждена на 20 /20 учебный год.

Протокол № _____ заседания кафедры от « ___ » _____ 20 г.

Заведующий кафедрой _____

подпись, ФИО

Директор института _____

подпись, ФИО