

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 (модуля)

Проектирование робототехнических систем
(наименование дисциплины, модуля)

направление подготовки (специальность):

15.04.06 – Мехатроника и робототехника
(шифр и наименование направления бакалавриата, магистра, специальности)

Направленность программы (профиль, специализация):

15.04.06 – Мехатроника и робототехника
(наименование образовательной программы (профиль, специализация))

Квалификация

магистр
(бакалавр, магистр, специалист)

Форма обучения

очная
(очная, заочная и др.)

Институт: Информационных технологий и управляющих систем

Кафедра: Техническая кибернетика

Белгород – 2015

Рабочая программа составлена на основании требований:

■ Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования 15.04.06 Мехатроника и робототехника (магистратура), приказ Минобрнауки России от 21 ноября 2014 г. № 1491

■ плана учебного процесса БГТУ им. В.Г. Шухова, введенного в действие в 2015 году по направлению подготовки 15.04.06 Мехатроника и робототехника (магистратура).

Составитель (составители): канд. техн. наук  (Д.А. Юдин)
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой
Техническая кибернетика
(наименование кафедры)

Заведующий кафедрой: д.т.н., проф.  (В.Г. Рубанов)
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

« 11 » марта 2015 г.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

« 13 » марта 2015 г., протокол № 8

Заведующий кафедрой: д.т.н., проф.  (В.Г. Рубанов)
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 14 » апреля 2015 г., протокол № 9

Председатель: канд. техн. наук, доц.  (Ю.И. Солопов)
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Формируемые компетенции			Требования к результатам обучения
№	Код компетенции	Компетенция	
Профессиональные			
1	ПК-3	Способность разрабатывать экспериментальные макеты управляющих, информационных и исполнительных модулей мехатронных и робототехнических систем и проводить их исследование с применением современных информационных технологий	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен</p> <p>Знать: основные понятия процесса проектирования, технологии объектно-ориентированного анализа и проектирования, методики концептуального проектирования и информационной поддержки этапов жизненного цикла промышленных изделий</p> <p>Уметь: пользоваться методами проектирования сложных технических систем с использованием средств автоматизированного проектирования, проводить совместное моделирование систем автоматики и механических систем; использовать методики объектно-ориентированного анализа и проектирования систем и подсистем при разработке компонентов, подсистем мехатронных и автоматизированных систем различного назначения, разрабатывать программно-аппаратные комплексы промышленных робототехнических систем</p> <p>Владеть: навыками составления технического задания на проектирование; практическими навыками работы с современными CAD/CAE/CAM системами для решения задачи проектирования мехатронных и робототехнических систем в целом или отдельных узлов и агрегатов, навыками разработки компьютерных и физических моделей робототехнических систем, навыками разработки программного и аппаратного обеспечения робототехнических систем.</p>

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Содержание дисциплины основывается и является логическим продолжением следующих дисциплин:

№	Наименование дисциплины (модуля)
1	Интеллектуальные робототехнические комплексы
2	Метод пространства состояния в теории управления
3	Робототехнические комплексы автоматизированных складов
4	Системы управления манипуляционными и мобильными роботами

Содержание дисциплины служит основой для изучения следующих дисциплин:

№	Наименование дисциплины (модуля)
1	НИР по направлению подготовки
2	Знания, полученные по освоению дисциплины, необходимы при выполнении бакалаврской выпускной квалификационной работы

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зач. единицы, 144 часа.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 2
Общая трудоемкость дисциплины, час	144	144
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	34	34
лекции	17	17
лабораторные	0	0
практические	17	17
Самостоятельная работа студентов, в том числе:	110	110
Курсовой проект	54	54
Курсовая работа	-	-
Расчетно-графическое задания	-	-
Индивидуальное домашнее задание	-	-
<i>Другие виды самостоятельной работы</i>	56	56
Самостоятельная работа при подготовке к экзамену	36	36
Самостоятельная работа при подготовке к практическим занятиям	20	20
Форма промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	экзамен	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
1. Общие вопросы проектирования робототехнических систем					
1	Основные понятия процесса проектирования. Специфика проектирования робототехнических систем и комплексов. Этапы проектирования, этап эскизного проектирования. Общие вопросы разработки ТЗ на проектирование робототехнических систем (РТС) и робототехнических комплексов (РТК). Примерная схема состава ТЗ на проектирование РТС. Общий алгоритм проектирования РТС. Технологии объектно-ориентированного анализа и проектирования. Методики концептуального проектирования и информационной поддержки этапов жизненного цикла промышленных изделий.	3	4	-	10
2. Этап эскизного проектирования					
2	Применение САПР в эскизном проектировании для моделирования и теоретического обоснования предлагаемых технических решений. Математические основы проектирования РТС с использованием САПР. Разработка модели манипулятора в системе автоматизированного проектирования. Подготовка 3D модели в САД системе и определение характеристик звеньев. Импорт модели в среду для кинематического и динамического анализа на основе САЕ системы. Устранение избыточности, задание зависимостей и ограничений. Решение прямой задачи о положении. Определение динамических характеристик. Создание приводов и анализ линейной динамики. Добавление нелинейных эффектов в механических звеньях и сравнение результатов с линейными моделями. Подходы к изготовлению и испытанию макетов робототехнических систем	4	12	-	32
3. Этап технического проектирования					
3	Промышленные робототехнические системы: инструменты и подходы к разработке. Применение промышленных контроллеров, датчиков и исполнительных механизмов при разработке технического проекта. Подходы к построению программно-аппаратного комплекса робототехнической системы. Интеграция системы управления роботом в SCADA-систему управления	6	12	-	32

	технологическим процессом производства. Разработка документов описывающих технические решения по созданию робототехнической системы.				
4. Этап выпуска рабочей документации и сопровождение проекта					
4	Разработка рабочей документации робототехнических систем на основе международных и российских стандартов. Сертификация проекта	4	6	-	19
	ВСЕГО	17	34	0	93

Примечание: в колонку «самостоятельная работа» входят подготовка к лекционным, практическим, лабораторным занятиям.

4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	К-во часов	К-во часов СРС
семестр № 2				
1.	1. Общие вопросы проектирования робототехнических систем	Составление технического задания на проектирование РТС	4	4
2.	2. Этап эскизного проектирования	Подготовка 3D модели манипулятора в САД системе.	4	4
3.	2. Этап эскизного проектирования	Статический и динамический анализ модели манипулятора в САЕ системе	4	4
4.	2. Этап эскизного проектирования	Проведение совместного моделирования механики и систем управления манипулятора	4	4
5.	3. Этап технического проектирования	Выбор промышленных контроллеров, датчиков и исполнительных механизмов при разработке технического проекта робототехнической системы	4	4
6.	3. Этап технического проектирования	Программирование системы управления роботом на основе промышленного контроллера	6	6
7.	3. Этап технического проектирования	Интеграция системы управления роботом в SCADA-систему управления технологическим процессом производства	4	4
8.	4. Этап выпуска рабочей документации и сопровождение проекта	Разработка рабочей документации и сертификация робототехнических систем на основе международных и российских стандартов	4	4
		ИТОГО:	34	34
		ВСЕГО:	34	34

4.3. Содержание лабораторных занятий

Лабораторные занятия не предусмотрены учебным планом.

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий)

	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	1. Общие вопросы проектирования робототехнических систем	<ol style="list-style-type: none">1. Основные понятия процесса проектирования. Специфика проектирования робототехнических систем и комплексов. Этапы проектирования, этап эскизного проектирования.2. Общие вопросы разработки ТЗ на проектирование робототехнических систем (РТС) и робототехнических комплексов (РТК). Примерная схема состава ТЗ на проектирование РТС.3. Общий алгоритм проектирования РТС.4. Технологии объектно-ориентированного анализа и проектирования.5. Методики концептуального проектирования и информационной поддержки этапов жизненного цикла промышленных изделий.
2	2. Этап эскизного проектирования	<ol style="list-style-type: none">6. Назначение, структура, классификация и функции системной среды САПР.7. CAD/CAE/CAM системы. Виды обеспечения САПР и место САПР в интегрированных системах.8. Взаимосвязь САПР и систем технологического проектирования.9. Технологии интеграции CAD и CAE.10. Математические основы CAE систем11. Прямая и обратная задача о положении и скорости манипулятора.12. Как собрать модель манипулятора с тремя степенями свободы?13. Как получить нагрузочные характеристики приводов звеньев манипулятора?14. Как промоделировать движение манипулятора в заданную точку?15. Опишите подходы к изготовлению и испытанию макетов робототехнических систем16. Опишите применение САПР в эскизном проектировании для моделирования и теоретического обоснования предлагаемых технических решений.
3	3. Этап технического проектирования	<ol style="list-style-type: none">17. Опишите инструменты и подходы к разработке промышленных робототехнических систем.18. В чем заключается применение промышленных контроллеров, датчиков и исполнительных механизмов при разработке технического проекта?

		<p>19. Опишите подходы к построению программно-аппаратного комплекса робототехнической системы.</p> <p>20. Как осуществить интеграцию системы управления роботом в SCADA-систему управления технологическим процессом производства?</p> <p>21. Разработка технического проекта, описывающего технические решения по созданию робототехнической системы.</p>
4.	4. Этап выпуска рабочей документации и сопровождение проекта	<p>22. Опишите разработку рабочей документации робототехнических систем на основе международных и российских стандартов.</p> <p>23. Как осуществляется сертификация проекта?</p>

5.2. Перечень тем курсовых проектов, курсовых работ, их краткое содержание и объем

Учебным планом дисциплины предусмотрено выполнение курсового проекта.

Курсовой проект может выполняться на тему, относящуюся к разделам 2-4 дисциплины.

Примеры тем курсовых проектов:

1. Разработка эскизного проекта 6-ти степенного лабораторного манипулятора.
2. Разработка программно-аппаратного комплекса роботизированной конвейерной системы.
3. Разработка программно-аппаратного комплекса системы точного управления позиционированием экструдера.
4. Разработка системы управления промышленным роботом с применением SCADA-технологии.
5. Разработка компьютерной имитационной модели системы управления промышленного SCARA-робота.
6. Разработка компьютерной имитационной модели системы управления промышленного параллельной структуры.
7. Разработка компьютерной имитационной модели системы управления 3D-принтера.

Курсовой проект выполняется студентом под руководством преподавателей, аспирантов, старших и младших научных сотрудников или инженеров, являющихся сотрудниками института.

Выполнение курсового проекта студент начинает с начала учебного семестра. Перед началом его выполнения студент получает, уточняет и уясняет задание с руководителем проекта.

Курсовой проект содержит пояснительную записку (ПЗ) объемом до 30 страниц компьютерного текста (шрифт pt.13, через 1,5 интервала) и двух листов графики формата А2. При компьютерном выполнении графической части проекта, она может быть выполнена на листах формата А3 и вставляться в ПЗ.

ПЗ должна содержать обоснование принятых при разработке проекта

(работы) решений, основные результаты расчетов по всем этапам проектирования и заключение по результатам проделанной работы в соответствии с заданием.

Первой страницей расчетно-пояснительной записки является титульный лист, второй – задание на курсовое проектирование.

Ориентировочный план и содержание ПЗ даны в соответствующих примерах к разделам тематик курсовых проектов.

Каждый раздел записки следует начинать, как правило, с новой страницы. Нумеруются все разделы кроме введения и заключения.

К защите допускаются студенты, выполнившие курсовой проект в полном объеме с заданием. Пояснительная записка должна быть подписана как студентом, так и руководителем проекта. Защита курсового проекта осуществляется, как правило, перед комиссией, состоящей не менее чем из двух преподавателей кафедры, назначаемой распоряжением зав. кафедрой. Она состоит из преподавателей, читавших лекции и проводивших у студентов занятия по данной дисциплине или руководившими у них курсовыми проектами по ней. В работе комиссии может принимать участие руководитель проекта, даже если он и не входит в состав комиссии.

5.3. Перечень индивидуальных домашних заданий, расчетно-графических заданий

Выполнение индивидуальных домашних заданий и расчетно-графических заданий не предусмотрено учебным планом дисциплины.

5.4. Перечень контрольных работ

Выполнение контрольных работ не предусмотрено учебным планом дисциплины.

6. ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

6.1. Перечень основной литературы

1. Лукинов, А. П. Проектирование мехатронных и робототехнических устройств : учеб. пособие /. – СПб. : Лань, 2012. – 608 с. + 1 эл. опт. диск (CD-ROM)

2. Коровин, Б. Г. Системы программного управления промышленными установками и робототехническими комплексами : учеб. пособие для вузов / Б. Г. Коровин, Г. И. Прокофьев, Л. Н. Рассудов. – Л. : Энергоатомиздат. Ленингр. отделение, 1990. – 352 с.

3. Шипов Д.Н. «Начальные шаги работы с ADAMS/View. Обучающее руководство». – М.: MSC Software Corp, 2003. – 58 стр.

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

5. Сольнищев, Р. И. Автоматизация проектирования гибких производственных систем / Р. И. Сольнищев, А. Е. Кононюк, Ф. М. Кулаков. - М. : Машиностроение, 1990. - 415 с.

6. Технологические основы гибких производственных систем: Учеб. для машиностроит. спец. вузов/ В. А. Медведев, В. П. Вороненке, В. Н. Брюханов и др.; Под ред. Ю. М. Соломенцева.— 2-е изд., испр.— М.: Высш. шк., 2000.— 255с.

6.2. Перечень дополнительной литературы

7. Сольнищев, Р. И. Автоматизация проектирования гибких производственных систем / Р. И. Сольнищев, А. Е. Кононюк, Ф. М. Кулаков. – М. : Машиностроение, 1990. – 415 с. (8)

8. Иванов А.А. «MSC.Adams: Теория и элементы виртуального конструирования и моделирования». – М.: MSC Software Corp, 2003. – 97 с

9. Феоктистов М.Н. «Моделирование динамических эффектов управляемости автомобиля с использованием программных пакетов MSC.Adams и MSC.Nastran». – Нижний Новгород.: MSC Software Corp, 2004. – 40 с

10. Буров А.Г. «Совместное использование вычислительных пакетов MSC.Adams и MATLAB». – Санкт-Петербург.: MSC Software Corp, 2004. – 43 стр.

11. Георгиев А.Ф. «Моделирование динамических систем с помощью MSC.Adams и MSC.EASY5» – М.: MSC Software Corp, 2005. – 29 стр.

12. Козырев Ю.Г. Промышленные роботы. Справочник. Справочник. — 2-е изд., перераб. и доп. —М.: Машиностроение, 1988 г. — 392 с.

6.3. Перечень интернет ресурсов

1. <http://www.elibrary.ru>- Научная электронная библиотека

2. <http://www.gpntb.ru/>- Государственная публичная научно-техническая библиотека России

3. <http://elibrary.bmstu.ru> – Библиотека МГТУ им. Н.Баумана

4. <http://www.viniti.ru> – Всероссийский институт научной информации по техническим наукам(ВИНИТИ)

5. <http://www.unilib.neva.ru/rus/>- Фундаментальная библиотека Санкт-Петербургского государственного политехнического университета

6. <http://elibrary.eltech.ru> – Библиотека Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета

7. <http://www.ntb.bstu.ru> и переход к системе NormaCS - Электронно-библиотечная система БГТУ им В.Г.Шухова

8. <http://scholar.google.com/> – научный Google, со всеми его гигантскими достоинствами и определенными маркетинговыми особенностями.

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Проведение лекций, лабораторных и практических занятий работ по дисциплине «Проектирование робототехнических систем» осуществляется в осуществляется в лаборатории робототехнических комплексов Мк232 специализированном компьютерном классе Мк229, при этом в учебном процессе используется следующее обеспечение:

- интерактивная доска с соответствующим программным обеспечением;
- мультимедиа и анимационный материал поясняющее работу элементов и устройств;
- презентационное программное обеспечение для демонстрации презентаций по разнообразным темам;
- система автоматизированного проектирования (CAD) Autodesk Inventor Professional 2014
- системы инженерного анализа (CAE) корпорации MSC Software
- среда математического моделирования Matlab/Simulink.
- наборы датчиков и серводвигателей,
- управляющие контроллеры (Arduino, МИЛАНДР) и одноплатные компьютеры (Raspberry PI, Cubieboard).
- система технического зрения Cognex DVT 545;
- манипуляторы ТН-350, лабораторные 5-степенные роботы НПИ Уралучтех;
- конвейер SCC-900.

8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений
Рабочая программа без изменений утверждена на 2016/2017 учебный год.
Протокол № 10 заседания кафедры от «16» 05 2016г.

Заведующий кафедрой _____  _____ Рубанов В.Г.
подпись, ФИО

Директор института _____  _____ Белоусов А.В.
подпись, ФИО

8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений

Рабочая программа без изменений утверждена на 2017/2018 учебный год.
Протокол № 11 заседания кафедры от «15» 05 2017г.

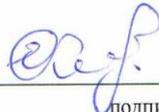
Заведующий кафедрой _____  _____ Рубанов В.Г.
подпись, ФИО

Директор института _____  _____ Белоусов А.В.
подпись, ФИО

8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений
Рабочая программа без изменений утверждена на 2018/2019 учебный год.
Протокол № 13 заседания кафедры от «01» 06 2018г.

Заведующий кафедрой  Рубанов В.Г.
подпись, ФИО

Директор института  Белоусов А.В.
подпись, ФИО