

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



« 15 » 05 2015 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины (модуля)

Мобильные робототехнические комплексы
(наименование дисциплины, модуля)

направление подготовки (специальность):

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

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

Квалификация

бакалавр
(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 15.03.06 Мехатроника и робототехника (бакалавриат), приказ Минобрнауки России от 12 марта 2015 г. № 206

▪ плана учебного процесса БГТУ им. В.Г. Шухова, введенного в действие в 2015 году по направлению подготовки 15.03.06 Мехатроника и робототехника (бакалавриат).

Составитель (составители): канд. техн. наук  (Е.М. Парашук)
(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)

« 12 » 05 2015 г.


Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

« 12 » 05 2015 г., протокол № 10

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

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 15 » 05 2015 г., протокол № 7

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

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 экспериментальные исследования с применением современных информационных технологий	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен</p> <p>Знать: основные подходы к разработке управляющих и информационных систем мобильных робототехнических комплексов, основные правила оформления конструкторской и проектной документации в соответствии с имеющимися стандартами и техническими условиями</p> <p>Уметь: моделировать системы управления мобильными робототехническими комплексами, осуществлять выбор программно-аппаратных средств, входящих в состав мобильных робототехнических комплексов для решения поставленной задачи, готовить технико-экономическое обоснование создания мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных модулей</p> <p>Владеть: навыками работы с программными пакетами Matlab, Mathcad, Adams+Easy5 с целью проведения вычислительных экспериментов, моделирования и расчета мобильных робототехнических комплексов, их подсистем и отдельных модулей, а также систем управления, навыками разработки экспериментальных макетов мобильных робототехнических комплексов на основе современных программно-аппаратных средств</p>

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Содержание дисциплины основывается и является логическим продолжением следующих дисциплин:

№	Наименование дисциплины (модуля)
1	Теория автоматического управления
2	Технические средства систем управления роботов
3	Приводы мехатронных и робототехнических систем
4	Теоретическая механика
5	Математический анализ

Содержание дисциплины служит основой для изучения следующих

дисциплин:

№	Наименование дисциплины (модуля)
1	Проектирование робототехнических систем
2	НИР по направлению подготовки
3	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 № 7
Общая трудоемкость дисциплины, час	144	144
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	51	51
лекции	34	34
лабораторные	17	17
практические	-	-
Самостоятельная работа студентов, в том числе:	93	93
Курсовой проект	-	-
Курсовая работа	-	-
Расчетно-графическое задания	-	-
Индивидуальное домашнее задание	-	-
<i>Другие виды самостоятельной работы</i>	93	93
Самостоятельная работа при подготовке к экзамену	36	36
Самостоятельная работа при подготовке к лабораторным занятиям	40	40
Самостоятельная работа на 1 час лекций	17	17
Форма промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	экзамен (36)	экзамен (36)

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
1. Классификация, область применения и развитие робототехнических комплексов					
	Направления развития робототехники. Области применения роботов и решаемые задачи. Поколения роботов. Промышленные роботы и манипуляторы. Мобильные роботы. Классификация мобильных роботов. Общая характеристика конструкций промышленных и мобильных роботов, применяемых на производстве. Принципы управления роботами. Конструкции роботов. Типовые элементы конструкции промышленных и мобильных роботов. Роботы непромышленного назначения. Робототехнические комплексы. Классификация робототехнических комплексов. Компоненты робототехнических комплексов (приводы; информационно-сенсорные системы; способы и системы управления).	4			2
2. Управление движением мобильных роботов					
	Математическое описание привода. Математическое описание мобильных роботов. Рассматриваются только наземные системы передвижения (колесные и гусеничные). Типы колесных мобильных роботов. Уравнения движения колесного мобильного робота. Динамическая модель с применением формализма Лагранжа. Управление движением мобильных роботов: движение по траектории без привязки ко времени; движение по заданной кривой с привязкой ко времени; движение по траектории без и с контролем ориентации. Система координат Френета. Подходы к разработке систем навигации мобильного робота. Глобальная спутниковая навигация и навигация с помощью радиомаяков. Применяемые датчики. Применение индуктивных датчиков. Инерциальная система навигации. Оптическое распознавание трассы. Составление карты окружающей среды с помощью лазерных, ультразвуковых, инфракрасных датчиков. Поиск пути мобильного робота. Представление окружающей среды робота в виде графа. Применение потенциальных полей.	16		5	24
3. Динамика и управление робопоездом					

Структура системы управления мобильного робота с дифференциальным приводом. Кинематические уравнения робота с дифференциальным приводом. Постановка задачи, уравнения движения. Одномерный фильтр Калмана и его применение для повышения точности позиционирования мобильного робота, движущегося с постоянной скоростью. Этапы синтеза фильтра Калмана для повышения точности показаний датчика бортовой системы управления мобильного робота. Бортовая система управления мобильного робота на базе микроконтроллера или одноплатного компьютера. Достоинства и недостатки. Общая структура Модель робопоезда. Планирование движения робопоезда. Моделирование модели робопоезда в среде программного пакета Adams+Easy5. Реализация законов управления. Аппаратная база системы управления.	14		12	31
ВСЕГО	34	-	17	57

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

4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

Практических занятий по данной дисциплине учебным планом не предусмотрено

4.3. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	К-во часов	К-во часов СРС
семестр № 7				
1	Управление движением мобильных роботов	Исследование работы датчиков положения, скорости и ускорения мобильного робототехнического комплекса.	2	8
		Исследование П-, ПД- и ПИД-регуляторов для управления скоростью движения мобильного робота	3	8
2	Динамика и управление робопоездом	Исследование оценки измеряемой величины (положения мобильного робота) на основе фильтра Калмана	4	8
		Исследование модулей беспроводной передачи данных в системе управления мобильным роботом	4	8
		Моделирование модели робопоезда в среде программного пакета Adams+Easy5.	4	8
ИТОГО:			17	40
ВСЕГО:			17	40

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО

КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Классификация, область применения и развитие робототехнических комплексов	<p>1. Понятие мобильного робота. Мобильный робототехнический комплекс. Классификация мобильных роботов. Области применения.</p> <p>2. Робокары. Общая структура и применение.</p> <p>3. Принципы управления роботами.</p> <p>4. Конструкции роботов. Типовые элементы конструкции промышленных и мобильных роботов.</p> <p>5. Робототехнические комплексы. Классификация робототехнических комплексов.</p> <p>6. Компоненты робототехнических комплексов (приводы; информационно-сенсорные системы; способы и системы управления).</p>
2	Управление движением мобильных роботов	<p>1. Подходы к разработке систем навигации мобильного робота. Глобальная спутниковая навигация и навигация с помощью радиомаяков. Применяемые датчики.</p> <p>2. Подходы к разработке систем навигации мобильного робота. Применение индуктивных датчиков. Инерциальная система навигации.</p> <p>3. Подходы к разработке систем навигации мобильного робота. Оптическое распознавание трассы. Составление карты окружающей среды с помощью лазерных, ультразвуковых, инфракрасных датчиков.</p> <p>4. Поиск пути мобильного робота. Представление окружающей среды робота в виде графа. Применение потенциальных полей.</p> <p>5. Структура системы управления мобильного робота с дифференциальным приводом. Статические характеристики двигателей и их применение для разработки системы управления роботом.</p> <p>6. Упрощенные уравнения движения мобильного робота с дифференциальным приводом.</p> <p>7. Применение П-, ПД- и ПИД-регуляторов для управления мобильным роботом при его движении по заданной трассе. Графические пояснения.</p>
3	Динамика и управление робопоездом	<p>1. Одномерный фильтр Калмана и его применение для повышения точности позиционирования мобильного робота, движущегося с постоянной скоростью.</p> <p>2. Этапы синтеза фильтра Калмана для повышения точности показаний датчика бортовой системы управления мобильного робота.</p> <p>3. Бортовая система управления мобильного робота на базе микроконтроллера или одноплатного компьютера. Достоинства и недостатки. Общая структура</p> <p>4. Передача данных через последовательный порт и порт I2C в бортовой системе управления мобильного робота</p> <p>5. Особенности программно-аппаратной реализации управления двигателями, применения вспомогательных</p>

		модулей в бортовой системе управления мобильного робота 6. Работа с датчиками расстояния и ускорения в бортовой системе управления мобильного робота 7. Какие модули беспроводной передачи данных в системе управления мобильным роботом Вы знаете, и чем они отличаются?
--	--	---

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

Выполнение курсовых проектов и курсовых работ не предусмотрено учебным планом дисциплины.

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. Бурдаков, С.Ф. Системы управления движением колесных роботов / С. Ф. Бурдаков, И. В. Мирошник, Р. Э Стельмаков. – СПб.: Наука, 2001. – 227 с.

2. Градецкий, В.Г. Управляемое движение мобильных роботов по произвольно ориентированным в пространстве поверхностям: монография / В. Г. Градецкий, В.Б. Вешников, С. В. Калиничко, Л.Н. Кравчук. – М.: Наука, 2001. – 359 с.

3. Юревич Е. И. Основы робототехники / Е. И. Юревич. - 2-е изд., перераб. и доп. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 416 с.

4. Зенкевич, С.Л. Основы управления манипуляционными роботами: учебник для вузов / С.Л. Зенкевич, А. С. Ющенко. – 2-е изд., исправ. и доп. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004. – 480 с.

5. Зенкевич, С.Л. Основы управления манипуляционными роботами: учебник для вузов по спец. «Роботы»/ С.Л. Зенкевич, А. С. Ющенко. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2000. – 399 с.

6. Юревич, Е.И. Робототехника завтра (проблемы и перспективы развития): монография / Е.И. Юревич. – Саарбрюккен: Изд-во LAP LAMBERT, 2013. – 96 с.

7. Корендясев, А.И. Теоретические основы робототехники: монография / А.И. Корендясев, Б.Л. Саламандра, Л.И. Тывес. – М.: Наука. Книга 1. – 2006. – 382 с.

6.2. Перечень дополнительной литературы

1. Павловский, В.Е. Исследование динамики движения цепочки «робопоезд». Уравнения движения, частные решения / В. Е. Павловский, Н. В. Петровская. – М: препринт ИПМ им. М.В. Келдыша РАН. – №117. – 2005. – 31 с.

2. Павловский, В.Е. Исследование динамики движения цепочки «робопоезд». Управляемое движение / В. Е. Павловский, Н. В. Петровская. – М: препринт ИПМ им. М.В. Келдыша РАН. – №120. – 2005. – 31 с.

3. Павловский, В.Е. Исследование динамики движения цепочки «робопоезд». Методы планирования движения / В. Е. Павловский, Н. В. Петровская, В. В. Евграфов. – М: препринт ИПМ им. М.В. Келдыша РАН. – №121. – 2005. – 31 с.

4. Леоненков, А.В. Нечеткое моделирование в MATLAB и fuzzyTECH / А.В. Леоненков. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 736 с.

5. Охоцимский, Д.Е. Новые задачи динамики и управления движением мобильных колёсных роботов / Д.Е. Охоцимский, Ю.Г. Мартыненко // Успехи механики, 2003. –Т.2. - №1. – С. 3–47.

6. Алтунин, А.Е. Модели и алгоритмы принятия решений в нечетких условиях / А. Е. Алтунин, М.В. Семухин. – Тюмень: Изд-во Тюменского государственного университета, 2000. – 352 с.

7. Буданов, В.М. О движении колесных роботов / В.М. Буданов, Е.А. Девянин // Прикладная математика и механика, 2003. – Т.67. – Вып. 2. – С. 255-255.

6.3. Перечень интернет ресурсов

1. Российское образование ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ПОРТАЛ: <http://www.edu.ru/>

2. Книги по робототехнике:

http://servomotors.ru/documentation/robot/robot_books.html

3. <http://www.scirp.org/Index.aspx> – 200 наиболее он-лайн известных научно-технологических журналов по различным отраслям знаний в открытом доступе.

4. <http://academic.research.microsoft.com/> – поисковик по научным публикациям в «глубоком вебе» с набором дополнительных сервисов от Microsoft, где можно найти около 40 млн. публикаций по всем основным направлениям науки, исследований и инженерно-технологических разработок.

5. <http://scientbook.com/index.php> – российская научно-информационная сеть, включающая платформу для публикаций по всем отраслям науки, а также площадку для научного общения в самом широком смысле слова.
6. <http://www.globalspec.com/> – первый и единственный в мире инженерный поисковик. Ищет в вебе и в «глубоком вебе» данные по продуктам, изделиям, техническим решениям, деталям, расчетам и даже названиям компаний.
7. <http://www.thefreelibrary.com/> - самая большая общедоступная база книг и статей по всем направлениям науки, техники и бизнеса с 1995 года до сегодняшнего дня.
8. <http://worldwidescience.org> – второе рождение самого популярного мультипортала по «Глубокому научно-техническому вебу». Теперь поиск по всем ведущим мировым научно-техническим базам ведется на основе федеративного поиска от компании DeepWeb. Кроме того, поиск по всем базам сразу же переводится на 10 основных языков интернета, включая русский.
9. <http://www.techcast.org/default.aspx> – очень популярная платформа для прогнозирования и отслеживания тенденций в различных отраслях техники и технологий.
10. <http://www.scirus.com/> – наиболее полный инструмент для поиска научных исследований в интернете. Ищет не только по сайтам, но и по хранилищам данных, по серверам, по архивам научных журналов, университетов и т.п.
11. <http://scholar.google.com/> – научный Google, со всеми его гигантскими достоинствами и определенными маркетинговыми особенностями.
12. <http://www.scienceresearch.com/scienceresearch/> – поисковик по научной и технологической информации, базирующийся на технологии «глубокого веба». Ищет по 300 самым авторитетным и обширным научно-техническим и технологическим коллекциям, которые включают в себя архивы, сервера, базы данных, не доступные для популярных поисковых систем.
13. <http://www.scholar.ru/> – отличный российский поисковик научных публикаций, авторефератов и диссертаций по всем областям науки.
14. <http://elibrary.ru> – электронная научная библиотека российских и зарубежных журналов по всем отраслям науки и техники.
15. <http://www.scitopia.org/scitopia/> – охватывает свыше 3,5 млн. интегрированных научно-технических документов, а также правительственных данных и патентов.
16. <http://isihighlycited.com/> – поисковик знаменитого Thomson Reuters. Позволяет найти конкретных исследователей и разработчиков по отраслям науки, темам, учреждениям и странам.

17. <http://www.techxtra.ac.uk/> – едва ли не лучшая в мире библиотека статей, сайтов, книг по всем основным отраслям науки и техники, включает самые последние исследования и диссертации.

18. <http://www.scinet.cc/>- удобный поисковик по основным направлениям науки и технологий.

19. <http://www.onlinecollegecourses.com/2009/11/08/100-extremely-useful-search-engines-for-science/> – отличная интерактивная коллекция отраслевых поисковиков, библиотек и баз данных.

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ


Проведение лекций и лабораторных работ по дисциплине «Мобильные робототехнические комплексы» осуществляется в специализированной лаборатории мк232 «Робототехнические системы», при этом в учебном процессе используется следующее обеспечение:

- проектор с переносным экраном;
- мультимедиа и анимационный материал поясняющее работу мобильных робототехнических комплексов;
- 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;
- проведение электронного тестирования на базе программы TestOfficePro,
- мобильные робототехнические платформы на основе конструктора Tetrrix, платформы Rover5 Chassis, ПРОФИ-2
- наборы датчиков и серводвигателей,
- управляющие контроллеры (Arduino, МИЛАНДР) и одноплатные компьютеры (Raspberry PI, Cubieboard).
- При осуществлении образовательного процесса по дисциплине используются программные продукты Matlab, Mathcad и Adams+Easy5, изучение которых студентами предполагается в рамках самостоятельной работы.

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.

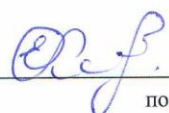
Заведующий кафедрой _____  _____ Рубанов В.Г.
подпись, ФИО

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.

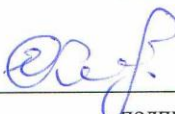
Заведующий кафедрой  Рубанов В.Г.
подпись, ФИО

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

8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений
Рабочая программа без изменений утверждена на 2019/2020 учебный год.
Протокол № 12 заседания кафедры от « 17 » 05 2019 г.

Заведующий кафедрой _____


подпись, ФИО

Директор института _____


подпись, ФИО

8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

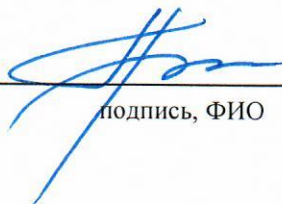
Утверждение рабочей программы без изменений
Рабочая программа без изменений утверждена на 2020/2021 учебный год.
Протокол № 10 заседания кафедры от «28» 05 2020г.

Заведующий кафедрой _____



подпись, ФИО

Директор института _____



подпись, ФИО