

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
Рубанов В.Г.
« 15. » 05 2015 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины (модуля)

МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМ

направление подготовки (специальность):

15.03.06 – Мехатроника и робототехника

Направленность программы (профиль, специализация):

15.03.06 – Мехатроника и робототехника

Квалификация

бакалавр

Форма обучения

очная

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): к.т.н.  (Бажанов А.Г.)


Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой
«Техническая кибернетика»

Заведующий кафедрой: д.т.н., проф.  (Рубанов В.Г.)

« 12 » 05 2015 г.

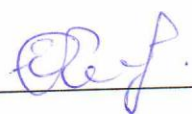
Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

« 12 » 05 2015г., протокол № 10

Заведующий кафедрой: д.т.н., проф.  (Рубанов В.Г.)

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 15 » 05 2015 г., протокол № 7

Председатель: к.т.н., доц.  (Солопов Ю.И.)

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Формируемые компетенции			Требования к результатам обучения
№	Код компетенции	Компетенция	
Общекультурные			
1	ОК-7	Способность к самоорганизации и самообразованию.	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен:</p> <p>Знать: современные проблемы моделирования; информационные ресурсы, позволяющие получить данные о моделях технических систем.</p> <p>Уметь: самостоятельно работать с учебной и научной литературой с целью самообразования.</p> <p>Владеть: навыками совместной работы над проектом в коллективе; принципами поиска информации об объекте моделирования.</p>
Профессиональные			
2	ПК-6	Способность проводить вычислительные эксперименты с использованием стандартных программных пакетов с целью исследования математических моделей мехатронных и робототехнических систем	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен:</p> <p>Знать: принципы построения моделей в программном обеспечении; причины создания недостоверных моделей; методы проверки адекватности построенных моделей.</p> <p>Уметь: создавать математические модели в программном обеспечении; пользоваться инструментарием вычислительных систем для проверки модели на адекватность, обработки данных математических моделей на основе вычислительного эксперимента.</p> <p>Владеть: навыками создания, анализа и обработки результатов вычислительного эксперимента с применением современных программных средств и инструментов.</p>

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Содержание дисциплины основывается и является логическим продолжением следующих дисциплин:

№	Наименование дисциплины (модуля)
1	Математический анализ
2	Теория автоматического управления
3	Физика

Содержание дисциплины служит основой для изучения следующих дисциплин:

№	Наименование дисциплины (модуля)
1	Микроконтроллеры в робототехнических системах
2	Проектирование робототехнических систем

3.ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 6
Общая трудоемкость дисциплины, час	144	144
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	34	34
лекции	17	17
лабораторные	17	17
практические		
Самостоятельная работа студентов, в том числе:	110	110
Курсовой проект		
Курсовая работа	36	36
Расчетно-графическое задания		
Индивидуальное домашнее задание		
<i>Другие виды самостоятельной работы:</i>	74	74
Самостоятельная работа при подготовке к экзамену	36	36
Самостоятельная работа при подготовке к лабораторным занятиям	21	21
Самостоятельная работа при подготовке к лекциям	17	17
Форма промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	экзамен (36)	экзамен (36)

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4.1 Наименование тем, их содержание и объем
Курс 3 Семестр 6

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
1. Общие сведения о моделировании систем, классификация моделей и виды моделирования					
	Моделирование как метод научного познания. Определение моделирования. Классификация видов моделирования и математических моделей. Определение математического и имитационного моделирования. Отличительные признаки сложных систем. Принципы системного подхода в моделировании систем. Стадии разработки моделей. Инструментальные средства моделирования систем.	3			3
2. Введение в моделирование объектов и систем управления					
	Задачи моделирования объектов и систем управления. Способы получения математических моделей объектов и систем управления. Теоретический способ получения математических моделей объектов и систем управления. Эмпирический и комбинированный способы получения математических моделей объектов и систем управления. Типовые модели объектов и систем управления. Операторные модели. Модели в пространстве состояний. Конечные автоматы. Марковские случайные процессы. Интеллектуальные модели объектов и систем управления.	4		2	7
3. Цифровое моделирование объектов и систем управления					
	Принципы построения и основные требования к математическим моделям систем, цели и задачи исследования математических моделей систем, общая схема разработки математических моделей, примеры моделей систем. Основные характеристики и область применения метода цифрового моделирования. Этапы создания цифровых моделей. Методы численного дифференцирования. Методы численного интегрирования. Методы замены интеграторов диграторами. Методы введение фиктивных квантователей и фиксаторов. Модельные эффекты дискретизации при построении цифровых моделей.	4		4	10
4. Моделирование нелинейных систем и систем с распределенными параметрами					
	Методы моделирования систем с распределенными параметрами. Численные методы решения уравнений математической физики и соответствующие конечно-разностные математические модели. Явные и неявные конечно разностные схемы, методы их составления и	3		6	9

	решения. Устойчивость конечно разностных схем.				
5. Имитационное моделирование					
	Сущность имитационного моделирования. Модельное время и способы управления модельным временем. Обобщенная структурная схема имитационной модели, способы организации квазипараллелизма и этапы создания имитационной модели. Теоретические основы метода статистического моделирования. Машинное моделирование случайных величин, процессов и событий. Статистические гипотезы и критерии согласия. Качество машинных генераторов случайных чисел и методы ее повышения. Проверка адекватности имитационных моделей	3		5	9
	ВСЕГО	17	0	17	38

4.2. Содержание практических (семинарских) занятий (Не предусмотрены)

4.3. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	К-во часов	К-во часов СРС
семестр № 6				
1	Введение в моделирование объектов и систем управления	1. Оценка качества переходных процессов линейных объектов и систем управления.	2	3
2	Цифровое моделирование объектов и систем управления	2. Цифровое моделирование процессов в системах управления. 3. Моделирование систем многокритериального управления.	4	6
3	Имитационное моделирование	4. Идентификация статических моделей объектов управления. 5. Идентификация динамических моделей объектов и систем управления.	8	8
4	Моделирование нелинейных систем и систем с распределенными параметрами	6. Моделирование систем с распределенными параметрами.	3	4
		ИТОГО:	17	21
			ВСЕГО:	38

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	Общие сведения о моделировании систем, классификация моделей и виды моделирования	<ol style="list-style-type: none"> 1. Раскройте роль моделирования систем как метода научного познания. Дайте определения моделирования, модели, адекватности. 2. Сформулируйте основные требования, предъявляемые к моделям. 3. Дайте классификацию видов моделирования систем. 4. Сформулируйте основные понятия математического моделирования: определение, сущность, этапы развития, задачи, этапы построения моделей.
2	Введение в моделирование объектов и систем управления	<ol style="list-style-type: none"> 5. Приведите классификацию математических моделей. 6. Раскройте роль и место моделирования в теории управления. 7. Опишите теоретический, эмпирический и комбинированный способы получения математических моделей. 8. Расскажите об известных вам методах идентификация математических моделей по экспериментальным данным. 9. Дайте классификацию типовых моделей объектов и систем управления. 10. Опишите структуру и методы построения операторных моделей. 11. Опишите структуру и методы построения моделей в пространстве состояний. 12. Опишите структуру и методы построения конечных автоматов и Марковских случайных процессов.
3	Цифровое моделирование объектов и систем управления	<ol style="list-style-type: none"> 13. Раскройте сущность цифрового моделирования объектов и систем управления. Опишите этапы построения цифровых моделей. 14. Приведите классификацию методов дискретизации при построении цифровых моделей. 15. Опишите методы численного дифференцирования и численного интегрирования при построении цифровых моделей. 16. Опишите методы замены интеграторов диграторами при построении цифровых моделей. 17. Опишите методы введения фиктивных квантователей и фиксаторов при построении цифровых моделей. 18. Какие могут возникнуть модельные эффекты дискретизации при построении цифровых моделей. 19. Расскажите об интеллектуальных моделях объектов и систем управления. Приведите основные характеристики интеллектуальных систем. 20. Дайте определение нейросетевых моделей, приведите классификацию и методы построения

		<p>нейросетевых моделей.</p> <p>21. Опишите область применения и методику построения математических моделей на базе нечеткой логики.</p> <p>22. Опишите область применения и методику построения эволюционных моделей и генетических алгоритмов моделирования систем.</p>
4.	Моделирование нелинейных систем и систем с распределенными параметрами	<p>23. Дайте основные понятия математической теории динамических систем: определения динамической системы, динамических переменных операторов эволюции и фазовых траекторий, потоков и каскадов.</p> <p>24. Дайте определения автономных и неавтономных, консервативных и диссипативных динамических систем.</p> <p>25. Сформулируйте понятие аттрактора динамической системы и дайте классификацию аттракторов.</p>
5.	Имитационное моделирование	<p>26. Сформулируйте основные понятия имитационного моделирования: сущность имитационного моделирования, область применения, достоинства имитационного моделирования.</p> <p>27. Что такое модельное время, и какие способы управления модельным временем Вы знаете.</p> <p>28. Какие основные характеристики дискретных и непрерывных случайных величин и статистических рядов Вы знаете.</p> <p>29. Какие законы распределения дискретных случайных величин Вы знаете. В каких технических системах они встречаются.</p> <p>30. Какие законы распределения непрерывных случайных величин Вы знаете. В каких технических системах они встречаются.</p> <p>31. Расскажите о методах численного моделирования случайных величин.</p> <p>32. Раскройте роль статистических гипотез и критериев согласия в имитационном моделировании.</p>

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

1. Имитационное моделирование систем массового обслуживания

В качестве исходных данных предлагается описание системы массового обслуживания по вариантам с выдачей конкретных числовых значений, необходимых для вычисления. Процесс выполнения курсового проекта делится на 4 модуля, в каждом из которых необходимо выполнить последовательное усложнение модели: детерминированная модель, модель со случайными сигналами, модель со случайными процессами и оптимизация систем.

2. Интеллектуальные системы управления для моделирования работы технологических и робототехнических систем

В качестве задания дается определенный набор технологических процессов, связанных с работой робототехнических комплексов. Задачей

является создание вычислительной модели с использованием алгоритмов и подходов искусственного интеллекта и отработка модели на основе исходных числовых данных.

3. Моделирование сложных динамических систем с помощью аппарата нелинейной динамики и анализа свойств таких систем

Задачей является система, в структуру которой входят элементы, обладающие существенными нелинейными характеристиками. Задачей является нахождение метода анализа для исследования системы, разработка математической модели для вычислительного эксперимента и синтез системы управления для достижения заданных качественных характеристик системы.

5.3. Перечень индивидуальных домашних заданий, расчетно-графических заданий (Не предусмотрены)

5.4. Перечень контрольных работ (Не предусмотрены)

6. ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

6.1. Перечень основной литературы

- 1) Иванов, В.И. Имитационное моделирование и автоматизация эксперимента: Метод. указ. к выполн. лаборат. работ для студ. спец. 210200 / Сост. И.В. Иванов, А.Г.Филатов, Е.Н.Коробкова. – Белгород: БелГТАСМ, 2000. – 48 с.
- 2) Рубанов, В.Г. Интеллектуальные системы автоматического управления. Нечеткое управление в технических системах: Учебное пособие / В.Г. Рубанов., А.Г.Филатов – Белгород.: изд. БГТУ, 2010. – 171 с.
- 3) Рубанов, В.Г. Моделирование систем: Учебное пособие / В.Г. Рубанов., А.Г.Филатов – Белгород.: изд. БГТУ, 2006. – 379 с.

6.2. Перечень дополнительной литературы

- 1) Советов, Б. Я. Моделирование систем : учебник / Б. Я. Советов, С. А. Яковлев. – 5-е изд., стер. – М.: Высшая школа, 2007. – 339 с.
- 2) Бенькович, Е.С. Практическое моделирование динамических систем / Е.С. Бенькович, Ю.Б. Колесов, Ю.Б. Сениченков. – СПб.: БХВ-Петербург, 2002. – 444 с.
- 3) Семенов, М.Г. Введение в математическое моделирование / М.Г. Семенов. – М.: СОЛОН-Р, 2002. – 112 с.
- 4) Леоненков А.В. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH / А.В. Леоненков. – СПб.: БХВ-Петербург, 2003. – 719 с.
- 5) Рапопорт, Э. Я. Оптимальное управление системами с распределенными

параметрами : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности 220201 / Э. Я. Рапопорт. - Москва : Высшая школа, 2009. - 678 с.

- 6) Солдатенков, А. С. Математическое моделирование системы управления теплопотреблением комплекса зданий [Электронный ресурс] : монография / А. С. Солдатенков ; БГТУ им. В. Г. Шухова. – Электрон. текстовые дан. – Белгород: Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2015. Режим доступа: <https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2015121611064407500000653346>
- 7) Колокольцов, В.Н. Математическое моделирование многоагентных систем конкуренции и кооперации (Теория игр для всех). [Электронный ресурс] / В.Н. Колокольцов, О.А. Малафеев. – Электрон. дан. – СПб. : Лань, 2012. – 624 с. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/3551>.
- 8) Тарасик, В.П. Математическое моделирование технических систем. [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – Минск: Новое знание, 2013. – 584 с. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/4324>.
- 9) Голубева, Н.В. Математическое моделирование систем и процессов. [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – СПб.: Лань, 2016. – 192 с. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/76825>.

6.3. Перечень интернет ресурсов

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

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

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

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

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

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

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

7.МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Преподавание дисциплины «Моделирование систем» осуществляется в следующих аудиториях:

- 1) специализированный компьютерный класс МК229: 15 персональных компьютеров с выходом в интернет, проектор, 10 комплектов оборудования для моделирования систем NI Elvis II и Matlab;
- 2) лаборатория теории автоматического управления и моделирования средств управления МК231: аналоговые вычислительные комплексы АВК 6, аналоговые вычислительные комплексы АВК 31, аналоговые вычислительные комплексы АВК 32, 6 высокопроизводительных компьютеров, проектор, 3D-принтер, 3D-сканер, стенд для исследования мобильных роботов;
- 3) лаборатория управления робототехническими и технологическими системами ЦВТ203: мобильная роботизированная платформа, гексакоптер, паяльная станция, промышленные контроллеры Siemens, 4 высокопроизводительных рабочих станции, набор инструментов, стенд для изучения частотных преобразователей, асинхронный двигатель

при активном использовании ИКТ, используя в учебном процессе для улучшения наглядности и доступности следующее обеспечение:


- интерактивную доску с соответствующим программным обеспечением;
- мультимедиа и анимационный материал поясняющее работу элементов и устройств;
- презентационное программное обеспечение для демонстрации презентаций по разнообразным темам;
- MathWorks Individual Licenses (per License): MATLAB 2016b, Simulink, Neural Networks Toolbox, Fuzzy Logic Toolbox, Control System Toolbox 10 бессрочная лиц. №1145851;
- MathWorks Individual Licenses (per License): MATLAB 2014b, Simulink, Neural Networks Toolbox, Statistics and Machine Learning Toolbox10 бессрочная лиц. №362444;
- Microsoft Windows 7 64x MSDN подписка БГТУ;
- Microsoft Office 2013 лицензия БГТУ;

системы инженерного анализа (CAE) корпорации MSC Software (150 лиц., сетевая (3 сервера), лицензионное соглашение №342/CS-021015 бессрочная).

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.

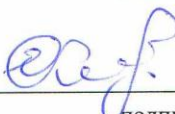
Заведующий кафедрой  Рубанов В.Г.
подпись, ФИО

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

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение №1. Методические указания для обучающегося по освоению дисциплины (включая перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине).

Данный курс состоит из лекций и лабораторных работ, а также выполнения курсового проекта. Основой является модульный метод обучения, сущность которого состоит в том, что содержание обучения структурируется в автономные организационно-методические блоки – модули, содержание и объём которых могут варьировать в зависимости от дидактических целей. Сами модули формируются в виде разделов, объединяемых по тематическому признаку.

Информационные технологии предполагают использование электронных материалов, системных и программных средств. Применение персональных компьютеров при изучении дисциплины активизирует познавательную деятельность студентов в области современных информационных технологий.

Самостоятельная работа студентов предполагает активное, последовательное и подробное освоение ими соответствующих учебных материалов дисциплины по всем ее структурным разделам с использованием рекомендуемой основной и дополнительной литературы и интернет источников. При рассмотрении всех разделов дисциплины рекомендуется постоянная работа с Интернет-ресурсами, с вебинарами проводимыми на русском и английском языках. Итоговый контроль осуществляется в форме экзамена после изучения всех частей курса.