

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



« 17 » 04 2015 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

дисциплины (модуля)

**МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМ И ПРОЦЕССОВ**

(наименование дисциплины, модуля)

направление подготовки (специальность):

**15.03.04 – Автоматизация технологических процессов и производств**  
(шифр и наименование направления бакалавриата, магистра, специальности)

Направленность программы (профиль, специализация):

**15.03.04-01 – Автоматизация технологических процессов и производств**  
**(промышленность)**  
(наименование образовательной программы (профиль, специализация))

Квалификация

**бакалавр**

(бакалавр, магистр, специалист)

Форма обучения

**очная**

(очная, заочная и др.)

**Институт:** Информационных технологий и управляющих систем

**Кафедра:** Технической кибернетики


Белгород – 2015

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования 15.03.04 – Автоматизация технологических процессов и производств (бакалавриат), приказ Минобрнауки России от 12 марта 2015 г. №200,
- плана учебного процесса БГТУ им. В.Г. Шухова, введенного в действие в 2015 году по направлению подготовки 15.03.04 – Автоматизация технологических процессов и производств (бакалавриат).

28  
Составитель (составители): к.т.н.  (А.Г. Бажанов)  
(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)

« 14 » 04 2015 г.


Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

« 14 » 04 2015 г., протокол № 9

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

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 17 » 04 2015 г., протокол № 6/1

Председатель: к.т.н., 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-19	Способность участвовать в работах по моделированию продукции, технологических процессов, производств, средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством с использованием современных средств автоматизированного проектирования, по разработке алгоритмического и программного обеспечения средств и систем автоматизации и управления процессами	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен:</p> <p><b>Знать:</b> типы подсистем автоматизированных промышленных систем; принципы получения данных для построения математических моделей; примеры построения математических моделей узлов системы; типы и правила проведения модельных экспериментов на натуральных объектах; принципы проведения научных экспериментов и формат выходных данных; принципы построения моделей в программном обеспечении; причины создания недостоверных моделей; методы проверки адекватности построенных моделей; методы анализа математических моделей процессов и систем; логическую связь между отдельными этапами моделирования; методы анализа математических моделей процессов и систем; логическую связь между отдельными этапами моделирования.</p> <p><b>Уметь:</b> строить математические модели узлов объекта с использованием классических и интеллектуальных подходов; применять математический аппарат для решения задач моделирования при синтезе моделируемых структур; применять на практике способы взаимодействия с объектом для получения исходных данных для моделирования; пользоваться численными методами для решения задач математического моделирования; создавать математические модели в программном обеспечении; пользоваться инструментарием вычислительных систем для проверки модели на адекватность, обработки данных математических моделей на основе вычислительного эксперимента; описывать полученные результаты моделирования научным языком, используя общеизвестные понятия автоматизации и робототехники.</p> <p><b>Владеть:</b> практическими навыками построения элементарных и обобщенных звеньев моделируемой системы; навыками работы с натурными моделями и прототипами реальных объектов; навыками</p>

Формируемые компетенции			Требования к результатам обучения
№	Код компетенции	Компетенция	
			создания, анализа и обработки результатов вычислительного эксперимента с применением современных программных средств и инструментов; навыками подготовки научных публикаций и докладов по результатам моделирования процессов и систем.

## 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	Научно-исследовательская практика
2	Производственная практика

## 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
<b>Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:</b>	51	51
лекции	34	34
лабораторные	17	17
практические		
<b>Самостоятельная работа студентов, в том числе:</b>	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	40	40
Самостоятельная работа при подготовке к лабораторным занятиям	28	28
Самостоятельная работа при подготовке к лекциям	25	25
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. 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.	6			4
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.	8		4	12
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.	8		4	14
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	6		4	11

	конечно разностные схемы, методы их составления и решения. Устойчивость конечно разностных схем.				
<b>5. Имитационное моделирование</b>					
	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	6		5	12
	<b>ВСЕГО</b>	<b>34</b>	<b>0</b>	<b>17</b>	<b>53</b>

## **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
<b>семестр № 7</b>				
1	Введение в моделирование объектов и систем управления	1. Оценка качества переходных процессов линейных объектов и систем управления.	4	6
2	Цифровое моделирование объектов и систем управления	2. Цифровое моделирование процессов в системах управления. 3. Моделирование систем многокритериального управления.	4	8
3	Имитационное моделирование	4. Идентификация статических моделей объектов управления. 5. Идентификация динамических моделей объектов и систем управления.	4	8
4	Моделирование нелинейных систем и систем с распределенными параметрами	6. Моделирование систем с распределенными параметрами.	5	6
		<b>ИТОГО:</b>	<b>17</b>	<b>28</b>
			<b>ВСЕГО:</b>	<b>45</b>

## 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"> <li>1. Раскройте роль моделирования систем как метода научного познания. Дайте определения моделирования, модели, адекватности.</li> <li>2. Сформулируйте основные требования, предъявляемые к моделям.</li> <li>3. Дайте классификацию видов моделирования систем.</li> <li>4. Сформулируйте основные понятия математического моделирования: определение, сущность, этапы развития, задачи, этапы построения моделей.</li> </ol>
2	Введение в моделирование объектов и систем управления	<ol style="list-style-type: none"> <li>5. Приведите классификацию математических моделей.</li> <li>6. Раскройте роль и место моделирования в теории управления.</li> <li>7. Опишите теоретический, эмпирический и комбинированный способы получения математических моделей.</li> <li>8. Расскажите об известных вам методах идентификация математических моделей по экспериментальным данным.</li> <li>9. Дайте классификацию типовых моделей объектов и систем управления.</li> <li>10. Опишите структуру и методы построения операторных моделей.</li> <li>11. Опишите структуру и методы построения моделей в пространстве состояний.</li> <li>12. Опишите структуру и методы построения конечных автоматов и Марковских случайных процессов.</li> </ol>
3	Цифровое моделирование объектов и систем управления	<ol style="list-style-type: none"> <li>13. Раскройте сущность цифрового моделирования объектов и систем управления. Опишите этапы построения цифровых моделей.</li> <li>14. Приведите классификацию методов дискретизации при построении цифровых моделей.</li> <li>15. Опишите методы численного дифференцирования и численного интегрирования при построении цифровых моделей.</li> <li>16. Опишите методы замены интеграторов диграторами при построении цифровых моделей.</li> <li>17. Опишите методы введения фиктивных квантователей и фиксаторов при построении цифровых моделей.</li> <li>18. Какие могут возникнуть модельные эффекты дискретизации при построении цифровых моделей.</li> <li>19. Расскажите об интеллектуальных моделях объектов и систем управления. Приведите основные характеристики интеллектуальных систем.</li> <li>20. Дайте определение нейросетевых моделей, приведите классификацию и методы построения нейросетевых моделей.</li> <li>21. Опишите область применения и методику построения</li> </ol>

		<p>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  
(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 теплоснабжением 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 и процессов» 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

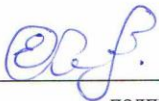
при активном использовании ИКТ, используя в учебном процессе для улучшения наглядности и доступности следующее обеспечение:

- 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, лабораторных работ и практических занятий. 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.