

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



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
дисциплины

**Математическое моделирование производственных процессов**

направление подготовки

09.03.03 Прикладная информатика

профиль программы

Прикладная информатика в бизнесе

квалификация

бакалавр

Форма обучения

очная

**Институт:** Информационных технологий и управляющих систем

**Кафедра:** Информационных технологий

Белгород – 2015


Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 09.03.03 Прикладная информатика (уровень бакалавриата), утвержденного Приказом Министерства образования и науки Российской Федерации. от 12 марта 2015 г. N 207
- плана учебного процесса БГТУ им. В.Г. Шухова, введенного в действие в 2015 году.

Составитель: канд. тех. наук, доц.  (И.В. Иванов)

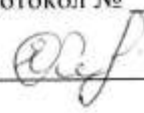
Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры информационных технологий

«15» 04 2015 г., протокол № 5

Зав. кафедрой: канд. техн. наук, доц.  (И.В. Иванов)

Рабочая программа одобрена методической комиссией института ИТУС

«23» 04 2015 г., протокол № 9/2

Председатель: канд. техн. наук, доц.  (Ю.И. Солопов)

## 1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Формируемые компетенции			Требования к результатам обучения
№	Код компетенции	Компетенция	
<b>Общепрофессиональные</b>			
1	ОПК-2	способность анализировать социально-экономические задачи и процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен</p> <p><b>Знать</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные классы моделей информационных систем предметной области,</li> <li>- технологию их моделирования,</li> <li>- принципы построения моделей процессов функционирования систем;</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- осуществлять математическую и постановку задач по описанию систем;</li> <li>- применять системный подход для решения прикладных задач,</li> </ul> <p><b>Владеть</b> навыками имитационного моделирования сложных систем с использованием инструментальных средств</p>

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Содержание дисциплины основывается и является логическим продолжением следующих дисциплин:

№	Наименование дисциплины (модуля)
1	Дискретная математика
2	Численные методы и оптимизация
3	Математика
4	Языки программирования
5	Теория информации

Содержание дисциплины служит основой для изучения следующих дисциплин:

№	Наименование дисциплины (модуля)
2	Проектирование информационных систем

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зач. единиц, 144 часов.

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
<b>Самостоятельная работа студентов, в том числе:</b>	93	93
Курсовой проект		
Курсовая работа		
Расчетно-графическое задания	20	20
Индивидуальное домашнее задание		
<i>Другие виды самостоятельной работы</i>	37	37
Форма промежуточной аттестации	36	36 Экзамен

### 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
<b>Раздел 1. Общие представления о теории и практике моделирования</b>					
	<p><u>Введение. Основные понятия и определения</u> Предмет курса, его цели и задачи. Содержание курса и его связь с другими дисциплинами специальности. Познавательные аспекты теории подобия и моделирования. Место моделирования в современной науке и практике. Использование моделирования при исследовании и проектировании информационных систем и технологий.</p> <p><u>Основные понятия теории моделирования систем</u> Модели и их роль в изучении процессов функционирования информационных систем. Классификация видов моделирования систем. Аналитические и имитационные модели. Основные понятия теории моделирования систем.</p> <p><u>Формализация и имитация процессов функционирования систем</u></p>	8		5	8

<p>Формальное описание имитационной модели. Понятие о модельном времени. Структурная схема имитационных моделей. Моделирование методом просмотра активностей. Моделирование методом составления расписания событий. Моделирование методом синхронизации процессов. Моделирование методом управления транзактами. Моделирование методом управления агрегатами.</p>				
<b>Раздел 2. Моделирование стохастических систем</b>				
<p><u>Общая характеристика метода статистического моделирования на ЭВМ.</u>  Виды случайных объектов. Использование вероятностных характеристик случайных объектов.  <u>Методы генерации псевдослучайных последовательностей чисел на ЭВМ.</u>  Понятие о псевдослучайных числах. Получение равномернораспределенных случайных чисел. Аппаратный способ получения случайных последовательностей. Табличный способ получения случайных последовательностей. Алгоритмический способ получения псевдослучайных последовательностей. Алгоритм «магических формул». Алгоритм «квадратов». Алгоритм степенный остатков. Комбинированные способы получения случайных последовательностей.  <u>Имитация случайных событий.</u>  Алгоритм генерации независимых случайных событий. Алгоритм генерации зависимых случайных событий. Алгоритм генерации полной группы случайных событий.  <u>Генерация случайных чисел с заданными законами распределения.</u>  Метод обратной функции. Метод исключений. Методы генерации нормальных случайных чисел. Метод генерации случайных чисел, распределенных по закону Пуассона. Генерация случайных чисел, подчиненных многоместным законам распределения.  <u>Получение реализаций случайных векторов и процессов.</u>  Метод скользящего суммирования. Метод формирующего фильтра</p>	10		8	9
<b>Раздел 3. Теория и практика проведения вычислительных экспериментов с моделями</b>				
<p><u>Регрессионный анализ сложных систем</u>  Понятие о регрессионных моделях. Регрессия первого рода. Регрессия второго рода. Анализ регрессионных зависимостей.  <u>Проверка адекватности моделей</u>  Статистическая обработка результатов в процессе моделирования информационных систем на ЭВМ. Критерии согласия имитационных моделей: критерий Стьюдента, критерий Фишера, критерий хи-квадрат. Проблема сходимости результатов моделирования. Проблема обеспечения точности и достоверности</p>	8		4	8

	результатов компьютерного моделирования.				
<b>Раздел 4. Инструментальные средства моделирования систем</b>					
	<u>Программное обеспечение моделирования систем</u> Основные понятия языков и систем моделирования. Систематизация языков моделирования. Примеры наиболее распространенных языков моделирования. <u>Основы объектно-ориентированного моделирования</u> Структура систем объектно-ориентированного моделирования. UML – универсальная нотация моделирования систем. Объекты и классы. Поведение. Типы и стереотипы переменных. Типы данных. Карта поведения. Связи. <u>Пакеты компонентного моделирования</u> Синтаксис пакетов моделирования. Интегрированная среда пакета моделирования. Состав проекта моделирования. Средства редактирования. Численные библиотеки. Продвижение модельного времени. Управление модельным экспериментом в пакетах моделирования.	8			12
	<b>ВСЕГО</b>	34		17	37

#### 4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

*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	Раздел 1.	Имитационное моделирование детерминированной системы массового обслуживания	5	7
2	Раздел 2.	Моделирование случайных чисел с заданными законами распределения	4	4
3	Раздел 2.	Моделирование случайных процессов с заданной корреляционной функцией	4	4
4	Раздел 3.	Построение регрессионных моделей систем массового обслуживания	2	3
5	Раздел 3.	Обработка и анализ результатов машинных экспериментов с имитационными моделями	2	2
ИТОГО:			17	20
ВСЕГО:				37

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

#### 5.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий)

Экзаменационные вопросы

1. Модели и их роль в изучении информационных систем
2. Классификация и свойства моделей
3. Аналитические и имитационные модели
4. Формальное описание имитационной модели
5. Понятие о модельном времени
6. Структура имитационных моделей
7. Моделирование методом просмотра активностей
8. Моделирование методом составления расписания событий
9. Моделирование методом синхронизации процессов
10. Моделирование методом управления транзактами
11. Способы получения случайных чисел
12. Методы генерации псевдослучайных квазиравномерных последовательностей чисел
13. Генерация последовательностей случайных чисел с заданным законом распределения методом обратной функции
14. Генерация последовательностей случайных чисел с заданным законом распределения методом исключений
15. Методы генерации последовательностей случайных чисел, распределенных по нормальному закону
16. Методы генерации последовательностей случайных чисел, распределенных по закону Пуассона
17. Моделирование многомерного совместного распределения случайных чисел
18. Методы моделирования случайных событий
19. Методы моделирования случайных процессов
20. Классификация инструментальных средств моделирования
21. Объектно-ориентированный подход к моделированию: классы, объекты, связи, структура
22. Стереотипы и типы данных в пакетах объектно-ориентированного моделирования
23. Понятие карты поведения в пакетах объектно-ориентированного моделирования
24. Понятие состояний и переходов в пакетах объектно-ориентированного моделирования
25. Модельное время в пакетах объектно-ориентированного моделирования. Алгоритм продвижения модельного времени
26. Управление вычислительным экспериментом в пакетах объектно-ориентированного моделирования
27. Средства оптимизации модели в пакетах объектно-ориентированного моделирования
28. Интегрированная среда пакета объектно-ориентированного моделирования. Редактирование и визуализация модели
29. Статистическая обработка результатов моделирования
30. Оценка адекватности имитационных моделей
31. Построение регрессионных моделей
32. Принятие решений по результатам моделирования

33. Система имитационного моделирования ARENA: современное состояние, области применения, архитектура, инструменты, возможности взаимодействия.
34. Процесс моделирования в среде ARENA: шаблоны решений, типы блоков, панели инструментов. Простейшая имитационная модель в ARENA.

### Примеры экзаменационных задач

#### Экзаменационная задача 1

Система представляет собой бассейн с входной трубой и выходной трубой. На входной трубе имеется заслонка, которая может перекрывать входной поток. Скорость входного потока  $V$  распределена по нормальному закону с параметрами  $(m, s)$ . Скорость выходного потока постоянна и равна  $W$ . Если уровень жидкости в бассейне повышается до величины  $H_{\max}$ , то заслонка полностью и мгновенно перекрывает входной поток. При снижении уровня до величины  $H_{\min}$  заслонка вновь открывает входной поток. Величина  $H_{\max}$  задается интерактивным элементом в пределах от 40 до 50.

$$m = 5, s = 1, W = 4, H_{\min} = 30$$

#### Экзаменационная задача 2

Система представляет собой утюг, состоящий из нагревателя и регулятора. Скорость нагревания – 150 С/мин; скорость остывания – 40 С/мин. Температура утюга  $T$  задается интерактивным элементом в пределах от 500 С до 2000 С. При нагревании утюга до температуры  $T+\Delta$ , регулятор утюга отключает нагревательный элемент, затем вновь включает его при снижении температуры до  $T-\Delta$ . Погрешность регулирования  $\Delta$  подчинена нормальному закону распределения с матожиданием  $m=40$  и среднеквадратичным отклонением  $d=10$ .

#### Экзаменационная задача 3

На таможенный пункт пропуска с интенсивностью  $L=2$  мин<sup>-1</sup> (показательный закон распределения) въезжают автомобили. Они распределяются попеременно по двум терминалам. Время обслуживания автомобиля в терминале –  $T$ . Если в терминале скапливается 2 и более автомобиля, входной шлагбаум на пункт пропуска перекрывается. Время  $T$  регулируется интерактивным элементом в пределах от 1 до 4 мин.

#### Экзаменационная задача 4

Вблизи «Титаника» появляется айсберг. Начальное расстояние до айсберга – от 800 до 1200 м (задается интерактивным элементом). Скорость сближения айсберга с кораблем – 10 узлов (морских миль в час). Когда расстояние до айсберга уменьшается вдвое по отношению к начальному, впередсмотрящий докладывает об этом вахтенному офицеру, вахтенный офицер через 20 с



докладывает капитану, ошарашенный капитан в течение времени  $T$  размышляет, что же делать, и отдает команду рулевому на изменение курса. Рулевой просыпается через 30 с после получения команды, уводит корабль от столкновения и снова засыпает. Время  $T$  распределено по нормальному закону с матожиданием 1 мин и среднеквадратичным отклонением 10 с. Морская миля  $\approx 1852$  м, задать константой. Появление айсберга определить с помощью плана прогона модели или интерактивного элемента (кнопки).

#### Экзаменационная задача 5

С высоты 15 км с земного межпланетного корабля на Марс сбрасывается наблюдательный зонд, который свободно падает на поверхность красной планеты до высоты 3 км. Затем выбрасывается парашют, и зонд продолжает снижение с постоянной скоростью 5 м/с. С момента раскрытия парашюта каждые  $T_1$  секунд зонд производит фотоснимок. На высоте 1.5 км зонд замечает марсианская противовоздушная оборона, которая в течение  $T_2$  секунд приводится в боевую готовность, а затем каждые 40 секунд производит выстрелы по зонду, но не попадает. На высоте 200 м ПВО теряет зонд из виду. Ускорение свободного падения на Марсе – 3.7 м/с<sup>2</sup>. Время  $T_1$  задать интерактивным элементом в пределах от 30 до 90 с. Время  $T_2$  распределено по нормальному закону с матожиданием 100 с и среднеквадратичным отклонением 10 с.

#### Экзаменационная задача 6

На лакокрасочном производстве разливочная машина разливает краску в 150-литровые емкости со скоростью  $W$  л/с. После заполнения емкости разлив краски приостанавливается, емкость закрывается крышкой в течение 12 с, затем запаивается в полиэтиленовый мешок в течение 23 с, затем в машину подается новая емкость в течение 3 с и процесс разлива возобновляется. Контролер ОТК время от времени отливает из емкости, находящейся на разливе, 10 л краски для проведения контроля качества. Краску можно отлить только в тот момент, когда емкость находится на разливе и в ней больше 10 л краски. Считать, что порция отливается мгновенно. Контрольная порция краски в течение 50 с подается в установку экспресс-анализа, где тестируется в течение  $T$  мин. После завершения теста контролер в течение 2 мин. записывает результаты в журнал и вновь подходит к машине, чтобы отлить новую контрольную порцию краски. Скорость  $W$  задать интерактивным элементом в интервале от 5 до 10. Время  $T$  распределено нормально с матожиданием 2 мин и среднеквадратичным отклонением 10 с.

#### Экзаменационная задача 7

В подземном резервуаре гейзера накапливается вода со скоростью 200 л/с. Когда объем воды превысит  $V$  л происходит выброс фонтана на высоту  $H$  м и резервуар опустошается на две трети. Гидрологическая станция реагирует на выброс фонтана через 3 с если его высота превысит 15 м. После этого гидрологическая станция автоматически производит забор пробы воды в течение

10 с и вновь переходит в режим наблюдения. Величина  $V$  задается интерактивным элементом в пределах от 2600 до 3800 л. Высота фонтана  $H$  является случайной величиной, нормально распределенной с матожиданием 20 м и среднеквадратичным отклонением 4 м.

#### Экзаменационная задача 8

Биатлонист, идя по дистанции, преодолевает 5 км с постоянной скоростью 20 км/час, следующие 150 м до огневого рубежа он едет с замедлением 0.1 м/с<sup>2</sup>. Прибыв на рубеж, спортсмен изготавливается к стрельбе в течение 20 с, затем делает поправку на ветер и производит 5 выстрелов с интервалом 6 с. Поправку на ветер спортсмен делает один раз – только перед началом стрельбы, определив направление ветра по флажкам – «направо» или «налево». Скорость ветра – случайная величина с нулевым матожиданием и СКО 2 м/с. Если в момент выстрела поправка, выбранная биатлонистом, соответствуют направлению ветра и скорость ветра не превышает  $V$  м/с, считается, что атлет попал в мишень. Предельную скорость ветра  $V$  задать интерактивным элементом.

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

*Не предусмотрено*

### **5.3. Перечень индивидуальных домашних заданий, расчетно-графических заданий.**

На выполнение РГЗ предусмотрено 20 часов самостоятельной работы студента. Выполнение РГЗ предусмотрено в семестре № 7. Содержание РГЗ охватывает темы раздела 4. РГЗ включает разработку визуальной модели системы массового обслуживания с включением двумерной и трехмерной анимации, случайных объектов. В качестве инструмента моделирования используется один из пакетов объектно-ориентированного моделирования: Model Vision Studium или Arena. Варианты систем массового обслуживания совпадают с вариантами для лабораторных работ.

### **5.4. Перечень контрольных работ**

*Не предусмотрено*

## **6.ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА**

### **6.1. Перечень основной литературы**

1. Кудряшов В. С. Моделирование систем Учебное пособие Воронеж : Воронежский государственный университет инженерных технологий 2012 <http://www.iprbookshop.ru/27320.html>
2. Аверченков В. И. Основы математического моделирования технических систем Учебное пособие Брянск : Брянский государственный технический университет 2012 <http://www.iprbookshop.ru/7003.html>
3. Шелухин О. И. Моделирование информационных систем Учебное пособие

Москва : Горячая линия - Телеком 2012

<http://www.iprbookshop.ru/12002.html>

4. Морозов В. К., Рогачев Г. Н. Моделирование информационных и динамических систем Учебное пособие М.: Издательский центр "Академия" 2011
5. Иванов И. В., Пигорева А.В. Моделирование систем. Лабораторный практикум Метод. указания Белгород: Изд-во БГТУ 2008

### **6.2. Перечень дополнительной литературы**

1. Советов Б. Я., Яковлев С.А. Моделирование систем Учебник М.: Высш. шк. 2007
2. Советов Б. Я., Яковлев С.А. Моделирование систем: практикум Учебное пособие М.: Высш. шк. 2005
3. Бенькович Е. С., Колесов Ю. Б., Сениченков Ю. Б. Практическое моделирование динамических систем Учебное пособие СПб.: БХВ-Петербург 2002
4. Боев В.Д. Моделирование систем. Инструментальные средства GPSS World Учебное пособие СПб. : БХВ-Петербург 2004
5. Тарасевич Ю.Ю. Математическое и компьютерное моделирование: Вводный курс Учебное пособие М.: Едиториал УРСС 2003

### **6.3. Перечень интернет ресурсов**

1. MIT OpenCourseWare. Introduction to Numerical Simulation [Электронный ресурс]. – Массачусетский технологический институт. Режим доступа: <http://ocw.mit.edu/courses/electrical-engineering-and-computer-science/6-336j-introduction-to-numerical-simulation-sma-5211-fall-2003/>
2. Arena simulation software [Электронный ресурс]. – Rockwell Automation. Режим доступа: <https://www.arenasimulation.com/>
3. Лекции по моделированию систем. [Электронный ресурс]. Тематический сайт «Все для учебы». Режим доступа: <http://www.studfiles.ru/dir/cat32/subj1235/file11061.html>
4. MIT OpenCourseWare. Introduction to Modeling and Simulation [Электронный ресурс]. – Массачусетский технологический институт. Режим доступа: <http://ocw.mit.edu/courses/materials-science-and-engineering/3-021j-introduction-to-modeling-and-simulation-spring-2012>.

## **7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

Учебные аудитории для проведения лекционных занятий, лабораторных занятий, выполнения расчетно-графических заданий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации. Аудитории для лекционных и

практических занятий оборудованы специализированной мебелью, учебно-информационными стендами, мобильным или стационарным мультимедийным проектором, переносным экраном, ноутбуком на базе одно или двухядерного процессора с тактовой частотой не менее 1,5 ГГц или компьютерами с тактовой частотой не менее 2 ГГц, объемом оперативной памяти не менее 2 Гб и жесткого диска до 500 Гб, локальной сетью с пропускной способностью 100 Мбит/с, лазерными принтерами или многофункциональными устройствами форматов А4, А3, планшетными сканерами (при отсутствии МФУ).

Для проведения лабораторных занятий могут использоваться компьютерные классы, оснащенные компьютерами с установленными программными продуктами:

Лицензионное ПО:

- Microsoft Office Professional
- Microsoft Windows
- Система компьютерного тестирования знаний VeralTest
- Model Vision Studium Free


## 8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ


Утверждение рабочей программы с изменениями, дополнениями

1. На титульном листе рабочей программы читать название «Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования» как «Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования»
2. Институт информационных технологий и управляющих систем был переименован 30.04.2016 г. в институт Энергетики, информационных технологий и управляющих систем на основании приказа № 4/52 от 29.02.2016 г.

Рабочая программа с изменениями, дополнениями утверждена на 2016/2017 учебный год.

Протокол № 7 заседания кафедры ИТ от «15» 06 2016 г.

Заведующий кафедрой: канд.техн. наук, доц.  (Н.В. Иванов)

Директор института ЭИТУС: канд.техн. наук, доц.  (А.В. Белоусов)

Утверждение рабочей программы без изменений

Рабочая программа без изменений и дополнений утверждена на 20<sup>17</sup>/20<sup>18</sup> учебный год.

Протокол № 12 заседания кафедры ИТ от «27» 06 20<sup>17</sup> г.

Заведующий кафедрой: канд. техн. наук, доц. [подпись] (И.В. Иванов)


Директор института ЭИТУС: канд. техн. наук, доц. [подпись] (А.В. Белоусов)


Утверждение рабочей программы с изменениями, дополнениями

1. Изменения в п. 6

Рабочая программа с изменениями, дополнениями утверждена на 20<sup>18</sup>/20<sup>19</sup> учебный год.

Протокол № 6 заседания кафедры ИТ от «14» 04 20<sup>18</sup> г.

Заведующий кафедрой: канд. техн. наук, доц.  (И.В. Иванов)

Директор института ЭИТУС: канд. техн. наук, доц.  (А.В. Белоусов)

## **6. ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА**

### **6.1. Перечень основной литературы**

1. Кудряшов В. С. Моделирование систем: учебное пособие. Воронеж: Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2012. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/27320.html>
2. Аверченков В. И. Основы математического моделирования технических систем: учебное пособие. Брянск: Брянский государственный технический университет, 2012. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/7003.html>
3. Морозов В. К., Рогачев Г. Н. Моделирование информационных и динамических систем: учебное пособие. М.: Издательский центр "Академия", 2011.
4. Иванов И. В. Моделирование систем : лаб. практикум : учеб. пособие 230201 / И. В. Иванов , А. В. Пигорева ; БГТУ им. В. Г. Шухова . - Белгород : Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2008. - 65 с.

### **6.2. Перечень дополнительной литературы**

1. Советов Б. Я., Яковлев С.А. Моделирование систем: учебник. М.: Высш. шк., 2007.
2. Советов Б. Я., Яковлев С.А. Моделирование систем: практикум: учебное пособие. М.: Высш. шк., 2005.
3. Бенькович Е. С., Колесов Ю. Б., Сениченков Ю. Б. Практическое моделирование динамических систем: учебное пособие. СПб.: БХВ-Петербург, 2002.
4. Боев В.Д. Моделирование систем. Инструментальные средства GPSS World: учебное пособие. СПб.: БХВ-Петербург, 2004.
5. Тарасевич Ю.Ю. Математическое и компьютерное моделирование: Вводный курс: учебное пособие. М.: Едиториал УРСС, 2003.
6. Афонин В.В. Федосин С.А. Моделирование систем: учебно-практическое пособие: учебное пособие. М.: Интернет-университет информационных технологий: Бином. Лаборатория знаний, 2016. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/52179>
7. Аверченков, В. И. Основы математического моделирования технических систем: учебн. пособие. Брянск : Брянский государственный технический университет, 2012. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/7003>



## **ПРИЛОЖЕНИЯ**

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

*Примечание: Приложение №1 выполняется на отдельных листах.*

Утверждение рабочей программы без изменений

Рабочая программа без изменений утверждена на 2019 /2020 учебный год.

Протокол № 9 заседания кафедры ИТ от «7» июня 2019 г.


И.о.зав. кафедрой ИТ: канд.техн. наук  (Д.Н. Старченко)


Директор института ЭИГУС: канд.техн. наук, доц.  (А.В. Белоусов)

Утверждение рабочей программы без изменений

Рабочая программа без изменений утверждена на 2020 /2021 учебный год.

Протокол № 6 заседания кафедры ИТ от «12» 05 2020 г.


И.о.зав. кафедрой ИТ: канд.техн. наук  (Д.Н. Старченко)


Директор института ЭИТУС: канд.техн. наук, доц.  (А.В. Белоусов)

Утверждение рабочей программы без изменений

Рабочая программа без изменений утверждена на 2021 /2022 учебный год.

Протокол № 6 заседания кафедры ИТ от «20» 04 2021 г.

И.о. зав. кафедрой ИТ канд.техн.наук  (Д.Н. Старченко)

Директор института ЭИТУС канд.техн.наук, доц.  (А.В. Белоусов)