

Предисловие.....	3
Введение .....	5
<b>Глава 1. Предмет и базовые понятия дисциплины .....</b>	<b>7</b>
1.1. Основные представления о моделировании процессов и систем.....	7
1.1.1. Общие положения .....	7
1.1.2. Основные свойства моделей .....	10
1.1.3. Морфологические свойства модели .....	10
1.1.4. Основные положения общей теории систем .....	13
1.1.5. Примеры и разновидности систем .....	14
1.2. Общие цели и задачи моделирования систем .....	16
1.3. Моделирование, оптимизация и принятие решений.....	19
<b>Глава 2. Классификация моделей.....</b>	<b>27</b>
2.1. Классификационные признаки моделей.....	27
2.2. Мысленное и реальное моделирование.....	29
2.2.1. Наглядное моделирование .....	30
2.2.2. Символическое моделирование .....	30
2.2.3. Реальное моделирование и его виды .....	33
2.3. Классификация моделей по точности .....	34
<b>Глава 3. Эмпирические математические модели.....</b>	<b>35</b>
3.1. Область применения эмпирических моделей .....	35
3.2. Общая процедура построения эмпирической модели .....	36
3.3. Методы получения экспериментальных данных.....	37
3.4. Критерии точности эмпирических моделей .....	47
3.5. Вычисление нормы вектора в пакете MATLAB .....	49
3.6. Визуальная оценка качества модели .....	52
3.7. Достоинства и недостатки эмпирического моделирования.....	53
<b>Глава 4. Построение эмпирических моделей с применением     пакета MATLAB.....</b>	<b>54</b>
4.1. Полиномиальная регрессия .....	54
4.2. Линейная по параметрам регрессия .....	60
4.3. Многомерная регрессия.....	61
4.4. Авторегрессионные модели .....	62

<b>Глава 5. Математические модели дискретных систем</b> .....	67
5.1. Математические модели, основывающиеся на алгебре логики.....	67
5.1.1. Представления о теории множеств и ее применении для моделирования систем.....	67
5.1.2. Модели алгебры логики в задачах проектирования аппаратных средств автоматизированных систем.....	71
5.2. Графовые модели систем.....	78
5.2.1. Элементы теории графов.....	78
5.2.2. Структурный анализ систем на базе графовых моделей.....	80
5.2.3. Задачи анализа структур по графовым моделям.....	82
5.2.4. Потоки в графовых моделях и их анализ.....	87
5.2.5. Разделяющие множества, сечения, разрезы.....	88
5.2.6. Задача о максимальном потоке.....	89
5.3. Модели процессов функционирования систем на базе теории сетей Петри.....	93
5.3.1. Общие положения.....	93
5.3.2. Обыкновенные сети Петри.....	94
5.3.3. Свойства сетей Петри.....	95
5.3.4. Возможности обыкновенных сетей Петри.....	96
5.3.5. Временные сети Петри.....	97
5.3.6. Раскрашенные сети Петри.....	98
<b>Глава 6. Работа в Simulink и Stateflow. Реализация моделей дискретных систем средствами пакета MATLAB</b> .....	101
6.1. Работа в Simulink.....	101
6.1.1. Общие сведения.....	101
6.1.2. Как работает Simulink.....	102
6.1.3. Этап создания графической модели динамической системы.....	103
6.1.4. Этап выполнения моделирования поведения динамической системы.....	108
6.1.5. Вычислительные аспекты этапа моделирования поведения динамической системы.....	111
6.1.6. Анализ результатов моделирования динамической системы.....	117
6.2. Построение моделей логических элементов в MATLAB-Simulink.....	118
6.3. Аппаратная модель конечного автомата.....	122
6.4. Программное средство описания конечных автоматов — язык состояний и переходов.....	123
6.5. Моделирование систем в Stateflow.....	124
6.6. Особенности построения моделей в Stateflow.....	128
6.7. Язык Stateflow-диаграмм.....	139
6.7.1. Представление иерархии в Stateflow.....	139
6.7.2. Состояния.....	141
6.7.3. Переходы.....	144
6.7.4. Типы переходов.....	146

6.7.5.	Подключаемые соединения .....	151
6.7.6.	Соединение с памятью .....	155
6.7.7.	Блоки .....	156
6.7.8.	Графические функции .....	156
6.7.9.	Язык действий .....	157
6.8.	Stateflow-модели конечных автоматов .....	159
6.8.1.	Пример диаграммы в виде блок-схемы .....	159
6.8.2.	Моделирование работы компьютера .....	160
6.8.3.	Модель вероятностного конечного автомата .....	161
<b>Глава 7.</b>	<b>Модели стохастических систем</b> .....	<b>164</b>
7.1.	Теория массового обслуживания как основа моделирования стохастических систем .....	164
7.1.1.	Общие положения .....	164
7.1.2.	Основные разновидности систем массового обслуживания и дисциплины обслуживания .....	165
7.1.3.	Простейшие потоки в системах массового обслуживания .....	166
7.1.4.	Марковские случайные процессы. Уравнения Колмогорова ...	169
7.1.5.	Сети массового обслуживания .....	172
7.1.6.	Построение сетевых моделей массового обслуживания .....	174
7.2.	Аналитические задачи моделирования стохастических систем .....	175
7.2.1.	Задачи анализа систем на основе моделей стохастических процессов .....	175
7.2.2.	Марковская модель вычислительного процесса .....	177
<b>Глава 8.</b>	<b>Реализация моделей стохастических систем средствами пакета MATLAB</b> .....	<b>181</b>
8.1.	Расширение SimEvents как средство моделирования в Simulink систем массового обслуживания .....	181
8.2.	Моделирование в Simulink-SimEvents систем массового обслуживания .....	183
8.2.1.	Модель СМО типа M/M/1 .....	183
8.2.2.	Модель СМО типа M/D/1 .....	185
8.2.3.	Модель СМО типа G/G/1. Закон Литтла .....	186
8.2.4.	Модели СМО с единственным сервером и с несколькими серверами .....	187
8.2.5.	Модели СМО с единственной очередью и с несколькими очередями .....	187
8.2.6.	Модель СМО с различными политиками обслуживания .....	189
8.2.7.	Модель СМО с различными политиками выгрузки .....	189
<b>Глава 9.</b>	<b>Аналитические математические модели непрерывных детерминированных систем</b> .....	<b>193</b>
9.1.	Дифференциальные уравнения динамических систем .....	193
9.2.	Использование дифференциальных уравнений в теории управления .....	194
9.3.	Эмпиризм и фундаментализм .....	195

4.	Сила и слабость аналитических моделей.....	196
5.	Получение дифференциальных уравнений динамических систем....	197
9.5.1.	Механические системы. Поступательное движение.....	197
9.5.2.	Механические системы. Вращательное движение.....	199
9.5.3.	Электрические цепи.....	200
9.5.4.	Электромагнитные процессы.....	202
9.5.5.	Двигатель постоянного тока с независимым возбуждением....	203
9.5.6.	Баланс масс.....	205
9.5.7.	Уравнение сохранения энергии.....	207
9.5.8.	Тепловой баланс жидкости в баке.....	207
6.	Непрерывные модели динамических систем.....	208
9.6.1.	Общие положения.....	208
9.6.2.	Механическая система.....	210
9.6.3.	Описание линейной системы в пространстве состояний.....	210
7.	Описание в виде отношений входных и выходных переменных.....	212
9.7.1.	Общие положения.....	212
9.7.2.	Передаточная функция механической системы.....	214
9.7.3.	Низкочастотный фильтр.....	214
9.7.4.	Область применения линейных моделей.....	214
9.7.5.	Ограничения сигнала.....	214
9.7.6.	Нелинейные системы.....	215
9.7.7.	Численное моделирование динамических систем.....	217
9.7.8.	Проблема слишком большого шага.....	217

**Глава 10. Использование пакета MATLAB при построении математических моделей непрерывных детерминированных систем..... 220**

0.1.	Аналитическое решение дифференциальных уравнений динамических систем. Пакет Symbolic Math Toolbox.....	220
0.2.	Численное решение дифференциальных уравнений динамических систем.....	224
0.3.	Пакет Control System Toolbox как средство моделирования систем.....	225
0.4.	Решение задач моделирования систем в пакете Control System Toolbox.....	232
0.5.	Моделирование систем с использованием пакета Simulink.....	233
10.5.1.	Simulink-модель одномассовой колебательной механической системы.....	233
10.5.2.	Simulink-модель нелинейной системы.....	235
10.5.3.	Преобразование Simulink-модели в LTI-модель.....	236
10.5.4.	Линеаризация.....	238

**Глава 11. Моделирование гибридных систем..... 243**

11.1.	Гибридные системы как особый класс систем.....	243
11.2.	Моделирование систем с дискретными событиями.....	244
11.2.1.	Общие сведения.....	244
11.2.2.	Модели гибридных систем.....	244

11.2.3. Термостат как гибридная система .....	245
11.2.4. Ядерный реактор как гибридная система .....	246
11.2.5. Контроллер железнодорожного слагбаума как гибридная система .....	247
11.2.6. Моделирование в Stateflow гибридных систем .....	249
11.2.7. Моделирование работы релейной системы стабилизации температуры на базе программируемого логического контроллера Premium .....	249
11.2.8. Модель цифровой системы управления.....	249
Заключение.....	255
Список литературы.....	257