

# СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие . . . . .	10
<b>1. Общие сведения об управляемых системах . . . . .</b>	<b>16</b>
1.1. Вступление . . . . .	16
1.2. Свойства моделей сложных управляемых систем . . . . .	18
1.3. Особенности ситуационного управления . . . . .	19
1.4. Методы оптимального автоматического управления. . . . .	23
1.5. Правила системной политики. . . . .	25
1.6. Задачи, решаемые с помощью управления. . . . .	26
1.7. Функции управления в телекоммуникационных системах . . . . .	27
1.8. Организация управления в ТКС с использованием концепции TMN. . . . .	28
1.9. Функции управления на транспортном уровне . . . . .	33
Контрольные вопросы и задания . . . . .	34
Литература . . . . .	34
Дополнительная литература . . . . .	35
<b>2. Технологии управления, используемые    при функционировании ТКС . . . . .</b>	<b>36</b>
2.1. Вступление . . . . .	36
2.2. Технологии управления обеспечением качества услуг QoS . . . . .	37
2.2.1. Механизмы QoS в плоскости управления . . . . .	39
2.2.2. Механизмы QoS в плоскости информации данных. . . . .	39
2.2.3. Механизмы QoS в плоскости менеджмента. . . . .	41
2.3. Методы реализации механизмов QoS . . . . .	42
2.4. Особенности управлений ресурсами в архитектуре сети, предложенной ЕТСИ. . . . .	43
2.5. Управление структурой телекоммуникационной системы . . . . .	47
2.5.1. Методы оптимизации структуры сетей . . . . .	49
2.5.2. Оптимизация динамической процедуры управления структурой ТКС . . . . .	49
2.6. Управление функциональными состояниями ТКС . . . . .	53
2.7. Основные протоколы управления сетями . . . . .	54
Контрольные вопросы и задания . . . . .	58
Литература . . . . .	59
Дополнительная литература . . . . .	59
<b>3. Математические модели и принципы управлений в ТКС . . . . .</b>	<b>60</b>
3.1. Вступление . . . . .	60
3.2. Процедуры принятия решений на управление . . . . .	61
3.3. Виды структур управляемых систем . . . . .	63
3.3.1. Одноэлементные управляемые системы . . . . .	64

3.3.2. Многоэлементные управляемые системы. . . . .	66
3.3.3. Структуры многоэлементных управляемых систем с частично совпадающими и несовпадающими интересами . . . . .	69
3.4. Математические модели детерминированного управления . . . . .	72
3.4.1. Представление многомерных управляемых систем . . . . .	73
3.4.2. Состояния управляемых систем. . . . .	73
3.5. Выбор критериев управления. . . . .	75
3.6. Решение оптимизационной задачи по нахождению управления (детерминированные системы). . . . .	76
3.7. Оптимальное управление (стохастические системы). . . . .	77
Контрольные вопросы и задания . . . . .	79
Литература . . . . .	80
Дополнительная литература . . . . .	80
<b>4. Методы обеспечения управляемости ТКС. . . . .</b>	<b>81</b>
4.1. Вступление . . . . .	81
4.2. Методы обеспечения наблюдаемости. . . . .	81
4.3. Методы идентификации . . . . .	82
4.3.1. Особенность формирования выборочной статистики . . . . .	83
4.3.2. Методы получения независимых отсчетных значений выборки. . . . .	85
4.3.3. Особенность формирования выборки для рекурсивной оценки . . . . .	87
4.3.4. Применение получаемых оценок . . . . .	88
4.4. Свойство устойчивости системы управления . . . . .	89
4.5. Свойство инвариантности системы . . . . .	90
4.6. Наиболее часто используемые критерии эффективности в задачах управления и оценки состояния наблюдаемых случайных величин и процессов . . . . .	91
Контрольные вопросы и задания . . . . .	92
Литература . . . . .	93
Дополнительная литература . . . . .	93
<b>5. Рекурсивные оценки состояния сетевых элементов. . . . .</b>	<b>94</b>
5.1. Вступление . . . . .	94
5.2. Особенность рекурсивных вычислений оценки . . . . .	94
5.3. Формализованная процедура оценки (фильтр Калмана — Бьюси (ФКБ)) случайного процесса . . . . .	96
5.3.1. Аналоговые алгоритмы ФКБ . . . . .	97
5.3.2. Особенность оценивания случайных величин . . . . .	100

5.4.	Цифровые алгоритмы ФКБ . . . . .	101
5.4.1.	Особенности функционирования цифровых ФКБ . . . . .	103
5.4.2.	Режимы ФКБ . . . . .	104
5.5.	Оценки состояния в многомерных системах. . . . .	105
5.5.1.	Многомерные модели состояния случайных процессов . . . . .	106
5.5.2.	Многомерные модели наблюдений случайных процессов . . . . .	108
5.5.3.	Особенность функционирования дискретных многомерных ФКБ . . . . .	108
5.6.	Особенность оценки дискретных случайных величин . . . . .	110
	Контрольные вопросы и задания . . . . .	112
	Литература . . . . .	113
	Дополнительная литература . . . . .	113
<b>6.</b>	<b>Синтез алгоритмов управления в ТКС. . . . .</b>	<b>114</b>
6.1.	Вступление . . . . .	114
6.2.	Управление состоянием системы. . . . .	115
6.2.1.	Общая постановка задачи оптимального управления состоянием . . . . .	115
6.2.2.	Пример решения задачи управления состоянием . . . . .	117
6.3.	Управление наблюдением системы. . . . .	118
6.4.	Управление адаптивными компенсаторами помех (АКП) . . . . .	120
6.4.1.	Постановка задачи компенсации помех. . . . .	121
6.4.2.	Решение задачи адаптивной компенсации . . . . .	121
6.4.3.	Интерпретация работы АКП. . . . .	123
6.4.4.	Метод получения опорного канала: . . . . .	124
6.4.5.	Анализ работы АКП . . . . .	125
6.5.	Примеры практического использования алгоритмов управления в адаптивных компенсаторах помех . . . . .	125
6.5.1.	Двухэлементная антенная решетка с двумя компенсаторами помех . . . . .	125
6.5.2.	Адаптивная следящая система. . . . .	127
6.5.3.	Адаптивная антенная решетка (ААР) . . . . .	128
6.6.	Использование полученных результатов в современных ТКС. . . . .	129
	Контрольные вопросы и задания . . . . .	130
	Литература . . . . .	131
	Дополнительная литература . . . . .	131
<b>7.</b>	<b>Обучаемые управляемые системы. . . . .</b>	<b>132</b>
7.1.	Общие принципы обучения в динамических системах . . . . .	132

7.1.1. Методы обучения с учителем . . . . .	132
7.1.2. Методы обучения без учителя . . . . .	134
7.2. Классификация обучаемых систем . . . . .	135
7.2.1. Системы с идентификацией параметров модели . . . . .	135
7.2.2. Метод локально-стационарной аппроксимации . . . . .	138
7.2.3. Влияние задержки в канале управления . . . . .	139
7.3. Адаптивные, обучаемые системы поискового типа . . . . .	140
7.4. Обучаемые адаптивные самоорганизующиеся алгоритмы в управляемых системах . . . . .	142
7.4.1. Содержание задач адаптивных и самоорганизующихся динамических систем. . . . .	143
7.4.2. Построение адаптивных процедур . . . . .	144
7.5. Построение процедур самоорганизации и самовосстановления. . . . .	144
7.6. Особенность выбора вариантов при решении задачи самоорганизации систем. . . . .	145
7.6.1. Направления формализации процесса самоорганизации . . . . .	146
7.6.2. Обзор критериев, используемых при синтезе самоорганизующихся систем . . . . .	146
7.7. Самовосстановление управляемых систем. . . . .	148
Контрольные вопросы и задания . . . . .	150
Литература . . . . .	151
Дополнительная литература . . . . .	151
<b>8. Методы нейронных сетей в задачах управления телекоммуникационными системами . . . . .</b>	<b>152</b>
8.1. Вступление . . . . .	152
8.2. Основные сведения из теории нейронных сетей . . . . .	152
8.3. Связь нейронных сетей с задачами управления наблюдениями . . . . .	155
8.4. Виды нейронных сетей . . . . .	156
8.5. Особенности функционирования нейронных сетей . . . . .	158
8.6. Решение практических задач с использованием нейронных сетей . . . . .	159
8.7. Рекуррентные нейронные сети на базе персептрона . . . . .	164
8.8. Самоорганизация и самообучение нейронных сетей . . . . .	167
Контрольные вопросы и задания . . . . .	170
Литература . . . . .	171
<b>9. Многофункциональные управляющие автоматы . . . . .</b>	<b>172</b>
9.1. Вступление . . . . .	172
9.2. Модели управляющих автоматов . . . . .	173
9.2.1. Общие сведения об управляющих автоматах . . . . .	173
9.2.2. Классификация управляющих автоматов . . . . .	176

9.2.3. Особенности функции простейших автоматов Мили и Мура . . . . .	178
9.3. Математические модели систем управления с использованием автоматов. Сети Петри и их расширение . . . . .	180
9.4. Математические модели систем управления с использованием автоматов. Е-сети . . . . .	187
9.4.1. Основные сведения из Е-сети . . . . .	187
9.4.2. Логика переходов в Е-сетях . . . . .	188
9.4.3. Применимость методов Е-сетей для моделирования телекоммуникационных сетей . . . . .	190
9.4.4. Методы анализа алгоритмических свойств Е-сетей . . . . .	192
9.5. Машины Тьюринга . . . . .	195
Контрольные вопросы и задания . . . . .	197
Литература . . . . .	198
<b>10. Управление бизнес-процессами и телекоммуникации . . . . .</b>	<b>200</b>
10.1. Вступление . . . . .	200
10.2. Содержание процессов управления эффективностью деятельности. . . . .	201
10.3. Особенности инфраструктуры информационных систем. . . . .	203
10.4. Модель взаимодействия бизнес — ЦОД . . . . .	205
10.5. Основные направления развития инфокоммуникационных систем, ориентированных на управление бизнес-процессами . . . . .	208
10.5.1. Методы виртуализации, аутсорсинговые решения. . . . .	209
10.5.2. Использование grid-технологий. . . . .	211
10.5.3. Методы сервисно-ориентированной архитектуры — SOA . . . . .	214
10.6. Направления реализации управления бизнес-процессами . . . . .	217
10.7. Ограничения, возникающие при реализации управления бизнес-процессами . . . . .	219
Контрольные вопросы и задания . . . . .	222
Литература . . . . .	223
<b>Лабораторная работа № 1. Исследование моделей     динамических систем с заданными характеристиками. . . . .</b>	<b>224</b>
Л.1.1.1. Цель работы: . . . . .	224
Л.1.1.2. Методические указания к самостоятельной работе студентов . . . . .	224
Л.1.1.3. Общие сведения и задание . . . . .	224

Л.1.4. Методические указания к выполнению работы . . .	227
Л.1.5. Содержание отчета . . . . .	247
Л.1.6. Контрольные вопросы и задания. . . . .	247
Литература . . . . .	248
<b>Лабораторная работа № 2. Исследование качества оценок случайных процессов . . . . .</b>	<b>249</b>
Л.2.1. Цель работы: . . . . .	249
Л.2.2. Методические указания к самостоятельной работе студентов . . . . .	249
Л.2.3. Общие сведения и задание . . . . .	249
Л.2.4. Методические указания к выполнению работы . . .	251
Л.2.5. Содержание отчета . . . . .	255
Л.2.6. Контрольные вопросы и задания. . . . .	255
Литература . . . . .	256
<b>Лабораторная работа № 3. Исследование алгоритма управления наблюдением в адаптивных системах . . . . .</b>	<b>257</b>
Л.3.1. Цель работы. . . . .	257
Л.3.2. Методические указания к самостоятельной работе студентов . . . . .	257
Л.3.3. Общие сведения и задание . . . . .	257
Л.3.4. Методические указания к выполнению работы . . .	259
Л.3.5. Содержание отчета . . . . .	264
Л.3.6. Контрольные вопросы и задания. . . . .	265
Литература . . . . .	265
<b>Лабораторная работа № 4. Управление предотвращением перегрузки в маршрутизаторах . . . . .</b>	<b>266</b>
Л.4.1. Цель работы . . . . .	266
Л.4.2. Методические указания к самостоятельной работе студентов . . . . .	266
Л.4.3. Общие сведения и задание . . . . .	266
Л.4.4. Методические указания к выполнению работы . . .	268
Л.4.5. Контрольные вопросы и задания. . . . .	273
Литература . . . . .	273
<b>Лабораторная работа № 5. Исследование процесса управления передачей пакетов в ТКС на основе CPN модели . . . . .</b>	<b>274</b>
Л.5.1. Цель работы . . . . .	274
Л.5.2. Методические указания к самостоятельной работе студентов . . . . .	274
Л.5.3. Общие сведения и задание . . . . .	274
Л.5.4. Методические указания к выполнению работы . . .	277
Л.5.5. Содержание отчета . . . . .	278
Л.5.6. Контрольные вопросы . . . . .	279
Литература . . . . .	280

<b>Приложение 1. Основные сведения из теории вероятностей и случайных процессов . . . . .</b>	<b>281</b>
П.1.1. Математические модели случайных сигналов . . . . .	281
П.1.1.1. Основы теории случайных сигналов . . . . .	282
П.1.1.2. Случайные события и их характеристики . . . . .	283
П.1.1.3. Случайные величины и их свойства . . . . .	287
П.1.1.4. Законы распределения случайных величин. . . . .	292
П.1.1.5. Потоки случайных событий и их характеристики. . . . .	298
П.1.1.6. Выборочные оценки параметров случайных величин. . . . .	302
П.1.1.7. Анализ выборочных оценок. . . . .	306
П.1.1.8. Свойства выборочных оценок . . . . .	307
П.1.1.9. Наиболее часто употребляемые дискретные распределения и оценки их параметров. . . . .	308
П.1.1.10. Наиболее часто употребляемые непрерывные распределения и оценки их параметров. . . . .	311
П.1.2. Рекурсивные оценки средних значений . . . . .	316
П.1.3. Случайные процессы и их характеристики . . . . .	319
П.1.3.1. Эргодические случайные процессы . . . . .	321
П.1.3.2. Стационарные гауссовы случайные процессы . . . . .	323
П.1.3.3. Энергетические характеристики стационарных случайных процессов. . . . .	324
П.1.4. Выбросы случайных процессов . . . . .	329
П.1.5. Марковские модели случайных процессов . . . . .	331
П.1.6. Уравнение состояния случайного сигнала . . . . .	335
П.1.7. Методы оптимальной обработки случайных процессов . . . . .	338
Литература . . . . .	343
<b>Приложение 2. Основные сведения из теории систем . . . . .</b>	<b>344</b>
П.2.1. Основные определения теории систем . . . . .	344
П.2.2. Некоторые методы аналитического представления систем . . . . .	349
П.2.3. Математические модели типа «черный ящик». . . . .	351
П.2.5. Математические модели кибернетических систем . . . . .	352
Литература . . . . .	355
Список сокращений . . . . .	356
Предметный указатель . . . . .	358