

## СОДЕРЖАНИЕ

<i>От редактора</i> . . . . .	5
<i>От автора</i> . . . . .	6
<i>Предисловие</i> . . . . .	7
<b>Глава 1. Элементы теории цифровых систем связи</b> . . . . .	<b>11</b>
1.1. Введение . . . . .	11
1.2. Модель цифровой системы связи . . . . .	12
1.3. Речевые кодеры и декодеры . . . . .	15
1.4. Канальное кодирование . . . . .	27
1.4.1. Модели каналов для канального кодирования . . . . .	27
1.4.2. Понятие избыточного кодирования . . . . .	29
1.4.3. Классификация кодов . . . . .	32
1.4.4. Блочные коды и их полиномиальное описание . . . . .	33
1.4.5. Обнаружение ошибок в блочном кодировании – технология ARQ . . . . .	39
1.4.6. Сверточные коды . . . . .	42
1.4.7. Рассеяние ошибок – использование перемежения . . . . .	46
1.4.8. Понятие каскадного кодирования . . . . .	48
1.4.9. Принцип турбо-кодирования . . . . .	49
1.5. Цифровая модуляция в системах подвижной связи . . . . .	52
1.5.1. Многочастотная модуляция . . . . .	63
1.6. Принципы работы широкополосных систем . . . . .	69
1.7. Использование в подвижной связи методов многостанционного доступа . . . . .	75
1.8. Методы дуплексной передачи данных . . . . .	78
1.9. Конкуренция за доступ к каналу . . . . .	79
1.10. Модель OSI . . . . .	82
1.11. Протокол X.25 для сетей с коммутацией пакетов . . . . .	86
1.12. Общеканальная система сигнализации №7 . . . . .	90
Литература . . . . .	91
<b>Глава 2. Обзор и классификация систем подвижной радиосвязи</b> . . . . .	<b>93</b>
2.1. Введение . . . . .	93
2.2. Системы персонального радиовызова . . . . .	94
2.3. Системы бесшнуровой телефонии . . . . .	95

2.4. Транкинговые системы . . . . .	96
2.5. Сотовая телефония . . . . .	97
2.6. Спутниковые системы персональной радиосвязи . . . . .	99
2.7. Системы беспроводного доступа к локальным вычислительным сетям . . . . .	100
Литература . . . . .	101
<b>Глава 3. Характеристика канала подвижной связи . . . . .</b>	<b>102</b>
3.1. Введение . . . . .	102
3.2. Распространение сигнала в свободном пространстве . . . . .	103
3.3. Влияние многолучевости на распространение сигнала . . . . .	107
3.4. Канал передачи в системах подвижной связи . . . . .	112
3.5. Моделирование потерь распространения . . . . .	120
3.5.1. Модель Ли . . . . .	122
3.5.2. Модель Окамуры . . . . .	124
3.5.3. Модель Хата . . . . .	127
3.5.4. Модель COST231-Хата . . . . .	129
3.5.5. Модель COST231-Уолфиш-Икегами . . . . .	129
3.5.6. Примеры оценки потерь с использованием различных моделей распространения сигнала . . . . .	130
3.5.7. Оценка потерь при распространении сигнала внутри помещений . . . . .	131
3.6. Влияние канала радиосвязи на передачу сигналов с различной шириной спектра . . . . .	135
3.7. Разнесенный прием . . . . .	137
Литература . . . . .	142
<b>Глава 4. Системы персонального радиовызова . . . . .</b>	<b>144</b>
4.1. Введение . . . . .	144
4.2. Основные характеристики пейджинговых систем . . . . .	144
4.3. Классификация пейджинговых сетей . . . . .	145
4.4. Протокол POCSAG . . . . .	147
4.5. ERMES – Европейская пейджинговая система . . . . .	149
4.6. Семейство пейджинговых протоколов FLEX . . . . .	156
4.7. Выводы: будущее пейджинговых систем . . . . .	158
Литература . . . . .	159
<b>Глава 5. Концепция системы сотовой подвижной связи . . . . .</b>	<b>160</b>
5.1. Упрощенное планирование классической системы сотовой связи . . . . .	163
5.2. Элементы теории связи применительно к сотовым системам . . . . .	172
5.3. Способы увеличения емкости системы . . . . .	176
5.4. Распределение каналов в сотах . . . . .	179
Литература . . . . .	184
<b>Глава 6. Первое поколение систем сотовой телефонии – системы NMT и AMPS . . . . .</b>	<b>186</b>
6.1. Первое поколение систем сотовой подвижной связи . . . . .	186

6.2. Архитектура NMT . . . . .	187
6.3. Управление потоком информации в системе NMT . . . . .	192
6.4. Услуги, предоставляемые системой NMT . . . . .	196
6.5. Конструкции типовых подвижной и базовой станций . . . . .	197
6.6. Обзор системы AMPS . . . . .	199
6.7. Радиоинтерфейс системы AMPS. . . . .	201
6.8. Обработка вызовов в системе AMPS . . . . .	204
Литература . . . . .	206
<b>Глава 7. Сотовая телефония GSM – архитектура и системные аспекты . . . . .</b>	<b>207</b>
7.1. Введение . . . . .	207
7.2. Основы архитектуры GSM . . . . .	208
7.3. Основные параметры радиопередачи в системе GSM. . . . .	212
7.4. Описание логического канала . . . . .	213
7.5. Временная структура системы GSM . . . . .	215
7.6. Структура пакетов, реализующих логические каналы GSM . . . . .	216
7.7. Описание процедуры установления соединения . . . . .	223
7.8. Хэндовер. . . . .	229
7.9. Конфиденциальность и аутентификация пользователя . . . . .	232
7.10. Дальнейшее развитие и модификации ССПС стандарта GSM . . . . .	235
Литература . . . . .	239
<b>Глава 8. Сотовая GSM-телефония – физический уровень. . . . .</b>	<b>240</b>
8.1. Введение . . . . .	240
8.2. Структура стандартной подвижной станции . . . . .	241
8.3. Кодирование и декодирование речевого сигнала . . . . .	245
8.3.1. Кодирование речи с полной скоростью . . . . .	246
8.3.2. Кодирование речи с половинной скоростью . . . . .	249
8.3.3. Улучшенное кодирование речи с полной скоростью . . . . .	251
8.4. Модуляция GMSK . . . . .	252
8.5. Последовательное детектирование данных . . . . .	254
Литература . . . . .	257
<b>Глава 9. Передача данных в системе GSM. . . . .</b>	<b>258</b>
9.1. Введение . . . . .	258
9.2. Организация передачи данных в системе GSM . . . . .	259
9.3. Услуги передачи данных в системе GSM. . . . .	260
9.3.1. Адаптация скорости передачи . . . . .	263
9.3.2. Канальное кодирование . . . . .	266
9.3.3. RLP – протокол радиоканала . . . . .	267
9.3.4. Передача данных и доступ к различным сетям . . . . .	268
9.4. SMS – передача коротких сообщений . . . . .	270
9.5. HSCSD – высокоскоростная передача данных с коммутацией каналов . . . . .	273
9.6. GPRS – пакетная радиопередача данных. . . . .	276

9.6.1. Архитектура системы GPRS . . . . .	277
9.6.2. Физический уровень GPRS . . . . .	279
9.6.3. Управление передачей в системе GPRS . . . . .	284
9.6.4. Услуги GPRS . . . . .	285
9.6.5. Архитектура протокола GPRS . . . . .	285
9.7. Технология EDGE . . . . .	287
9.7.1. Основные усовершенствования на физическом уровне . . . . .	288
Литература . . . . .	293
<b>Глава 10. Стандарт CDMA в системах подвижной связи . . . . .</b>	<b>295</b>
10.1. Введение . . . . .	295
10.2. Мотивация применения CDMA как потенциального метода многостанционного доступа . . . . .	295
10.3. Расширяющие кодовые последовательности . . . . .	296
10.3.1. $m$ -последовательности . . . . .	297
10.3.2. Последовательности Голда и Касами . . . . .	301
10.3.3. Последовательности Уолша . . . . .	302
10.4. Обобщенные структурные схемы передатчика и приемника сигналов в системе CDMA . . . . .	303
10.5. RAKE-приемник . . . . .	305
10.6. Совместное детектирование сигналов CDMA . . . . .	309
10.7. Основные свойства системы подвижной связи CDMA . . . . .	314
10.8. Выводы . . . . .	317
Литература . . . . .	317
<b>Глава 11. Описание системы IS-95 . . . . .</b>	<b>319</b>
11.1. Введение . . . . .	319
11.2. Частотные диапазоны . . . . .	319
11.3. Передача данных по нисходящей линии связи . . . . .	320
11.4. Передача данных по восходящей линии связи . . . . .	329
11.5. Управление мощностью . . . . .	333
11.6. Упрощенная процедура установления соединения . . . . .	334
11.7. Усовершенствованная версия системы IS-95B для высокоскоростной передачи данных . . . . .	335
Литература . . . . .	337
<b>Глава 12. Транкинговые системы. . . . .</b>	<b>338</b>
12.1. Идея транкинга . . . . .	338
12.2. Стандарт MPT 1327 . . . . .	340
12.3. EDACS – пример фирменного стандарта . . . . .	344
12.4. Стандарт TETRA . . . . .	346
12.4.1. Услуги, предоставляемые стандартом TETRA . . . . .	347
12.4.2. Обобщенная архитектура системы TETRA . . . . .	348
12.4.3. Физический уровень системы TETRA . . . . .	350
Литература . . . . .	359

<b>Глава 13. Цифровая бесшнуровая телефония . . . . .</b>	<b>360</b>
13.1. Стандарт CT2 . . . . .	362
13.2. Система DECT . . . . .	365
13.2.1. Архитектура DECT . . . . .	365
13.2.2. Физический уровень DECT . . . . .	367
13.2.3. MAC-уровень DECT . . . . .	370
13.2.4. Взаимодействие систем DECT и GSM . . . . .	371
13.2.5. Описание типового абонентского радиоблока системы DECT . . . . .	372
13.3. PACS – система персональной связи . . . . .	374
13.4. PHS – персональная система мобильной телефонии . . . . .	378
Литература . . . . .	381
<b>Глава 14. Системы беспроводного абонентского доступа (WLL) . . . . .</b>	<b>383</b>
14.1. Введение . . . . .	383
14.2. Системы PMP . . . . .	384
14.3. Применение сотовой технологии в WLL . . . . .	386
14.4. Применение стандартов бесшнуровой телефонии при реализации WLL . . . . .	390
Литература . . . . .	391
<b>Глава 15. Спутниковые системы персональной радиосвязи . . . . .</b>	<b>393</b>
15.1. Введение . . . . .	393
15.2. Первое и второе поколение сетей подвижной связи . . . . .	394
15.3. Персональная спутниковая связь . . . . .	396
15.4. Услуги, предоставляемые системами персональной спутниковой связи . . . . .	400
15.5. Описание наиболее важных систем персональной спутниковой связи . . . . .	400
15.5.1. Iridium . . . . .	400
15.5.2. GLOBALSTAR . . . . .	404
15.5.3. ICO . . . . .	409
15.6. Будущие системы широкополосного доступа . . . . .	411
15.6.1. Teledesic . . . . .	412
15.6.2. Skybridge . . . . .	413
Литература . . . . .	416
Приложение . . . . .	418
<b>Глава 16. Беспроводные локальные вычислительные сети (WLAN) . . . . .</b>	<b>419</b>
16.1. Введение . . . . .	419
16.2. Типы сетей WLAN . . . . .	421
16.3. Проблема скрытой станции . . . . .	422
16.4. HIPERLAN Type 1 . . . . .	424
16.4.1. Подуровень MAC организации HIPERLAN/1 . . . . .	426
16.4.2. Уровень SACS организации HIPERLAN/1 . . . . .	426
16.4.3. Физический уровень организации HIPERLAN/1 . . . . .	428
16.5. Стандарты IEEE 802.11 для сетей WLAN . . . . .	430

16.5.1. Физический уровень IEEE 802.11 . . . . .	432
16.5.2. Подуровень MAC системы IEEE 802.11 . . . . .	437
16.6. Стандарты IEEE 802.11 и HIPERLAN для частоты 5 ГГц . . . . .	442
16.6.1. Физический уровень организации HIPERLAN/2 . . . . .	444
16.6.2. Уровень управления звеном данных в стандарте HIPERLAN/2 . . . . .	446
16.7. Bluetooth . . . . .	448
Литература . . . . .	455
<b>Глава 17. Третье поколение систем подвижной связи . . . . .</b>	<b>457</b>
17.1. Введение . . . . .	457
17.2. Концепция UMTS . . . . .	461
17.3. Архитектура сети радиодоступа UMTS . . . . .	463
17.4. Радиointерфейс UMTS . . . . .	467
17.4.1. Режим UTRA FDD . . . . .	473
17.4.2. Режим UTRA TDD . . . . .	483
17.5. Cdma2000. . . . .	488
17.6. Приложение – концепция программного радио . . . . .	497
17.6.1. Введение . . . . .	497
17.6.2. Минимальный радиостандарт . . . . .	498
17.6.3. Основные структурные элементы Software Radio . . . . .	500
17.6.4. Software Radio в базовых станциях . . . . .	501
Литература . . . . .	502
<b>Глава 18. Применение технологии интеллектуальных антенн в сотовой телефонии. . . . .</b>	<b>504</b>
18.1. Введение . . . . .	504
18.2. Основные принципы работы систем с интеллектуальными антеннами . . . . .	505
18.3. Этапы внедрения технологии интеллектуальных антенн . . . . .	514
18.4. Влияние технологии интеллектуальных антенн на емкость систем сотовой связи . . . . .	515
Литература . . . . .	517
<i>Английские аббревиатуры и сокращения . . . . .</i>	<i>519</i>
<i>Предметный указатель . . . . .</i>	<i>521</i>
<i>Литература к русскому изданию . . . . .</i>	<i>529</i>