

# ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие .....	3
Введение .....	6
<b>РАЗДЕЛ I. ВВЕДЕНИЕ В ТЕОРИЮ ИНФОРМАЦИИ</b> .....	10
Предмет теории информации .....	11
1. ДИСКРЕТНЫЕ АНСАМБЛИ И ИСТОЧНИКИ СООБЩЕНИЙ .....	14
1.1. Дискретный ансамбль сообщений .....	14
1.2. Статистически независимые ансамбли дискретных сообщений .....	15
1.3. Статистически зависимые ансамбли дискретных сообщений .....	16
1.4. Дискретные источники сообщений .....	19
1.5. Количество информации в дискретном сообщении ...	20
1.6. Энтропия ансамбля сообщений .....	22
1.7. Условная информация и условная энтропия .....	25
Вопросы для самопроверки и задачи к главе 1 .....	27
2. КОДИРОВАНИЕ ИСТОЧНИКА СООБЩЕНИЙ .....	30
2.1. Избыточность источника дискретных сообщений ...	30
2.2. Кодирование источника равномерными кодами .....	32
2.3. Неравномерное кодирование с однозначным декодированием .....	36
2.4. Оптимальный статистический код Шеннона–Фано ..	37
2.5. Оптимальный статистический код Хаффмена .....	40
2.6. Словарные алгоритмы сжатия текстовых сообщений	43
Вопросы для самопроверки и задачи к главе 2 .....	45
3. КАНАЛЫ СВЯЗИ .....	47
3.1. Классификация каналов связи .....	47
3.2. Взаимная информация .....	48

3.3. Потери информации в канале связи .....	50
3.4. Скорость передачи информации по каналу связи ....	50
3.5. Пропускная способность ДСК без памяти .....	52
Вопросы для самопроверки и задачи к главе 3 .....	54
4. ПРИНЦИПЫ ПОМЕХОУСТОЙЧИВОГО КОДИРОВА-	
НИЯ .....	55
4.1. Задача помехоустойчивого кодирования в терминах	
теории информации .....	55
4.2. Прямая и обратная теоремы помехоустойчивого коди-	
рования .....	57
Вопросы для самопроверки к главе 4 .....	57
<b>РАЗДЕЛ II. ПОМЕХОУСТОЙЧИВОЕ КОДИРОВА-</b>	
<b>ВАНИЕ</b> .....	58
Классификация помехоустойчивых кодов .....	59
5. ВЛОЧНЫЕ КОДЫ .....	64
5.1. Основные параметры блочных кодов .....	64
5.2. Порождающая матрица линейного блочного кода ....	66
5.3. Проверочная матрица ЛБК .....	69
5.4. Границы существования ЛБК .....	70
5.5. Кодирование ЛБК .....	72
5.6. Декодирование ЛБК .....	76
5.7. Полиномиальные ЛБК .....	85
5.8. Модификация ЛБК .....	87
5.9. Характеристики ЛБК .....	89
Вопросы для самопроверки и задачи к главе 5 .....	95
6. СВЕРТОЧНЫЕ КОДЫ .....	100
6.1. Классификация сверточных кодов .....	100
6.2. Основные параметры СК .....	101
6.3. Способы задания СК .....	103
6.4. Импульсные характеристики СК .....	114
6.5. Проверочный многочлен СК .....	117
6.6. Декодирование СК .....	120
6.6.1. Способ последовательного декодирования СК .....	120
6.6.2. Способ декодирования НСК на решетке Форни (алго-	
ритм Витерби) .....	125
6.6.3. Способ табличного синдромного декодирования СК .	133

6.6.4. Декодирующие многочлены СК .....	142
6.7. Характеристики СК .....	146
Вопросы для самопроверки и задачи к главе 6 .....	147
7. КАСКАДНЫЕ КОДЫ .....	149
7.1. Классификация каскадных кодов .....	150
7.1.1. Каскадные коды с последовательным соединением че- рез перемежитель компонентных помехоустойчивых кодов	151
7.1.2. Каскадные коды с параллельным соединением через перемежитель компонентных помехоустойчивых кодов ....	152
7.1.3. Каскадный код: РС + НСК .....	153
7.1.4. Каскад: помехоустойчивый код + перемежитель ....	155
7.2. Перемежители .....	157
Вопросы для самопроверки и задачи к главе 7 .....	160
<b>РАЗДЕЛ III. ПОМЕХОУСТОЙЧИВЫЕ КОДЫ В ЦИФРОВЫХ СИСТЕМАХ СВЯЗИ .....</b>	<b>161</b>
Историческая справка .....	161
8. ЦИКЛИЧЕСКИЕ КОДЫ .....	173
8.1. Конечные расширенные поля .....	174
8.2. Коды Боуза–Чоудхури–Хоквингема (БЧХ-коды) .....	180
8.3. Коды Рида–Соломона (РС-коды) .....	187
8.4. Кодирование циклическими кодами .....	192
8.5. Декодирование циклических кодов .....	199
8.6. Методика выбора циклического кода для цифровой системы связи .....	211
Вопросы для самопроверки и задачи к главе 8 .....	215
9. ПЕРФОРИРОВАННЫЕ НЕСИСТЕМАТИЧЕСКИЕ СВЕРТОЧНЫЕ КОДЫ .....	219
9.1. Способы задания ПНСК .....	219
9.2. Проверочный многочлен ПНСК .....	225
9.3. Импульсная характеристика ПНСК .....	231
9.4. Декодирование ПНСК .....	232
Вопросы для самопроверки и задачи к главе 9 .....	237
10. КАСКАДНЫЕ КОДЫ: КОДЫ-ПРОИЗВЕДЕНИЯ .....	239
10.1. Параметры кодов-произведения .....	239
10.2. Кодирование кодами-произведения .....	241
10.3. Декодирование кодов-произведения .....	245

10.4. Качество декодирования кода-произведения .....	249
10.5. Коды-произведения в цифровых системах связи .....	252
Вопросы для самопроверки и задачи к главе 10 .....	254
11. КАСКАДНЫЕ КОДЫ: ТУРБО-СВЕРТОЧНЫЕ КОДЫ	258
11.1. Параметры турбо-сверточных кодов .....	259
11.2. Линейные рекуррентные последовательности .....	261
11.2.1. Структурные свойства ЛРП .....	263
11.2.2. Статистические свойства ЛРП .....	264
11.3. Рекурсивные систематические сверточные коды .....	265
11.3.1. Импульсная характеристика РССК .....	268
11.3.2. Проверочный многочлен РССК с $R = 1/2$ .....	269
11.4. Двухвходовые рекурсивные систематические сверточ- ные коды .....	271
11.4.1. Импульсная характеристика ДРССК .....	272
11.4.2. Проверочный многочлен ДРССК с $R = 2/3$ .....	275
11.5. Структура кадра при турбо-сверточном кодировании	278
11.6. Декодирование турбо-сверточных кодов .....	280
11.7. Турбо-сверточные коды в цифровых системах связи.	286
Вопросы для самопроверки и задачи к главе 11 .....	286
12. КАСКАДНЫЕ КОДЫ В ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ СВЯЗИ .....	289
12.1. Волоконно-оптические системы связи .....	289
12.1.1. Трафик телекоммуникационных систем .....	289
12.1.2. Протяженность трасс ВОСС .....	290
12.1.3. Передача оптического сигнала по волокну .....	290
12.1.4. Оптические транспортные сети .....	291
12.1.5. Элементная база для реализации транспондеров ...	292
12.2. Канальное помехоустойчивое кодирование в ВОСС..	293
12.2.1. Декодирование канальных помехоустойчивых кодов на ПЛИС .....	294
12.2.2. Алгоритм декодирования компонентного цикличе- ского кода .....	295
12.2.3. Параллельное декодирование компонентного цикли- ческого кода .....	296
12.2.4. Итеративное декодирование компонентных кодов каскадного кода .....	297
12.2.5. Особенности перемежения компонентных кодов кас- кадного кода .....	298
Вопросы для самопроверки и задачи к главе 12 .....	301

13. МАЖОРИТАРНО ДЕКОДИРУЕМЫЕ КОДЫ .....	302
13.1. Мажоритарное (пороговое) декодирование .....	302
13.1.1. Мажоритарное декодирование с системой разделенных проверок .....	303
13.1.2. Мажоритарное декодирование с системой $\lambda$ -связанных контрольных проверок .....	305
13.1.3. Мажоритарное декодирование с системой квазиразделенных контрольных проверок .....	306
13.1.4. Многопороговые декодеры .....	308
13.2. Коды с малой плотностью проверок на четность.....	308
13.2.1. Способы задания и основные параметры LDPC ....	309
13.2.2. Граф Таннера.....	310
13.2.3. Способы построения матриц проверочных уравнений LDPC .....	313
13.3. Способы декодирования LDPC .....	315
13.3.1. Алгоритм декодирования LDPC с инверсией бита ..	315
13.3.2. Алгоритм декодирования LDPC с итеративным распространением доверия .....	317
Вопросы для самопроверки и задачи к главе 13.....	318
14. ПОМЕХОУСТОЙЧИВОЕ КОДИРОВАНИЕ В СИСТЕМАХ СВЯЗИ С ПЕРЕСПРОСОМ .....	321
14.1. Системы связи с переспросом .....	321
14.1.1. Передача с остановкой и ожиданием .....	322
14.1.2. Поточковый способ передачи с возвращением на N пакетов .....	323
14.1.3. Поточковый способ выборочного повтора .....	324
14.2. CRC-коды .....	324
14.3. Коды Абрамсона .....	325
Вопросы для самопроверки и задачи к главе 14.....	327
<b>Ответы к задачам самоконтроля .....</b>	<b>329</b>
<b>Список условных обозначений.....</b>	<b>342</b>
<b>Список условных сокращений .....</b>	<b>343</b>
<b>Литература .....</b>	<b>344</b>
<b>Приложения к главам.....</b>	<b>347</b>