

В. В. Золотарёв

# **ТЕОРИЯ КОДИРОВАНИЯ КАК ЗАДАЧА ПОИСКА ГЛОБАЛЬНОГО ЭКСТРЕМУМА**

**ОПТИМИЗАЦИОННАЯ ТЕОРИЯ  
ПОМЕХОУСТОЙЧИВОГО  
КОДИРОВАНИЯ –  
НОВАЯ «КВАНТОВАЯ МЕХАНИКА»  
ТЕОРИИ ИНФОРМАЦИИ**

Под научной редакцией академика РАН  
Н. А. Кузнецова

Москва  
Горячая линия – Телеком  
2018

# Оглавление

От научного редактора .....	3
От автора .....	12
Введение .....	21
<b>Глава 1. Основы теории кодирования и мажоритарных алгоритмов .....</b>	<b>26</b>
1.1. Линейные коды .....	26
1.2. Единство блоковых и сверточных кодов .....	31
1.3. Каналы связи .....	32
1.4. Алгоритмы декодирования корректирующих кодов .....	35
1.5. Эффективность декодирования .....	37
1.6. Длины используемых кодов .....	46
1.7. Пороговое декодирование и повторная коррекция .....	49
1.8. Вероятность первой ошибки порогового декодера самоортогонального кода .....	51
1.9. Пороговые процедуры для недвоичных кодов .....	53
1.10. «Мажоритарное» декодирование в стирающих каналах .....	57
<b>Глава 2. Основные принципы многопорогового декодирования .....</b>	<b>60</b>
2.1. Об «избыточной» корректирующей способности мажоритарных методов .....	62
2.2. Принцип глобальной оптимизации функционала .....	64
2.3. Алгоритм многопорогового декодирования .....	71
2.4. Гауссовский канал .....	77
2.5. Предельные возможности МПД алгоритмов в гауссовских каналах .....	78
2.6. Символьные (недвоичные) коды .....	80
2.7. Нижние границы эффективности символьных МПД .....	86
2.8. Итеративные «мажоритарные» процедуры в каналах со стираниями .....	87
2.9. Несистематические коды .....	90
2.10. Многопозиционные системы сигналов .....	91
2.11. Расширение области приложения принципов МПД .....	92
2.12. Размножение ошибок в мажоритарных схемах декодирования .....	93
<b>Глава 3. Основные достижения Оптимизационной Теории ...</b>	<b>103</b>
3.1. Принципы дивергентного кодирования .....	104
Список литературы .....	110
3.2. Блоковая модификация алгоритма Витерби .....	110
Список литературы .....	119

3.3. О синергетическом взаимодействии дивергентности и каскадирования .....	120
Список литературы.....	127
3.4. О декодировании в стирающих каналах.....	128
Список литературы.....	134
3.5. Этапные прикладные достижения Оптимизационной Теории.....	136
3.5.1. Введение .....	136
3.5.2. Гауссовские каналы.....	137
3.5.3. Символьные коды.....	140
3.5.4. Стирающие каналы .....	143
3.5.5. Специальные приложения ОТ .....	145
3.5.6. Основные ресурсы классической теории .....	147
3.5.7. Интеллектуальное пространство ОТ.....	148
3.5.8. Заключение .....	151
Список литературы.....	153
3.6. Выводы .....	158
<b>Глава 4. Технологии теории информации для ОТ.....</b>	<b>159</b>
4.1. Использование МПД в классических каскадных схемах....	159
4.2. Каскадирование с кодами контроля по четности.....	161
4.3. Применение МПД в схемах параллельного каскадирования .....	164
4.4. Кодирование для систем многопозиционной модуляции....	169
4.5. Использование МПД для кодов с неравной защитой символов .....	169
4.6. ОТ: приём эстафеты от алгебраической теории кодирования .....	171
<b>Глава 5. Технологические средства поиска глобального экстремума.....</b>	<b>178</b>
5.1. Программное обеспечение для исследований в области ОТ	178
5.2. Особенности процедур набора статистики и оптимизации .	181
5.3. Краткий обзор руководящих парадигм ОТ .....	183
5.4. Интеллектуальный космос развития методов кодирования .	185
<b>Глава 6. Рекомендации к дальнейшим исследованиям .....</b>	<b>188</b>
6.1. Алгоритмы Витерби .....	188
6.2. Алгоритмы МПД .....	189
6.3. Принцип дивергенции — расширение приложений.....	190
6.4. Конвергенция решений .....	191
6.5. Комплексный подход .....	192

---

<b>Заключение</b> .....	193
<b>Приложение 1.</b> Примерное ТЗ на разработку системы кодирования .....	200
<b>Приложение 2.</b> Таблицы .....	202
<b>Приложение 3.</b> Число итераций при поиске оптимальных решений декодера .....	205
<b>Список сокращений</b> .....	208
<b>Список литературы</b> .....	209
<b>Указатель терминов и определений</b> .....	214