

УДК 621.397.6

ББК 32.841

М22

Рецензенты: доктор техн. наук, профессор *С. П. Новицкий*,
доктор техн. наук, профессор *А. А. Спектор*

Мамчев Г. В.

М22 Цифровое телевизионное вещание. Учебное пособие для вузов. – М.: Горячая линия – Телеком, 2014. – 448 с.: ил.

ISBN 978-5-9912-0400-2.

Приведены основные сведения о цифровом представлении и обработке телевизионного и звукового сигналов, обобщен и систематизирован материал по международным стандартам кодирования с информационным сжатием MPEG-2, MPEG-4, H.264/AVC. В развернутой форме представлены данные об основных характеристиках стандартов цифрового телевизионного вещания первого и второго поколений, а также описаны конструктивные особенности цифровой телевизионной аппаратуры, устройств с ограниченным доступом к телевизионным программам. Особое внимание уделено рассмотрению принципов формирования наземной сети телевизионного вещания.

Для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки 210700 – «Ифокоммуникационные технологии и системы связи» квалификации (степени) «бакалавр» и квалификации (степени) «магистр», будет полезно специалистам.

ББК 32.841

Адрес издательства в Интернет WWW.TECHBOOK.RU

Учебное издание

Мамчев Геннадий Владимирович

ЦИФРОВОЕ ТЕЛЕВИЗИОННОЕ ВЕЩАНИЕ

Учебное пособие для вузов

Редактор Г. П. Катунин

Верстка Т. А. Измайловой

Обложка художника О. Г. Карповой

Подписано в печать 30.01.2014. Формат 60×88/16. Уч. изд. л. 28. Тираж 500 экз. (1-й завод 100 экз.)

ISBN 978-5-9912-0400-2

© Г. В. Мамчев, 2014

© Издательство «Горячая линия – Телеком», 2014

Оглавление

	Стр.
Предисловие	7
Введение	8
1. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ЦИФРОВОГО ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ТЕЛЕВИЗИОННОГО И ЗВУКОВОГО СИГНАЛОВ	20
1.1. Принципы цифрового кодирования телевизионного сигнала	20
1.2. Преобразование звуковых сигналов в цифровую форму	43
Контрольные вопросы	47
2. СПОСОБЫ ОБРАБОТКИ И ПЕРЕДАЧИ ЦИФРОВЫХ ТЕЛЕВИЗИОННЫХ СИГНАЛОВ	48
2.1. Формирователи цифровых телевизионных сигналов	48
2.2. Особенности передачи цифровых сигналов по линиям связи	49
2.3. Согласование параметров сигнала с характеристиками канала связи	52
2.4. Формирующие фильтры	56
2.5. Цифровые интерфейсы передачи видео- и звуковых данных	57
Контрольные вопросы	68
3. ПРАКТИЧЕСКОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВИДЕОКОМПРЕССИИ В ТЕЛЕВИДЕНИИ	70
3.1. Задача сжатия информации и пути ее решения	70
3.2. Международный стандарт кодирования с информационным сжатием MPEG-2	80
3.2.1. Профили и уровни стандарта MPEG-2	80
3.2.2. Компрессия видеоданных	87
3.2.3. Кодлируемые кадры	94
3.2.4. Компенсация движения	97
3.2.5. Использование ДКП в стандарте MPEG-2	100
3.2.6. Сжатие звукоданных	108
3.2.7. Алгоритмы сжатия звукоданных кодерами различных уровней	114
3.2.8. Реализация цифрового многоканального звука, поддерживаемая стандартом MPEG-2	119
3.2.9. Формирование транспортного потока данных в устройствах кодирования стандарта MPEG-2	124
3.2.10. Качество телевизионных изображений при кодировании по стандарту MPEG-2	135
3.3. Стандарт представления медиаобъектов MPEG-4	140
3.3.1. Описание сцены в стандарте MPEG-4	140
3.3.2. Принципы доставки потоков данных	142
3.3.3. Кодирование визуальных образов	144

4	ЦИФРОВОЕ ТЕЛЕВИЗИОННОЕ ВЕЩАНИЕ
3.3.4. Кодирование звуковых объектов	149
3.3.5. Профили и уровни стандарта MPEG-4	155
3.3.6. Идентификация и защита интеллектуальной собственности	161
3.4. Стандарт кодированного представления визуальной информации	
H.264/AVC или MPEG-4 Part 10	162
3.4.1. Структура стандарта видеокompрессии H.264	162
3.4.2. Базовый профиль	168
3.4.3. Основной профиль	175
3.4.4. Расширенный профиль	181
3.4.5. Масштабируемое видеокodирование H.264/AVC SVC	185
3.4.6. Многоакусное видеокodирование H.264/AVC MVC	188
3.4.7. Транспортный механизм стандарта H.264	190
3.4.8. Кодек стандарта H.264	192
3.5. Стандарт описания мультимедийной информации MPEG-7	194
3.5.1. Общие сведения о стандарте MPEG-7	194
3.5.2. Основные части стандарта MPEG-7	195
3.5.3. Описание главных функций стандарта MPEG-7	196
3.5.4. Области применения стандарта MPEG-7	197
3.6. Стандарт описания среды мультимедийного контента MPEG-21	199
3.6.1. Общие сведения о стандарте MPEG-21	199
3.6.2. Основные части стандарта MPEG-21	199
3.6.3. Устойчивая ассоциация идентификации и описания	
цифровых объектов, обусловленная применением стандарта	
MPEG-21	200
Контрольные вопросы	201
4. ОСОБЕННОСТИ ПЕРЕДАЧИ СИГНАЛОВ ЦИФРОВОГО	
ТЕЛЕВИДЕНИЯ ПО ЭФИРНЫМ КАНАЛАМ СВЯЗИ	203
4.1. Основные требования к системам передачи сигналов цифрового	
телевидения по радиоканалам	203
4.2. Перемежение и скремблирование	205
4.3. Принцип кодирования, исправляющего ошибки	207
4.3.1. Коды, исправляющие ошибки	207
4.3.2. Коды Рида-Соломона	210
4.3.3. Сверточное кодирование	215
4.3.4. Алгоритм декодирования Витерби	217
4.3.5. Каскадное кодирование	218
4.3.6. Основные принципы турбокодирования	220
4.4. Способы модуляции, применяемые при передаче сигналов	
цифрового телевидения по радиоканалу	223
4.5. Стандарт цифрового наземного телевидения DVB-T	235
4.6. Основные положения нового стандарта цифрового наземного	
телевидения DVB-T2	262
4.6.1. Концепция стандарта DVB-T2	262

4.6.2. Формирование передаваемых пакетов данных	264
4.6.3. Архитектура стандарта DVB-T2	268
4.6.4. Описание структурной схемы обработки информации на передающей стороне стандарта DVB-T2	269
4.6.5. Сервисные возможности стандартов DVB-T2	282
4.6.6. Сравнительная оценка стандартов DVB-T и DVB-T2	283
4.7. Стандарт цифрового телевидения для мобильных терминалов стандарта DVB-H	284
Контрольные вопросы	295
5. КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПРИЕМО-ПЕРЕДАЮЩЕЙ АППАРАТУРЫ СИСТЕМ ЦИФРОВОГО НАЗЕМНОГО ТЕЛЕВИЗИОННОГО ВЕЩАНИЯ СТАНДАРТОВ DVB-T/T2	298
5.1. Основные устройства цифрового передающего аппаратного комплекса	298
5.1.1. Кодеры цифрового сжатия	298
5.1.2. Мультиплексоры	302
5.1.3. Гибридные телевизионные передатчики	303
5.1.4. Конструктивные особенности цифровых телевизионных передатчиков	306
5.2. Методы измерений и испытаний основных параметров цифровых телевизионных радиопередатчиков	309
5.2.1. Описание измерительного оборудования	309
5.2.2. Измерения основных параметров радиопередатчиков	311
5.3. Конструкция цифрового телевизионного приемника	316
5.3.1. Описание обобщенной структурной схемы цифрового телевизора	316
5.3.2. Конструктивные особенности селекторов каналов для цифровых телевизоров	319
5.3.3. Устройство COFDM-демодуляторов	322
5.3.4. Особенности функционирования транспортного демультиплексора цифрового телевизора	327
5.3.5. Практическое использование декодеров стандарта MPEG-2	327
5.3.6. Система управления цифровым телевизионным приемником	329
5.4. Принципы построения абонентских цифровых приставок-декодеров	334
5.5. Комбинированные телевизоры CDTV/DVB-типа	336
Контрольные вопросы	339
6. ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ НАЗЕМНОЙ СЕТИ ТЕЛЕВИЗИОННОГО ВЕЩАНИЯ	341
6.1. Общие сведения о структуре эфирного телевизионного вещания	341

6.2. Особенности распространения радиоволн, используемых для наземного телевизионного вещания	344
6.3. Применение одночастотных сетей цифрового телевидения	349
6.4. Принципы функционирования синхронной региональной сети эфирного цифрового телерадиовещания	355
6.4.1. Архитектура двухуровневой синхронной сети телерадиовещания	355
6.4.2. Использование технологии разнесенного приема в синхронной сети телерадиовещания	356
6.5. Расчет мощности телевизионных радиопередатчиков	358
6.6. Определение минимальной напряженности электромагнитного поля для сетей цифрового телевизионного вещания	361
6.7. Оценка медианных значений напряженности электромагнитного поля для сети цифрового телевизионного вещания	364
Контрольные вопросы	369
7. ЦИФРОВОЕ ТЕЛЕВИЗИОННОЕ ВЕЩАНИЕ ПО СПУТНИКОВЫМ, КАБЕЛЬНЫМ И ИНТЕРНЕТ-СЕТЯМ	370
7.1. Принципы функционирования спутниковых сетей телевизионного вещания	370
7.2. Цифровые стандарты спутникового телевизионного вещания	372
7.3. Типовые структуры систем кабельного телевидения	375
7.4. Стандарты цифровых систем кабельного телевидения	387
7.5. Архитектура мультисервисных систем IP-типа	395
7.6. Особенности организации телевизионного вещания в сети Интернет	402
Контрольные вопросы	407
8. СИСТЕМЫ С ОГРАНИЧЕННЫМ ДОСТУПОМ В ЦИФРОВОМ ТЕЛЕВИЗИОННОМ ВЕЩАНИИ	409
8.1. Необходимость ограничения доступа к программам вещания	409
8.2. Принципы построения телевизионных систем с ограниченным доступом	410
8.3. Алгоритм скремблирования для систем с ограниченным доступом.....	416
8.4. Особенности эксплуатации систем с ограниченным доступом	418
8.5. Маркирование телевизионных программ цифровыми водяными знаками	420
Контрольные вопросы	422
Заключение	423
Библиографический список	428
Список сокращений	433