

УДК 621.397.132

ББК 32.940.2

Ф11

Фёдоров, Василий Константинович.

Ф11 Стандарты цифрового телевидения первого поколения / В. К. Федоров. — 2-е изд., эл. — 1 файл pdf: 313 с. — Москва : ДМК Пресс, 2023. — Систем. требования: Adobe Reader XI либо Adobe Digital Editions 4.5 ; экран 10". — Текст : электронный.

ISBN 978-5-89818-406-3

Книга представляет собой справочник по основным стандартам цифрового телевизионного вещания DVB (Digital Video Broadcasting), принятым Европейским институтом телекоммуникационной стандартизации ETSI, ставшими де-факто наиболее распространенными в мире. Материал книги подготовлен на основе перевода на русский язык официальных стандартов, описывающих формирование и передачу цифровых сигналов стандартов DVB первого поколения для спутникового, кабельного, эфирного наземного ТВ-вещания, а также спутниковой системы сбора и передачи новостей DSNG.

В отдельной главе представлен стандарт ТВ-вещания для носимых приемников телевизионных программ, являющийся расширением стандарта эфирного наземного вещания. Кроме этого в книгу включена глава об организации одночастотных SFN сетей для эфирного наземного вещания. Методы организации и передачи сервисной информации, общие для всех описываемых стандартов, приведены в отдельной главе.

Книга предназначена для широкого круга специалистов в сфере цифрового теле- и радиовещания, а также студентов радиотехнических специальностей высших учебных заведений.

УДК 621.397.132

ББК 32.940.2

Электронное издание на основе печатного издания: Стандарты цифрового телевидения первого поколения / В. К. Федоров. — Москва : ДМК Пресс, 2015. — 312 с. — ISBN 978-5-97060-099-3. — Текст : непосредственный.

Все права защищены. Любая часть этой книги не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме и какими бы то ни было средствами без письменного разрешения владельцев авторских прав.

Материал, изложенный в данной книге, многократно проверен. Но поскольку вероятность технических ошибок все равно существует, издательство не может гарантировать абсолютную точность и правильность приводимых сведений. В связи с этим издательство не несет ответственности за возможные ошибки, связанные с использованием книги.

В соответствии со ст. 1299 и 1301 ГК РФ при устранении ограничений, установленных техническими средствами защиты авторских прав, правообладатель вправе требовать от нарушителя возмещения убытков или выплаты компенсации.

ISBN 978-5-89818-406-3

© Федоров В. К., 2015

© Оформление, издание, ДМК Пресс, 2015

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	9
Сокращения	12

1	Стандарт спутникового цифрового ТВ ETSI EN 300 421	
	V1.1.2 (DVB-S).....	17
	1.1. История создания стандарта.....	18
	1.2. Общая характеристика стандарта DVB-S	20
	1.3. Адаптация к характеристикам спутниковых транспондеров.....	21
	1.4. Входные/выходные интерфейсы модуляторов/демодуляторов стандарта DVB-S.....	24
	1.5. Канальное кодирование в стандарте DVB-S.....	25
	1.5.1. Адаптация транспортного потока (TS) и рандомизация для энергетической дисперсии.....	25
	1.5.2. Внешнее канальное кодирование (с помощью кодов Рида-Соломона) и свёрточное перемежение. Кадрирование	27
	1.5.3. Внутреннее выколотое свёрточное кодирование. Преобразование битов в созвездие несущих QPSK	28
	1.6. Полосовая фильтрация и QPSK-модуляция	29
	1.7. Требования к спектру выходного QPSK-сигнала.....	30
	1.8. Требования к ограничению количества вносимых ошибок	32
	1.9. Пример возможного использования системы стандарта DVB-S	33
	1.10. Концепция построения демодулятора приёмной части стандарта DVB-S.....	34

2	Стандарт кабельного цифрового ТВ ETSI EN 300 429	
	V1.2.1 (DVB-C)	36
	2.1. История создания стандарта.....	37
	2.2. Общая характеристика стандарта DVB-C	37
	2.3. Канальное кодирование в стандарте DVB-C	39
	2.4. Преобразование байтов в m-кортежи	39
	2.5. Модуляция	43
	2.6. Характеристики полосового фильтра.....	43

2.7. Совместимость стандарта DVB-C с действующими аналоговыми и цифровыми ТВ-системами.....	44
2.8. Концепция построения демодулятора приёмной части стандарта DVB-C	45

3 Стандарт эфирного наземного цифрового ТВ ETSI EN 300 744 V1.6.1 (DVB-T)	47
3.1. История создания стандарта DVB-T	48
3.2. Общая характеристика стандарта DVB-T	49
3.3. Входные/выходные интерфейсы модуляторов/демодуляторов стандарта DVB-T	52
3.4. Канальное кодирование и модуляция в стандарте DVB-T	53
3.4.1. Адаптация транспортного потока (TS), рандомизация для энергетической дисперсии. Внешнее канальное кодирование (с помощью кодов Рида-Соломона) и внешнее свёрточное перемежение. Кадрирование	53
3.4.2. Внутреннее канальное свёрточное кодирование и перемежение	54
3.4.3. Диаграммы созвездий несущих, преобразование отображения и первичная модуляция	61
3.5. Структура OFDM-кадра стандарта DVB-T	64
3.5.1. Определение опорных сигналов	66
3.5.2. Расположение рассредоточенных пилот-сигналов	67
3.5.3. Расположение непрерывно повторяющихся пилот-сигналов	68
3.6. Несущие с параметрами передачи (TPS) стандарта DVB-T	69
3.6.1. Формат передачи данных TPS	70
3.7. Количество RS-пакетов в одном суперкадре в стандарте DVB-T	75
3.8. Спектр и спектральные характеристики выходного сигнала стандарта DVB-T	76
3.8.1. Спектральные характеристики	76
3.8.2. Внеполосная спектральная характеристика выходного сигнала	77
3.9. Средняя частота РЧ-сигнала стандарта DVB-T для 8 МГц канала	81

3.10. Представление моделированной системы стандарта DVB-T для 8 МГц каналов	81
3.11. Определение величин F1 и P1 для системы стандарта DVB-T	81
3.12. Пример внутреннего перемежения стандарта DVB-T	86
3.13. Руководство по формированию передаваемого сигнала стандарта DVB-T	87
3.13.1. Использование быстрого преобразования Фурье FFT для формирования рабочей полосы DVB-T-сигнала	88
3.13.2. Выбор центральной частоты основной полосы пропускания DVB-T-сигнала	89
3.13.3. Иные потенциальные проблемы при формировании выходного DVB-T-сигнала	89
3.14. Параметры передаваемого сигнала стандарта DVB-T в 6 и 7 МГц РЧ-каналах	90
3.15. Обслуживание стандарта DVB-T в 5 МГц РЧ-каналах	93
3.16. Концепция построения демодулятора приёмной части стандарта DVB-T	94

4 Стандарт наземного мобильного цифрового ТВ (DVB-H, приложение стандарта ETSI EN 300 744 V1.6.1)	98
4.1. История создания стандарта DVB-H и его особенности	99
4.2. Общая характеристика стандарта DVB-H	100
4.3. Обзор дополнительных функций, предоставляемых стандартом DVB-H	101
4.4. Канальное кодирование и модуляция в стандарте DVB-H	103
4.4.1. Адаптация транспортного потока (TS), рандомизация для энергетической дисперсии. Внешнее канальное кодирование (с помощью кодов Рида-Соломона) и внешнее свёрточное перемежение. Кадрирование. Внутреннее канальное свёрточное кодирование	103
4.4.2. Внутреннее перемежение	103
4.5. Структура OFDM-кадра стандарта DVB-H	106
4.6. Формат передачи данных TPS	108
4.6.1. Информация TPS об инициализации, синхронизации и индикаторе продолжительности данных	109

4.6.2. Информация TPS о номере кадра, созвездии несущих, иерархичности передачи и перемежении данных.....	109
4.6.3. Информация TPS о кодовом показателе внутреннего кодирования, защитном интервале, режиме передачи данных и идентификации ячеек	110
4.6.4. Информация TPS о передаче DVB-H.....	110
4.6.5. Защита от ошибок сигнала данных TPS.....	111
4.7. Количество RS-пакетов в одном суперкадре и используемая скорость потока в стандарте DVB-H	111
4.7. Спектр и спектральные характеристики выходного сигнала стандарта DVB-H	112
4.8. Концепция построения демодулятора приёмной части стандарта DVB-H.....	112
5 Стандарт ETSI EN 301 210 V1.1.1 (DVB-DSNG)	113
5.1. Общие сведения о системе DVB-DSNG	114
5.2. Описание системы DVB-DSNG.....	116
5.3. Архитектура и конфигурация системы DVB-DSNG.....	117
5.4. Адаптация к характеристикам спутниковых транспондеров. Входные/выходные интерфейсы модуляторов/демодуляторов стандарта DVB-DSNG	119
5.5. Спецификация подсистем стандарта DVB-DSNG.....	120
5.5.1. Адаптация транспортного потока (TS), рандомизация для энергетической дисперсии. Внешнее канальное кодирование (с помощью кодов Рида-Соломона) и внешнее свёрточное перемежение. Кадрирование	120
5.5.2. Внутреннее выколотое свёрточное кодирование, преобразование битов в созвездие несущих, полосовая фильтрация в режиме QPSK-модуляции	121
5.5.3. Внутреннее «эмпирическое» решётчатое (треллисное) кодирование в режимах 8-PSK и 16-QAM модуляций	121
5.5.4. Преобразование битов в созвездия несущих для режимов модуляции 8-PSK и 16-QAM.....	125
5.5.5. Полосовая фильтрация и модуляция для режимов 8-PSK и 16-QAM	129

5.6. Требования к спектру сигнала на выходе модулятора.....	129
5.7. Требования к ограничению количества вносимых ошибок.....	131
5.8. Настройки параметров передачи для тестов на совместимость и аварийных ситуаций.....	132
5.9. Применение дополнительных режимов	134
5.10. Применение сервисной информации SI для системы DVB-DSNG и других распределительных приложений	134
5.11. Примеры возможного использования системы стандарта DVB-DSNG	136
5.12. Концепция построения демодулятора приёмной части системы DVB-DSNG	140

6 Стандарт спецификации потоков сервисной информации ETSI EN 300 468 V1.9.1 (DVB-SI).....	141
6.1. Введение.....	142
6.2. Описание сервисной информации SI.....	146
6.3. SI-таблицы.....	148
6.3.1. Механизм SI-таблиц	148
6.3.2. Определение таблиц	154
6.4. Дескрипторы.....	175
6.4.1. Идентификация и местоположение дескрипторов....	175
6.4.2. Кодирование дескрипторов.....	177
6.4.3. Идентификация и местоположение дескрипторов расширения	248
6.4.4. Кодирование дескрипторов расширения.....	248
6.5. Меры для совместимости с носителями данных	254
6.5.1. SMI-таблицы	254
6.5.2. Описатели SMI	255
6.6. Кодирование текстовых символов.....	255
6.6.1. Управляющие коды	256
6.6.2. Выбор таблицы символов.....	257
6.7. Модель CRC-декодера.....	259
6.8. Преобразование между стандартами исчисления времени и даты	263
6.9. Введение сервисной информации об обслуживании потоков звукового сопровождения стандартов AC-3 и Enhanced AC-3 в системах DVB.....	268

6.9.1. Типы составляющих AC-3.....	269
6.9.2. Дескриптор AC-3.....	272
6.9.3. Дескриптор E-AC-3	275
6.10. Использование дескриптора скремблирования scrambling_descriptor.....	279
6.11. Дескриптор языков ISO 639 для исходных звуковых треков потоков звуковой информации	280
6.12. Введение сервисной информации в системы DVB об обслуживании звука, закодированного в системе DTS.....	280
6.12.1. Дескриптор DTS	281
6.13. Введение сервисной информации в системы DVB об обслуживании звука, закодированного в системе HE-AAC	284
6.13.1. Дескриптор AAC	284
6.14. Назначение и интерпретация поля service_type.....	286
6.14.1. Основание использования.....	286
6.14.2. Назначение поля service_type	287
6.14.3. Служба цифрового ТВ service_type = 0x01	287
6.14.4. Поле service_type для служб с различными «улучшенными кодеками».....	288

7 Стандарт передачи мегакадров для синхронизации DVB SFN-сети ETSI TS 101 191 V1.4.1.....	290
7.1. Основные характеристики сетей MFN и SFN	291
7.2. Основные принципы и схемы построения сетей SFN	292
7.2.1. MPEG-2-ремуплексор	294
7.2.2. SFN-адаптер	294
7.2.3. Передающий и приёмный сетевые адаптеры	294
7.2.4. Синхронизирующая система	295
7.2.5. DVB-T-модулятор.....	295
7.2.6. Система глобального позиционирования (GPS).....	296
7.3. Определение мегакадров.....	296
7.4. Мегакадровый инициализирующий пакет (MIP)	297
7.4.1. Функции.....	301
7.5. Реконфигурация параметров модулятора DVB-T при помощи MIP-пакета.....	305

Список литературы.....	307
-------------------------------	------------