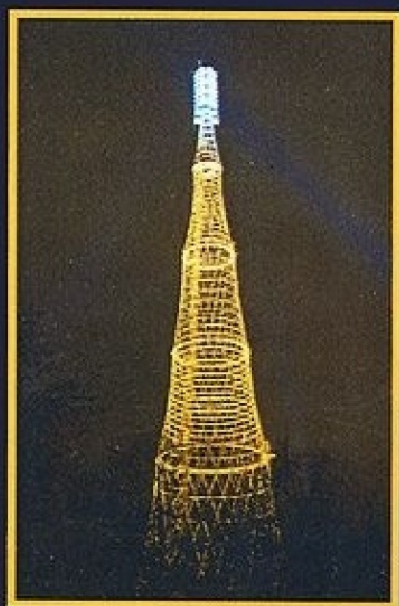


Стандарты цифрового телевидения первого поколения



Василий Федоров



В. К. Федоров

Стандарты цифрового телевидения первого поколения



Москва, 2015

УДК 621.397.132
ББК 32.940.2
Ф11

Федоров В. К.

Ф11 Стандарты цифрового телевидения первого поколения. – М.: ДМК Пресс, 2015. – 312 с.

ISBN 978-5-97060-099-3

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

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.

ISBN 978-5-97060-099-3

© 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-ремультимплексор	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
-------------------------------	------------

ПРЕДИСЛОВИЕ

Основанный в сентябре 1993 года европейский проект DVB объединил общественные и частные организации ТВ-индустрии. Его целью стало создание цифровых ТВ-служб на основе стандарта цифрового сжатия MPEG-2. В настоящее время он включает свыше 200 организаций, представляющих более чем 25 стран.

Принятый двадцать лет назад, в 1994 году, стандарт спутникового цифрового телевидения (ТВ) DVB-S стал точкой отсчёта момента неизбежного перехода от аналогового вещания к цифровому. Этому способствовали качественно новые показатели эксплуатационных характеристик цифровых систем вещания. Одним из положительных моментов внедрения системы, помимо повышения пропускной способности каналов связи, стал фактор возможности гибкой интеграции информационных каналов передачи данных.

Передача дискретных цифровых сигналов вместо непрерывных аналоговых позволила на порядок увеличить соотношение параметра сигнал/шум приёмопередающих систем, что значительно увеличило устойчивость приёма программ потребителем. Иерархическое мультиплексирование источников информации дало возможность легко интегрировать в поток передаваемых данных каналы радиовещательных (РВ) программ, сигналы ТВ-телетекста и субтитров. Использование системы сжатия звукового сопровождения добавило возможность передачи высококачественного звукового сопровождения, а варьирование в широком диапазоне скорости результирующего передаваемого потока – возможность организации мультязычного звукового сопровождения ТВ-программ.

Вслед за стандартом DVB-S был в тот же год принят стандарт цифрового ТВ для кабельных сетей DVB-C. Несколькоими годами позже (это было связано с отсутствием широкодоступной элементной базы для построения приёмников) был принят стандарт для эфирного цифрового ТВ-вещания DVB-T.

Высокая помехоустойчивость систем и показанные на практике их высокие эксплуатационные характеристики привели к тому, что в начале нынешнего тысячелетия стандарт DVB-T дополнился спецификацией для организации цифрового вещания на мобильные приёмники и сотовые телефоны в стандарте DVB-H. При этом на основе стандарта DVB-S был разработан стандарт для цифровых спутниковых систем сбора новостей DVB-DSNG.

На основе опыта эксплуатации систем стандарта DVB первого поколения в прошлом десятилетии были созданы стандарты второго поколения DVB-C2, DVB-S2 и DVB-T2. Эти системы имеют более высокие технико-эксплуатационные характеристики, по сравнению с предшествующими системами, и активно внедряются в сферу вещания. Несмотря на то что они, помимо всего, предоставляют дополнительные возможности (к примеру, предоставление интерактивных услуг), их внедрение сдерживает ряд субъективных факторов.

Немаловажным является то, что в наличии у потребителя имеется огромный парк приёмников, позволяющих принимать программы, передаваемые по стандартам старого поколения. Поэтому переход на вещание по новым стандартам продлится ещё достаточно длительное время.

Если анализировать аспекты перехода от стандарта DVB-S к DVB-S2, то можно быть уверенным, что он происходит динамично ввиду того, что сам вещатель заинтересован в данном действии. Стандарт второго поколения предлагает большую пропускную способность арендуемого спутникового канала, что позволяет вещателю при неизменной арендной плате за транспондерные ёмкости спутника передать через него больший объём информации. Поэтому зачастую вещатель акциозно осуществляет потребителю льготную замену старых приёмников на новые по сниженным ценам.

Несколько иначе обстоит дело в процессе перехода от стандарта DVB-T к DVB-T2. Сдерживающим фактором здесь является сложность получения поставщиком контента информации лицензий на цифровое вещание, а также достаточно высокие стоимости передающего оборудования и его модернизации. Кроме этого, так же необходимо, как и в предыдущем случае, учитывать наличие у абонентов большого количества приёмников DVB-T. Поэтому вещатель зачастую ведёт параллельное вещание на одном канале по обоим стандартам. (К примеру, на момент написания книги в Москве вещание первого мультиплекса ведётся в двух стандартах, позволяя использовать для приёма старые цифровые приёмники.)

Переход от стандарта DVB-C на стандарт DVB-C2 осложнён как наличием большого количества приёмников старого стандарта у абонентов, так и огромной неосвоенной ёмкостью существующих в наличии у кабельного оператора канальных ёмкостей. По данным автора, в России в настоящее время в стандарте DVB-C2 не вещает ни один кабельный оператор, и повальный переход к данному стандарту в ближайшее пятилетие не предвидится.

Как можно видеть, в России процесс перехода вещания по стандартам DVB второго поколения будет происходить ещё не один год. При этом будет актуален вопрос изучения основ и принципа работы стандартов DVB первого поколения. При этом, несомненно, следует учесть то, что стандарты второго поколения сформулированы подобно их предшественникам и принципы функционального построения оборудования на их основе схожи.

Данная монография является довольно полным и исчерпывающим описанием основных стандартов DVB первого поколения, основанным на точном переводе стандартов ETSI. Книга позволяет получить точное понимание процессов формирования сигналов и их обратного преобразования, что дает возможность широко применять полученные знания на практике. В процессе перевода оригиналов публикуемого материала автор старался максимально минимизировать использование технических неологизмов, используя их вполне доступные для употребления и незаслуженно забытые русскоязычные эквиваленты.

Книга предназначена для широкого круга специалистов в сфере цифрового телевидения и радиовещания, программистов, занимающихся созданием программного обеспечения для приёмников стандартов DVB, а также студентов радиотехнических специальностей учебных заведений радиотехнического профиля.

Все отзывы, замечания и пожелания, а также информацию об обнаруженных в книге неточностях автор просит направлять по **e-mail: boss@dvb.com.ru**.

С наилучшими пожеланиями!

Василий Фёдоров

СОКРАЩЕНИЯ

В книге используются следующие наиболее часто применяемые сокращения:

ACI (Adjacent Channel Interference) – интерференция между смежными каналами.

AWGN (Additive White Gaussian Noise) – совокупный белый гауссов шум.

BAT (Bouquet Association Table) – таблица объединения кластеров.

BB (Base Band) – полоса модулирующих частот.

BCH (Bose–Chaudhuri–Hocquenghem code) – код Боуза–Чоудхури–Хоквингема.

BER (Bit Error Ratio) – вероятность ошибки на бит.

BSS (Broadcast Satellite Service) – радиовещательные спутниковые службы (РВСС) в диапазонах 11,7...12,5 ГГц.

BW (Band Width) – полоса пропускания.

CA (Condition Access) – условный доступ.

CAT (Condition Access Table) – таблица условного доступа.

CCI (Co-Channel Interference) – интерференция между совмещёнными каналами.

CPCM (Content Protection Copy Management) – система управления защиты копий содержимого (контента).

DBPSK (Differential Binary Phase Shift Keying) – дифференциальная двоичная фазовая манипуляция (ДДФМ).

DFT (Discrete Fourier Transform) – дискретное преобразование Фурье (ДПФ).

DIT (Discontinuity Information Table) – таблица информации неоднородности.

DTH (Direct To Home) – непосредственное спутниковое ТВ-вещание (НТВ).

DTS (Digital Theater System) – цифровая система для демонстрации цифровых фонограмм в кинотеатрах синхронно с фильмокопиями.

DTV (Digital Television by Cable) – цифровое кабельное ТВ.

DVB (Digital Video Broadcasting) – цифровое вещание ТВ-сигналов. Стандарты *ETSI* для цифрового ТВ-вещания.

DVB-C (DVB-Cable) – цифровое кабельное ТВ-вещание стандарта DVB.

DVB Group – группа (свыше 200 организаций из 23 стран), принявшая спецификацию передачи кабельного, наземного и спутникового (*DVB-S*) цифрового вещания на основе международного стандарта MPEG. Спецификация *DVB* одобрена *ETSI*.

DVB-H (*DVB-Handheld*) – цифровое эфирное вещание с приёмом на перемещающихся объектах стандарта *DVB*.

DVB-S (*DVB-Satellite*) – цифровое спутниковое ТВ-вещание стандарта *DVB*. Стандарт *ETSI* для цифрового спутникового вещания. Применяются QPSK-модуляции (манипуляции) несущей как наиболее приемлемые для спутниковых каналов передачи сигналов.

DVB-T (*DVB-Terrestrial*) – цифровое эфирное (наземное) ТВ-вещание стандарта *DVB*.

EDTV (*Enhanced Definition TeleVision*) – ТВ улучшенной (повышенной) чёткости.

EIRP (*Equivalent Isotropic Radiated Power*) – эквивалентная изотропная излучаемая мощность (ЭИИМ). Характеризует уровень передаваемого сигнала в конкретной точке приёма.

EIT (*Event Information Table*) – таблица информации эпизода.

EMM (*Entitlement Management Message*) – сообщение управления условным доступом, предназначенное для работы декодера, восстанавливающего скремблированный сигнал платной программы.

EPG (*Electronic Programme Guide*) – электронный навигатор программы.

ES (*Elementary Stream*) – элементарные потоки программ и информации стандарта MPEG.

FDM (*Frequency Division Multiplex*) – множество несущих на транспондер. Несколько каналов, передаваемых через один транспондер, модулируют каждый одну из нескольких несущих, лежащих в полосе пропускания данного транспондера.

FEC (*Forward Error Correction*) – алгоритмы поиска и коррекции (исправления) ошибок. Предназначены для уменьшения искажений (артефактов) принимаемых сигналов.

FFT (*Fast Fourier Transform*) – быстрое преобразование Фурье (БПФ).

FIFO (*First-In, First-Out shift register*) – каскадированный регистр стекового типа. Данные, приходящие на вход подобного регистра, проходят через него по принципу «первый пришёл – первым вышел».

FIR (*Finite Impulse Response*) – конечный импульсный отклик.

FSS (*Fixed Satellite Service*) – фиксированные спутниковые службы (ФСС) в диапазонах 10,7...11,7 и 12,5...12,75 ГГц.

FTA (Free-To-Air) – свободно вещаемые службы или программы.
HEX (Hexadecimal notation) – шестнадцатеричное представление.
HDTV (High Definition Television) – ТВ высокой чёткости.
IF (Intermediate Frequency) – промежуточная частота.
IFFT (Inverse Fast Fourier Transform) – обратное быстрое преобразование Фурье.

IMUX (Input Multiplexer – Filter) – входной фильтр-мультиплексор.

HP (High Priority bit stream) – высокоприоритетный поток битов.

IRD (Integrated Receiver Decoder) – интегрированный приёмник-декодер (ресивер).

LDTV (Limited Definition TeleVision) – ТВ ограниченной чёткости.

LP (Low Priority bit stream) – низкоприоритетный поток битов.

LSB (Least Significant Bit) – наименьший значащий бит в передаваемой через канал связи цифровой последовательности (обычно передаётся последним).

MCPC (Multi Channel Per Carrier) – множество программ на одной несущей.

MFN (Multi-Frequency Network) – многочастотные передающие ТВ-сети.

MPEG (Moving Pictures Experts Group) – подкомитет ISO, занимающийся вопросами разработки алгоритмов сжатия и мультиплексирования оцифрованных видео- и звуковых сигналов.

MPEG-2 – стандарт ISO, предназначенный для сжатия (компрессии) ТВ-сигналов и звукового сопровождения различного качества с использованием цифровых методов и алгоритмов. Имеет возможность регулировки коэффициента сжатия.

MSB (Most Significant Bit) – наибольший значащий бит в передаваемой через канал связи цифровой последовательности (обычно передаётся первым).

MUX (Multiplex) – мультиплексирование, уплотнение.

NICAM (Near-Instantaneous Companded Audio Multiplex) – разновидность цифровой компрессии звука.

NIT (Network Information Table) – таблица сетевой информации.

NTSC (National Television Systems Committee) – первая аналоговая система передачи цветного изображения формата 4:3 (525 строк), использующая квадратурно-модулированную цветовую АМ-поднесущую.

NVOD (Near Video On Demand) – видео почти по требованию.

OBO (Output Back Off) – потери выходной мощности.

OCT (Octal notation) – восьмеричное представление.

OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) – мультиплексирование с ортогональным частотным разделением каналов.

OMUX (Output Multiplexer – Filter) – выходной фильтр-мультиплексор.

OSD (On-Screen Display) – выводимые на экран ТВ меню управления и информация о параметрах принимаемых каналов.

P (Puncturing) – пробивание, выкалывание.

PES (Packetized Elementary Stream) – пакетизированный элементарный поток программ и информации стандарта MPEG.

PAL (Phased Alternate Line) – аналоговая система передачи цветного изображения формата 4:3 (625 строк), использующая квадратурно-модулированную АМ-поднесущую с чередованием фазы красного цветоразностного сигнала в соседних строках. Является самой распространённой аналоговой системой в мире.

PAT (Program Association Table) – таблица объединения программы.

PDH (Plesiochronous Digital Hierarchy) – плезиохронная цифровая иерархия.

PS (Program Stream) – поток программ стандарта MPEG.

PID (Packet Identifier) – идентификатор пакета транспортного потока TS. Является 13-разрядным двоичным числом и может принимать значения в пределах 0–8191 (0x00–0x1FFF), определяет тип данных внутри пакета (видео, звук и т. д.). PID в диапазоне 0–31 (0x00–0x1F) содержит системные таблицы.

PMT (Program Map Table) – таблица структуры программы.

PSI (Program Specific Information) – информация определения программы.

PSK (Phase Shift Keying) – фазовая манипуляция.

PRBS (Pseudo Random Binary Sequence) – псевдослучайная двоичная последовательность.

QAM (Quadrature Amplitude Modulation) – квадратурная амплитудная модуляция.

QEF (Quasi-Error-Free) – квазибезошибочный приём. Передача информации с уровнем ошибок, не превышающим заданного граничного значения.

QPSK (Quaternary PSK) – квадратурная фазовая манипуляция.

R (Randomized sequence) – случайная последовательность.

RF (Radio Frequency) – радиочастота.

RS (Reed-Solomon) – код Рида-Соломона.

RST (Running Status Table) – таблица статуса исполнения.

SCPC (Single Carrier Per Channel) – одна программа на одной несущей.

SDT (Service Description Table) – таблица описания службы.

SDTV (Standard Definition TeleVision) – ТВ стандартной четкости.

SECAM (SEquential Couleur A Memoire) – аналоговая система передачи цветного изображения формата 4:3 (625 строк), использующая частотно-модулированные цветовые поднесущие, чередующиеся через строку. Является самой помехоустойчивой аналоговой системой в мире.

SFN (Single Frequency Network) – одночастотные передающие ТВ-сети.

SI (Service Information) – сервисная (служебная) информация.

SIT (Selection Information Table) – таблица выбираемой информации.

SMATV (Satellite Master Antenna Television) – система спутникового ТВ коллективного пользования.

SMI (Storage Media Interoperability) – совместимость с накопителями данных.

ST (Stuffing Table) – уравнивающая таблица.

TBD (To Be Defined) – быть определённым.

TDM (Time Division Multiplex) – одна несущая на транспондер. Общий поток, обычно содержащий несколько цифровых каналов, передаваемых через один транспондер, модулирует одну несущую, лежащую в полосе пропускания данного транспондера.

TDT (Time and Data Table) – таблица времени и даты.

TOT (Time Offset Table) – таблица смещения времени.

TPS (Transmission Parameter Signalling) – информация о параметрах передачи.

TS (Transport Stream) – транспортный поток [2].

TV (Television) – телевидение, ТВ.

TWTA (Traveling Wave Tube Amplifier) – усилитель на лампе бегущей волны (ЛБВ).

UHF (Ultra-High Frequency) – очень высокие частоты, ДМВ-диапазон ТВ-вещания.

VHF (Very-High Frequency) – очень высокие частоты, МВ-диапазон ТВ-вещания.

1 **Стандарт спутникового цифрового ТВ ETSI EN 300 421 V1.1.2 (DVB-S)**

2	Стандарт кабельного цифрового ТВ ETSI EN 300 429 V1.2.1 (DVB-C)	36
3	Стандарт эфирного наземного цифрового ТВ ETSI EN 300 744 V1.6.1 (DVB-T)	47
4	Стандарт наземного мобильного цифрового ТВ (DVB-H, приложение стандарта ETSI EN 300 744 V1.6.1)	98
5	Стандарт ETSI EN 301 210 V1.1.1 (DVB-DSNG)	113
6	Стандарт спецификации потоков сервисной информации ETSI EN 300 468 V1.9.1 (DVB-SI)	141
7	Стандарт передачи мегакадров для синхронизации DVB SFN-сети ETSI TS 101 191 V1.4.1	290

1.1. История создания стандарта

В 80-х годах спутниковые системы связи предназначались для распределительных целей по распространению программ нескольких национальных государственных программ крупных стран. Появление недорогих приёмников СТВ-программ привело к началу аналогового вещания в рамках программ непосредственного вещания (НТВ) – DTH (Direct-To-Home). Новатором в данной области стала европейская частная компания SES. Этот момент стал отправной точкой активной децентрализации и коммерциализации сектора СТВ-вещания. Впоследствии подавляющая доля рынка данных услуг перешла из государственного сектора экономики в частный сектор.

Ранее передача и приём сигналов на спутники и с них осуществлялись с помощью очень больших параболических антенн, чей диаметр превышал три метра. В программе ASTRA компании SES, начавшей вещание со спутника ASTRA1A, применялись небольшие параболические антенны диаметром всего 60 см.

Вещание производилось в аналоговом виде путём частотной модуляции несущей транспондера комплексным видеосигналом, уплотнённым модулированными по частоте сигналами звукового сопровождения. При этом любой житель Западной Европы получил возможность принимать сигналы 16 телевизионных и множества радиовещательных программ (с FM-качеством).

В тот момент сложилась тенденция интенсивного увеличения количества спутников на орбитальных позициях и количества транспондеров на их борту. Но спутниковые операторы не могли справиться с увеличивающимся спросом на аренду спутниковых каналов. Возросшие эстетические потребности телезрителей требовали большего количества получаемой информации. Вместе с этим получило развитие направление применения систем ТПЧ (ТВ повышенной чёткости) и ТВЧ (ТВ высокой чёткости), что сказалось на дальнейших исследованиях в области разработки и принятия новых ТВ-стандартов.

В начале 90-х годов прошлого века интенсивное развитие цифровых методов обработки сигналов в корне решило этот вопрос, результатом чего стало основание консорциума DVB, который 15 августа 1994 года принял стандарт DVB-S [1] для передачи ТВ- и РВ-программ через спутниковые транспондеры в цифровом виде. Это привело к возможности транслировать через транспондер вместо одного аналогового канала до десятка цифровых программ. Количество ретранслируемых программ возросло при этом в несколько раз.

В настоящее время в СТБ трансляция аналоговых программ практически не ведётся. Естественно, что принципы обработки принимаемых аналоговых и цифровых программ полностью различны. Принципиально новыми являются устройство и работа как цифровых СТБ-передатчиков, так и приёмников. 31 мая 1998 года была принята окончательная версия (V1.1.2) европейского стандарта DVB-S, действующая в настоящее время и представленная далее.

Настоящая глава описывает стандарт DVB-S модуляции и кодирующей системы спутникового канала (далее используется равнозначное обозначение «система DVB-S») для спутникового цифрового многопрограммного ТВ и телевидения ТВЧ с высокой разрешающей способностью HDTV (High Definition Television). Услуги используются для основного и вторичного распределения программ в фиксированных спутниковых службах ФСС (FSS – Fixed Satellite Service) и радиовещательных спутниковых службах РВСС (BSS – Broadcast Satellite Services). Основное назначение системы – предоставление услуги НТВ для абонентов, имеющих интегрированный приёмник-ресивер (IRD – Integrated Receiver Decoder), а также пользователям систем спутникового ТВ коллективного пользования (SMATV – Satellite Master Antenna TeleVision) и станциям головных узлов кабельного телевидения, с перемодуляцией в стандарты кабельного ТВ DVB-C (глава 2), а также DVB-C2.

Система использует четверичную фазовую манипуляцию QPSK (Quaternary Phase Shift Keying) в сочетании со связанной системой защиты, основанной на каскадно используемых свёрточном коде и коде укороченного кода Рида-Соломона (RS – Reed-Solomon). Далее в настоящей книге QPSK-манипуляция будет именоваться устоявшимся в практике термином – QPSK-модуляция.

Система DVB-S подходит для использования в различных полосах пропускания спутниковых транспондеров (C-, Ka-, Ku-диапазонах). При этом системой обеспечена совместимость со стандартом структуры передачи и синхронизации мультиплексированного пакета сжатых (компрессированных) ТВ-сигналов изображения и звукового сопровождения MPEG-2 [2] в единый транспортный поток TS (Transport Stream). Гибкость изменения параметров мультиплексирования пакета позволяет использовать параметры канала передачи ко множеству сервисных конфигураций ТВ-передач, включая использование многоканального звука и информационных служб. Все компоненты сервисной информации мультиплексированы по временному базису TDM (Time Division Multiplexed) на единой цифровой несущей.

Настоящая глава даёт:

- представление об общем описании системы для спутниковой передачи цифрового ТВ;
- определяет описание цифрового модулированного сигнала для обеспечения совместимости между разрабатываемыми функциональными узлами оборудования различными производителями системы. Это достигается нормативным описанием принципов обработки и формирования сигнала на передающей стороне, в то время как методы обработки принимаемого сигнала в приёмниках оставлены открытыми для различных решений и применений. Однако при этом рекомендуется принимать во внимание положения данного описания применительно к определенным аспектам приема;
- идентифицирует общие эксплуатационные требования и особенности системы для получения цели наивысшего качества обслуживания потребителя.

1.2. Общая характеристика стандарта DVB-S

Функциональная блок-схема передающей части ТВ-сигнала и звукового сопровождения стандарта DVB-S показана на рис. 1.1. Система данного стандарта определена как преобразователь выходного сигнала с транспортного мультиплексора MPEG-2 (ISO/IEC DIS 13818-1) [2] в спутниковый радиочастотный канал. Этот процесс включает в себе следующие этапы:

- адаптация транспортного потока (TS) и рандомизация для энергетической дисперсии;
- внешнее канальное кодирование (с помощью кодов Рида-Соломона);
- свёрточное перемежение;
- внутреннее канальное кодирование (выколотое свёрточное кодирование);
- полосовая фильтрация для модуляции;
- QPSK-модуляция.

Поскольку службы DTH обычно работают с сигналами строго ограниченной мощности, для борьбы с шумами и интерференцией в каналах связи первой задачей является повышение эффек-

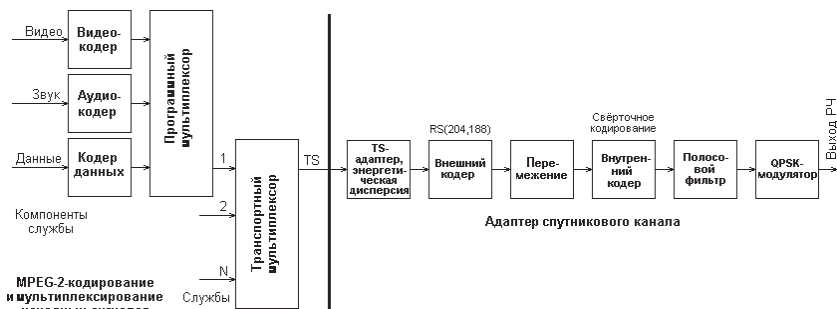


Рис. 1.1. Функциональная блок-схема модулятора стандарта DVB-S

тивности заполнения выделенной полосы частот РЧ-сигнала. Для этого в описываемом стандарте используют QPSK-модуляцию и совместное применение схем свёрточного и RS-кодирования (коды Рида-Соломона). Система при этом может оптимально работать как в режиме с одной несущей на транспондер TDM (Time Division Multiplex), так и в режиме множества несущих с использованием частотного уплотнения FDM (Frequency Division Multiplex) в рамках полосы пропускания транспондера. Все узлы системы синхронизируются образцовыми импульсами, выделяемыми из входного транспортного потока MPEG-2.

Если полученный сигнал превышает соотношение уровней мощности несущей к уровню шума канала C/N (Signal-to-noise ratio), а также порога отношения мощности несущей к уровню помехи C/I , система коррекции ошибок, использованная в системе, обеспечивает QEF (Quasi-Error-Free) квазибезошибочный приём информации с уровнем ошибок, не превышающим заданного граничного значения. QEF предусматривает менее чем один неисправленный ошибочный случай за один час передачи, соответствуя вероятности ошибки на бит BER (BitErrorRatio) = $10^{-10} \dots 10^{-11}$ на входе MPEG-2 TS-демультиплексора приёмника.

1.3. Адаптация к характеристикам спутниковых транспондеров

Передача сигналов DVB-S осуществляется в обеих спутниковых службах РВСС и ФСС Ку-диапазона. Так как транспондеры спутников на этих частотах имеют разную полосу пропускания, то при разных зна-

чениях свёрточных кодов можно высчитать допустимую символьную скорость подаваемого на вход системы цифрового потока.

Примеры допустимых скоростей символов в спутниковом канале, основанные на компьютерном моделировании для гипотетической спутниковой цепочки связи (без учёта эффекта интерференции), показаны в табл. 1.1.

Таблица 1.1. Версия примеров скоростей символов для различной полосы пропускания транспондеров

BW' (уровень –3 дБ) [МГц]	BW' (уровень –1 дБ) [МГц]	R_s (для $BW/R_s = 1,28$) [МБод]	R_u (для QPSK + свёртка 1/2) [МБит/с]	R_u (для QPSK + свёртка 2/3) [МБит/с]	R_u (для QPSK + свёртка 3/4) [МБит/с]	R_u (для QPSK + свёртка 5/6) [МБит/с]	R_u (для QPSK + свёртка 7/8) [МБит/с]
54	48,6	42,2	38,9	51,8	58,3	64,8	68,0
46	41,4	35,9	33,1	44,2	49,7	55,2	58,0
40	36,0	31,2	28,8	38,4	43,2	48,0	50,4
36	32,4	28,1	25,9	34,6	38,9	43,2	45,4
33	29,7	25,8	23,8	31,7	35,6	39,6	41,6
30	27,0	23,4	21,6	28,8	32,4	36,0	37,8
27	24,3	21,1	19,4	25,9	29,2	32,4	34,0
26	23,4	20,3	18,7	25,0	28,1	31,2	32,8

Примечание: 1. R_u обозначает полезную скорость символов после MPEG-2-мультиплексора. R_s – скорость символов, выделенных из полосы пропускания промодулированного сигнала по уровню –3дБ.

2. Данные таблицы соответствуют ухудшению отношения E_b/N_0 на 1,0 дБ (относительно канала совокупного белого гауссова шума AWGN) для коэффициента округления 0,35, свёрточного кодирования 2/3 с учётом эффектов в IMUX, OMUX и TWTA.

Скорость символов промодулированного сигнала R_s при максимальной способности передачи данных может быть подобрана применительно к особенностям существующего транспондера с допустимой потерей из-за ограничения полосы пропускания транспондера. Полезная скорость символов R_u (после MPEG-2-мультиплексора) достигается в транспондере с полосой пропускания BW (Band Width) в соответствии с отношением $BW/R_s = 1,28$.

Другие величины отношения BW/R_s могут быть приняты для различных служебных приложений в зависимости от объёма пере-

даваемых данных и отношения энергии передаваемого бита к эффективной спектральной плотности шума E_b/N_0 .

На рис. 1.2 и 1.3 показаны характеристики IMUX (Input Multiplexer – Filter) и OMUX (Output Multiplexer – Filter) фильтров мультиплексоров соответственно, рассчитанные с помощью компью-

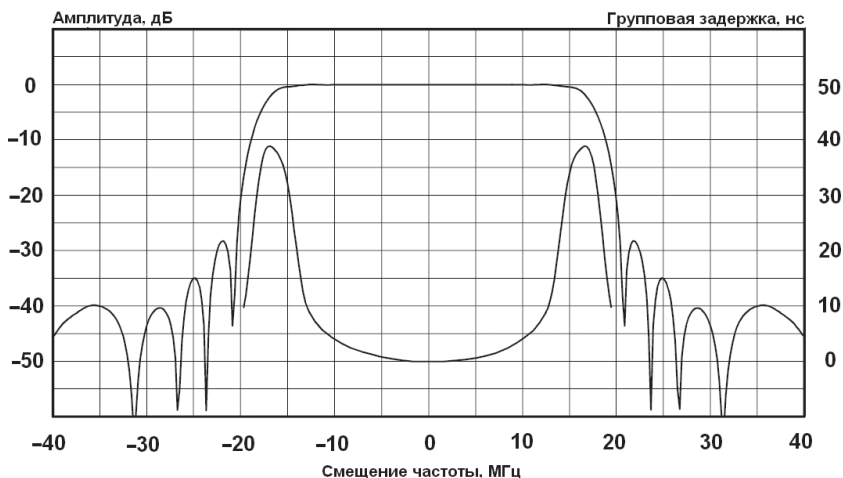


Рис. 1.2. Моделированная характеристика IMUX-фильтра

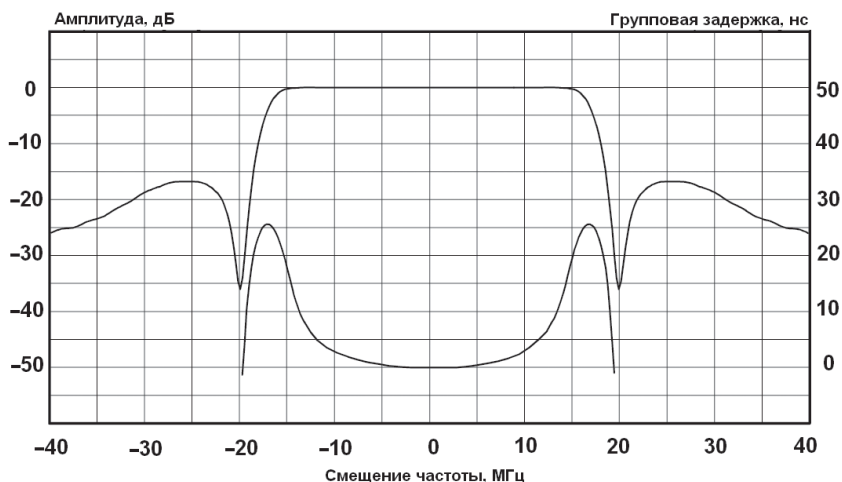


Рис. 1.3. Моделированная характеристика OMUX-фильтра

терного моделирования для СТВ-транспондера с полосой пропускания 33 МГц (по уровню -3 дБ).

На рис. 1.4 показаны моделированные значения деградации E_b/N_0 при потерях выходной мощности ОВО (Output Back Off) в усилителе на лампе бегущей волны TWTA (Traveling Wave Tube Amplifier). При этом учитываются условия ограничений полосы пропускания в IMUX и OMUX и рассматриваются отношения BW/R_s в диапазоне 1...1,35. Для отсчёта 0 дБ взята деградация при условии отсутствия ограничения полосы частот транспондера ($BW = \infty$, TWTA ОВО = 0 дБ). Кривые смоделированы для показателей скоростей внутреннего свёрточного кода 2/3 и 7/8 и для BER = 2×10^{-4} . Используя данные кривые, можно получить результаты для различных характеристик фильтров транспондера, учитывая его тепловую неустойчивость и неустойчивость в результате износа старения.

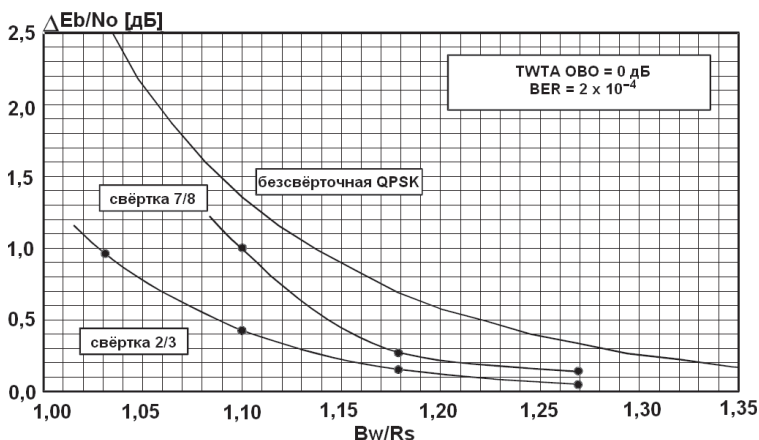


Рис. 1.4. Моделирование деградации E_b/N_0 , ожидаемой для ограничения полосы транспондера

1.4. Входные/выходные интерфейсы модуляторов/демодуляторов стандарта DVB-S

Система DVB-S использует интерфейсы связи, приведённые в табл. 1.2, для связи модуляторов и демодуляторов с источниками и потребителями сигналов в составе передатчика и приёмника цифрового сигнала.

Таблица 1.2. Интерфейсы стандарта DVB-S

Устройство	Интерфейс	Тип интерфейса	Связь
Передающая станция (DVB-S-модулятор)	Вход	Мультиплексированный MPEG-2 TS-поток [2]	От MPEG-2-мульти- плексора
	Выход	70/140 МГц ПЧ	К выходному РЧ-преобразователю
Приёмник (DVB-S-демодулятор)	Вход	Определяется типом РЧ-демодулятора	От входного РЧ-преобразователя
	Выход	Мультиплексированный MPEG-2 TS-поток [2]	К MPEG-2-демульти- плексору

1.5. Канальное кодирование в стандарте DVB-S

Канальное кодирование системы DVB-S представляет собой совокупность функций адаптации TS-потока, рандомизации для энергетической дисперсии, внешнее канальное кодирование, перемежение, кадрирование и заключительное внутреннее свёрточное кодирование.

1.5.1. Адаптация транспортного потока (TS) и рандомизация для энергетической дисперсии

На вход системы подаётся цифровой поток с транспортного мультиплексора MPEG-2 [2], который представляет собой пакеты данных фиксированной длины (рис. 1.5а). Пакеты имеют длину 188 байт. Каждый пакет начинается с байта синхрослова (47h). При этом в процессе передачи данных первым всегда передаётся старший значащий бит (MSB) синхрослова (то есть 01000111).

По рекомендации ITU входная цифровая последовательность для энергетической дисперсии подвергается рандомизации согласно рис. 1.6. (По данной схеме производится дерандомизация цифровой последовательности в DVB-S-приёмниках.) Порождающий много-член для псевдослучайной последовательности ПСП (PRBS):

$$f(x) = 1 + x^{14} + x^{15}.$$

Последовательность «100101010000000» загружается в ПСП (PRBS) регистр в начале каждого восьмого транспортного пакета. Для получения инициализирующего сигнала дескремблера СТВ-приёмника синхробиты первого транспортного пакета побитно ин-

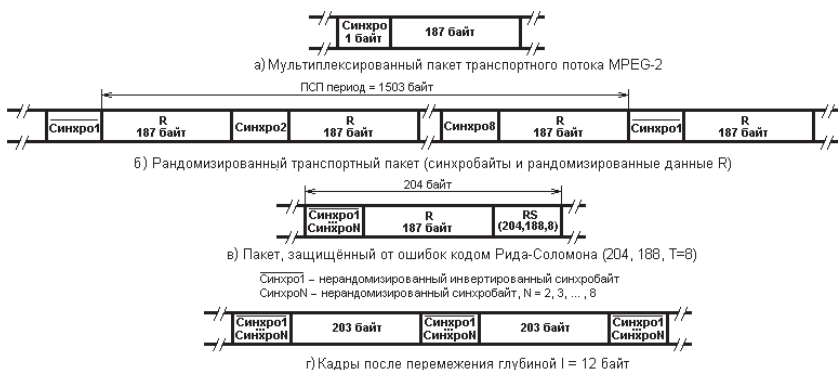


Рис. 1.5. Цифровые потоки, формируемые различными узлами DVB-S-модулятора



Рис. 1.6. Рандомизатор TS

вертируются с 47h на B8h. Этот процесс называется адаптацией мультиплексированного TS-потока.

Первый бит с выхода генератора ПСП воздействует на первый бит (то есть MSB) первого байта, следующего за инвертированным синхробайтом (то есть B8h). Для сохранения синхронизации в следующих семи пакетах ПСП-генератор продолжает свою работу, но его выход блокируется, оставляя синхробайты нерандомизированными. Таким образом, период ПСП-последовательности равен 1503 байта (рис. 1.5б).

Процесс рандомизации продолжается при отсутствии входного сигнала с TS-мультиплексора или при наличии на входе сигнала, несовместимого с MPEG-2 TS-поток (таким образом есть синхробайт + 187 байт данных). Это предотвращает появление на выходе модулятора немодулированной несущей.

1.5.2. Внешнее канальное кодирование (с помощью кодов Рида-Соломона) и свёрточное перемежение. Кадрирование

Структура организации кадров (кадрирование) основывается на структуре входных пакетов TS MPEG-2 (рис. 1.5а).

Код Рида-Соломона RS (204, 188, T = 8) является укороченным кодом RS (255, 239, T = 8) и применяется непосредственно к каждому рандомизированному транспортному пакету (188 байт) (рис. 1.5б). При этом генерируется проверочный пакет защиты от ошибок (рис. 1.5в). Кодирование Рида-Соломона применяется также и к синхробайтам – как неинвертированным (то есть 47h), так и инвертированным (то есть B8h).

Кодовый многочлен:

$$g(x) = (x + \lambda^0)(x + \lambda^1)(x + \lambda^2) \dots (x + \lambda^{15}),$$

где $\lambda = 02h$.

Полевой порождающий многочлен:

$$p(x) = x^8 + x^4 + x^3 + x^2 + 1.$$

Укороченный код Рида-Соломона дополняется 51 байтом 00h и поступает совместно с информационными байтами на вход кодера (255, 239). После процедуры RS-кодирования нулевые байты игнорируются.

Перемежение с глубиной I = 12 применяется для защиты пакетов (рис. 1.5в) от ошибок размером больше 1 байта. Процесс перемежения основан на методе Форни, совместимом с III типом метода Рамсея [3]. Узел перемежения имеет 12 ветвей (рис. 1.7), периодически подключаемых к источнику входного сигнала. Каждая ветвь содержит сдвигающий регистр FIFO с глубиной (Mj) ячеек (где $M = N/I = 17$, N = 204 байта – длина пакета, защищаемого от ошибок, I = 12 – глубина перемежения, j – индекс ветвления). Ячейки регистра имеют величину 1 байт, а входные и выходные коммутаторы засинхронизированы. Для нормального восстановления импульсов синхронизации СТВ-приёмником синхробайты всегда передаются через нулевую ветвь (нулевая задержка). На выходе устройства перемежения получается сигнал (рис. 1.5г).

Устройство деперемежения на приёмной стороне работает по схожей схеме, только индексы ветвления реверсивны (то есть j = 0 имеет наибольшую задержку). Синхронизация при этом осуществляется первым принятым синхробайтом в нулевой ветви.

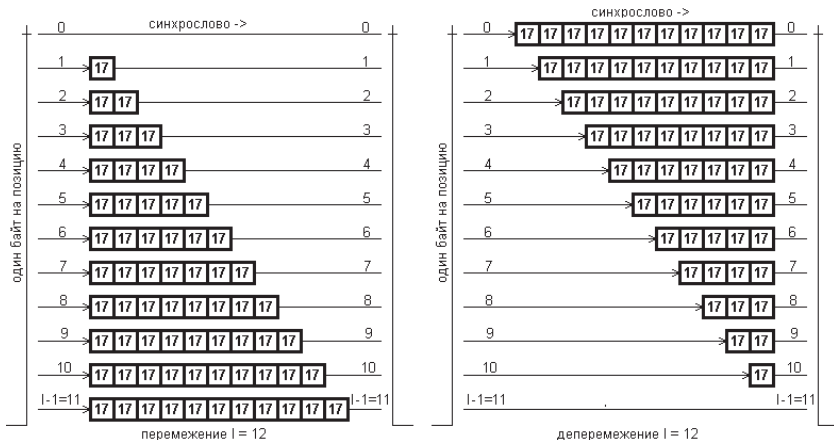


Рис. 1.7. Устройства перемежения и деперемежения

1.5.3. Внутреннее выколотое свёрточное кодирование. Преобразование битов в созвездие несущих QPSK

Внутреннее канальное кодирование основано на выколотом свёрточном кодировании. Система DVB-S предусматривает возможность использования широкого диапазона свёрточного кода на основе исходного материнского свёрточного кода с показателем $1/2$ и длиной кодового ограничения $K = 7$, соответствующего 64 состояниям решётчатой диаграммы. При этом имеется возможность применять, кроме исходного кода, $1/2$ свёрточные коды с кодовыми показателями $2/3$, $3/4$, $4/5$, $5/6$ и $7/8$ путём удаления части проверочных символов. Это позволяет получить оптимальный уровень коррекции ошибок применительно к конкретным параметрам выходного транслируемого цифрового сигнала и техническим параметрам спутникового транспондера.

Генератор многочленов ветвей базового (материнского) свёрточного кодера (рис. 1.8) определяется выражениями $G1 = 171_{\text{Окт}}$ и $G2 = 133_{\text{Окт}}$ (в восьмеричном коде). Вслед за базовым кодером (рис. 1.9) включен перфоратор, удаляющий (выкалывающий) часть проверочных битов и формирующий потоки с большими скоростями символов. Определение выколотого свёрточного кода показано в табл. 1.3.

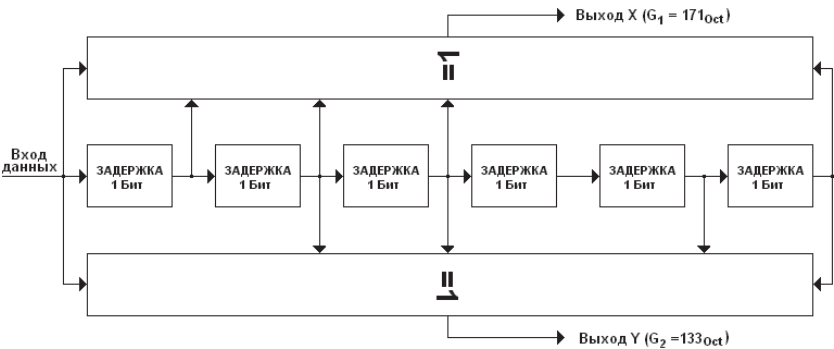


Рис. 1.8. Свёрточный кодер с показателем 1/2



Рис. 1.9. Формирование сигнала QPSK

Таблица. 1.3. Определение выколотого свёрточного кода

Входной код		Кодовый показатель											
		1/2		2/3		3/4		5/6		7/8			
K	G1 (X)	G2 (Y)	P	Dfree	P	Dfree	P	Dfree	P	Dfree	P	Dfree	P
7	171 _{Oct}	133 _{Oct}	X: 1 Y: 1 I=X1 Q=Y1	10	X:10 Y:11 I=X1Y2Y3 Q=Y1X3Y4	6	X:101 Y:110 I=X1Y1 Q=Y1X3	5	X:10101 Y:11010 I=X1Y2Y4 Q=Y1X3X5	4	X:1000101 Y:1111010 I=X1Y2Y4Y6 Q=Y1Y3X5X7	3	
1 – переданный бит 0 – непереданный бит													

1.6. Полосовая фильтрация и QPSK-модуляция

Полосовая фильтрация осуществляется после внутреннего канального кодирования и преобразователя (маппера) в созвездие QPSK-несущих (рис. 1.9) перед QPSK-модуляцией с помощью косинусного фильтра с квадратнокоренным подъёмом и коэффициентом скругления $\alpha = 0,35$, определённым согласно формулам:

$$H(f) = 1 \text{ для } |f| < f_N(1 - \alpha),$$

$$H(f) = \sqrt{\left\{ \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \sin \frac{\pi}{2f_N} \left[\frac{f_N - |f|}{\alpha} \right] \right\}} \quad \text{для } f_N(1 - \alpha) \leq |f| \leq f_N(1 + \alpha),$$

$$H(f) = 0 \quad \text{для } |f| < f_N(1 + \alpha),$$

где $f_N = \frac{1}{2T_s} = \frac{R_s}{2}$ – частота Найквиста.

Математические сигналы I и Q представлены посредством последовательности дельта-функций Дирака, определённых интервалами длительности символов $T_s = 1/R_s$.

С полосового фильтра сигналы I- и Q-составляющих поступают на QPSK-модулятор. Система DVB-S использует общепринятую четырёхпозиционную QPSK-манипуляцию на основе кодов Грея с абсолютным преобразованием (отображением без дифференциального кодирования). Схема отображения (преобразования) передаваемых битов в сигнальное пространство (диаграмма созвездия несущих) показана на рис. 1.10.

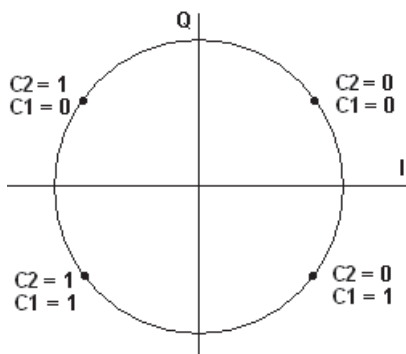


Рис. 1.10. Диаграмма созвездия несущих QPSK-модуляции

1.7. Требования к спектру выходного QPSK-сигнала

На рис. 1.11 показаны требуемый спектр выходного сигнала DVB-S модулятора и характеристика выходного фильтра Найквиста модулятора, описание и спецификации которого даны в п. 1.6. Рису-

нок 1.12 показывает характеристику группового времени запаздывания (ГВЗ) выходного фильтра Найквиста модулятора. Оба графика основаны на данных стандарта INTELSAT для наземных станций [4] с небольшой корректировкой для другого значения коэффициента скругления.

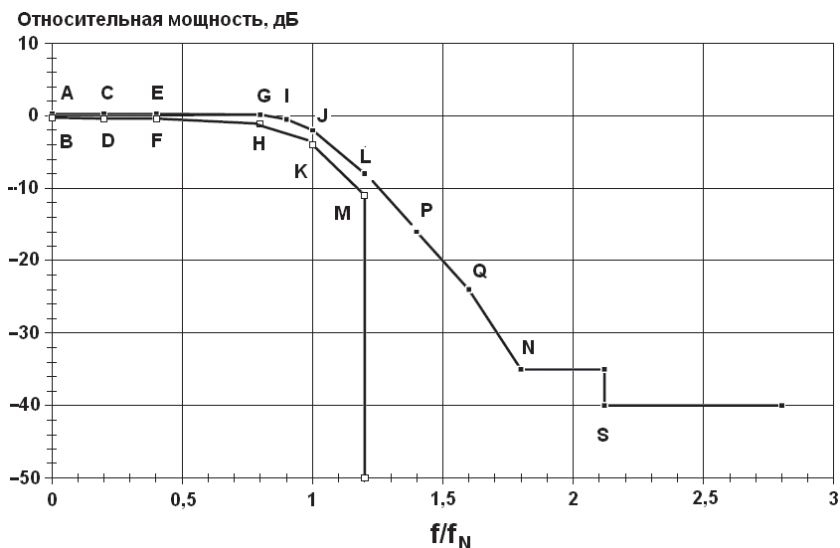


Рис. 1.11. Частотная характеристика полосы пропускания фильтра для сигнала стандарта DVB-S

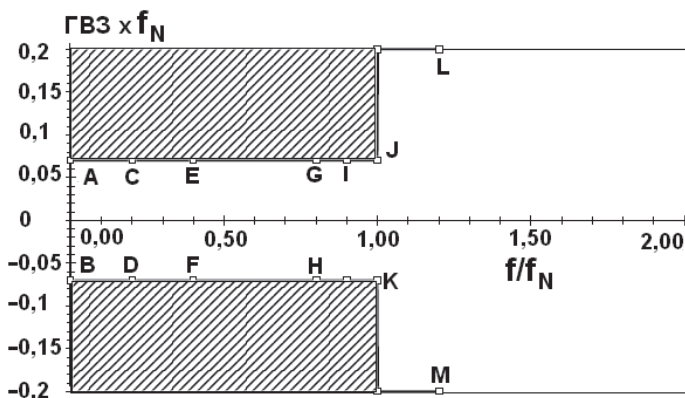


Рис. 1.12. Характеристика ГВЗ фильтра для сигнала стандарта DVB-S

Точки A...S, показанные на графиках, определены в табл. 1.4. Частотная характеристика фильтра основана на предполагаемых идеальных входных дельта-импульсах функций Дирака, определённых интервалами длительности символов $T_s = 1/R_s = 1/2f_N$. В случае поступления на вход сигнала импульсов прямоугольной формы необходима дополнительная $x/\sin x$ коррекция отклика фильтра.

Таблица 1.4. Определение точек, данных на рис. 1.11 и 1.12

Точка	Частота	Относительная мощность, дБ	Групповая задержка
A	0,0fN	+0,25	+0,07/fN
B	0,0fN	-0,25	-0,07/fN
C	0,2fN	+0,25	+0,07/fN
D	0,2fN	-0,40	-0,07/fN
E	0,4fN	+0,25	+0,07/fN
F	0,4fN	-0,40	-0,07/fN
G	0,8fN	+0,15	+0,07/fN
H	0,8fN	-1,10	-0,07/fN
I	0,9fN	-0,50	+0,07/fN
J	1,0fN	-2,00	+0,07/fN
K	1,0fN	-4,00	-0,07/fN
L	1,2fN	-8,00	-
M	1,2fN	-11,00	-
N	1,8fN	-35,00	-
P	1,4fN	-16,00	-
Q	1,6fN	-24,00	-
S	2,12fN	-40,00	-

1.8. Требования к ограничению количества вносимых ошибок

Модем, включенный в петлю ПЧ, должен выполнять требования получения значения E_b/N_0 при имеющемся значении BER, показанные в табл. 1.5. При этом:

- значение E_b/N_0 применяется к полезной символьной скорости перед кодированием Рида-Соломона и включает введение модема с допустимым отклонением 0,8 дБ и увеличением шумовой полосы пропускания, вносимым внешним кодером на $10 \log 188/204 = 0,36$ дБ;
- значение QEF означает меньше, чем одна неисправленная ошибка в час, соответствуя $BER = 10^{-10} \dots 10^{-11}$ на входе MPEG-2-демультиплексора.

Таблица 1.5. Рабочие характеристики петли ПЧ системы DVB-S

Показатель скорости свёрточного кода	Требуемое Eb/No для BER = 2×10^{-4} после декодирования Виттерби и Рида-Соломона
1/2	4,5
2/3	5,0
3/4	5,5
5/6	6,0
7/8	6,4

1.9. Пример возможного использования системы стандарта DVB-S

В табл. 1.6 показан пример использования системы стандарта DVB-S для транспондера с номинальной полосой пропускания 33 МГц по уровню -3 дБ. Различные показатели внутреннего свёрточного кода даны с соответствующими символьными скоростями.

Таблица 1.6. Пример характеристик стандарта DVB-S для исполнения применительно к 33 МГц транспондеру

Скорость символов R_u после мультиплексора [МБит/с]	Скорость символов R' и после кодера Рида-Соломона [МБит/с]	Скорость символов [МБод]	Внутренний свёрточный код	Внешний свёрточный код Рида-Соломона	Отношение C/N при полосе 33 МГц [дБ]
23,754	25,776	25,776	1/2	188/204	4,1
31,672	34,368		2/3		5,8
35,631	38,664		3/4		6,8
39,590	42,960		5/6		7,8
41,570	45,108		7/8		8,4

Значения данных получены путём компьютерного моделирования для гипотетического спутникового канала для характеристик IMUX, TWTA и OMUX, данных на рис. 1.2, рис. 1.3 при коэффициенте скругления 0,35. Значения C/N предположены при условии использования в приёмнике декодера Виттерби с мягким принятием решения. При этом принято отношение $BW/R_s = 1,28$.

Значения C/N включают расчетную деградацию 0,2 дБ из-за ограничений полосы пропускания в IMUX и OMUX, нелинейное искажение на 0,8 дБ в TWTA в насыщенном режиме, а также деградацию модема на 0,8 дБ. Значения применены к $BER = 2 \times 10^{-4}$ перед кодером Рида-Соломона, которое соответствует QEF на его выходе. Деградация в результате интерференции сигналов во внимание не принимается.

На рис. 1.13 показан функциональный пример для использования системы DVB-S совместно с наземной цифровой плезиохронной иерархической сетью PDH (Plesiochronous Digital Hierarchy), которые при применении внутреннего свёрточного кода 2/3 и одинакового кода Рида-Соломона имеют одинаковую символьную скорость.

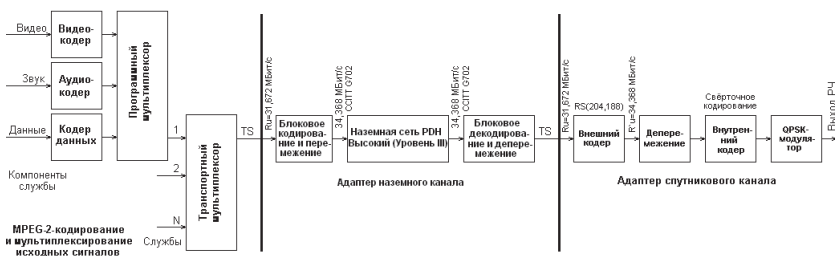


Рис. 1.13. Пример объединения стандарта DVB-S с наземной PDH-сетью

1.10. Концепция построения демодулятора приёмной части стандарта DVB-S

Функциональная блок-схема приёмной части стандарта DVB-S показана на рис. 1.14. Сигнал от понижающего конвертера LNB поступает на радиочастотный (РЧ) преобразователь. Он предназначен для настройки на требуемую частоту принимаемых программ. Первые цифровые DVB-S-приёмники переносили сигнал на вторую ПЧ и через полосовой фильтр подавались на QPSK-демодулятор. Современные СТВ-приёмники работают по принципу демодуляции с нулевой ПЧ. Соответственно, они имеют совмещённую схему преобразователя ПЧ и QPSK-демодулятора.

Сигналы I и Q через согласующий фильтр поступают на свёрточный декодер Виттерби и затем на схему выделения синхробайтов.



Рис. 1.14. Функциональная блок-схема приёмника стандарта DVB-S

Импульс синхробайта воздействует на схему восстановления тактовых импульсов, которые необходимы для синхронизации узлов СТБ-приёмника.

После этого сигнал подвергается процессу деперемежения и поступает на внешний декодер Рида-Соломона RS (255, 239, T = 8). Затем производится компенсация энергетической дисперсии, обратная инверсия первого пакета TS, при этом в результате получается нормализованный транспортный поток MPEG-2, поступающий на демультиплексор.

Требуемый поток данных соответствующей программы, выделенный демультиплексором, поступает на MPEG-2-декодер, где он декомпрессируется и преобразуется в привычную аналоговую форму.

Конструктивно РЧ-преобразователь совместно с QPSK-демодулятором собираются в виде отдельного экранированного блока – NIM-модуля (Network Interface Module). Если QPSK-демодулятор располагается не в нём или входит в состав ИМС MPEG-декодера, блок РЧ-преобразователя называют HALF-NIM-модулем.

1	Стандарт спутникового цифрового ТВ ETSI EN 300 421 V1.1.2 (DVB-S)	17
----------	--	----

2 **Стандарт кабельного цифрового ТВ ETSI EN 300 429 V1.2.1 (DVB-C)**

3	Стандарт эфирного наземного цифрового ТВ ETSI EN 300 744 V1.6.1 (DVB-T)	47
4	Стандарт наземного мобильного цифрового ТВ (DVB-H, приложение стандарта ETSI EN 300 744 V1.6.1)	98
5	Стандарт ETSI EN 301 210 V1.1.1 (DVB-DSNG)	113
6	Стандарт спецификации потоков сервисной информации ETSI EN 300 468 V1.9.1 (DVB-SI)	141
7	Стандарт передачи мегакадров для синхронизации DVB SFN-сети ETSI TS 101 191 V1.4.1	290

2.1. История создания стандарта

Принятый в августе 1994 года стандарт цифрового спутникового ТВ DVB-S (глава 1) дал старт качественно новым методам трансляции и передачи ТВ-программ от их поставщиков к потребителю. Стандартизированный процесс передачи цифровых программ позволил в радиочастотном канале, в котором ранее передавалась одна ТВ-программа эфирного качества, передавать несколько программ студийного качества. Как известно, для телевизионных передач используются три типа доставки сигнала: эфирный через искусственные спутники земли, традиционно применяемый эфирный наземный в пределах видимости передающей и приёмной антенн и кабельный (радиочастотные сигналы передаются по коаксиальному или оптическому кабелю). Консорциум DVB не ограничился принятием стандарта DVB-S и вслед за ним публикует в декабре 1994 года стандарт для цифрового кабельного вещания DVB-C.

Ввиду того что, по сравнению с эфирными каналами связи, кабельные линии имеют на порядок выше помехоустойчивость, используя более прогрессивные виды манипуляций, по сравнению с применяемой в DVB-S QPSK-модуляцией, через них возможно обеспечить передачу более скоростного цифрового потока информации. В основе обоих стандартов положена система сжатия изображения MPEG-2, подобные схемы пакетизации нескольких программ в единый транспортный поток TS и применение универсального стандарта передачи сервисной информации SI (Service Information), описанного в главе 6. Это обеспечило их максимальную совместимость и позволило создавать гибкие гибридные распределительные системы на основе спутниковых и кабельных распределительных систем.

Цифровые СТБ-приёмники для приёма кабельных каналов существенно не отличаются от DVB-S-ресиверов. Принципиально новыми являются устройство и работа входного NIM-модуля. Ниже приводятся: полное описание стандарта цифрового КТВ DVB-C [5] в действующей редакции (V1.2.1) от 17 апреля 1998 года, а также принципы построения демодулятора приёмной части данного стандарта.

2.2. Общая характеристика стандарта DVB-C

На рис. 2.1 изображена функциональная блок-схема передающей части ТВ-сигналов и звукового сопровождения нескольких служб стандарта DVB-C. Помимо локальных источников полезной инфор-

мации, формирующих ТВ-программы, источником сигнала TS могут являться распределительные сети, ремультимплексированные и оригинальные пакеты, передаваемые посредством систем спутникового и эфирного наземного цифрового вещания.

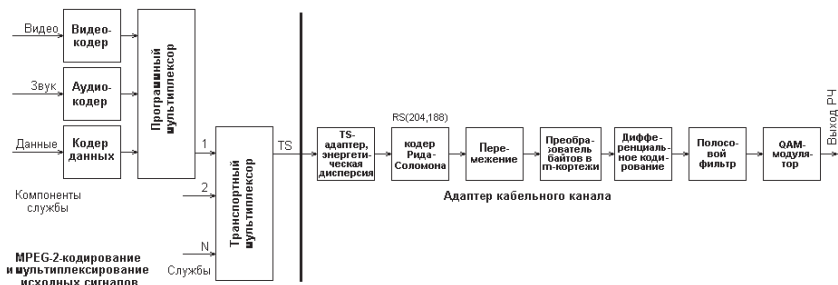


Рис. 2.1. Функциональная блок-схема модулятора стандарта DVB-C

В любом случае, система DVB-C относится к части адаптера кабельного канала и определена как преобразователь выходного сигнала с транспортного мультиплексора MPEG-2 (ISO/IEC DIS 13818-1) [2] в один из радиочастотных каналов кабельного ТВ (КТВ). Данный процесс включает в себе следующие этапы:

- адаптация транспортного потока TS и рандомизация для энергетической дисперсии;
- канальное кодирование (с помощью кодов Рида-Соломона);
- свёрточное деперемеживание;
- преобразование байтов в m-кортежи;
- дифференциальное кодирование;
- полосовая фильтрация для модуляции;
- QAM-модуляция.

Можно заметить, что, в отличие от процесса формирования сигнала стандарта DVB-S, система DVB-C использует только одну ступень канального кодирования с исправлением ошибок при помощи кодов Рида-Соломона. Имеется также отличие в способе модуляции несущей.

Если сравнивать полосу частот, занимаемую одним каналом кабельного ТВ 8 или 7 МГц (Европа), по сравнению со стандартным 36 (27) МГц каналом спутникового транспондера, то можно сделать вывод о том, что через кабельный канал можно передать гораздо меньший объём данных при использовании QPSK-модуляции. Поскольку кабельные линии связи обладают большей помехоустойчи-

востью, по сравнению со спутниковыми каналами, то была использована возможность применения более ёмкого метода манипуляции несущей канала. За основу принята многоуровневая квадратурная амплитудная модуляция М-QAM (Qadrature Amplitude Modulation). В зависимости от числа позиций модуляций M при передаче используются 16-, 32-, 64-, 128- и 256-позиционные квадратурные модуляции.

2.3. Канальное кодирование в стандарте DVB-C

Адаптация TS, его рандомизация, а также кодирование с помощью кодов Рида-Соломона и свёрточное перемежение (рис. 2.1) аналогичны принятым в стандарте DVB-S и описаны в п. 1.5.1 и 1.5.2 главы 1.

Структура пакетов передаваемых данных такая же, как и в стандарте DVB-S (рис. 1.5а–в).

2.4. Преобразование байтов в m -кортежи

В отличие от системы DVB-S, после перемежения в системе DVB-C процессы обработки потока данных происходят по другим схемам. Последовательность байтов поступает на преобразователь (маппер), отображающий их в кортежи (tuples) или символы короткой длины, соответствующие числу модулирующего кода m . Длину кортежа вычисляют по формуле

$$m = \log_2(M),$$

где M – число позиций модуляции. Суть преобразования заключается в том, что k преобразуемых байтов (длиной 8 бит) преобразуются в n кортежей длиной m . При этом цикличность преобразования описывается формулой

$$8k = n \times m.$$

Для модуляций с допустимым числом позиций значения k , n , m выбраны согласно табл. 2.1. На рис. 2.2 показана схема преобразования последовательности из k входных байтов в m кортежи для QAM со всеми допустимыми значениями чисел позиций модуляции.

Таблица 2.1. Коэффициенты преобразования байтов в кортежи

Модуляция	m	k	n	Цикличность, байт
16-QAM	4	1	2	8
32-QAM	5	5	8	40
64-QAM	6	3	4	24
128-QAM	7	7	8	56
256-QAM	8	1	1	8

Кортежи (символы) соответствующим образом модулируют две несущие одинаковой частоты и амплитуды, но имеющие фазовый сдвиг 90° (синфазная несущая I – In Phase и Q – Quadrature Phase). Диаграммы созвездий несущих модулированных сигналов M-QAM (диаграммы созвездий) показаны на рис. 2.3.

Два старших разряда кортежа однозначно определяют фазовый квадрант, в котором находится результирующий вектор промодулированных данных, содержащихся в младших $m-2$ разрядах кортежа (табл. 2.2). Поскольку цифровые системы связи в большей степени чувствительны к фазовым искажениям в линиях связи, для повышения помехоустойчивости системы два старших разряда кортежа (A_k и B_k) подвергаются дифференциальному кодированию, согласно следующим равенствам:

$$I_k = \overline{(A_k \oplus B_k) \cup (A_k \oplus I_{k-1})} + (A_k \oplus B_k) \cup (A_k \oplus Q_{k-1}),$$

$$Q_k = \overline{(A_k \oplus B_k) \cup (A_k \oplus Q_{k-1})} + (A_k \oplus B_k) \cup (A_k \oplus I_{k-1}),$$

где булевы операции означают: \oplus – логическое Иключающее ИЛИ, $+$ – логическое ИЛИ, \cup – логическое И, черта над логической операцией – инверсия. При этом обеспечивается устойчивый приём данных при скачках фазы. Остальные (младшие) байты, определяющие результирующий вектор, повторяются в каждом фазовом квадранте и поэтому не искажаются при скачках фазы, кратных 90° ($\pi/2$). Результирующие I- и Q-составляющие для M-QAM-модуляции получают в преобразователе (рис. 2.4).

Таблица 2.2. Зависимость фазового квадранта от старших разрядов кортежа

Биты кортежа NB(m-1), NB(m-2) (рис. 2.2)	Квадрант	Фазовый сдвиг
00	1	0° (0)
10	2	90° ($\pi/2$)
11	3	180° (π)
01	4	270° ($3\pi/2$)

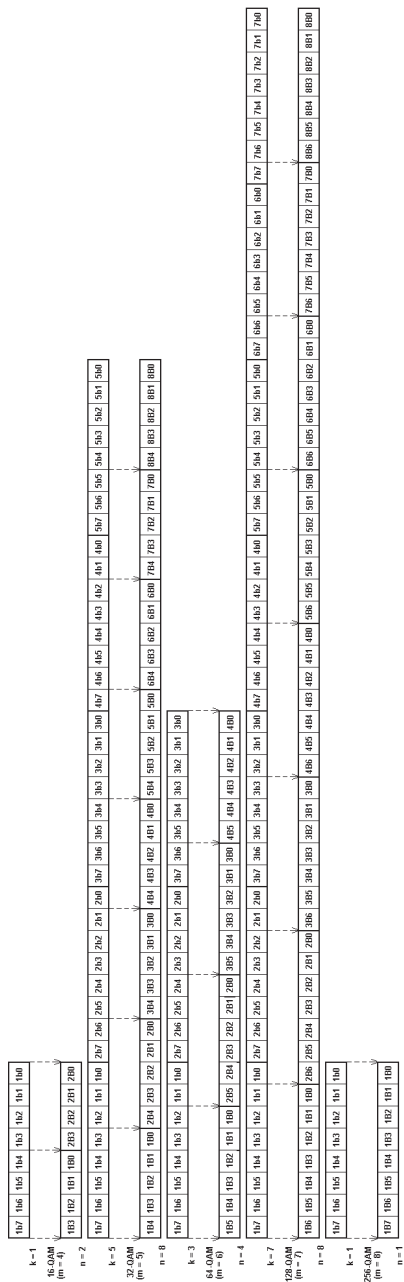


Рис. 2.2. Схема преобразования байтов в кортежи

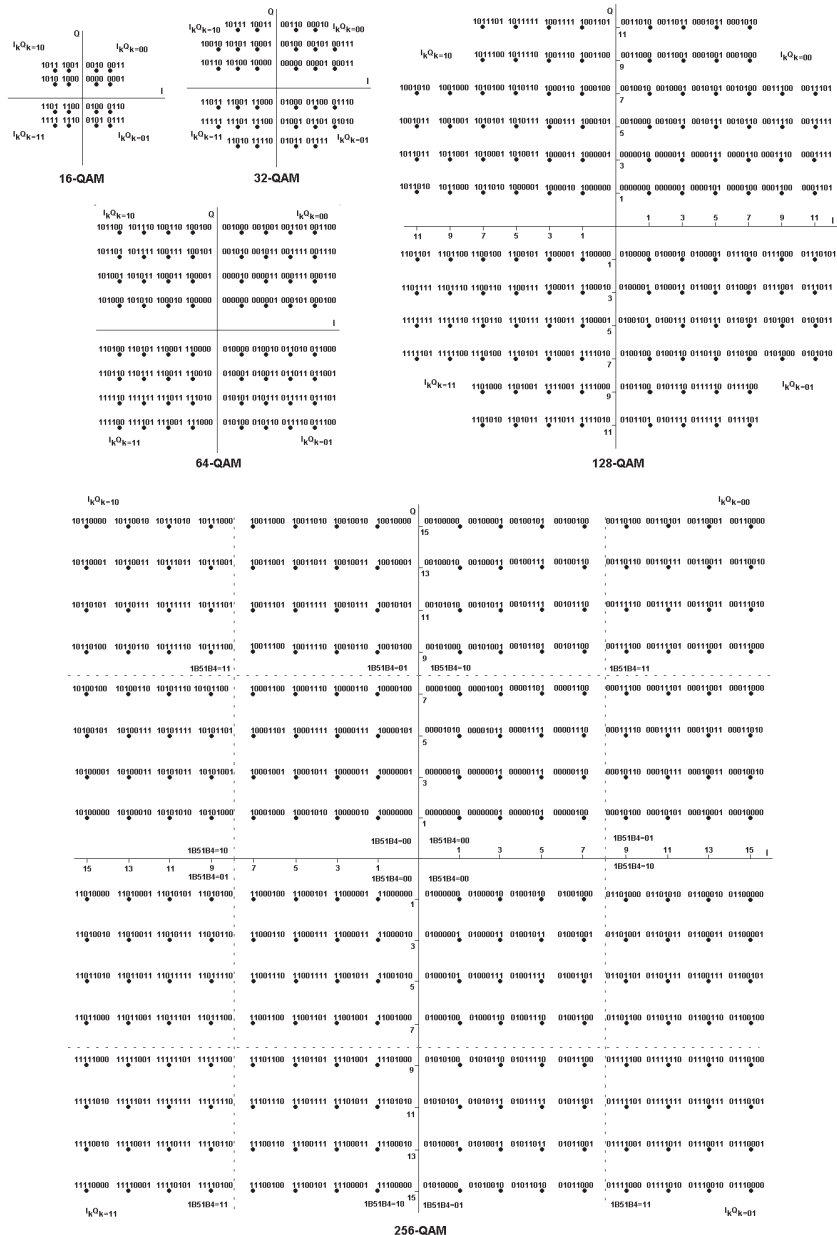


Рис. 2.3. Диаграммы созвездий несущих сигналов M-QAM

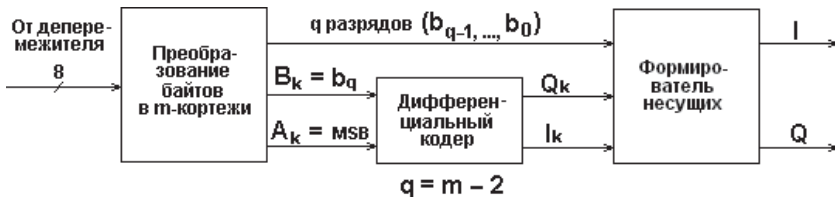


Рис. 2.4. Формирователь I- и Q-несущих

2.5. Модуляция

Перед модуляцией I- и Q-сигналы подвергаются полосовой фильтрации с помощью косинусного фильтра с квадратнокоренным подъёмом и коэффициентом скругления спектра $\alpha = 0,15$, определённого согласно формулам:

$$H(f) = 1 \text{ для } |f| < f_N(1 - \alpha),$$

$$H(f) = \sqrt{\left\{ \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \sin \frac{\pi}{2f_N} \left[\frac{f_N - |f|}{\alpha} \right] \right\}} \text{ для } f_N(1 - \alpha) \leq |f| \leq f_N(1 + \alpha),$$

$$H(f) = 0 \text{ для } |f| < f_N(1 + \alpha),$$

где $f_N = \frac{1}{2T_s} = \frac{R_s}{2}$ – частота Найквиста.

2.6. Характеристики полосового фильтра

Аппаратный фильтр Найквиста должен иметь характеристику, показанную на рис. 2.5. Характеристика учитывает не только параметры цифровой фильтрации. Также принимаются во внимание увеличение искажений от дальнейшего аналогового преобразования сигнала стандарта DVB-C (например, ЦАП, дальнейшая аналоговая фильтрация и т. д.). Величина неравномерности на частотах в полосе пропускания до $0,85f_N$, так же как и на частоте Найквиста f_N , должна быть меньше, чем 0,4 дБ. Внеполосное подавление сигнала должно быть не менее 43 дБ. Фильтр должен иметь линейную фазовую характеристику с временной неравномерностью менее $0,1T_s$ (нс) на частотах до f_N , где $T_s = 1/R_s$ является периодом символа.

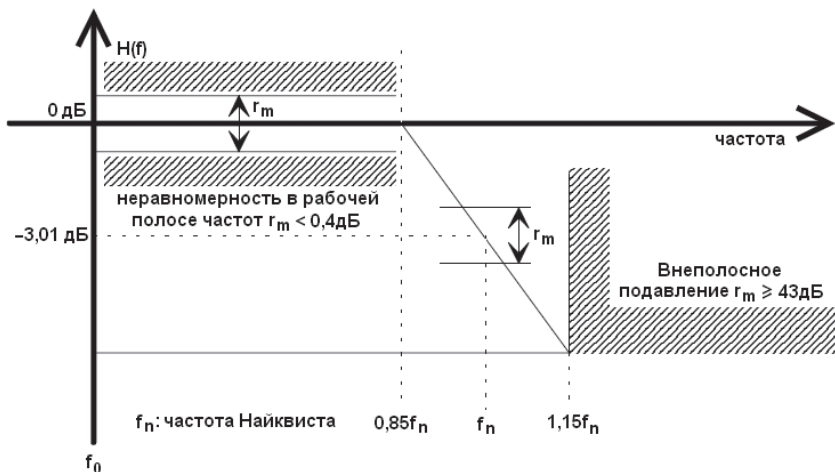


Рис. 2.5. Амплитудные характеристики фильтра Найквиста

2.7. Совместимость стандарта DVB-C с действующими аналоговыми и цифровыми ТВ-системами

Во многих городах кабельные операторы уже длительное время ведут наряду с аналоговым вещанием трансляцию цифровых программ в стандарте DVB-C. Это вполне оправдано, поскольку использование стандарта позволяет не только вести трансляцию ТВ-программ студийного качества без искажений, характерных для аналогового вещания, но и увеличить число вещаемых программ в стандартном 8 МГц канале до 4–8. Более низкий шумовой порог системы позволяет увеличить на порядок зону охвата вещания, а также расширить количество транслируемых программ в устаревших сетях с низкой пропускной способностью. Использование систем криптографии дает возможность снизить количество несанкционированных «пиратских» подключений в действующую сеть, а также предоставлять абонентам дополнительные платные пакеты.

Используя коэффициент скругления спектра $\alpha = 0,15$ для полосы формируемого канала, можно получить в стандартном 8 МГц кабельном канале пропускную скорость символов 6,96 МБод. В табл. 2.3 даны возможные информационные скорости TS для различных ско-

ростей символов и схем модуляции, а также полос частот, занимаемых при этом сигналом.

Таблица 2.3. Параметры сигнала DVB-C для различных полос пропускания канала

Информационная скорость транспортного потока TS, Мбит/с	Скорость потока после кодера Ридда-Соломона, МБит/с	Кабельная скорость символов, МБод	Полоса частот канала, МГц	Схема модуляции
38,1	41,34	6,89	7,92	64-QAM
31,9	34,61	6,92	7,96	32-QAM
25,2	27,34	6,84	7,86	16-QAM
31,672 (PDH)	34,367	6,87	7,90	32-QAM
18,9	20,52	3,42	3,93	64-QAM
16,0	17,40	3,48	4,00	32-QAM
12,8	13,92	3,48	4,00	16-QAM
9,6	10,44	1,74	2,00	64-QAM
8,0	8,70	1,74	2,00	32-QAM
6,4	6,96	1,74	2,00	16-QAM

В верхней части приведены данные, эквивалентные передаче цифрового сигнала через спутниковый канал со стандартной полосой частот 33 МГц со скоростью 38,1 Мбит/с (свёрточная скорость 3/4). Как можно видеть, возможна ретрансляция спутникового пакета в кабельном канале при использовании 64-QAM-модуляции.

Ретрансляция наземных плезиохронных цифровых иерархических сетей Plesiochronous Digital Hierarchy (PDH) Networks возможна в стандартном канале с модуляцией 32-QAM. В нижней части приведены данные для параметров передачи урезанных данных в специфических применениях.

2.8. Концепция построения демодулятора приёмной части стандарта DVB-C

Функциональная блок-схема приёмного устройства стандарта DVB-C показана на рис. 2.6. Входной РЧ-сигнал кабельной сети поступает на преобразователь. Он переносит сигнал требуемого для приёма канала на промежуточную частоту (ПЧ). Частоты канала выделяются полосовым фильтром, настроенным на среднюю частоту 36,125 МГц. Обычно используемый фильтр предназначен для работы в стандарте DVB-T эфирного цифрового ТВ, но ввиду схожих



Рис. 2.6. Функциональная блок-схема приёмника стандарта DVB-C

характеристик каналов, выделенных для вещания обеих систем, используется в кабельных приёмниках.

С выхода фильтра сигнал через компенсирующий усилитель ПЧ поступает на преобразователь QAM/TS-MPEG2. Сигнал ПЧ оцифровывается с помощью АЦП, и затем обеспечиваются его цифровое преобразование и коррекция. Последовательно производятся депере-меживание, коррекция ошибок по Риду-Соломону RS (255, 239, T = 8), компенсация энергетической дисперсии, обратная инверсия первого пакета TS и формирование сигнала TS на выходе в параллельном виде. Далее TS преобразуется в стандартные аналоговые сигналы в основной схеме приёмника.

Так же, как и в приёмниках стандарта DVB-S, ПЧ-преобразователь собирается либо совместно с QAM-демодулятором в виде отдельного NIM-модуля, либо отдельно от него в виде Half-NIM-модуля.

1	Стандарт спутникового цифрового ТВ ETSI EN 300 421 V1.1.2 (DVB-S)	17
2	Стандарт спутникового цифрового ТВ ETSI EN 300 429 V1.2.1 (DVB-C)	36

3 Стандарт эфирного наземного цифрового ТВ ETSI EN 300 744 V1.6.1 (DVB-T)

4	Стандарт наземного мобильного цифрового ТВ (DVB-H, приложение стандарта ETSI EN 300 744 V1.6.1)	98
5	Стандарт ETSI EN 301 210 V1.1.1 (DVB-DSNG)	113
6	Стандарт спецификации потоков сервисной информации ETSI EN 300 468 V1.9.1 (DVB-SI)	141
7	Стандарт передачи мегакадров для синхронизации DVB SFN–сети ETSI TS 101 191 V1.4.1	290

3.1. История создания стандарта DVB-T

Гигантским качественным скачком в сфере передачи ТВ-программ стало принятие в 1994 году стандартов цифрового спутникового и кабельного ТВ DVB-S и DVB-C. Данный факт являл собой старт внедрения новых методов трансляции ТВ-программ зрителям. Положительным моментом являлась возможность передачи цифровыми методами в стандартном радиочастотном канале, в котором ранее передавалась одна аналоговая ТВ-программа, нескольких программ студийного качества.

Так как помимо доставки ТВ-сигнала через искусственные спутники земли и посредством наземной связи по коаксиальному или оптическому кабелю наиболее распространён эфирный наземный способ, существовала настоятельная потребность перевода служб наземного вещания на цифровые методы передачи ТВ-программ. Исходя из сложившейся ситуации, консорциум DVB в марте 1997 года опубликовал стандарт для цифрового эфирного наземного ТВ-вещания DVB-T, подведя итог в создании гармоничных законченных стандартов для всех трёх способов передачи ТВ-программ.

Накопленный опыт в создании и практическом применении стандартов DVB-S и DVB-C позволил оптимизировать систему DVB-T применительно к существующим условиям передачи и приёма информации. Так же, как и в предыдущих стандартах, DVB-T использует систему сжатия изображения MPEG-2, одинаковую схему пакетизации нескольких программ в единый TS и применение универсальной системы передачи сервисной информации SI (глава 6). Всё это позволило обеспечить максимальную совместимость трёх систем. Результатом стала возможность создания гибких гибридных распределительных систем на основе спутниковых, кабельных и эфирных линий связи.

Важным вопросом при создании системы стандарта DVB-T являлось решение проблемы помехоустойчивого приёма многолучевого распространяющегося сигнала в условиях городской застройки и на подвижных объектах. Проблемы были решены путём принятия ряда комплексных решений, таких как более прогрессивные методы модуляции и два уровня перемежения (деперемежения на приёмной стороне).

Цифровые абонентские приставки для приёма эфирных ТВ-каналов существенно не отличаются от приставок стандартов DVB-S и

DVB-C. Единственным новшеством являются устройство и работа входного NIM-модуля.

3.2. Общая характеристика стандарта DVB-T

Стандарт DVB-T для цифрового эфирного ТВ-вещания был принят в марте 1997 года в рамках проекта DVB (окончательная редакция стандарта (V1.6.1 [6]) определена в январе 2009 года и рассматривается в настоящей главе).

На рис. 3.1 показана функциональная блок-схема передающей части ТВ-сигналов и звукового сопровождения нескольких служб стандарта DVB-T. Источником TS-потока, помимо локальных источников полезной информации, формирующих ТВ-программы, могут быть распределительные сети, ремультимплексированные и оригинальные пакеты, которые передаются посредством систем спутникового и кабельного цифрового вещания. Во всех указанных случаях система DVB-T относится к части адаптера эфирного канала и определена стандартом как преобразователь выходного сигнала с транспортного мультимплекса MPEG-2 [2] в один из радиочастотных каналов эфирного наземного ТВ со стандартной частотной полосой. Данный процесс можно разделить на следующие этапы:

- адаптация транспортного потока TS и рандомизация для энергетической дисперсии;
- внешнее канальное кодирование (с помощью кодов Рида-Соломона);
- внешнее перемежение (так называемое свёрточное перемежение);
- внутреннее кодирование (так называемое выкалываемое свёрточное кодирование);
- внутреннее перемежение (обычное или глубокое);
- преобразование отображения и модуляция;
- формирование мультимплексированных с ортогональным частотным разделением каналов OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) символов и их передача.

Можно видеть, что, в отличие от процесса формирования сигнала стандарта DVB-S (глава 1), система стандарта DVB-T использует дополнительную ступень внутреннего перемежения. Кроме

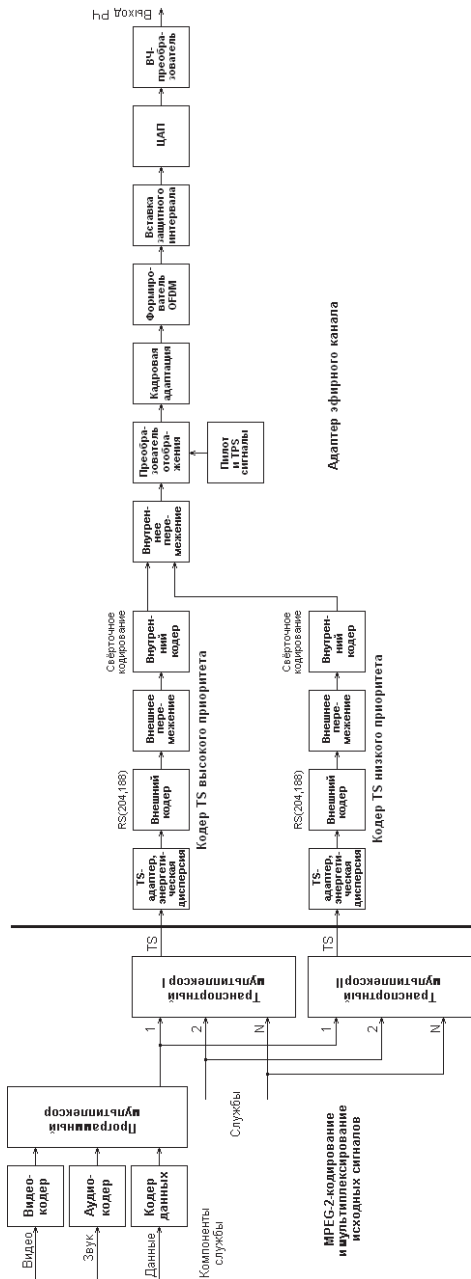


Рис. 3.1. Функциональная блок-схема DVB-T-модулятора

этого, значительно усложнена схема модуляции для достижения оптимального компромисса между топологией сети наземных ТВ-передатчиков и эффективностью частотного ресурса. Это позволит системе поддерживать различные сетевые конфигурации.

Стандарт DVB-T разрабатывался для возможности нормального функционирования систем на его основе совместно с существующими передатчиками аналогового ТВ-вещания PAL/SECAM/NTSC. При этом задействована эффективная защита от помех других каналов, возникающих вследствие интерференции смещённых CCI (Co-Channel Interference) и смежных каналов ACI (Adjacent Channel Interference), при максимальном использовании всей полосы частот VHF (Very-High Frequency) МВ и UHF (Ultra-High Frequency) ДМВ-диапазонов, предназначенных для эфирного ТВ-вещания.

Для достижения максимальной эффективности использования спектра, выделенного для ТВ-вещания, также стал применяться метод построения одночастотных сетей ТВ-вещания SFN (Single Frequency Network), который будет описан в главе 7.

Формирование OFDM-сигнала производится в полосе частот 8, 7 и 6 МГц абсолютно одинаковыми методами. Исключение составляет элементарный период T , уникальный для каждой полосы пропускания. Причём

$$T = 1/F_t,$$

где F_t – системная тактовая частота. Следовательно, изменяя значение системной тактовой частоты, можно изменять полосу пропускания и скорость выходного потока соответственно. Параметры для передающих систем с полосой частот каналов 5 МГц будут приведены в п. 3.15 настоящей главы.

Суть OFDM-модуляции заключается в том, что исходный поток цифровых данных разбивается на большое количество субпотоков: 1705 (режим 2k) и 6817 (режим 8k). Режим 4k, используемый совместно с режимами 2k и 8k в дочернем стандарте DVB-H для носимых цифровых ТВ-приёмников, определён в окончательной редакции стандарта [6] и будет описан в главе 4.

Каждый субпоток модулирует (первичная модуляция) свою индивидуальную несущую. Доступны три вида первичной модуляции: QPSK, 16-QAM, 64-QAM. Группа несущих частот, переносящая биты параллельных цифровых потоков, передаётся последовательно совместно со служебной информацией, необходимой для восста-

новления данных на приёмной стороне, и называется «символом OFDM».

Режим 2k предпочтителен для применения в небольших одночастотных сетях SFN с небольшим расстоянием между передатчиками. Режим 8k хорошо применяется также и в крупных сетях MFN (Multi-Frequency Network), вещающих на смежных частотах.

Применение стандартом различных уровней QAM-модуляции, наряду с различной величиной значений скоростей кода внутреннего канального кодирования, позволяет выбрать такую скорость передаваемого потока, при которой будет обеспечена максимальная помехоустойчивость приёма информации. Стандарт также предусматривает возможность иерархической передачи двух независимых потоков TS. При этом один будет высокоприоритетным HP (High Priority), а второй – низкоприоритетным LP (Low Priority). (При неиерархической передаче оба потока имеют равный приоритет.) Это позволяет обеспечить, к примеру, одновременную трансляцию HD- и SD-сигналов одной и той же программы. При этом декодер конфигурируется таким образом, что при ухудшении условий приёма ТВЧ-приёмник, при невозможности приёма HD-программы, переключится на SD-поток, который более помехоустойчив в одинаковых условиях приёма. При этом на приёмной стороне не требуется одновременное декодирование двух потоков. Достаточно принимать и декодировать поток с более высоким приоритетом и при ухудшении качества сигнала переходить на декодирование низкоприоритетного сигнала. Единственным недостатком данной схемы является кратковременное прерывание трансляции (замирание (фризинг) видеосигнала на 0.5 с и потеря звука на 0.2 с). Это связано с адаптацией к условиям приёма низкоуровневого потока (реконфигурирование декодера).

3.3. Входные/выходные интерфейсы модуляторов/демодуляторов стандарта DVB-T

Система DVB-T использует интерфейсы связи, приведённые в табл. 3.1, для связи модуляторов и демодуляторов с источниками и потребителями сигналов в составе передатчика и приёмника цифрового сигнала.

Таблица 3.1. Интерфейсы стандарта DVB-T

Устройство	Интерфейс	Тип интерфейса	Связь
Передающая станция (DVB-T-модулятор)	Вход	Мультиплексированный MPEG-2 TS-поток [2]	От MPEG-2-мульти- плексора
	Выход	РЧ-сигнал	К антенне
Приёмник (DVB-T-демодулятор)	Вход	РЧ-сигнал	От антенны
	Выход	Мультиплексированный MPEG-2 TS-поток [2]	К MPEG-2-демульти- плексору

3.4. Канальное кодирование и модуляция в стандарте DVB-T

Канальное кодирование системы DVB-T представляет собой совокупность функций адаптации TS-потока, рандомизации для энергетической дисперсии, внешнего канального кодирования, внешнего перемежения, внутреннего выкальвываемого кодирования, внутреннего перемежения. Модуляция включает последовательность функций преобразования потока данных в ортогональные несущие и первичную модуляцию, формирование мультиплексированных символов с OFDM и их передачу.

3.4.1. Адаптация транспортного потока (TS), рандомизация для энергетической дисперсии. Внешнее канальное кодирование (с помощью кодов Рида-Соломона) и внешнее свёрточное перемежение. Кадрирование

Ввиду того что адаптер эфирного DVB-T-канала формирует сигнал, содержащий пакеты двух TS (при иерархической передаче), они подготавливаются при помощи двух транспортных мультиплексоров из исходных сигналов вещательных служб (рис. 3.1). Оба пакета подвергаются адаптации, рандомизации для обеспечения энергетической дисперсии. Затем потоки подвергаются кодированию Рида-Соломона RS (204, 188, $T = 8$) в двух независимых кодерах, далее внешнему перемежению и внутреннему кодированию.

Адаптация TS, его рандомизация, а также кодирование с помощью кодов Рида-Соломона и внешнее свёрточное перемежение аналогичны принятым в стандарте DVB-S и описаны в п. 1.5.1 и 1.5.2 главы 1.

Структура пакетов передаваемых данных такая же, как и в стандарте DVB-S (рис. 1.5).

3.4.2. Внутреннее канальное свёрточное кодирование и перемежение

Внутреннее канальное кодирование основано на выколоте свёрточном кодировании и аналогично используемому свёрточному кодированию в стандарте DVB-S, описанному в п. 1.5.3 главы 1. Показатель скорости свёрточного кода может принимать, помимо основного значения $1/2$, значения $2/3$, $3/4$, $5/6$ и $7/8$ в каждом канале. Это позволяет получить оптимальный уровень коррекции ошибок применительно к конкретным параметрам выходного транслируемого цифрового сигнала, техническим параметрам эфирного передатчика и передающей антенны.

Описываемый процесс внутреннего перемежения используется для режимов 2k и 8k. Дополнения для режима 2k и 4k, используемые в стандарте DVB-H, будут описаны в главе 4. На рис. 3.2 изображена функциональная схема узлов внутреннего кодирования и перемежения. Потоки данных низкого и высокого приоритета объединяются во внутреннем перемежителе, который состоит из двух блоков: перемежителя битов и перемежителя символов, – которые в равной мере используются для режимов 2k и 8k.

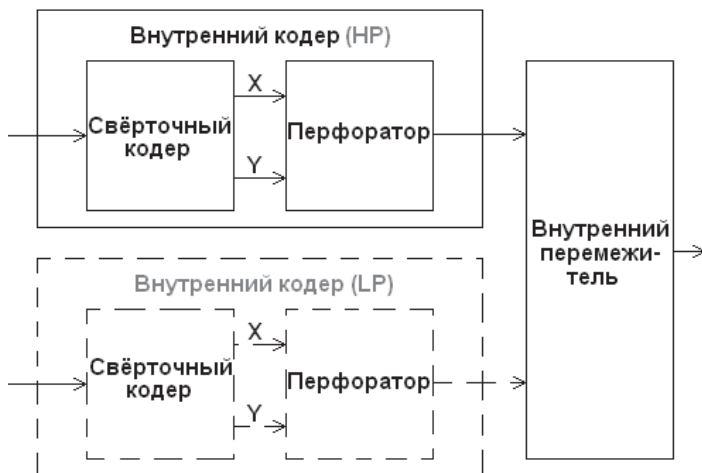


Рис. 3.2. Внутренний кодер и внутренний перемежитель

3.4.2.1. Перемежение битов

Входной сигнал, состоящий из одного потока (неиерархическая передача) и двух потоков (иерархическая), делится на v субпотоков. Для первичных модуляций QPSK $v = 2$, 16-QAM $v = 4$ и 64-QAM $v = 6$ (неиерархическая передача) схема внутреннего перемежителя показана на рис. 3.3. При иерархической передаче QPSK-модуляция не используется. При 16-QAM-модуляции потоки обоих приоритетов делятся на два субпотока каждый, при 64-QAM-модуляции низкоприоритетный поток делится на два, а приоритетный – на четыре субпотока (рис. 3.4). Деление на субпотоки идентично для равномерной и неравномерной QAM.

Демультимплексирование определяется как перегруппировка (преобразование отображения) потока входных битов x_{di} в поток выходных битов $b_{e,do}$.

В неиерархическом способе:

$$x_{di} = b_{[di \pmod{v} \div (v/2) + 2 \cdot [di \pmod{(v/2)}], di \div (v/2)]}.$$

В иерархическом способе:

$$x'_{di} = b_{di \pmod{2}, di \div 2},$$

$$x''_{di} = b_{[di \pmod{(v-2)} \div ((v-2)/2) + 2 \cdot [di \pmod{(v-2)/2}] + 2, di \div (v-2)]},$$

где x_{di} – НР-вход демультимплексора (для неиерархической передачи); x'_{di} – НР-вход демультимплексора (для иерархической передачи); x''_{di} – ЛР-вход демультимплексора (для иерархической передачи); di – число входных битов; $b_{e,do}$ – выходной поток мультиплексора; e – номер демультимплексированного бита ($0 \leq e < v$); do – номер бита данного потока на выходе демультимплексора; \pmod – оператор модуля целого числа; \div – оператор деления целого числа.

Результат перегруппировки выглядит следующим образом:

- QPSK:
 - $x_0 \rightarrow b_{0,0}$
 - $x_1 \rightarrow b_{1,0}$
- 16-QAM (неиерархическая передача):
 - $x_0 \rightarrow b_{0,0}$
 - $x_1 \rightarrow b_{2,0}$
 - $x_2 \rightarrow b_{1,0}$
 - $x_3 \rightarrow b_{3,0}$
- 16-QAM (иерархическая передача):
 - $x'_0 \rightarrow b_{0,0}$

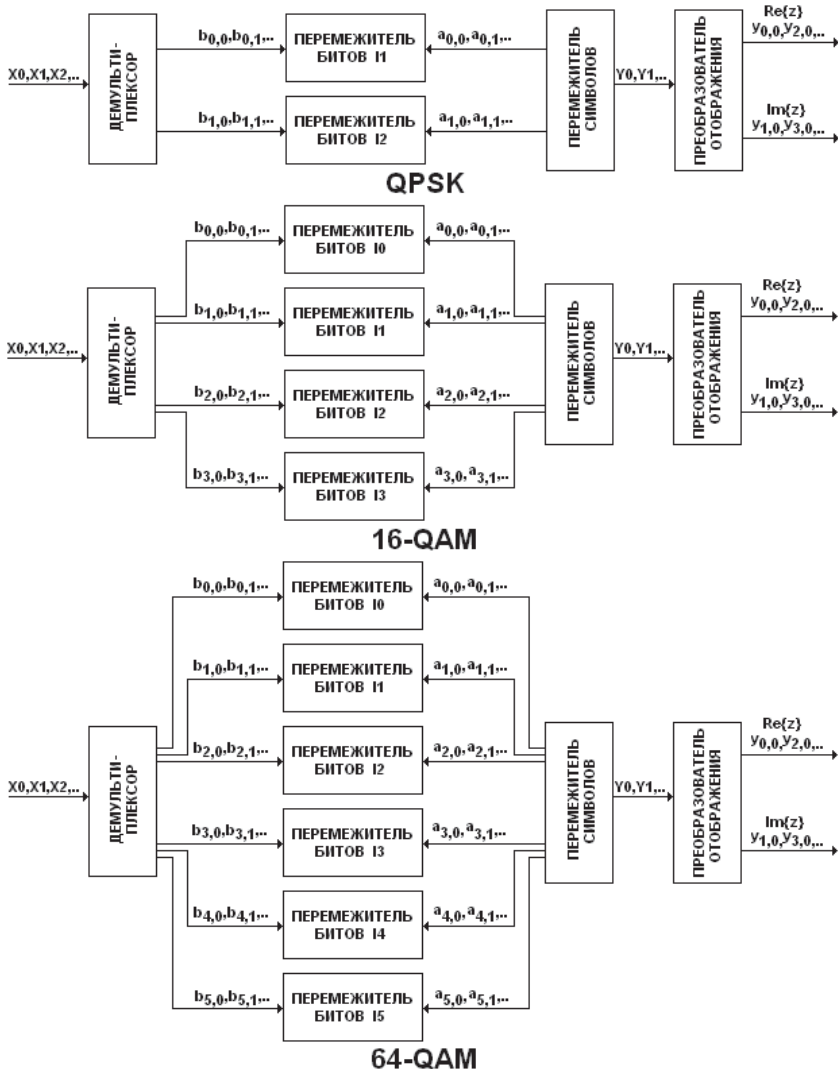


Рис. 3.3. Внутренний перемежитель для неиерархической передачи

$x'1 \rightarrow b_{1,0}$

$x''0 \rightarrow b_{2,0}$

$x''1 \rightarrow b_{3,0}$

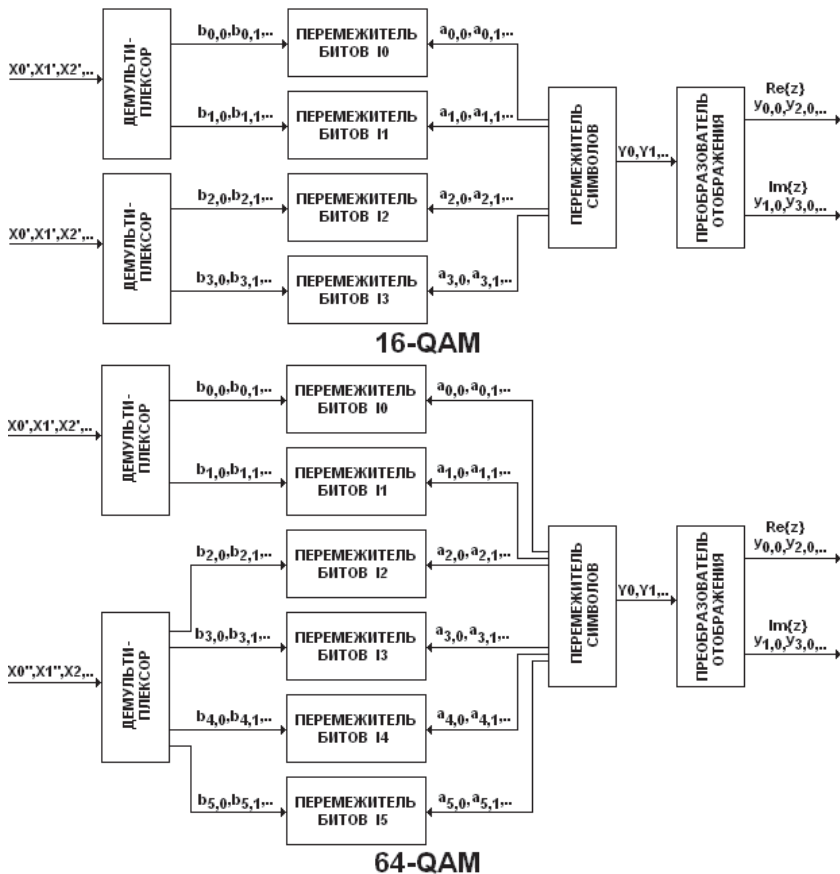


Рис. 3.4. Внутренний перемежитель для иерархической передачи

- 64-QAM (неиерархическая передача):

$x_0 \rightarrow b_{0,0}$

$x_1 \rightarrow b_{2,0}$

$x_2 \rightarrow b_{4,0}$

$x_3 \rightarrow b_{1,0}$

$x_4 \rightarrow b_{3,0}$

$x_5 \rightarrow b_{5,0}$

- 64-QAM (иерархическая передача):

$x'_0 \rightarrow b_{0,0}$

$x'_1 \rightarrow b_{1,0}$

$x''_0 \rightarrow b_{2,0}$

$x^1 \rightarrow b_{4,0}$

$x^2 \rightarrow b_{3,0}$

$x^3 \rightarrow b_{5,0}$

Каждый из субпотоков обрабатывается в индивидуальном перемежителе, количество которых зависит от величины v и обозначается $I_0 \dots I_6$. Таким образом, при первичной модуляции QPSK используются перемежители $I_0 \dots I_1$, 16-QAM – $I_0 \dots I_3$ и 64-QAM – $I_0 \dots I_6$. Перемежение применяется только к данным, несущим информацию. Величина блока каждого перемежителя одинакова и равняется 126 битам. Перемежение блоков повторяется 12 раз за период одного OFDM-символа в режиме 2k и 48 раз в режиме 8k.

Для каждого бита перемежителя входной битовый вектор определен следующим образом:

$$B(e) = (b_{e,0}, b_{e,1}, b_{e,2}, \dots, b_{e,125}),$$

где e лежит в диапазоне от 0 до $v - 1$.

Выходной вектор перемежителя $A(e) = (a_{e,0}, a_{e,1}, a_{e,2}, \dots, a_{e,125})$ определен как

$$a_e, w = b_e, H_e(w) \quad w = 0, 1, 2, \dots, 125,$$

где $H_e(w)$ является функцией перестановки (пермутации), которая различна для каждого перемежителя. $H_e(w)$ определен следующим образом для каждого перемежителя:

$$I_0: H_0(w) = w$$

$$I_1: H_1(w) = (w + 63) \bmod 126$$

$$I_2: H_2(w) = (w + 105) \bmod 126$$

$$I_3: H_3(w) = (w + 42) \bmod 126$$

$$I_4: H_4(w) = (w + 21) \bmod 126$$

$$I_5: H_5(w) = (w + 84) \bmod 126$$

v бит с выхода перемежителя сгруппированы, чтобы сформировать цифровые символы данных, так что каждый v -битный символ будет состоять из одного бита от каждого из v перемежителей. Следовательно, на выходе перемежителя битов получают v -битное слово u . Данные с выхода перемежителя I_0 являются старшим значащим битом, то есть

$$u^w = (a_{0,w}, a_{1,w}, \dots, a_{v-1,w}).$$

3.4.2.2. Перемежение символов

Перемежитель символов предназначен для перегруппировки данных длиной v бит в 1512 (режим 2k) и 6048 (режим 8k) несущих на

один OFDM-символ. Таким образом, в первом режиме 12 групп из 126 слов данных преобразуются в вектор $Y' = (y' 0, y' 1, y' 2...y' 1 511)$, а во втором – 48 групп из 126 слов – в вектор $Y' = (y' 0, y' 1, y' 2...y' 6 047)$. Перемежённый вектор $Y = (y_0, y_1...y_{N_{\max}-1})$ определяется как

$$\begin{aligned} y_H(q) &= y'_q \text{ для чётных символов при } q = 0, ..., N_{\max}-1, \\ y_q &= y'_H(q) \text{ для нечётных символов при } q = 0, ..., N_{\max}-1, \end{aligned}$$

где $N_{\max} = 1512$ для режима 2k и $N_{\max} = 6048$ для режима 8k.

Индекс символа отмечает положение текущего символа OFDM в OFDM-кадре и определен в п. 3.5.

$H(q)$ – функция перестановки, определенная следующим образом:

- $(N_r - 1)$ определено двоичным словом R'_i , с $N_r = \log_2 M_{\max}$, где $M_{\max} = 2048$ для режима 2k и $M_{\max} = 8192$ для режима 8k, где R'_i принимает следующие значения:

$$i = 0, 1: R'_i [N_r-2, N_r-3, ..., 1, 0] = 0, 0, ..., 0, 0$$

$$i = 2: R'_i [N_r-2, N_r-3, ..., 1, 0] = 0, 0, ..., 0, 1$$

$$2 < i < M_{\max}: \{R'_i = [N_r-3, N_r-4, ..., 1, 0] = R'_{i-1} [N_r-2, N_r-3, ..., 2, 1];$$

- в режиме 2k: $R'_i [9] = R'_{i-1} [0] \oplus R'_{i-1} [3];$
- в режиме 8k: $R'_i [11] = R'_{i-1} [0] \oplus R'_{i-1} [1] \oplus R'_{i-1} [4] \oplus R'_{i-1} [6].$

Вектор R_i получают из вектора R'_i пермутацией битов, согласно данным табл. 3.2.

Таблица 3.2. Перестановка битов для режимов 2k и 8k

Перестановка битов для режима 2k												
Позиция бита вектора R'i			9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
Позиция бита вектора Ri			0	7	5	1	8	2	6	9	3	4
Перестановка битов для режима 8k												
Позиция бита вектора R'i	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
Позиция бита вектора Ri	5	11	3	0	10	8	6	9	2	4	1	7

Функция перестановки $H(q)$ определена следующим алгоритмом:

$$q = 0;$$

$$\text{for } (i = 0; i < M_{\max}; i = i + 1)$$

$$\left\{ \begin{aligned} H(q) &= (i \bmod 2) * 2^{N_r-1} + \sum_{j=0}^{N_r-2} R_i(j) * 2^j \\ \end{aligned} \right.$$

$$\text{if } (H(q) < N_{\max}) q = q + 1;$$

Схематическая блок-схема устройства, используемого для производства алгоритма получения функции перестановки для режимов 2k и 8k, представлена на рис. 3.5.

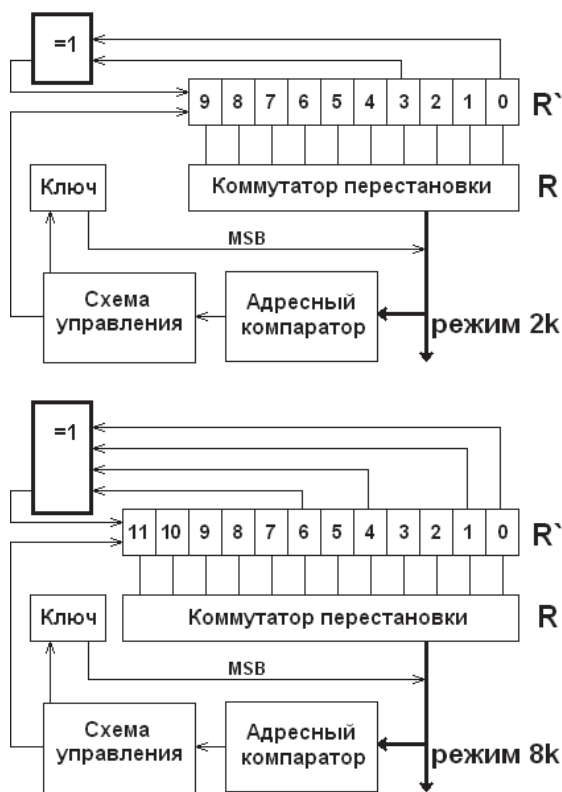


Рис. 3.5. Схема генерации адреса перемежителя символов

Подобно это применяемо к y' , где y состоит из v битов:

$$yq' = (y_0, q', y_1, q', \dots, y_{v-1}, q'),$$

где q' является номером символа в выходном потоке данных перемежителя, которые используются для отражения преобразователем отображения в точки созвездий несущих модулированного сигнала. Величины y используются, чтобы нанести на диаграмму данные созвездия несущих сигнала, как описано в п. 3.4.3.

3.4.3. Диаграммы созвездий несущих, преобразование отображения и первичная модуляция

В системе DVB-T используется OFDM-передача цифрового сигнала, и все несущие в пределах одного OFDM-кадра модулируются одним видом первичной модуляции: QPSK (применяемая в системе DVB-S) и 16-QAM, 64-QAM (применяемые в системе DVB-C).

Существующие пропорции диаграмм созвездий несущих, описывающих первичную модуляцию, зависят от величины α . Она является показателем величины ортогонального расстояния между двумя точками диаграммы. Численно α может принимать значения 1 (равномерная модуляция), 2 и 4 (неравномерная модуляция). При неиерархической передаче используются равномерные модуляции всех трёх типов. При иерархической передаче используют только модуляции 16-QAM, 64-QAM как с равномерной, так и с неравномерной модуляцией. На рис. 3.6, 3.7 показаны диаграммы созвездий

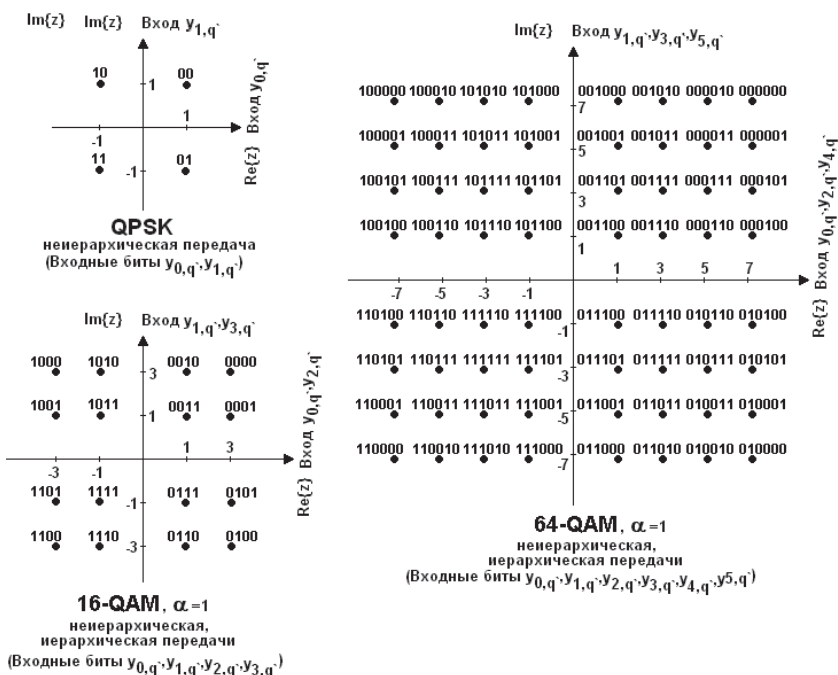


Рис. 3.6. Диаграммы созвездий несущих для равномерной модуляции

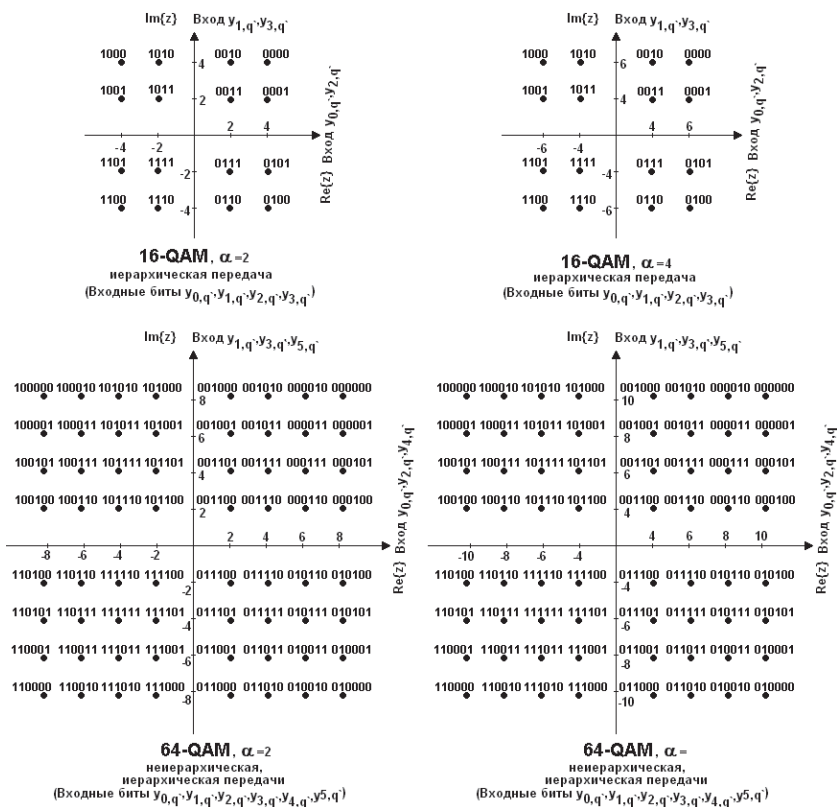


Рис. 3.7. Диаграммы созвездий несущих для неравномерной модуляции

несущих для иерархической и неиерархической передач с отображением двух старших разрядов входного потока в коде Грея. Старшие разряды однозначно определяют фазовый квадрант, в котором располагается результирующий вектор промодулированной несущей.

Точные пропорции созвездий несущих зависят от параметра α , который принимает значения 1 (рис. 3.6), 2 или 4 (рис. 3.7). Величины n и m отсчетов точек $z \in \{n + jm\}m\}$ для различных созвездий несущих:

- **QPSK**

$$n \in \{-1, 1\}, m \in \{-1, 1\}n$$

- **16-QAM** (иерархическая и иерархическая передача с $\alpha \leq 1$)

$$n \in \{-3, -1, 1, 3\}, m \in \{-3, -1, 1, 3\}$$

- **16-QAM (с $\alpha \leq 2$)**

$$n \in \{-4, -2, 2, 4\}, m \in \{-4, -2, 2, 4\}$$

- **16-QAM (с $\alpha \leq 4$)**

$$n \in \{-6, -4, 4, 6\}, m \in \{-6, -4, 4, 6\}$$

- **64-QAM (неиерархическая и иерархическая передача с $\alpha \leq 1$)**

$$n \in \{-7, -5, -3, -1, 1, 3, 5, 7\}, m \in \{-7, -5, -3, -1, 1, 3, 5, 7\}$$

- **64-QAM (с $\alpha \leq 2$)**

$$n \in \{-8, -6, -4, -2, 2, 4, 6, 8\}, m \in \{-9, -6, -4, -2, 2, 4, 6, 8\}$$

- **64-QAM (с $\alpha \leq 4$)**

$$n \in \{-10, -8, -6, 4, 4, 6, 8, 10\}, m \in \{-10, -8, -6, -4, 4, 6, 8, 10\}$$

Следующий за перемежителем символов преобразователь отображения (маппер) отражает входные битовые комбинации в точки диаграммы созвездия несущих. При отображении используется преобразование исходного кода в код Грея. При неиерархической передаче поток данных с внутреннего перемежителя, состоящий из v битов, отражается в комплексное число z , согласно рис. 3.6. В случае иерархической передачи потоки данных с перемежителя могут отражаться как на рис. 3.6 и 3.7.

Для иерархической модуляции 16-QAM используются биты $y_{0,q'}$ и $y_{1,q'}$, являющиеся выходными данными перемежителя потока высокого уровня, а биты $y_{2,q'}$ и $y_{3,q'}$ – перемежителя потока низкого уровня.

Например, верхний левый пункт диаграммы созвездия несущих соответствует величине 1000, выражаемой как $y_{0,q'} = 1$; $y_{1,q'} = y_{2,q'} = y_{3,q'} = 0$. Если этот вид модуляции будет определён декодером как QPSK-модулированный сигнал, будут распознаны приоритетные биты $y_{0,q'}$ и $y_{1,q'}$. Для декодирования низкоприоритетных битов нужно проанализировать полное созвездие несущих и извлечь соответствующие биты $y_{2,q'}$ и $y_{3,q'}$.

Для иерархической модуляции 64-QAM используются биты $y_{0,q'}$ и $y_{1,q'}$, являющиеся выходными данными перемежителя потока высокого уровня, а биты $y_{2,q'}$; $y_{3,q'}$; $y_{4,q'}$ и $y_{5,q'}$ – перемежителя потока низкого уровня. Если этот вид модуляции будет определён декоде-

ром как QPSK-модулированный сигнал, будут распознаны приоритетные биты $y_{0,q'}$ и $y_{1,q'}$. Для декодирования низкоприоритетных битов нужно проанализировать полное созвездие несущих и извлечь соответствующие биты $y_{2,q'}$; $y_{3,q'}$; $y_{4,q'}$ и $y_{5,q'}$.

3.5. Структура OFDM-кадра стандарта DVB-T

В данной части главы описана структура OFDM-кадра для режимов 2k и 8k. Технические требования для режима 4k будут описаны в главе 4.

На заключительном этапе формирования сигнала DVB-T узкополосные поднесущие формируют OFDM-кадр. Каждый кадр имеет длительность T_f , равную 68 символам OFDM. Четыре кадра составляют суперкадр. Каждый символ OFDM состоит из $K = 1705$ несущих в режиме 2k и $K = 6817$ несущих в режиме 8k и имеет длительность T_s . Каждый символ делится на полезную часть длительностью T_u и защитный интервал длительностью Δ . Величины используемых защитных интервалов для канала полосой 8 МГц показаны в табл. 3.3. Величины для каналов полосой 6 и 7 МГц даны в п. 3.14, а величины для 5 МГц каналов – в п. 3.15. Защитный интервал является продолжением полезной части и циклически повторяется.

На рис. 3.8 показано расположение сигналов несущих каждого символа OFDM-сигнала. Символы в OFDM-кадре нумеруются от 0 до 67. Все символы содержат полезную часть и служебную информацию, необходимую для работы OFDM-демодулятора в DVB-T-приёмнике.

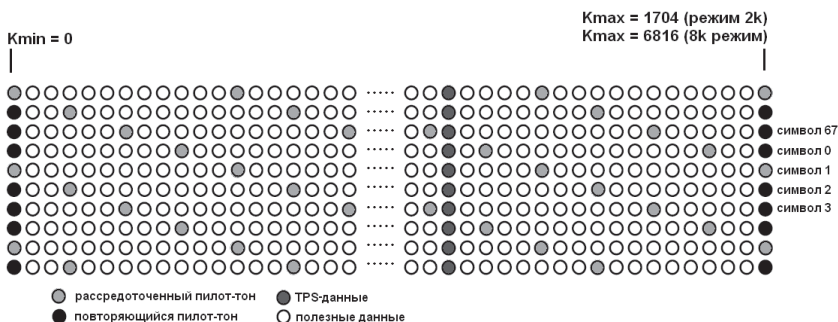


Рис. 3.8. Расположение несущих в символе OFDM-сигнала

Таблица 3.3. Параметры OFDM-кадра для 8 МГц канала

Параметр		Режим							
		8k				2k			
Полоса канала		8 МГц							
Число несущих K		6817				1705			
Число несущих Kmin		0				0			
Число несущих Kmax		6816				1704			
Частотный разнос несущих 1/Tu, Гц		1116				4464			
Длительность полезной части Tu	элементарных периодов To	8192				2048			
	мкс	896				224			
Ширина спектра группового сигнала Kmin и Kmax, (K – 1)/Tu, МГц		7,61							
Относительная длительность защитного интервала Δ/Tu		1/4	1/8	1/16	1//32	1/4	1/8	1/16	1/32
Длительность защитного интервала Δ	элементарных периодов To	2048	1024	512	256	512	256	128	64
	мкс	224	112	56	28	56	28	14	7
Длительность символа Ts = Δ + Tu	в числе периодов To	10240	9216	8704	8448	2560	2304	2176	2112
	мкс	1120	1008	952	924	280	252	238	231
Максимальное удаление ТВ-передатчика в сети SFN, км		67,2	33,6	16,8	8,4	16,8	8,4	4,2	2,1

Так как сигнал OFDM содержит множество независимых модулированных несущих, каждый символ может быть поделён на ячейки, соответствующие отдельной несущей в пределах символа. Передаваемая в пределах OFDM-кадра информация состоит из:

- рассредоточенных пилот-сигналов;
- несущих с непрерывно повторяющимися пилот-сигналами;
- несущих с параметрами передачи TPS (Transmission Parameter Signaling).

Пилот-сигналы используются для кадровой синхронизации, частотной синхронизации, временной синхронизации, оценки параметров качества канала, идентификации режима передачи, а также для контроля и компенсации фазового шума. Несущие в пределах Kmin ... Kmax могут принимать значения Kmin = 0, Kmax = 1704 для режима 2k и Kmin = 0, Kmax = 6816 для режима 8k. Частотный разнос смежных несущих – $1/T_u$, а ширина спектра группового сигнала – $(K - 1)/T_u$. Параметры OFDM-сигнала канала полосой 8 МГц показаны в табл. 3.3. Величины для каналов полосой 6 и

7 МГц даны в п. 3.14, а величины для 5 МГц каналов – в п. 3.15. (Временные параметры даны в произведении элементарных периодов T_0 и микросекундах. Элементарный период T_0 для канала полосой 8 МГц равен 7/64 мкс, 7 МГц – 1/8 мкс, 6 МГц – 7/48 мкс и 5 МГц – 7/40 мкс.)

Результирующий сигнал описан следующим выражением:

$$s(t) = \operatorname{Re}\{e^{j2\pi f_c t} \sum_{m=0}^{\infty} \sum_{l=0}^{67} \sum_{k=K_{\min}}^{K_{\max}} c_{m,l,k} \times \psi_{m,l,k}(t)\},$$

где $\psi_{m,l,k}(t) = \begin{cases} e^{j2\pi \frac{k'}{Ts} (t - \Delta - l \times Ts - 68 \times m \times Ts)} & (l + 68 \times m) \times Ts < t < (l + 68 \times m + 1) \times Ts, \\ 0 & \text{иначе} \end{cases}$

где k – номер несущей; l – номер OFDM-символа; m – номер передаваемого кадра; K – число переданных несущих; T_s – длительность символа; T_u – длительность полезной части; Δ – длительность защитного интервала; F_c – центральная частота РЧ-сигнала; K' – индекс несущей относительно центральной частоты, $k' = k - (K_{\max} + K_{\min})/2$; $cm,0,k$ – комплексный символ для несущей k 1-го символа данных в структуре номер m ; $cm,1,k$ – комплексный символ для несущей k 2-го символа данных в структуре номер m ; $cm,67,k$ – комплексный символ для несущей k 68-го символа данных в структуре номер m .

Величины cm,l,k являются нормализованными величинами модуляции точки z созвездий несущих (рис. 3.6, 3.7), согласно порядку модулирования, используемого для данных. Коэффициенты нормализации приводятся к $E [сх*] = 1$ и показаны в табл. 3.4.

Таблица 3.4. Коэффициенты нормализации

Схема модуляции	Ортогональная пропорция	Коэффициент нормализации
QPSK		$c = z / \sqrt{2}$
16-QAM	$\alpha = 1$	$c = z / \sqrt{10}$
	$\alpha = 2$	$c = z / \sqrt{20}$
	$\alpha = 4$	$c = z / \sqrt{52}$
64-QAM	$\alpha = 1$	$c = z / \sqrt{42}$
	$\alpha = 2$	$c = z / \sqrt{60}$
	$\alpha = 4$	$c = z / \sqrt{108}$

3.5.1. Определение опорных сигналов

Часть ячеек в пределах OFDM-кадра промодулирована опорными сигналами, которые необходимы для работы OFDM-демодулятора

приёмника. Эти несущие передаются с повышенной в $16/9$ раз мощностью по отношению к мощности несущих с полезной информацией. Данные ячейки несут пилот-сигналы двух типов: рассредоточенные и непрерывно повторяющиеся. Рассредоточенный пилот-сигнал совпадает с непрерывно повторяющимся пилот-сигналом в каждой четвёртой ячейке. Число несущих полезной информации постоянно от символа к символу и равно 1512 для режима 2k и 6048 для режима 8k.

Рассредоточенные и повторяющиеся пилот-сигналы подвергаются модуляции псевдослучайной двоичной последовательностью ПСП w_k , соответствующей индексу несущей k . Последовательность PRBS генерируется при помощи порождающего многочлена

$$w_k = x^{11} + x^2 + 1$$

генератором, схема которого изображена на рис. 3.9. Последовательность осуществляет управление начальной фазой данных TPS и инициализируется так, чтобы её первый бит совпал с первой активной несущей. Новая величина PRBS генерируется в каждой несущей независимо от того, является она пилот-сигналом или нет.



Рис. 3.9. Генератор ПСП для модуляции пилот-сигналов

3.5.2. Расположение рассредоточенных пилот-сигналов

Опорная информация берётся из последовательности опорных сигналов, передаваемых в ячейках с сосредоточенными пилот-сигналами каждого символа OFDM (рис. 3.8). Сосредоточенные пилот-сигналы всегда передаются с повышенной мощностью. Таким образом, при их передаче вектор результирующего сигнала:

$$\begin{aligned} \text{Re} \{c_m, l, k\} &= 4 / 3 \times 2 (1/2 - w_k) \\ \text{Im} \{c_m, l, k\} &= 0 \end{aligned}$$

где m – индекс кадра; k – индекс частоты несущих; l – временной индекс символов.

Для символа индекса l (в пределах от 0 до 67) несущие, для которых индекс k принадлежит подмножеству

$$\{k = K_{\min} + 3 \times (l \bmod 4) + 12p \mid p \text{ целое число, } p \geq 0, k \in [K_{\min}; K_{\max}]\},$$

являются рассеянными пилот-сигналами, где p – целое число, которое может принимать любые значения, большие или равные нулю, при условии что результирующая величина для k не выходит за допустимый диапазон $[K_{\min}; K_{\max}]$.

3.5.3. Расположение непрерывно повторяющихся пилот-сигналов

В дополнение к рассредоточенным пилот-сигналам в символ OFDM добавляются непрерывно повторяющиеся пилот-сигналы (45 в режиме 2k и 177 в режиме 8k) в позиции, указанные в табл. 3.5. Пилот-сигналы называют непрерывными, поскольку они присутствуют исключительно во всех символах OFDM.

Таблица 3.5. Индексы несущих для непрерывно повторяющихся пилот-сигналов

Позиции несущих непрерывно повторяющихся пилот-сигналов													
Режим 2k							Режим 8k						
0	48	54	87	141	156	192	0	48	54	87	141	156	192
201	255	279	282	333	432	450	201	255	279	282	333	432	450
483	525	531	618	636	714	759	483	525	531	618	636	714	759
765	780	804	873	888	918	939	765	780	804	873	888	918	939
942	969	984	1050	1101	1107	1110	942	969	984	1050	1101	1107	1110
1137	1140	1146	1206	1269	1323	1377	1137	1140	1146	1206	1269	1323	1377
1491	1683	1704					1491	1683	1704	1752	1758	1791	1845
							1860	1896	1905	1959	1983	1986	2037
							2136	2154	2187	2229	2235	2322	2340
							2418	2463	2469	2484	2508	2577	2592
							2622	2634	2646	2673	2688	2754	2805
							2811	2814	2841	2844	2850	2910	2973
							3027	3081	3195	3387	3408	3456	3462
							3495	3549	3564	3600	3609	3663	3687
							3690	3741	3840	3858	3891	3933	3939
							4026	4044	4122	4167	4173	4188	4212
							4281	4296	4326	4347	4350	4377	4392

Таблица 3.5 (окончание)

Позиции несущих непрерывно повторяющихся пилот-сигналов											
Режим 2k						Режим 8k					
						4458	4509	4515	4518	4545	4554
						4614	4677	4731	4758	4899	5112
						5160	5166	5199	5253	5268	5304
						5367	5391	5394	5445	5544	5595
						5637	5643	5730	5748	5826	5871
						5892	5916	5985	6000	6030	6051
						6081	6096	6162	6213	6219	6222
						6252	6258	6318	6381	6435	6489
						6795	6816				

Все непрерывно повторяющиеся пилот-сигналы передаются на повышенной мощности и модулированы с помощью метода, описанного в п. 3.5.1. Вектор результирующего сигнала описывается подобно векторам рассредоточенных пилот-сигналов (п. 3.5.2).

3.6. Несущие с параметрами передачи (TPS) стандарта DVB-T

Несущие TPS используются для передачи информации о схемах передачи DVB-T сигнала: данных о канальном кодировании и типе модуляции. Информация TPS передаётся параллельно на 17 несущих в режиме 2k и на 68 несущих в режиме 8k. Позиции TPS-несущих в символе OFDM показаны в табл. 3.6.

Таблица 3.6. Индексы TPS-несущих

Позиции TPS-несущих											
Режим 2k					Режим 8k						
34	50	209	346	413	34	50	209	346	413	569	595
569	595	688	790	901	790	901	1073	1219	1262	1286	1469
1073	1219	1262	1286	1469	1687	1738	1754	1913	2050	2117	2273
1594	1687				2392	2494	2605	2777	2923	2966	2990
					3298	3391	3442	3458	3617	3754	3821
					4003	4096	4198	4309	4481	4627	4670
					4877	5002	5095	5146	5162	5321	5458
					5681	5707	5800	5902	6013	6185	6331
					6398	6581	6706	6799			

Несущие TPS несут следующую информацию:

- тип модуляции, включая величину α ;
- информация об иерархичности передачи;
- защитный интервал (для инициализации в случае реконфигурации);
- кодовый показатель внутреннего кодирования;
- режим передачи (2k или 8k для инициализации в случае реконфигурации);
- число кадров в суперкадре;
- идентификация ячеек.

TPS определен в 68 последовательных символах OFDM, в OFDM-кадре. Четыре кадра составляют суперкадр. Опорная последовательность, соответствующая несущим TPS первого символа каждого OFDM-кадра, используется для инициализации каждой несущей TPS (п. 3.6.1.6). В каждом символе TPS-несущая передаёт один дифференциально закодированный информационный бит. В каждом OFDM-кадре передаются 68 бит (S0–S67) информации TPS, которые модулируют несущую TPS посредством 2-PSK-манипуляции.

Биты определены следующим образом:

- S0 – бит инициализации;
- S1...S16 – представляют слово синхронизации;
- S17...S47 – несут полезную информацию (при неполном заполнении все незначащие биты устанавливаются в 0);
- S48...S53 – всегда установлены в 0;
- S54...S67 – несут информацию для коррекции и исправления ошибок полезной информации.

Примечание: биты S17...S53 являются информационными. Из них используется 31 бит, а оставшиеся 6 бит не использованы и сброшены в 0.

3.6.1. Формат передачи данных TPS

Информация о параметре передаваемой передачи должна быть определена согласно табл. 3.7.

Положение каждого из параметров передачи: особенности созвездия несущих, величина α , показатели скорости свёрточного кода, индикаторы суперкадров и защитного интервала в виде последовательности битов – показано в п. 3.6.1.1–3.6.1.3. Левый старший значащий бит передаётся первым.

Таблица 3.7. Информация TPS и её формат

Номер бита	Формат	Назначение/Содержание
s0	См. п. 3.6.1.1	Инициализация
s1...s16	0011010111101110 или 1100101000010001	Слово синхронизации
s17...s22	См. п. 3.6.1.1	Индикатор продолжительности
s23, s24	См. п. 3.6.1.2	Номер кадра
s25, s26	См. п. 3.6.1.2	Созвездие несущих
s27...s29	См. п. 3.6.1.2	Информация об иерархичности передачи
s30...s32	См. п. 3.6.1.3	Показатель скорости свёрточного кода для HP-потoka
s33...s35	См. п. 3.6.1.3	Показатель скорости свёрточного кода для LP-потoka
s36, s37	См. п. 3.6.1.3	Защитный интервал
s38, s39	См. п. 3.6.1.3	Режим передачи
s40...s47	См. п. 3.6.1.4 (табл. 3.8)	Идентификатор ячейки
s48...s53	Все установлены в «0»	Используется для стандарта DVB-H (глава 4)
s54...s57	Коды BCH	Для коррекции и исправления ошибок

Биты s25–s39 информации TPS, переданной в суперкадре m', всегда применяются к суперструктуре m' + 1, тогда как все другие биты относятся только к суперкадру m'.

3.6.1.1. Информация об инициализации, синхронизации и индикаторе продолжительности данных TPS

Первый бит s0 является битом инициализации для дифференциальной 2-PSK (DPSK) манипуляции. Манипуляция бита инициализации TPS получается из последовательности PRBS, определенной в п. 3.5.1, как описано в п. 3.6.1.6.

Биты s1...s16 TPS являются словом синхронизации. У первого и третьего блоков TPS каждого суперкадра s1...s16 = 0011010111101110. У второго и четвертого блока TPS s1...s16 = 1100101000010001.

Биты s17...s22 TPS используются в качестве индикатора длины TPS (двоичное число, начинающееся с бита s17 и включающее его) для сигнализации числа используемых бит TPS. Передача идентификатора ячейки (п. 3.6.1.4) является дополнительной. Индикатор длины TPS несет величины: «010111» – когда информация об идентификации ячейки не передается (используются 23 бита TPS); «011111» – когда информация об идентификации ячейки передана (используется 31 бит TPS).

3.6.1.2. Информация о номере кадра, созвездии несущих и иерархичности передачи данных TPS

Четыре кадра составляют один суперкадр. Кадрам в суперкадре присвоены номера от 1 до 4. Биты s23, s24 несут информацию о номере передаваемого кадра, определяемого следующим образом:

- 00 – кадр номер 1 в суперкадре;
- 01 – кадр номер 2 в суперкадре;
- 10 – кадр номер 3 в суперкадре;
- 11 – кадр номер 4 в суперкадре.

Сообщение об используемом созвездии несущих передаётся с помощью битов s25, s26:

- 00 – QPSK;
- 01 – 16-QAM;
- 10 – 64-QAM;
- 11 – зарезервировано.

Чтобы определить схему первичной модуляции, приёмник также должен декодировать информацию об иерархичности передачи. Информация об иерархии определяет, иерархическая ли передача и, если так, какова величина α . Диаграммы QAM-созвездий несущих для различных значений α показаны на рис. 3.6, 3.7.

Биты s25, s26 передают следующие значения α :

- 000 – неиерархическая передача;
- 001 – $\alpha = 1$;
- 010 – $\alpha = 2$;
- 011 – $\alpha = 4$;
- 100 – см. главу 4;
- 101 – см. главу 4;
- 110 – см. главу 4;
- 111 – см. главу 4.

3.6.1.3. Информация о кодовом показателе внутреннего кодирования, защитном интервале, режиме передачи данных TPS

Два различных показателя скорости свёрточного кода могут быть применимы к двум разным приоритетным потокам при иерархической передаче. Передача информации начинается с показателя кода r1 (биты s30, s31, s32) для уровня HP и заканчивается передачей показателя кода r2 (биты s33, s34, s35) для уровня LP. Каждый показатель скорости свёрточного кода определяется следующим образом:

- 000 – 1/2;
- 001 – 2/3;
- 010 – 3/4;
- 011 – 5/6;
- 100 – 7/8;
- 101 – зарезервированный;
- 110 – зарезервировано;
- 111 – зарезервировано.

Неиерархическая передача и модуляция требуют формирования сигналов с одним показателем скорости свёрточного кода g . В этом случае трехбитное определение показателя кода определяется согласно вышеуказанным данным и дополняется тремя битами, установленными в 0.

Информация о величине защитного интервала (Δ/T_u) передаётся битами s_{36} , s_{37} следующим образом:

- 00 – 1/32;
- 01 – 1/16;
- 10 – 1/8;
- 11 – 1/4.

Два бита s_{38} , s_{39} используются, чтобы сигнализировать режим передачи (2k или 8k):

- 00 – режим 2k;
- 01 – режим 8k;
- 10 – см. главу 4;
- 11 – зарезервировано.

3.6.1.4. Информация об идентификации ячеек

Идентификацию ячейки, из которой передаётся сигнал DVB-T, осуществляют восемь битов $s_{40}...s_{47}$. Старший значащий байт $cell_id$ (то есть $b_{15} - b_8$) должен передаваться в кадрах с номером 1 и 3. Младший значащий байт $cell_id$ (то есть $b_7 - b_0$) передаётся в кадрах с номером 2 и 4. Определение битов производится согласно табл. 3.8. Если предоставление $cell_id$ не предусматривается, то восемь битов должны быть установлены в ноль.

3.6.1.5. Защита от ошибок сигнала данных TPS

53 бита (S_1-S_{53}), содержащие синхронизацию и информацию TPS, расширены и дополнены четырнадцатью битами BCH (67, 53, 2). Код Боуза–Чоудхури–Хоквингема BCH (67, 53, 2) является уко-

Таблица 3.8. Определение cell_id в сигнале TPS

Номер бита TPS	Кадры 1 и 3	Кадры 2 и 4
s40	cell_id b15	cell_id b7
s41	cell_id b14	cell_id b6
s42	cell_id b13	cell_id b5
s43	cell_id b12	cell_id b4
s44	cell_id b11	cell_id b3
s45	cell_id b10	cell_id b2
s46	cell_id b9	cell_id b1
s47	cell_id b8	cell_id b0

роченным оригинальным кодом BCH (127, 113, 2). Порождающий многочлен, образующий объектный код, вычисляется по формуле

$$h(x) = x^{14} + x^9 + x^8 + x^6 + x^5 + x^4 + x^2 + x + 1.$$

Укороченный BCH-код получается в результате добавления 60 нулевых битов перед информационными битами на входе BCH (127, 113, 2) кодера. После кодирования эти незначимые биты игнорируются, а последовательность приводится к виду BCH (67, 53, 2).

3.6.1.6. Модуляция данных TPS

Ячейки TPS передаются на нормальном уровне мощности, а их энергия равна энергии ячеек, передающих полезную информацию (то есть $E [с \times с^*] = 1$). Каждая несущая TPS модулирована с помощью 2-PSK-манипуляции и передает подобные сообщения. 2-PSK инициализируется в начале каждого блока TPS.

Следующее правило применяется к процессу дифференциальной модуляции несущей k символа l ($l > 0$) в кадре m :

$$\begin{aligned} \text{если } s_l = 0, \text{ то } Re\{c_{m,l,k}\} &= Re(c_{m,l-1,k}); \text{Im}\{c_{m,l,k}\} = 0; \\ \text{если } s_l = 1, \text{ то } Re\{c_{m,l,k}\} &= -Re(c_{m,l-1,k}); \text{Im}\{c_{m,l,k}\} = 0. \end{aligned}$$

Абсолютная модуляция несущих TPS в первом символе кадра получается из опорной последовательности w_k согласно:

$$\begin{aligned} Re\{c_{m,l,k}\} &= 2(1/2 - w_k); \\ \text{Im}\{c_{m,l,k}\} &= 0. \end{aligned}$$

3.7. Количество RS-пакетов в одном суперкадре в стандарте DVB-T

В этом пункте приведены данные о количестве RS-пакетов в OFDM-суперкадре для режимов передачи 2к и 8к. Информация для режима 4к дана в главе 4. Полезная скорость потока независима от режима передачи (табл. 3.9). Величины для каналов полосой 6 и 7 МГц даны в п. 3.14.

Таблица 3.9. Полезная скорость потока для всех комбинаций значений видов модуляции, показателя скорости свёрточного кода, величины защитного интервала неиерархического способа передачи в канале полосой 8 МГц (независимо от способа передачи)

Модуляция	Показатель скорости свёрточного кода	Защитный интервал			
		1/4	1/8	1/16	1/32
QPSK	1/2	4,98	5,53	5,85	6,03
	2/3	6,64	7,37	7,81	8,04
	3/4	7,46	8,29	8,78	9,05
	5/6	8,29	9,22	9,76	10,05
	7/8	8,71	9,68	10,25	10,56
16-QAM	1/2	9,95	11,06	11,71	12,06
	2/3	13,27	14,57	15,61	16,09
	3/4	14,93	16,59	17,56	18,10
	5/6	16,59	18,43	19,52	20,11
	7/8	17,42	19,35	20,49	21,11
64-QAM	1/2	14,93	16,59	17,56	18,10
	2/3	19,91	22,12	23,42	24,13
	3/4	22,39	24,88	26,35	27,14
	5/6	24,88	27,65	29,27	30,16
	7/8	26,13	29,03	30,74	31,67

Величины для 5 МГц каналов даны в п. 3.15. Для иерархических схем передачи данные полезной скорости потока могут быть получены из табл. 3.9 следующим образом:

- поток HP: числа из колонок QPSK;
- поток LP, 16-QAM: числа из колонок QPSK;
- поток LP, 64-QAM: числа из колонок 16-QAM.

Структура кадра OFDM включает целое число 204-байтных RS-пакетов, которые будут переданы в OFDM-суперкадре (табл. 3.10). Поэтому нет необходимости в производстве стаффинга, то есть дополнения суперкадра для его полной загрузки информацией, независимо от того, какие будут использованы параметры передачи (созвездие несущих, величина защитного интервала, кодовый показатель или полоса пропускания канала). Первый байт данных, передаваемый в OFDM-суперкадре, должен быть синхронизирующим SYNC или /SYNC.

Таблица 3.10. Количество пакетов Рида-Соломона в OFDM-суперкадре для всех комбинаций значений показателя скорости свёрточного кода и видов модуляции

Показатель скорости свёрточного кода	QPSK		16-QAM		64-QAM	
	режим 2k	режим 8k	режим 2k	режим 8k	режим 2k	режим 8k
1/2	252	1008	504	2016	756	3024
2/3	336	1344	672	2688	1008	4032
3/4	378	1512	756	3024	1134	4536
5/6	420	1680	840	3360	1260	5040
7/8	441	1764	882	3528	1323	5292

3.8. Спектр и спектральные характеристики выходного сигнала стандарта DVB-T

3.8.1. Спектральные характеристики

Символы OFDM представляют собой равномерно распределенные ортогональные несущие. Амплитуды и фазы несущих в ячейках кадра изменяют параметры, согласно процессу преобразования отображения, описанного в п. 3.4.3. Спектральная плотность мощности $P_k(f)$ каждой несущей на частоте f

$$f_k = f_c + \frac{k}{T_u}; \left(-\frac{K-1}{2} \leq k \leq \frac{K-1}{2}\right)$$

определяется следующим выражением:

$$P_k(f) = \left[\frac{\sin \pi(f - f_k)Ts}{\pi(f - f_k)Ts} \right]^2.$$

Полная спектральная плотность мощности промодулированных несущих ячеек OFDM является суммой спектральной плотности мощностей всех несущих. Теоретический спектр сигнала передачи DVB-T для канала 8 МГц показан на рис. 3.10. Поскольку продолжительность символа OFDM больше, чем инверсия интервала несущей, главный лепесток спектральной плотности мощности каждой несущей более узок, чем у двойного интервала несущей. Следовательно, спектральная плотность не постоянная в пределах номинальной полосы пропускания 7,608 259 МГц для режима 8k или 7,611 607 МГц для режима 2k. Для режима 4k данные приведены в главе 4.

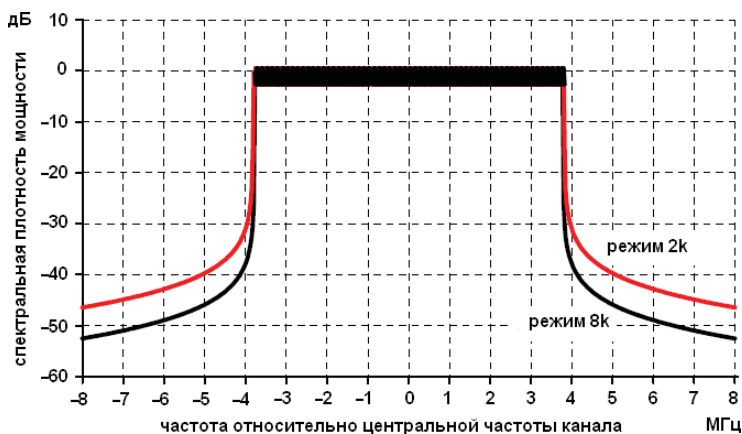


Рис. 3.10. Теоретический спектр сигнала DVB-T для канала 8 МГц
(защитный интервал $\Delta = T_u/4$)

3.8.2. Внеполосная спектральная характеристика выходного сигнала

Уровень частот спектра вне номинальной полосы пропускания уменьшается, используя соответствующую фильтрацию.

Спектр подвергается фильтрации для случаев, когда передатчик для цифрового наземного ТВ может воздействовать на смежный канал, на котором производится аналоговое ТВ-вещание. На рис. 3.11 и в табл. 3.11 даны параметры для следующих аналоговых ТВ-систем:

- G/PAL/A2 и G/PAL/NICAM;
- I/PAL/NICAM;
- K/SECAM и K/PAL;
- L/SECAM/NICAM.

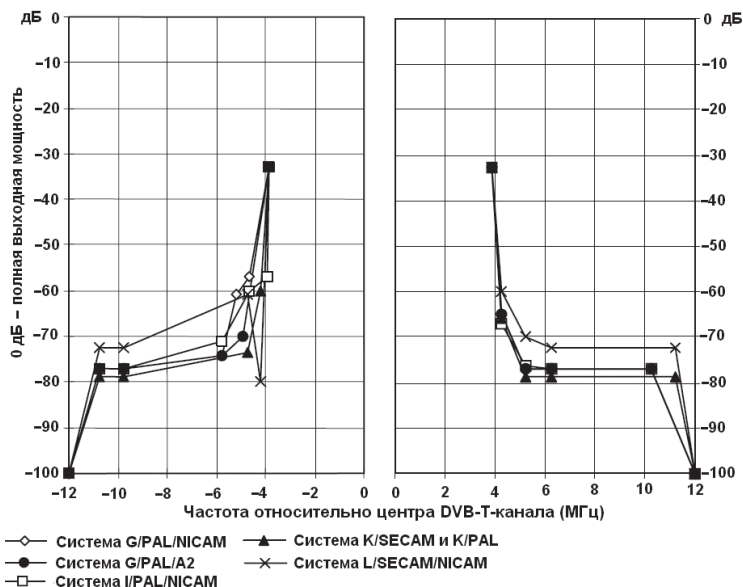


Рис. 3.11. Уровни мощности спектра сигнала DVB-T, измеренные в полосах 4 КГц вне полосы пропускания

Характеристики, показанные на рис. 3.11, предоставляют минимальную защиту, необходимую для аналогового ТВ в условиях совместной работы с близко расположенными цифровыми телевизионными передатчиками, и применимы для случаев, когда:

- отсутствует кросс-поляризация между сигналами цифрового и аналогового ТВ;
- излучаемая мощность обоих передатчиков одинакова (пиковая мощность аналогового передатчика, соответствующая передаче синхронизирующих импульсов аналогового видеосигнала, равна полной мощности цифрового ТВ-передатчика).

Если излучаемые мощности от двух данных передатчиков не идентичны, может быть произведена пропорциональная корректировка следующим образом:

**КОРРЕКЦИЯ = МИНИМАЛЬНАЯ АНАЛоговая
ЭКВИВАЛЕНТНАЯ ИЗЛУЧАЕМАЯ МОЩНОСТЬ (ЭИМ) –
– МАКСИМАЛЬНАЯ ЦИФРОВАЯ ЭИМ.**

Скорректированные контрольные точки равняются опорным контрольным точкам плюс значение КОРРЕКЦИИ (в дБ).

Таблица 3.11. Точки перехода частотной характеристики выходного спектра DVB-T-сигнала

Точки перехода										
	G/PAL/ NICAM		G/PAL/A2		I/PAL/NICAM		K/SECAM, K/ PAL		L/SECAM/ NICAM	
	О.Ч. МГц	О.Ч. дБ	О.Ч. МГц	О.Ч. дБ	О.Ч. МГц	О.Ч. дБ	О.Ч. МГц	О.Ч. дБ	О.Ч. МГц	О.Ч. дБ
Нижняя граница нижнего смежного диапазона	-12	-100	-12	-100	-12	-100	-12	-100	-12	-100
Несущая нижнего смежного диапазона	-10,75	-76,9	-10,75	-76,9	-10,75	-76,9	-10,75	-78,7	-10,75	-72,4
Несущая нижнего смежного диапазона +1 МГц	-9,75	-76,9	-9,75	-76,9	-9,75	-76,9	-9,75	-78,7	-9,75	-72,4
Верхняя граница видеосигнала нижнего смежного диапазона	-5,75	-74,2	-5,75	-74,2	-5,75	-70,9	-4,75	-73,6	-4,75	-60,9
Верхняя граница первой ПЧ звука нижнего смежного диапазона	-5,185	-60,9	-5,185	-	-4,685	-59,9	-4,185	-59,9	-4,185	-79,9
Верхняя граница второй ПЧ звука (A2) нижнего смежного диапазона	-	-	-4,94	-69,9	-	-	-	-	-	-
Верхняя граница NICAM-сигнала нижнего смежного диапазона	-4,65	-56,9	-	-	-3,925	-56,9	-	-	-4,65	-
Нижняя граница DVB-T РЧ-сигнала	-3,9	-32,8	-3,9	-32,8	-3,9	-32,8	-3,9	-32,8	-3,9	-32,8
Верхняя граница DVB-T РЧ-сигнала	+3,9	-32,8	+3,9	-32,8	+3,9	-32,8	+3,9	-32,8	+3,9	-32,8
Нижняя граница видеосигнала верхнего смежного диапазона	+4,25	-64,9	+4,25	-64,9	+4,25	-66,9	+4,25	-66,1	+4,25	-59,9
Несущая изображения верхнего смежного канала	+5,25	-76,9	+5,25	-76,9	+5,25	-76,2	+5,25	-78,7	+5,25	-69,9
Несущая изображения + 1 МГц верхнего смежного канала	+6,25	-76,9	+6,25	-76,9	+6,25	-76,9	+6,25	-78,7	+6,25	-72,4
Верхняя граница видеосигнала верхнего смежного канала	+10,25	-76,9	+10,25	-76,9	+10,25	-76,9	+11,25	-78,7	+11,25	-72,4
Верхняя граница смежного канала	+12	-100	+12	-100	+12	-100	+12	-100	+12	-100

Примечание: частоты и уровни выходной мощности даны в относительных единицах МГц и дБ.

Ячейки, отмеченные «—» в табл. 3.11, показывают, что эта часть аналогового ТВ-сигнала отсутствует или её уровень незначителен в данной точке спектра сигнала.

Для критических условий трансляции (к примеру, когда возможно создание помех другим службам на смежных каналах) возможна необходимость более глубокого затухания спектральной характеристики вне полосы пропускания DVB-T-канала. Спектральная характеристика для критических условий показана на рис. 3.12, а точки перехода – в табл. 3.12.

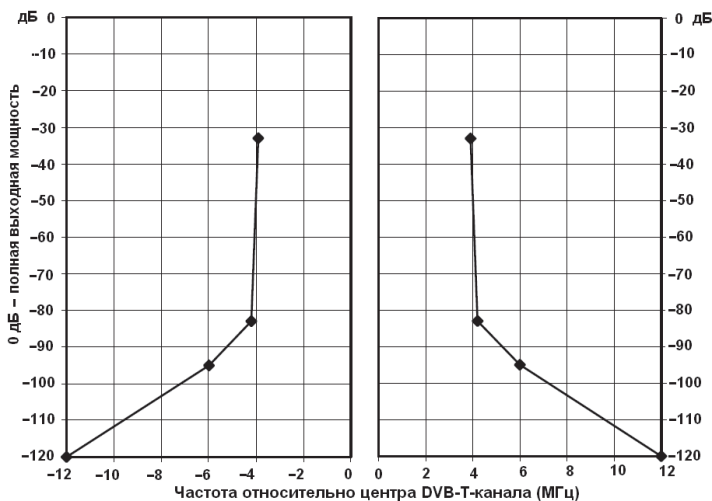


Рис. 3.12. Уровни мощности спектра сигнала DVB-T, измеренные в полосах 4 КГц вне полосы пропускания для критических условий

Таблица 3.12. Точки перехода частотной характеристики выходного спектра DVB-T-сигнала для критических условий передачи

Точки перехода	
Относительная частота, МГц	Относительный уровень, дБ
-12	-120
-6	-95
-4,2	-83
-3,8	-32,8
+3,8	-32,8
+4,2	-83
+6	-95
+12	-120

3.9. Средняя частота РЧ-сигнала стандарта DVB-T для 8 МГц канала

Номинальная средняя частота f_c РЧ-сигнала стандарта DVB-T рассчитывается по формуле:

$$f = 470 \text{ МГц} + 4 \text{ МГц} + i_l \times 8 \text{ МГц}, i_l = 0, 1, 2, 3, \dots$$

Данная частота является средней частотой аналоговых каналов UHF ТВ-диапазона. Для улучшения заполнения спектра полосы частот, выделенных для ТВ-вещания, центральная частота РЧ-сигнала стандарта DVB-T может быть пропорционально смещена.

3.10. Представление моделированной системы стандарта DVB-T для 8 МГц каналов

Таблицы 3.13–3.15 показывают моделированные данные ожидаемой оценки идеального канала без фазового шума с соответствующим канальным кодированием и комбинациями модуляций, подтверждённые при практическом тестировании.

Результаты даны для каналов Гаусса, Райса (F1) и Релея (P1), когда центр несущей сигнала DVB-T помещен в позицию 32/7 MHz. Определение F1 и P1 описано в п. 3.11.

Связанные полезные скорости потока также описаны как результаты функции, зависящей от величин защитного интервала, к длительности активного символа. Значения даны для четырёх различных величин защитного интервала.

3.11. Определение величин F1 и P1 для системы стандарта DVB-T

Работа системы была моделирована с помощью двух моделей канала: для неподвижного (стационарного) приема F1 и передвижного (портативного) приема P1 соответственно. Модели канала были произведены от следующих уравнений, где $x(t)$ и $y(t)$ являются сигналами входа и выхода системы:

Таблица 3.13. Требуемое отношение C/N для неерархической передачи для достижения величины $BER = 2 \times 10^{-4}$ после декодера Виттерби для всех комбинаций значений показателя скорости свёрточного кода и видов модуляции

Первичная модуляция	Кодовый показатель	Значение C/N для $BER = 2 \times 10^{-4}$ после декодера Виттерби QEF после декодера RS				Скорость потока, МБит/с				
		Канал Гаусса	Канал Райса (F1)	Канал Релея (P1)	Канал	$\Delta/T_u = 1/4$	$\Delta/T_u = 1/8$	$\Delta/T_u = 1/16$	$\Delta/T_u = 1/32$	
QPSK	1/2	3,1	3,6	5,4		4,98	5,53	5,85	6,03	
	2/3	4,9	5,7	8,4		6,64	7,37	7,81	8,04	
	3/4	5,9	6,8	10,7		7,46	8,29	8,78	9,05	
	5/6	6,9	8,0	13,1		8,29	9,22	9,76	10,05	
	7/8	7,7	8,7	16,3		8,71	9,68	10,25	10,56	
	1/2	8,8	9,6	11,2		9,95	11,06	11,71	12,06	
16-QAM	2/3	11,1	11,6	14,2		13,27	14,75	15,61	16,09	
	3/4	12,5	13,0	16,7		14,93	16,59	17,56	18,10	
	5/6	13,5	14,4	19,3		16,59	18,43	19,52	20,11	
	7/8	13,9	15,0	22,8		17,42	19,35	20,49	21,11	
	1/2	14,4	14,7	16,0		14,93	16,59	17,56	18,10	
	2/3	16,5	17,1	19,3		19,91	22,12	23,42	24,13	
64-QAM	3/4	18,0	18,6	21,7		22,39	24,88	26,35	27,14	
	5/6	19,3	20,0	25,3		24,88	27,65	29,27	30,16	
	7/8	20,1	21,0	27,9		26,13	29,03	30,74	31,67	

Таблица 3.14. Требуемое отношение C/N для иерархической передачи для достижения величины BER = 2×10^{-4} после декодера Виттерби для всех комбинаций значений показателей скорости свёрточного кода и неравномерной модуляции 16-QAM

Первичная модуляция	Кодовый показатель	α	Значение C/N для BER = 2×10^{-4} после декодера Виттерби QEF после декодера RS				Скорость потока, МБит/с			
			Канал Гаусса	Канал Райса (F1)	Канал Релея (P1)		$\Delta/T_u = 1/4$	$\Delta/T_u = 1/8$	$\Delta/T_u = 1/16$	$\Delta/T_u = 1/32$
QPSK	1/2		4,8	5,4	6,9		4,98	5,53	5,85	6,03
	2/3		7,1	7,7	9,8		6,64	7,37	7,81	8,04
	3/4		8,4	9,0	11,8		7,46	8,29	8,78	9,05
Неравномерная 16-QAM		2	+							
	1/2		13,0	13,3	14,9		4,98	5,53	5,85	6,03
	2/3		15,1	15,3	17,9		6,64	7,37	7,81	8,04
	3/4		16,3	16,9	20,0		7,46	8,29	8,78	9,05
	5/6		16,9	17,8	22,4		8,29	9,22	9,76	10,05
	7/8		17,9	18,7	24,1		8,71	9,68	10,25	10,56
QPSK	1/2		3,8	4,4	6,0		4,98	5,53	5,85	6,03
	2/3		5,9	6,6	8,6		6,64	7,37	7,81	8,04
	3/4		7,1	7,9	10,7		7,46	8,29	8,78	9,05
Неравномерная 16-QAM		4	+							
	1/2		17,3	17,8	19,6		4,98	5,53	5,85	6,03
	2/3		19,1	19,6	22,3		6,64	7,37	7,81	8,04
	3/4		20,1	20,8	24,2		7,46	8,29	8,78	9,05
	5/6		21,2	22,0	26,0		8,29	9,22	9,76	10,05
	7/8		21,9	22,8	28,5		8,71	9,68	10,25	10,56

Таблица 3.15. Требуемое отношение C/N для иерархической передачи для достижения величины $BER = 2 \times 10^{-4}$ после декодера Виттерби для всех комбинаций значений показателя скорости свёрточного кода, равномерной и неравномерной 64-QAM модуляции

Первичная модуляция	Кодовый показатель	α	Значение C/N для $BER = 2 \times 10^{-4}$ после декодера Виттерби QEF после декодера RS				Скорость потока, МБит/с				
			Канал Гаусса	Канал Райса (F1)	Канал Релея (P1)		$\Delta/Tu = 1/4$	$\Delta/Tu = 1/8$	$\Delta/Tu = 1/16$	$\Delta/Tu = 1/32$	
QPSK	1/2	1	8,9	9,5	11,4		4,98	5,53	5,85	6,03	
	2/3		12,1	12,7	14,8		6,64	7,37	7,81	8,04	
	3/4		13,7	14,3	17,5		7,46	8,29	8,78	9,05	
			+								
	1/2		14,6	14,9	16,4		9,95	11,06	11,71	12,06	
	2/3		16,9	17,6	19,4		13,27	14,75	15,61	16,09	
QPSK	3/4	1	18,6	19,1	22,2		14,93	16,59	17,56	18,10	
	5/6		20,1	20,8	25,8		16,59	18,43	19,52	20,11	
	7/8		21,1	22,2	27,6		17,42	19,35	20,49	21,11	
	1/2		6,5	7,1	8,7		4,98	5,53	5,85	6,03	
	2/3		9,0	9,9	11,7		6,64	7,37	7,81	8,04	
	3/4		10,8	11,5	14,5		7,46	8,29	8,78	9,05	
Неравномерная 64-QAM		2	+								
	1/2		16,3	16,7	18,2		9,95	11,06	11,71	12,06	
	2/3		18,9	19,5	21,7		13,27	14,75	15,61	16,09	
	3/4		21,0	21,6	24,5		14,93	16,59	17,56	18,10	
	5/6		21,9	22,7	27,3		16,59	18,43	19,52	20,11	
	7/8		22,9	23,8	29,6		17,42	19,35	20,49	21,11	

Примечание: результаты для QPSK и неравномерной 64-QAM модуляции с $\alpha = 4$ не включены в таблицу из-за плохих результатов 64-QAM сигнала.

а) неподвижный прием F1:

$$y(t) = \frac{\rho_0 x(t) + \sum_{i=1}^N \rho_i e^{-j\theta_i} x(t - \tau_i)}{\sqrt{\sum_{i=1}^N \rho_i^2}},$$

где первый член перед суммой представляет луч диаграммы направленности; N – число эхо-сигналов, не превышает 20; θ_i – изменение фазы от рассеивания i -го пути – определено в табл. 3.16; ρ_i – ослабление i -го пути – определено в табл. 3.16; τ_i – относительная задержка i -го пути – определена в табл. 3.16. Фактор Райса K (отношение мощности прямого излучения (луч диаграммы направленности) к отраженным лучам) дан как:

$$K = \frac{\rho_0^2}{\sum_{i=1}^N \rho_i^2}.$$

При моделировании используется величина фактора Райса $K = 10$ дБ. При этом:

$$\rho_0 = \sqrt{10 \sum_{i=1}^N \rho_i^2};$$

б) передвижной прием, затухание Релея P1:

$$y(t) = k \sum_{i=1}^N \rho_i e^{-j\theta_i} x(t - \tau_i),$$

$$\text{где } k = \frac{1}{\sqrt{\sum_{i=1}^N \rho_i^2}}.$$

Значения θ_i , ρ_i , τ_i определены в табл. 3.16.

Таблица 3.16. Величины относительной мощности, фазы и задержки для определения F1 и P1

i	ρ_i	τ_i	θ_i
1	0,057 662	1,003 019	4,855 121
2	0,176 809	5,422 091	3,419 109
3	0,407 163	0,518 650	5,864 470
4	0,303 585	2,751 772	2,215 894

Таблица 3.16 (окончание)

i	ρ_i	τ_i	θ_i
5	0,258 782	0,602 895	3,758 058
6	0,061 831	1,016 585	5,430 202
7	0,150 340	0,143 556	3,952 093
8	0,051 534	0,153 832	1,093 586
9	0,185 074	3,324 866	5,775 198
10	0,400 967	1,935 570	0,154 459
11	0,295 723	0,429 948	5,928 383
12	0,350 825	3,228 872	3,053 023
13	0,262 909	0,848 831	0,628 578
14	0,225 894	0,073 883	2,128 544
15	0,170 996	0,203 952	1,099 463
16	0,149 723	0,194 207	3,462 951
17	0,240 140	0,924 450	3,664 773
18	0,116 587	1,381 320	2,833 799
19	0,221 155	0,640 512	3,334 290
20	0,259 730	1,368 671	0,393 889

3.12. Пример внутреннего перемежения стандарта DVB-T

Пример чередования битов, правил чередования символов и соответствующего преобразования отображения в несущие показано в табл. 3.17 для первого символа в суперкадре (то есть чётного символа), режима 2k, 64-QAM, неиерархической передачи.

Таблица 3.17. Преобразование отображения входных битов

Входные биты в отображаемый блок $Y_0^q, Y_1^q, Y_2^q, Y_3^q, Y_4^q, Y_5^q$	Номер несущей k
пилот-сигнал	0
0, 381, 631, 256, 128, 509	1
4602, 4983, 5233, 4858, 4730, 5111	2
36, 417, 667, 292, 164, 545	3
4656, 5037, 5287, 4912, 4784, 5165	4
48, 429, 679, 304, 176, 557	5
2376, 2757, 3007, 2632, 2504, 2885	6
780, 1161, 1411, 1036, 908, 1289	7
6906, 7287, 7537, 7162, 7034, 7415	8
4590, 4971, 5221, 4846, 4718, 5099	9

Таблица 3.17 (окончание)

Входные биты в отображаемый блок $Yq^* = Y0q^*, Y1q^*, Y2q^*, Y3q^*, Y4q^*, Y5q^*$	Номер несущей k
5286, 4911, 5161, 4786, 4658, 5039	10
2364, 2745, 2995, 2620, 2492, 2873	11
пилот-сигнал	12
4788, 5169, 4663, 5044, 4916, 4541	13
...	...
4194, 3819, 4069, 4450, 4322, 39471691	1691
пилот-сигнал	1692
7782, 8163, 7657, 8038, 7910, 8291	1693
6624, 6249, 6499, 6124, 6752, 6377	1694
3402, 3027, 3277, 3658, 3530, 3155	1695
546, 171, 421, 46, 674, 299	1696
8574, 8955, 8449, 8830, 8702, 8327	1697
8376, 8757, 9007, 8632, 8504, 8885	1698
1680, 2061, 1555, 1936, 1808, 2189	1699
7620, 8001, 8251, 7876, 7748, 8129	1700
5700, 5325, 5575, 5956, 5828, 5453	1701
8826, 8451, 8701, 8326, 8954, 8579	1702
8724, 8349, 8599, 8980, 8852, 8477	1703
пилот-сигнал	1704

Таблица показывает, что входные биты указывают индексы к блоку отображения, показанному на рис. 3.3. Входные биты на входе перемежителя пронумерованы от 0 до 9071 и соответствуют определённому числу несущих.

3.13. Руководство по формированию передаваемого сигнала стандарта DVB-T

Данный пункт определяет только образ передаваемого сигнала (который является стандартизированным), но не рассматривает аспектов его формирования. В частности, необязательно должно быть использовано быстрое преобразование Фурье FFT (Fast Fourier Transform), которое является средством формирования и демодулирования сигнала OFDM. Этот пункт является информативным (в отличие от обязательных) и объясняет, как избежать определенных фатальных ошибок, с которыми можно столкнуться, когда используется FFT.

3.13.1. Использование быстрого преобразования Фурье FFT для формирования рабочей полосы DVB-T-сигнала

Передаваемый сигнал для каждого символа OFDM каждого передаваемого кадра однозначно определяется уравнениями п. 3.5. Сложность этих уравнений может быть упрощена, если учесть, что форма волны, передаваемой во время каждого периода символа, зависит исключительно от комплексных величин $K c_{m,l,k}$, которые определяют комплекс амплитуд активных несущих K в течение этого периода. Каждый символ, таким образом, может быть рассмотрен в отдельности. Например, сигнал в течение периода от $t = 0$ до $t = T_U$ получают при помощи формулы:

$$s(t) = \operatorname{Re} \left\{ e^{j2\pi f_c t} \sum_{k=K_{\min}}^{K_{\max}} c_{0,0,k} e^{j2\pi k' (t-\Delta)/T_U} \right\},$$

где $k' = k - (K_{\max} + K_{\min})/2$.

Между этим и обратным дискретным преобразованием Фурье DFT (Discrete Fourier Transform) имеется подобие:

$$x_n = \frac{1}{N} \sum_{q=0}^{N-1} X_q e^{j2\pi nq/N}.$$

Примечание: это – определение обратного DFT, широко используемого в прикладной математике.

У соответствующего прямого DFT есть $-j$ в показателе степени экспоненты. Математики, однако, иногда используют противоположную систему обозначения, так чтобы у прямого преобразования была степень $-j$ в показателе, а у обратного преобразования $+j$.

Символы, используемые в этой формуле, происходят из общих определений математики. Они не представляют символов, используемых в других частях данной книги.

Использование различных эффективных алгоритмов FFT, существующих для выполнения DFT и его обратного преобразования, – это удобная форма для использования обратного FFT (IFFT) в модуляторе (а также демодуляторе) DVB-T, чтобы генерировать образцы N отсчётов x_n , соответствующих полезной части длительностью T_U каждого символа.

Защитный интервал добавляется впереди путём копирования последнего $N\Delta T_U$ из этих отсчётов. Этот процесс повторяется для

каждого символа, в свою очередь, производя непрерывный поток отсчётов, которые составляют комплексную основную полосу частот сигнала DVB-T.

Последующий преобразовательный процесс дает реальный сигнал $s(t)$, сосредоточенный на центральной частоте f_c . Однако необходимо помнить об отображении коэффициентов $K_{c_{m,l,k}}$ к N IFFT коэффициентам X_q .

3.13.2. Выбор центральной частоты основной полосы пропускания DVB-T-сигнала

Основная функция для средней (центральной), формируемой несущей ($k' = 0$), постоянная для каждого символа:

$$\Psi_{m,l,(K_{\max} + K_{\min})/2} = 1.$$

Эта несущая поэтому испускается на центральной частоте f_c и не имеет никаких резких изменений фазы, когда модулируется теми же величинами в каждом символе.

Из этого следует, что данные для этой средней несущей должны быть нанесены на блок отображения к коэффициенту IFFT X_q индекса q таким образом, чтобы у соответствующей обратной основной функции DFT $e^{j2\pi nq}$ N было целое число колебаний в пределах защитного интервала независимо от его длины ($1/32$, $1/16$, $1/8$ или $1/4$ «полезного» периода символа T_v).

Индекс q , выбранный для средней несущей, поэтому должен быть числом, кратным 32. В частности, рекомендуется любая из следующих альтернатив, поскольку они удовлетворяют это требование, позволяя получить несложную техническую реализацию:

- назначить среднюю несущую на промежуточный индекс $q = N/2$. То есть на половину осуществляемой частоты выборки;
- назначить среднюю несущую на индекс $q = 0$. То есть на нулевую частоту или постоянный уровень DC.

3.13.3. Иные потенциальные проблемы при формировании выходного DVB-T-сигнала

Процесс преобразования, с помощью которого сложный комплексный полосовой сигнал, произведенный с помощью IFFT-преобразования, приведен к реальному выходному сигналу, сосредоточенный

на желаемой центральной частоте, требует уверенности в том, что результат подчиняется спецификации стандарта DVB-T. Практически особенно важно, чтобы:

- спектр излучаемого сигнала не был инвертирован, по сравнению с установленной стандартной формой. То есть самая высокая частота несущей излучаемого сигнала должна передать модуляцию $c_{m,l,K_{\max}}$;
- у излучаемого сигнала не был «перевернутой мнимой оси», по сравнению со спецификацией. Это может произойти при замене в выражении для излучаемого сигнала $s(t)$ значений $c_{m,l,k}$ на сложносопряженные величины $c_{m,l,k}^*$.

Некоторые из возможных причин, приводящих к подобным ошибкам:

- неправильное преобразование комплексного числа к реальному числу может вызвать инверсию спектра сигнала и мнимой оси;
- использование прямого FFT вместо обратного FFT вызовет инверсию мнимой оси;
- если результирующий сигнал перемещен по частоте некоторым процессом гетеродинирования, который вызывает инверсию спектра, то так же произойдет инверсия мнимой оси. Если такой процесс повторится, то результирующий сигнал будет подчиняться требуемой стандартом спецификации.

Если последняя причина происходит как естественное следствие выбора промежуточной частоты, для неё можно применить компенсацию в деталях преобразования комплексного числа к реальному или при помощи использования прямого FFT. При этом будет исправляться инверсия мнимой оси, при загрузке коэффициентами в обратном порядке, для исправления инверсии спектра.

3.14. Параметры передаваемого сигнала стандарта DVB-T в 6 и 7 МГц РЧ-каналах

Система стандарта DVB-T может быть приспособлена к каналам полосой 6 МГц или 7 МГц. При этом достаточно изменить элементарный период T_o на 7/48 мкс (для 6 МГц) и 1/8 μ s для каналов шириной 7 МГц. Практически это соответствует изменению тактовой частоты от 64/7 МГц для каналов полосой 8 МГц к 48/7 МГц для каналов 6 МГц и 8 МГц для каналов 7 МГц.

Структура кадров, правила кодирования, преобразования отображения и перемежения при этом сохранены. Изменение элементарного периода – результат изменения интервала несущей, длительности символа, длительности защитного интервала и полезной скорости потока для иерархических схем передачи, как показано в табл. 3.18–3.21.

Таблица 3.18. Параметры OFDM-кадра для 6 МГц канала

Параметр		Режим							
		8k				2k			
Полоса канала		6 МГц							
Число несущих K		6817				1705			
Число несущих K_{\min}		0				0			
Число несущих K_{\max}		6816				1704			
Частотный разнос несущих $1/T_u$, Гц		837,054				3348,214			
Длительность полезной части T_u	элементарных периодов T_o	8192				2048			
	мкс	1194,667				298,667			
Ширина спектра группового сигнала K_{\min} и K_{\max} $(K - 1)/T_u$, МГц		5,71							
Относительная длительность защитного интервала Δ/T_u		1/4	1/8	1/16	1/32	1/4	1/8	1/16	1/32
Длительность защитного интервала Δ	элементарных периодов T_o	2048	1024	512	256	512	256	128	64
	мкс	298,667	149,333	74,667	37,333	74,667	37,333	18,667	9,333
Длительность символа $T_s = \Delta + T_u$	в числе периодов T_o	10240	9216	8704	8448	2560	2304	2176	2112
	мкс	1493,3	1344	1269,3	1232	373,3	336	317,3	308

Для иерархических схем передачи данные полезной скорости потока могут быть получены из табл. 3.19 и 3.21 следующим образом:

- поток HP: числа из колонок QPSK;
- поток LP, 16-QAM: числа из колонок QPSK;
- поток LP, 64-QAM: числа из колонок 16-QAM.

Таблица 3.19. Полезная скорость потока для всех комбинаций значений видов модуляции, показателя скорости свёрточного кода, величины защитного интервала неиерархического способа передачи в канале полосой 6 МГц (независимо от способа передачи)

Модуляция	Кодовый показатель	Защитный интервал			
		1/4	1/8	1/16	1/32
QPSK	1/2	3,732	4,147	4,391	4,524
	2/3	4,976	5,529	5,855	6,032
	3/4	5,599	6,221	6,587	6,786
	5/6	6,221	6,912	7,318	7,540
	7/8	6,532	7,257	7,684	7,917
16-QAM	1/2	7,465	8,294	8,782	9,048
	2/3	9,953	11,059	11,709	12,064
	3/4	11,197	12,441	13,173	13,572
	5/6	12,441	13,824	14,637	15,080
	7/8	13,063	14,515	15,369	15,834
64-QAM	1/2	11,197	12,441	13,173	13,572
	2/3	14,929	16,588	17,564	18,096
	3/4	16,796	18,662	19,760	20,358
	5/6	18,662	20,735	21,955	22,620
	7/8	19,595	21,772	23,053	23,751

Таблица 3.20. Параметры OFDM-кадра для 7 МГц канала

Параметр		Режим							
		8k				2k			
Полоса канала		7 МГц							
Число несущих K		6817				1705			
Число несущих K_{\min}		0				0			
Число несущих K_{\max}		6816				1704			
Частотный разнос несущих $1/T_u$, Гц		976,563				3906,25			
Длительность полезной части T_u	элементарных периодов T_o	8192				2048			
	мкс	1024				256			
Ширина спектра группового сигнала K_{\min} и K_{\max} $(K - 1)/T_u$, МГц		6,66							
Относительная длительность защитного интервала Δ/T_u		1/4	1/8	1/16	1/32	1/4	1/8	1/16	1/32
Длительность защитного интервала Δ	элементарных периодов T_o	2048	1024	512	256	512	256	128	64
	мкс	256	128	64	32	64	32	16	8
Длительность символа $T_s = \Delta + T_u$	в числе периодов T_o	10240	9216	8704	8448	2560	2304	2176	2112
	мкс	1280	1152	1088	1056	320	288	272	264

Таблица 3.21. Полезная скорость потока для всех комбинаций значений видов модуляции, показателя скорости свёрточного кода, величины защитного интервала неиерархического способа передачи в канале полосой 7 МГц (независимо от способа передачи)

Модуляция	Кодовый показатель	Защитный интервал			
		1/4	1/8	1/16	1/32
QPSK	1/2	4,354	4,838	5,123	5,278
	2/3	5,806	6,451	6,830	7,037
	3/4	6,532	7,257	7,684	7,917
	5/6	7,257	8,064	8,538	8,797
	7/8	7,620	8,467	8,965	9,237
16-QAM	1/2	8,709	9,676	10,246	10,556
	2/3	11,612	12,902	13,661	14,075
	3/4	13,063	14,515	15,369	15,834
	5/6	14,515	16,127	17,076	17,594
	7/8	15,240	16,934	17,930	18,473
64-QAM	1/2	13,063	14,515	15,369	15,834
	2/3	17,418	19,353	20,491	21,112
	3/4	19,595	21,772	23,053	23,751
	5/6	21,772	24,191	25,614	26,390
	7/8	22,861	25,401	26,895	27,710

3.15. Обслуживание стандарта DVB-T в 5 МГц РЧ-каналах

Система OFDM, представленная в настоящей главе, определена для использования в 8,6 и 7 МГц каналах. Однако в некоторых странах мира система DVB-T может применяться в иных диапазонах частот с иной полосой пропускания каналов, не предназначенных для ТВ-вещания.

При выборе параметров передачи необходимо обеспечить предосторожность в выборе РЧ-цепей. Следует произвести дополнительные исследования для определения надлежащей частотной характеристики передающего комплекса и исключения его влияния на действующие на смежных каналах передающие службы. Также нужно учесть ряд характеристик входных узлов приёмников (чувствительность, фазовый шум и т. д.).

Изменение основной полосы частот возможно путём изменения только параметра элементарного периода, который уникален для

каждой требуемой полосы пропускания канала. С точки зрения проектировки системы, изменение элементарного периода T_0 может приниматься как инверсия номинальной системной тактовой частоты. Регулировкой тактовой частоты системы можно регулировать полосу пропускания системы.

Для эксплуатации канала с шириной полосы пропускания 5 МГц должны использоваться параметры и данные, приведённые в табл. 3.22. Как следует из временных параметров, представленных в табл. G.2, каналы передачи с полосой 5 МГц имеют немного большую длительность (в отношении 8/5), чем в обычном ТВ-канале со стандартной полосой пропускания. Ввиду того что продолжительность защитного интервала также увеличена, это позволяет системе передачи иметь большую надёжность к длинным задержанным эхосигналам, что даёт возможность развернуть более широкие ячейки передачи сигнала, по сравнению с традиционными каналами ТВ-вещания в режимах 2k, 4k и 8k.

Частотные параметры, представленные в табл. 3.23, выдвигают на первый план проблему интермодуляции между несущими, так как интервалы между несущими уменьшаются, по сравнению с интервалами между несущими в более широкополосных каналах. Соответственно, надёжность системы передачи против эффекта Допплера, при движущихся приёмных устройствах, будет немного хуже, чем при использовании обычных полос пропускания ТВ-каналов. Это, несомненно, ограничит способ приёма сигнала на очень высокой скорости.

Данные о полезной скорости потока системы с полосой 5 МГц при иерархических схемах передачи показаны в табл. 3.23. Для иерархических схем передачи данные полезной скорости потока могут быть получены из таблицы следующим образом:

- поток HP: числа из колонок QPSK;
- поток LP, 16-QAM: числа из колонок QPSK;
- поток LP, 64-QAM: числа из колонок 16-QAM.

3.16. Концепция построения демодулятора приёмной части стандарта DVB-T

По данным на 2014 год, в России параллельно с вещанием в стандарте DVB-T2 в ряде регионов ведётся эфирная трансляция цифровых программ в стандарте DVB-T. Некоторые кабельные операторы

Таблица 3.22. Параметры OFDM-кадра для 5 МГц канала

Параметр		Режим												
		8k			4k								2k	
Полоса канала		5 МГц												
Число несущих K		6817			3409								1705	
Число несущих K _{min}		0			0								0	
Число несущих K _{max}		6816			3408								1704	
Частотный разнос несущих 1/T _u , Гц		697,545			1395,089								2790,179	
Длительность полезной части T _u	элементарных периодов T _o	8192			4096								2 048	
	мкс	1433,60			716,80								358,40	
Ширина спектра группового сигнала K _{min} и K _{max} , (K – 1)/T _u , МГц		4,75												
Относительная длительность защитного интервала Δ/T _u		1/4	1/8	1/16	1/32	1/4	1/8	1/16	1/32	1/4	1/8	1/16	1/32	
Длительность защитного интервала Δ	элементарных периодов T _o	2048	1024	512	256	1024	512	256	128	512	256	128	64	
	мкс	358,40	179,20	89,60	44,80	179,20	89,60	44,80	22,40	89,60	44,80	22,40	11,20	
Длительность символа T _s = Δ + T _u	в числе периодов T _o	10240	9216	8704	8448	5120	4608	4352	4224	2560	2304	2176	2112	
	мкс	1792,00	1612,80	1523,20	1478,40	896,00	806,40	761,60	739,20	448,00	403,20	380,80	369,60	

Таблица 3.23. Полезная скорость потока для всех комбинаций значений видов модуляции, показателя скорости свёрточного кода, величины защитного интервала неиерархического способа передачи в канале полосой 5 МГц (независимо от способа передачи)

Модуляция	Кодовый показатель	Защитный интервал			
		1/4	1/8	1/16	1/32
QPSK	1/2	3,110	3,456	3,659	3,770
	2/3	4,147	4,608	4,879	5,027
	3/4	4,665	5,184	5,489	5,655
	5/6	5,184	5,760	6,099	6,283
	7/8	5,443	6,048	6,404	6,598
16-QAM	1/2	6,221	6,912	7,318	7,540
	2/3	8,294	9,216	9,758	10,053
	3/4	9,331	10,368	10,978	11,310
	5/6	10,368	11,520	12,197	12,567
	7/8	10,886	12,096	12,807	13,195
64-QAM	1/2	9,331	10,368	10,978	11,310
	2/3	12,441	13,824	14,637	15,080
	3/4	13,996	15,551	16,466	16,965
	5/6	15,551	17,279	18,296	18,850
	7/8	16,329	18,143	19,211	19,793

ведут наряду с аналоговым вещанием трансляцию цифровых программ в стандарте DVB-T. С помощью стандарта DVB-T возможно вещание через кабельные сети. При этом получается выигрыш по помехоустойчивости, по сравнению с системами на основе DVB-C, и дополнительно имеется возможность использования для приёма современных программ ТВ-приёмниками, оснащёнными цифровым радиоканалом стандарта DVB-T. Хотя отрицательным моментом является удорожание передающего оборудования.

Введение стандарта DVB-T было оправдано, поскольку его использование позволяет не только вести трансляцию ТВ-программ студийного качества без искажений, характерных для аналогового вещания. Использование стандарта также позволяет увеличить число вещаемых программ в стандартном 8 МГц канале до 4–8. Более низкий шумовой порог системы дает возможность увеличить на порядок зону охвата вещания, обеспечив распределение качественных программ для удалённых населённых пунктов. Для предоставления абонентам дополнительных платных пакетов возможно использование общепринятых систем криптографии.

Зона охвата вещания ТВ-передатчиком в сетях SFN, вещающих в стандарте DVB-T для различных режимов передачи в ТВ-каналах полосой 8 МГц, приведена в табл. 3.3.

Функциональная блок-схема приёмного устройства стандарта DVB-T показана на рис. 3.13. Входной РЧ-сигнал стандарта DVB-T от приёмной антенны поступает на преобразователь РЧ, входящий в состав Half-NIM. Преобразователь переносит сигнал требуемого для приёма канала на ПЧ. Частоты требуемого канала выделяются полосовым фильтром, настроенным на среднюю частоту 36,125 МГц (для каналов полосой 8 МГц). Фильтр также может использоваться для работы в стандарте DVB-C (глава 2) кабельного цифрового ТВ ввиду схожести характеристик каналов, выделенных для вещания обеих систем. Поэтому их используют в кабельных NIM- и Half-NIM-модулях и ресиверах.

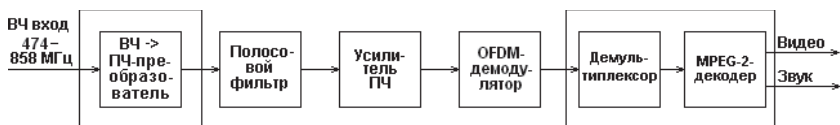


Рис. 3.13. Функциональная блок-схема приёмника стандарта DVB-T

С выхода фильтра сигнал через компенсирующий усилитель ПЧ поступает на преобразователь OFDM/TS-MPEG2. Он оцифровывает сигнал на ПЧ и обеспечивает цифровое преобразование и коррекцию OFDM-сигнала.

Последовательно производятся оценка параметров принимаемого сигнала, его коррекция, восстановление несущих, обратное внутреннее дегеремеживание символов и битов. Далее выделенная информация подвергается коррекции ошибок, нормализуется путём компенсации энергетической дисперсии, обратной инверсии первого пакета TS и формирования сигнала TS на выходе в параллельном или последовательном виде.

Затем TS преобразуется в стандартные аналоговые сигналы в основной схеме приёмника. Здесь уместно заметить, что большая масса ресиверов и цифровых ТВ-приёмников предусматривает приём программ, сжатых по стандарту MPEG-2. Стандарт DVB-T позволяет передавать программы, сжатые более прогрессивной системой сжатия MPEG-4. При этом ресиверы (или ТВ-приёмники), предусматривающие приём программ, кодированных по обеим системам, используют более современные ИМС для цифровых терминалов (например, STi5202 фирмы STMicroelectronics).

1	Стандарт спутникового цифрового ТВ ETSI EN 300 421 V1.1.2 (DVB-S)	17
2	Стандарт спутникового цифрового ТВ ETSI EN 300 429 V1.2.1 (DVB-C)	36
3	Стандарт эфирного наземного цифрового ТВ ETSI EN 300 744 V1.6.1 (DVB-T)	47

4 **Стандарт наземного мобильного цифрового ТВ (DVB-H, приложение стандарта ETSI EN 300 744 V1.6.1)**

5	Стандарт ETSI EN 301 210 V1.1.1 (DVB-DSNG)	113
6	Стандарт спецификации потоков сервисной информации ETSI EN 300 468 V1.9.1 (DVB-SI)	141
7	Стандарт передачи мегакадров для синхронизации DVB SFN-сети ETSI TS 101 191 V1.4.1	290

4.1. История создания стандарта DVB-H и его особенности

В июне 2004 года консорциум DVB вносит поправки в стандарт DVB-T, касающийся спецификации DVB-H (DVB-Handled) [6]. Стандарт утверждён в окончательной редакции ETSI в январе 2009 года и признан в Европе основным для трансляции ТВ-программ и их мобильного приёма. Стандарт DVB-H обладает эксплуатационными преимуществами, по сравнению со средствами, предоставляемыми стандартом GPRS.

Как разновидность стандарта DVB-T система ТВ-вещания DVB-H для мобильных терминалов апробирована в конкретных условиях и продолжает успешно развиваться. Технологии DVB-H заняли нишу в существующих эфирных наземных сетях передачи ТВ-программ стандарта DVB-T как его продолжение.

Стандарт DVB-H оптимизирован следующим образом. В отличие от стандарта DVB-T, он передаёт изображение с уменьшенной разрешающей способностью (320×240 пикселей). Это необходимо ввиду того, что на мобильных устройствах используются небольшие экраны и указанного разрешения вполне достаточно для передачи приемлемого изображения. Это позволяет передавать в 15 раз больше телепрограмм, чем в стандарте DVB-T.

Стандарт DVB-H использует технологию временных интервалов, при которых программа передаётся на терминал не постоянно, а пакетно с плотной упаковкой данных. Данные записываются в буфер, приёмник выключается, а данные декодируются и отображаются на экране. Это решение снижает взаимные помехи между приёмной и отображающей частями и экономит расход энергии батареи, питающей систему.

В системе использован оптимизированный режим приёма 4k, который с более помехоустойчивым кодированием Рида-Соломона RS (255, 191) обеспечивает более глубокую компенсацию искажения вносимым эффектом Доплера, возникающим при применении переносных устройств на движущихся объектах.

Для передачи информации предусмотрена инкапсуляция данных для работы со стандартным IP-каналом с более простой организацией обратного канала.

Сигналу DVB-H присваивается высокий приоритет HP, а DVB-T – низкий LP. Данное решение позволяет передать в одном ТВ-радио-

канале составляющие стандартов DVB-H/DVB-T. При этом возможна организация приёма ТВ-программ как на мобильные терминалы, так и на стационарные ТВ-приёмники при использовании общего передатчика стандарта DVB-T.

4.2. Общая характеристика стандарта DVB-H

Данное описание стандарта определяет особенности организации ТВ-вещания для абонентов переносных терминалов DVB-H. Функции описываемого стандарта могут применяться исключительно для передач DVB-H. Однако передачи DVB-H могут использовать режимы приёма 2k и 8k, предназначенные для организации передач стандарта DVB-T.

Стандарт описывает:

- дополнительный режим 4k, предоставляющий дополнительные возможности для организации сетей DVB-H;
- дополнительный универсальный внутренний перемежитель, функционирующий в режимах передачи 2k или 4k;
- определение расширенной информации о сигналах TPS для передачи информации об использовании стандарта DVB-H для вещания.

Хотя система передачи стандарта DVB-T показала возможность использования для вещания на мобильные терминалы, носимому терминалу (являющемуся лёгким устройством, питающимся от аккумулятора) требуется ряд особенностей обслуживающей системы передачи. Это:

- возможность работы при передвижении на большой скорости при относительном неизменном потреблении тока от аккумулятора;
- возможность непрерывного пользования системой передачи при перемещении из одной ячейки обслуживания системы в другую;
- возможность функционирования при различных ситуациях перемещения (пешеходное движение или передвижение в движущемся транспортном средстве);
- система передачи должна использовать достаточную гибкость/масштабируемость, чтобы достигнуть возможности приема программ при различных скоростях при оптимизированной излучаемой мощности передатчика;

- поскольку использование системы будет производиться во внешней окружающей среде, в условиях производимых высоких уровней искусственного шума, она должна предоставлять возможность их смягчения, уменьшения производимого дефекта;
- так как переносные терминалы стандарта DVB-H могут использоваться в различной части мира, система передачи должна предложить гибкую адаптацию к работе в различных полосах частот, с различными полосами пропускания каналов вещания.

Эти пункты стимулировали создание стандарта DVB-H в дополнение к функциям, предоставляемым системами стандарта DVB-T.

4.3. Обзор дополнительных функций, предоставляемых стандартом DVB-H

На рис. 4.1 показана функциональная блок-схема передающей части ТВ-сигналов и звукового сопровождения нескольких служб стандарта DVB-H. Функциональное назначение блоков подобно назначению блоков стандарта DVB-T и описано в главе 3.

Передача OFDM-символов дополняется режимом 4k с соответствующими опорными и TPS-сигналами. Внутренний перемежитель может использоваться как для режима 2k, так и для 4k. Сигнал TPS также передаёт информацию приемнику об использовании передачи в режимах TIME-SLICING и/или MPE-FEC. Дополнительный режим передачи 4k является интерполяцией параметров, определенных для режимов 2k и 8k. Это даёт возможность использовать дополнительную оптимизацию между площадью покрытия передатчика и устойчивым мобильным приемом, обеспечивая дополнительно гибкость планирования вещательной сети.

Внутреннее перемежение имеет следующие особенности. В режимах 2k и 4k, наряду с простым перемежением, используется глубокое символьное перемежение для достижения уменьшения влияния пакетных ошибок на качество приёма. Соответствующим образом определяются задающие параметры сигналов TPS.

Условия передачи могут быть использованы следующим образом:

- режим 8k может применяться для использования единичного передатчика и для использования в сети SFN малой, средней и большой зоны покрытия. При этом обеспечивается устой-

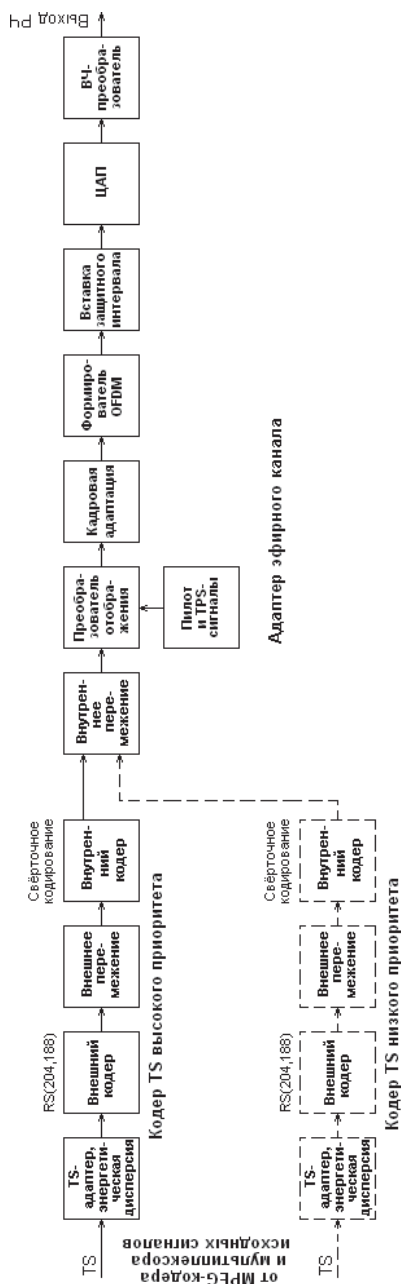


Рис. 4.1. Функциональная блок-схема модулятора стандарта DVB-H

чивая защита от эффекта Доплера, позволяющая производить устойчивый приём на высоких скоростях;

- режим 4k – для единичного передатчика и для использования в сети SFN малой, средней зоны покрытия. Устойчивый приём при этом осуществляется на очень высоких скоростях;
- режим 2k – для единичного передатчика и для использования в сети SFN маленькой зоны покрытия с устойчивым приёмом на чрезвычайно высоких скоростях.

4.4. Канальное кодирование и модуляция в стандарте DVB-H

Методы канального кодирования и модуляции в стандарте DVB-S подобны данным процессам для стандарта DVB-T, которые описаны в предыдущей главе. Ниже приводятся дополнения, принятые для использования в системах формирования сигнала стандарта DVB-H.

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

Адаптация TS, его рандомизация, а также кодирование с помощью кодов Рида-Соломона, свёрточное перемежение и внутреннее свёрточное кодирование аналогичны принятым в стандарте DVB-T и описаны в п. 3.4.1 и 3.4.2 главы 3.

Структура пакетов передаваемых данных такая же, как и в стандарте DVB-T.

4.4.2. Внутреннее перемежение

При простом перемежении в режиме 4k применяется перемежитель, предназначенный для работы в режиме 8k. Если же используется глубокое перемежение, то, как показано на рис. 4.2, перемежение применяется к четырём последовательным OFDM-символам в режиме 2k и к двум последовательным символам в режиме 4k. Когда

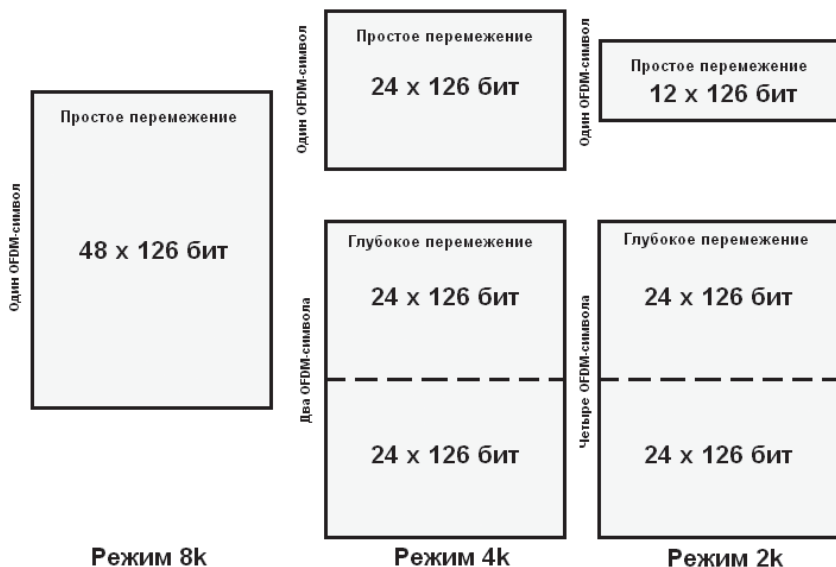


Рис. 4.2. Глубокое перемешивание для режимов 2k и 4k

устанавливается глубокое перемешивание, устанавливается соответствующий бит сигналов TPS, как указано в п. 4.6.3 и 4.6.4.

Внутренний перемежитель так же, как и в стандарте DVB-T, сначала производит битовое, а затем символьное перемешивание. Оба перемешивания осуществляются поблочно.

4.4.2.1. Перемешивание битов

Процесс перемешивания блоков описан в п. 3.4.2.1 главы 3. Процесс повторяется 24 раза за один OFDM-символ в режиме 4k. Когда используется глубокое чередование в режиме 2k или 4k, при иерархической или неиерархической передаче, процесс чередования повторяется 48 раз, обеспечивая тем самым перемешивание блоков полезной информации длиной четыре последовательных символа OFDM в режиме 2k и два – в режиме 4k.

4.4.2.2. Перемешивание символов

Процесс перемешивания символов описан в п. 3.4.2.2 главы 3. В режиме 4k перемежитель символов перегруппирует данные длиной v бит в 3024 несущие на один OFDM-символ.

Когда используется режим 4k, перемежитель символов оперирует блоками длиной 3024 символа данных. Таким образом, в режиме

4k 24 группы данных длиной 126 слов, приходящие с перемежителя битов, преобразуются последовательно в вектор $Y' = (y'0, y'1, y'2, \dots, y'3\ 023)$. Перемежённый вектор $Y = (y0, y1, y2, \dots, yN_{\max}-1)$ определяется как:

$$\begin{aligned} y_H(q) &= y'_q \text{ для чётных символов при } q = 0, \dots, N_{\max}-1; \\ y_q &= y'_H(q) \text{ для нечётных символов при } q = 0, \dots, N_{\max}-1, \end{aligned}$$

где в случае простого перемежения $N_{\max} = 3024$ в режиме 4k.

Если используется глубокое перемежение в контексте применения режима 2k или 4k, перемежитель символов оперирует блоками данных длиной 6048 символов независимо от режима. Следовательно, вектор $Y' = (y'0, y'1, y'2, \dots, y'6\ 047)$ преобразуется из 48 групп данных длиной 126 слов. Перемежённый вектор $Y = (y0, y1, y2, \dots, yN_{\max}-1)$ определяется как:

$$\begin{aligned} y_H(q) &= y'_q \text{ для чётных перемежённых векторов при } q = 0, \dots, N_{\max}-14; \\ y_q &= y'_H(q) \text{ для нечётных перемежённых векторов при } q = 0, \dots, N_{\max}-1, \end{aligned}$$

где $N_{\max} = 6048$ всегда для глубокого перемежения независимо от режима – 2k или 4k.

В режиме 2k перемежённый вектор отображается в четыре последовательных OFDM-символа. Для чётных перемежённых векторов они начинаются с символов 0, 8, 16, 24 и т. д., а для нечётных – с символов 4, 12, 20, 28 и т. д. в каждом суперкадре.

В режиме 4k перемежённый вектор отображается в два последовательных OFDM-символа. Для чётных перемежённых векторов они начинаются с символов 0, 4, 8, 12 и т. д., а для нечётных – с символов 2, 6, 10, 14 и т. д. в каждом суперкадре.

Функция перестановки $H(q)$ определяется следующим образом:

$$(N_r - 1) \text{ определено двоичным словом } R'i, \text{ с } N_r = \log_2 M_{\max},$$

где $M_{\max} = 4096$ для режима 4k, где $R'i$ принимает следующие значения:

$$\begin{aligned} i = 0,1: R'i [N_r-2, N_r-3, \dots, 1, 0] &= 0, 0, \dots, 0, 0; \\ i = 2: R'i [N_r-2, N_r-3, \dots, 1, 0] &= 0, 0, \dots, 0, 1; \\ 2 < i < M_{\max}: \{R'i = [N_r-3, N_r-4, \dots, 1, 0] &= R'i-1 [N_r-2, N_r-3, \dots, 2, 1]; \\ \text{в режиме 4k: } R'i [10] &= R'i-1 [0] \oplus R'i-1 [2]\}. \end{aligned}$$

Вектор R_i получают из вектора $R'i$ перестановкой битов, согласно данным табл. 4.1.

Таблица 4.1. Перестановка битов для режима 4k

Перестановка битов для режима 4k											
Позиция бита вектора R'i	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
Позиция бита вектора Ri	7	10	5	8	1	2	4	9	0	3	6

Схематическая блок-схема устройства, используемого для произведения алгоритма получения функции перестановки для режима 4k, представлена на рис. 4.3.

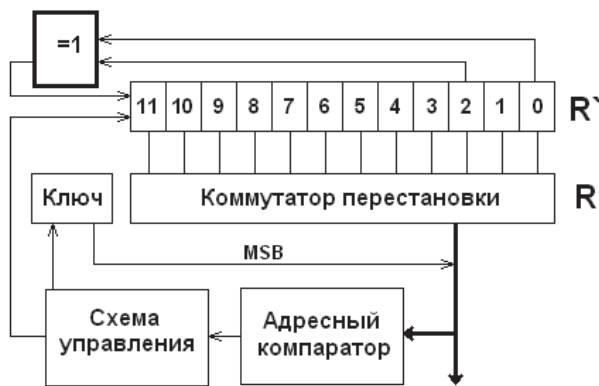


Рис. 4.3. Схема генерации адреса перемежителя символов режима 4k

4.5. Структура OFDM-кадра стандарта DVB-H

В режиме 4k каждый символ состоит из 3409 несущих с длительностью T_s . Временные и частотные параметры системы в данном режиме для четырёх допустимых значений защитного интервала и различных полос пропускания канала показаны в табл. 4.2.

Структура OFDM-кадра стандарта DVB-H аналогична структуре кадра стандарта DVB-T и описана в п. 3.5 главы 3.

В режиме 4k имеются 89 непрерывно повторяющихся пилот-сигналов, которые передаются в OFDM-кадре в позициях, указанных в табл. 4.3. Информация TPS передаётся параллельно на 34 несущие. Позиции TPS-несущих в символе OFDM показаны в табл. 4.4. При передаче сигнала DVB-H используются 37 информационных

Таблица 4.2. Параметры режима 4k для 8 МГц, 7 МГц и 6 МГц каналов

Параметр	Полоса канала														
	8 МГц				7 МГц				6 МГц						
Число несущих K	3409				3409				3409						
Число несущих K _{min}	0				0				0						
Число несущих K _{max}	3408				3408				3408						
Частотный разнос несущих 1/T _u , Гц	2232, 143				1953, 125				1674, 107						
Элементарный период T	7/64				7/56				7/48						
Длительность полезной части T _u	4096				4096				4096						
	448				512				597, 333						
Относительная длительность защитного интервала Δ/T _u	1/4	1/8	1/16	1/32	1/4	1/8	1/16	1/32	1/4	1/8	1/16	1/32			
Длительность защитного интервала Δ	элементарных пе- риодов T _o				128				128						
	мкс				256				256						
Длительность символа T _s = Δ + T _u	в числе периодов				14				14						
	T _o				4224				4224						
мкс				560				560				746, 67			
				504				504				672, 00			
				476				476				634, 67			
				576				576				616, 00			

битов, из которых задействованы 33. Оставшиеся 4 бита должны быть установлены в 0.

Таблица 4.3. Индексы несущих для непрерывно повторяющихся пилот-сигналов в режиме 4k

Позиции несущих непрерывно повторяющихся пилот-сигналов											
0	48	54	87	141	156	192	201	255	279	282	333
432	450	483	525	531	618	636	714	759	765	780	804
873	888	918	939	942	969	984	1050	1101	1107	1110	1791
1140	1146	1206	1269	1323	1377	1491	1683	1704	1752	1758	1791
1845	1860	1896	1905	1959	1983	1986	2037	2136	2154	2187	2229
2235	2322	2340	2418	2463	2469	2484	2508	2577	2592	2622	2643
2646	2673	2688	2754	2805	2811	2814	2841	2844	2850	2910	2973
3027	3081	3195	3387	3408							

Таблица 4.4. Индексы TPS-несущих в режиме 4k

Позиции TPS-несущих											
34	50	209	346	413	569	595	688	790	901	1073	1219
1262	1286	1469	1594	1687	1738	1754	1913	2050	2117	2273	2299
2392	2494	2605	2777	2923	2966	2990	3173	3298	3391		

4.6. Формат передачи данных TPS

Информация о параметре передаваемой передачи должна быть определена согласно табл. 4.5.

Таблица 4.5. Информация TPS и её формат

Номер бита	Формат	Назначение/Содержание
s0	См. п. 3.6.1.1	Инициализация
s1...s16	0011010111101110 или 1100101000010001	Слово синхронизации
s17...s22	См. п. 4.6.1	Индикатор продолжительности
s23, s24	См. п. 3.6.1.2	Номер кадра
s25, s26	См. п. 3.6.1.2	Конstellация
s27...s29	См. п. 4.6.2	Информация об иерархичности передачи
s30...s32	См. п. 3.6.1.3	Показатель скорости свёрточного кода для HP-потoka
s33...s35	См. п. 3.6.1.3	Показатель скорости свёрточного кода для LP-потoka

Таблица 4.5 (окончание)

Номер бита	Формат	Назначение/Содержание
s36, s37	См. п. 3.6.1.3	Защитный интервал
s38, s39	См. п. 4.6.3	Режим передачи
s40...s47	См. п. 3.6.1.4 (табл. 3.8)	Идентификатор ячейки
s48, s49	См. п. 4.6.4	Сигнализация DVB-H
s50...s53	Все установлены в «0»	Зарезервированы
s54...s57	См. п. 3.6.1.5	Для коррекции и исправления ошибок

Положение каждого из параметров передачи: параметры покрытия режима 4k, глубина внутреннего перемежения, временного квантования и режима MPE-FEC – показаны в п. 4.6.1.1–4.6.1.3. Левый старший значащий бит передаётся первым.

4.6.1. Информация TPS об инициализации, синхронизации и индикаторе продолжительности данных

Информация об инициализации и синхронизации описана в п. 3.6.1.1 главы 3. Биты s17...s22 TPS используются в качестве индикатора длины TPS для сигнализации числа используемых бит TPS. Если установлен флаг передачи стандарта DVB-H (см. п. 4.6.4), передаётся действительная информация об идентификации ячейки. При этом величина индикатора длины TPS принимает значение «100001» (используются 33 бита TPS).

4.6.2. Информация TPS о номере кадра, созвездии несущих, иерархичности передачи и перемежении данных

Информация о номере кадра и созвездии несущих передачи DVB-H описана в п. 3.6.1.2 главы 3.

Биты s27...s29 используются для передачи информации о перемежении, а также иерархичности передачи.

Использование типа перемежения в режимах 2k или 4k отражается битом s27. Бит несёт следующую информацию:

- 0 – простое перемежение;
- 1 – глубокое перемежение.

Когда используется режим 8k, то применяется только простое перемежение.

Созвездия несущих QAM, которые используют различные значения α , показаны на рис. 3.6, 3.7.

Иерархичность передачи и, следовательно, величина α отражаются битами s28, s29:

- 00 – неиерархическая передача;
- 01 – $\alpha = 1$;
- 10 – $\alpha = 2$;
- 11 – $\alpha = 4$.

4.6.3. Информация TPS о кодовом показателе внутреннего кодирования, защитном интервале, режиме передачи данных и идентификации ячеек

Информация о кодовом показателе внутреннего кодирования и защитном интервале передачи DVB-H описана в п. 3.6.1.2 главы 3.

Два бита s38, s39 используются, чтобы сигнализировать режим передачи (2k, 4k или 8k):

- 00 – режим 2k;
- 01 – режим 8k;
- 10 – режим 4k;
- 11 – зарезервировано.

Информация об идентификации ячеек передачи DVB-H описана в п. 3.6.1.4 главы 3.

4.6.4. Информация TPS о передаче DVB-H

Биты s48 и s49 используются для указания на то, что производится передача стандарта DVB-H. При этом они несут следующую информацию:

- 0x – временное квантование не используется;
- 1x – по крайней мере, один элементарный поток использует временное квантование;
- x0 – MPE-FEC не использовано;
- x1 – по крайней мере, один элементарный поток использует MPE-FEC.

В случае иерархической передачи значения битов s48 и s49 изменяются в зависимости от чётности OFDM-кадра следующим образом. Когда принимаются 1-й и 3-й OFDM-кадры каждого суперкадра, передача сигналов DVB-H должна быть интерпретирована как

передача НР-потока в соответствии с установленными значениями s_{48} и s_{49} . Когда принимаются 2-й и 4-й OFDM-кадры каждого суперкадра, передача сигналов DVB-H должна быть интерпретирована как передача LP-потока в соответствии с установленными значениями s_{48} и s_{49} .

4.6.5. Защита от ошибок сигнала данных TPS

Информация о защите от ошибок данных TPS-передачи DVB-H описана в п. 3.6.1.5 главы 3.

4.7. Количество RS-пакетов в одном суперкадре и используемая скорость потока в стандарте DVB-H

Количество RS-пакетов в OFDM-суперкадре для режимов передачи 4k показано в табл. 4.6. Информация для режимов 2k и 8k дана в табл. 3.10 главы 3.

Таблица 4.6. Количество 204-байтных пакетов Рида-Соломона в OFDM-суперкадре для всех комбинаций значений показателя скорости свёрточного кода и видов модуляции

Показатель скорости свёрточного кода	QPSK	16-QAM	64-QAM
	режим 4k		
1/2	504	1008	1512
2/3	672	1344	2016
3/4	756	1512	2268
5/6	840	1680	2520
7/8	882	1764	2646

Полезная скорость потока не зависима от режима передачи. Для каналов полосой 6, 7 и 8 МГц её величина дана в табл. 3.19, 3.21 и 3.9 соответственно. Для иерархических схем передачи данные полезной скорости потока могут быть получены из указанных таблиц следующим образом:

- поток НР: числа из колонок QPSK;
- поток LP, 16-QAM: числа из колонок QPSK;
- поток LP, 64-QAM: числа из колонок 16-QAM.

4.7. Спектр и спектральные характеристики выходного сигнала стандарта DVB-H

Спектральная плотность не постоянна в пределах номинальной полосы пропускания 7,609 375 МГц для режима 4k. Теоретический спектр сигнала передачи DVB-H для канала 8 МГц показан на рис. 4.4.

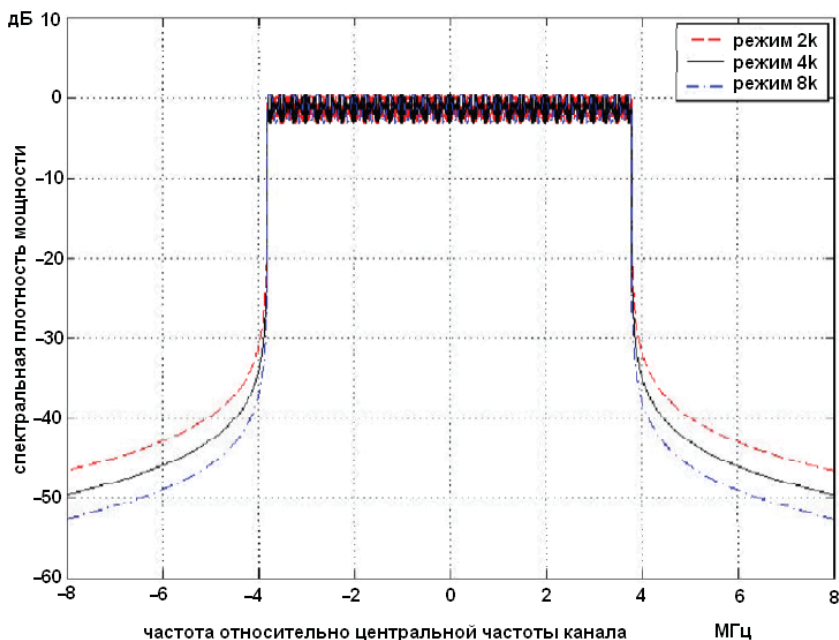


Рис. 4.4. Теоретический спектр сигнала DVB-T для канала 8 МГц
(защитный интервал $\Delta = T_u/4$)

4.8. Концепция построения демодулятора приёмной части стандарта DVB-H

Функциональная блок-схема приёмного устройства стандарта DVB-H аналогична приёмному устройству стандарта DVB-T и описана в п. 3.16 главы 3.

1	Стандарт спутникового цифрового ТВ ETSI EN 300 421 V1.1.2 (DVB-S)	17
2	Стандарт спутникового цифрового ТВ ETSI EN 300 429 V1.2.1 (DVB-C)	36
3	Стандарт эфирного наземного цифрового ТВ ETSI EN 300 744 V1.6.1 (DVB-T)	47
4	Стандарт наземного мобильного цифрового ТВ (DVB-H, приложение стандарта ETSI EN 300 744 V1.6.1)	98

5 Стандарт ETSI EN 301 210 V1.1.1 (DVB-DSNG)

6	Стандарт спецификации потоков сервисной информации ETSI EN 300 468 V1.9.1 (DVB-SI)	141
7	Стандарт передачи мегакадров для синхронизации DVB SFN-сети ETSI TS 101 191 V1.4.1	290

5.1. Общие сведения о системе DVB-DSNG

Создание радиокомпонентов, позволяющих осуществлять демодуляцию сложных модулированных сигналов и обрабатывать в реальном времени скоростные потоки данных, привело к возможности создания улучшенной системы цифрового СТВ-вещания, позволившей увеличить пропускную способность спутниковых транспондеров и предоставившей возможность вещателю передавать через выделенные каналы связи увеличенный объем информации.

В данной главе описываются системы кодирования и модуляции несущей спутникового канала связи стандарта ETSI EN 300 210 [7], именуемого цифровой спутниковой системой сбора новостей DVB-DSNG (Digital Satellite News Gathering), принятого в окончательном варианте в марте 1999 года.

Согласно рекомендации SNG.770-1 [8], SNG определена как «Нерегулярная передача с коротким сеансом ТВ-изображения и звукового сопровождения в целях телерадиовещания при помощи портативных и транспортабельных передающих наземных станций». Оборудование должно позволять передачу на спутник видеопрограмм (или программы) с ее связанным сигналом звукового сопровождения.

Дополнительно должна существовать возможность обеспечения двухсторонней координации (коммуникации) процесса передачи и обмена данных, согласно рекомендации стандарта EN 301 222 [9]. Оборудование стандарта должно быть адаптированным к тому, чтобы оно могло по мере необходимости быть настроенным и управляемым специально обученным персоналом, состоящим из не более двух человек в течение очень короткого промежутка времени.

По возможности должна быть доступна возможность обратного контроля переданного сигнала в передающем терминале для обеспечения помощи в настройке антенны передатчика. Применение распределительных сетей спутникового цифрового ТВ данного стандарта может производиться по принципу двухточечных схем или системы передачи точка – множество точек. При этом должно соблюдаться условие передачи сигнала от источника сигнала к потребителю при его недоступности для его получения широкой публике.

Несмотря на то что в подобных применениях предусмотрена передача единственной ТВ-службы, гибкость мультимплексированного TS позволяет предоставлять в рамках данной службы мультипро-

граммную телевизионную услугу со связанным звуком, включая каналы звука с комментариями, а также каналы информационной службы. При этом многократные сервисные компоненты уплотняются по временному базису TDM на одиночной цифровой несущей.

Одновременно с этим максимально сохраняется общность со стандартом EN 300 421, описанным в главе 1. В частности, остаются идентичными процессы транспортного мультиплексирования TS [2], рандомизация для энергетической дисперсии, связанная стратегия защиты от ошибок, основанная на кодировании Рида-Соломона, свёрточном перемежении и внутреннем свёрточном кодировании.

Описываемый стандарт объединяет (как подмножество) формат передачи, определенный стандартом EN 300 421, основанный на модуляции QPSK, и подходящие для услуг DSNG, так же как для других применений спутникового цифрового вещания. При этом в стандарт также включены другие форматы (п. 5.9), являющиеся дополнительными в рамках рассматриваемого стандарта. Это восьмифазная манипуляция 8-PSK (Eight Phase Shift Keying) и 16-позиционная квадратурная амплитудная модуляция 16-QAM передаваемых данных. Эти дополнительные способы могут быть очень эффективными в определенных приложениях спутниковой передачи, значительно увеличивающими пропускную способность канала связи.

Имея в виду высокую спектральную эффективность режимов модуляций 8-PSK и 16-QAM, нужно учитывать следующие факторы условия передачи сигнала с их помощью:

- они требуют повышения уровня эквивалентной изотропной излучаемой мощности EIRP (Equivalent Isotropic Radiated Power) и/или диаметра антенны ввиду внутренней чувствительности режимов к вносимым шумам и интерференции;
- они более чувствительны к линейным и нелинейным искажениям (в особенности 16-QAM) и не могут использоваться в транспондерах, работающих в режиме, близком к насыщенному;
- они более чувствительны к фазовому шуму, особенно при низких показателях скорости символов, что делает необходимым применение высококачественных конверторов – преобразователей частоты (п. 5.11);
- схемы модуляции/кодирования не являются вращательно-инвариантными, а «замирание цикличности» и «потеря фазы» сигнала в цепи связи могут привести к прерыванию передачи и обслуживания в целом. Поэтому узлы преобразования частоты и восстановления несущей сигнала системы должны

быть разработаны так, чтобы в них исключалась возможность указанных нарушений передачи сигнала.

Система описываемого стандарта пригодна в эксплуатации с транспондерами с различной полосой пропускания. Она также подходит для использования в различных режимах передачи: множество программ на одной несущей MCPC (Multi Channel Per Carrier) и одна программа на одной несущей SCPC (Single Carrier Per Channel) с уплотнением по частотному базису FDM (Frequency Division Multiplexed). В п. 5.11 даются возможные примеры применения системы.

Используемые модуляции 8-PSK и 16-QAM были опробованы в эксплуатации описываемой системы и впоследствии легли в основу системы цифрового спутникового ТВ-вещания второго поколения DVB-S2.

В настоящей главе даны:

- 1) основное описание системы DVB-DSNG;
- 2) спецификация цифровой модуляции сигналов для обеспечения совместимости между оборудованием, производимым различными изготовителями. Данное положение достигнуто благодаря детализации принципов обработки сигналов на стороне модулятора. Принципы построения приёмной части оставлены открытыми и предусматривают использование произвольных решений производителем приёмного оборудования, оставленным на его усмотрение (однако некоторые аспекты приёма сигнала данной системы, описываемые в этом документе, являются нормативными);
- 3) идентификация основных эксплуатационных требований и особенностей системы для достижения целей наивысшего качества обслуживания пользователя.

5.2. Описание системы DVB-DSNG

Система определена как функциональный блок оборудования, выполняющий адаптацию цифровых сигналов мультиплексированного MPEG-2 TS-потока [2] в спутниковый радиочастотный канал. Система разработана для поддержки передачи данных, кодированных согласно ISO/IEC 13818 [2], ETSI TR 101 154 [10]. Кадры, передаваемые системой, синхронизированы мультиплексированными пакетами TS MPEG-2. Система использует QPSK-модуляцию и дополнительно режимы 8-PSK и 16-QAM модуляции (п. 5.9) в

сочетании со свёрточным и RS-кодированием. Для режимов 8-PSK и 16-QAM модуляции используется «эмпирическое» решётчатое (треллисное) кодирование для оптимизации свёрточного кодирования, определённого в стандарте EN 300 421 (глава 1), что позволяет гибко оптимизировать работу системы для имеющейся в распоряжении вещателя полосы пропускания транспондера (п. 5.11).

Цифровая передача через спутник может быть ограничена по мощности. Поэтому для борьбы с шумами и интерференцией в каналах связи первой задачей является повышение эффективности заполнения выделенной полосы частот РЧ-сигнала.

С другой стороны, когда доступны большие уровни мощности передаваемого транспондером сигнала, эффективность используемой полосы частот может быть увеличена для уменьшения конечной стоимости аренды спутниковых ретрансляторов. Поэтому система предоставляет множество режимов передачи (помехозащищающее кодирование и модуляции), давая тем самым различные компромиссные результаты между используемой мощностью передатчиков ретранслирующей системы и спектральной эффективностью. Для определенных приложений некоторые режимы модуляции (QPSK и 8-PSK) благодаря их квазипостоянной огибающей подходят для работы со спутниковыми усилителями мощности в режиме насыщения (в конфигурации одна несущая на транспондер). Все режимы модуляций (включая 16-QAM) могут успешно использоваться в квазилинейных спутниковых каналах в приложениях с FDM.

5.3. Архитектура и конфигурация системы DVB-DSNG

Функциональная блок-схема передающей части ТВ-сигнала и звукового сопровождения стандарта DVB-DSNG показана на рис. 5.1. Система определена как преобразователь выходного сигнала с TS-мультиплексора MPEG-2 [2] в спутниковый радиочастотный канал. Данный процесс включает в себе следующие этапы:

- адаптация транспортного потока (TS) и рандомизация для энергетической дисперсии, осуществляемая так же, как в стандарте EN 300 421 (глава 1);
- внешнее канальное кодирование (с помощью кодов Рида-Соломона) согласно стандарту EN 300 421;
- свёрточное перемежение согласно стандарту EN 300 421;

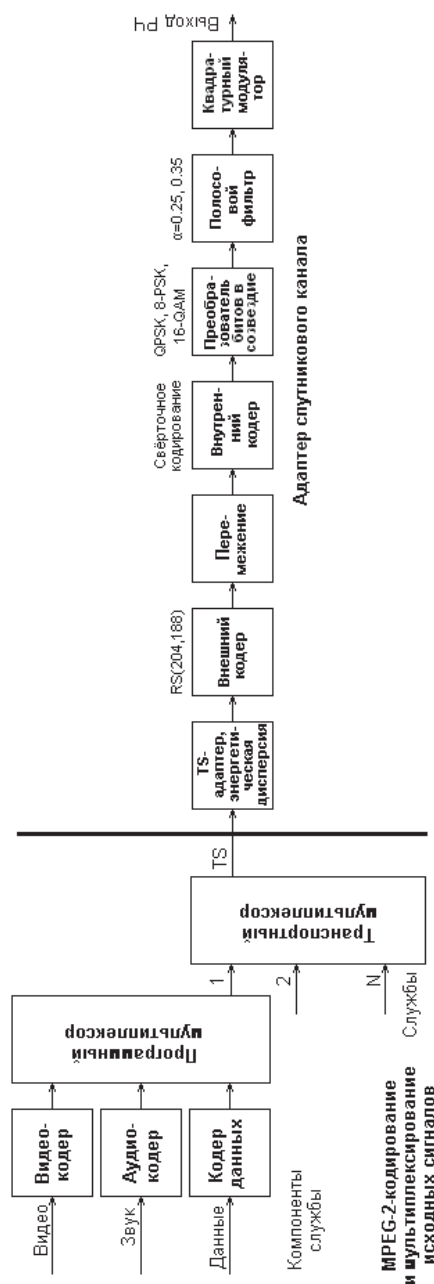


Рис. 5.1. Функциональная блок-схема DVB-DSNG-модулятора

- внутреннее канальное кодирование:
 - выколотое свёрточное кодирование для схемы QPSK согласно стандарту EN 300 421;
 - «эмпирическое» решётчатое (треллисное) кодирование, связанное со схемами 8-PSK и 16-QAM (дополнительно);
- преобразование битов в созвездия несущих:
 - QPSK согласно стандарту EN 300 421;
 - 8-PSK (дополнительно);
 - 16-QAM (дополнительно);
- полосовая фильтрация для модуляции. Формирование основной полосы частот сформированного с помощью косинусного фильтра с квадратнокоренным подъёмом и коэффициентом скругления α :
 - 0,35 согласно стандарту EN 300 421 для QPSK, 8-PSK и 16-QAM;
 - 0,25 дополнительно для 8-PSK и 16-QAM модуляций;
 - квадратурная QPSK-модуляция согласно стандарту EN 300 421.

Если полученный сигнал превышает соотношение сигнал/шум C/N и порог C/I , система коррекции ошибок, использованная в системе, обеспечивает QEF (Quasi-Error-Free) квазибезошибочный приём информации с уровнем ошибок, не превышающим заданного граничного значения. QEF предусматривает менее чем один неисправленный ошибочный случай за один час передачи, соответствующая вероятности ошибки на бит $BER = 10^{-10} \dots 10^{-11}$ на входе MPEG-2 TS-демультиплексора.

5.4. Адаптация к характеристикам спутниковых транспондеров.

Входные/выходные интерфейсы модуляторов/демодуляторов стандарта DVB-DSNG

Символьная скорость передаваемых данных TS-потока должна быть подобрана к особенностям транспондера и, в случае использования множества несущих на транспондер (FDM), к принятому Всемирному частотному плану. Примеры возможного применения системы даны в п. 5.11.

Система DVB-DSNG использует интерфейсы связи, приведённые в табл. 5.1 для связи модуляторов и демодуляторов с источниками и потребителями сигналов в составе передатчика и приёмника цифрового сигнала.

Таблица 5.1. Интерфейсы стандарта DVB-DSNG

Устройство	Интерфейс	Тип интерфейса	Связь
Передающая станция (DVB-DSNG-модулятор)	Вход	Мультиплексированный MPEG-2 TS-поток [2] (прим. 1)	От MPEG-2-мультиплексора
	Выход	70/140 МГц ПЧ, L-диапазон ПЧ, РЧ (прим. 2)	К выходному РЧ-преобразователю
Приёмник (DVB-DSNG-демодулятор)	Вход	70/140 МГц ПЧ, L-диапазон ПЧ	От входного РЧ-преобразователя
	Выход	Мультиплексированный MPEG-2 TS-поток [2] (прим. 1)	К MPEG-2-демультиплексору

Примечания. 1. Для совместимости передачи через интерфейс ASI (Asynchronous Serial Interface) с 188-байтовым форматом рекомендуется получение данных в пакетном режиме (байты регулярно распределены в течение длительного времени).

2. ПЧ 70 МГц может быть ограничена на максимальном уровне символьной скорости.

5.5. Спецификация подсистем стандарта DVB-DSNG

Подсистемы стандарта DVB-DSNG выполняют функции адаптации TS-потока, рандомизации для энергетической дисперсии, внешнего канального кодирования, внешнего свёрточного перемежения, кадрирования. Эти функции являются общими для всех режимов модуляции. Для QPSK-модуляции осуществляются внутреннее выколотое свёрточное кодирование с преобразованием полученных битов в созвездия несущих и полосовая фильтрация. В режимах 8-PSK и 16-QAM используются решётчатое (треллисное) кодирование, преобразование битов в созвездия несущих, полосовая фильтрация и модуляция.

5.5.1. Адаптация транспортного потока (TS), рандомизация для энергетической дисперсии. Внешнее канальное кодирование (с помощью кодов Рида-Соломона) и внешнее свёрточное перемежение. Кадрирование

Входные пакеты TS-потока во всех режимах модуляции подвергаются адаптации, рандомизации для обеспечения энергетической дис-

персии (рис. 5.1). Затем поток TS подвергается кодированию Рида-Соломона RS (204, 188, $T = 8$), а также внешнему перемежению и кадрированию.

Адаптация TS, его рандомизация, а также кодирование с помощью кодов Рида-Соломона, свёрточное перемежение и кадрирование аналогичны принятым в стандарте DVB-S и описаны в п. 1.5.1 и 1.5.2 главы 1.

Структура пакетов передаваемых данных такая же, как и в стандарте DVB-S (рис. 1.5).

5.5.2. Внутреннее выколотое свёрточное кодирование, преобразование битов в созвездие несущих, полосовая фильтрация в режиме QPSK-модуляции

Внутреннее канальное кодирование основано на выколоте свёрточном кодировании и аналогично используемому свёрточному кодированию в стандарте DVB-S, описанному в п. 1.5.3 главы 1. Скорость кодирования, помимо основного значения $1/2$, может принимать значения $2/3$, $3/4$, $5/6$ и $7/8$. Это позволяет получить оптимальный уровень коррекции ошибок применительно к конкретным параметрам выходного транслируемого цифрового сигнала, техническим параметрам спутникового транспондера.

Полосовая фильтрация осуществляется после внутреннего канального кодирования, аналогична принятой в стандарте DVB-S и описана, соответственно, в п. 1.6 главы 1 (рис. 1.9). Там же описывается процесс преобразования битов в созвездие несущих QPSK-модуляции. При применении к I- и Q-составляющим нормализационного фактора $1/\sqrt{2}$ соответствующая средняя энергия за символ равна 1.

5.5.3. Внутреннее «эмпирическое» решётчатое (треллисное) кодирование в режимах 8-PSK и 16-QAM модуляций

Схему внутреннего кодирования производят схемы эмпирических треллисных кодеров-модуляторов TCM (Trellis Coded Modulations [11, 12], которые являются расширением метода внутреннего выколотого свёрточного кодирования, принятого в EN 300 421 (п. 1.5.3).

Эмпирическое решётчатое кодирование производится принципиальной схемой, показанной на рис. 5.2, согласно табл. 5.2 и 5.3.

Поток байтов в параллельном виде (P0...P7, рис. 5.2) с выхода свёрточного перемежителя передаётся на преобразователь параллельного потока в параллельный P/P, который должен делить входные биты на две ветви, формат потоков которых зависит от выбранного режима модуляции/способа внутреннего кодирования.

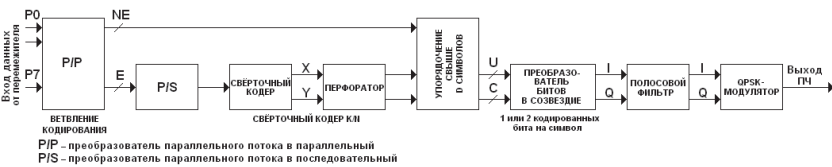


Рис. 5.2. Принцип работы внутреннего решётчатого кодера

Таблица 5.2. Преобразование параллельного потока в параллельный P/P

Режим	Вход байт P								Выход
	последний							первый	
QPSK	A0	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	E1
8-PSK 2/3	B0	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	NE1
	A0	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	E1
8-PSK 5/6	G3	G7	F3	F7	D3	D7	B3	B7	NE4
	G2	G6	F2	F6	D2	D6	B2	B6	NE3
	G1	G5	F1	F5	D1	D5	B1	B5	NE2
	G0	G4	F0	F4	D0	D4	B0	B4	NE1
	A0	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	E1
8-PSK 8/9					F5	F7	B1	B7	NE6
					F4	F6	B0	B6	NE5
					F3	D3	D7	B5	NE4
					F2	D2	D6	B4	NE3
					F1	D1	D5	B3	NE2
					F0	D0	D4	B2	NE1
					A1	A3	A5	A7	E2
					A0	A2	A4	A6	E1
16-QAM 3/4	D1	D3	D5	D7	B1	B3	B5	B7	NE2
	D0	D2	D4	D6	B0	B2	B4	B6	NE1
	A0	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	E1
16-QAM 7/8	L3	L7	G3	G7	D3	D7	B3	B7	NE4
	L2	L6	G2	G6	D2	D6	B2	B6	NE3
	L1	L5	G1	G5	D1	D5	B1	B5	NE2
	L0	L4	G0	G4	D0	D4	B0	B4	NE1
	H2	H5	F0	F3	F6	A1	A4	A7	E3
	H1	H4	H7	F2	F5	A0	A3	A6	E2
	H0	H3	H6	F1	F4	F7	A2	A5	E1

Таблица 5.3. Определение перфорирования и упорядочивание символов

Режим	Вход				Выход
	Последний символ			Первый символ	
QPSK 1/2				Y1	C2
				X1	C1
QPSK 2/3		Y4	X3	Y1	C2
		Y3	Y2	X1	C1
QPSK 3/4			X3	Y1	C2
			Y2	X1	C1
QPSK 5/6		X5	X3	Y1	C2
		Y4	Y2	X1	C1
QPSK 7/8	X7	X5	Y3	Y1	C2
	Y6	Y4	Y2	X1	C1
8-PSK 2/3				NE1	U1
				Y1	C2
				X1	C1
8-PSK 5/6			NE2	NE4	U2
			NE1	NE3	U1
			Y1	X1	C1
8-PSK 8/9		NE2	NE4	NE6	U2
		NE1	NE3	NE5	U1
		Y2	Y1	X1	C1
16-QAM 3/4				NE2	U2
				NE1	U1
				Y1	C2
				X1	C1
16-QAM 7/8			NE2	NE4	U2
			NE1	NE3	U1
			X3	Y1	C2
			Y2	X1	C1

Схемы конвертеров параллельного потока в параллельный Р/Р были выбраны для того, чтобы уменьшить в среднем уровень ошибок байтов на входе декодера Рида-Соломона в приёмнике (высокую плотность битовых ошибок в байтах). Поэтому вероятность ошибки на бит (BER) после исправления в декодере RS уменьшена. Кроме того, синхронизирующие байты MPEG регулярно подвергаются свёрточному кодированию.

Конвертер Р/Р синхронизирован синхробайтами MPEG: нормальной формы 47h или инвертированным B8h, – регулярно по-

являющимися в байте А (табл. 5.2). Когда передаётся синхробайт MPEG 47h, байт должен быть кодирован следующим образом: $A = (A7, \dots, A0) = 01000111$.

Сигналы незакодированного потока NE должны пройти через блок упорядочения символа, а последовательность сигналов U должна быть передана в модулированном символе. Эти биты производят параллельные переходы в решётчатом коде, защищенном большим евклидовым расстоянием в сигнальном пространстве (п. 5.5.4). Сигнал E в кодируемой ветви должен быть обработан перфорирующим свёрточным кодером, функционирующим согласно стандарту EN 300 421 (п. 1.5.3). Полученные биты также должны пройти блок упорядочивания символа, и последовательность сигналов C должна быть передана в модулированном символе.

Определенная схема кодирования для каждой диаграммы созвездий и скорости свёрточного кода должна следовать спецификации, данной в п. 5.5.4.1–5.5.4.3. Эмпирические решётчатые коды характеризуются количеством закодированных битов на символ cCBPS (Coded Bits Per Symbol), где $c = 1$ или 2. Схемы с 1CBPS требуют более низкой скорости обработки TCM-декодера, по сравнению со схемами 2CBPS. Выбор осуществляется в условиях наилучшей работы в присутствии шумов AWGN.

Режимы QPSK-модуляции, описанные в п. 5.5.1 и 5.5.2, могут быть произведены схемой TCM (рис. 5.2) без использования битов незакодированного потока.

Входное преобразование параллельного потока в параллельный определено табл. 5.2. Входные байты **P** = (P7, ..., P0) взяты из последовательности **A** (первая), **B, D, F, G, H, L** (последняя) (буквы **C, E, I, J, K** не используются, поскольку применены в других частях описания системы). Для QPSK-модуляции конвертер P/P работает в режиме обхода, при этом функционирует лишь последующий конвертер параллельного потока в последовательный (P/S).

Конвертер параллельного потока в последовательный (рис. 5.2) должен сформировать сначала бит E, ассоциированный с самым высоким индексом. Конвертер и свёрточный кодер не должны вносить относительную задержку между ветвями, передающими кодированный и незакодированный потоки. То есть тактовая синхронизация между ветвями, как обозначено в табл. 5.3, должна быть сохранена. Выкалывание (перфорирование) и функции упорядочения символа должны следовать определению, данному в табл. 5.3.

5.5.4. Преобразование битов в созвездия несущих для режимов модуляции 8-PSK и 16-QAM

Преобразование битов в созвездия несущих выполняется посредством связи m входных битов m (U , C , рис. 5.2) с передачей вектора в сигнальное пространство Гилберта, принадлежащее выбранному созвездию несущих. При этом возможно получение созвездий 8-PSK (при $m = 3$ бита) и 16-QAM (при $m = 4$ бита). Оптимальное отображение закодированных и незакодированных битов в созвездии отличается в случаях использования схем 1CBPS или 2CBPS. Представление каждого вектора в декартовых координатах будет обозначено I - и Q -компонентами (то есть совпадающей по фазе и квадратурной компонентами).

5.5.4.1. Внутреннее кодирование и созвездие несущих для режима 8-PSK 2/3 (2CBPS)

Для режима модуляции 8-PSK с показателем скорости свёрточного кода $2/3$ внутреннее кодирование выполняется согласно схеме, показанной на рис. 5.3.

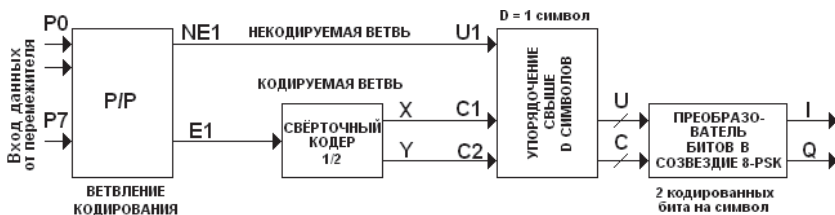


Рис. 5.3. Принцип внутреннего кодирования для режима 8-PSK с показателем скорости свёрточного кода $2/3$ и 2CBPS

Для показателя скорости свёрточного кода $2/3$ преобразование битов в 8-PSK созвездие несущих должно выполняться как на рис. 5.4. Если коэффициент нормализации $1/\sqrt{2}$ применяется к I - и Q -компонентам, соответствующая средняя передаваемая энергия за символ равна 1.

5.5.4.2. Внутреннее кодирование и созвездие несущих для режима 8-PSK 5/6 и 8/9 (1CBPS)

Для режима модуляции 8-PSK с показателем скорости свёрточного кода $5/6$ внутреннее кодирование выполняется согласно схеме, показанной на рис. 5.5.

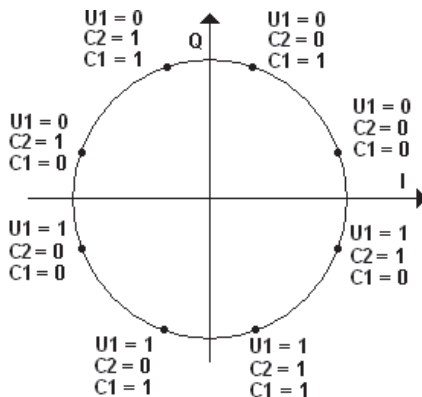


Рис. 5.4. Преобразование битов
в созвездие 8-PSK
с показателем скорости
свёрточного кода 2/3 (2CBPS)

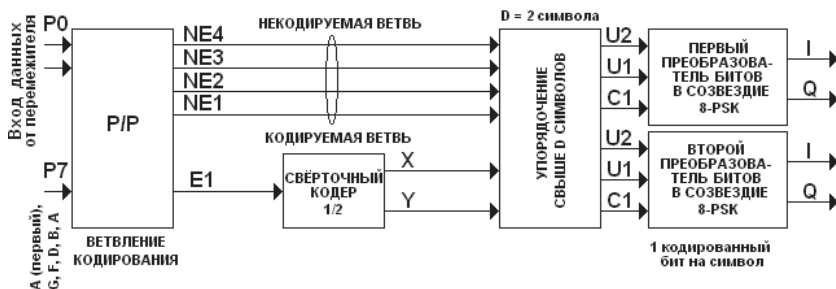


Рис. 5.5. Принцип внутреннего кодирования для режима 8-PSK
с показателем скорости свёрточного кода 5/6 и 1CBPS

Для режима модуляции 8-PSK с показателем скорости свёрточного кода 8/9 внутреннее кодирование выполняется согласно схеме, показанной на рис. 5.6.

Для режима 8-PSK с показателем скорости свёрточного кода 8/9 время преобразования P/S конвертера и свёрточного кодера вычисляется согласно схеме, показанной на рис. 5.7.

Для показателей скорости свёрточного кода 5/6 и 8/9 преобразование битов в 8-PSK созвездие несущих должно выполняться согласно рис. 5.8. Если коэффициент нормализации $1/\sqrt{2}$ применяется к I- и Q-компонентам, соответствующая средняя передаваемая энергия за символ равна 1.

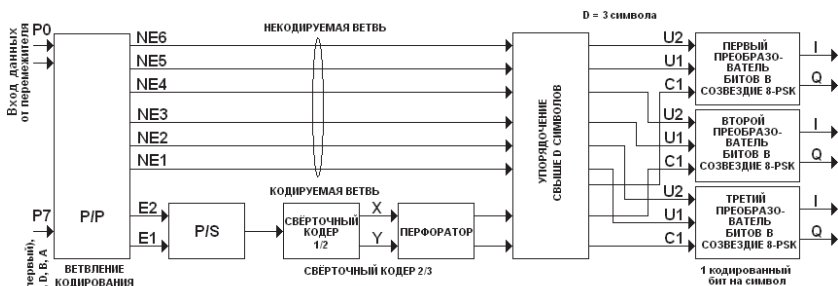


Рис. 5.6. Принцип внутреннего кодирования для режима 8-PSK с показателем скорости свёрточного кода 8/9 и 1CBPS



Рис. 5.7. Временное соотношение входных/выходных сигналов P/S-конвертера и свёрточного кодера для режима 8-PSK 5/6 (1CBPS)

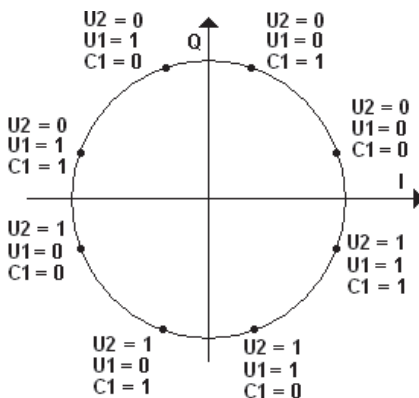


Рис. 5.8. Преобразование битов в созвездие 8-PSK для показателей скорости свёрточного кода 5/6 и 8/9 (1CBPS)

5.5.4.3. Внутреннее кодирование и созвездие несущих для режима 16-QAM 3/4 и 7/8 (2CBPS)

Режим модуляции 16-QAM наиболее подходит для квазилинейных спутниковых транспондеров. Для режима 16-QAM с показателем скорости свёрточного кода 3/4 внутреннее кодирование выполняется по схеме, показанной на рис. 5.9.

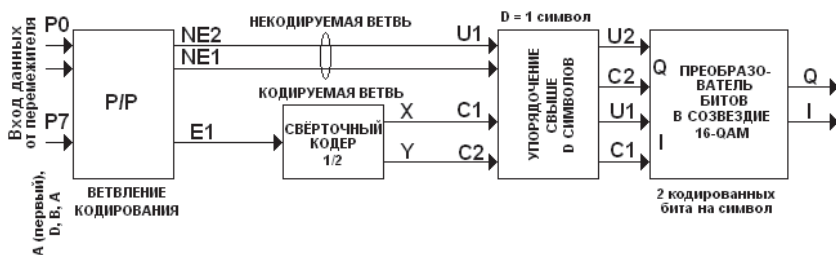


Рис. 5.9. Принцип внутреннего кодирования для режима 16-QAM с показателем скорости свёрточного кода 3/4 и 2CBPS

Для режима 16-QAM с показателем скорости свёрточного кода 7/8 внутреннее кодирование выполняется по схеме, показанной на рис. 5.10.

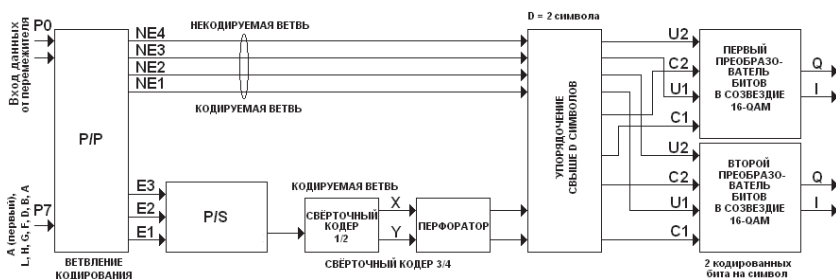


Рис. 5.10. Принцип внутреннего кодирования для режима 16-QAM с показателем скорости свёрточного кода 7/8 и 2CBPS

Для режима 16-QAM с показателем скорости свёрточного кода 7/8 время преобразования P/S-конвертера и свёрточного кодера вычисляется согласно схеме, показанной на рис. 5.11.

Для показателей скорости свёрточного кода 3/4 и 7/8 преобразование битов в 16-QAM созвездие несущих должно выполняться согласно рис. 5.12. Если коэффициент нормализации $1/\sqrt{2}$ применяется к I- и Q-компонентам, соответствующая средняя передаваемая энергия за символ равна 1.

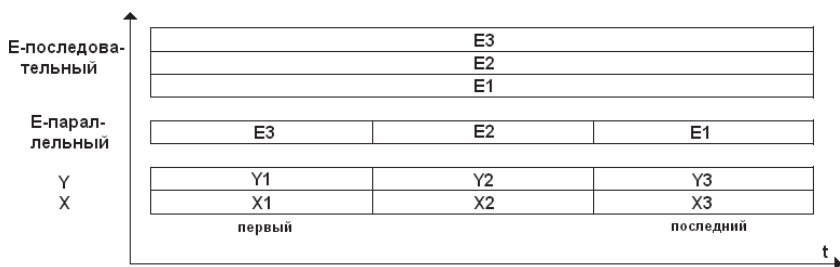


Рис. 5.11. Временное соотношение входных/выходных сигналов P/S-конвертера и свёрточного кодера для режима 16-QAM 7/8 (2CBPS)

5.5.5. Полосовая фильтрация и модуляция для режимов 8-PSK и 16-QAM

Перед модуляцией сигналов I и Q (математически представленных посредством последовательности дельта-функций Дирака, умноженных на амплитуды I и Q, определённые интервалами длительности символов $T_s = 1/R_s$) осуществляется полосовая фильтрация с помощью косинусного фильтра с квадратнокоренным подъёмом, определённого согласно формулам стандарта EN 300 421 (п. 1.6). Коэффициент скругления должен быть равен 0,35. В дополнение к $\alpha = 0,35$ для 8-PSK и 16-QAM может быть использован более узкий коэффициент скругления $\alpha = 0,25$ (п. 5.11). Требуемый спектр выходного сигнала модулятора стандарта DVB-DSNG представлен в п. 5.6.

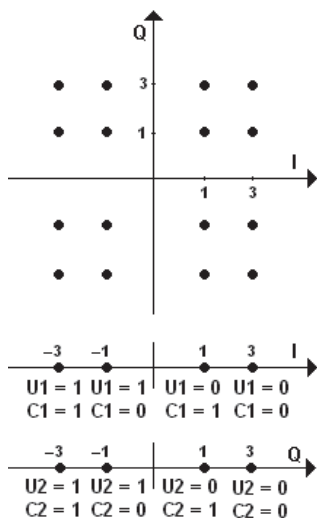


Рис. 5.12. Преобразование битов в созвездие 16-QAM с показателями скорости свёрточного кода 3/4 и 7/8 (2CBPS)

5.6. Требования к спектру сигнала на выходе модулятора

Для QPSK-модуляции спектр сигнала на выходе модулятора должен, согласно стандарту EN 300 421, соответствовать коэффициенту

скругления, равному 0,35. Для дополнительных режимов модуляций 8-PSK и 16-QAM спектр сигнала на выходе модулятора также должен соответствовать коэффициенту скругления 0,35. Дополнительно спектр сигнала может иметь более узкий коэффициент скругления, равный 0,25.

На рис. 1.11 показаны требуемый спектр выходного сигнала DVB-DSNG модулятора и характеристика выходного фильтра Найквиста модулятора, описание и спецификации которого даны в п. 1.6. Рисунок 1.12 показывает характеристику ГВЗ выходного фильтра Найквиста модулятора. Точки A...S, показанные на графиках, определены в табл. 5.4 для обоих дополнительных коэффициентов скругления. Частотная характеристика фильтра основана на предполагаемых идеальных входных дельта-импульсах функций Дирака, определённых интервалами длительности символов $T_s = 1/R_s = 1/2f_N$. В случае поступления на вход сигнала импульсов прямоугольной формы необходима дополнительная $x/\sin x$ коррекция отклика фильтра.

Таблица 5.4. Определение точек, данных на рис. 1.11 и 1.12

Точка	Частота (для $\alpha = 0,35$)	Частота (для $\alpha = 0,25$)	Относительная мощность, дБ	Групповая задержка
A	0,0fN	0,0fN	+0,25	+0,07/fN
B	0,0fN	0,0fN	-0,25	-0,07/fN
C	0,2fN	0,2fN	+0,25	+0,07/fN
D	0,2fN	0,2fN	-0,40	-0,07/fN
E	0,4fN	0,4fN	+0,25	+0,07/fN
F	0,4fN	0,4fN	-0,40	-0,07/fN
G	0,8fN	0,86fN	+0,15	+0,07/fN
H	0,8fN	0,86fN	-1,10	-0,07/fN
I	0,9fN	0,93fN	-0,50	+0,07/fN
J	1,0fN	1,0fN	-2,00	+0,07/fN
K	1,0fN	1,0fN	-4,00	-0,07/fN
L	1,2fN	1,13fN	-8,00	-
M	1,2fN	1,13fN	-11,00	-
N	1,8fN	1,60fN	-35,00	-
P	1,4fN	1,30fN	-16,00	-
Q	1,6fN	1,45fN	-24,00	-
S	2,12fN	1,83fN	-40,00	-

5.7. Требования к ограничению количества вносимых ошибок

Модем, включенный в петлю ПЧ, должен выполнять требования получения значения Eb/No при имеющемся значении BER, показанные в табл. 5.5. Примеры возможного применения системы даны в п. 5.11.

Таблица 5.5. Рабочие характеристики петли ПЧ системы DVB-DSNG

Модуляция	Показатель скорости внутреннего кода сверточного кода	Спектральная эффективность (бит/символ)	Запас для подключения модема (дБ)	Требуемое Eb/No (прим. 1) для $BER = 2 \times 10^{-4}$ после кодирования Виттерби и Рида-Соломона (прим. 2)
QPSK	1/2	0,92	0,8	4,5
	2/3	1,23	0,8	5,0
	3/4	1,38	0,8	5,5
	5/6	1,53	0,8	6,0
	7/8	1,61	0,8	6,4
8-PSK (дополнительно)	2/3	1,84	1,0	6,9
	5/6	2,30	1,4	8,9
	8/9 (прим. 3)	2,46	1,5	9,4
16-QAM (дополнительно)	3/4 (прим. 3)	2,76	1,5	9,0
	7/8	3,22	2,1	10,7

Примечания. 1. Значения Eb/No отнесены к скорости символов после TS-мультиплексора Ru (188-байтовый формат перед RS-кодированием). Поэтому берется отсчет фактора $10 \log 188/204 \approx 0,36$ дБ из-за действия внешнего кодирования Рида-Соломона и включая запас для подключения модема. Для QPSK-модуляции значения получены согласно стандарту EN 300 421. Для 8-PSK и 16-QAM модуляций запас для подключения модема, который увеличивается в результате адаптирования спектральной эффективности, даёт большую чувствительность, связанную с применением этих схем модуляции.

2. QEF предусматривает менее чем один неисправленный ошибочный случай за один час передачи на входе MPEG-2-демультиплексора приёмника. Другие вероятные ошибки могут быть определены для «качества распределения» передачи. Показатель ошибки на бит $BER = 2 \times 10^{-4}$ перед декодированием RS соответствует показателю ошибки на байт в районе $7 \times 10^{-4} \dots 2 \times 10^{-3}$ в зависимости от схемы кодирования.

3. Схема модуляции 8-PSK 8/9 подходит для спутниковых транспондеров, работающих в режиме, близком к насыщенному, в то время как схема 16-QAM 3/4 предлагает лучший спектр эффективности для квазилинейных транспондеров в конфигурации FDMA.

5.8. Настройки параметров передачи для тестов на совместимость и аварийных ситуаций

По крайней мере, один пользователь определяет установки, которые должно предоставлять оборудование DVB-DSNG, чтобы обеспечить возможность проведения тестов на совместимость оборудования и изменять настройки в чрезвычайных (аварийных) ситуациях. Эти установки должны легко выбираться в оборудовании. Таблица 5.6 показывает возможные примеры установок параметров передач, которые могут использоваться для тестов на совместимость оборудования и в аварийных ситуациях. Другие примеры могут быть получены из табл. 5.9 (п. 5.11).

Таблица 5.6. Возможные примеры установки параметров передач

МPEG-2-профиль кодирования	Скорость символов R_u после мультиплексора [Мбит/с]	Модуляция	Показатель скорости внутреннего сверточного кода	Скорость символов R_s (МБод)	Общая полоса пропускания $1,35R_s$ (МГц)
MP@ML	3,0719	QPSK	3/4	2,222	3,000
MP@ML	4,6078	QPSK	3/4	3,333	4,500
MP@ML	6,3120	QPSK	3/4	4,566	6,160
MP@ML	8,2941	QPSK	3/4	6,000	8,100
MP@ML	8,4480	QPSK	3/4	6,1113	8,250
422P@ML	21,5030	QPSK	3/4	13,3332	18,000

Примечание: для символьных скоростей точность составляет 10 ppm.

Таблицы 5.7 и 5.8 показывают установки кодирования в качестве примера для $R_u = 8,448$ Мбит/с и для $R_u = 21,5030$ Мбит/с, которые могут быть также использованы для тестов на совместимость оборудования и в аварийных ситуациях.

Таблица 5.7. Примеры установки кодирования для профиля MP@ML на скорости 8,448 Мбит/с

Компоненты	N: канала	Скорость элементарного потока ES	Кодирование	Разрешающая способность видео и частота отсчётов звукового сопровождения	
				Частота кадров видео 25 Гц	Частота кадров видео 29,97 Гц
Видео	1	7,60 Мбит/с	без задержки	720×576	720×480
Звук	1 стереопара	256 Кбит/с	MPEG-1 уровень 2	48 КГц	48 КГц
Данные	не используется	—	—	—	—
Данные VBI	не используется	—	—	—	—

Таблица 5.8. Примеры установки кодирования для профиля 422@ML на скорости 21,503 Мбит/с

Компоненты	N: канала	Скорость элементарного потока ES	Кодирование	Разрешающая способность видео и частота отсчётов звукового сопровождения	
				Частота кадров видео 25 Гц	Частота кадров видео 29,97 Гц
Видео	1	20,00 Мбит/с	без задержки	720×576	720×480
Звук	1 стереопара	384 Кбит/с	MPEG-1 уровень 2	48 КГц	48 КГц
Данные	не используется	—	—	—	—
Данные VBI	не используется	—	—	—	—

Примечания. 1. Желательно, чтобы TS-поток на входе модулятора не был скремб-лирован (отсутствие условного доступа Conditional Access).

2. I-, B- или P-типы кадров разрешены в кодированном видеопотоке.

5.9. Применение дополнительных режимов

В рамках описываемого в данной главе стандарта DVB-DSNG некоторые способы и механизмы их реализации были определены как «дополнительные». Например, решётчатое кодирование для режимов 8-PSK и 16-QAM модуляций является дополнительным.

Способы и механизмы их реализации, явно обозначенные как «дополнительные» в рамках описываемого стандарта, не обязательны для применения в оборудовании стандарта DVB-DSNG. Тем не менее когда реализуется «дополнительный» способ или действует механизм его реализации, должна быть обязательно выполнена соответствующая спецификация, как она дана в рамках описываемого стандарта.

5.10. Применение сервисной информации SI для системы DVB-DSNG и других распределительных приложений

В передачах по системе DVB-DSNG редактирование полей таблиц сервисной информации SI (глава 6) может быть невозможным из-за эксплуатационных проблем. Поэтому обязательны следующие определённые стандартом MPEG2 таблицы SI: PAT, PMT и TSMT. Первым дескриптором в цикле дескрипторов таблицы TSMT должен быть дескриптор transport-stream-descriptor (табл. 5.9), который идентифицирует поток TS типа «CONA» (ссылка на тип применения «CONtribution Application»).

Таблица 5.9. Дескриптор потока CONA

Синтаксис	Число битов	Формат
transport-stream-descriptor () { descriptor_tag	8	uimsbf
descriptor_length	8	uimsbf
for (i=0; i<N; i++) { byte	8	uimsbf
}		
}		

Семантика для дескриптора TS-потока:

В поле дескриптора descriptor_length должна быть установлена величина 0x04h.

byte: это в 8-битное поле. Четыре байта должны содержать величины 0x43h, 0x4Fh, 0x4Eh, 0x41h (ASCII: «CONA»). В передачах DVB-DSNG цикл дескрипторов таблицы TSdT должен также содержать второй дескриптор системы DVB-DSNG с синтаксисом, приведённым в табл. 5.10.

descriptor_tag: 0x68

Таблица 5.10. Дескриптор DSNG

Синтаксис	Число битов	Формат
DSNG_descriptor () {		
descriptor_tag	8	uimsbf
descriptor_length	8	uimsbf
for (i=0; i <N; i++)="" {		
station_identification_char	8	uimsbf
}		
}		

Семантика для дескриптора DSNG:

station_identification_char: поле, содержащее последовательность, используемую для быстрой идентификации передачи TS-потока на участке Земля–спутник. Символы в последовательности закодированы в ASCII-кодах. Рекомендации для использования таблицы TSdT в потоках, передаваемых по системе DVB-DSNG, даны в стандарте [9]. Таблица TSdT должна повторяться не менее одного раза в 10 секунд.

Поле **station_identification_char** должно содержать следующие элементы, отделенные запятой и располагаемые в таком порядке:

- обычный код станции;
- редакция (штаб-квартира) SNG;
- провайдер услуг SNG.

Обычный код станции – код, назначенный станции спутниковым оператором, услугами которого станция больше всего пользуется. Редакция SNG (работающая во время периода передачи) является центром управления, через который станция может быть уникально идентифицирована (посредством получения её обычного кода) и быстро координирована. Поставщик SNG – владелец SNG-станции.

Интегрированный приёмник-декодер IRD системы DVB-DSNG должен быть в состоянии расшифровать и интерпретировать таблицу TSdT, а также определить дескрипторы.

Рекомендации для достижения (дополнительной) совместимости с IRD-приёмниками. Если требуется совместимость с IRD-приёмниками, таблица TSdT должна содержать три дескриптора:

- первый дескриптор – дескриптор TS-потока [0x67h], содержащий последовательность ASCII-символов «DVB». Присутствие этого дескриптора подразумевает, что все таблицы SI должны присутствовать согласно стандарту EN 300 468 (глава 6),
- второй дескриптор – дескриптор TS-потока [0x67h], содержащий последовательность ASCII-символов «CONT». Присутствие этого дескриптора указывает, что передача является распределительной;
- для передач стандарта DVB-DSNG имеется третий дескриптор – DSNG-дескриптор [0x68h].

5.11. Примеры возможного использования системы стандарта DVB-DSNG

При использовании конфигурации с единственной несущей на транспондер скорость символов цифрового потока R_s может быть подобрана к параметрам данного транспондера с полосой пропускания BW (по уровню -3 дБ). Этим достигается максимальная скорость передачи, совместимая с приемлемой деградацией сигнала из-за ограничений полосы пропускания транспондера. Также следует принять во внимание возможную тепловую и стареющую нестабильность транспондера, для чего необходимо оценить форму его частотной характеристики.

При использовании нескольких несущих в конфигурации FDM значение R_s может быть подобрано согласно частоте слота BS , соответствующей распределённому частотному плану, чтобы оптимизировать пропускную способность канала передачи, поддерживая взаимное влияние между смежными несущими на допустимом уровне.

Таблица 5.11 показывает примеры максимальной полезной скорости передачи данных R_u , достигаемой системой DVB-DSNG при допустимой полосе пропускания BW или BS . Значения для очень низких и очень высоких скоростей данных могут быть незначимыми для определенных применений. В представленных примерах принятые отношения BW/R_s или отношения BS/R_s являются значением $\eta = 1 + \alpha = 1,35$, где α – коэффициент скругления модуляции. Этот выбор позволяет получать незначительную деградацию E_b/N_0 из-за ограничения полосы пропускания транспондера, а также минимальное влияние линейных смежных каналов. Более высокие скорости

Таблица 5.11. Пример максимальных символов скоростей для транспондеров полосой BW или частотного сектора при BW/Rs или BS/Rs = 1,35

BW или BS (МГц)	Rs = BW/1,35 (МБод)	Ru (МБит/с)									
		QPSK				8-PSK				16-QAM	
		1/2	2/3	3/4	5/6	7/8	2/3	5/6	8/9	3/4	7/8
72	53,333	49,1503	65,5338	73,7255	81,9172	86,0131	98,3007	122,876	131,068	147,451	172,026
54	40,000	36,8627	49,1503	55,2941	61,4379	64,5098	73,7255	92,1568	98,3007	110,588	129,020
46	34,074	31,4016	41,8688	47,1024	52,3360	54,9528	62,8032	78,5040	83,7376	94,2047	109,906
41	30,370	27,9884	37,3178	41,9826	46,6473	48,9797	55,9768	69,971	74,6357	83,9651	97,9593
36	26,666	24,5752	32,7669	36,8627	40,9586	43,0065	49,1503	61,4379	65,5338	73,725	86,0131
33	24,444	22,5272	30,0363	33,7908	37,5454	39,4227	45,0545	56,3181	60,0726	67,5817	78,8453
30	22,222	20,4793	27,3057	30,7190	34,1322	35,8388	40,9586	51,1983	54,6115	61,4379	71,6776
27	20,000	18,4314	24,5752	27,6471	30,7190	32,2549	36,8627	46,0784	49,1503	55,2941	64,5098
18	13,333	12,2876	16,3834	18,4314	20,4793	21,5033	24,5752	30,7190	32,7669	36,8627	43,0065
15	11,111	10,2397	13,6529	15,3595	17,0661	17,9194	24,5752	25,5991	27,3057	30,7190	35,8388
12	8,888	8,1917	10,9223	12,2876	13,6529	14,3355	16,3834	20,4793	21,8446	24,5752	28,6710
9	6,666	6,1438	8,1917	9,2157	10,2397	10,7516	12,2876	15,3595	16,3834	18,4314	21,5033
6	4,444	4,0959	5,4611	6,1438	6,8264	7,1678	8,1917	10,2396	10,9223	12,2876	14,3355
4,5	3,333	3,0719	4,0959	4,6078	5,1198	5,3758	6,1438	7,6797	8,1917	9,2157	10,7516
3	2,222	2,0480	2,7306	3,0719	3,4132	3,5839	4,096	5,1198	5,4611	6,1438	7,1678
1,5	1,111	1,0240	1,3653	1,5359	1,7066	1,7919	2,048	2,5599	2,7306	3,0719	3,5839

Примечания. 1. Ru обозначает полезную скорость потока данных после MPEG-2-мультиплексора (формат 188 байт). Rs – скорость передачи символов цифрового потока, выделенного из полосы пропускания промодулированного сигнала по уровню -3 дБ. Rs(1+α) – теоретическая общая полоса сигнала на выходе модулятора.

2. Схема модуляции 8-PSK 8/9 подходит для спутниковых транспондеров, которые работают в режиме, близком к насыщенному, в то время как схема 16-QAM 3/4 предлагает лучший спектр эффективности для квазилинейных транспондеров в конфигурации FDMA.

3. Отношения BW/Rs или BS/Rs, отличающиеся от 1 + α, могут быть использованы для различных серийных приложений. Например, для установок профилей MP@ML (см. п. 5.8) они могут быть переданы в частотном секторе 9 МГц с запасом полосы пропускания 750 КГц. Использование BS/Rs, которое значительно ниже 1 + α (например, BS/Rs = 1,21 в сочетании с α = 0,35), для улучшения использования спектра частот должно быть тщательно исследовано индивидуально в каждом конкретном применении. Это необходимо, поскольку возможны искажения передаваемых сигналов ввиду ограничения полосы пропускания и/или интерференции от смежных каналов связи, особенно в режимах 8-PSK и 16-QAM модуляций и высоких показателей скоростей свёрточного кода (например, 5/6 или 7/8).

битов могут быть достигнуты с более узким коэффициентом скругления $\alpha = 0,25$ (являющимся дополнительным для режимов 8-PSK и 16-QAM модуляций) и BW/Rs или BS/Rs, равным $\eta = 1 + \alpha = 1,35$.

В табл. 5.12 рассматриваются возможные примеры использования системы DVB-DSNG в конфигурации с единственной несущей на транспондер. Различные схемы модуляции и показателей скорости свёрточного кода даны с соответствующими скоростями потоков Ru. Согласно обычным практическим применениям, отношение BW/Rs, равное 1,31, рассматривается как предоставляющее немного улучшенную эффективность спектра, чем примеры табл. 2.10 для тех же схем модуляции/кодирования. Считается, что полоса пропускания транспондера 36 МГц достаточно широка, чтобы позволить передать высококачественный сигнал 422P@ML профиля в режиме передачи SCPC, а также многоканальные сигналы профилей MP@ML и 422P@ML в режиме MCPC.

Таблица 5.12. Пример конфигурации спутниковой системы DVB-DSNG: одна несущая на транспондер

Полоса пропускания спутникового транспондера BW (по уровню -3 дБ)	Режим работы системы	Скорость символов Rs (Мбод)	Скорость потока Ru (после MUX) (Мбит/с)	Eb/No (спецификация) (дБ)
36	QPSK 3/4	27,500	38,015	5,5
36	8-PSK 2/3	27,500	50,686	6,9

Примечания. 1. Значения Eb/No принимаются, если выполняются условия спецификации петли ПЧ для QEF (см. п. 5.7). В целом линейные, нелинейные и интерференционные искажения, вносимые спутниковым оборудованием, должны быть оценены индивидуально в каждом конкретном применении; типичные значения имеют величину 0,5...1,5 дБ.

2. Модуляции с квазипостоянными огибающими, такие как QPSK и 8PSK, являются эффективными при передаче сигналов на одной несущей на транспондер, так как они могут работать с транспондерами, работающими в режиме, близком к насыщенному. С другой стороны, модуляция 16-QAM не столь эффективна, так как она может устойчиво работать только с квазилинейными транспондерами, то есть с большими потерями выходной мощности ОВО (Output Back Off). Также использование узкого коэффициента скругления $\alpha = 0,25$ с 8-PSK модуляцией может внести большие нелинейные искажения в передаваемый через транспондер спутника сигнал.

В табл. 5.13 показаны примеры использования системы DVB-DSNG в конфигурации множества несущих на транспондер, уплотнённых в режиме FDM и передаваемых с помощью способа SCPC. Различные способы модуляции/кодирования показаны с соответ-

ствующими скоростями потоков R_u . В конфигурации FDM спутниковый транспондер должен быть квазилинейным (то есть с большим ОВО) во избежание внесения чрезмерных интермодуляционных искажений между каналами. Следовательно, в данном случае может быть использована 16-QAM модуляция.

Таблица 5.13. Пример конфигурации спутниковой системы DVB-DSNG: FDM-передача, режим SCPC

Полоса пропускания спутникового транспондера BW (МГц)	Слот BS (МГц)	Число слотов в полосе BW	Кодирование видео	Режим работы системы	Скорость символов R_s (Мбод)	BS/ R_s (Гц/бод)	Скорость потока R_u (Мбит/с)	E_b/N_o (спецификация) (дБ)
36	9	4	MP@ML	QPSK 3/4	6,1113	1,47	8,4480	5,5
36	18	2	422P@ML	QPSK 7/8	13,3332	1,35	21,5030	6,4
36	12	3	422P@ML	8-PSK 5/6	9,3332	1,28	21,5030	8,9
36	9	4	422P@ML	16-QAM 7/8	6,6666	1,35	21,5030	10,7
72	18	4	422P@ML	QPSK 7/8	13,3332	1,35	21,5030	6,4

Примечание: значения E_b/N_o принимаются, если выполняются условия спецификации петли ПЧ для QEF (см. п. 2.7). В целом линейные, нелинейные и интерференционные искажения, вносимые спутниковым оборудованием, должны быть оценены индивидуально в каждом конкретном применении; типичные значения имеют величину 0,5...1,5 дБ.

Система, работая в режимах с 8-PSK и 16-QAM модуляциями, более чувствительна к фазовому шуму, чем в режимах с QPSK-модуляцией. На рис. 5.13 показана характеристика фазового шума передатчика для несущих, передающих данные со скоростью потока < 2048 Мбит/с и промодулированных с помощью эмпирической решётчатой модуляции, взятая из спецификации IESS-310 консорциума INTELSAT.

Разработчики оборудования для передачи и приёма цифровых сигналов системы DVB-DSNG должны принять во внимание полные требования к ограничению фазового шума системы, которые возникают в модуляторе, повышающих/понижающих конвертерах, спутниковых транспондерах и узлах РЧ-преобразователей приемников.

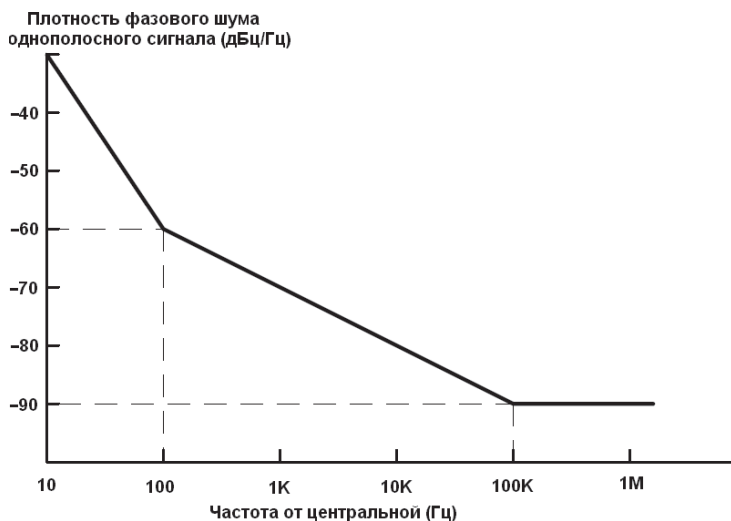


Рис. 5.13. Пример характеристики плотности фазового шума (для несущих, промодулированных потоком, меньшим или равным 2 Мбит/с)

5.12. Концепция построения демодулятора приёмной части системы DVB-DSNG

Функциональная блок-схема приёмной части системы DVB-DSNG схожа со схемой демодулятора системы DVB-S и показана на рис. 1.14. Сигналы, передаваемые с помощью QPSK-модуляции, без проблем преобразуются в сигналы TS-потока с помощью демодуляторов DVB-S-приёмников. Для приёма сигналов с 8-PSK и 16-QAM модуляциями используют РЧ-преобразователи и демодуляторы, предназначенные для приёма сигналов, передаваемых по системе DVB-S2, которая также поддерживает схемы декодирования сигналов системы DVB-DSNG.

1	Стандарт спутникового цифрового ТВ ETSI EN 300 421 V1.1.2 (DVB-S)	17
2	Стандарт спутникового цифрового ТВ ETSI EN 300 429 V1.2.1 (DVB-C)	36
3	Стандарт эфирного наземного цифрового ТВ ETSI EN 300 744 V1.6.1 (DVB-T)	47
4	Стандарт наземного мобильного цифрового ТВ (DVB-H, приложение стандарта ETSI EN 300 744 V1.6.1)	98
5	Стандарт ETSI EN 301 210 V1.1.1 (DVB-DSNG)	113

6 Стандарт спецификации потоков сервисной информации ETSI EN 300 468 V1.9.1 (DVB-SI)

7	Стандарт передачи мегакадров для синхронизации DVB SFN-сети ETSI TS 101 191 V1.4.1	290
----------	--	-----

6.1. Введение

Настоящая глава описывает спецификацию потоков данных сервисной информации SI (Service Information), которые являются частью потоков систем DVB и основным источником информации для извлечения конкретной службы и (или) эпизода (ТВ- или РВ-программы, телетекста, субтитров или потоков полезных данных, например интернет-каналов). При этом интегрированный декодер ресивера, автоматически извлекая полный поток сервисной информации, конфигурирует себя для приёма требуемой службы.

Основные данные для конфигурации и извлечения требуемого потока программы приведены в стандартах [2, 13] и носят название информации определения программы PSI (Program Specific Information). Поэтому расширенные данные SI в дополнение к информации PSI дают полный механизм настройки ресивера на требуемую программу, входящую в принимаемый пакет данных, а также много полезной информации о данных принимаемой программы, её тематическом содержании, обычно выводимой ресивером посредством OSD (On Screen Display) графики. Вид выводимых сообщений не стандартизируется, и всё оформление экранной графики целиком возложено на производителей ресиверов, которые свободны в принятии данных решений.

Ожидается то, что служба электронного навигатора программы EPG (Electronic Programme Guide) будет особенностью передач цифрового телевидения DVB. Определение EPG выходит за рамки настоящей главы (то есть спецификации SI), но информация, содержащаяся в пределах SI, определенная в настоящей главе, может использоваться в качестве данных для функционирования EPG.

Правила операций для применения настоящей главы приведены в [14].

Цифровое ТВ стандарта DVB объединяет три основных стандарта: DVB-S, DVB-C и DVB-T (главы 1–3). По ряду причин первым в цифровом ТВ стал стандарт DVB-S. При этом основную роль сыграло то, что через дорогостоящий арендуемый транспондер можно было передавать не одну, а несколько программ студийного качества. Стандарты DVB-C и DVB-T, по сути, стали адаптированными применительно к среде передачи радиочастотного сигнала.

На рис. 6.1 показана функциональная блок-схема основных узлов передатчика и ресивера стандарта DVB. По сути дела, стандарты DVB-S, -C и -T отличаются лишь схемой модуляции несущей:

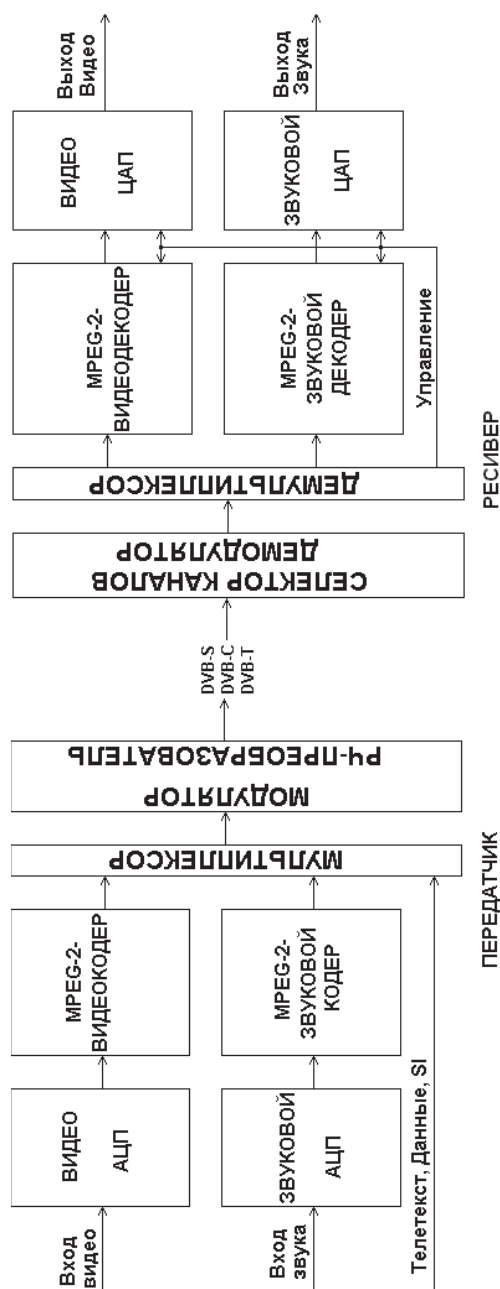


Рис. 6.1. Функциональная блок-схема основных узлов передатчика и ресивера стандарта DVB

QPSK (8-PSK), QAM и COFDM соответственно. Также отличается диапазон модулируемых частот. Поэтому фактически у передатчиков разных стандартов цифрового ТВ будут отличаться лишь узлы модулятора и РЧ-преобразователя. Приёмники DVB будут отличаться, соответственно, входными РЧ-преобразователями (селекторами каналов) и демодуляторами, объединёнными в NIM-модули.

На вход модулятора во всех случаях подаётся стандартизированный TS ISO/IEC13818-1 [2], являющийся основой для стандарта DVB. На выходе демодулятора ресивера получается TS-поток, идентичный для всех трёх вышеуказанных систем. Данное решение даёт производителю возможность создания аппаратуры, предназначенной для приёма различных систем цифрового ТВ с минимальными затратами и на подобной элементной базе. Также это позволяет облегчить проектирование и выпуск комбинированных устройств, позволяющих осуществлять приём как эфирных, так и кабельных каналов на один аппарат. При этом уменьшается количество межблочных соединений аппаратуры потребителя ТВ- и РВ-информации.

В связи с этим вещатель также получил ряд недорогих устройств, позволяющих снизить расходы на оборудование для трансляции программ. К примеру, возможен приём пакета программ со спутника с модуляцией QPSK. При этом сигнал демодулируется в уровень TS-потока, и затем полученными данными модулируется несущая кабельного канала по схеме QAM, с последующей трансляцией по кабельной сети. Как можно видеть, вещатель экономит на многоканальных QPSK-ресиверах и QAM-модуляторе. При этом исключается необходимость декодирования сигнала в аналоговый вид с обратным его кодированием в цифровой вид с неизбежным ухудшением качества транслируемой программы ввиду многократного преобразования.

Любая компонента сети стандарта DVB (видео, звуковой сигнал и т. д.) входит в конкретный сигнал пакета данных канала (multiplexes), согласно некоему иерархическому принципу (рис. 6.2), построенному несколько иначе, чем физический уровень отношений систем, обеспечивающих преобразования компоненты в общий пакет передаваемых каналов. Как можно видеть по рисунку, между определением входных компонентов и мультиплексированием введена служба процедуры трансляции (services), которая определяется вещателем конкретного пакета программ. В свою очередь, пакеты каналов объединяются в сети (networks), которые поддерживаются спутниковым, кабельным или эфирным оператором вещания,

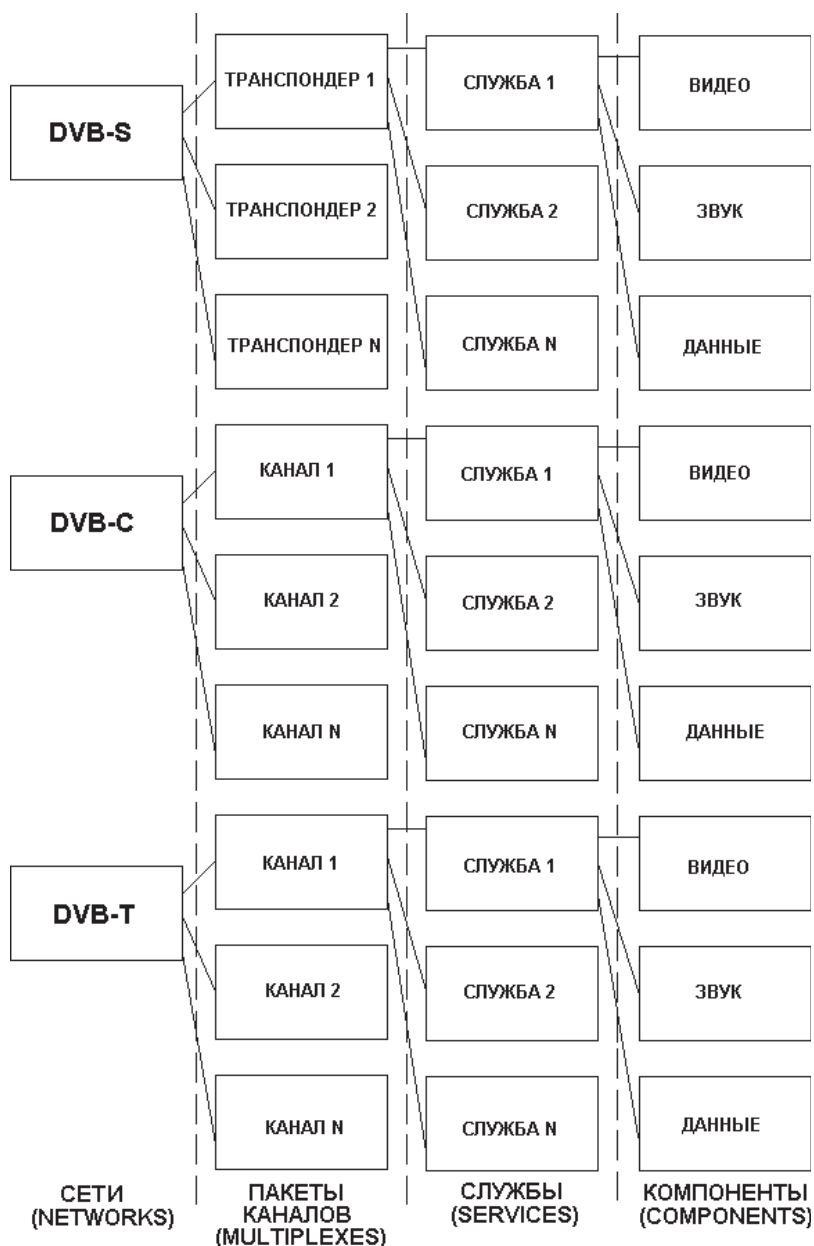


Рис. 6.2. Модель предоставления услуг цифрового вещания

определяющими физические параметры выделяемых цифровых каналов. Именно SI, являясь расширением PSI, совместно определяют систему передачи, содержание, процедуру и время доставки соответствующих компонентов.

6.2. Описание сервисной информации SI

Стандарт [2] определяет сервисную PSI-информацию, позволяющую автоматически конфигурировать демультимплексор приемника для декодирования различных потоков программ в пределах пакета программ.

Следует помнить, что PSI имеет четыре главные таблицы [2]. Таблицы передаются в секциях.

1. PAT (Program Association Table) – таблица объединения программы:
 - основной является таблица объединения программы PAT. Для всех служб PAT показывает местоположение пакетных идентификаторов Packet Identifier (PID) пакетов TS по отношению к таблице структуры программы Program Map Table (PMT). PAT также даёт представление о местоположении таблицы информации о сети Network Information Table (NIT);
2. CAT (Condition Access Table) – таблица условного доступа:
 - следующей в PSI является таблица условного доступа Condition Access Table (CAT). Она несёт информацию об используемых в мультимплексированном сигнале системах условного доступа CA (Condition Access). Информация в таблицах является конфиденциальной (не приводится в данной главе) и зависит от системы CA. Однако данная глава описывает определение местоположения потоков EMM (Entitlement Management Messages), определяющих уровень авторизации индивидуальных подписчиков или их группы, когда активирована система CA;
3. PMT (Program Map Table) – таблица структуры программ:
 - таблица PMT идентифицирует и показывает местоположение данных в общем потоке, образующих службу. Также PMT показывает местоположение поля Program Clock Reference (PCR) для любой из служб;
4. NIT (Network Information Table) – таблица сетевой информации:

- местоположение таблицы NIT определено в настоящей главе в соответствии со спецификацией стандарта [2], так как формат данных выходит за рамки указанного стандарта ввиду необходимости представления информации о физической сети. Синтаксис и семантика таблицы NIT определены в настоящей главе.

В дополнение к PSI-информации для пользователя цифрового приёмника необходимы данные для обеспечения идентификации услуг и эпизодов. Кодирование этих данных определено в настоящей главе. Таблицы PAT, CAT и PMT PSI-потока дают информацию только для пакета программ, в котором они содержатся (фактический пакет программ). Дополнительная информация, определенная в рамках настоящей главы, может также предоставить информацию об услугах и эпизодах, которые несут различные пакеты программ, а также пакеты программ в других сетях. Эти данные структурированы как девять таблиц:

- 1) BAT (Bouquet Association Table) – таблица объединения кластеров:
 - предоставляет информацию о кластерах, присваивает название кластера и передаёт список услуг для каждого кластера;
- 2) SDT (Service Description Table) – таблица описания службы:
 - содержит данные, описывающие службы в системе: например, названия служб, поставщика службы (провайдера) и т. д.;
- 3) EIT (Event Information Table) – таблица информации эпизода:
 - содержит данные относительно эпизодов или программ, таких как имя эпизода, время начала, продолжительность и т. д.;
 - использование различных дескрипторов позволяет осуществить передачу различных видов информации об эпизодах: например, для различных типов сервиса;
- 4) RST (Running Status Table) – таблица статуса исполнения:
 - представляет статус эпизода (исполняется или не исполняется). Таблица RST обновляет эту информацию и позволяет своевременно автоматически переключаться на эпизод;
- 5) TDT (Time Data Table) – таблица времени и даты:
 - несёт информацию, касающуюся текущего времени и даты. Эта информация представляется отдельной таблицей из-за её частого обновления;

- 6) TOT (Time Offset Table) – таблица смещения времени:
 - дает информацию, касающуюся текущего времени и смещения местного времени и даты. Эта информация представляется отдельной таблицей из-за её частого обновления;
- 7) ST (Stuffing Table) – уравнивающая таблица:
 - используется для установки существующих секций недопустимыми: к примеру, в границах систем доставки;
- 8) SIT (Selection Information Table) – таблица выбираемой информации:
 - таблица используется только в неполных (частичных) регистрируемых потоках битов. Она несет общую SI-информацию, требуемую для описания потоков в неполном потоке битов;
- 9) DIT (Discontinuity Information Table) – таблица информации о неоднородности:
 - таблица используется только в неполных (частичных) регистрируемых потоках битов. Она вводится в поток тогда, когда SI-информация в неполном потоке битов может быть прерывистой.

Там, где применимо использование дескрипторов, имеется гибкий подход к организации таблиц и в будущем допускается создание совместимых расширений системы.

6.3. SI-таблицы

В системах DVB сервисная информация передаётся совокупностью таблиц PSI и SI. Общая организация сервисной информации показана на рис. 6.3. Информация SI, определенная в настоящей главе, и MPEG-2-таблицы PSI должны быть сегментированы в одну или более секций, прежде чем они будут введены в TS-пакеты.

6.3.1. Механизм SI-таблиц

Таблицы, перечисленные в п. 6.2, концептуальны в том, что они не нуждаются в восстановлении в указанной форме в пределах приёмника. Таблицы при передаче не скремблируются, за исключением таблицы EIT, которая по необходимости может быть скремблирована (п. 6.3.1.5). Секция – синтаксическая структура, которая должна использоваться для ввода в пакеты TS-потока всех MPEG-2-таблиц и таблиц SI, определенных в настоящей главе. Эти синтаксические

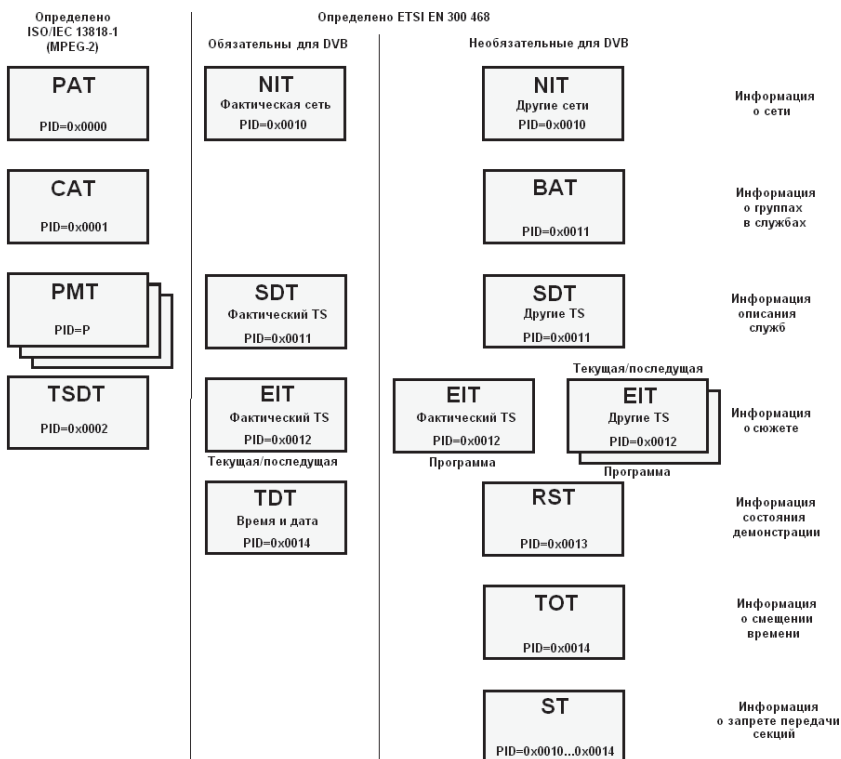


Рис. 6.3. Определение таблиц PSI и SI

структуры SI соответствуют частному синтаксису секции, определенному в стандарте [2].

6.3.1.1. Определение секций

Секции могут иметь переменную длину. В пределах каждой таблицы длина секций ограничена 1024 байтами, за исключением секций в пределах EIT-таблиц, длина которых ограничена 4096 байтами. Каждая секция однозначно определена комбинацией следующих элементов:

а) table_id:

- поле table_id определяет, к какой таблице принадлежит секция;
- часть полей table_id определена стандартом ISO, часть – ETSI. Другие величины полей table_id могут быть опре-

делены пользователем в конфиденциальных целях. Список величин поля `table_id` содержится в табл. 6.1;

б) `table_id_extension`:

- поле `table_id_extension` используется для идентификации поля `sub_table`;
- интерпретация каждого поля `sub_table` дана в п. 6.3.2;

в) `section_number`:

- поле `section_number` позволяет особым разделам поля `sub_table` быть повторно собранными в их первоначальном виде по требованию приёмника. Это рекомендуется ввиду того, что секции передаются в числовом виде и если нежелательно, чтобы некоторые разделы поля `sub_table` передавались более часто, чем другие (например, из-за соображений произвольного доступа);
- для SI-таблиц, определённых в настоящей главе, нумерация секции относится к полям `sub_table`;

г) `version_number`:

- когда особенности TS-потока, описанные в потоке SI (спецификация которого дана в настоящей главе), изменяются (например, начало нового эпизода, смена состава элементарных потоков для текущей службы), тогда необходимо передать новые данные SI, содержащие обновлённую информацию. Новая версия данных SI сообщается путём передачи поля `sub_table` с теми же самыми идентификаторами, как в предыдущем поле `sub_table`, содержащем соответствующие данные, но со следующей величиной поля `version_number`;
- для SI-таблиц, определённых в настоящей главе, поле `version_number` относится ко всем секциям `sub_table`;

д) `current_next_indicator`:

- каждая секция должна быть пронумерована как допустимая в настоящее время (текущая секция) или как допустимая в ближайшем будущем (следующая секция). Это позволяет передаче будущей версии SI перед изменением дать возможность приёмнику подготовиться к данному процессу. Однако нет никакого требования, чтобы передать следующую версию секции заранее. Но если она будет передана, то тогда это должна быть следующая корректная версия данной секции.

Таблица 6.1. Распределение величин table_id

Величина	Описание
0x00	program_association_section
0x01	conditional_access_section
0x02	program_map_section
0x03	transport_stream_description_section
0x04...0x3F	зарезервировано
0x40	network_information_section – actual_network
0x41	network_information_section – other_network
0x42	service_description_section – actual_transport_stream
0x43...0x45	зарезервировано для будущего использования
0x46	service_description_section – other_transport_stream
0x47...0x49	зарезервировано для будущего использования
0x4A	bouquet_association_section
0x4B...0x4D	зарезервировано для будущего использования
0x4E	event_information_section – actual_transport_stream, present/following
0x4F	event_information_section – other_transport_stream, present/following
0x50...0x5F	event_information_section – actual_transport_stream, schedule
0x60...0x6F	event_information_section – other_transport_stream, schedule
0x70	time_date_section
0x71	running_status_section
0x72	stuffing_section
0x73	time_offset_section
0x74	application information section (TS 102 812 [15])
0x75	container section (TS 102 323 [16])
0x76	related content section (TS 102 323 [16])
0x77	content identifier section (TS 102 323 [16])
0x78	MPE-FEC section (EN 301 192 [17])
0x79	resolution notification section (TS 102 323 [16])
0x7A...0x7D	зарезервировано для будущего использования
0x7E	discontinuity_information_section
0x7F	selection_information_section
0x80...0xFE	определяется пользователем
0xFF	зарезервировано

6.3.1.2. Отображение секций в пакеты TS-потока

Секции должны быть отображены (введены) непосредственно в пакеты TS. Секции могут вводиться в начале полезной нагрузки TS-пакета. Но это необязательное требование, поскольку начало первой секции в полезной нагрузке TS-пакета указывает поле pointer_

field. Никогда не бывает более одного поля pointer_field в TS-пакете, поскольку начало любой другой секции может быть идентифицировано путём подсчёта длины первой и любых последующих секций, так как никакие промежутки между секциями в TS-пакетах синтаксисом не допускаются.

В TS-пакетах с PID любой простой величины одна секция заканчивается, прежде чем позволяется начать передачу последующей секции. Иначе будет невозможно идентифицировать, которому заголовку секции принадлежат данные. Если секция заканчивается перед концом TS-пакета, но неудобно открыть другую секцию, запускается механизм уравнивания (наполнения), для того чтобы заполнить пустое пространство.

Уравнивание может быть выполнено путём заполнения каждого остающегося байта TS-пакета величиной 0xFF. Следовательно, величина 0xFF не должна использоваться в поле table_id. Если байт немедленно после последнего байта секции примет величину 0xFF, то остальная часть пакета TS также должна быть заполнена байтами 0xFF. Эти байты будут игнорированы приёмником. Уравнивание может быть также выполнено с помощью механизма поля adaptation_field.

Более подробно данный механизм и функциональность специфицированы в п. 2.4.4 и приложении С стандарта [2].

6.3.1.3. Кодирование PID и поля table_id

В табл. 6.2 показаны величины PID для тех пакетов, которые использованы для передачи данных секций SI. В табл. 6.1 даны величины, которые может принимать поле table_id для передачи SI, определённой в настоящей главе.

6.3.1.4. Скорость повторения передачи секций и быстрый доступ

В системах, где требуется быстрый доступ к предоставляемым услугам, рекомендуется повторно передавать секции SI несколько раз, даже когда не производятся изменения в конфигурации.

Для SI минимальный временной интервал между приходом последнего байта секции и первого байта следующей переданной секции с теми же самыми величинами PID, полей table_id и table_id_extension и с тем же самым или различным значением поля section_number должен составлять 25 мс. Этот предел требуется для передачи TS-потокa с полной скоростью передачи данных до 100 МБит/с.

Таблица 6.2. Распределение PID для SI

Таблица	Величина PID
PAT	0x0000
CAT	0x0001
TSDT	0x0002
зарезервировано	0x0003...0x000F
NIT, ST	0x0010
SDT, BAT, ST	0x0011
EIT, ST CIT (TS 102 323 [16])	0x0012
RST, ST	0x0013
TDT, TOT, ST	0x0014
network synchronization	0x0015
RNT (TS 102 323 [16])	0x0016
зарезервировано для будущего использования	0x0017...0x001B
inband signaling	0x001C
measurement	0x001D
DIT	0x001E
SIT	0x001F

6.3.1.5. Скремблирование

За исключением таблицы EIT, несущей информацию о расписании передачи, все таблицы, определённые в настоящей главе, должны быть скремблированы. Один из методов для скремблирования таблицы расписания EIT дан в п. 6.10 (используется поле *scrambling_descriptor*). Если используется метод скремблирования, работающий по TS-пакетам, возможно применение механизма уравнивания. Это необходимо для того, чтобы заполнить сигнальное пространство от конца раздела до конца пакета так, чтобы любые переходы между скремблированными и восстановленными данными происходили на границах пакета.

Чтобы идентифицировать CA-поток, которые управляют дескремблированием данных EIT, скремблированная таблица расписания EIT должна быть идентифицирована в данных PSI. Значение 0xFFFF поля *Service_id* идентифицирует скремблированную таблицу EIT, и секция структуры программы для этой службы должна описать EIT как конфиденциальный поток и должна включать один или несколько полей *CA_descriptors*. Эти дескрипторы определены стандартом [2] и дают величину PID и дополнительно другие конфиденциальные данные, для того чтобы идентифицировать связан-

ные СА-потоки. Величина 0xFFFF, используемая в поле `Service_id`, не должна применяться для какой-либо другой службы.

6.3.2. Определение таблиц

Следующие пункты описывают синтаксис и семантику различных типов таблиц. Символы и сокращения и метод описания синтаксиса, используемого в настоящей главе, те же самые, как определенные в п. 2.2 и 2.3 стандарта [2].

6.3.2.1. Таблица сетевой информации NIT

Таблица NIT (табл. 6.3) передает информацию, касающуюся физической организации пакета программ/TS-потоков, которые передаются через данную сеть, и особенности самой сети. Комбинация полей `original_network_id` и `transport_stream_id` позволяет каждому TS-потoku быть однозначно определенным во всех применяемых областях, разрешённых описываемым стандартом.

Сетям назначают независимые величины поля `network_id`, которые служат уникальными идентификационными кодами для каждой из сетей. Распределение этих кодов может быть найдено в техническом отчёте TR 101 162 [18]. В случае если таблица NIT передана в сети, в которой был порожден TS, поля `network_id` и `original_network_id` должны принять одинаковую величину.

Рекомендации для обработки данных SI при переходах между границами доставки медиаконтента (например, от спутника до кабеля или систем SMATV) могут быть получены в техническом отчёте TR 101 211 [14].

Приёмник может хранить информацию таблицы NIT в энерго-независимой памяти, чтобы минимизировать время доступа при переключении между принимаемыми каналами. Также имеется возможность передачи таблицы NIT для других сетей в дополнение к фактической сети. Дифференцирование между таблицей NIT для фактической сети и таблицами NIT для других сетей достигнуто использованием различных величин поля `table_id` (табл. 6.1).

Таблица NIT должна быть сегментирована в секции `network_information_section`, используя синтаксис табл. 6.3. Любые секции, являющиеся частью таблицы NIT, должны быть переданы в пакетах TS со значением PID 0x0010. У любых секций NIT, которые описывают фактическую сеть (то есть сеть, частью которой является TS-поток, содержащий таблицу NIT), поле `table_id` должно иметь зна-

Таблица 6.3. Секция сетевой информации

Синтаксис	Число битов	Формат
network_information_section() { table_id section_syntax_indicator reserved_future_use reserved section_length network_id reserved version_number current_next_indicator section_number last_section_number reserved_future_use network_descriptors_length for (i=0; i<N; i++) { descriptor() } reserved_future_use transport_stream_loop_length for (i=0; i<N; i++) { transport_stream_id original_network_id reserved_future_use transport_descriptors_length for (j=0; j<N; j++) { descriptor() } } CRC_32 }	8 1 1 2 12 16 2 5 1 8 8 4 12 4 12 16 16 4 12 32	uimbsbf bslbf bslbf bslbf uimbsbf uimbsbf bslbf uimbsbf uimbsbf bslbf uimbsbf bslbf uimbsbf uimbsbf uimbsbf bslbf uimbsbf rpchof

чение 0x40 с одинаковыми полями table_id_extension (network_id). Поле network_id принимает значение, назначенное на фактическую сеть [18]. Любые секции таблицы NIT, которые относятся к сетям, кроме фактической сети, должны принимать значение поля table_id равным 0x41, а поле network_id должно принять значение, предназначенное другой сети [18].

Семантика для сетевой информационной секции:

- **table_id:** идентификатор таблицы. Принимает значение 0x41.
- **section_syntax_indicator:** индикатор синтаксиса секции – од-нобитное поле, которое всегда должно быть установлено в 1.
- **section_length:** длина секции – поле длиной 12 бит, первые два бита которого должны всегда быть равными 00. Поле определяет число байтов в секции, следующих немедленно после поля

section_length, включая проверочные CRC-биты. Значение величины поля section_length не должно превышать 1021, так чтобы у всей секции максимальная длина равнялась 1024 байтам.

- **network_id**: идентификатор сети – поле длиной 16 бит, которое служит меткой для идентификации системы доставки, о которой сообщает таблица NIT, и позволяет дифференцировать её от любой другой системы доставки. Значения этого поля можно найти в [18].
- **version_number**: номер версии субтаблицы sub_table – поле длиной 5 бит. Поле version_number должно быть увеличено на 1, когда происходит изменение информации, передающейся в пределах поля sub_table. Когда значение поля достигает величины 31, то происходит циклическое обнуление этого значения.

Когда поле current_next_indicator будет установлено в 1, тогда поле version_number должно быть таким же, как применяемое в передаваемой в настоящее время субтаблице, определенной полями table_id и network_id. Когда поле current_next_indicator установлено в 0, тогда поле version_number должно соответствовать применяемому полю в следующей передаваемой субтаблице, определенной полями table_id и network_id.

- **current_next_indicator**: индикатор текущей или следующей субтаблицы. Этот однобитный индикатор, когда установлен в 1, указывает, что субтаблица в настоящее время является активной субтаблицей. Когда бит установлен в 0, он указывает, что посланная субтаблица еще не применима и должна стать следующей действующей субтаблицей.
- **section_number**: число секций. Это поле длиной 8 бит даёт значение числа секций. Поле section_number первой секции в субтаблице должно иметь величину 0x00. Поле section_number должно увеличиваться на 1 с приходом каждой дополнительной секции с тем же самым значением полей table_id и network_id.
- **last_section_number**: номер последней секции. Это поле длиной 8 бит определяет номер последней секции (то есть секции с самым высоким значением поля section_number) субтаблицы, частью которой является эта секция.
- **network_descriptors_length**: длина сетевых дескрипторов. Поле длиной 12 бит, которое представляет полную длину в байтах следующих далее сетевых дескрипторов.

- **transport_stream_loop_length**: длина цикла TS-потока. Поле длиной 12 бит, определяющее полную длину в байтах цикла TS-потока, которые следуют за данным полем и заканчиваются перед первым байтом CRC-32.
- **transport_stream_id**: идентификатор TS-потока. Поле длиной 16 бит, которое служит меткой для дифференцирования этого TS-потока от любого другого пакета программ в пределах системы доставки.
- **original_network_id**: идентификатор исходной сети. Поле длиной 16 бит, которое служит меткой, идентифицирующей поле network_id исходной (первоначальной) системы доставки.
- **transport_descriptors_length**: длина транспортных дескрипторов. Поле длиной 12 бит, определяющее полную длину в байтах следующих далее за ним дескрипторов TS-потока.
- **CRC_32**: проверочные CRC-биты. Поле длиной 32 бит, которое содержит величину проверочного кода CRC, которая сбрасывает в 0 состояние регистров в декодере, определенных в п. 6.7 после обработки данных всей секции.

6.3.2.2. Таблица объединения кластеров (BAT)

Таблица BAT (табл. 6.4) предоставляет информацию относительно кластеров. Кластер – коллекция однородных услуг, которые могут пересечь границу сети, в которой производится их распространение.

Таблица BAT должна быть сегментирована в секции bouquet_association_section, используя синтаксис табл. 6.4. Любые секции, являющиеся частью таблицы BAT, должны быть переданы в TS-пакетах со значением PID 0x0011. У субтаблицы BAT sub_table описание особого кластера должно быть в поле bouquet_id, значение которого берётся согласно предоставляемым кластерам значениям, описанным в [18]. Все секции BAT должны принимать величину table_id, равную 0x4A.

Семантика для секции объединения кластеров:

- **table_id**: идентификатор таблицы. Принимает значение 0x4A.
- **section_syntax_indicator**: индикатор синтаксиса секции – однокбитное поле, которое всегда должно быть установлено в 1.
- **section_length**: длина секции – поле длиной 12 бит, первые два бита которого должны всегда быть равными 00. Поле определяет число байтов в секции, следующих немедленно после поля section_length, включая проверочные CRC-биты. Значение

Когда поле `current_next_indicator` будет установлено в 1, тогда поле `version_number` должно быть таким же, как применяемое в передаваемой в настоящее время субтаблице, определенной полями `table_id` и `bouquet_id`. Когда поле `current_next_indicator` установлено в 0, тогда поле `version_number` должно соответствовать применяемому в следующей передаваемой субтаблице, определенной полями `table_id` и `bouquet_id`.

- **current_next_indicator:** индикатор текущей или следующей субтаблицы. Этот однобитный индикатор, когда установлен в 1, указывает, что субтаблица в настоящее время является активной субтаблицей. Когда бит установлен в 0, он указывает, что посланная субтаблица еще не применима и должна стать следующей действующей субтаблицей.
- **section_number:** число секций. Это поле длиной 8 бит даёт значение числа секций. Поле `section_number` первой секции в субтаблице должно иметь величину 0x00. Поле `section_number` должно увеличиваться на 1 с приходом каждой дополнительной секции с тем же самым значением полей `table_id` и `bouquet_id`.
- **last_section_number:** номер последней секции. Это поле длиной 8 бит определяет номер последней секции (то есть секции с самым высоким значением поля `section_number`) субтаблицы, частью которой является эта секция.
- **bouquet_descriptors_length:** длина кластерных дескрипторов. Поле длиной 12 бит, которое представляет полную длину в байтах следующих далее дескрипторов.
- **transport_stream_loop_length:** длина цикла TS-потока. Поле длиной 12 бит, определяющее полную длину в байтах цикла TS-потока, которые следуют за данным полем и заканчиваются перед первым байтом CRC-32.
- **transport_stream_id:** идентификатор TS-потока. Поле длиной 16 бит, которое служит меткой для дифференцирования этого TS-потока от любого другого пакета программ в пределах системы доставки.
- **original_network_id:** идентификатор исходной сети. Поле длиной 16 бит, которое служит меткой, идентифицирующей поле `network_id` исходной (первоначальной) системы доставки.
- **transport_descriptors_length:** длина транспортных дескрипторов. Поле длиной 12 бит, определяющее полную длину в байтах следующих далее за ним дескрипторов TS-потока.

- **CRC_32:** проверочные CRC-биты. Поле длиной 32 бит, которое содержит величину проверочного кода CRC, которая сбрасывает в 0 состояние регистров в декодере, определенных в п. 6.7 после обработки данных всей секции.

6.3.2.3. Таблица описания службы (SDT)

Каждая субтаблица sub_table таблицы SDT (табл. 6.5) должна описать службы, которые содержатся в пределах фактического TS-потока. Службы могут быть частью фактического TS-потока либо частью других TS-потоков, которые определяются посредством поля table_id (табл. 6.5).

Таблица 6.5. Секция описания службы

Синтаксис	Число битов	Формат
service_description_section() { table_id section_syntax_indicator reserved_future_use reserved section_length transport_stream_id reserved version_number current_next_indicator section_number last_section_number original_network_id reserved_future_use for (i=0; i<N; i++) { service_id reserved_future_use EIT_schedule_flag EIT_present_following_flag running_status free_CA_mode descriptors_loop_length for (j=0; j<N; j++) { descriptor() } } CRC_32 }	8 1 1 2 12 16 2 5 1 8 8 16 8 16 6 1 1 3 1 12 32	uimsbf bslbf bslbf bslbf uimsbf uimsbf bslbf uimsbf bslbf uimsbf uimsbf bslbf uimsbf bslbf uimsbf bslbf uimsbf bslbf uimsbf rpchof

Таблица SDT должна быть сегментирована в секции service_description_section, используя синтаксис табл. 6.5. Любые секции,

являющиеся частью таблицы SDT, должны быть переданы в TS-пакетах со значением PID 0x0011. Любые разделы SDT, которые описывают фактический TS-поток (то есть, TS, содержащий таблицу SDT), должны иметь значение `table_id` равное 0x42, с тем же самым полем `table_id_extension` (`transport_stream_id`) и с тем же полем `original_network_id`. Любые разделы SDT, которые относятся к другим TS-потокам, кроме фактического TS-потока, должны иметь значение `table_id` равным 0x46.

Семантика для секции объединения кластеров:

- **table_id:** идентификатор таблицы. Принимает значение 0x42.
- **section_syntax_indicator:** индикатор синтаксиса секции – однокбитное поле, которое всегда должно быть установлено в 1.
- **section_length:** длина секции – поле длиной 12 бит, первые два бита которого должны всегда быть равными 00. Поле определяет число байтов в секции, следующих немедленно после поля `section_length`, включая проверочные CRC-биты. Значение величины поля `section_length` не должно превышать 1021, так чтобы у всей секции максимальная длина равнялась 1024 байтам.
- **transport_stream_id:** идентификатор транспортного потока – поле длиной 16 бит, которое служит меткой для идентификации TS-потока, о котором передаётся информация SDT, чтобы выделить его из других TS-потоков в системе доставки.
- **version_number:** номер версии субтаблицы `sub_table` – поле длиной 5 бит. Поле `version_number` должно быть увеличено на 1, когда происходит изменение информации, передающейся в пределах поля `sub_table`. Когда значение поля достигает величины 31, то происходит циклическое обнуление этого значения.

Когда поле `current_next_indicator` будет установлено в 1, тогда поле `version_number` должно быть таким же, как применяемое в передаваемой в настоящее время субтаблице, определенной полями `table_id` и `bouquet_id`. Когда поле `current_next_indicator` установлено в 0, тогда поле `version_number` должно соответствовать применяемому в следующей передаваемой субтаблице, определенной полями `table_id` и `bouquet_id`.

- **current_next_indicator:** индикатор текущей/следующей субтаблицы. Этот однокбитный индикатор, когда установлен в 1, указывает, что субтаблица в настоящее время является активной субтаблицей. Когда бит установлен в 0, он указывает, что

посланная субтаблица еще не применима и должна стать следующей действующей субтаблицей.

- **section_number**: число секций. Это поле длиной 8 бит даёт значение числа секций. Поле `section_number` первой секции в субтаблице должно иметь величину 0x00. Поле `section_number` должно увеличиваться на 1 с приходом каждой дополнительной секции с тем же самым значением полей `table_id`, `transport_stream_id` и `original_network_id`.
- **last_section_number**: номер последней секции. Это поле длиной 8 бит определяет номер последней секции (то есть секции с самым высоким значением поля `section_number`) субтаблицы, частью которой является эта секция.
- **original_network_id**: идентификатор исходной сети. Поле длиной 16 бит, которое служит меткой, идентифицирующей поле `network_id` исходной (первоначальной) системы доставки.
- **service_id**: идентификатор службы. Это поле длиной 16 бит, которое служит меткой для идентификации службы среди всех служб, входящих в пределы TS-потока. Поле `service_id` совпадает с полем `program_number` в соответствующей секции `program_map_section`.
- **EIT_schedule_flag**: флаг расписания таблицы EIT. Это однобитное поле, которое, когда установлено в 1, указывает, что информация о расписании EIT для данной службы присутствует в текущем TS-потоке (см. [14] для получения информации о максимальном временном интервале между появлениями в потоке субтаблиц расписания EIT). Если флаг установлен в 0, тогда информация о расписании EIT для службы не должна присутствовать в T-потоке.
- **EIT_present_following_flag**: флаг текущей или следующей таблицы EIT. Это однобитное поле, которое, когда установлено в 1, указывает, что информация поля `EIT_present_following` для службы присутствует в текущем TS-потоке (см. [14] для получения информации о максимальном временном интервале между появлением текущей или следующей субтаблицы EIT). Если флаг установлен в 0, тогда информация поля `EIT_present_following` для службы не должна присутствовать в TS-потоке.
- **running_status**: статус обслуживания. Представляет собой поле длиной 3 бита, которое указывает на статус обслуживания, как определено в табл. 6.6. Для служб «видео почти по

требованию» NVOD (Near Video On Demand) значение поля `running_status` должно быть установлено в 0.

Таблица 6.6. Значение поля `running_status`

Величина	Значение
0	Не определено
1	Не выполняется
2	Начнётся через несколько секунд (в том числе для видеозаписи)
3	Пауза
4	Выполняется
5	Служба не функционирует
6...7	Зарезервировано для будущих применений

- **free_CA_mode:** флаг режима скремблирования. Это однобитное поле, когда установлено в 0, указывает, что все составляющие службу потоки не скремблированы. Когда флаг установлен в 1, это указывает, что доступом к одному или более потокам службы может управлять система CA.
- **descriptors_loop_length:** длина цикла дескрипторов. Это поле длиной 12 бит даёт значение полной длины в байтах следующих за ним дескрипторов.
- **CRC_32:** проверочные CRC-биты. Поле длиной 32 бит, которое содержит величину проверочного кода CRC, которая сбрасывает в 0 состояние регистров в декодере, определенных в п. 6.7 после обработки данных всей секции.

6.3.2.4. Таблица информации эпизода (EIT)

Таблица EIT (см. табл. 6.7) предоставляет информацию в хронологическом порядке относительно эпизодов, содержащихся в пределах каждой службы. Определены четыре классификации таблицы EIT, дифференцируемые при помощи различных значений поля `table_ids` (табл. 6.1):

- `table_id = 0x4E` – текущий TS-поток, информация о текущем/следующем эпизоде;
- `table_id = 0x4F` – другой TS-поток, информация о текущем/следующем эпизоде;
- `table_id = 0x50...0x5F` – текущий TS-поток, информация о расписании эпизодов;
- `table_id = 0x60...0x6F` – другой TS-поток, информация о расписании эпизодов.

У всех субтаблиц EIT для текущего TS-потока должны присутствовать одинаковые значения полей `transport_stream_id` и `original_network_id`.

Текущая/следующая таблица должна содержать только информацию, имеющую отношение к существующему эпизоду, и хронологически следует после эпизода, который несёт данная служба на текущем или на других TS-потоках. Это действительно, кроме случая обслуживания NVOD, где в потоке могут передаваться данные об описании больше двух эпизодов. Таблицы расписания эпизодов для текущего или других TS-потоков содержат список эпизодов в форме расписания, включая эпизоды, имеющие место в некоторое время вне следующего эпизода. Таблицы расписания EIT необязательны. Информация об эпизоде должна предоставляться в хронологическом порядке.

Таблица EIT должна быть сегментирована в секции `event_information_section`, используя синтаксис табл. 5.7. Любые секции, являющиеся частью таблицы EIT, должны быть переданы в пакетах TS со значением PID 0x0012.

Семантика для секции информации эпизода:

- **table_id**: идентификатор таблицы. Принимает одно из значений 0x4E, 0x4F, 0x50...0x5F или 0x60...0x6F.
- **section_syntax_indicator**: индикатор синтаксиса секции – однокбитное поле, которое всегда должно быть установлено в 1.
- **section_length**: длина секции – поле длиной 12 бит, первые два бита которого должны всегда быть равными 00. Поле определяет число байтов в секции, следующих немедленно после поля `section_length`, включая проверочные CRC-биты. Значение величины поля `section_length` не должно превышать 4093, так чтобы у всей секции максимальная длина равнялась 4096 байтам.
- **service_id**: идентификатор службы. Это поле длиной 16 бит, которое служит меткой для идентификации службы среди всех служб, входящих в пределы TS-потока. Поле `service_id` совпадает с полем `program_number` в соответствующей секции `program_map_section`.
- **version_number**: номер версии субтаблицы `sub_table` – поле длиной 5 бит. Поле `version_number` должно быть увеличено на 1, когда происходит изменение информации, передающейся в пределах поля `sub_table`. Когда значение поля достигает величины 31, то происходит циклическое обнуление этого значения.

Таблица 6.7. Секция информации эпизода

Синтаксис	Число битов	Формат
event_information_section() { table_id section_syntax_indicator reserved_future_use reserved section_length service_id reserved version_number current_next_indicator section_number last_section_number transport_stream_id original_network_id segment_last_section_number last_table_id for (i=0; i<N; i++) { event_id start_time duration running_status free_CA_mode descriptors_loop_length for (i=0; i<N; i++) { descriptor() } } CRC_32 }	8 1 1 2 12 16 2 5 1 8 8 16 16 8 8 16 40 24 3 1 12 32	uimsbf bslbf bslbf bslbf uimsbf uimsbf bslbf uimsbf bslbf uimsbf uimsbf uimsbf uimsbf uimsbf uimsbf uimsbf bslbf uimsbf uimsbf rpchof

Когда поле `current_next_indicator` будет установлено в 1, тогда поле `version_number` должно быть таким же, как применяемое в передаваемой в настоящее время субтаблице, определенной полями `table_id` и `bouquet_id`. Когда поле `current_next_indicator` установлено в 0, тогда поле `version_number` должно соответствовать применяемому в следующей передаваемой субтаблице, определенной полями `table_id` и `bouquet_id`.

- **current_next_indicator:** индикатор текущей или следующей субтаблицы. Этот однобитный индикатор, когда установлен в 1, указывает, что субтаблица в настоящее время является активной субтаблицей. Когда бит установлен в 0, он указывает, что посланная субтаблица еще не применима и должна стать следующей действующей субтаблицей.

- **section_number**: число секций. Это поле длиной 8 бит даёт значение числа секций. Поле `section_number` первой секции в субтаблице должно иметь величину 0x00. Поле `section_number` должно увеличиваться на 1 с каждым приходом каждой дополнительной секции с тем же самым значением полей `table_id`, `transport_stream_id` и `original_network_id`. В этом случае субтаблица `sub_table` может быть структурирована как многосегментная. В пределах каждого сегмента значение `section_number` должно увеличиваться на 1 с передачей каждой дополнительной секции, но промежуток в нумерации разрешен между последним разделом сегмента и первым разделом смежного сегмента.
- **last_section_number**: номер последней секции. Это поле длиной 8 бит определяет номер последней секции (то есть секции с самым высоким значением поля `section_number`) субтаблицы, частью которой является эта секция.
- **transport_stream_id**: идентификатор транспортного потока – поле длиной 16 бит, которое служит меткой для идентификации TS-потока, о котором передаётся информация EIT, чтобы выделить его из других TS-потоков в системе доставки.
- **original_network_id**: идентификатор исходной сети. Поле длиной 16 бит, которое служит меткой, идентифицирующей поле `network_id` исходной (первоначальной) системы доставки.
- **segment_last_section_number**: номер последней секции сегмента. Представляет собой поле длиной 8 бит определяющее число последней секции сегмента субтаблицы `sub_table`. Для субтаблиц, которые не сегментированы, эта область должна быть установлена в ту же самую величину, что и поле `last_section_number`.
- **last_table_id**: идентификатор последней таблицы. Это поле длиной 8 бит идентифицирует последнюю используемую таблицу с полем `table_id` (табл. 6.1).
- **event_id**: идентификатор эпизода – поле длиной 16 бит. Содержит идентификационный номер описанного эпизода (уникально определённого в пределах определения службы).
- **start_time**: время начала эпизода. Это поле длиной 40 бит содержит время начала эпизода по UT, Всемирному координированному времени UTC и Модифицированному юлианскому календарю MJD (п. 6.8). Данное поле закодировано как 16 битов, дающих 16 младших битов (LSB) времени MJD, сопро-

вождаемого 24 битами, закодированными как 6 цифр в 4-битной двоично-десятичной форме (BCD). Если время начала не определено (например, для случая обслуживания системы NVOD), все части поля установлены в 1.

Например, 12:45:00 93/10/13 кодируется как 0xC079124500.

- **duration**: продолжительность эпизода. Представляет собой поле длиной 24 бита, содержащее продолжительность эпизода в часах, минутах, секундах. Формат: 6 цифр по 4 бита BCD = 24 бита.

Например, 1:45:30 кодируется как 0x014530.

- **running_status**: статус обслуживания. Представляет собой поле длиной 3 бита, которое указывает на статус обслуживания, как определено в табл. 6.6. Для службы NVOD значение поля `running_status` должно быть установлено в 0.
- **free_CA_mode**: флаг режима скремблирования. Это однобитное поле, когда установлено в 0, указывает, что все составляющие службу потоки не скремблированы. Когда флаг установлен в 1, это указывает на то, что доступом к одному или более потокам службы может управлять система CA.
- **descriptors_loop_length**: длина цикла дескрипторов. Это поле длиной 12 бит даёт значение полной длины в байтах следующих за ним дескрипторов.
- **CRC_32**: проверочные CRC-биты. Поле длиной 32 бит, которое содержит величину проверочного кода CRC, которая сбрасывает в 0 состояние регистров в декодере, определенных в п. 6.7 после обработки данных всей секции.

6.3.2.5. Таблица времени и даты (TDT)

Таблица TDT (табл. 6.8) несет только информацию о Всемирном координированном времени UTC и информацию о текущей дате. Таблица TDT должна состоять из единственной секции, используя синтаксис табл. 6.8. Эта секция TDT должна быть передана в TS-пакетах со значением PID 0x0014, а поле `table_id` должно принять значение 0x70.

Семантика для секции времени и даты:

- **table_id**: идентификатор таблицы. Принимает значение 0x70.
- **section_syntax_indicator**: индикатор синтаксиса секции – однобитное поле, которое всегда должно быть установлено в 0.
- **section_length**: длина секции – поле длиной 12 бит, первые два бита которого должны всегда быть равными 00. Поле опре-

Таблица 6.8. Секция времени и даты

Синтаксис	Число битов	Формат
time_date_section() { table_id section_syntax_indicator reserved_future_use reserved section_length UTC_time }	8 1 1 2 12 40	uimsbf bslbf bslbf bslbf uimsbf bslbf

деляет число байтов в секции, следующих немедленно после поля section_length и до конца секции.

- **UTC_time:** время UTC. Представляет собой поле длиной 40 бит и содержит текущее время и дату в форматах UTC и MJD (п. 6.8). Это поле закодировано как 16 битов, дающих 16 младших битов (LSB) времени MJD, сопровождаемого 24 битами, закодированными как 6 цифр в 4-битной форме BCD. Например, 12:45:00 93/10/13 кодируется как 0xC079124500.

6.3.2.6. Таблица смещения времени (TOT)

Таблица TOT (табл. 6.9) несет информацию о времени UTC, текущей дате и информацию о дате и смещении местного времени. Таблица должна состоять из единственной секции, используя синтаксис табл. 6.9. Эта секция TOT должна быть передана в TS-пакетах со значением PID 0x0014, а поле table_id должно принять значение 0x73.

Таблица 6.9. Секция смещения времени

Синтаксис	Число битов	Формат
time_offset_section() { table_id section_syntax_indicator reserved_future_use reserved section_length UTC_time reserved descriptors_loop_length for (i=0; i<N; i++) { descriptor() } CRC_32 }	8 1 1 2 12 40 4 12 32	uimsbf bslbf bslbf bslbf uimsbf bslbf bslbf uimsbf rpchof

Семантика для секции смещения времени:

- **table_id**: идентификатор таблицы. Принимает значение 0x73.
- **section_syntax_indicator**: индикатор синтаксиса секции – од-нобитное поле, которое всегда должно быть установлено в 0.
- **section_length**: длина секции – поле длиной 12 бит, первые два бита которого должны всегда быть равными 00. Поле опре-деляет число байтов в секции, следующих немедленно после поля section_length и до конца секции.
- **UTC_time**: время UTC. Представляет собой поле длиной 40 бит и содержит текущее время и дату в форматах UTC и MJD (п. 6.8). Это поле закодировано как 16 битов, дающих 16 млад-ших битов (LSB) времени MJD, сопровождаемого 24 битами, закодированными как 6 цифр в 4-битной форме BCD. Напри-мер, 12:45:00 93/10/13 кодируется как 0xC079124500.
- **descriptors_loop_length**: длина цикла дескрипторов. Это поле длиной 12 бит даёт значение полной длины в байтах следую-щих за ним дескрипторов.
- **CRC_32**: проверочные CRC-биты. Поле длиной 32 бит, ко-торое содержит величину проверочного кода CRC, которая сбрасывает в 0 состояние регистров в декодере, определенных в п. 6.7, после обработки данных всей секции.

6.3.2.7. Таблица статуса исполнения (RST)

Таблица RST (табл. 6.10) позволяет точно и быстро обновить ста-тус исполнения одного или нескольких эпизодов. Это может быть необходимым тогда, когда эпизод из-за изменений в расписании на-чинается рано или поздно по отношению к спланированному распи-санию. Использование отдельной таблицы позволяет достигнуть быстрого механизма обновления статуса.

Информация RST должна быть сегментирована в секции running_status_section, используя синтаксис табл. 6.10. Любые секции, яв-ляющиеся частью RST, должны передаваться в пакетах TS со зна-чением PID 0x0013 и полем table_id, равным значению 0x71.

Семантика для секции статуса исполнения:

- **table_id**: идентификатор таблицы. Принимает значение 0x71.
- **section_syntax_indicator**: индикатор синтаксиса секции – од-нобитное поле, которое всегда должно быть установлено в 0.
- **section_length**: длина секции – поле длиной 12 бит, первые два бита которого должны всегда быть равными 00. Поле определяет число байтов в секции, следующих немедленно

Таблица 6.10. Секция статуса исполнения

Синтаксис	Число битов	Формат
<code>running_status_section() {</code>		
<code>table_id</code>	8	uimsbf
<code>section_syntax_indicator</code>	1	bslbf
<code>reserved_future_use</code>	1	bslbf
<code>reserved</code>	2	bslbf
<code>section_length</code>	12	uimsbf
<code>for (i=0; i<N; i++){</code>		
<code>transport_stream_id</code>	16	uimsbf
<code>original_network_id</code>	16	uimsbf
<code>service_id</code>	16	uimsbf
<code>event_id</code>	16	uimsbf
<code>reserved_future_use</code>	5	bslbf
<code>running_status</code>	3	uimsbf
<code>}</code>		
<code>}</code>		

после поля `section_length`, включая проверочные CRC-биты. Значение величины поля `section_length` не должно превышать 1021, так чтобы у всей секции максимальная длина равнялась 1024 байтам.

- **transport_stream_id**: идентификатор транспортного потока – поле длиной 16 бит, которое служит меткой для идентификации TS-потока, о котором передаётся информация EIT, чтобы выделить его из других TS-потоков в системе доставки.
- **original_network_id**: идентификатор исходной сети. Поле длиной 16 бит, которое служит меткой, идентифицирующей поле `network_id` исходной (первоначальной) системы доставки.
- **service_id**: идентификатор службы. Это поле длиной 16 бит, которое служит меткой для идентификации службы среди всех служб, входящих в пределы TS-потока. Поле `service_id` совпадает с полем `program_number` в соответствующей секции `program_map_section`.
- **event_id**: идентификатор эпизода – поле длиной 16 бит. Содержит идентификационный номер описанного эпизода (уникально определённого в пределах определения службы).
- **running_status**: статус обслуживания. Представляет собой поле длиной 3 бита, которое указывает на статус обслуживания, как определено в табл. 6.6.

6.3.2.8. Уравнивающая таблица (ST)

Назначение использования этой таблицы (табл. 6.11) состоит в том, чтобы сделать недопустимыми существующие секции в границах систем доставки. Например, на головной станции кабельного ТВ, когда один раздел субтаблицы `sub_table` будет переписан, все разделы этой субтаблицы должны быть также заполнены (переписаны), чтобы сохранить целостность области `section_number`.

Таблица 6.11. Секция уравнивания

Синтаксис	Число битов	Формат
<pre>stuffing_section() { table_id section_syntax_indicator reserved_future_use reserved section_length for (i=0; i<N; i++) { data_byte } }</pre>	<p>8</p> <p>1</p> <p>1</p> <p>2</p> <p>12</p> <p>8</p>	<p>uimsbf</p> <p>bslbf</p> <p>bslbf</p> <p>bslbf</p> <p>uimsbf</p> <p>uimsbf</p>

Семантика для секции статуса исполнения:

- **table_id:** идентификатор таблицы. Принимает значение 0x72.
- **section_syntax_indicator:** индикатор синтаксиса секции – од-нобитное поле, которое может быть установлено в 0 или 1.
- **section_length:** длина секции – поле длиной 12 бит, первые два бита которого должны всегда быть равными 00. Поле определяет число байтов в секции, следующих немедленно после поля `section_length`, включая проверочные CRC-биты. Значение величины поля `section_length` не должно превышать 4093, так чтобы у всей секции максимальная длина равнялась 4096 байтам.
- **data_byte:** байт данных. Это поле длиной 8 бит, которое может принять любое значение, которое не несёт никакой полезной нагрузки.

6.3.2.9. Таблица неоднородности информации (DIT)

Таблица DIT (табл. 6.12) должна быть вставлена в точках пере-хода неполных TS-потокa, в которых информация о SI может пре-рываться.

Таблица 6.12. Секция неоднородности информации

Синтаксис	Число битов	Формат
discontinuity_information_section() { table_id section_syntax_indicator reserved_future_use reserved section_length transition_flag reserved_future_use }	8 1 1 2 12 1 7	uimsbf bslbf bslbf bslbf uimsbf uimsbf bslbf

Семантика для секции неоднородности информации:

- **table_id**: идентификатор таблицы. Принимает значение 0x7E.
- **section_syntax_indicator**: индикатор синтаксиса секции – од-
нобитное поле, которое всегда должно быть установлено в 0.
- **section_length**: длина секции – поле длиной 12 бит, которое
всегда имеет значение 0x001.
- **transition_flag**: однобитный флаг перехода, который ука-
зывает на вид перехода в TS-потоке. Когда бит установлен
в 1, он указывает, что переход происходит из-за изменением
первичного источника. Изменение первичного источника мо-
жет быть изменением первичного TS-потока и/или измене-
ния положения в TS-потоке (например, в случае смещения
по времени). Когда бит установлен в «0», он указывает, что
переход происходит только из-за изменения выбора, остава-
ясь в рамках того же самого первичного TS-потока в том же
самом положении в нём.

6.3.2.10. Таблица выбираемой информации (SIT)

Таблица SIT описывает услуги и эпизоды, которые несет непол-
ный (частичный) TS-поток. Если таблица SIT присутствует в TS-
потоке, то он идентифицируется как неполный, а приёмник не осу-
ществляет поиск информации, связанной с вещанием, и выбирает
параметры потока из этой таблицы. Информация SIT должна быть
сегментирована в секции selection_information_section, используя
синтаксис табл. 6.13.

Семантика для секции выбираемой информации:

- **table_id**: идентификатор таблицы. Принимает значение 0x7E.
- **section_syntax_indicator**: индикатор синтаксиса секции – од-
нобитное поле, которое всегда должно быть установлено в 1.

Таблица 6.13. Секция выбираемой информации

Синтаксис	Число битов	Формат
<pre> selection_information_section() { table_id section_syntax_indicator DVB_reserved_future_use ISO_reserved section_length DVB_reserved_future_use ISO_reserved version_number current_next_indicator section_number last_section_number DVB_reserved_for_future_use transmission_info_loop_length for(i =0;i<N;i++) { descriptor() } for(i=0;i<N;i++){ service_id DVB_reserved_future_use running_status service_loop_length for(j=0;j<N;j++){ descriptor() } } CRC_32 } </pre>	<pre> 8 1 1 2 12 16 2 5 1 8 8 4 12 16 1 3 12 32 </pre>	<pre> uimsbf bslbf bslbf bslbf uimsbf uimsbf bslbf uimsbf bslbf uimsbf uimsbf uimsbf bslbf uimsbf uimsbf bslbf bslbf rpchof </pre>

- **section_length:** длина секции – поле длиной 12 бит, первые два бита которого должны всегда быть равными 00. Поле определяет число байтов в секции, следующих немедленно после поля section_length, включая проверочные CRC-биты. Значение величины поля section_length не должно превышать 4 093, так чтобы у всей секции максимальная длина равнялась 4096 байтам.
- **version_number:** номер версии субтаблицы sub_table – поле длиной 5 бит. Поле version_number должно быть увеличено на 1, когда происходит изменение информации, передающейся в пределах поля sub_table. Когда значение поля достигает величины 31, то происходит циклическое обнуление этого значения.

Когда поле current_next_indicator будет установлено в 1, тогда поле version_number должно быть таким же, как применяемое в пе-

редаваемой в настоящее время субтаблице, определенной полями `table_id` и `bouquet_id`. Когда поле `current_next_indicator` установлено в 0, тогда поле `version_number` должно соответствовать применяемому в следующей передаваемой субтаблице, определенной полями `table_id` и `bouquet_id`.

- **current_next_indicator:** индикатор текущей или следующей субтаблицы. Этот однобитный индикатор, когда установлен в 1, указывает, что субтаблица в настоящее время является активной субтаблицей. Когда бит установлен в 0, он указывает, что посланная субтаблица еще не применима и должна стать следующей действующей субтаблицей.
- **section_number:** число секций. Это поле длиной 8 бит даёт значение числа секций. Поле `section_number` всегда имеет величину 0x00.
- **last_section_number:** номер последней секции. Это поле длиной 8 бит определяет номер последней секции и всегда принимает значение 0x00.
- **transmission_info_loop_length:** длина цикла параметров передачи. Это поле длиной 12 бит представляет полную длину в байтах следующей последовательности дескрипторов, описывающих параметры передачи неполного TS-потока.
- **service_id:** идентификатор службы. Это поле длиной 16 бит, которое служит меткой для идентификации службы среди всех служб, входящих в пределы TS-потока. Поле `service_id` совпадает с полем `program_number` в соответствующей секции `program_map_section`.
- **running_status:** статус обслуживания. Представляет собой поле длиной 3 бита, которое указывает на статус обслуживания эпизода в текущем потоке. Если в текущем потоке отсутствует какой-либо эпизод, то устанавливается статус «не исполняется». Значение поля `running_status` определено в [14].
- **service_loop_length:** длина цикла параметров службы. Это поле длиной 12 бит даёт полную длину в байтах следующей последовательности дескрипторов, содержащей соответствующую SI-информацию о службах и эпизодах, содержащихся в неполном TS-потоке.
- **CRC_32:** проверочные CRC-биты. Поле длиной 32 бит, которое содержит величину проверочного кода CRC, которая сбрасывает в 0 состояние регистров в декодере, определенных в п. 6.7 после обработки данных всей секции.

6.4. Дескрипторы

В данном пункте описываются различные дескрипторы, которые могут использоваться в пределах SI. Для получения дополнительной информации необходимо обратиться к [14].

6.4.1. Идентификация и местоположение дескрипторов

Таблица 6.14 перечисляет дескрипторы, объявленные или определенные в рамках настоящей главы, представляя значение признака (тега) дескриптора и возможное размещение в пределах SI-таблиц. Символ * показывает, что дескриптор размещается в пределах указанной таблицы. Это не подразумевает, что использование этих дескрипторов ограничено в других таблицах.

Таблица 6.14. Возможное местоположение дескрипторов

Дескриптор	Значение тега	NIT	BAT	SDT	EIT	TOT	PMT	SIT
network_name_descriptor	0x40	*	—	—	—	—	—	—
service_list_descriptor	0x41	*	*	—	—	—	—	—
stuffing_descriptor	0x42	*	*	*	*	—	—	*
satellite_delivery_system_descriptor	0x43	*	—	—	—	—	—	—
cable_delivery_system_descriptor	0x44	*	—	—	—	—	—	—
VBI_data_descriptor	0x45	—	—	—	—	—	*	—
VBI_teletext_descriptor	0x46	—	—	—	—	—	*	—
bouquet_name_descriptor	0x47	—	*	*	—	—	—	*
service_descriptor	0x48	—	—	*	—	—	—	*
country_availability_descriptor	0x49	—	*	*	—	—	—	*
linkage_descriptor	0x4A	*	*	*	*	—	—	*
NVOD_reference_descriptor	0x4B	—	—	*	—	—	—	*
time_shifted_service_descriptor	0x4C	—	—	*	—	—	—	*
short_event_descriptor	0x4D	—	—	—	*	—	—	*
extended_event_descriptor	0x4E	—	—	—	*	—	—	*
time_shifted_event_descriptor	0x4F	—	—	—	*	—	—	*
component_descriptor	0x50	—	—	*	*	—	—	*
mosaic_descriptor	0x51	—	—	*	—	—	*	*
stream_identifier_descriptor	0x52	—	—	—	—	—	*	—
CA_identifier_descriptor	0x53	—	*	*	*	—	—	*

Таблица 6.14 (окончание)

Дескриптор	Значение тега	NIT	BAT	SDT	EIT	TOT	PMT	SIT
content_descriptor	0x54	—	—	—	*	—	—	*
parental_rating_descriptor	0x55	—	—	—	*	—	—	*
teletext_descriptor	0x56	—	—	—	—	—	*	—
telephone_descriptor	0x57	—	—	*	*	—	—	*
local_time_offset_descriptor	0x58	—	—	—	—	*	—	—
subtitling_descriptor	0x59	—	—	—	—	—	*	—
terrestrial_delivery_system_descriptor	0x5A	*	—	—	—	—	—	—
multilingual_network_name_descriptor	0x5B	*	—	—	—	—	—	—
multilingual_bouquet_name_descriptor	0x5C	—	*	—	—	—	—	—
multilingual_service_name_descriptor	0x5D	—	—	*	—	—	—	*
multilingual_component_descriptor	0x5E	—	—	—	*	—	—	*
private_data_specifier_descriptor	0x5F	*	*	*	*	—	*	*
service_move_descriptor	0x60	—	—	—	—	—	*	—
short_smoothing_buffer_descriptor	0x61	—	—	—	*	—	—	*
frequency_list_descriptor	0x62	*	—	—	—	—	—	—
partial_transport_stream_descriptor	0x63	—	—	—	—	—	—	*
data_broadcast_descriptor	0x64	—	—	*	*	—	—	*
scrambling_descriptor	0x65	—	—	—	—	—	*	—
data_broadcast_id_descriptor	0x66	—	—	—	—	—	*	—
transport_stream_descriptor	0x67	—	—	—	—	—	—	—
DSNG_descriptor	0x68	—	—	—	—	—	—	—
PDC_descriptor	0x69	—	—	—	*	—	—	—
AC-3_descriptor (n. 6.9.2)	0x6A	—	—	—	—	—	*	—
ancillary_data_descriptor	0x6B	—	—	—	—	—	*	—
cell_list_descriptor	0x6C	*	—	—	—	—	—	—
cell_frequency_link_descriptor	0x6D	*	—	—	—	—	—	—
announcement_support_descriptor	0x6E	—	—	*	—	—	—	—
application_signalling_descriptor	0x6F	—	—	—	—	—	*	—
adaptation_field_data_descriptor	0x70	—	—	—	—	—	*	—
service_identifier_descriptor [15]	0x71	—	—	*	—	—	—	—
service_availability_descriptor	0x72	—	—	*	—	—	—	—

Дескрипторы используются в таблице SIT только в неполных TS-потоках, так же как и сама таблица SIT, а дескриптор `partial_transport_stream_descriptor` используется исключительно лишь в таблице SIT. Дескрипторы `transport_stream_descriptor` и `DSNG_descriptor` применяются только в таблице дескрипторов TS-потока TSDT (Transport Streams Description Table). Дескриптор `time_slice_fec_identifier_descriptor`, кроме таблицы NIT, может также быть введённым в таблицу CAT [2, 20].

6.4.2. Кодирование дескрипторов

Когда в разделах п. 6.3.2 появляется конструкция «descriptor ()», это указывает на то, что в потоке должны появиться нуль, один или более дескрипторов (описателей), определенных в рамках этого пункта. Следующая семантика относится ко всем дескрипторам, определенным в этом пункте.

- **descriptor_tag:** признак (тег) дескриптора. Поле длиной 8 бит, которое идентифицирует каждый дескриптор. Величины с нормативными значениями системы MPEG-2 описаны в стандарте ISO/IEC 13818-1 [2]. Значения `descriptor_tag` для SI-потока предельны в табл. 6.14.
- **descriptor_length:** длина полей дескрипторов – поле длиной 8 бит, определяющее общее количество байтов части данных дескрипторов, следующих за байтом, определяющим величину этой области.

6.4.2.1. Дескриптор данных поля адаптации

Дескриптор данных поля адаптации `adaptation_field_data_descriptor` (табл. 6.15) обеспечивает средство указания на тип полей данных, поддерживаемых в пределах частного поля данных области адаптации, закодированной согласно стандарту [2]. Он должен быть помещён в соответствующий цикл поля `ES_info` таблицы PMT, если поток будет содержать одно или более полей данных, перечисленных в табл. 6.16.

Таблица 6.15. Дескриптор данных поля адаптации

Синтаксис	Число битов	Формат
<code>adaptation_field_data_descriptor() {</code>		
<code>descriptor_tag</code>	8	uimsbf
<code>descriptor_length</code>	8	uimsbf
<code>adaptation_field_data_identifier</code>	8	bslbf
<code>}</code>		

Таблица 6.16. Кодирование данных поля адаптации

adaptation_field_data_identifier (номер бита)	Описание
b0 (LSB)	Поле данных announcement_switching [21]
b1	Поле данных AU_information [21]
b2	reserved_0 – для будущего использования
b3	reserved_0 – для будущего использования
b4	reserved_0 – для будущего использования
b5	reserved_0 – для будущего использования
b6	reserved_0 – для будущего использования
b7	reserved_0 – для будущего использования

Семантика для дескриптора данных поля адаптации:

- **adaptation_field_data_identifier:** идентификатор данных поля адаптации длиной 8 бит. Это поле, определяющее поля данных, переданные в конфиденциальных байтах данных поля адаптации. Оно должно быть закодировано согласно табл. 6.16. Если какой-либо бит в этом поле установлен в 1, это указывает на то, что поддерживается передача соответствующего поля данных (как указано в стандарте, определенном в таблице). Поля reserved_0 должны быть установлены в 0, а поле данных не всегда присутствует в каждом поле адаптации.

6.4.2.2. Дескриптор вспомогательных данных

Дескриптор вспомогательных данных ancillary_data_descriptor (табл. 6.17) обеспечивает средство указания на присутствие и тип вспомогательных данных в звуковых элементарных потоках ES (Elementary Stream), закодированных согласно [22, 23]. Он должен быть помещён в соответствующий цикл поля ES_info таблицы PMT, если вспомогательные данные будут соответствовать одному из форматов, приведённых в табл. 6.18.

Таблица 6.17. Дескриптор вспомогательных данных

Синтаксис	Число битов	Формат
ancillary_data_descriptor() { descriptor_tag descriptor_length ancillary_data_identifier }	8 8 8	uimsbf uimsbf bslbf

Таблица 6.18. Кодирование поля вспомогательных данных

ancillary_data_identifier (номер бита)	Описание
b0 (LSB)	DVD-Video Ancillary Data [21]
b1	Extended Ancillary Data [21]
b2	Announcement Switching Data [21]
b3	DAB Ancillary Data [24]
b4	Scale Factor Error Check (ScF-CRC) [21]
b5	MPEG-4 ancillary data [21(п. D.5)]
b6	RDS via UECP [21]
b7	Зарезервировано для будущего использования

Семантика для дескриптора вспомогательных данных:

- **ancillary_data_identifier:** идентификатор вспомогательных данных длиной 8 бит. Это поле идентифицирует вспомогательные данные, закодированные в звуковом ES-поток, как определено в табл. 6.18. Если какой-либо бит в этом поле установлен в 1, это указывает на то, что поддерживается передача соответствующего поля данных (как указано в стандарте, определенном в таблице).

6.4.2.3. Дескриптор поддержки объявления

Описатель поддержки объявления `announcement_support_descriptor` (табл. 6.19) определяет тип объявлений, которые поддерживаются службами. Кроме того, он сообщает о транспортном методе объявления и дает необходимую информацию о связи, так чтобы поток, несущий объявление, мог быть проверен.

Таблица 6.19. Дескриптор поддержки объявления

Синтаксис	Число битов	Формат
<code>announcement_support_descriptor() {</code>		
<code>descriptor_tag</code>	8	uimsbf
<code>descriptor_length</code>	8	uimsbf
<code>announcement_support_indicator</code>	16	bslbf
<code>for (i=0; i<N; i++){</code>		
<code>announcement_type</code>	4	uimsbf
<code>reserved_future_use</code>	1	bslbf
<code>reference_type</code>	3	uimsbf
<code>if (reference_type == 0x01</code>		
<code>|| reference_type == 0x02</code>		
<code>}</code>		

Таблица 6.19 (окончание)

Синтаксис	Число битов	Формат
<pre>|| reference_type == 0x03){ original_network_id transport_stream_id service_id component_tag__ } }</pre>	16 16 16 8	uimsbf uimsbf uimsbf uimsbf

Семантика дескриптора поддержки объявления:

- **announcement_support_indicator:** индикатор поддержки объявления длиной 16 бит. Это область флагов, определяющих, какие типы объявлений поддерживаются службой. Поле должно быть закодировано согласно табл. 6.20. Если определенный тип объявления не поддерживается, то соответствующий бит должен быть установлен в 0; если объявление поддерживается, то соответствующий бит поля устанавливается в 1.

Таблица 6.20. Кодирование индикатора поддержки объявления

Номер бита	Описание
b0 (LSB)	Чрезвычайная тревога
b1	Усиление дорожного движения
b2	Усиление движения общественного транспорта
b3	Предупреждающее сообщение
b4	Экстренное сообщение
b5	Изменение погоды
b6	Объявление событий
b7	Конфиденциальный вызов
b8..b15	Зарезервировано для будущего использования

- **announcement_type:** тип объявления. Это поле длиной 4 бит определяет тип объявления, для которого доступны следующие области в потоке (табл. 6.21).

Таблица 6.21. Кодирование типа объявления

Тип объявления	Описание
0000	Чрезвычайная тревога
0001	Усиление дорожного движения
0010	Усиление движения общественного транспорта

Таблица 6.21 (окончание)

Тип объявления	Описание
0011	Предупреждающее сообщение
0100	Экстренное сообщение
0101	Изменение погоды
0110	Объявление событий
0111	Конфиденциальный вызов
1000...1111	Зарезервировано для будущего использования

- **reference type:** поле рекомендации метода передачи объявления. Имеет длину 3 бита и определяет транспортный метод передачи объявления согласно табл. 6.22.

Таблица 6.22. Кодирование поля рекомендации метода

Тип рекомендации	Описание
000	Объявление передаётся в используемом звуковом потоке службы
001	Объявление передаётся в отдельном звуковом потоке, являющемся частью службы
010	Объявление передаётся в другой службе в текущем TS-потоке
011	Объявление передаётся в другой службе в другом TS-потоке
100...111	Зарезервировано для будущего использования

- **original_network_id:** идентификатор исходной сети. Поле длиной 16 бит, которое служит меткой, идентифицирующей поле `network_id` исходной (первоначальной) системы доставки, обслуживающей передачу объявления.
- **transport_stream_id:** идентификатор транспортного потока – поле длиной 16 бит, которое служит меткой для идентификации TS-потока, в котором передаётся сообщение о передаче объявления.
- **service_id:** идентификатор службы. Это поле длиной 16 бит, которое служит меткой для идентификации службы, содержащей сообщение о передаче объявления.
- **component_tag:** признак компонента – поле длиной 8 бит, содержащее ту же величину, как у поля `component_tag` в дескрипторе идентификатора потока, который должен присутствовать в части карты программы PSI для звукового потока, в котором передаётся объявление.

6.4.2.4. **Дескриптор имени кластера**

Дескриптор имени кластера `bouquet_name_descriptor()` назначает имя кластера в текстовой форме (табл. 6.23).

Таблица 6.23. Дескриптор имени кластера

Синтаксис	Число битов	Формат
<code>bouquet_name_descriptor() {</code>		
<code>descriptor_tag</code>	8	<code>uimsbf</code>
<code>descriptor_length</code>	8	<code>uimsbf</code>
<code>for (i=0; i<N; i++) {</code>		
<code>char</code>	8	<code>uimsbf</code>
<code>}</code>		
<code>}</code>		

Семантика для дескриптора имени кластера:

- **char:** Это поле длиной 8 бит, последовательность которых передает название кластера, о котором сообщает субтаблица BAT. Информация о тексте кодирована при помощи кодировки и методов, описанных в п. 6.6.

6.4.2.5. **Дескриптор идентификатора CA**

Дескриптор идентификатора CA `CA_identifier_descriptor` (табл. 6.24) указывает, связаны ли конфиденциальные кластер, служба или эпизод с системой условного доступа, и идентифицирует системный тип CA посредством поля `CA_system_id`.

Таблица 6.24. Дескриптор идентификатора CA

Синтаксис	Число битов	Формат
<code>CA_identifier_descriptor() {</code>		
<code>descriptor_tag</code>	8	<code>uimsbf</code>
<code>descriptor_length</code>	8	<code>uimsbf</code>
<code>for (i=0; i<N; i++) {</code>		
<code>CA_system_id</code>	16	<code>uimsbf</code>
<code>}</code>		
<code>}</code>		

Семантика для описателя идентификатора CA:

- **CA_system_id:** идентификатор CA системы. Является полем длиной 16 бит и идентифицирует систему CA. Значения величины этого поля приведены в [18].

6.4.2.6. Дескриптор частоты ячейки линии связи

Дескриптор несущей частоты ячейки линии связи `cell_frequency_link_descriptor` (табл. 6.25) может использоваться в таблице NIT, которая описывает эфирную наземную сеть. Он дает полный список ячеек и идентифицирует частоты, которые используются в этих ячейках в качестве несущих для передаваемого пакета программ.

Таблица 6.25. Дескриптор частоты ячейки линии связи

Синтаксис	Число битов	Формат
<code>cell_frequency_link_descriptor() {</code>		
<code>descriptor_tag</code>	8	uimsbf
<code>descriptor_length</code>	8	uimsbf
<code>for (i=0;i<N;i++){</code>		
<code>cell_id</code>	16	uimsbf
<code>frequency</code>	32	uimsbf
<code>subcell_info_loop_length</code>	8	uimsbf
<code>for (j=0;j<N;j++){</code>		
<code>cell_id_extension</code>	8	uimsbf
<code>transposer_frequency</code>	32	uimsbf
<code>}</code>		
<code>}</code>		
<code>}</code>		

Семантика для дескриптора частоты ячейки линии связи:

- **cell_id**: идентификатор ячейки. Поле длиной 16 бит, которые однозначно определяют ячейку.
- **frequency**: частота. Поле длиной 32 бит, которое идентифицирует несущую частоту, использующуюся в обозначенной ячейке. Кодирование значения частоты производится согласно данным поля `centre_frequency` в дескрипторе `terrestrial_delivery_system_descriptor`.
- **subcell_info_loop_length**: длина цикла параметров о субъячейках. Это поле длиной 8 бит даёт полную длину в байтах следующей информации, которая указывает частоты несущих, используемых в субъячейках.
- **cell_id_extension**: расширение идентификатора ячейки – поле длиной 8 бит, которое используется для идентификации субъячейки в ячейке.
- **transposer_frequency**: частота транспозера. Поле длиной 32 бит, которое идентифицирует несущую частоту, которая используется транспозером в обозначенной субъячейке. Кодирование значения частоты производится согласно данным поля `centre_frequency` в дескрипторе `terrestrial_delivery_system_descriptor`.

рование частоты производится согласно данным поля `centre_frequency` в дескрипторе `terrestrial_delivery_system_descriptor`.

6.4.2.7. Дескриптор списка ячеек

Дескриптор списка ячеек `cell_list_descriptor` (табл. 6.26) может использоваться в таблице NIT, которая описывает наземную сеть. Он предоставляет список всех ячеек сети, о которых информирует NIT-субтаблица, и описывает их зоны охвата.

Таблица 6.26. Дескриптор списка ячеек

Синтаксис	Число битов	Формат
<code>cell_list_descriptor() {</code>		
<code>descriptor_tag</code>	8	<code>uimsbf</code>
<code>descriptor_length</code>	8	<code>uimsbf</code>
<code>for (i=0;i<N;i++){</code>		
<code>cell_id</code>	16	<code>uimsbf</code>
<code>cell_latitude</code>	16	<code>uimsbf</code>
<code>cell_longitude</code>	16	<code>uimsbf</code>
<code>cell_extent_of_latitude</code>	12	<code>uimsbf</code>
<code>cell_extent_of_longitude</code>	12	<code>uimsbf</code>
<code>subcell_info_loop_length</code>	8	<code>uimsbf</code>
<code>for (j=0;j<N;j++){</code>		
<code>cell_id_extension</code>	8	<code>uimsbf</code>
<code>subcell_latitude</code>	16	<code>uimsbf</code>
<code>subcell_longitude</code>	16	<code>uimsbf</code>
<code>subcell_extent_of_latitude</code>	12	<code>uimsbf</code>
<code>subcell_extent_of_longitude</code>	12	<code>uimsbf</code>
<code>}</code>		
<code>}</code>		
<code>}</code>		

Семантика дескриптора списка ячеек:

- **cell_id**: идентификатор ячейки. Поле длиной 16 бит, которые однозначно определяют ячейку.
- **cell_latitude**: широта ячейки. Поле длиной 16 бит, закодированное как два дополнительных числа, которые определяют угол широты сферического прямоугольника, приблизительно описывающего зону охвата означенной ячейки. Оно вычисляется путём умножения величины широты области на $90^{\circ}/2^{15}$. Южные широты нужно считать отрицательными, а северные широты – положительными.
- **cell_longitude**: долгота ячейки. Поле длиной 16 бит, закодированное как два дополнительных числа, которые определяют

угол долготы сферического прямоугольника, приблизительно описывающего зону охвата означенной ячейки. Оно вычисляется путём умножения величины долготы области на $180^\circ/2^{15}$. Западные долготы нужно считать отрицательными, а восточные долготы – положительными.

- **cell_extent_of_latitude**: степень широты ячейки. Поле длиной 12 бит, закодированное как беззнаковое двоичное число, которое определяет степень широты сферического прямоугольника, приблизительно описывающего зону охвата означенной ячейки. Оно вычисляется путём умножения величины поля `extent_of_latitude` области на $90^\circ/2^{15}$.
- **cell_extent_of_longitude**: степень долготы ячейки. Поле длиной 12 бит, закодированное как беззнаковое двоичное число, которое определяет степень долготы сферического прямоугольника, приблизительно описывающего зону охвата означенной ячейки. Оно вычисляется путём умножения величины поля `extent_of_longitude` области на $180^\circ/2^{15}$.
- **subcell_info_loop_length**: длина цикла параметров о субъячейках. Это поле длиной 8 бит даёт полную длину в байтах следующей информации, которая описывает субъячейки.
- **cell_id_extension**: расширение идентификатора ячейки – поле длиной 8 бит, которое используется для идентификации субъячейки в ячейке.
- **subcell_latitude**: широта субъячейки. Поле длиной 16 бит, закодированное как два дополнительных числа, которые определяют угол широты сферического прямоугольника, приблизительно описывающего зону охвата означенной субъячейки. Оно вычисляется путём умножения величины широты области на $90^\circ/2^{15}$. Южные широты нужно считать отрицательными, а северные широты – положительными.
- **subcell_longitude**: долгота субъячейки. Поле длиной 16 бит, закодированное как два дополнительных числа, которые определяют угол долготы сферического прямоугольника, приблизительно описывающего зону охвата означенной субъячейки. Оно вычисляется путём умножения величины долготы области на $180^\circ/2^{15}$. Западные долготы нужно считать отрицательными, а восточные долготы – положительными.
- **subcell_extent_of_latitude**: степень широты субъячейки. Поле длиной 12 бит, закодированное как беззнаковое двоичное

число, которое определяет степень широты сферического прямоугольника, приблизительно описывающего зону охвата означенной субъячейки. Оно вычисляется путём умножения величины поля `extent_of_latitude` области на $90^{\circ}/2^{15}$.

- **subcell_extent_of_longitude:** степень долготы субъячейки. Поле длиной 12 бит, закодированное как беззнаковое двоичное число, которое определяет степень долготы сферического прямоугольника, приблизительно описывающего зону охвата означенной субъячейки. Оно вычисляется путём умножения величины поля `extent_of_longitude` области на $180^{\circ}/2^{15}$.

6.4.2.8. Дескриптор компонентов

Дескриптор компонентов `component_descriptor` идентифицирует тип составляющего потока и может использоваться для того, чтобы предоставить текстовое описание элементарного потока (табл. 6.27).

Таблица 6.27. Дескриптор компонентов

Синтаксис	Число битов	Формат
<code>component_descriptor() { descriptor_tag descriptor_length reserved_future_use stream_content component_type component_tag ISO_639_language_code for (i=0; i<N; i++){ text_char } }</code>	<div>8</div> <div>8</div> <div>4</div> <div>4</div> <div>8</div> <div>8</div> <div>24</div> <div>8</div>	<div>uimsbf</div> <div>uimsbf</div> <div>bslbf</div> <div>uimsbf</div> <div>uimsbf</div> <div>uimsbf</div> <div>bslbf</div> <div>uimsbf</div> <div>uimsbf</div>

Семантика для дескриптора компонентов:

- **stream_content:** содержание потока. Это поле длиной 4 бит, определяющее тип потока (видео, звуковые или EBU-данные). Кодирование этой области определяется в табл. 6.28. Профили и уровни кодеков, упомянутых в табл. 6.28, определены в [21] и [25]. Также в таблице термины «SD», «HD», «25 Гц» и «30 Гц» используются, как они определены [21] в п. 5.1–5.4 для MPEG-2, п. 5.5–5.7 для H.264/AVC и п. 5.8–5.11 для VC-1 соответственно.

Таблица 6.28. Кодирование полей `stream_content` и `component_type`

Stream_content	Component_type	Описание
0x00	0x00...0xFF	зарезервировано для будущего использования
0x01	0x00	зарезервировано для будущего использования
0x01	0x01	MPEG-2-видео, соотношение сторон 4:3, 25 Гц
0x01	0x02	MPEG-2-видео, соотношение сторон 16:9 с панвекторированием, 25 Гц
0x01	0x03	MPEG-2-видео, соотношение сторон 16:9 без панвекторирования, 25 Гц
0x01	0x04	MPEG-2-видео, > соотношение сторон 16:9, 25 Гц
0x01	0x05	MPEG-2-видео, соотношение сторон 4:3, 30 Гц
0x01	0x06	MPEG-2-видео, соотношение сторон 16:9 с панвекторированием, 30 Гц
0x01	0x07	MPEG-2-видео, соотношение сторон 16:9 без панвекторирования, 30 Гц
0x01	0x08	MPEG-2-видео, > соотношение сторон 16:9, 30 Гц
0x01	0x09	MPEG-2 HD-видео, соотношение сторон 4:3, 25 Гц
0x01	0x0A	MPEG-2 HD-видео, соотношение сторон 16:9 с панвекторированием, 25 Гц
0x01	0x0B	MPEG-2 HD-видео, соотношение сторон 16:9 без панвекторирования, 25 Гц
0x01	0x0C	MPEG-2 HD-видео, > соотношение сторон 16:9, 25 Гц
0x01	0x0D	MPEG-2 HD-видео, соотношение сторон 4:3, 30 Гц
0x01	0x0E	MPEG-2 HD- видео, соотношение сторон 16:9 с панвекторированием, 30 Гц
0x01	0x0F	MPEG-2 HD-видео, соотношение сторон 16:9 без панвекторирования, 30 Гц
0x01	0x10	MPEG-2 HD-видео, > соотношение сторон 16:9, 30 Гц
0x01	0x11...0xAF	зарезервировано для будущего использования
0x01	0xB0...0xFE	определяется пользователем
0x01	0xFF	зарезервировано для будущего использования
0x02	0x00	зарезервировано для будущего использования
0x02	0x01	MPEG-1 Layer 2 звук, одиночный моноканал
0x02	0x02	MPEG-1 Layer 2 звук, два моноканала
0x02	0x03	MPEG-1 Layer 2 звук, стерео (2 канала)
0x02	0x04	MPEG-1 Layer 2 звук, мультязычный, многоканальный

Таблица 6.28 (окончание)

Stream_content	Component_type	Описание
0x02	0x05	MPEG-1 Layer 2 звук, surround-каналы
0x02	0x06...0x3F	зарезервировано для будущего использования
0x02	0x40	MPEG-1 Layer 2 звук для слабослышащих
0x02	0x41	MPEG-1 Layer 2 звук для слабослышащих
0x02	0x42	дополнительный звуковой канал согласно приложению E [21]
0x02	0x43...0xAF	зарезервировано для будущего использования
0x02	0xB0...0xFE	определяется пользователем
0x02	0xFF	зарезервировано для будущего использования
0x03	0x00	зарезервировано для будущего использования
0x03	0x01	субтитры телетекста EBU
0x03	0x02	связанный телетекст EBU
0x03	0x03	данные VBI
0x03	0x04...0x0F	зарезервировано для будущего использования
0x03	0x10	DVB-субтитры (нормальные) для мониторов с некритичным соотношением сторон
0x03	0x11	DVB-субтитры (нормальные) для мониторов с соотношением сторон 4:3
0x03	0x12	DVB-субтитры (нормальные) для мониторов с соотношением сторон 16:9
0x03	0x13	DVB-субтитры (нормальные) для мониторов с соотношением сторон 2.21:1
0x03	0x14	DVB-субтитры (нормальные) для HD-мониторов
0x03	0x15...0x1F	зарезервировано для будущего использования
0x03	0x20	DVB-субтитры (для слабослышащих) для мониторов с некритичным соотношением сторон
0x03	0x21	DVB-субтитры (для слабослышащих) для мониторов с соотношением сторон 4:3
0x03	0x22	DVB-субтитры (для слабослышащих) для мониторов с соотношением сторон 16:9
0x03	0x23	DVB-субтитры (для слабослышащих) для мониторов с соотношением сторон 2.21:1
0x03	0x24	DVB-субтитры (для слабослышащих) для HD-мониторов
0x03	0x25...0x2F	зарезервировано для будущего использования

- **component_type**: тип компонента. Это поле длиной 8 бит, которое определяет тип компоненты: видео, звук или компонента EBU-данных. Кодирование этого поля определено в табл. 6.28.

- **component_tag**: признак компоненты. Поле длиной 8 бит, которое имеет то же значение, что и поле component_tag в дескрипторе идентификатора потока (если существует секция PSI карты программы) для компоненты потока.
- **ISO_639_language_code**: код языка. Это поле длиной 24 бит идентифицирует язык компоненты (в случае звука или EBU-данных) и текстового описания, которое может содержаться в этом дескрипторе. ISO_639_language_code содержит 3-символьный код, как определено стандартом ISO 639-2 [26]. При этом могут использоваться разделы ISO 6392/B и ISO 6392/T. Каждый символ закодирован в 8 бит согласно ISO/IEC 8859-1 [27] и помещается в 24-битовое поле. Например: у французского языка есть 3-символьный код «fre», который кодируется как «0110 0110 0111 0010 0110 0101».
- **text_char**: Это поле длиной 8 бит, которое определяет текстовое описание компоненты потока. Информация о тексте закодирована использованием кодировок и методов, описанных в п. 6.6.

6.4.2.9. Дескриптор содержания

Назначение дескриптора содержания content_descriptor (табл. 6.29) состоит в том, чтобы предоставить информацию для эпизода о классификации передаваемого содержания.

Таблица 6.29. Дескриптор содержания

Синтаксис	Число битов	Формат
content_descriptor() {		
descriptor_tag	8	uimsbf
descriptor_length	8	uimsbf
for (i=0; i<N; i++) {		
content_nibble_level_1	4	uimsbf
content_nibble_level_2	4	uimsbf
user_nibble	4	uimsbf
user_nibble	4	uimsbf
}		
}		

Семантика дескриптора содержания:

- **content_nibble_level_1**: первый индикатор содержания. Имеет длину 4 бит и представляет первый уровень идентификатора содержания. Это поле должно быть закодировано согласно табл. 6.30.

Таблица 6.30. Кодирование полей content_nibble_level_1 и content_nibble_level_2

content_nibble_level_1	content_nibble_level_2	Описание
0x0	0x0...0xF	неопределённое содержание
Кино/Драма:		
0x1	0x0	кино/драма
0x1	0x1	детектив/триллер
0x1	0x2	приключения/вестерны/война
0x1	0x3	научная фантастика/фантастика/ужасы
0x1	0x4	комедия
0x1	0x5	мыльная опера/мелодрама/народные
0x1	0x6	роман
0x1	0x7	серьёзное/классика/религиозное/историческое кино/драма
0x1	0x8	фильм для взрослых/драма
0x1	0x9...0xE	зарезервировано для будущего использования
0x1	0xF	определяется пользователем
Новости/Текущие события:		
0x2	0x0	новости/текущие события (общие)
0x2	0x1	новости/прогноз погоды
0x2	0x2	журнал новостей
0x2	0x3	документальный фильм
0x2	0x4	обсуждение/интервью/дебаты
0x2	0x5...0xE	зарезервировано для будущего использования
0x2	0xF	определяется пользователем
Шоу/Телевикторина:		
0x3	0x0	шоу/телевикторина (общие)
0x3	0x1	телевикторина/викторина/соревнования
0x3	0x2	варьете
0x3	0x3	ток-шоу
0x3	0x4...0xE	зарезервировано для будущего использования
0x3	0xF	определяется пользователем
Спорт:		
0x4	0x0	спортивные состязания (общие)
0x4	0x1	специальные мероприятия (олимпийские игры, чемпионат мира и т. д.)
0x4	0x2	журналы спортивных состязаний
0x4	0x3	футбол/соккер
0x4	0x4	теннис/сквош

Таблица 6.30 (продолжение)

content_nibble_level_1	content_nibble_level_2	Описание
0x4	0x5	командные виды спорта (исключая футбол)
0x4	0x6	легкая атлетика
0x4	0x7	автоспорт
0x4	0x8	водный спорт
0x4	0x9	зимние виды спорта
0x4	0xA	эквистрейн
0x4	0xB	военные виды спорта
0x4	0xC...0xE	зарезервировано для будущего использования
0x4	0xF	определяется пользователем
Программы для детей и юношества:		
0x5	0x	детские/молодежные программы (общие)
0x5	0x	программы для дошкольников
0x5	0x	программы развлечения для детей от 6 до 14
0x5	0x	программы развлечения для детей от 10 до 16
0x5	0x	информационные/образовательные/школьные программы
0x5	0x	мультфильмы/куклы
0x5	0x	зарезервировано для будущего использования
0x5	0x	определяется пользователем
Музыка/Балет/Танцы:		
0x6	0x	музыка/балет/танцы (общие)
0x6	0x	рок/поп
0x6	0x	серьезная музыка/классическая музыка
0x6	0x	народная музыка/традиционная музыка
0x6	0x	джаз
0x6	0x	музыкальный/опера
0x6	0x	балет
0x6	0x	зарезервировано для будущего использования
0x6	0x	определяется пользователем
Искусство/Культура:		
0x7	0x0	искусство/культура (без музыки, общие)
0x7	0x1	исполнительные виды искусства
0x7	0x2	тонкое искусство
0x7	0x3	религия
0x7	0x4	массовая культура/традиционное искусство
0x7	0x5	литература
0x7	0x6	фильм/кино

Таблица 6.30 (продолжение)

content_nibble_level_1	content_nibble_level_2	Описание
0x7	0x7	экспериментальный фильм/видео
0x7	0x8	телерадиовещание/пресса
0x7	0x9	новые СМИ
0x7	0xA	искусства/журналы о культуре
0x7	0xB	мода
0x7	0xC...0xE	зарезервировано для будущего использования
0x7	0x	определяется пользователем
Социальные/Политические проблемы/Экономика:		
0x8	0x0	социальные/политические проблемы/экономика (общие)
0x8	0x1	журналы/отчеты/документальный фильм
0x8	0x2	экономика, социальная консультативная
0x8	0x3	замечательные люди
0x8	0x4...0xE	зарезервировано для будущего использования
0x8	0xF	определяется пользователем
Образование/Наука/Актуальные разговоры:		
0x9	0x	образование/наука/актуальные разговоры (общие)
0x9	0x	природа/животные/окружающая среда
0x9	0x	технология/естественные науки
0x9	0x	медицина/физиология/психология
0x9	0x	зарубежные страны/экспедиции
0x9	0x	социальные/духовные науки
0x9	0x	будущее образование
0x9	0x	языки
0x9	0x	зарезервировано для будущего использования
0x9	0x	определяется пользователем
Досуг/Хобби:		
0xA	0x0	досуг/хобби (общие)
0xA	0x1	туризм/путешествие
0xA	0x2	изделие кустарного промысла
0xA	0x3	езда на автомобиле
0xA	0x4	фитнесс и здоровье
0xA	0x5	кулинария
0xA	0x6	реклама/покупки
0xA	0x7	садоводство
0xA	0x8...0xE	зарезервировано для будущего использования

Таблица 6.30 (продолжение)

content_nibble_level_1	content_nibble_level_2	Описание
0xA	0xF	определяется пользователем
Специальные особенности:		
0xB	0x0	язык оригинала
0xB	0x1	чёрно-белый
0xB	0x2	неопубликованный
0xB	0x3	прямой репортаж
0xB	0x4...0xE	зарезервировано для будущего использования
0xB	0xF	определяется пользователем
0xC...0xE	0x0...0xF	зарезервировано для будущего использования
0xF	0x...0xF	определяется пользователем

- **content_nibble_level_2**: второй индикатор содержания. Имеет длину 4 бит и представляет второй уровень идентификатора содержания. Это поле должно быть закодировано согласно табл. 6.30.
- **user_nibble**: индикатор пользователя. Имеет размер 4 бит и определяется вещателем.

6.4.2.10. Дескриптор доступности страны

Чтобы эффективно определить различные комбинации стран, дескриптор доступности страны `country_availability_descriptor` может появиться дважды для каждой службы. Страны для первого представления выбираются из предоставленных списков стран и/или групп стран, для которых предназначена служба, чтобы она была доступна. А второе предоставление списка – для стран и/или групп, где доступ к службе завершён. Последний список отвергает прежний список.

Если используется только один дескриптор, который перечисляет страны, где служба доступна, тогда он указывает, что приём службы не предназначен для доступности в любой другой стране. Если используется только один дескриптор, который перечисляет страны, где служба недоступна, то это указывает на то, что служба доступна в любой стране, кроме перечисленных стран. Если не используется никакой дескриптор, тогда не определено, для каких стран предназначен приём службы, чтобы быть доступной для приёма (табл. 6.31).

Таблица 6.31. Дескриптор доступности страны

Синтаксис	Число битов	Формат
country_availability_descriptor() { descriptor_tag descriptor_length country_availability_flag reserved_future_use for (i=0; i<N; i++){ country_code } }	8 8 1 7 24	uimsbf uimsbf bslbf bslbf bslbf

Семантика для дескриптора доступности страны:

- **country_availability_flag**: однобитный флаг доступности страны, указывающий, представляют ли следующие коды страны разрешение возможности для этих стран приёма службы системы. Если флаг country_availability_flag установлен в 1, последующие коды стран определяют страны, для которых предназначен прием службы. Если флаг установлен в 0, последующие коды страны определяют страны, для которых прием службы не предназначен.
- **country_code**: код страны. Поле длиной 24 бит, определяющее страну, используя 3-символьный код, в соответствии со стандартом ISO 3166 [28]. Каждый символ закодирован в 8 битов, согласно стандарту [27], и помещён в 24-битовое поле. Если эти 3 знака представляют число в диапазоне 900–999, тогда поле country_code показывает, что стандарт ETSI определил группу стран. Эти значения имеются в [18]. Например, у Великобритании имеется 3-символьный код «GBR», который закодирован как «0100 0111 0100 0010 0101 0010».

6.4.2.11. Дескриптор данных вещания

Дескриптор данных вещания data_broadcast_descriptor идентифицирует тип компоненты данных и может использоваться, чтобы предоставить текстовое описание компоненты данных (табл. 6.32).

Семантика дескриптора данных вещания:

- **data_broadcast_id**: идентификатор данных вещания. Представляет собой поле длиной 16 бит, которое идентифицирует спецификацию данных вещания, использующуюся, чтобы передать данные в вещательную сеть. Определение величин этого поля можно найти в [18].

Таблица 6.32. Дескриптор данных вещания

Синтаксис	Число битов	Формат
<code>data_broadcast_descriptor() {</code>		
<code>descriptor_tag</code>	8	uimsbf
<code>descriptor_length</code>	8	uimsbf
<code>data_broadcast_id</code>	16	uimsbf
<code>component_tag</code>	8	uimsbf
<code>selector_length</code>	8	uimsbf
<code>for (i=0; i<selector_length; i++){</code>		
<code>selector_byte</code>	8	uimsbf
<code>}</code>		
<code>ISO_639_language_code</code>	24	bslbf
<code>text_length</code>	8	uimsbf
<code>for (i=0; i<text_length; i++){</code>		
<code>text_char</code>	8	uimsbf
<code>}</code>		
<code>}</code>		

- **component_tag**: признак компоненты. Поле длиной 8 бит, которое имеет то же значение, что и поле `component_tag` в дескрипторе идентификатора потока (если существует секция PSI карты программы) для компоненты потока, с помощью которой происходит вещание данных. Если это поле не используется, оно должно быть установлено в величину 0x00.
- **selector_length**: длина селектора. Поле длиной 8 бит, которое определяет длину в байтах следующего поля селектора.
- **selector_byte**: поле длиной 8 бит определяет область селектора. Синтаксис и семантика области селектора должны быть определены по условиям спецификации вещания, которые идентифицированы в поле `data_broadcast_id`. Область селектора может содержать определенную служебную информацию, которая необходима для идентификации точки входа данных вещания.
- **ISO_639_language_code**: код языка. Это поле длиной 24 бит содержит 3-символьный код стандарта ISO 639-2 [26] следующего текстового поля. При этом могут использоваться разделы ISO 6392/B и ISO 6392/T. Каждый символ закодирован в 8 бит согласно ISO/IEC 8859-1 [27] и помещается в 24-битовое поле.
- **text_length**: длина текста. Поле длиной 8 бит, определяющее длину в байтах следующего далее текста, описывающего компоненту данных.

- **text_char**: Это поле длиной 8 бит. Поле строки символов определяет текстовое описание компоненты данных. Информация о тексте закодирована с использованием кодировок и методов, описанных в п. 6.6.

6.4.2.12. Дескриптор идентификации данных вещания

Дескриптор идентификации данных вещания определяет тип компоненты данных (табл. 6.33). Этот дескриптор – краткая форма дескриптора data_broadcast. Поэтому он может быть помещен в цикл, составляющий PSI, в PMT-таблицу.

Таблица 6.33. Дескриптор идентификации данных вещания

Синтаксис	Число битов	Формат
data_broadcast_id_descriptor() { descriptor_tag descriptor_length data_broadcast_id for(i=0; i < N;i++){ id_selector_byte } }	8 8 16 8	uimsbf uimsbf uimsbf uimsbf

Семантика дескриптора идентификации данных вещания:

- **data_broadcast_id**: идентификатор данных вещания. Представляет собой поле длиной 16 бит, которое идентифицирует спецификацию данных вещания, использующуюся, чтобы передать данные в вещательную сеть. Определение величин этого поля можно найти в [18].
- **id_selector_byte**: поле длиной 8 байт, которое может использоваться в целях выбора применения. Определение полей id_selector_byte и data_broadcast_id_descriptor будет зависеть от идентификации данных вещания. Поле id_selector_byte может отличаться от поля selector_bytes соответствующего дескриптора data_broadcast_descriptor.

6.4.2.13. Дескрипторы системы доставки

Все дескрипторы системы доставки имеют одинаковую длину 13 байт. Это облегчает обмен этими дескрипторами, когда TS-поток транскодируется из одной системы доставки в другую, например из спутниковой сети в кабельную сеть.

6.4.2.13.1. Дескриптор системы кабельной доставки

Дескриптор системы кабельной доставки `cable_delivery_system_descriptor` (табл. 6.34) определяет физические параметры передающего канала кабельной сети.

Таблица 6.34. Дескриптор системы кабельной доставки

Синтаксис	Число битов	Формат
<code>cable_delivery_system_descriptor() {</code>		
<code>descriptor_tag</code>	8	uimsbf
<code>descriptor_length</code>	8	uimsbf
<code>frequency</code>	32	bslbf
<code>reserved_future_use</code>	12	bslbf
<code>FEC_outer</code>	4	bslbf
<code>modulation</code>	8	bslbf
<code>symbol_rate</code>	28	bslbf
<code>FEC_inner</code>	4	bslbf
<code>}</code>		

Семантика для дескриптора системы кабельной доставки:

- **frequency:** частота. Поле длиной 32 бит, дающее 4-битное BCD-определение величин для передачи 8 знаков параметра частоты несущей канала. Для дескриптора `cable_delivery_system_descriptor` частота исчисляется в МГц, где десятичные доли начинаются после четвертого знака (например, 0312,0000 МГц).
- **FEC_outer:** схема внешней коррекции ошибок. Является полем длиной 4 бит, определяющим используемую схему внешней коррекции FEC, согласно табл. 6.35.

Таблица 6.35. Схема внешней FEC-коррекции ошибок

FEC_outer	Описание
0000	не определено
0001	внешняя FEC-коррекция отсутствует
0010	RS(204/188)
0011...1111	зарезервировано для будущего использования

- **modulation:** модуляция. Это поле длиной 8 бит, определяющее схему модуляции, используемую в кабельной системе доставки, согласно табл. 6.36.

Таблица 6.36. Схема модуляции для кабельной сети

Модуляция (hex)	Описание
0x00	не определено
0x01	16-QAM
0x02	32-QAM
0x03	64-QAM
0x04	128-QAM
0x05	256-QAM
0x06...0xFF	зарезервировано для будущего использования

- **symbol_rate**: скорость символов – поле длиной 28 бит, дающее 4-битное BCD-определение величин для передачи 7 знаков параметра скорости потока символов в Мсимвол/с, где десятичная запятая ставится после третьего знака (например, 027,4500).
- **FEC_inner**: схема внутренней коррекции ошибок. Поле длиной 4 бит, определяющее схему внутренней коррекции FEC, используемой согласно табл. 6.37.

Таблица 6.37. Схема внутренней FEC-коррекции ошибок

FEC_inner	Описание
0000	не определено
0001	1/2
0010	2/3
0011	3/4
0100	5/6
0101	7/8
0110	8/9
0111	3/5
1000	4/5
1001	9/10
1010...1110	зарезервировано для будущего использования
1111	внутренняя FEC-коррекция отсутствует

6.4.2.13.2. Дескриптор системы спутниковой доставки

Дескриптор системы спутниковой доставки `satellite_delivery_system_descriptor` (табл. 6.38) определяет физические параметры передающего канала спутниковой связи.

Таблица 6.38. Дескриптор системы спутниковой доставки

Синтаксис	Число битов	Формат
<code>satellite_delivery_system_descriptor() {</code>		
<code>descriptor_tag</code>	8	uimsbf
<code>descriptor_length</code>	8	uimsbf
<code>frequency</code>	32	bslbf
<code>orbital_position</code>	16	bslbf
<code>west_east_flag</code>	1	bslbf
<code>polarization</code>	2	bslbf
<code>If (modulation_system == «1») {</code>		
<code>roll off</code>	2	bslbf
<code>} else {</code>		
<code>«00»</code>	2	bslbf
<code>}</code>		
<code>modulation_system</code>	1	bslbf
<code>modulation_type</code>	2	bslbf
<code>symbol_rate</code>	28	bslbf
<code>FEC_inner</code>	4	bslbf
<code>}</code>		

Семантика для дескриптора системы спутниковой доставки:

- **frequency:** частота. Поле длиной 32 бит, дающее 4-битное BCD-определение величин для передачи 8 знаков параметра частоты несущей канала. Для дескриптора `satellite_delivery_system_descriptor` частота исчисляется в ГГц, где десятичная запятая ставится после третьего знака (например, 011,75725 ГГц).
- **orbital_position:** орбитальная позиция – поле длиной 16 бит, дающее 4-битное BCD-определение величин для передачи 4 знаков значения орбитального положения в градусах, где десятичная запятая ставится после третьего знака (например, 019,2°).
- **west_east_flag:** флаг запад или восток – однобитное поле, указывающее, находится ли спутниковая позиция в западной или восточной части орбиты. Значение 0 указывает на западное положение, а значение 1 – на восточное положение.
- **polarization:** поляризация. Поле величиной 2 бит, определяющее поляризацию передаваемого сигнала. Первый бит определяет, линейная поляризация или круглая (табл. 6.39).

Таблица 6.39. Поляризация

Поляризация	Описание
00	линейная горизонтальная
01	линейная вертикальная
10	круговая левая
11	круговая правая

- **roll_off**: скругление – поле длиной 2 бит несёт информацию о коэффициенте скругления, используемом в системе стандарта DVB-S2 (табл. 6.40).

Таблица 6.40. Коэффициент скругления

Скругление	Описание
00	$\alpha = 0,35$
01	$\alpha = 0,25$
10	$\alpha = 0,20$
11	зарезервировано

- **modulation_system**: модулирующая система. Однобитное поле, которое определяет схему вещания, используемую в системе спутниковой доставки, согласно табл. 6.41. Если поле принимает значение 0, то используется система DVB-S. В случае если поле устанавливается в 1, то передача осуществляется по стандарту DVB-S2.

Если система DVB-S2 используется в обратно несовместимом режиме вещания (NBC-BS), достаточно использования данного дескриптора. Если система DVB-S2 будет использоваться в отличных режимах вещания, то должен быть использован дополнительный дескриптор `S2_satellite_delivery_system_descriptor` (п. 6.4.2.13.3).

- **modulation_type**: тип модуляции. Поле величиной 2 бит, определяющее схему модуляции, используемую в системе спутниковой доставки, согласно табл. 6.41.

Таблица 6.41. Тип модуляции для спутника

Тип модуляции	Описание
00	авто
01	QPSK
10	8-PSK
11	16-QAM (не применяется для DVB-S2)

- **symbol_rate**: скорость символов – поле длиной 28 бит, дающее 4-битное BCD-определение величин для передачи 7 знаков параметра скорости потока символов в Мсимвол/с, где десятичная запятая ставится после третьего знака (например, 027,4500).

- **FEC_inner**: схема внутренней коррекции ошибок. Поле длиной 4 бит, определяющее схему внутренней коррекции FEC, используемую согласно табл. 6.37.

6.4.2.13.3. Дескриптор системы спутниковой доставки S2

Дескриптор `S2_satellite_delivery_system_descriptor` (табл. 6.42) требуется передавать, если система DVB-S2 не используется в нормативном широкоэмитальном режиме NBC-BS. При применении нормативной передачи достаточно использовать дескриптор `satellite_delivery_system_descriptor`.

Таблица 6.42. Дескриптор системы спутниковой доставки S2

Синтаксис	Число битов	Формат
<code>S2_satellite_delivery_system_descriptor(){</code>		
<code>descriptor_tag</code>	8	uimbsf
<code>descriptor_length</code>	8	uimbsf
<code>scrambling_sequence_selector</code>	1	bslbf
<code>multiple_input_stream_flag</code>	1	bslbf
<code>backwards_compatibility_indicator</code>	1	bslbf
<code>reserved_future_use</code>	5	bslbf
<code>if (scrambling_sequence_selector == 1){</code>		
<code>Reserved</code>	6	bslbf
<code>scrambling_sequence_index</code>	18	uimbsf
<code>}</code>		
<code>if (multiple_input_stream_flag == 1){</code>		
<code>input_stream_identifier</code>	8	uimbsf
<code>}</code>		
<code>}</code>		

Семантика для дескриптора системы спутниковой доставки S2:

- **scrambling_sequence_selector**: флаг выбора скремблирующей последовательности. Однобитное поле, устанавливаемое в 0, определяет, что используется по умолчанию скремблирующая последовательность физического уровня системы DVB-S2 с индексом $n = 0$. Величина 1 означает, что скремблирующая последовательность по умолчанию не используется, а индекс n используемой последовательности передается в поле `scrambling_sequence_index`.
- **multiple_input_stream_flag**: флаг многократных входных потоков. Однобитное поле, сигнализирующее о том, передаются ли на вход системы одиночный или многократные TS-потоки. Величина 0 указывает на то, что на входе одиночный транспортный поток. Значение 1 указывает на то, что передают-

ся многократные потоки и в дескрипторе присутствует поле `input_stream_identifier` (ISI).

- **backwards_compatibility_indicator**: индикатор обратной совместимости. Это однобитное поле должно быть установлено согласно стандарту EN 302 307 [29].
- **scrambling_sequence_index**: индекс скремблирующей последовательности. Это поле длиной 18 бит, когда присутствует в дескрипторе, несёт информацию об индексе скремблирующей последовательности физического слоя системы DVB-S2, как определено в п. 5.5.4 7 стандарта [29].
- **input_stream_identifier**: поле длиной 8 бит, которое несёт информацию о входных потоках DVB-S2, как определено в п. 5.1.6 стандарта [29].

6.4.2.13.4. Дескриптор системы эфирной наземной доставки

Дескриптор системы эфирной наземной доставки `terrestrial_delivery_system_descriptor` (табл. 6.43) определяет физические параметры передающего эфирного наземного канала связи.

Таблица 6.43. Дескриптор системы эфирной наземной доставки

Синтаксис	Число битов	Формат
<code>terrestrial_delivery_system_descriptor() {</code>		
<code>descriptor_tag</code>	8	uimsbf
<code>descriptor_length</code>	8	uimsbf
<code>centre_frequency</code>	32	bslbf
<code>bandwidth</code>	3	bslbf
<code>priority</code>	1	bslbf
<code>Time_Slicing_indicator</code>	1	bslbf
<code>MPE-FEC_indicator</code>	1	bslbf
<code>reserved_future_use</code>	2	bslbf
<code>constellation</code>	2	bslbf
<code>hierarchy_information</code>	3	bslbf
<code>code_rate-HP_stream</code>	3	bslbf
<code>code_rate-LP_stream</code>	3	bslbf
<code>guard_interval</code>	2	bslbf
<code>transmission_mode</code>	2	bslbf
<code>other_frequency_flag</code>	1	bslbf
<code>reserved_future_use</code>	32	bslbf
<code>}</code>		

Семантика для дескриптора системы эфирной наземной доставки:

- **centre_frequency**: центральная частота канала. Поле длиной 32 бит, дающее значение частоты, закодированной в двоичной

форме с разрешением 10 Гц. Диапазон кодирования лежит в пределах от минимального значения 10 Гц (0x00000001) до максимального 42 949 672 950 Гц (0xFFFFFFFF).

- **bandwidth:** полоса пропускания. Это поле величиной 3 бита определяет используемую полосу пропускания канала (табл. 6.44).

Таблица 6.44. Сообщение о формате полосы пропускания

Полоса пропускания	Величина полосы пропускания
000	8 МГц
001	7 МГц
010	6 МГц
011	5 МГц
100...111	зарезервировано для будущего использования

- **priority:** приоритет. Этот однобитный флаг указывает на иерархический приоритет потока. В случае если поле `hierarchy_information` не равно 000 и флаг приоритета установлен в 1, то это указывает на то, что связанный TS-поток – поток высокого приоритета HP. Если флаг приоритета установлен в 0, связанный TS-поток – поток низкого приоритета LP. В случае если у поля `hierarchy_information` величина равна 000, флаг приоритета должен быть установлен в 1.
- **Time_Slicing_indicator:** индикатор времени деления. Это однобитное поле указывает на использование делителем (слайсером) времени для деления связанного TS-потока. Если индикатор установлен в 1, то время деления не используется. Если он сброшен (установлен в 0), то, по крайней мере, один элементарный поток использует время для деления, определенное в стандарте [17].
- **MPE-FEC_indicator:** индикатор MPE-FEC. Это однобитное поле указывает на использование MPE-FEC в связанном TS-потоке. Если индикатор установлен 1, то MPE-FEC не используется. Если он сброшен в 0, по крайней мере, один элементарный поток использует MPE-FEC. MPE-FEC определено в [17].
- **constellation:** созвездие несущих. Представляет собой поле длиной 2 бита. Оно определяет используемое системой эфирной наземной доставки созвездие несущих, согласно табл. 6.45.

Таблица 6.45. Сообщение о возможных используемых созвездиях несущих

Созвездие	Описание
00	QPSK
01	16-QAM
10	64-QAM
11	зарезервировано для будущего использования

- **hierarchy_information**: информация об иерархии – поле длиной 3 бита, которое определяет, иерархическая ли передача, и если так, то сообщается величина α . Кроме того, указывается тип перемежения (обычное/глубокое). Когда поле **transmission_mode** указывает на использование режима передачи 8k, может быть указан только обычный перемежитель.

Таблица 6.46. Сообщение о величине α и типе перемежения

hierarchy_information	Величина α
000	неиерархическая передача, обычное перемежение
001	$\alpha = 1$, обычное перемежение
010	$\alpha = 2$, обычное перемежение
011	$\alpha = 4$, обычное перемежение
100	неиерархическая передача, глубокое перемежение
101	$\alpha = 1$, глубокое перемежение
110	$\alpha = 2$, глубокое перемежение
111	$\alpha = 4$, глубокое перемежение

- **code_rate**: показатель скорости свёрточного кода – поле длиной 3 бита. Определяет внутреннюю схему FEC, используемую согласно табл. 6.47. Неиерархическое кодирование канала и модуляция требуют передачи данных одного кодового уровня. В этом случае 3 бита, определяющие поле соответственно данным табл. 6.47, сопровождаются еще 3 битами, имеющими значение 000. Два различных кодовых показателя могут быть применены к двум различным уровням модуляции для достижения иерархии. Тогда передача начинается с кодового показателя, соответствующего уровню НР, и заканчивается показателем для уровня LP.

Таблица 6.47. Сообщение о величине показателя скорости свёрточного кода

Скорость свёрточного кода	Описание
000	1/2
001	2/3
010	3/4
011	5/6
100	7/8
101...111	зарезервировано для будущего использования

- **guard_interval**: защитный интервал. Поле длиной 2 бита, которое принимает значения, соответствующие следующим величинам защитного интервала: 00 – $1/32$, 01 – $1/16$, 10 – $1/8$ и 11 – $1/4$.
- **transmission_mode**: режим передачи. Поле длиной 2 бита, показывающее количество несущих в OFDM-кадре. Оно может принимать значения, соответствующие следующим режимам передачи: 00 – режим 2k, 01 – режим 8k, 10 – режим 4k и 11 – зарезервировано для будущего использования.
- **other_frequency_flag**: флаг других несущих частот. Однобитный флаг, указывающий, используются ли другие несущие частоты. Величина 0 указывает, что другая частота не используется. Значение 1 указывает, что используется одна или более других частот.

6.4.2.14. Дескриптор DSNG

В передачах DSNG (глава 5) в потоке должна присутствовать таблица TSdT, а в цикле дескрипторов таблицы TSdT будет содержаться DSNG-дескриптор с кодами ASCII «CONA» в текстовом поле (п. 5.10, табл. 5.10). Для DSNG-применений, по крайней мере, один DSNG-дескриптор DSNG_descriptor должен присутствовать в таблице TSdT.

6.4.2.15. Расширенный дескриптор эпизодов

Расширенный дескриптор эпизодов extended_event_descriptor представляет подробное текстовое описание эпизода, которое может использоваться в дополнение к его короткому описанию. Более чем один расширенный дескриптор эпизодов может быть связан с себе подобными, чтобы позволить получить информацию об одном эпизоде, превышающую длину 256 байт.

Информация о тексте может быть структурирована в две колонки: одна предоставляет область описания объекта, а другая – текст об объекте. Типичное применение этой структуры состоит в том, чтобы дать список ролей, где, к примеру, область описания объекта могла бы быть «продюсером», а область текста даст имя продюсера.

Таблица 6.48. Расширенный дескриптор эпизодов

Синтаксис	Число битов	Формат
<code>extended_event_descriptor() {</code>		
<code>descriptor_tag</code>	8	uimsbf
<code>descriptor_length</code>	8	uimsbf
<code>descriptor_number</code>	4	uimsbf
<code>last_descriptor_number</code>	4	uimsbf
<code>ISO_639_language_code</code>	24	bslbf
<code>length_of_items</code>	8	uimsbf
<code>for (i=0; i<N; i++){</code>		
<code>item_description_length</code>	8	uimsbf
<code>for (j=0; j<N; j++){</code>		
<code>item_description_char</code>	8	uimsbf
<code>}</code>		
<code>item_length</code>	8	uimsbf
<code>for (j=0; j<N; j++){</code>		
<code>item_char</code>	8	uimsbf
<code>}</code>		
<code>}</code>		
<code>text_length</code>	8	uimsbf
<code>for (i=0; i<N; i++){</code>		
<code>text_char</code>	8	uimsbf
<code>}</code>		
<code>}</code>		

Семантика для расширенного дескриптора эпизодов:

- **descriptor_number:** число дескрипторов. Поле длиной 4 бит, дающее число дескрипторов. Используется, чтобы связать информацию, которая не может быть помещена в один дескриптор. Поле `descriptor_number` первого дескриптора `extended_event_descriptor` связанного набора расширенных дескрипторов эпизода должно быть равно 0x00. Поле `descriptor_number` должно быть увеличено на 1 с каждым дополнительным дескриптором `extended_event_descriptor` в этой секции.
- **last_descriptor_number:** номер последнего дескриптора. Это поле длиной 4 бит, которое определяет номер последнего дескриптора `extended_event_descriptor` (то есть дескриптор с наибольшим номером `descriptor_number`) связанного набора дескрипторов, частью которого является этот дескриптор.

- **ISO_639_language_code**: код языка. Это поле длиной 24 бит идентифицирует язык следующих далее текстовых полей. ISO_639_language_code содержит 3-символьный код, как определено стандартом ISO 639-2 [26]. При этом могут использоваться разделы ISO 6392/В и ISO 6392/Т. Каждый символ закодирован в 8 бит согласно ISO/IEC 8859-1 [27] и помещается в 24-битовое поле. Например: у французского языка есть 3-символьный код «fre», который кодируется как «0110 0110 0111 0010 0110 0101».
- **length_of_items**: длина объекта. Это поле длиной 8 бит, определяющее длину в байтах следующих пунктов:
 - **item_description_length**: длина описания объекта – поле длиной 8 бит, которое определяет длину описания объекта в байтах;
 - **item_description_char**: символ описания объекта. Это поле размером 8 бит. Строка поля item_description_char областей определяет описание изделия. Информация о тексте закодирована с использованием кодировок и методов, описанных в п. 6.6;
 - **item_length**: длина – поле размером 8 бит, определяющее длину в байтах текста объекта;
 - **item_char**: символ – поле размером 8 бит. Ряд полей item_char определяет текст объекта. Информация о тексте закодирована с использованием кодировок и методов, описанных в п. 6.6;
 - **text_length**: длина текста – поле 8 бит, определяющее длину в байтах неперечисленного расширенного текста;
 - **text_char**: символ текста – поле 8 бит. Ряд полей text_char определяет неперечисленный расширенный текст. Информация о тексте закодирована с использованием кодировок и методов, описанных в п. 6.6.

6.4.2.16. Дескриптор расширения

Дескриптор расширения extension_descriptor() используется, чтобы расширить восьмибитное поле имени descriptor_tag (табл. 6.49).

Таблица 6.49. Дескриптор расширения

Синтаксис	Число битов	Формат
extension_descriptor() {		
descriptor_tag	8	uimbsbf
descriptor_length	8	uimbsbf
descriptor_tag_extension	8	uimbsbf
for (i=0; i<N; i++){		
selector_byte	8	bslbf
}		
}		

Семантика для дескриптора расширения:

- **descriptor_tag_extension:** дескриптор расширения признака. Поле длиной 8 бит, которое определяет каждый расширенный дескриптор. Величина descriptor_tag_extension определена в п. 6.4.3.
- **selector_byte:** байт выбора – поле длиной 8 бит. Последовательность полей selector_byte определяет область поля селектора. Синтаксис и семантика поля селектора определены в п. 6.4.4.

6.4.2.17. Дескриптор списка частот

Дескриптор списка частот frequency_list_descriptor может использоваться таблицей NIT. Он дает полный список дополнительных частот для определенного пакета программ, который передаётся на разных частотах.

Таблица 6.50. Дескриптор списка частот

Синтаксис	Число битов	Формат
frequency_list_descriptor(){		
descriptor_tag	8	uimsbf
descriptor_length	8	uimsbf
reserved_future_use	6	bslbf
coding_type	2	bslbf
for (i=0; i<N; i++){		
centre_frequency	32	uimsbf
}		
}		

Семантика для дескриптора частоты:

- **coding_type:** тип кодирования. Поле длиной 2 бита, которое указывает, закодирована ли частота, касается используемой системы доставки. Поле может принимать следующие значения: 00 – не определено, 01 – спутниковое, 10 – кабельное и 11 – эфирное наземное ТВ.
- **centre_frequency:** центральная частота. Поле определено аналогично, как определено для системы доставки, данной в поле coding_type в дескрипторе delivery_system_descriptor.

6.4.2.18. Дескриптор управления FTA-контентом

Дескриптор управления содержимым (контентом) свободно вещаемых FTA (Free-To-Air) служб FTA_content_management_descriptor определяет инструменты политики управления содержанием пере-

даваемого пакета программ как часть FTA DVB-службы. Передача сигналов, описанных этим дескриптором, была разработана для использования в контексте решений системы управления защиты копий контента DVB CPCM (Content Protection Copy Management). Однако дескриптор может также использоваться в ином, нежели CPCM, контексте.

Таблица 6.51. Дескриптор управления FTA-контентом

Синтаксис	Число битов	Формат
FTA_content_management_descriptor() {		
descriptor_tag	8	uimsbf
descriptor_length	8	uimsbf
reserved_future_use	4	uimsbf
do_not_scramble	1	uimsbf
control_remote_access_over_internet	2	uimsbf
do_not_apply_revocation	1	uimsbf
}		

Флаги дескриптора предназначены для того, чтобы сигнализировать устройству получения информации (приёмнику), не ограниченному DVB CPCM-применением, конфигурацию внутренних состояний, которые затрагивают средства, позволяющие обеспечить перераспределение содержимого программ. Это фиксирует намерение вещателя использовать определённый контент, что должно быть доведено до пользователя через действующую систему.

Ограничения использования содержания FTA-служб, определённые в этом пункте, относятся к удалённому доступу по Интернету и кодированным службам. В итоге они могут быть получены следующим образом:

- когда удалённый доступ разрешён (поле control_remote_access_over_internet = 00), содержимое службы может быть просмотрено, скопировано, перемещено, и к нему обеспечен удалённый доступ;
- когда удалённый доступ позволен в пределах управляемого домена (control_remote_access_over_internet = 01), содержание может быть просмотрено, скопировано и перемещено только в местном масштабе, и удалённый доступ к нему может быть получен в пределах управляемого домена;
- если удалённый доступ позволен в пределах управляемого домена (control_remote_access_over_internet = 10), спустя 24 часа после окончания оригинальной передачи можно обес-

печить защиту (например, прямые трансляции), содержание может быть просмотрено, скопировано и перемещено только в местном масштабе со временем приема спустя 24 часа после прямой трансляции. При этом затем, после того как 24-часовое время задержки истекло, может быть дополнительно получен удалённый доступ в пределах управляемого домена;

- когда удаленный доступ не разрешен (`control_remote_access = 11`), содержание может быть просмотрено, скопировано и перемещено только в местном масштабе. Некоторым системам защиты содержимого можно разрешить обойти этот запрет на удаленный доступ в пределах домена, которым управляют в течение длительного времени, определенного режимами соблюдения.

Для пунктов b, c и d управляемый домен – различный набор устройств, принадлежащих одному и тому же домашнему пользователю, в котором можно управлять используемым контентом. Это определение подвергается дальнейшей обработке режимами соблюдения.

Аналогично «местный» означает то, что всё оборудование доступа к контенту находится пределах непосредственной близости, приближаясь к физической степени одинакового местоположения оборудования. Это подразумевает потребность определения статуса устройства оборудования (местное ли устройство по отношению к другому устройству) для применения связанных правил их использования.

Для пунктов b, c и d передача контента в сменные накопители информации или из них по умолчанию разрешена в местном масштабе. Эти накопители данных могут перемещаться в другое местоположение и проигрываться, даже если устройство воспроизведения принадлежит иному управляемому домену. Если контент для хранения на съемных носителях связан с доменом, который управляет контентом, его содержимое может быть перемещено и скопировано в пределах управляемого домена. Иначе копия контента должна быть связана со сменными накопителями данных и отмечена как копия, недопустимая для её дубликации на сменных накопителях данных.

По умолчанию передача сигналов не разрешает преобразования контента по аналоговым интерфейсам. Когда кодирование после получения контента будет разрешено (`do_not_scramble = 0`), цифровые линии связи должны быть защищены (например, системы DTSP, HDCP).

Информация параметров FTA-передач должна остаться и быть связанной с содержанием во время всего его существования как под-

тверждение планов вещателя. Лицам, осуществляющим применение системы, советуют консультироваться о возможных дополнительных ограничениях использования и применения, которые не определены в настоящей главе.

Семантика дескриптора управления FTA-контентом:

- **descriptor_tag**: признак дескриптора. Поле длиной 8 бит должно иметь значение 0x7E.
- **descriptor_length**: длина дескриптора. Поле 8 бит, определяющее общее количество байт в части данных дескриптора после байта, определяющего величину этой области.
- **do_not_scramble**: флаг кодирования. Однобитное поле, которое указывает на возможное применение скремблирования для цели защиты контента.

Если флаг `do_not_scramble` будет установлен в 1, то скремблирование не применяется. Если флаг установлен в 0, тогда применяется скремблирование в целях защиты контента, там, где необходимо. Сферы применения данного флага в настоящей главе не определены.

- **control_remote_access_over_internet**: двухбитное поле, указывающее на политику относительно перераспределения контента в Интернете. Поле может принимать следующие значения:
 - 00 – перераспределение в Интернете разрешено;
 - 01 – перераспределение в Интернете разрешено, но только в пределах управляемого домена;
 - 10 – перераспределение в Интернете разрешено, но только в пределах управляемого домена и после определенного короткого периода времени (например, 24 часа);
 - 11 – перераспределение в Интернете не разрешено, за исключением перераспределения по Интернету в пределах домена, в котором производится управление службой после указанного длинного (возможно, неопределенного) промежутка времени. В отсутствие управляемого домена величины 01 и 10 должны интерпретироваться как величина 11. Следовательно, с тех пор когда управляемый домен отсутствует, перераспределение по Интернету не дозволено. Спецификация «перераспределение в Интернете», «управляемый домен», «короткий период времени» и «длинный (возможно, неопределенный) промежуток времени» данной главой не определена.
- **do_not_apply_revocation**: однобитный флаг, указывающий на применение процесса аннулирования содержимого в пункте

контента. Если флаг `do_not_apply_revocation` будет установлен в 1, то процесс аннулирования содержимого не должен быть применен. Если он установлен в 0, тогда применяется процесс аннулирования содержимого. Спецификация «процесс аннулирования содержимого» не определена в настоящей главе.

Обзор дескриптора управления FTA-контентом

Случай особого местоположения данного описателя определяет обзор, по которому должна применяться определенная политика управления контентом. Эта политика должна относиться ко всем пунктам содержания в пределах данного обзора, если она не отвергнута в большем предшествующем объеме. Политика управления контентом для его части, которая находится за пределами объема всей определенной данной главой передачи сигналов, не определена настоящей главой.

Следующие правила обзора перечислены в порядке увеличивающегося значения, при котором каждый последующий пункт отвергает объем предыдущего:

- для определения политики управления контентом с объемом всей DVB-службы в пределах сети единственная ссылка может быть помещена в соответствующий первый цикл дескрипторов субтаблицы NIT. Если субтаблица NIT будет содержать многократные секции, то описатель должен появиться только в первой дескрипторной петле одной секции;
- для определения политики управления контентом с объемом всей DVB-службы в TS-потоке особой сети единственная ссылка может быть помещена в соответствующий цикл транспортных дескрипторов потока таблицы NIT. Политика управления контентом для TS-потока отвергает политику управления контентом сети (если определено);
- для определения политики управления контентом с объемом всей DVB-службы в пределах кластера единственная ссылка может быть помещена в соответствующий первый цикл дескрипторов субтаблицы BAT. Если субтаблица BAT будет содержать многократные секции, тогда дескриптор должен быть помещен только в первом цикле дескрипторов одной секции;
- для определения политики управления контентом с объемом всей DVB-службы в TS-потоке особого кластера единственная ссылка может быть помещена в соответствующий цикл транспортных дескрипторов потока таблицы BAT. Политика управ-

ления контентом для TS-потока отвергает политику управления контентом кластера (если определено);

- для определения политики управления контентом для частной DVB-службы единственная ссылка может быть помещена в соответствующий цикл дескрипторов таблицы SDT. Политика управления контентом для службы отвергает политику управления контентом TS-потока, кластера или сети (если определено);
- политика управления контентом для одиночного эпизода в пределах DVB-службы может быть определена только для текущего эпизода. Единственный эпизод может быть помещен в цикл дескрипторов, соответствующий текущему эпизоду в таблицу EIT. Политика управления контентом для эпизода отвергает политику управления контентом службы, TS-потока, кластера или сети (если определено).

Единственная ссылка может быть также помещена в каждый цикл дескрипторов субтаблицы EIT, но это рассматривается только как информативная мера для чего-либо, кроме существующего случая с таблицей EIT. Эффект определения политики управления контентом в таблице BAT, которая находится в противоречии с определением эквивалентного объема таблицы NIT, не определен настоящей главой.

6.4.2.19. Дескриптор связи

Дескриптор связи `linkage_descriptor` (табл. 6.52) идентифицирует службу, которая может представить данные, если потребитель требует получения дополнительной информации, связанной с определенным объектом, описываемым системой SI. Местоположение дескриптора связи в синтаксисе указывает на объект, для которого доступна дополнительная информация. Например, дескриптор связи, расположенный в пределах таблицы NIT, должен указать на службу, предоставляющую дополнительную информацию о сети, описатель связи в таблице BAT должен обеспечить связь с сервисным информированием о кластере и т. д.

Служба замены условного доступа CA может быть идентифицирована с использованием дескриптора связи. Эта служба может быть выбрана автоматически приёмником, если система CA лишает доступа к определенному объекту, описанному системой SI.

Сервисная служба замены может также быть идентифицирована с использованием дескриптора связи. Эта служба может быть вы-

Таблица 6.52. Дескриптор связи

Синтаксис	Число битов	Формат
linkage_descriptor(){ descriptor_tag descriptor_length transport_stream_id original_network_id service_id linkage_type if (linkage_type !=0x08){ for (i=0;i<N;i++){ private_data_byte } } if (linkage_type ==0x08){ hand-over_type reserved_future_use origin_type if (hand-over_type ==0x01 || hand-over_type ==0x02 || hand-over_type ==0x03){ network_id } if (origin_type ==0x00){ initial_service_id } for (i=0;i<N;i++){ private_data_byte } } }	8 8 16 16 16 8 8 4 3 1 16 16 8	uimbsf uimbsf uimbsf uimbsf uimbsf uimbsf bslbf bslbf bslbf bslbf bslbf bslbf bslbf

брана автоматически приёмником, когда статус текущей службы установлен в значение «не выполняется». Служба, которой мог бы воспользоваться мобильный приемник, может также быть идентифицирована применением дескриптора связи. Эта служба может быть выбрана приёмником, когда практическое обслуживание прекращено под своим service_id. Идентификатор hand-over_type сообщает, связан ли дескриптор linkage_descriptor с той же самой службой в другой стране с условиями местного изменения параметров службы или связанной службой.

Семантика для дескриптора связи:

- **transport_stream_id:** идентификатор TS-потока. Поле длиной 16 бит, которое служит меткой для дифференцирования этого TS-потока от любого другого пакета программ в пределах системы доставки.

- **original_network_id:** идентификатор исходной сети. Поле длиной 16 бит, которое служит меткой, идентифицирующей поле network_id исходной (первоначальной) системы доставки.
- **service_id:** идентификатор службы. Это поле длиной 16 бит, которое служит меткой для идентификации службы среди всех служб, входящих в пределы TS-потока. Поле service_id совпадает с полем program_number в соответствующей секции program_map_section. Если поле linkage_type имеет величину 0x04, тогда поле service_id не значимо и должно быть установлено в 0x0000.
- **linkage_type:** тип связи. Это поле длиной 8 бит, определяющее тип связи (например, служба информации). Соответствие типа связи значению поля приведено в табл. 6.53.

Таблица 6.53. Кодирование поля типа связи

Тип связи	Описание
0x00	зарезервировано для будущего использования
0x01	служба информации
0x02	служба EPG
0x03	служба перемещения данных CA
0x04	TS, содержащий SI сети/кластера
0x05	сервисная служба замены
0x06	служба вещания данных
0x07	карта RCS
0x08	мобильная передача
0x09	системное обслуживание обновления программного обеспечения [20]
0x0A	TS, содержащий SSU BAT/NIT [20]
0x0B	служба уведомления IP/MAC [17]
0x0C	TS, содержащий INT BAT или NIT [17]
0x0D...0xFE	определяется пользователем
0xFF	зарезервировано для будущего использования

- **private_data_byte:** байт конфиденциальных данных. Поле длиной 8 бит, величина которого определена конфиденциально.
- **hand-over_type:** идентификатор передачи. Поле длиной 4 бит, определяющее тип, согласно табл. 6.54.
- **origin_type:** индикатор создания. Поле длиной 2 бита, указывающее, в какой таблице создана связь. Принимает значения: 0x00 – таблица NIT и 0x01 – таблица SDT.

Таблица 6.54. Кодирование идентификатора передачи

Тип передачи	Описание
0x00	зарезервировано для будущего использования
0x01	DVB-передача идентичной службы в соседней стране
0x02	DVB-передача идентичной службы с местными изменениями
0x03	DVB-передача связанных служб
0x04...0xFF	зарезервировано для будущего использования

- **network_id**: идентификатор сети. Поле длиной 16 бит, которое идентифицирует наземную сеть, поддерживающую обозначенное обслуживание.
- **initial_service_id**: идентификатор начальной службы. Поле длиной 16 бит, которое идентифицирует службу, для которой действительна связь передачи.

6.4.2.20. Дескриптор смещения местного времени

Дескриптор смещения местного времени `local_time_offset_descriptor` (табл. 6.55) может использоваться в таблице TOT для того, чтобы для определённой страны описать динамическое изменение местного времени относительно Всемирного координированного времени UTC.

Таблица 6.55. Дескриптор смещения местного времени

Синтаксис	Число битов	Формат
<code>local_time_offset_descriptor() {</code>		
<code>descriptor_tag</code>	8	uimsbf
<code>descriptor_length</code>	8	uimsbf
<code>for(i=0;i<N;i++){</code>		
<code>country_code</code>	24	bslbf
<code>country_region_id</code>	6	bslbf
<code>reserved</code>	1	bslbf
<code>local_time_offset_polarity</code>	1	bslbf
<code>local_time_offset</code>	16	bslbf
<code>time_of_change</code>	40	bslbf
<code>next_time_offset</code>	16	bslbf
<code>}</code>		
<code>}</code>		

Семантика для дескриптора смещения местного времени:

- **country_code**: код страны. Поле длиной 24 бит, определяющее страну с использованием 3-символьного кода в соответствии со стандартом ISO 3166 [28]. Каждый символ закодирован

в 8 битов, согласно стандарту [27], и помещён в 24-битовое поле. Если эти 3 знака представляют число в диапазоне 900–999, тогда поле `country_code` показывает, что стандарт ETSI определил группу стран. Эти значения имеются в [18]. Например, у Великобритании имеется 3-символьный код «GBR», который закодирован как «0100 0111 0100 0010 0101 0010».

- **country_region_id**: регион страны. Поле длиной 6 бит, которое идентифицирует зону в стране, которая обозначена полем `country_code` (табл. 6.56). Поле установлено в 000000, когда в стране нет различных зон местного времени.

Таблица 6.56. Кодирование поля зоны в стране

country_region_id	Описание
00 0000	зонное расширение местного времени отсутствует
00 0001	зона местного времени 1 (самый восточный регион)
00 0010	зона местного времени 2
...	...
11 1101...11 1111	зарезервировано

- **local_time_offset_polarity**: знак смещения местного времени. Этот однобитный флаг указывает на знак поля `local_time_offset`. Если он сброшен в 0, то знак положительный, и местное время опережает время UTC. Если бит установлен в 1 – знак отрицательный и местное время отстаёт от времени UTC.
- **local_time_offset**: смещение местного времени. Это поле длиной 16 бит содержит время смещения относительно времени UTC в диапазоне между 0 и 13 часами, в то время когда текущее время UTC опережает значение `time_of_change`. Вместе с полем `local_time_offset_polarity` указывает на смещение времени в области, которая обозначена комбинацией полей `country_code` и `country_region_id`. Поле закодировано как 4 цифры в 4-битном BCD-определении величин для передачи десятков часов, единиц часов, десятков минут и единиц минут.
- **time_of_change**: время изменения. Представляет собой 40-битное поле, которое определяет дату и время в системах MJD и UTC (п. 6.8), когда имеет место время изменения. Данное поле закодировано как 16 битов, дающих 16 младших битов (LSB) времени MJD, сопровождаемого 24 битами, закодированными как 6 цифр в 4-битной двоично-десятичной форме (BCD).

6.4.2.21. Дескриптор мозаики

Мозаичная компонента – коллекция различных видеоизображений, необходимая для формирования закодированной видеокomпоненты. Информация организована так, чтобы определенная информация, когда это нужно, появилась на небольшой площади экрана приёмника абонента. Дескриптор мозаики `mosaic_descriptor` (табл. 6.57) даёт разделение цифровой видеокomпоненты на элементарные ячейки, распределение элементарных ячеек к логическим клеткам и даёт связь между содержанием логической ячейки и передаваемой информацией (например, кластер, служба, эпизод и т. д.).

Таблица 6.57. Дескриптор мозаики

Синтаксис	Число битов	Формат
<code>mosaic_descriptor() {</code>		
<code>descriptor_tag</code>	8	uimsbf
<code>descriptor_length</code>	8	uimsbf
<code>mosaic_entry_point</code>	1	bslbf
<code>number_of_horizontal_elementary_cells</code>	3	uimsbf
<code>reserved_future_use</code>	1	bslbf
<code>number_of_vertical_elementary_cells</code>	3	uimsbf
<code>for (i=0; i<N; i++) {</code>		
<code>logical_cell_id</code>	6	uimsbf
<code>reserved_future_use</code>	7	bslbf
<code>logical_cell_presentation_info</code>	3	uimsbf
<code>elementary_cell_field_length</code>	8	uimsbf
<code>for (i=0; j<elementary_cell_field_length; j++) {</code>		
<code>reserved_future_use</code>	2	bslbf
<code>elementary_cell_id</code>	6	uimsbf
<code>}</code>	8	uimsbf
<code>cell_linkage_info</code>		
<code>If (cell_linkage_info ==0x01){</code>	16	uimsbf
<code>bouquet_id</code>		
<code>}</code>		
<code>If (cell_linkage_info ==0x02){</code>	16	uimsbf
<code>original_network_id</code>	16	uimsbf
<code>transport_stream_id</code>	16	uimsbf
<code>service_id</code>		
<code>}</code>		
<code>If (cell_linkage_info ==0x03){</code>	16	uimsbf
<code>original_network_id</code>	16	uimsbf
<code>transport_stream_id</code>	16	uimsbf
<code>service_id</code>		
<code>}</code>		
<code>If (cell_linkage_info ==0x04){</code>	16	uimsbf

Таблица 6.57 (окончание)

Синтаксис	Число битов	Формат
original_network_id	16	uimbsf
transport_stream_id	16	uimbsf
service_id	16	uimbsf
event_id		
}		
}		
}		

Семантика для дескриптора мозаики:

- **mosaic_entry_point**: точка входа мозаики. Является однобитным флагом, который, когда установлен в 1, указывает, что мозаика является иерархически самой высокой. Полная мозаичная система может быть организована в древовидной структуре, при этом флаг будет идентифицировать точку входа в дерево.
- **number_of_horizontal_elementary_cells**: число горизонтальных элементарных ячеек. Поле длиной 3 бит, которое указывает число горизонтальных ячеек, отображаемых на экране (табл. 6.58).

Таблица 6.58. Кодирование поля **number_of_horizontal_elementary_cells**

Величина	Описание	Величина	Описание
0x00	одна ячейка	0x04	пять ячеек
0x01	две ячейки	0x05	шесть ячеек
0x02	три ячейки	0x06	семь ячеек
0x03	четыре ячейки	0x07	восемь ячеек

- **number_of_vertical_elementary_cells**: число вертикальных элементарных ячеек. Поле длиной 3 бит, которое указывает число вертикальных ячеек, отображаемых на экране (табл. 6.59).

Таблица 6.59. Кодирование поля **number_of_vertical_elementary_cells**

Величина	Описание	Величина	Описание
0x00	одна ячейка	0x04	пять ячеек
0x01	две ячейки	0x05	шесть ячеек
0x02	три ячейки	0x06	семь ячеек
0x03	четыре ячейки	0x07	восемь ячеек

- **logical_cell_id**: идентификатор логической ячейки. Поле длиной 6 бит, закодированное в двоичной форме. Различные смежные элементарные ячейки (рис. 6.4) могут быть сгруппированы так, чтобы образовать логическую ячейку. Поле **logical_cell_number** связано с группой смежных идентификаторов **elementary_cell_ids**. Общее количество логических ячеек не должно превышать числа

A	B	C
D	E	F
G	H	I

Рис. 6.4. Смежные ячейки

элементарных ячеек (максимум – 64). Каждая элементарная ячейка должна быть сопоставлена одной логической ячейке. Одной логической ячейке может принадлежать более чем одна элементарная ячейка. Клетки B, D, H, F смежны с клеткой E. Клетка C не смежна с A или D, а D не смежна с H.

- **logical_cell_presentation_info**: тип представления. Поле длиной 3 бит идентифицирует тип представления для логической ячейки. Информация о поле позволяет идентифицировать стили представления, которые определены в табл. 6.60. Закодированное неподвижное изображение состоит из последовательности видео, точно содержащего одну картину с внутренним кодированием.

Таблица 6.60. Кодирование поля типа представления логической ячейки

Величина	Значение
0x00	не определено
0x01	видео
0x02	неподвижное изображение
0x03	графика/текст
0x04...0x07	зарезервировано для будущего использования

- **elementary_cell_field_length**: длина поля элементарной ячейки. Поле длиной 8 бит, определяющее число байтов после этого поля до и включая последнее поле **elementary_cell_id** в этом **logical_cell_id** цикле.
- **elementary_cell_id**: идентификатор элементарной ячейки. Поле длиной 6 бит, указывающее в двоичной форме на номер

ячейки. Величина этого поля находится в диапазоне от 0 до N. Элементарные клетки пронумерованы от 0 до N неявно. Значение 0 присвоено ячейке первого ряда (верхний левый угол). Таким способом число нумерации увеличивается при сканировании ячеек слева направо и сверху вниз до тех пор, пока номер N будет присвоен ячейке последнего положения последнего ряда (нижний правый угол).

- **cell_linkage_info**: информация о связи ячейки. Является полем длиной 8 бит, которое идентифицирует тип информации, передаваемой в логической ячейке (табл. 6.61).

Таблица 6.61. Кодирование поля связи ячейки

Величина	Значение
0x00	не определено
0x01	относится к кластеру
0x02	относится к службе
0x03	относится к другой мозаике
0x04	относится к эпизоду
0x05...0xFF	зарезервировано для будущего использования

- **bouquet_id**: поле длиной 16 бит, служащее меткой для определения кластера, описанного ячейкой.
- **original_network_id**: поле длиной 16 бит, являющееся меткой (п. 6.3.2), которое вместе со следующими полями однозначно определяет службу, эпизод или мозаику.
- **transport_stream_id**: поле длиной 16 бит, которое служит меткой, определяющей TS-поток, содержащий службу, эпизод или мозаику, описанную ячейкой.
- **service_id**: поле длиной 16 бит, которое определяет обслуживание в пределах TS-потока. Поле **service_id** совпадает с полем **program_number** в соответствующем поле **program_map_section**. Интерпретация этой области контекстно-зависимая, зависит от величины поля **cell_linkage_info**:
 - когда **cell_linkage_info** = 0x02, это **service_id**, описанное ячейкой, относится к службе;
 - когда **cell_linkage_info** = 0x03, это **service_id**, описанное ячейкой, относится к мозаике;
 - когда **cell_linkage_info** = 0x04, это **service_id**, описанное ячейкой, относится к эпизоду.

- **event_id**: поле длиной 16 бит, содержащее идентификационный номер описанного эпизода.

6.4.2.22. *Дескриптор многоязычного имени кластера*

Дескриптор многоязычного имени кластера `multilingual_bouquet_descriptor` (табл. 6.62) представляет имя кластера в текстовой форме на одном или более языках.

Таблица 6.62. Дескриптор многоязычного имени кластера

Синтаксис	Число битов	Формат
<code>multilingual_bouquet_descriptor() {</code>		
<code>descriptor_tag</code>	8	uimsbf
<code>descriptor_length</code>	8	uimsbf
<code>for (i=0; i<N; i++) {</code>		
<code>ISO_639_language_code</code>	24	bslbf
<code>text_description_length</code>	8	uimsbf
<code>for (j=0; j<N; j++) {</code>		
<code>text_char</code>	8	uimsbf
<code>}</code>		
<code>}</code>		
<code>}</code>		

Семантика для дескриптора многоязычного имени кластера:

- **ISO_639_language_code**: код языка. Поле длиной 24 бита содержит 3-символьный код, как определено стандартом ISO 639-2 [26]. При этом могут использоваться разделы ISO 6392/B и ISO 6392/T. Каждый символ закодирован в 8 бит, согласно ISO/IEC 8859-1 [27], и помещается в 24-битовое поле. Например, у французского языка есть 3-символьный код «fre», который кодируется как «0110 0110 0111 0010 0110 0101».
- **bouquet_name_length**: длина имени кластера. Поле длиной 8 бит, определяющее длину в байтах следующего имени кластера.
- **char**: поле длиной 8 бит, определяющее имя кластера на определённом языке, которое сообщает субтаблица BAT. Информация о тексте кодирована при помощи кодировки и методов, описанных в п. 6.6.

6.4.2.23. *Дескриптор многоязычного имени составляющей*

Дескриптор многоязычного имени составляющей `multilingual_component_descriptor` (табл. 6.63) представляет имя компоненты

в текстовой форме на одном или более языках. Составляющая (компонента) идентифицируется посредством признака (тега) этой составляющей.

Таблица 6.63. Дескриптор многоязычного имени составляющей

Синтаксис	Число битов	Формат
<pre>multilingual_component_descriptor() { descriptor_tag descriptor_length component_tag for (i=0; i<N; i++) { ISO_639_language_code text_description_length for (j=0; j<N; j++) { text_char } } }</pre>	<div>8</div> <div>8</div> <div>8</div> <div>24</div> <div>8</div> <div>8</div>	<div>uimbsf</div> <div>uimbsf</div> <div>uimbsf</div> <div>bslbf</div> <div>uimbsf</div> <div>uimbsf</div>

Семантика для дескриптора многоязычного имени составляющей:

- **component_tag**: признак составляющей. Поле длиной 8 бит, имеющее ту же величину, как у поля component_tag дескриптора идентификатора потока (если существующий в программе поток PSI вводится в секцию) для потока составляющей.
- **ISO_639_language_code**: код языка. Поле длиной 24 бит содержит 3-символьный код, как определено стандартом ISO 639-2 [26]. При этом могут использоваться разделы ISO 6392/В и ISO 6392/Т. Каждый символ закодирован в 8 бит, согласно ISO/IEC 8859-1 [27], и помещается в 24-битовое поле. Например, у французского языка есть 3-символьный код «fre», который кодируется как «0110 0110 0111 0010 0110 0101».
- **text_description_length**: длина текстового описания. Поле длиной 8 бит, определяющее длину в байтах следующего текстового описания.
- **text_char**: поле длиной 8 бит, определяющее текстовое описание потока составляющей. Информация о тексте кодирована при помощи кодировки и методов, описанных в п. 6.6.

6.4.2.24. Дескриптор многоязычного имени сети

Дескриптор многоязычного имени сети multilingual_network_descriptor (табл. 6.64) представляет имя сети в текстовой форме на одном или более языках.

Таблица 6.64. Дескриптор многоязычного имени сети

Синтаксис	Число битов	Формат
multilingual_network_descriptor() { descriptor_tag descriptor_length for (i=0; i<N; i++) { ISO_639_language_code text_description_length for (j=0; j<N; j++) { text_char } } }	8 8 24 8 8	 uimbsf uimbsf bslbf uimbsf uimbsf

Семантика для дескриптора многоязычного имени сети:

- **ISO_639_language_code:** код языка. Поле длиной 24 бит содержит 3-символьный код, как определено стандартом ISO 639-2 [26]. При этом могут использоваться разделы ISO 6392/В и ISO 6392/Т. Каждый символ закодирован в 8 бит, согласно ISO/IEC 8859-1 [27], и помещается в 24-битовое поле. Например, у французского языка есть 3-символьный код «fre», который кодируется как «0110 0110 0111 0010 0110 0101».
- **network_name_length:** длина имени кластера. Поле длиной 8 бит, определяющее длину в байтах следующего имени сети.
- **char:** поле длиной 8 бит, определяющее имя сети на определённом языке, которое сообщает таблица NIT. Информация о тексте кодирована при помощи кодировки и методов, описанных в п. 6.6.

6.4.2.25. Дескриптор многоязычного имени службы

Дескриптор многоязычного имени службы multilingual_service_name_descriptor (табл. 6.65) представляет имя службы поставщика (провайдера) в текстовой форме на одном или более языках.

Семантика для дескриптора многоязычного имени службы:

- **ISO_639_language_code:** код языка. Поле длиной 24 бит содержит 3-символьный код, как определено стандартом ISO 639-2 [26]. При этом могут использоваться разделы ISO 6392/В и ISO 6392/Т. Каждый символ закодирован в 8 бит, согласно ISO/IEC 8859-1 [27], и помещается в 24-битовое поле. Например, у французского языка есть 3-символьный код «fre», который кодируется как «0110 0110 0111 0010 0110 0101».

Таблица 6.65. Дескриптор многоязычного имени службы

Синтаксис	Число битов	Формат
<code>multilingual_service_name_</code>		
<code> descriptor() {</code>	8	uimbsf
<code> descriptor_tag</code>	8	uimbsf
<code> descriptor_length</code>		
<code> for (i=0; i<N; i++) {</code>	24	bslbf
<code>ISO_639_language_code</code>	8	uimbsf
<code>service_provider_name_length</code>		
<code> for (j=0; j<N; j++) {</code>	8	uimbsf
<code>char</code>		
<code> }</code>	8	uimbsf
<code>service_name_length</code>		
<code> for (j=0; j<N; j++) {</code>	8	uimbsf
<code>char</code>		
<code> }</code>		
<code>}</code>		
<code>}</code>		

- **service_provider_name_length:** длина имени поставщика службы. Поле длиной 8 бит, определяющее длину в байтах следующего имени поставщика службы.
- **service_name_length:** длина имени службы. Поле длиной 8 бит, определяющее длину в байтах следующего имени службы.
- **char:** поле длиной 8 бит, определяющее имя поставщика службы или службы. Информация о тексте кодирована при помощи кодировки и методов, описанных в п. 6.6.

6.4.2.26. Дескриптор рекомендаций NVOD

Дескриптор рекомендаций NVOD (видео почти по требованию). NVOD_reference_descriptor вместе с дескриптором сдвинутой по времени службы time_shifted_service_descriptor и дескриптором сдвинутого по времени эпизода time_shifted_event_descriptor обеспечивает механизм, предназначенный для эффективного описания множества услуг, которые несут ту же самую последовательность событий, но начинающихся со сдвинутым друг от друга временем начала. Такая группа смещённых по времени услуг называется видео почти по требованию, ввиду того что пользователь может в любой момент времени, близкий к началу события, выбрать обслуживание соответствующей группы.

Дескриптор рекомендаций NVOD (см. табл. 6.66) дает список служб, которые вместе формируют обслуживание услуги NVOD. Каждая служба также описана в соответствующей субтаблице SDT дескриптором time_shifted_service (п. 6.4.2.44).

Таблица 6.66. Дескриптор рекомендаций NVOD

Синтаксис	Число битов	Формат
NVOD_reference_descriptor(){		
descriptor_tag 8 uimbsf	8	uimbsf
descriptor_length 8 uimbsf	8	uimbsf
for (i=0;i<N;i++) {		
transport_stream_id 16 uimbsf	16	uimbsf
original_network_id 16 uimbsf	16	uimbsf
service_id 16 uimbsf	16	uimbsf
}		
}		

Дескриптор `time_shifted_service` связан с дескриптором идентификации рекомендации службы `reference_service_id`. Дескриптор `reference_service_id` – метка, указывающая на полное описание службы NVOD, но дескриптор `reference_service_id` самостоятельно не соответствует любому полю `program_number` в секции `program_map_section`.

Дескриптор `time_shifted_event` используется в информации об эпизоде в течение каждого раза сдвига службы. Вместо дублирования полной информации для каждого эпизода этот дескриптор указывается в дескрипторе `reference_event_id` рекомендаций службы. Полная информация об эпизоде предоставлена в информации об эпизоде справочной службы.

Услуги, которые составляют службу NVOD, невозможно передавать в одном TS-поток. Однако справочная служба для неё будет описана в SI-информации в каждом TS-поток, который несет любые услуги по обслуживанию NVOD.

Семантика для дескриптора рекомендаций NVOD:

- **transport_stream_id:** поле длиной 16 бит, которое служит меткой, определяющей TS-поток.
- **original_network_id:** поле длиной 16 бит, являющееся меткой, идентифицирующей поле идентификатора сети `network_id`, создающей систему доставки.
- **service_id:** поле длиной 16 бит, которое определяет уникальную службу в пределах TS-потока. Поле `service_id` совпадает с полем `program_number` в соответствующем поле `program_map_section`.

6.4.2.27. Дескриптор имени сети

Дескриптор имени сети `network_name_descriptor` присваивает имя сети в текстовой форме (табл. 6.67).

Таблица 6.67. Дескриптор имени сети

Синтаксис	Число битов	Формат
<code>network_name_descriptor(){</code>		
<code>descriptor_tag 8 uimbsf</code>	8	uimbsf
<code>descriptor_length 8 uimbsf</code>	8	uimbsf
<code>for (i=0;i<N;i++){</code>		
<code>char 8 uimbsf</code>	16	uimbsf
<code>}</code>	16	uimbsf
<code>}</code>	16	uimbsf

Семантика для дескриптора имени сети:

- **char:** поле длиной 8 бит, определяющее имя системы доставки, о которой информирует таблица NIT. Информация о тексте кодирована при помощи кодировки и методов, описанных в п. 6.6.

6.4.2.28. Дескриптор возрастного ограничения

Дескриптор возрастного ограничения `parental_rating_descriptor` (табл. 6.68) дает информацию об ограничении по возрасту и допускает расширение информации, основанной на других критериях данного ограничения.

Таблица 6.68. Дескриптор возрастного ограничения

Синтаксис	Число битов	Формат
<code>parental_rating_descriptor(){</code>		
<code>descriptor_tag</code>	8	uimbsf
<code>descriptor_length</code>	8	uimbsf
<code>for (i=0;i<N;i++){</code>		
<code>country_code</code>	24	bslbf
<code>rating</code>	8	uimbsf
<code>}</code>		
<code>}</code>		

Семантика для дескриптора возрастного ограничения:

- **country_code:** код страны. Поле длиной 24 бит, определяющее страну, используя 3-символьный код в соответствии со стандартом ISO 3166 [28]. Каждый символ закодирован в 8 битов, согласно стандарту [27], и помещён в 24-битовое поле. Если эти 3 знака представляют число в диапазоне 900–999, тогда поле `country_code` показывает, что стандарт ETSI определил группу стран. Эти значения имеются в [18]. Например, у Великобритании имеется 3-символьный код «GBR», который закодирован как «0100 0111 0100 0010 0101 0010».

- **rating:** рейтинг (возраст). Поле длиной 8 бит, дающее рекомендуемый минимальный возраст конечного пользователя в годах. Поле может принимать следующие значения:
 - 0x00 – не определено;
 - 0x01...0x0F – минимальный возраст равен значению поля плюс три года;
 - 0x10...0xFF – определяется вещателем.

Например, значение 0x04 подразумевает, что конечным пользователям должно быть, по крайней мере, 7 лет.

6.4.2.29. *Дескриптор неполного TS-потока*

Дескриптор `partial_transport_stream_descriptor` входит в группу дескрипторов таблицы SMI и используется исключительно для описания неполных TS-потоков. Представляет собой цикл информационных дескрипторов таблицы SIT о передаче, который содержит всю информацию, запрошенную для контроля, управления воспроизведением и копирования неполного TS-потока. Данный дескриптор (табл. 6.69) предназначен для описания этой информации.

Таблица 6.69. Дескриптор неполного TS-потока

Синтаксис	Число битов	Формат
<code>partial_transport_stream_descriptor() {</code>		
<code>descriptor_tag</code>	8	bslbf
<code>descriptor_length</code>	8	uimsbf
<code>DVB_reserved_future_use</code>	2	bslbf
<code>peak_rate</code>	22	uimsbf
<code>DVB_reserved_future_use</code>	2	bslbf
<code>minimum_overall_smoothing_rate</code>	22	uimsbf
<code>DVB_reserved_future_use</code>	2	bslbf
<code>maximum_overall_smoothing_buffer</code>	14	uimsbf
<code>}</code>		

Семантика для дескриптора неполного TS-потока:

- **peak_rate:** максимальная скорость. Представляет собой поле длиной 22 бит, закодированных как положительное целое число, в единицах по 400 бит/с. Поле показывает максимальную мгновенную скорость TS-пакета (то есть 188 байтов, разделённых временным интервалом между началами двух последующих TS-пакетов). При этом, по крайней мере, должна быть дана верхняя граница этого значения.
- **minimum_overall_smoothing_rate:** минимальный размер выравнивающего буфера для полного TS-потока, обрабатываю-

щего все пакеты. Представляет собой поле длиной 22 бит, закодированных как положительное целое число, в единицах по 400 бит/с. Величина 0x3FFFFFF используется для того, чтобы указать, что минимальный размер буфера не определен.

- **maximum_overall_smoothing_buffer:** максимальный размер выравнивающего буфера для полного TS-потока, обрабатывающего все пакеты. Представляет собой поле длиной 22 бит, закодированных как положительное целое число, в единицах по 400 бит/с. Величина 0x3FFFFFF используется для того, чтобы указать, что минимальный размер буфера не определен.

6.4.2.30. Дескриптор PDC

Дескриптор PDC – PDC_descriptor (табл. 6.70) – расширяет систему DVB функциями PDC [30]. Дескриптор описывает метку идентификации программы PDC (Programme Identification Label), как определено в [30]. Метка PDC содержит дату и время первого установленного времени начала определенного эпизода.

Таблица 6.70. Дескриптор PDC

Синтаксис	Число битов	Формат
PDC_descriptor() {		
descriptor_tag 8 uimbsf	8	uimbsf
descriptor_length 8 uimbsf	8	uimbsf
reserved_future_use 4 bslbf	4	bslbf
programme_identification_label 20 bslbf	20	bslbf
}		

Семантика для дескриптора PDC:

- **programme_identification_label:** метка идентификации программы PDC. Поле длиной 20 бит, дающее значение метки идентификации программы [30]. Структура PDC показана на рис. 6.5 следующим образом: первый бит является крайней левой частью последовательности. Величины дня, месяца, часов (24) и минут закодированы в двоичном виде.

6.4.2.31. Дескриптор спецификатора конфиденциальных данных

Дескриптор спецификатора конфиденциальных данных private_data_specifier_descriptor (табл. 6.71) используется для того, чтобы идентифицировать спецификатор любых конфиденциальных дескрипторов или конфиденциальных полей в пределах дескрипторов.

Метка идентификации программы																			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
M				L			M			L			M			L			
день					месяц					часы					минуты				

Рис. 6.5. Метка идентификации программы

Таблица 6.71. Дескриптор спецификатора конфиденциальных данных

Синтаксис	Число битов	Формат
<code>private_data_specifier_descriptor() {</code>		
<code>descriptor_tag</code>	8	uimbsf
<code>descriptor_length</code>	8	uimbsf
<code>private_data_specifier</code>	32	uimbsf
<code>}</code>		

Семантика для спецификатора конфиденциальных данных:

- **private_data_specifier**: соответствие величин для этой области дано в [18].

6.4.2.32. Дескриптор скремблирования

Дескриптор скремблирования `scrambling_descriptor` (табл. 6.72) указывает на режим работы для выбранной системы скремблирования. Он расположен в секции структуры программы на уровне цикла программы. Дальнейшие разъяснения по поводу использования дескриптора скремблирования относятся к п. 6.10.

Таблица 6.72. Дескриптор скремблирования

Синтаксис	Число битов	Формат
<code>scrambling_descriptor() {</code>		
<code>descriptor_tag</code>	8	uimbsf
<code>descriptor_length</code>	8	uimbsf
<code>scrambling_mode</code>	8	uimbsf
<code>}</code>		

Семантика для дескриптора скремблирования:

- **scrambling_mode**: режим скремблирования. Поле длиной 8 бит, определяющее режим алгоритма скремблирования (табл. 6.73). Режим DVB-CSA1 является режимом, устанавливаемым по умолчанию, и используется, когда дескриптор скремблирования отсутствует в секции структуры программы.

Технические детали алгоритма скремблирования доступны только авторизированным пользователям по подписанному официально Соглашению Нераскрытия управляемого Попечительством DVB общего алгоритма скремблирования.

Таблица 6.73. Кодирование режима скремблирования

Величина	Описание
0x00	зарезервировано для будущего использования
0x01	эта величина показывает использование DVB-CSA1
0x02	эта величина показывает использование DVB-CSA2
0x03	эта величина показывает использование DVB-CSA3 в стандартном режиме
0x04	эта величина показывает использование DVB-CSA3 в минимальном улучшенном режиме
0x05	эта величина показывает использование DVB-CSA3 в полном улучшенном режиме
0x06...0x6F	зарезервировано для будущего использования
0x70...0x7F	определено ATIS (ATIS-0800006 [64])
0x80...0xFE	определяется пользователем
0xFF	зарезервировано для будущего использования

6.4.2.33. Дескриптор службы

Дескриптор службы `service_descriptor` (табл. 6.74) обеспечивает передачу имени поставщика услуг и службы передачи текстовых форм совместно с полем `service_type`.

Таблица 6.74. Дескриптор службы

Синтаксис	Число битов	Формат
<code>service_descriptor() {</code>		
<code>descriptor_tag</code>	8	uimsbf
<code>descriptor_length</code>	8	uimsbf
<code>service_type</code>	8	uimsbf
<code>service_provider_name_length</code>	8	uimsbf
<code>for (i=0; i<N; I++) {</code>		
<code>char</code>	8	uimsbf
<code>}</code>		
<code>service_name_length</code>	8	uimsbf
<code>for (i=0; i<N; I++) {</code>		
<code>char</code>	8	uimsbf
<code>}</code>		
<code>}</code>		

Семантика для дескриптора службы:

- **service_type:** тип службы. Является полем длиной 8 бит, определяющим тип службы. Соответствие величин service_type для служб описано в п. 6.14 и закодировано, согласно табл. 6.75.

Таблица 6.75. Кодирование типа службы

Величина	Описание
0x00	зарезервировано для будущего использования
0x01	служба цифрового ТВ (MPEG-2 SD)
0x02	служба цифрового радио (MPEG-1 Layer 2)
0x03	служба Телетекста
0x04	служба рекомендаций NVOD (MPEG-2 SD)
0x05	служба смещения по времени NVOD (MPEG-2 SD)
0x06	служба мозаики
0x07	зарезервировано для будущего использования
0x08	зарезервировано для будущего использования
0x09	зарезервировано для будущего использования
0x0A	служба цифрового радио (улучшенный кодек)
0x0B	служба мозаики (улучшенный кодек)
0x0C	служба вещания данных
0x0D	зарезервировано для использования CI-интерфейсом [31]
0x0E	служба структуры RCS [32]
0x0F	служба FLS RCS [32]
0x10	службы DVB MHP
0x11	служба цифрового ТВ (MPEG-2 HD)
0x12...0x15	зарезервировано для будущего использования
0x16	служба цифрового ТВ (улучшенный SD-кодек)
0x17	служба смещения по времени NVOD (улучшенный SD-кодек)
0x18	служба рекомендаций NVOD (улучшенный SD-кодек)
0x19	служба цифрового ТВ (улучшенный HD-кодек)
0x1A	служба смещения по времени NVOD (улучшенный HD-кодек)
0x1B	служба рекомендаций NVOD (улучшенный SD-кодек)
0x1C...0x7F	зарезервировано для будущего использования
0x80...0xFE	определяется пользователем
0xFF	зарезервировано для будущего использования

- **service_provider_name_length:** длина имени поставщика службы. Поле длиной 8 бит, определяющее длину в байтах следующего за этим полем имени поставщика службы.

- **char**: поле длиной 8 бит, определяющее имя поставщика службы или службы. Информация о тексте кодирована при помощи кодировки и методов, описанных в п. 6.6.
- **service_name_length**: длина имени службы. Поле длиной 8 бит, определяющее длину в байтах следующего имени службы.

6.4.2.34. Дескриптор доступности службы

Дескриптор доступности службы `service_availability_descriptor` (табл. 6.76) может использоваться в таблице SDT, передаваемой в пределах эфирных наземных сетей. Он обеспечивает идентификацию ячейки, в которой доступна или не доступна служба.

Таблица 6.76. Дескриптор доступности службы

Синтаксис	Число битов	Формат
<code>service_availability_descriptor() {</code>		
<code>descriptor_tag</code>	8	uimbsf
<code>descriptor_length</code>	8	uimbsf
<code>availability_flag</code>	1	bslbf
<code>reserved</code>	7	bslbf
<code>for (i=0; i<N; i++) {</code>		
<code>cell_id</code>	16	uimbsf
<code>}</code>		
<code>}</code>		

Семантика для дескриптора доступности службы:

- **availability_flag**: флаг доступности. Этот однобитный индикатор, установленный в 1, указывает, что обслуживание доступно в ячейке/ячейках, определенной (определенных) полем (полями) `cell_id` в следующем цикле, и недоступно в другой ячейке (других ячейках). Когда бит сброшен в 0, он указывает, что обслуживание недоступно в ячейке/ячейках, определенных полем (полями) `cell_id`, в следующем цикле и доступно в другой ячейке (других ячейках).
- **cell_id**: идентификатор ячейки. Это поле длиной 16 бит, которое определяет ячейку в эфирной наземной сети.

6.4.2.35. Дескриптор списка служб

Дескриптор списка служб (табл. 6.77) обеспечивает средство перечисления служб посредством полей `service_id` и `service_type`.

Семантика для дескриптора списка служб:

- **service_id**: идентификатор службы. Поле длиной 16 бит, которое однозначно определяет службу в пределах TS-потока. Поле

Таблица 6.77. Дескриптор списка служб

Синтаксис	Число битов	Формат
<code>service_list_descriptor() {</code>		
<code>descriptor_tag</code>	8	uimsbf
<code>descriptor_length</code>	8	uimsbf
<code>for (i=0; i<N; I++){</code>		
<code>service_id</code>	16	uimsbf
<code>service_type</code>	8	uimsbf
<code>}</code>		
<code>}</code>		

`service_id` совпадает с полем `program_number` в соответствующей секции структуры программ `program_map_section`, за исключением того, что в случае, если поле `service_type` = 0x04, 0x18 или 0x1B (службы рекомендации NVOD), поле `service_id` не имеет соответствующего ему поля `program_number`.

- **service_type:** тип службы. Поле длиной 8 бит, определяющее тип службы. Назначение величины поля `service_type` приводится в п. 6.14 и должно быть закодировано согласно табл. 6.75.

6.4.2.36. Дескриптор перемещения службы

Если требуется перемещение службы из одного TS-потока в другой, используется механизм, который позволяет приёмнику отслеживать службу в TS-потоках посредством дескриптора `service_move_descriptor` (табл. 6.78).

Таблица 6.78. Дескриптор перемещения службы

Синтаксис	Число битов	Формат
<code>service_move_descriptor() {</code>		
<code>descriptor_tag</code>	8	uimsbf
<code>descriptor_length</code>	8	uimsbf
<code>new_original_network_id</code>	16	uimsbf
<code>new_transport_stream_id</code>	16	uimsbf
<code>new_service_id</code>	16	uimsbf
<code>}</code>		

Семантика для обслуживания перемещает описатель:

- **new_original_network_id:** идентификатор новой исходной сети. Это поле содержит идентификатор `original_network_id` TS-потока, в котором находится служба после перемещения.
- **new_transport_stream_id:** идентификатор нового TS-потока. Это поле содержит идентификатор `transport_stream_id` TS-потока, в котором находится служба после перемещения.

- **new_service_id**: идентификатор новой службы. Это поле содержит идентификатор service_id службы после перемещения. Если служба остаётся в пределах той же самой исходной сети, тогда поле new_service_id совпадает с предыдущим полем service_id.

6.4.2.37. Дескриптор краткой информации об эпизодах

Дескриптор краткой информации об эпизодах short_event_descriptor обеспечивает передачу названия эпизода и его краткое описание в текстовой форме (табл. 6.79).

Таблица 6.79. Дескриптор краткой информации об эпизодах

Синтаксис	Число битов	Формат
short_event_descriptor(){		
descriptor_tag	8	uimbsf
descriptor_length	8	uimbsf
ISO_639_language_code	24	bslbf
event_name_length	8	uimbsf
for (i=0;i<event_name_length;i++){		
event_name_char	8	uimbsf
}		
text_length	8	uimbsf
for (i=0;i<text_length;i++){		
text_char	8	uimbsf
}		
}		

Семантика для дескриптора краткой информации об эпизодах:

- **ISO_639_language_code**: код языка. Это поле длиной 24 бит содержит 3-символьный код, как определено стандартом ISO 639-2 [26], следующих далее текстовых полей. При этом могут использоваться разделы ISO 6392/B и ISO 6392/T. Каждый символ закодирован в 8 бит, согласно ISO/IEC 8859-1 [27], и помещается в 24-битовое поле. Например, у французского языка есть 3-символьный код «fre», который кодируется как «0110 0110 0111 0010 0110 0101».
- **event_name_length**: длина имени эпизода. Поле длиной 8 бит, определяющее длину в байтах имени эпизода.
- **event_name_char**: имя события. Поле длиной 8 бит. Ряд поля символов, определяющих имя эпизода. Информация о тексте закодирована с использованием кодировок и методов, описанных в п. 6.6.

- **text_length**: поле длиной 8 бит, определяющее длину в байтах следующего далее текста, описывающего эпизод.
- **text_char**: это поле длиной 8 бит, которое определяет текстовое описание эпизода. Информация о тексте закодирована с использованием кодировок и методов, описанных в п. 6.6.

6.4.2.38. Дескриптор краткой информации о выравнивающем буфере

Дескриптор выравнивающего буфера `smoothing_buffer_descriptor`, который определен в стандарте ISO/IEC 13818-1 [2], позволяет передать в потоке PSI информацию о скорости потока службы. Для использования в таблицах DVB SI более компактного и эффективного описателя применяется дескриптор `short_smoothing_buffer_descriptor` (табл. 6.80). Этот дескриптор может быть включен в таблицы текущего или следующего эпизода EIT, эпизодов программ EIT, чтобы сообщать о скорости потока в каждом случае.

Таблица 6.80. Дескриптор краткой информации о выравнивающем буфере

Синтаксис	Число битов	Формат
<code>short_smoothing_buffer_descriptor() {</code>		
<code>descriptor_tag</code>	8	uimbsf
<code>descriptor_length</code>	8	uimbsf
<code>sb_size</code>	2	uimbsf
<code>sb_leak_rate</code>	6	uimbsf
<code>for (i=0; i<N; i++) {</code>		
<code>DVB_reserved</code>	8	bslbf
<code>}</code>		
<code>}</code>		

Скорость потока выражена по отношению к размеру выравнивающего буфера сглаживания и сообщает скорость передачи битов данных на его выходе. Присутствие дескриптора в таблицах текущего или следующего эпизода EIT, эпизодов программ EIT является дополнительным. Потоки данных, поступающие в выравнивающий буфер и из него, определены следующим образом:

- байты TS-пакетов, принадлежащих связанной службе, поступают в выравнивающий буфер, как определено выражениями 2–4 из [2] (определение графика математической программы получения байта). Службе принадлежат следующие пакеты:
- все TS-пакеты всех элементарных потоков службы, то есть все идентификаторы PID, которые перечислены как поля

elementary_PID в расширенной части информации секции таблицы PMT для обслуживания в течение времени, когда передан эпизод;

- все TS-пакеты, PID которых идентифицированы как поле program_map_PID для обслуживания в PMT, в то время когда передан эпизод;
- все байты, которые входят в буфер и выходят из него.

Семантика для дескриптора краткой информации о выравнивающем буфере:

- **sb_size:** размер буфера. Двухбитное поле, указывающее на размер выравнивающего буфера. Размер буфера определяют следующие значения:

00 – DVB_reserved,

01 – 1 536,

10 – DVB_reserved,

11 – DVB_reserved.

Из-за ограничений, связанных с практическим конструированием DVB-оборудования, указанная величина размера буфера должна быть принята с запасом, требуемым для компенсации паразитного джиттера битов пакетов (применяется RAM-память объёмом 2 Кбайт).

- **sb_leak_rate:** скорость потока битов на выходе буфера. Поле длиной 6 бит, указывающее на величину скорости потока битов на выходе выравнивающего буфера, которое кодируется согласно табл. 6.81.

Таблица 6.81. Кодирование скорости потока на выходе выравнивающего буфера

Величина	Скорость (МБит/с)	Величина	Скорость (МБит/с)
0	DVB_reserved	21	3,3750
1	0,0009	22	3,5
2	0,0018	23	4,0
3	0,0036	24	4,5
4	0,0072	25	5,0
5	0,0108	26	5,5
6	0,0144	27	6,0
7	0,0216	28	6,5
8	0,0288	29	6,7500
9	0,075	30...32	(величина 16)×0,5 (7,0; 7,5; 8,0 МБит/с)

Таблица 6.81 (окончание)

Величина	Скорость (МБит/с)	Величина	Скорость (МБит/с)
10	0,5	33...37	(величина 24) (9; 10; 11; 12; 13 МБит/с)
11	0,5626	38	13,5
12	0,8437	39...43	(величина 25) (14; 15; 16; 17; 18 МБит/с)
13	1,0	44...47	(величина 34) (20; 22; 24; 26 МБит/с)
14	1,1250	48	27
15	1,5	49...55	(величина 35) (28; 30; 32; 40 МБит/с)
16	1,6875	56	44
17	2,0	57	48
18	2,2500	58	54
19	2,5	59	72
20	3,0	60	108

6.4.2.39. Дескриптор идентификации потока

Дескриптор идентификации потока `stream_identifier_descriptor` (табл. 6.82) может использоваться в информационном потоке PSI таблицы PMT, чтобы отметить потоки, составляющие службу, так чтобы они могли быть дифференцированы, например, с помощью текстовых описаний, данных в дескрипторах компонентов в таблице EIT, если они там присутствуют. Дескриптор идентификации потока должен быть расположен после соответствующего поля `ES_info_length`.

Таблица 6.82. Дескриптор идентификации потока

Синтаксис	Число битов	Формат
<code>stream_identifier_descriptor() {</code>		
<code>descriptor_tag</code>	8	uimsbf
<code>descriptor_length</code>	8	uimsbf
<code>component_tag</code>	8	uimsbf
<code>}</code>		

Семантика для дескриптора идентификатора потока:

- **component_tag**: признак компоненты. Поле длиной 8 бит, определяющее поток компоненты для соединения его с описанием, данным в составляющем дескрипторе. В части секции структуры программы у каждого описателя дескриптора потока должна быть различная величина для этого поля.

6.4.2.40. Дескриптор уравнивания

Дескриптор уравнивания `stuffing_descriptor` (табл. 6.83) обеспечивает средство деактивации ранее закодированных дескрипторов или вставки фиктивных дескрипторов для наполнения (уравнивания) таблицы.

Таблица 6.83. Дескриптор уравнивания

Синтаксис	Число битов	Формат
<code>stuffing_descriptor() {</code>		
<code>descriptor_tag</code>	8	uimsbf
<code>descriptor_length</code>	8	uimsbf
<code>for (i= 0; i<N; i++){</code>		
<code>stuffing_byte</code>	8	bslbf
<code>}</code>		
<code>}</code>		

Семантика для описателя наполнения:

- **stuffing_byte:** наполняющий (уравнивающий) байт данных. Это поле длиной 8 бит, которое может принять любое значение, которое не несёт никакой полезной нагрузки. Приёмник может игнорировать наполняющие байты.

6.4.2.41. Дескриптор субтитров

Дескриптор субтитров `subtitling_descriptor` определяется согласно табл. 6.84. В таблице PMT [2] величина `stream_type` для любого PID, несущего DVB-субтитры, должна быть равна 0x06 (это указывает на PES, несущий конфиденциальные данные).

Таблица 6.84. Дескриптор субтитров

Синтаксис	Число битов	Формат
<code>subtitling_descriptor() {</code>		
<code>descriptor_tag</code>	8	uimsbf
<code>descriptor_length</code>	8	uimsbf
<code>for (i= 0; i<N; i++){</code>		
<code>ISO_639_language_code</code>	24	bslbf
<code>subtitling_type</code>	8	bslbf
<code>composition_page_id</code>	16	bslbf
<code>ancillary_page_id</code>	16	bslbf
<code>}</code>		
<code>}</code>		

Семантика для описателя введения субтитров:

- **ISO_639_language_code:** код языка. Это поле длиной 24 бит содержит 3-символьный код, как определено стандартом ISO

639-2 [26] следующего далее подзаголовка. При этом могут использоваться разделы ISO 6392/В и ISO 6392/Т. Каждый символ закодирован в 8 бит, согласно ISO/IEC 8859-1 [27], и помещается в 24-битовое поле. Например, у французского языка есть 3-символьный код «fre», который кодируется как «0110 0110 0111 0010 0110 0101».

- **subtitling_type**: тип субтитров. Поле длиной 8 бит, предоставляющее информацию о содержании субтитра и намеченного показа. Кодирование этой области должно использовать коды, определенные для поля `component_type`, когда поле `stream_content` будет иметь величину 0x03 в соответствии с табл. 6.28.
- **composition_page_id**: идентификатор страницы композиции. Поле длиной 16 бит, идентифицирующее страницу композиции. Поле `DVB_subtitling_segments` сигнализирует о том, что поле `page_id` должно быть декодировано, если предыдущие данные в дескрипторе субтитров будут соответствовать критериям отбора пользователя. Следует заметить, что поле `composition_page_id` передаётся, по крайней мере, в полях `DVB_subtitling_segment`, которые определяют структуру данных отображаемых субтитров полей `page_composition_segment` и `region_composition_segment`. Это может быть дополнительно сообщено в сегментах, содержащих данные, от которых зависит композиция.

6.4.2.42. Дескриптор телефона

Дескриптор телефона (телефонный дескриптор) `telephone_descriptor` (табл. 6.85) может использоваться для того, чтобы указать на номер телефона, который может использоваться вместе с модемом (кабельным или PSTN), чтобы пользоваться узкополосными интерактивными каналами. Дополнительная информация дана в [65].

Семантика для дескриптора телефона:

- **foreign_availability**: доступность из иной страны. Если этот однобитный флаг установлен в 1, то он указывает, что данный номер может быть вызван из-за пределов страны, определённой полем `country_prefix`. Когда он сброшен в 0, то это говорит о том, что номер может быть вызван только из страны, определённой полем `country_prefix`.
- **connection_type**: тип соединения. Поле длиной 5 бит, которое указывает на тип подключения. Один из примеров использования данного поля – сообщение приёмнику о том, что когда

Таблица 6.85. Дескриптор телефона

Синтаксис	Число битов	Формат
telephone_descriptor() {		
descriptor_tag	8	uimbsbf
descriptor_length	8	uimbsbf
reserved_future_use	2	bslbf
foreign_availability	1	bslbf
connection_type	5	uimbsbf
reserved_future_use	1	bslbf
country_prefix_length	2	uimbsbf
international_area_code_length	3	uimbsbf
operator_code_length	2	uimbsbf
reserved_future_use	1	bslbf
national_area_code_length	3	uimbsbf
core_number_length	4	uimbsbf
for (i=0;i<N;i++){		
country_prefix_char	8	uimbsbf
}		
for (i=0;i<N;i++){		
international_area_code_char	8	uimbsbf
}		
for (i=0;i<N;i++){		
operator_code_char	8	uimbsbf
}		
for (i=0;i<N;i++){		
national_area_code_char	8	uimbsbf
}		
for (i=0;i<N;i++){		
core_number_char	8	uimbsbf
}		
}		

устанавливается связь, если она не начата в течение 1 минуты, то попытка связи должна быть прервана.

- **country_prefix_length**: длина поля префикса страны. Это двухбитное поле, определяющее количество восьмибитных алфавитно-цифровых символов в префиксе страны.
- **international_area_code_length**: длина кода международной области. Это поле длиной 3 бита, определяющее количество восьмибитных алфавитно-цифровых символов кода международной области.
- **operator_code_length**: длина кода оператора. Двухбитное поле, определяющее число восьмибитных алфавитно-цифровых символов в коде оператора.
- **national_area_code_length**: длина кода национальной области. Поле длиной 3 бита, определяющее число восьмибитных алфавитно-цифровых символов в коде национальной области.

- **core_number_length**: длина номера центра связи. Четырёхбитное поле, определяющее число 8-битных алфавитно-цифровых символов в номере центра связи.
- **country_prefix_char**: символ префикса страны. Восьмибитное поле, кодированное в соответствии с ISO/IEC 8859-1 [27], дающее один буквенно-цифровой символ префикса страны.
- **international_area_code_char**: символ кода международной области. Восьмибитное поле, кодированное в соответствии с [27], дающее один буквенно-цифровой символ кода международной области.
- **operator_code_char**: символ кода оператора. Восьмибитное поле, кодированное в соответствии с [27], дающее один буквенно-цифровой символ кода оператора.
- **national_area_code_char**: символ кода национальной области. Восьмибитное поле, кодированное в соответствии с [27], дающее один буквенно-цифровой символ кода национальной области.
- **core_number_char**: символ номера центра связи. Восьмибитное поле, кодированное в соответствии с [23], дающее один буквенно-цифровой символ номера центра связи.

6.4.2.43. *Дескриптор телетекста*

Дескриптор телетекста `teletext_descriptor` (табл. 6.86) должен использоваться в таблице PMT потока PSI, чтобы определить потоки, которые несут данные о телетексте EBU. Описатель должен быть расположен в секции структуры программы после соответствующего поля `ES_info_length`.

Таблица 6.86. Дескриптор телетекста

Синтаксис	Число битов	Формат
<code>teletext_descriptor() {</code>		
<code>descriptor_tag</code>	8	uimsbf
<code>descriptor_length</code>	8	uimsbf
<code>for (i=0; i<N; i++) {</code>		
<code>ISO_639_language_code</code>	24	bslbf
<code>teletext_type</code>	5	uimsbf
<code>teletext_magazine_number</code>	3	uimsbf
<code>teletext_page_number</code>	8	uimsbf
<code>}</code>		
<code>}</code>		

Семантика для дескриптора телетекста:

- **ISO_639_language_code**: код языка. Это поле длиной 24 бит содержит 3-символьный код языка символов телетекста, как

определено стандартом ISO 639-2 [26]. При этом могут использоваться разделы ISO 6392/В и ISO 6392/Г. Каждый символ закодирован в 8 бит, согласно ISO/IEC 8859-1 [27], и помещается в 24-битовое поле. Например, у французского языка есть 3-символьный код «fre», который кодируется как «0110 0110 0111 0010 0110 0101».

- **teletext_type**: тип телетекста. Поле длиной 5 бит, указывающее на тип обозначенной страницы телетекста. Оно кодируется согласно табл. 6.87.

Таблица 6.87. Кодирование типа телетекста

Величина	Описание
0x00	зарезервировано для будущего использования
0x01	начальная страница телетекста
0x02	субстраница страницы телетекста
0x03	страница дополнительной информации
0x04	страница расписания программы
0x05	субстраница страницы телетекста для людей с ослабленным слухом
0x06...0x1F	зарезервировано для будущего использования

- **teletext_magazine_number**: номер журнала телетекста. Трёх-битное поле, которое несёт информацию о номере журнала, как это определено в стандарте EN 300 706 [34].
- **teletext_page_number**: номер страницы телетекста. Поле длиной 8 бит, дающее две четырёхбитные шестнадцатеричные цифры, определяющие номер страницы, как определено в [34].

6.4.2.44. Дескриптор сдвинутого по времени эпизода

Дескриптор сдвинутого по времени эпизода `time_shifted_event_descriptor` (табл. 6.88) используется вместо `short_event_descriptor`, чтобы указать на эпизод, который является перемещенной по времени копией другого эпизода.

Таблица 6.88. Дескриптор сдвинутого по времени эпизода

Синтаксис	Число битов	Формат
<code>time_shifted_event_descriptor() {</code>		
<code>descriptor_tag</code>	8	<code>uimsbf</code>
<code>descriptor_length</code>	8	<code>uimsbf</code>
<code>reference_service_id</code>	16	<code>uimsbf</code>
<code>reference_event_id</code>	16	<code>uimsbf</code>
<code>}</code>		

Семантика дескриптора сдвинутого по времени эпизода:

- **reference_service_id:** идентификатор рекомендации службы. Поле длиной 16 бит, определяющее рекомендацию службы пакета служб NVOD. Рекомендация службы может всегда находиться в данном TS-поток. У поля service_id в таком случае отсутствует соответствующее поле program_number в секции program_map_section.
- **reference_event_id:** идентификатор рекомендации эпизода. Поле длиной 16 бит, определяющее рекомендацию эпизода, который описан этим дескриптором и является перемещенной по времени копией.

6.4.2.45. Дескриптор сдвинутой по времени службы

Дескриптор time_shifted_service_descriptor (табл. 6.89) используется вместо дескриптора службы, чтобы указать на те службы, которые являются перемещенными по времени копиями других услуг.

Таблица 6.89. Дескриптор сдвинутой по времени службы

Синтаксис	Число битов	Формат
time_shifted_service_descriptor() { descriptor_tag descriptor_length reference_service_id }	8 8 16	uimsbf uimsbf uimsbf

Семантика дескриптора сдвинутого по времени эпизода:

- **reference_service_id:** идентификатор рекомендации службы. Поле длиной 16 бит, определяющее рекомендацию службы пакета служб NVOD. Рекомендация службы может всегда находиться в данном TS-поток. У поля service_id в таком случае отсутствует соответствующее поле program_number в секции program_map_section.

6.4.2.46. Дескриптор транспортного потока TS

Дескриптор транспортного потока TS transport_stream_descriptor (табл. 6.90), передаваемый только в таблице TSMT (см. стандарт ISO/IEC 13818-1 [2]), может использоваться для указания совместимости текущего TS-потока стандарта DVB со стандартом MPEG.

Таблица 6.90. Дескриптор транспортного потока TS

Синтаксис	Число битов	Формат
<code>transport_stream_descriptor() {</code>		
<code>descriptor_tag</code>	8	uimsbf
<code>descriptor_length</code>	8	uimsbf
<code>for (i=0; i<N; i++) {</code>		
<code>byte</code>	8	uimsbf
<code>}</code>		
<code>}</code>		

Семантика для дескриптора TS-потока:

- **byte:** это восьмибитное поле, идентифицирующее DVB TS-поток. При этом три последующих байта поля `descriptor_length` должны иметь значение 0x03. Эти три байта должны содержать символы ASCII со значениями 0x44, 0x56, 0x42 («DVB»).

6.4.2.47. Дескриптор данных VBI

Дескриптор данных VBI службы `VBI_data_descriptor` (табл. 6.91) передаётся в PSI-потоке в таблице PMT и несёт данные VBI, как определено в стандарте EN 301 775 [35]. Соответствующее поле `ES_info_field` секции структуры программы, описывающей поток данных VBI, должно содержать только один дескриптор `VBI_data_descriptor`.

Для передачи многократных потоков данных VBI в одной службе требуется передача дескриптора данных VBI в каждом из циклов, составляющих секцию структуры программы.

Семантика для дескриптора данных VBI:

- **data_service_id:** идентификатор данных службы. Поле длиной 8 бит, идентифицирующее тип службы VBI, содержащийся в элементарном потоке, с которым связан дескриптор данных VBI. Его величина определена в табл. 6.92. Для каждой службы VBI, содержащейся в потоке данных VBI, должен быть только один идентификатор `data_service_id`, закодированный в дескрипторе `VBI_data_descriptor`. Однако служба VBI может временно отсутствовать в потоке данных VBI, в то время как его идентификатор `data_service_id` все еще присутствует в дескрипторе `VBI_data_descriptor`. Это несоответствие не может длиться более 10 с.
- **data_service_descriptor_length:** длина данных дескриптора службы. Поле длиной 8 бит, сообщающее число байтов, следующих за данным полем, и используемое для описания служ-

Таблица 6.91. Дескриптор данных VBI

Синтаксис	Число битов	Формат
VBI_data_descriptor() {		
descriptor_tag	8	uimsbf
descriptor_length	8	uimsbf
for (i=0; i<N; i++) {		
data_service_id	8	uimsbf
data_service_descriptor_length	8	uimsbf
if (data_service_id==0x01 ||		
data_service_id==0x02 ||		
data_service_id==0x04 ||		
data_service_id==0x05 ||		
data_service_id==0x06 ||		
data_service_id==0x07) {		
for (i=0; i<N; i++) {		
reserved	2	bslbf
field_parity	1	bslbf
line_offset	5	uimsbf
}		
} else {		
for (i=0; i<N; i++) {		
reserved	8	bslbf
}		
}		
}		
}		

Таблица 6.92. Кодирование идентификатора данных VBI службы

Величина	Описание
0x00	зарезервировано для будущего использования
0x01	телетекст EBU (требует добавления дескриптора teletext_descriptor)
0x02	инвертированный телетекст
0x03	зарезервировано
0x04	VPS
0x05	WSS
0x06	скрытые субтитры (Closed Caption)
0x07	одноцветные 4:2:2 отсчёты
0x80...0xFF	зарезервировано для будущего использования

бы, определяемой полем data_service_id. Сам дескриптор для представления данных содержит один вход (байт) для каждого субпотока передачи VBI, для которой предназначены кодированные данные связанного потока.

- **field_parity**: чётность поля. Этот однобитный флаг определяет поле, для которого предназначены связанные закодированные данные, если они перекодированы в VBI. Величина 1 указывает на первое (нечётное) поле структуры, а величина 0 – на второе (чётное) поле структуры. В пределах дескриптора данных службы сначала должны передаваться все дескрипторные записи относительно первого поля (если таковые имеются). Далее передаются все дескрипторные записи относительно второго поля (если таковые имеются).
- **line_offset**: число субпоток. Поле длиной 5 бит, определяющее число субпоток, которые предназначены для передачи связанных закодированных данных, если они перекодированы в VBI. Поле нумерации line_offset должно следовать прогрессивному возрастающему упорядочиванию. Величина поля line_offset следует определению связанного типа поля данных (п. 2.4–2.8 [35]). Поле line_offset, называемое «неопределённым числом субпоток», не должно использоваться в дескрипторе VBI_data_descriptor.

Кодирующее устройство должно гарантировать, что, по крайней мере, у всех закодированных субпоток в связанных элементарных данных о потоке будет свой аналог, закодированный в дескрипторе VBI_data_descriptor (в соответствующем дескрипторе данных службы). Однако это недопустимо для кода, определенного полями line_offset и field_parity в нескольких сочетаниях в одиночном дескрипторе VBI_data_descriptor.

6.4.2.48. Дескриптор VBI телетекста

Дескриптор VBI телетекста VBI_teletext_descriptor (табл. 6.93) передаётся в PSI-потоке PMT, чтобы определить потоки, которые несут данные VBI, являющиеся данными телетекста EBU. Дескриптор должен быть расположен в поле ES_info_field секции структуры программы.

Семантика для дескриптора VBI телетекста:

Семантика для дескриптора телетекста VBI совпадает с семантикой, определенной для дескриптора телетекста, приведённой в п. 6.4.2.43. Единственное исключение – то, что описатель телетекста VBI не должен использоваться для связи поля stream_type с величиной 0x06 ни со стандартом VBI, ни со стандартом телетекста EBU. Приёмники могут только использовать информацию о языках в этом дескрипторе, чтобы выбрать журналы и подзаголовки.

Таблица 6.93. Дескриптор VBI телетекста

Синтаксис	Число битов	Формат
VBI_teletext_descriptor() {		
descriptor_tag	8	uimbsf
descriptor_length	8	uimbsf
for (i=0;i<N;i++) {		
ISO_639_language_code	24	bslbf
teletext_type	5	uimbsf
teletext_magazine_number	3	uimbsf
teletext_page_number	8	uimbsf
}		
}		

6.4.3. Идентификация и местоположение дескрипторов расширения

Все дескрипторы расширения относятся к дескриптору extension_descriptor (см. п. 6.4.2.16). Таблица 6.94 перечисляет дескрипторы расширения, объявленные или определенные в рамках настоящей главы, предоставляя значение признака (тега) дескриптора и возможное размещение в пределах SI-таблиц. Это не подразумевает, что использование этих дескрипторов ограничено в других таблицах. В таблице SIT дескрипторы расширения используются только в неполных TS-потоках, так же как и сама таблица SIT.

Таблица 6.94. Возможное местоположение дескрипторов расширения

Дескриптор	Значение тега	NIT	BAT	SDT	EIT	TOT	PMT	SIT
image_icon_descriptor	0x00	*	*	*	*	—	—	*
cpdm_delivery_signalling_descriptor	0x01	—	—	*	*	—	—	—
CP_descriptor	0x02	—	—	—	—	—	*	—
CP_identifier_descriptor	0x03	—	*	*	*	—	*	—
зарезервировано для будущего использования	0x04...0x7F							
определяется пользователем	0x80...0xFF							

6.4.4. Кодирование дескрипторов расширения

Синтаксис и семантика для дескрипторов расширения (в стиле п. 6.4.2) будут представлены далее как описание и определение этих дескрипторов.

6.4.4.1. Дескриптор *cpdm_delivery_signalling_descriptor*

Дескриптор *cpdm_delivery_signalling_descriptor* описан в рекомендации TS/TR 102 825 [36].

6.4.4.2. Дескриптор *CP*

Дескриптор *CP* *CP_descriptor* (табл. 6.95) используется, чтобы защитить информацию всей системы и определённое содержание информации. Когда дескриптор *CP* располагается в таблице *PMT*, поле *CP_PID* указывает на идентификаторы пакетов, содержащих информацию о защите материалов программы, такие как *SRM*, и лицензионную информацию о содержимом.

Таблица 6.95. Дескриптор *CP*

Синтаксис	Число битов	Формат
<i>CP_descriptor</i> () {		
<i>descriptor_tag</i>	8	<i>uimsbf</i>
<i>descriptor_length</i>	8	<i>uimsbf</i>
<i>descriptor_tag_extension</i>		
<i>CP_system_id</i>	16	<i>uimsbf</i>
<i>reserved</i>	3	<i>bslbf</i>
<i>CP_PID</i>	13	<i>uimsbf</i>
for (<i>i</i> =0; <i>i</i> < <i>N</i> ; <i>i</i> ++) {		
<i>private_data_byte</i>	8	<i>uimsbf</i>
}		
}		

Семантика для описателя *CP*:

- ***CP_system_id***: идентификатор системы *CP*. Поле длиной 16 бит, указывающее на тип применённой системы *CA*. Величины этой области даны в рекомендации [18].
- ***CP_PID***: идентификатор пакета с *CA*. Поле длиной 13 бит, несущее *PID* *TS*-пакетов, которые должны содержать информацию для систем *CP*, определённую связанным полем *CP_system_id*.

6.4.4.3. Дескриптор идентификатора *CP*

Описатель идентификатора *CP* *CP_identifier_descriptor* (табл. 6.96) указывает, связаны ли особый кластер, служба или эпизод с системой защиты содержания или несут информацию, касающуюся системы защиты содержания (например, системные метаданные *CP* или системные *CP*-возобновляемые сообщения). Всё это определяет систему *CP* и тип информации посредством поля *CP_system_id*.

Таблица 6.96. Дескриптор идентификатора CP

Синтаксис	Число битов	Формат
CP_identifier_descriptor() {		
descriptor_tag	8	uimsbf
descriptor_length	8	uimsbf
descriptor_tag_extension	8	uimsbf
for (i=0; i<N; i++) {		
CP_system_id	16	uimsbf
}		
}		

Семантика для дескриптора идентификатора CP:

- **CP_system_id:** идентификатор системы CP. Поле длиной 16 бит, определяющее систему CP и тип информации (например, содержание лицензии, содержание метаданных, сообщения восстановления системы и т. д.). Величины этой области даны в рекомендации [18].

6.4.4.4. Дескриптор изображения значка

Описатель изображения значка несет действительные данные о значке или URL, который идентифицирует местоположение файла значка. Он предназначен для передачи или ссылки на значки в двух основных случаях в зависимости от того, где значок расположен:

- когда он найден в таблице связанного содержания RCT (Related Content Table), то это указывает на его применение (п. 10 TS 102 323 [37]);
- когда он найден в таблицах NIT, BAT, SDT, EIT или SIT, то может использоваться в пределах управляющего интерфейса пользователя приёмника, а информация о его позиции должна быть опущена.

Разрешающая способность и размер изображения могут быть определены в пределах изображения, кодирующего себя и/или полем icon_type. Определение будет произведено в зависимости от местного профиля. Формат дескриптора изображения значка определен в табл. 6.97.

Семантика для дескриптора идентификатора CP:

- **descriptor_number:** номер дескриптора. Поле длиной 4 бит, несущее номер дескриптора. Оно используется для связи информации, которая не может быть вмещена в единственный дескриптор. Поле descriptor_number первого дескриптора image_icon_descriptor связанного набора дескрипторов image_

Таблица 6.97. Дескриптор изображения значка

Синтаксис	Число битов	Формат
image_icon_descriptor() {		
descriptor_tag	8	uimsbf
descriptor_length	8	uimsbf
descriptor_tag_extension	8	uimsbf
descriptor_number	4	uimsbf
last_descriptor_number	4	uimsbf
reserved_future_use	5	uimsbf
icon_id	3	uimsbf
if (descriptor_number == 0x00) {		
icon_transport_mode	2	uimsbf
position_flag	1	bslbf
if (position_flag == 0x01) {		
coordinate_system	3	uimsbf
reserved_future_use	2	bslbf
icon_horizontal_origin	12	uimsbf
icon_vertical_origin	12	uimsbf
}		
else {		
reserved_future_use	5	bslbf
}		
icon_type_length	8	uimsbf
for (i=0; i< icon_type_length; i++) {		
icon_type_char	8	uimsbf
}		
if (icon_transport_mode == 0x00) {		
icon_data_length	8	uimsbf
for (j=0; j<icon_data_length; j++) {		
icon_data_byte	8	uimsbf
}		
}		
else if (icon_transport_mode == 0x01) {		
url_length	8	uimsbf
for (k=0; k< url_length; k++) {		
url_char	8	uimsbf
}		
}		
}		
else {		
icon_data_length	8	uimsbf
for (m=0; m<icon_data_length; m++) {		
icon_data_byte	8	uimsbf
}		
}		

icon_descriptor будет иметь значение 0x00. Величина поля descriptor_number должна быть увеличена на 1 с передачей каждого дополнительного дескриптора image_icon_descriptor с той же самой величиной поля icon_id в этой субтаблице.

- **last_descriptor_number:** номер последнего дескриптора. Поле длиной 4 бит, несущее число последнего дескриптора image_icon_descriptor (то есть дескриптора с самым высоким порядковым номером descriptor_number) связанного набора дескрипторов с той же самой величиной поля icon_id, частью которого является данный дескриптор.
- **icon_id:** идентификатор значка. Трёхбитное поле, которое идентифицирует значок и дифференцирует его от других символов, вставленных в этот же цикл дескрипторов. Величина id ограничена текущим циклом дескрипторов. Величина поля icon_id '000 не должна использоваться в этом дескрипторе [37].
- **icon_transport_mode:** режим представления значка. Это двухбитное поле указывает на режим (способ) предоставления значка. Поле может принимать следующие значения:
0x00 – значок передаётся в поле icon_data_byte;
0x01 – положение файла со значком определено URL;
0x02...0x03 – зарезервировано DVB.
- **position_flag:** флаг расположения. Однобитное поле, сигнализирующее, предоставлена ли информация о положении на экране отображаемого значка. Установка флага в 1 сигнализирует о том, что используются поля icon_horizontal_origin и icon_vertical_origin для размещения значка на экране. Если флаг сброшен в 0 – положение значка не определено. В случае если масштабирование изображения произошло до объединения (компози́тинга) уровней видео и графики, тогда намеченное отношение между положением значка и основным изображением не может быть поддержано.
- **coordinate_system:** разрешающая способность. Это поле определяет разрешающую способность системы координат, на которой базируется положение значка. Величины, которые может принимать поле, показаны в табл. 6.98.

Если определенная система координат не соответствует разрешающей способности изображения или монитора потребителя, нужно произведение масштабирования положения значка. Описание механизма, требуемого для этого, выходит за рамки настоящей главы.

Таблица 6.98. Кодирование разрешающей способности системы координат

Величина	Описание
0x00	разрешающая способность 720×576
0x01	разрешающая способность 1280×720
0x02	разрешающая способность 1920×1080
0x03...0x06	зарезервировано DVB
0x07	конфиденциальное использование

- **icon_horizontal_origin**: горизонтальное положение значка. Поле, несущее значение положения значка на экране по горизонтали в пикселях, которое будет использоваться в качестве точки начала (верхней левой) местоположения символа. Когда это поле установлено в нуль, левые пиксели колонки значка с наибольшим порядковым номером должны быть помещены в левых с наибольшим порядковым номером пикселях колонки, отображаемой монитором.
- **icon_vertical_origin**: вертикальное положение значка. Поле, несущее значение положения значка на экране по вертикали в пикселях, которое будет использоваться в качестве точки начала (верхней левой) местоположения символа. Когда это поле установлено в нуль, левые пиксели ряда значка с наибольшим порядковым номером должны быть помещены в левых с наибольшим порядковым номером пикселях ряда, отображаемого монитором.
- **icon_type_length**: длина строки, описывающей значок. Если описание не будет определено, тогда величина поля устанавливается в 0.
- **icon_type_char**: последовательность байтов, несущих описание типа значка. Синтаксис этого поля не определен в настоящей главе. Если используется тип изображения PNG или JPEG, то они должны соответствовать ограничениям, определенным в п. 15 стандарта ES 201 812 [38]. Последовательность **icon_type** будет определена местным профилем. Синтаксис в качестве примера может быть MIME-типом.
- **url_length**: длина URL в байтах.
- **url_char**: последовательность байтов, несущих URL, который описывает местоположение файла значка. Эта область должна быть закодирована согласно п. 6.2 стандарта [37]. URL может

быть локатором DVB, ссылающимся на файл в карусели объекта, как определено в п. 6.4 стандарта [37], или ссылкой на IP-ресурс.

- **icon_data_length**: длина в байтах данных о значке, передаваемых в остатке дескриптора.

6.5. Меры для совместимости с носителями данных

Стандарт IEC 61883 [39] описывает методы для доставки TS-потока приёмнику по интерфейсу IEEE 1394.1 [40]. Один из возможных источников этих данных – цифровое устройство хранения данных (носитель данных).

В определенных случаях TS-потоки могут быть неполными (частичными), таким образом не соответствуя нормальным техническим требованиям вещания. Эти неполные TS-потоки представляют подмножество потоков данных в исходном TS-потоке. Они могут также быть прерывистыми, при этом могут происходить изменения в TS-потоке или подмножестве потоков, представляющих исходный TS-поток, а также возникать временные неоднородности. В этом пункте описываются меры, направленные на установление совместимости с накопителями (носителями) данных Storage Media Interoperability (SMI), а также описывается требуемая для этого SI-и PSI-информация.

6.5.1. SMI-таблицы

Таблицы SMI закодированы с использованием частного синтаксиса секции, определенного в стандарте ISO/IEC 13818-1 [2]. Таблица SIT имеет длину 4096 байт. Цифровой поток, передаваемый по цифровому интерфейсу, должен или являться полным TS-потоком, соответствующим стандарту TS 101 154 [41], и содержать SI-информацию, соответствующую описанию настоящей главы, или быть неполным TS-потоком, при этом информация SI и PSI для передачи должна соответствовать следующим пунктам.

Неполный TS-поток не должен нести таблицы SI, за исключением таблиц DIT и SIT, описанных в п. 6.3.2.9 и 6.3.2.10 соответственно. Информация PSI должна быть ограничена таблицами PAT и PMT в части, требуемой для правильного описания потоков в пределах неполного TS-потока.

Присутствие таблицы SIT в потоке битов идентифицирует его как неполный TS-поток, приходящий с цифрового интерфейса. В этом случае приёмник не должен ожидать SI-информацию, запрошенную в вещаемом TS-потоке, а должен вместо этого руководствоваться информацией из таблицы SIT. Таблица SIT содержит обобщённую информацию о SI-информации, содержащейся в потоке вещания. Таблица DIT должна быть передана в точках передачи, где SI-информация прерывиста. Использование таблиц DIT и SIT ограничено неполными TS-потоками, и в вещательных передачах они не используются.

6.5.1.1. Таблица неоднородности информации (DIT)

Таблица DIT определена в п. 6.3.2.9.

6.5.1.2 Таблица выбираемой информации (SIT)

Таблица SIT определена в п. 6.3.2.10.

6.5.2. Описатели SMI

Эта часть содержит синтаксис и семантику для описателей, передаваемых в неполных TS-потоках.

6.5.2.1. Дескриптор неполного TS-потока

Дескриптор `partial_transport_stream_descriptor` входит в группу дескрипторов таблицы SMI и используется исключительно для описания неполных (частичных) TS-потоков. Его синтаксис и семантика описаны в п. 6.4.2.29.

6.6. Кодирование текстовых символов

Данный пункт является нормативным и обязательным для применения. Текстовые поля могут произвольно включать информацию, как описано ниже, для выбора широкого диапазона символов для описания таблиц. Для европейских языков доступны наборы пяти таблиц символов. Если в текстовом поле не указана информация о выборе набора символов, то по умолчанию выбирается таблица кодирования символов, соответствующая латинскому алфавиту (табл. 00, рис. 6.6).

Примечания к рис. 6.6: символ пробела имеет значение 0x20. NBPS – непрерывное поле. SHY – программный дефис. Данная таб-

ПЕРВЫЙ ПОЛУБАЙТ →

ВТОРОЙ ПОЛУБАЙТ ↓

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
0				0	ᄀ	P	·	p			NBSP	°		—	Ω	К
1			!	1	A	Q	a	q			ı	±	`	ı	Æ	æ
2			"	2	B	R	b	r			¢	²	'	®	Đ	đ
3			#	3	C	S	c	s			£	³	^	©	ā	ō
4			\$	4	D	T	d	t			€	×	~	™	H	h
5			%	5	E	U	e	u			¥	μ	—	♪		ı
6			&	6	F	V	f	v				¶	~	¬	IJ	ij
7			'	7	G	W	g	w			§	-	·	ı	L	l
8			(	8	H	X	h	x			÷	÷	"		Ł	ł
9			)	9	I	Y	i	y			‘	’			Ø	ø
A			*	:	J	Z	j	z			“	”	°		Œ	œ
B			+	;	K	[	k	{			«	»	‚		Œ	ß
C			,	<	L	\	l	|			←	¼		⅛	p	p
D			-	=	M	]	m	}			↑	½	"	¾	f	t
E			·	>	N	^	n	~			→	¾	˘	⅝	n	n
F			/	?	O	_	o				↓	˙	˘	⅞	'n	SHY

Рис. 6.6. Таблица кодирования символов 00 – латинский алфавит

лица – набор стандарта ISO/IEC 6937 [42] с добавлением символа евро. Все знаки в колонке C не устанавливают интервалов между знаками (диакритические знаки).

6.6.1. Управляющие коды

Для однобайтовых таблиц символов для функций управления предназначены коды в диапазоне 0x80...0x9F (табл. 6.99). Для двухбайтовых таблиц символов для функций управления, согласно стандарту ISO/IEC 10646 [43], предназначены коды в диапазоне 0xE080...0xE09F (табл. 6.100).

Таблица 6.99. Однобайтные управляющие коды

Управляющий код	Управляющий код (UTF-8)	Описание
0x80...0x85	0xC2 0x80...0xC2 0x85	зарезервировано для будущего использования
0x86	0xC2 0x86	выделение символов активировано
0x87	0xC2 0x87	выделение символов деактивировано
0x88...0x89	0xC2 0x88...0xC2 0x89	зарезервировано для будущего использования
0x8A	0xC2 0x8A	CR/LF
0x8B...0x9F	0xC2 0x8B...0xC2 0x9F	определяется пользователем

Таблица 6.100. Коды DVB в области конфиденциального использования

Управляющий код	Управляющий код (UTF-8)	Описание
0xE080...0xE085	0xEE 0x82 0x80... 0xEE 0x82 0x85	зарезервировано для будущего использования
0xE086	0xEE 0x82 0x86	выделение символов активировано
0xE087	0xEE 0x82 0x87	выделение символов деактивировано
0xE088...0xE089	0xEE 0x82 0x88... 0xEE 0x82 0x89	зарезервировано для будущего использования
0xE08A	0xEE 0x82 0x8A	CR/LF
0xE08B...0xE09F	0xEE 0x82 0x8B... 0xEE 0x82 0x9F	определяется пользователем

6.6.2. Выбор таблицы символов

Текстовые поля могут произвольно начинаться с неотображаемых данных, определяющих альтернативную таблицу символов, которая будет использоваться для отображения последующего текстового поля.

Если первый байт текстового поля имеет величину 0x00, тогда все последующие байты в текстовом поле закодированы с использованием таблицы символов по умолчанию (табл. 00 – латинский алфавит, рис. 6.6). В случае если первый байт поля имеет величину, лежащую в диапазоне 0x20...0xFF, для выбора таблицы символов необходимо воспользоваться табл. 6.101.

Если у первого байта текстового поля величина 0x1F, тогда следующий байт несет 8-битное значение (uimsbf), содержащее поле `encoding_type_id`. Его величина указывает на схему кодирования по-

Таблица 6.101. Таблицы кодирования символов

Величина первого байта	Таблица кодирования символов	Описание таблицы (алфавит)	Изображена на
0x01	ISO/IEC 8859-5 [44]	латинский/кириллица	рис. 6.7
0x02	ISO/IEC 8859-6 [45]	латинский/арабский	рис. 6.8
0x03	ISO/IEC 8859-7 [46]	латинский/греческий	рис. 6.9
0x04	ISO/IEC 8859-8 [47]	латинский/еврейский	рис. 6.10
0x05	ISO/IEC 8859-9 [48]	латинский номер 5	рис. 6.11
0x06	ISO/IEC 8859-10 [49]	латинский номер 6	рис. 6.12
0x07	ISO/IEC 8859-11 [50]	латинский/тайский	рис. 6.13
0x08	ISO/IEC 8859-12 [51]	возможный резерв за хинди	
0x09	ISO/IEC 8859-13 [52]	латинский номер 7	рис. 6.14
0x0A	ISO/IEC 8859-14 [53]	латинский номер 8 (кельтский)	рис. 6.15
0x0B	ISO/IEC 8859-15 [54]	латинский номер 9	рис. 6.16
0x0C...0x0F	зарезервировано для будущего использования		
0x10	ISO/IEC 8859	табл. 6.101	
0x11	ISO/IEC 10646 [43]	мультиязычная основа	
0x12	KSX1001-2004 [55]	набор корейских символов	
0x13	GB-2312-1980	упрощенный китайский	
0x14	Big5 субнабор ISO/IEC 10646 [43]	традиционный китайский	
0x15	UTF-8 кодирование ISO/IEC 10646 [43]		
0x16...0x1E	зарезервировано для будущего использования		
0x1F	описано полем encoding_type_id, переданным во втором байте последовательности		

следовательности. Соответствие величин этого поля приведено в рекомендации [18]. Если у первого байта текстового поля величина 0x10, тогда следующие два байта несут 16-битное значение (uimsbf) N для указания на то, что следующие далее данные текстового поля закодированы с использованием таблицы символов, определенных в табл. 6.102.

Таблицы кодирования символов приведены на рис. 6.7–6.16.

Примечание к рис. 6.7. Для русского языка символы в позициях Ah/5h и Fh/5h заменены символами **Г** и **г** соответственно.

Таблица 6.102. Таблицы кодирования символов для первого байта 0x10

Величина первого байта	Величина второго байта	Величина третьего байта	Таблица кодирования символов	Описание таблицы (алфавит)	Изображена на
0x10	0x00	0x00	зарезервировано для будущего использования		
0x10	0x00	0x01	ISO/IEC 8859-1 [27]	Западная Европа	
0x10	0x00	0x02	ISO/IEC 8859-2 [56]	Восточная Европа	
0x10	0x00	0x03	ISO/IEC 8859-3 [57]	Южная Европа	
0x10	0x00	0x04	ISO/IEC 8859-4 [58]	Северная и Северо-Восточная Европа	
0x10	0x00	0x05	ISO/IEC 8859-5 [44]	латинский/кириллица	рис. 6.7
0x10	0x00	0x06	ISO/IEC 8859-6 [45]	латинский/арабский	рис. 6.8
0x10	0x00	0x07	ISO/IEC 8859-7 [46]	латинский/греческий	рис. 6.9
0x10	0x00	0x08	ISO/IEC 8859-8 [47]	латинский/еврейский	рис. 6.10
0x10	0x00	0x09	ISO/IEC 8859-9 [48]	Западная Европа/ турецкий	рис. 6.11
0x10	0x00	0x0A	ISO/IEC 8859-10 [49]	Северная Европа	рис. 6.12
0x10	0x00	0x0B	ISO/IEC 8859-11 [50]	тайский	рис. 6.13
0x10	0x00	0x0C	зарезервировано для будущего использования		
0x10	0x00	0x0D	ISO/IEC 8859-13 [52]	балтийский	рис. 6.14
0x10	0x00	0x0E	ISO/IEC 8859-14 [53]	кельтский	рис. 6.15
0x10	0x00	0x0F	ISO/IEC 8859-15 [54]	Западная Европа	рис. 6.16

6.7. Модель CRC-декодера

Данный пункт – нормативное приложение описываемого стандарта и обязательный для применения на практике. Модель 32-битного декодера проверки избыточных циклических кодов CRC показана на рис. 6.17. Декодер предназначен для обнаружения в потоке ошибок с помощью систематического кода CRC-32. Исправление ошибок в декодере не предусмотрено, исходя из фундаментального определения кода CRC-32.

ПЕРВЫЙ ПОЛУБАЙТ →

↓ ВТОРОЙ ПОЛУБАЙТ

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
0			SP	0	Ð	P	`	p			NBSP	A	P	a	p	Nº
1			!	1	A	Q	a	q			Ё	Б	С	б	с	ё
2			"	2	B	R	b	r			Ъ	В	Т	в	т	ђ
3			#	3	C	S	c	s			Ѓ	Г	У	г	у	ѓ
4			\$	4	D	T	d	t			Є	Д	Ф	д	ф	є
5			%	5	E	U	e	u			Š	Е	Х	е	х	š
6			&	6	F	V	f	v			І	Ж	Ц	ж	ц	і
7			'	7	G	W	g	w			Ї	З	Ч	з	ч	ї
8			(	8	H	X	h	x			Ј	И	Ш	и	ш	ј
9			)	9	I	Y	i	y			Љ	Й	Щ	й	щ	љ
A			*	:	J	Z	j	z			Њ	К	Ъ	к	ъ	њ
B			+	;	K	[	k	{			Ћ	Л	Ы	л	ы	ћ
C			,	<	L	\	l	|			Ќ	М	Ь	м	ь	ќ
D			-	=	M	]	m	}			ŠHY	Н	Э	н	э	š
E			·	>	N	^	n	~			Ÿ	О	Ю	о	ю	ÿ
F			/	?	O	_	o				Ц	П	Я	п	я	ц

Рис. 6.7. Таблица кодирования символов 01 –
латинский/кириллический алфавит

32-битный CRC декодер работает с входным цифровым потоком на побитном уровне. Он состоит из 14 сумматоров по модулю 2, представляющих собой элементы, исключаяющие ИЛИ (ExOR), и 32 элементов задержки $z(i)$, представляющих собой однобитные сдвиговые регистры.

Поток, приходящий на вход декодера CRC, суммируется по модулю 2 с потоком битов на выходе регистра $z(31)$. Результат передается на регистр $z(0)$ и на один из выходов всех оставшихся сумматоров. На другой вход каждого из этих сумматоров подается поток с выхода регистра $z(i)$, в то время как с выхода соответствующего сум-

ПЕРВЫЙ ПОЛУБАЙТ →

↓ ВТОРОЙ ПОЛУБАЙТ

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
0			SP	0	⓪	P	`	p			NBSP			ذ	—	ء
1			!	1	\	A	Q	a	q					ء	ر	ف
2			"	2	٢	B	R	b	r					آ	ز	ق
3			#	3	٣	C	S	c	s					أ	س	ك
4			\$	4	٤	D	T	d	t			␣		ش	و	ل
5			%	5	٥	E	U	e	u					أ	ص	م
6			&	6	٦	F	V	f	v					ر	ض	ن
7			'	7	٧	G	W	g	w					ا	ط	ه
8			(	8	٨	H	X	h	x					ب	ظ	و
9			)	9	٩	I	Y	i	y					ة	ع	ى
A			*	:	J	Z	j	z						ت	غ	ي
B			+	;	K	[	k	{				؛		ث		ء
C			,	<	L	\	l	|			,			ج		"
D			-	=	M	]	m	}			SHY			ح		ء
E			.	>	N	^	n	~						خ		ء
F			/	?	O	_	o					؟		ز		'

Рис. 6.8. Таблица кодирования символов 02 – латинский/арабский алфавит

матора поток данных подаётся на вход регистра ($i + 1$), с $i = 0, 1, 3, 4, 6, 7, 9, 10, 11, 15, 21, 22$ и 25 (рис. 6.17).

Избыточная циклическая проверка производится с помощью порождающего многочлена:

$$f(x) = x^{32} + x^{26} + x^{23} + x^{22} + x^{16} + x^{12} + x^{11} + x^{10} + x^8 + x^7 + x^5 + x^4 + x^2 + x + 1.$$

На вход CRC-декодера приходят байты, которые поступают на декодер побитно за каждый такт стробирующих импульсов. При этом вначале передаётся старший значащий бит MSB (например,

ПЕРВЫЙ ПОЛУБАЙТ →

ВТОРОЙ ПОЛУБАЙТ ↓

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
0			SP	0	ᄀ	P	`	p			NBSP	°	ı	Π	ı̇	π
1			!	1	A	Q	a	q			'	±	A	P	α	ρ
2			"	2	B	R	b	r			,	2	B		β	ς
3			#	3	C	S	c	s			£	³	Γ	Σ	γ	σ
4			\$	4	D	T	d	t				'	Δ	T	δ	τ
5			%	5	E	U	e	u				!	E	Υ	ε	υ
6			&	6	F	V	f	v			ı	'A	Z	Φ	ζ	φ
7			'	7	G	W	g	w			§	·	H	X	η	χ
8			(	8	H	X	h	x			"	'E	Θ	Ψ	θ	ψ
9			)	9	I	Y	i	y			©	'H	I	Ω	ι	ω
A			*	:	J	Z	j	z				'I	K	İ	κ	ï
B			+	;	K	[	k	{			«	»	Λ	Ŧ	λ	ü
C			,	<	L	\	l	|			¬	'O	M	α̇	μ	ó
D			-	=	M	]	m	}			SHY	½	N	é	ν	ù
E			·	>	N	^	n	~				'T	Ξ	ή	ξ	ώ
F			/	?	O	_	o				—	'Ω	O	ı̇	o	

Рис. 6.9. Таблица кодирования символов 03 – латинский/греческий алфавит

при передаче байта 0x01, являющегося последним байтом префикса startcode, сначала передаются семь 0, а за ними одна 1). Перед CRC-обработкой секции данных состояние каждого элемента задержки $z(i)$ устанавливается в начальное значение 1 (инициализация).

После инициализации на вход CRC-декодера передаётся каждый байт секции, включая четыре байта CRC_32. После сдвига последнего бита последнего байта CRC_32 в декодер, то есть в $z(0)$ после суммирования с содержимым регистра $z(31)$, считывается состояние всех регистров $z(i)$. В случае если ошибки в секции не обнаружены, величина всех регистров $z(i)$ должна равняться 0. В CRC-кодере на

ПЕРВЫЙ ПОЛУБАЙТ →

ВТОРОЙ ПОЛУБАЙТ ↓

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
0			SP	0	@	P	`	p			NBSP	°			ס	נ
1			!	1	A	Q	a	q				±			ב	ם
2			"	2	B	R	b	r			¢	²			ג	ע
3			#	3	C	S	c	s			£	³			ד	ף
4			\$	4	D	T	d	t			¤	'			ה	פ
5			%	5	E	U	e	u			¥	μ			ו	ץ
6			&	6	F	V	f	v			!	¶			ז	צ
7			'	7	G	W	g	w			§	-			ח	ץ
8			(	8	H	X	h	x			"	,			ט	ר
9			)	9	I	Y	i	y			©	¹			י	ש
A			*	:	J	Z	j	z			×	÷			ך	ת
B			+	;	K	[	k	{			«	»			נ	
C			/	<	L	\	l	|			¬	¼			ל	
D			-	=	M	]	m	}			SHY	½			ם	
E			·	>	N	^	n	~			®	¾			מ	
F			/	?	O	_	o				—			=	י	

Рис. 6.10. Таблица кодирования символов 04 – латинский/еврейский алфавит

передающей стороне поле CRC_32 закодировано таким образом, чтобы это условие всегда соблюдалось.

6.8. Преобразование между стандартами исчисления времени и даты

Данный пункт носит информативный характер и является справочным для применения на практике. Направления преобразования стандартов, которые могут быть затребованы, показаны на рис. 6.18.

ПЕРВЫЙ ПОЛУБАЙТ →

↓ ВТОРОЙ ПОЛУБАЙТ

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
0			SP	0	@	P	`	p			NBSP	°	À	Ğ	à	ğ
1			!	1	A	Q	a	q			ı	±	Á	Ñ	á	ñ
2			"	2	B	R	b	r			¢	²	Â	Ò	â	ò
3			#	3	C	S	c	s			£	³	Ã	Ó	ã	ó
4			\$	4	D	T	d	t			¤	´	Ä	Ô	ä	ô
5			%	5	E	U	e	u			¥	µ	Å	Õ	å	õ
6			&	6	F	V	f	v			¦	¶	Æ	Ö	æ	ö
7			'	7	G	W	g	w			§	·	Ç	×	ç	÷
8			(	8	H	X	h	x			"	,	È	Ø	è	ø
9			)	9	I	Y	i	y			©	¹	É	Ù	é	ù
A			*	:	J	Z	j	z			ª	º	Ê	Ú	ê	ú
B			+	;	K	[	k	{			«	»	Ë	Û	ë	û
C			,	<	L	\	l	|			¬	¼	Ì	Ü	ì	ü
D			-	=	M	]	m	}			§ H Y	½	Í	İ	í	ı
E			·	>	N	^	n	~			®	¾	Î	Ş	î	ş
F			/	?	O	_	o				¯	¿	Ï	ß	ï	ÿ

Рис. 6.11. Таблица кодирования символов 05 –
латинский алфавит номер 5

Преобразованием между стандартами MJD, UTC и местным MJD, местным временем является простая операция прибавления или вычитания величины смещения местного времени. Этот процесс может также включать перенос или преобразование счисления времени из стандарта UTC в MJD. Пять направлений методов преобразования, показанных на рис. 6.18, детализированы в следующих формулах:

а) вычислить Y, M, D из значения MJD:

$$Y' = \text{int} [(MJD - 15\,078,2) / 365,25]$$

$$M' = \text{int} \{ [MJD - 14\,956,1 - \text{int} (Y' \times 365,25)] / 30,6001 \}$$

$$D = MJD - 14\,956 - \text{int} (Y' \times 365,25) - \text{int} (M' \times 30,6001)$$

ПЕРВЫЙ ПОЛУБАЙТ →

ВТОРОЙ ПОЛУБАЙТ ↓

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
0			SP	0	@	P	`	p			NBSP	°	Ā	Đ	ā	đ
1			!	1	A	Q	a	q			À	à	Á	Ñ	á	ñ
2			"	2	B	R	b	r			Ē	ē	Â	Ō	â	ō
3			#	3	C	S	c	s			Ĝ	ĝ	Ã	Ó	ă	ó
4			\$	4	D	T	d	t			Ī	ī	Ä	Ô	ä	ô
5			%	5	E	U	e	u			Ĩ	ĩ	Å	Õ	å	õ
6			&	6	F	V	f	v			Ƙ	ƙ	Æ	Ö	æ	ö
7			'	7	G	W	g	w			Š	š	Į	Ū	į	ū
8			(	8	H	X	h	x			Ł	ł	Č	Ø	č	ø
9			)	9	I	Y	i	y			Đ	đ	É	Ų	é	ų
A			*	:	J	Z	j	z			Š	š	Ę	Ú	ę	ú
B			+	;	K	[	k	{			Ʀ	ƥ	Ě	Ů	ě	ů
C			/	<	L	\	l	|			Ž	ž	È	Ü	è	ü
D			-	=	M	]	m	}			SHY	—	Í	Ý	í	ý
E			·	>	N	^	n	~			Ū	ū	Î	Ɔ	î	Ɔ
F			/	?	O	_	o				Ŋ	ŋ	İ	Ɓ	ï	Ɓ

Рис. 6.12. Таблица кодирования символов 06 – латинский алфавит номер 6

Если $M' = 14$ или $M' = 15$, то $K = 1$, иначе $K = 0$

$Y = Y' + K$

$M = M' - 1 - K \times 12$;

b) вычислить MJD из значений Y, M, D:

Если $M = 1$ или $M = 2$, то $L = 1$. Иначе $L = 0$

$MJD = 14\,956 + D + \text{int}[(Y - L) \times 365,25] +$
 $+ \text{int}[(M + 1 + L \times 12) \times 30,6001]$;

c) вычислить WD из значения MJD:

$WD = [(MJD + 2) \bmod 7] + 1$;

ПЕРВЫЙ ПОЛУБАЙТ →

ВТОРОЙ ПОЛУБАЙТ ↓

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
0			SP	0	๑	P	`	p			NBSP	๑	๒	๓	๔	๕
1			!	1	A	Q	a	q			ก	ข	ฃ	๑	๒	๓
2			"	2	B	R	b	r			ข	ฃ	ย	๑	๒	๓
3			#	3	C	S	c	s			ข	ฃ	ร	๑	๒	๓
4			\$	4	D	T	d	t			ค	ค	ฤ	๑	๒	๓
5			%	5	E	U	e	u			ค	ค	ล	๑	๒	๓
6			&	6	F	V	f	v			ฆ	ถ	ภ	๑	๒	๓
7			'	7	G	W	g	w			ง	ท	ว	๑	๒	๓
8			(	8	H	X	h	x			จ	ช	ศ	๑	๒	๓
9			)	9	I	Y	i	y			ฉ	น	ษ	๑	๒	๓
A			*	:	J	Z	j	z			ช	บ	ส	๑	๒	๓
B			+	;	K	[	k	{			ช	ป	ห		๑	๒
C			,	<	L	\	l	|			ฃ	ฃ	ฬ		๑	๒
D			-	=	M	]	m	}			ญ	ฝ	อ		๑	๒
E			.	>	N	^	n	~			ฎ	พ	ฮ		๑	๒
F			/	?	O	_	o				ณ	ฟ	า	฿	๑	๒

Рис. 6.13. Таблица кодирования символов 07 – латинский/тайский алфавит

- d) вычислить MJD из значений WY, WN, WD:

$$MJD = 15\,012 + WD + 7 \times \{WN + \text{int}[(WY \times 1\,461 / 28) + 0,41]\};$$

- e) вычислить WY, WN из значения MJD:

$$W = \text{int}[(MJD / 7) - 2144,64]$$

$$WY = \text{int}[(W \times 28 / 1461) - 0,0079]$$

$$WN = W - \text{int}[(WY \times 1\,461 / 28) + 0,41],$$

где используемые символы:

D – день месяца (принимает значения 1...31);

int Integer part – игнорируемый остаток;

		ПЕРВЫЙ ПОЛУБАЙТ →															
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
ВТОРОЙ ПОЛУБАЙТ ↓	0			SP	0	ᵃ	P	`	p			NBSP	°	À	Š	à	š
	1			!	1	A	Q	a	q			”	±	ı	Ń	ı	ń
	2			"	2	B	R	b	r			€	²	Ā	Ņ	ā	ņ
	3			#	3	C	S	c	s			£	³	Ć	Ó	ć	ó
	4			\$	4	D	T	d	t			¤	“	Ä	Ö	ä	ö
	5			%	5	E	U	e	u			„	μ	Å	Õ	å	õ
	6			&	6	F	V	f	v			ı	π	Ę	Ö	ę	ö
	7			'	7	G	W	g	w			§	·	Ē	×	ē	÷
	8			(	8	H	X	h	x			ø	ø	Č	Ů	č	ů
	9			)	9	I	Y	i	y			©	¹	É	Ł	é	ł
	A			*	:	J	Z	j	z			Ŕ	Γ	Ž	Ś	ż	ś
	B			+	;	K	[	k	{			«	»	È	Ū	è	ū
	C			,	<	L	\	l	|			¬	¼	Ğ	Ü	ğ	ü
	D			-	=	M	]	m	}			SHY	½	Ķ	Ž	ķ	ž
	E			·	>	N	^	n	~			®	¾	Ī	Ž	ī	ž
	F			/	?	O	_	o				Æ	æ	Ł	ß	ł	'

Рис. 6.14. Таблица кодирования символов 09 – латинский алфавит номер 7 (балтийский римский)

K, L, M', W, Y' – промежуточные переменные;

M – месяц (январь = 1...декабрь = 12);

MJD – значение времени по MJD;

mod 7 – остаток после деления целого числа на 7 (принимает значения 0...6);

UTC – значение гринвичского времени UTC;

WD – день недели (понедельник = 1...воскресенье = 7);

WN – номер дня недели, согласно стандарту ISO 8601 [59];

WY – номер недели, числа, начиная с 1900 года;

x – знак умножения;

Y – год, начиная с 1900 года (например, для 2003 года Y = 103).

ПЕРВЫЙ ПОЛУБАЙТ →

ВТОРОЙ ПОЛУБАЙТ ↓

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
0			SP	0	@	P	`	p			NBSP	ƒ	À	W	à	w
1			!	1	A	Q	a	q			Ė	ƒ	Á	Ñ	á	ñ
2			"	2	B	R	b	r			ĥ	Ġ	Â	Ò	â	ò
3			#	3	C	S	c	s			£	ġ	Ã	Ó	ã	ó
4			\$	4	D	T	d	t			Č	Ĺ	Ä	Ô	ä	ô
5			%	5	E	U	e	u			č	Ļ	Å	Õ	å	õ
6			&	6	F	V	f	v			Đ	Ų	Æ	Ö	æ	ö
7			'	7	G	W	g	w			Š	Ų	Ç	Ŧ	ç	ŧ
8			(	8	H	X	h	x			Ŵ	Ŷ	È	Ø	è	ø
9			)	9	I	Y	i	y			©	Ų	É	Ù	é	ù
A			*	:	J	Z	j	z			Ŵ	Ŵ	Ê	Ú	ê	ú
B			+	;	K	[	k	{			đ	Š	Ě	Ů	ě	ů
C			,	<	L	\	l	}			Ÿ	Ÿ	İ	Ü	ı	ü
D			-	=	M	]	m	}			SHY	Ŵ	Í	Ý	í	ý
E			.	>	N	^	n	~			®	Ŵ	İ	Ÿ	î	ÿ
F			/	?	O	_	o				Ÿ	š	İ	ß	ï	ÿ

Рис. 6.15. Таблица кодирования символов 0A – латинский алфавит номер 8 (кельтский)

6.9. Введение сервисной информации об обслуживании потоков звукового сопровождения стандартов AC-3 и Enhanced AC-3 в системах DVB

Передача закодированных аудиопотоков стандартов AC-3 и Enhanced AC-3 (E-AC-3, или Улучшенный AC-3) является дополнительной в системах DVB. Поэтому данный пункт имеет информативный статус и является справочным для применения на практике. Однако если передача звуковых потоков стандартов AC-3 и E-AC-3 в систе-

ПЕРВЫЙ ПОЛУБАЙТ →

ВТОРОЙ ПОЛУБАЙТ ↓

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
0			SP	0	@	P	`	p			NBSP	°	À	Ð	à	ö
1			!	1	A	Q	a	q			ı	€	Á	Ñ	á	ñ
2			"	2	B	R	b	r			ç	²	Â	Ò	â	ò
3			#	3	C	S	c	s			£	³	Ã	Ó	ã	ó
4			\$	4	D	T	d	t			¤	Ž	Ä	Ô	ä	ô
5			%	5	E	U	e	u			¥	µ	Å	Ö	å	ö
6			€	6	F	V	f	v			Š	¶	Æ	Ö	æ	ö
7			'	7	G	W	g	w			§	·	Ç	×	ç	÷
8			(	8	H	X	h	x			š	ž	È	Ø	è	ø
9			)	9	I	Y	i	y			©	¹	É	Ù	é	ù
A			*	:	J	Z	j	z			ª	º	Ê	Ú	ê	ú
B			+	;	K	[	k	{			«	»	Ë	Û	ë	û
C			,	<	L	\	l	}			¬	ƒ	Ì	Ü	ì	ü
D			-	=	M	]	m	}			SHY	œ	Í	Ý	í	ý
E			·	>	N	^	n	~			®	ÿ	Î	Þ	î	þ
F			/	?	O	_	o				-	¿	Ï	ß	ï	ÿ

Рис. 6.16. Таблица кодирования символов 0B – латинский алфавит номер 9

ме DVB входит в технические требования вещания, то содержание данного пункта будет нормативным.

Содержание пункта описывает рекомендации по применению стандартов и методы ввода в системе DVB информации для передачи элементарных потоков звукового сопровождения этих стандартов в пределах DVB TS-потока.

6.9.1. Типы составляющих AC-3

Таблица 6.103 показывает назначение величин поля `component_type` в дескрипторе `component_descriptor` в случае, если величина поля `stream_content` установлена в `0x04`, что указывает на присутствие

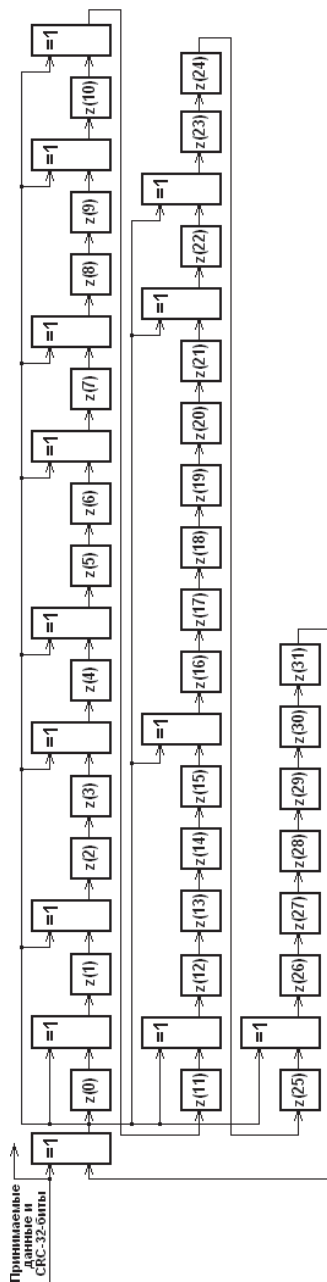


Рис. 6.17. Модель 32-битного CRC-декодера

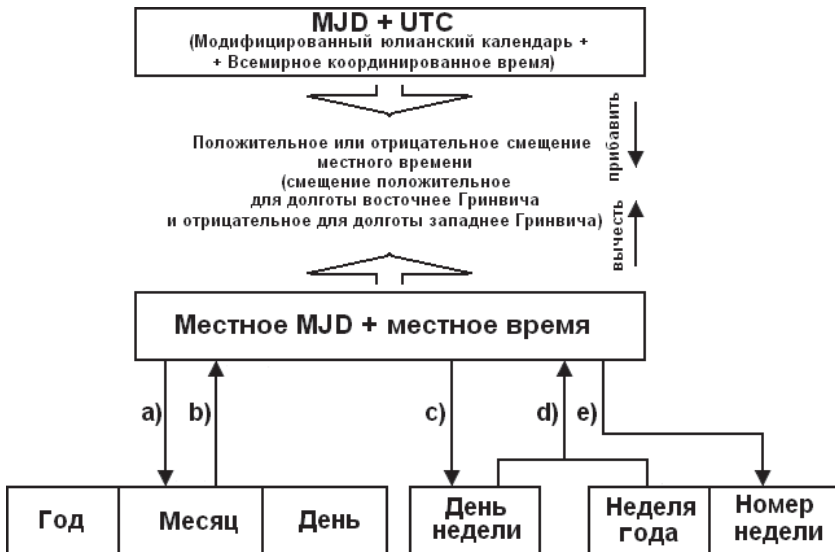


Рис. 6.18. Направления преобразования между стандартами MJT и UTC

в TS-потоке элементарных потоков звукового сопровождения AC-3 или E-AC-3.

Таблица 6.103. Соответствие величины байта AC-3 component_type

Величина байта component_type (допустимые параметры настройки)								Описание
Флаг AC-3 или E-AC-3	Флаг полной службы	Тип службы			Число каналов			
b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0	
1	X	X	X	X	X	X	X	
0	X	X	X	X	X	X	X	
X	1	X	X	X	X	X	X	
X	0	X	X	X	X	X	X	

Таблица 6.103 (окончание)

Величина байта component_type (допустимые параметры настройки)								Описание
Флаг АС-3 или Е-АС-3	Флаг полной службы	Тип службы			Число каналов			
b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0	
X	X	X	X	X	0	0	0	Моно
X	X	X	X	X	0	0	1	Режим 1+1
X	X	X	X	X	0	1	0	2 канала стерео
X	X	X	X	X	0	1	1	2 канала, кодированы Dolby Surround (стерео)
X	X	X	X	X	1	0	0	Многоканальный звук (> 2)
1	X	X	X	X	1	0	1	Многоканальный звук (> 5.1 канала)
1	X	X	X	X	1	1	0	Элементарный поток, содержащий множество программ, которые несут независимые субпотoki
1	X	X	X	X	1	1	1	Зарезервировано
X	1	0	0	0	X	X	X	Основной полный Complete Main (CM)
X	0	0	0	1	X	X	X	Музыка и эффекты Music and Effects (ME)
X	X	0	1	0	X	X	X	Для слабовидящих Visually Impaired (VI)
X	X	0	1	1	X	X	X	Для слабослышащих Hearing Impaired (HI)
X	0	1	0	0	X	X	X	Диалог Dialogue (D)
X	X	1	0	1	0	0	0	Комментарии Commentary (C)
X	1	1	1	0	0	0	0	Чрезвычайная ситуация Emergency (E)
X	0	1	1	1	0	0	0	Голос за кадром Voiceover (VO)
X	1	1	1	1	X	X	X	Караоке (моно и 1+1 запрещены)

6.9.2. Дескриптор АС-3

Дескриптор AC-3_descriptor (табл. 6.104) определяет элементарный поток звука АС-3, который закодирован в соответствии со стандартом TS 102 366 [60] (за исключением приложения Е). Цель использования этого дескриптора состоит в том, чтобы предоставить информацию приёмнику о конфигурации потока.

Дескриптор располагается в таблице PMT PSI-потока и используется однократно в секции структуры карты программы после соответствующего поля ES_info_length для любого потока, содержащего поток звука АС-3, закодированного в соответствии со стандартом [60].

Таблица 6.104. Дескриптор АС-3

Синтаксис	Число битов	Формат
AC-3_descriptor() {		
descriptor_tag	8	uimbsbf
descriptor_length	8	uimbsbf
component_type_flag	1	bslbf
bsid_flag	1	bslbf
mainid_flag	1	bslbf
asvc_flag	1	bslbf
reserved_flags	4	bslbf
if (component_type_flag==1) {		
component_type	8	uimbsbf
}		
if (bsid_flag==1) {		
bsid	8	uimbsbf
}		
if (mainid_flag==1) {		
mainid	8	uimbsbf
}		
if (asvc_flag==1) {		
asvc	8	uimbsbf
}		
for(i=0;i<N;i++){		
additional_info[i]	8	uimbsbf
}		
}		

Признак (ter) дескриптора обеспечивает уникальную идентификацию присутствия элементарного потока АС-3 в исходном TS-потоке. Другие дополнительные поля в дескрипторе могут использоваться для того, чтобы обеспечить идентификацию типа звукового потока АС-3, закодированного в потоке (поле component_type, табл. 6.103), и указывать, является ли поток главной звуковой службой АС-3 (поле main) или связанной службой АС-3 (asvc-область). Дескриптор имеет минимальную длину в один байт, но может быть более длинным в зависимости от состояния флагов и наличия дополнительного цикла информации.

Семантика для дескриптора АС-3:

- **descriptor_tag**: признак дескриптора. Поле длиной 8 бит, которое идентифицирует каждый дескриптор. Величина, соответствующая дескриптору АС-3 descriptor_tag, – 0x6A (табл. 6.14).
- **descriptor_length**: длина дескриптора. Поле длиной 8 бит, определяющее общее количество байтов части данных дескриптора после данного дескриптора. Дескриптор АС-3 имеет

минимальную длину – один байт, но может быть более длинным в зависимости от использования дополнительных флагов и поля `additional_info_loop`.

- **component_type_flag**: флаг типа составляющей. Однобитный флаг, являющийся обязательным, при установке которого в 1 сообщается о включении дополнительного поля `component_type` в дескриптор.
- **bsid_flag**: флаг `bsid`. Однобитный флаг, являющийся обязательным, при установке которого в 1 сообщается о включении дополнительного поля `bsid` в дескриптор.
- **mainid_flag**: флаг `mainid`. Однобитный флаг, являющийся обязательным, при установке которого в 1 сообщается о включении дополнительного поля `mainid` в дескриптор.
- **asvc_flag**: флаг `asvc`. Однобитный флаг, являющийся обязательным, при установке которого в 1 сообщается о включении дополнительного поля `asvc` в дескриптор.
- **reserved flags**: зарезервированные флаги: однобитное поле, зарезервированное для будущего использования. Оно должно всегда устанавливаться в 0.
- **component_type**: тип составляющей. Это дополнительное поле длиной 8 бит, указывающее на тип звуковых данных, которые передаются в элементарном потоке AC-3. Оно установлено в ту же самую величину, как и поле типа составляющих дескриптора (табл. 6.102).
- **bsid**: версия AC-3. Дополнительное поле длиной 8 бит, указывающее на версию кодирования AC-3. Три младших бита должны быть всегда сброшены в 0. Пять старших битов принимают ту же величину, что и у поля `bsid` области в элементарном потоке AC-3, то есть 01000 (= 8) или 00110 (= 6) в текущей версии AC-3.
- **mainid**: основная служба AC-3. Дополнительное поле длиной 8 бит, определяющее основную службу звукового сопровождения, может принимать значения в диапазоне 0...7. Каждая основная служба может быть помечена уникальным числом. Эта величина используется в качестве идентификатора для связи услуги с основными главными службами.
- **asvc**: связь служб AC-3. Дополнительное поле длиной 8 бит. Каждый бит (от 0 до 7) определяет, с какой главной службой (службами) связана текущая служба. Левый старший бит (бит 7) указывает, может ли эта связанная служба быть воспроизведена вместе с главной службой с номером 7. Если бит

установлен в 1, служба связана с главной службой с номером 7. Если бит сброшен в 0, обслуживание не связано с главной службой.

- **additional_info**: эти дополнительные байты зарезервированы для будущего использования.

6.9.3. **Дескриптор E-AC-3**

Дескриптор E-AC-3 – enhanced_AC-3_descriptor (табл. 6.105) – определяет элементарный поток расширенного звука AC-3, который закодирован в соответствии со стандартом TS 102 366 (приложение E) [60]. Цель использования этого дескриптора состоит в том, чтобы предоставить приёмнику информацию о конфигурации потока.

Дескриптор располагается в таблице PMT PSI-потока и используется однократно в секции структуры карты программы после соответствующего поля ES_info_length для любого потока, содержащего поток звука E-AC-3, закодированного в соответствии со стандартом [60].

Признак (tag) дескриптора обеспечивает уникальную идентификацию присутствия элементарного потока расширенного звука AC-3 в исходном TS-потоке. Другие дополнительные поля в дескрипторе могут использоваться для того, чтобы обеспечить идентификацию типа звукового потока E-AC-3, закодированного в потоке (поле component_type, табл. 6.103), и указывать, является ли поток главной звуковой службой расширенного звука AC-3 (поле main) или связанной службой расширенного звука AC-3 (asvc-область). Дескриптор имеет минимальную длину в один байт, но может быть более длинным в зависимости от состояния флагов и наличия дополнительного цикла информации.

Семантика для дескриптора E-AC-3:

- **descriptor_tag**: признак дескриптора. Поле длиной 8 бит, которое идентифицирует каждый дескриптор. Величина, соответствующая дескриптору enhanced_AC-3 descriptor_tag, – 0x7A (табл. 6.14).
- **descriptor_length**: длина дескриптора. Поле длиной 8 бит, определяющее общее количество байтов части данных дескриптора после данного дескриптора. Дескриптор расширенного звука AC-3 имеет минимальную длину – один байт, но может быть более длинным в зависимости от использования дополнительных флагов и поля additional_info_loop.

Таблица 6.105. Дескриптор E-AC-3

Синтаксис	Число битов	Формат
enhanced_ac-3_descriptor() {		
descriptor_tag	8	uimbsf
descriptor_length	8	uimbsf
component_type_flag	1	bslbf
bsid_flag	1	bslbf
mainid_flag	1	bslbf
asvc_flag	1	bslbf
mixinfoexists	1	bslbf
substream1_flag	1	bslbf
substream2_flag	1	bslbf
substream3_flag	1	bslbf
if (component_type_flag)==1{		
component_type	8	uimbsf
}		
if (bsid_flag)==1{		
bsid	8	uimbsf
{		
if (mainid_flag)==1{		
mainid	8	uimbsf
}		
if (asvc_flag)==1{		
asvc	8	uimbsf
}		
if (substream1_flag)==1{		
substream1	8	uimbsf
}		
if (substream2_flag)==1{		
substream2	8	uimbsf
}		
if (substream3_flag)==1{		
substream3	8	uimbsf
}		
for (i=0;i<n;i++){		
additional_info [i]	N x 8	uimbsf
}		
}		

- **component_type_flag**: флаг типа составляющей. Однобитный флаг, являющийся обязательным, при установке которого в 1 сообщается о включении дополнительного поля component_type в дескриптор.
- **bsid_flag**: флаг bsid. Однобитный флаг, являющийся обязательным, при установке которого в 1 сообщается о включении дополнительного поля bsid в дескриптор.

- **mainid_flag**: флаг mainid. Однобитный флаг, являющийся обязательным, при установке которого в 1 сообщается о включении дополнительного поля mainid в дескриптор.
- **asvc_flag**: флаг asvc. Однобитный флаг, являющийся обязательным для потоков расширенного звука AC-3, при установке которого в 1 сообщается о включении дополнительного поля asvc в дескриптор.
- **mixinfoexists**: флаг метаданных о микшировании. Однобитный флаг, являющийся обязательным для потоков расширенного звука AC-3, при установке которого в 1 сообщается о включении дополнительных метаданных в независимом субпоток с номером 0 для управления микшированием с другим потоком звука AC-3 или потоком расширенного звука AC-3.
- **substream1_flag**: флаг субпотока 1. Однобитный флаг, являющийся обязательным для потока. Его установка в 1 говорит о включении дополнительного поля substream1 в дескриптор. Этот флаг должен быть установлен в 1, когда поток расширенного звука AC-3 содержит дополнительную программу, которую несёт независимый субпоток с номером 1.
- **substream2_flag**: флаг субпотока 2. Однобитный флаг, являющийся обязательным для потока. Его установка в 1 говорит о включении дополнительного поля substream2 в дескриптор. Этот флаг должен быть установлен в 1, когда поток расширенного звука AC-3 содержит дополнительную программу, которую несёт независимый субпоток с номером 2.
- **substream3_flag**: флаг субпотока 3. Однобитный флаг, являющийся обязательным для потока. Его установка в 1 говорит о включении дополнительного поля substream3 в дескриптор. Этот флаг должен быть установлен в 1, когда поток расширенного звука AC-3 содержит дополнительную программу, которую несёт независимый субпоток с номером 3.
- **reserved flags**: зарезервированные флаги: однобитное поле, зарезервированное для будущего использования. Оно должно всегда устанавливаться в 0.
- **component_type**: тип составляющей. Это дополнительное поле длиной 8 бит, указывающее на тип звуковых данных, которые передаются в субпоток с номером 0 элементарного потока расширенного звука AC-3. Оно установлено в ту же самую величину, как и поле типа составляющих дескриптора (табл. 6.103).

- **bsid**: версия расширенного звука AC-3. Дополнительное поле длиной 8 бит, указывающее на версию кодирования расширенного звука AC-3. Три младших бита должны быть всегда сброшены в 0. Пять старших битов принимают ту же величину, что и у поля **bsid** области в элементарном потоке расширенного звука AC-3, то есть 10000 (= 16) в текущей версии расширенного звука AC-3.
- **mainid**: основная служба расширенного звука AC-3. Дополнительное поле длиной 8 бит, определяющее основную службу звукового сопровождения, может принимать значения в диапазоне 0...7. Каждая основная служба может быть помечена уникальным числом. Эта величина используется в качестве идентификатора для связи услуги с основными главными службами.
- **asvc**: связь служб расширенного звука AC-3. Дополнительное поле длиной 8 бит. Каждый бит (от 0 до 7) определяет, с какой главной службой (службами) связана текущая служба. Левый старший бит (бит 7) указывает, может ли эта связанная служба быть воспроизведена вместе с главной службой с номером 7. Если бит установлен в 1, служба связана с главной службой с номером 7. Если бит сброшен в 0, обслуживание не связано с главной службой.
- **substream1**: субпоток 1. Это дополнительное поле длиной 8 бит, указывающее на тип звуковой программы, которая передаётся в независимом субпоток 1 из элементарного потока расширенного звука AC-3. Значения каждого бита обозначены в табл. 6.106.
- **substream2**: субпоток 2. Это дополнительное поле длиной 8 бит, указывающее на тип звуковой программы, которая передаётся в независимом субпоток 2 из элементарного потока расширенного звука AC-3. Значения каждого бита обозначены в табл. 6.106.
- **substream3**: субпоток 3. Это дополнительное поле длиной 8 бит, указывающее на тип звуковой программы, которая передаётся в независимом субпоток 2 из элементарного потока расширенного звука AC-3. Значения каждого бита обозначены в табл. 6.106.
- **additional_info**: эти дополнительные байты зарезервированы для будущего использования.

Таблица 6.106. Значения битов для полей substream 1-3

Величина байта component_type (допустимые параметры настройки)								Описание
Флаг микши- рования	Флаг полной службы	Тип службы			Число каналов			
b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0	
1	X	X	X	X	X	X	X	Метаданные микширования существуют в субпотоке 0
0	X	X	X	X	X	X	X	В субпотоках отсутствуют метаданные микширования
0	1	X	X	X	X	X	X	Главная служба
X	0	X	X	X	X	X	X	Связанная служба
X	X	X	X	X	0	0	0	Моно
X	X	X	X	X	0	0	1	Режим 1+1
X	X	X	X	X	0	1	0	2 канала стерео
X	X	X	X	X	0	1	1	2 канала, кодированы Dolby Surround (стерео)
X	X	X	X	X	1	0	0	Многоканальный звук (> 2)
X	X	X	X	X	1	0	1	Многоканальный звук (> 5.1 канала)
X	X	X	X	X	1	1	0	Зарезервировано
1	X	X	X	X	1	1	1	Зарезервировано
0	1	0	0	0	X	X	X	Основной полный Complete Main (CM)
X	0	0	0	1	X	X	X	Музыка и эффекты Music and Effects (ME)
X	X	0	1	0	X	X	X	Для слабовидящих Visually Impaired (VI)
X	X	0	1	1	X	X	X	Для слабослышащих Hearing Impaired (HI)
X	0	1	0	0	X	X	X	Диалог Dialogue (D)
X	X	1	0	1	0	0	0	Комментарии Commentary (C)
0	1	1	1	0	0	0	0	Чрезвычайная ситуация Emergency (E)
X	0	1	1	1	0	0	0	Голос за кадром Voiceover (VO)
X	1	1	1	1	X	X	X	Караоке (моно и 1+1 запрещены)

6.10. Использование дескриптора скремблирования scrambling_descriptor

Данный пункт является нормативным и обязательным для применения на практике.

Использование различных способов скремблирования в том же самом TS-потоке. Эта ситуация может быть применена на практике, когда исходный TS-поток мультиплексирован двумя или более независимыми TS-потоками.

Использование различных способов скремблирования в пределах одной службы в одно и то же время. Данное применение запрещено. Тот же самый способ скремблирования должен использоваться всеми скремблированными компонентами службы в одно и то же время.

Изменение способа скремблирования в течение длительного промежутка времени для данной службы (например, от эпизода к эпизоду). Эта ситуация может быть применена на практике в любой момент, например когда телерадиовещательные эпизоды были сохранены в скремблированном режиме или при врезках местных программ. Переходы при этом, как можно ожидать, не будут бесшовными.

6.11. Дескриптор языков ISO 639 для исходных звуковых треков потоков звуковой информации

Данный пункт является нормативным и обязательным для применения на практике. Когда звуковые каналы передаются на двух языках, стандарт TR 101 154 [10] определяет порядок, в котором будут использоваться дескрипторы языков ISO 639, для того чтобы связать язык с его соответствующим звуковым каналом. В некоторых случаях вещатель может сообщить, что один из каналов содержит звуковую информацию на языке оригинала источника без точного определения используемого языка. Этот исходный язык может быть сообщен с языковым кодом ISO 639 «qaa» из области local_use стандарта ISO 639.

6.12. Введение сервисной информации в системы DVB об обслуживании звука, закодированного в системе DTS

Передача закодированных аудиопотоков DTS является дополнительной в системах DVB. Поэтому данный пункт имеет информативный статус и является справочным для применения на практике.

Однако если передача звуковых потоков DTS в системе DVB входит в технические требования вещания, то содержание данного пункта будет нормативным.

Содержание пункта описывает рекомендации по применению системы DTS и методы ввода в системе DVB информации для передачи элементарных потоков звукового сопровождения этой системы в пределах DVB TS-потока.

6.12.1. Дескриптор DTS

Дескриптор DTS_audio_stream_descriptor (табл. 6.107) определяет элементарный поток звука DTS, который закодирован в соответствии со стандартом TS 102 114 [61]. Цель использования этого дескриптора состоит в том, чтобы предоставить приёмнику информацию о конфигурации потока.

Таблица 6.107. Дескриптор DTS

Синтаксис	Число битов	Формат
DTS_audio_stream_descriptor() {		
descriptor_tag	8	uimsbf
descriptor_length	8	uimsbf
sample_rate_code	4	bslbf
bit_rate_code	6	bslbf
nblks	7	bslbf
fsize	14	uimsbf
surround_mode	6	bslbf
lfe_flag	1	uimsbf
extended_surround_flag	2	uimsbf
for (i=0; i<N; i++)		
{		
additional_info[N]	N x 8	bslbf
}		
}		

Дескриптор располагается в таблице PMT PSI-потока и используется однократно в секции структуры карты программы после соответствующего поля ES_info_length для любого потока, содержащего поток звука DTS, закодированного в соответствии со стандартом [61].

Признак (ter) дескриптора обеспечивает уникальную идентификацию присутствия элементарного потока DTS в исходном TS-потоке. Другие дополнительные поля в дескрипторе могут использоваться для того, чтобы обеспечить идентификацию типа звукового потока DTS, закодированного в потоке (поле component_type).

Семантика для дескриптора DTS:

- **sample_rate_code**: код частоты дискретизации. Поле длиной 4 бита, эквивалентное полю SFREQ в когерентной акустике системы DTS. Спецификация и детали перечислены в табл. 6.108. В то время как вещатели могут использовать только некоторые из кодов, таблица дана в соответствии с последовательностью, определённой в [61].

Таблица 6.108. Кодирование частоты дискретизации

sample_rate_code	Частота дискретизации	sample_rate_code	Частота дискретизации
0b0000	недопустимо	0b1000	44,1 кГц
0b0001	8 кГц	0b1001	88,02 кГц
0b0010	16 кГц	0b1010	176,4 кГц
0b0011	32 кГц	0b1011	12 кГц
0b0100	64 кГц	0b1100	24 кГц
0b0101	128 кГц	0b1101	48 кГц
0b0110	11,025 кГц	0b1110	96 кГц
0b0111	22,05 кГц	0b1111	192 кГц

- **bit_rate_code**: скорость потока. Поле длиной 6 бит. Его спецификация для типичной передачи вещания приведена в табл. 6.109. Символ x указывает, что бит резервируется и может быть игнорирован. В то время как вещатели могут использовать только некоторые из кодов, таблица дана в соответствии с последовательностью, определённой в [61]. Рекомендуется, чтобы сжатые звуковые потоки системы DTS 5.1 передавались на скорости передачи данных 384 КБит/с или выше.
- **nblks**: число PCM-блоков. Поле длиной 7 бит эквивалентно полю NBLKS, приведённому в [61]. Оно равняется числу блоков PCM-отсчётов и указывает, что имеется (NBLKS+1) блоков (1 блок = 32 PCM-отсчёта на канал, соответствующих числу PCM-отсчётов, которые поступают в банк фильтров для получения одного отсчёта субполосы каждой субполосы) в текущем кадре. Фактический размер окна кодирования равняется $32 \times (NBLKS + 1)$ PCM-отсчётов на канал. Допустимый диапазон: 5...127, недопустимый диапазон: 0...4. Для нормальных кадров это указывает на размер окна 2048, 1024, или 512 отсчётов на канал. Для завершающих кадров NBLKS может принять любую величину в своем допустимом диапазоне.

Таблица 6.109. Кодирование скорости потока

bit_rate_code	Скорость потока передачи	bit_rate_code	Скорость потока передачи
0bx00101	128 КБит/с	0bx10011	1280 КБит/с
0bx00110	192 КБит/с	0bx10100	1344 КБит/с
0bx00111	224 КБит/с	0bx10101	1408 КБит/с
0bx01000	256 КБит/с	0bx10110	1411,2 КБит/с
0bx01001	320 КБит/с	0bx10111	1472 КБит/с
0bx01010	384 КБит/с	0bx11000	1536 КБит/с
0bx01011	448 КБит/с	0bx11001	1920 КБит/с
0bx01100	512 КБит/с	0bx11010	2048 КБит/с
0bx01101	576 КБит/с	0bx11011	3072 КБит/с
0bx01110	640 КБит/с	0bx11100	3840 КБит/с
0bx01111	768 КБит/с	0bx11101	открытая переменная без потерь
0bx10000	960 КБит/с	0bx11110	
0bx10001	1024 КБит/с	0bx11111	
0bx10010	1152 КБит/с		

- **fsize**: размер байта. Поле длиной 14 бит, эквивалентное полю FSIZE, приведённому в [61]. $(FSIZE + 1)$ – размер байта текущей основной звуковой структуры. Допустимый диапазон для fsize 95...8192, недопустимый – 0...94, 8193...16 384.
- **surround_mode**: режим surround. Поле длиной 6 бит, эквивалентное полю AMODE, приведённому в [61]. Величины для поля surround_mode даны в табл. 6.110. В то время как вещатели могут использовать только некоторые из кодов, таблица дана в соответствии с последовательностью, определённой в [61]. Примечание к табл. 6.109: L – левый канал, R – правый канал, C – центральный канал, SL – правый surround-канал, SR = левый surround-канал, T – полный.
- **lfe_flag**: флаг НЧ-эффектов. Однобитное поле, которое при установке в 0 сигнализирует о выключении низкочастотных эффектов LFE (Low Frequency Effects) в звуковом канале. Если флаг установлен в 1, то LFE активировано.
- **extended_surround_flag**: флаг расширения surround-эффекта. Двухбитное поле, указывающее, что присутствующая в элементарном DTS ES-потоке звуковая составляющая тылового surround-звука определена, согласно [61]. Поле может принимать следующие значения:

- 00 – нет расширения surround-эффекта;
- 01 – расширенный матрицированный surround-эффект;
- 10 – расширенный дискретный surround-эффект;
- 11 – не определено.

Таблица 6.110. Кодирование surround-режима

surround-режим	Число каналов / Размещение каналов	surround-режим	Число каналов / Размещение каналов
0b000000	1 / моно	0b001001	5 / C + L + R + SL+ SR
0b000010	2 / L + R (стерео)	0b001010	определяется пользователем
0b000011	2 / (L + R) + (L - R) (сумма-разность)	0b001011	определяется пользователем
0b000100	2 / LT+RT (левый и правый полный)	0b001100	определяется пользователем
0b000101	3 / C + L + R	0b001101	определяется пользователем
0b000110	3 / L + R + S	0b001110	определяется пользователем
0b000111	4 / C + L + R + S	0b001111	определяется пользователем
0b001000	4 / L + R + SL + SR	0b010000... 0b111111	определяется пользователем

6.13. Введение сервисной информации в системы DVB об обслуживании звука, закодированного в системе HE-AAC

Передача закодированных аудиопотоков HE-AAC является дополнительной в системах DVB. Поэтому данный пункт имеет информативный статус и является справочным для применения на практике. Содержание пункта описывает рекомендации по применению системы HE-AAC и методы ввода в системе DVB информации для передачи элементарных потоков звукового сопровождения этой системы в пределах DVB TS-потока.

6.13.1. Дескриптор AAC

Дескриптор AAC_descriptor (табл. 6.111) определяет элементарный поток звука HE-AAC, который закодирован в соответствии со стандартом ISO/IEC 14496-3 [62]. Цель использования этого дескриптора состоит в том, чтобы предоставить приёмнику информацию о конфигурации потока.

Таблица 6.111. Дескриптор AAC

Синтаксис	Число битов	Формат
AAC_descriptor() {		
descriptor_tag	8	uimbsf
descriptor_length	8	uimbsf
Profile_and_level	8	uimbsf
AAC_type_flag	1	bslbf
reserved	1	bslbf
reserved	1	bslbf
reserved	1	bslbf
reserved	1	bslbf
reserved	1	bslbf
reserved	1	bslbf
if (AAC_type_flag == 1)		
AAC_type	8	uimbsf
for(i=0;i<N;i++) {		
additional_info[N]	N x 8	uimbsf
}		
}		

Синтаксис дескриптора AAC_descriptor предоставляет информацию об индивидуальных MPEG-4 AAC и MPEG-4 HE-AAC элементарных потоках, которые будут идентифицированы в секции PMT PSI-потока. Дескриптор располагается в таблице PMT PSI-потока и используется однократно в секции структуры карты программы после соответствующего поля ES_info_length для любого потока, содержащего поток звука, закодированного в системах MPEG-4 AAC и MPEG-4 HE-AAC.

Признак (tag) дескриптора обеспечивает уникальную идентификацию присутствия элементарного потока HE-AAC в исходном TS-потоке. Другие дополнительные поля в дескрипторе могут использоваться для того, чтобы обеспечить идентификацию типа звукового потока AAC, закодированного в потоке (поле component_type).

Семантика для дескриптора DTS:

- **Profile_and_level:** профиль и уровень. Это поле длиной 8 бит, которое определяет Профиль и Уровень, используемый в системах MPEG-4 AAC и MPEG-4 HE-AAC.
- **AAC_type_flag:** флаг типа AAC. Однобитное поле, указывающее на присутствие в потоке поля AAC_type.
- **reserved flags:** зарезервированные флаги. Эти однобитные поля зарезервированы для будущего использования и должны быть все сброшены в 0.

- **AAC_type:** тип AAC. Дополнительное поле длиной 8 бит, указывающее на тип звукового потока, который несут потоки систем MPEG-4 AAC или MPEG-4 HE-AAC.

6.14. Назначение и интерпретация поля **service_type**

В этом пункте описываются назначение и интерпретация поля **service_type**. Данный пункт носит нормативный статус и является обязательным для применения на практике.

6.14.1. Основание использования

Поле **service_type** присутствует как в дескрипторе **service_descriptor**, так и в дескрипторе **service_list_descriptor** и используется для того, чтобы определить тип службы. Предназначение этого поля состоит в том, чтобы позволить поставщику услуг описывать природу обслуживания, например: ТВ, ТВ по требованию, РВ, передача данных. Значимость этой информации преднамеренно поставлена на очень высокий уровень в иерархии составляющих элементов DVB SI-потока. Это позволяет приемнику принимать некоторые решения как можно быстрее после открытия службы (посредством пере просмотра или некоего другого механизма) и в том числе действительно представлять зрителю возможность выбора доступа к службе.

Информация, предоставленная полем **service_type** о природе обслуживания, может быть использована группой служб в специальных списках служб для представления зрителю, к примеру, отдельных списков ТВ- и РВ-программ. Область **service_type** не предназначена для того, чтобы отменить информацию, предоставленную на более низких уровнях в SI- или PSI-потоках, например назначение поля **stream_type** для компоненты в пределах таблицы PMT или фактического кодирования в пределах самой компоненты, особенно относительно декодирования и представления компонентов служб.

Это учтено ввиду того, что информация низкого уровня может быть плохо интерпретирована ввиду её замедленного получения или даже её полного отсутствия во время получения доступа к службе (в случае получения немедленных услуг). Приёмник может принимать во внимание также другие факторы при принятии решения доступа к службе, такие как условный доступ. Однако это выходит за рамки настоящей главы.

6.14.2. Назначение поля `service_type`

Для некоторых служб назначение поля `service_type` из табл. 6.75 может быть очевидным. Например, HD MPEG-2 – служба цифрового ТВ. Однако получение ответа о типе службы не всегда производится явным образом.

6.14.3. Служба цифрового ТВ `service_type = 0x01`

В общем, данная величина поля `service_type` не сообщает приёмнику явного признака о пути кодирования компоненты службы. Конечно, в случае определенной платформы особый способ кодирования мог быть неявно связан с данной величиной поля `service_type`, что было бы вычислено приемником. Однако любое подобное определение выходит за рамки настоящей главы. Как обозначено в табл. 6.75, величина `service_type 0x01` должна использоваться для службы цифрового MPEG-2 SD ТВ.

Однако эта величина может также использоваться для служб, применяющих другие методы кодирования, включая методы кодирования, у которых есть определение службы в ином месте в табл. 6.75 (например, служба цифрового MPEG-2 HD ТВ).

Группа DVB сознательно не усовершенствовала определение данной величины поля `service_type` из «службы цифрового ТВ» в «службу цифрового MPEG-2 SD ТВ», существующую в более раннем использовании в контексте других (не MPEG-2 SD) методов кодирования.

Если все приемники будут в состоянии декодировать и представить MPEG-2 SD кодированный материал, они представят любую службу, с назначенным значением этого `service_type`, зрителю для выбора на основании того, что это может быть материал, закодированный в системе MPEG-2 SD. Однако, как описано выше, этого может не произойти, и приемник может не поддерживать фактического используемого кодирования. Эта неспособность приемника определить, будет ли он в состоянии декодировать и представить службу, ассоциированную с данным полем `service_type`, требует, чтобы поставщик службы сочетал их с осторожностью в зависимости от того, чего желает достигнуть зритель.

Рассмотрим в качестве примера платформу, где определённые службы основаны на MPEG-2 SD-кодировании, а другие основаны на кодировании MPEG-2 HD. При этом допустим, что оба типа служб поставляются смешанному кругу потребителей, имеющих

только MPEG-2 SD-приёмники или универсальные MPEG-2 SD/HD-приемники.

Для служб, основанных на MPEG-2 SD-кодировании, очевидно назначение `service_type`: 0x01 («служба цифрового ТВ»). Однако для служб, основанных на MPEG-2 HD-кодировании, назначение `service_type` зависит от того, хочет ли поставщик услуг, чтобы обслуживание было включено в какой-либо список сервисов, представленный зрителям MPEG-2 SD-приемников. Причём учитывая то, что они фактически будут не в состоянии просматривать службу, даже при условии, что она будет выбрана и к ней будет обеспечен доступ.

Если это является требованием зрителя, тогда служба должна соответствовать значению `service_type` 0x01. Однако если требованием зрителя является возможность перечисления списка всех служб для его просмотра на MPEG-2 SD-приемнике, для фактического доступа к службе величина `service_type` должна быть равна 0x11 (MPEG-2 HD-служба цифрового ТВ).

Данная величина поля `service_type` может соответствовать службе, содержащей как MPEG-2 SD-кодирование, так и альтернативные методы кодирования (например, MPEG-4 HD) того же самого исходного материала. Это разумно при условии, что все приемники будут в состоянии декодировать и представить MPEG-2 SD-кодированный материал. Следовательно, зритель, по крайней мере, получит доступ к службе, кодированной в форме MPEG-2 SD. Однако в зависимости от возможностей приемника зрителю предоставляется альтернативное решение, как правило, превосходящее форму основного кодирования.

Компоненты, используемые для различных схем кодирования, могут различаться между собой при декодировании присвоенных им величин при помощи поля `stream_type` в PSI-потоке и/или использовании поля `component_descriptor` в SI-потоке.

6.14.4. Поле `service_type` для служб с различными «улучшенными кодеками»

Значение `service_types` для современных кодеков предназначено, чтобы указать на то, что служба закодирована с использованием других систем, отличных от MPEG-2. Более определенное назначение этого поля `service_types` подразумевает то, что приемник должен поддерживать декодирование другой системы, кроме MPEG-2, что-

бы быть в состоянии раскодировать и представить службу зрителю. Исходя из этого, рекомендуется, чтобы MPEG-2 SD-приемники не представляли зрителю для выбора никаких служб, назначенных одним из этих значений `service_types`.

Назначение одного из этих значений `service_types` обеспечивает универсальный признак использования некоего современного кодека, спецификация которого не определена в настоящей главе. Кроме того, это не позволяет приёмнику решить вопросы декодирования и представления службы, назначенной одной из этих величин `service_types`.

Конечно, в случае определенной платформы особое кодирование могло быть неявно связано с одним из этих значений `service_type` и применено приемником. Однако любое подобное применение выходит за рамки настоящего стандарта.

Там, где службе назначают один из современных кодеков `service_types`, в потоке SI должно использоваться поле `component_descriptor`, чтобы указать на этот особый используемый кодек. Это позволяет приемнику однозначно определять, будет ли он в состоянии декодировать и представить службу и, как следствие, обеспечить поддержку системы.

1	Стандарт спутникового цифрового ТВ ETSI EN 300 421 V1.1.2 (DVB-S)	17
2	Стандарт спутникового цифрового ТВ ETSI EN 300 429 V1.2.1 (DVB-C)	36
3	Стандарт эфирного наземного цифрового ТВ ETSI EN 300 744 V1.6.1 (DVB-T)	47
4	Стандарт наземного мобильного цифрового ТВ (DVB-H, приложение стандарта ETSI EN 300 744 V1.6.1)	98
5	Стандарт ETSI EN 301 210 V1.1.1 (DVB-DSNG)	113
6	Стандарт спецификации потоков сервисной информации ETSI EN 300 468 V1.9.1 (DVB-SI)	141

7

Стандарт передачи мегакадров для синхронизации DVB SFN-сети ETSI TS 101 191 V1.4.1

7.1. Основные характеристики сетей MFN и SFN

Для покрытия эфирным вещанием достаточно большой площади, где должен производиться устойчивый приём, при ограниченной зоне покрытия вещательным передатчиком на практике производится деление общей территории обслуживания на зоны местного обслуживания. Если в смежных зонах обслуживания использовать для передачи сигнала одну несущую частоту, то в условиях дальнего прохождения радиоволн могут возникнуть наложения радиочастотных сигналов, которые приведут к неустойчивому приёму информации. Традиционно в аналоговом вещании для исключения возможности возникновения помех от передатчиков, расположенных на смежных территориях (ячейках), их несущая выбиралась таким образом, что вещание производилось на смежных каналах (рис. 7.1). Так организовывалась многочастотная сеть передачи информации Multi-Frequency Network (MFN) – сеть, в которой контент данных передаётся с использованием нескольких частотных каналов.

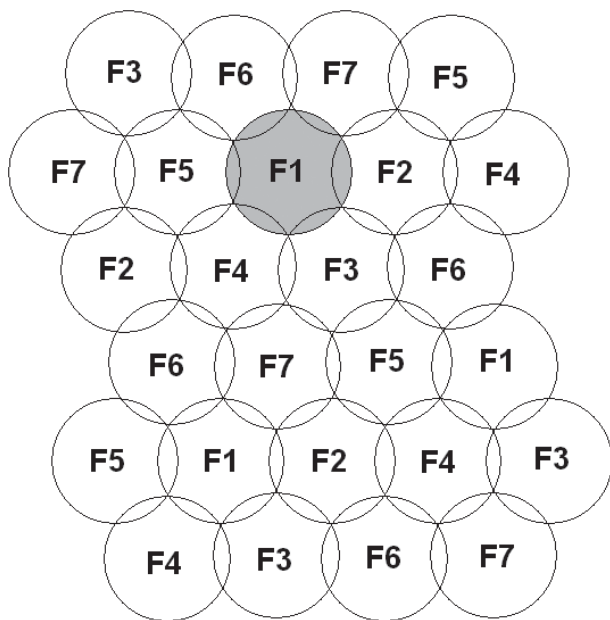


Рис. 7.1. Организация ТВ-вещания на смежных каналах

Как можно видеть, главный недостаток сетей MFN – в том, что для их организации в условиях выделенной полосы частот для вещания приходится в несколько раз снижать количество доступных для вещания каналов. Определённые сложности создаются для использования мобильных устройств, осуществляющих приём программ. К примеру, если пользователь перемещается из зоны обслуживания одного передатчика в смежную зону, его приёмник должен переключиться на рабочую частоту передатчика, функционирующего в ней, что усложняет конструкцию приёмного оборудования пользователя сети.

Использование цифровых методов передачи информации позволило решить проблему переключения соседних каналов передатчиков в мобильных устройствах. Одновременно ряд решений позволяет производить вещание в смежных зонах на одной несущей в полосе одного канала. Подобные сети, в которых несколько передатчиков на смежных территориях одновременно (синхронно) передают одинаковый сигнал на одной рабочей частоте, получили название одночастотных Single-Frequency Network (SFN).

Теоретически для устранения интерференции между сигналами, передаваемыми передатчиками на смежных территориях на одной частоте, достаточно обеспечить синхронизацию по частоте и фазе их работы и передавать одинаковую информацию. Стандарт DVB-T легко адаптируется для работы в сетях SFN. Консорциум DVB в июне 2004 года принял в окончательном варианте стандарт, предназначенный для адаптации систем стандартов DVB-T и DVB-H (передвижных приёмников ТВ-программ) к работе в сетях SFN [63].

7.2. Основные принципы и схемы построения сетей SFN

Функциональная блок-схема двух передающих устройств сети SFN показана на рис. 7.2. Функционально сеть SFN определяется как дополнение к системе DVB-T. Блоки SFN-адаптера и синхросистемы отвечают за организацию SFN-вещания. Они могут быть выполнены как отдельное оборудование или объединены с мультиплексором TS или модулятором DVB-T. В качестве генератора синхронных образцовых задающих частот может быть использована любая доступная система, выполняющая данную функцию (например, GPS).

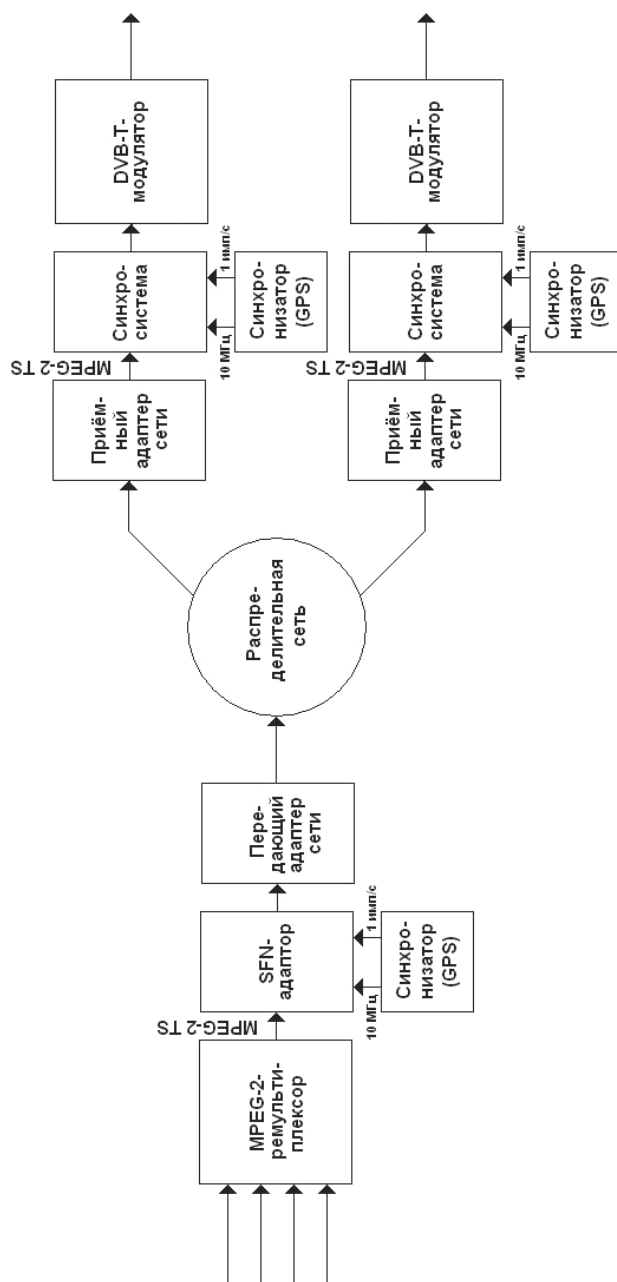


Рис. 7.2. Функциональная блок-схема двух передающих устройств сети SFN

7.2.1. MPEG-2-ремультимплексор

MPEG-2-ремультимплексор мультиплексирует программы от различных входных каналов, обновляет сервисную информацию SI (Service Information) и формирует MPEG-2 транспортный поток TS (Transport Stream), который после SFN-адаптации передаётся через модуляторы DVB-T в сеть SFN.

7.2.2. SFN-адаптер

SFN-адаптер формирует мегакадры, состоящие из n TS-пакетов, соответствующих 8 кадрам DVB-T в режиме 8k или 32 кадрам в режиме 2k. Он также обеспечивает вставку мегакадрового инициализирующего пакета MIP (Mega-frame Initialization Packet) с уникальным программным идентификатором PID (Program Identifier). Вставленный в произвольном месте мегакадра с индексом M , MIP этого мегакадра MIP M позволяет идентифицировать точку начала (то есть первый пакет) мегакадра $M+1$. Это достигается с помощью указателя, который несет сам MIP M , указывающий на его положение относительно начала мегакадра $M+1$.

Разница во времени между последним импульсом образцового сигнала «один импульс в секунду», получаемого, к примеру, от системы GPS, предшествует началу мегаструктуры $M+1$ и является началом (то есть первая часть первого пакета) этой мегаструктуры, которая указана в MIP M . Этот параметр называют синхронизационной временной меткой (STS) Synchronization Time Stamp.

Время периода мегакадра зависит только от полосы пропускания канала и пропорции защитного интервала. То есть продолжительность мегаструктуры независима от продолжительности полезной части символа T_u , диаграммы созвездий несущих первичной модуляции и уровней кодирования сигнала DVB-T. Длительность мегакадра для всех комбинаций полосы пропускания канала и соотношений защитного интервала (глава 3) показана в табл. 7.1. С выхода SFN-адаптера получают поток, полностью совместимый с TS-поток стандарта DVB/MPEG-2 [2].

7.2.3. Передающий и приёмный сетевые адаптеры

Передающий и приёмный сетевые адаптеры должны обеспечить прозрачное прохождение для потока MPEG-2 TS от центрального

Таблица 7.1. Длительность мегакадра для комбинаций полосы пропускания канала и соотношений защитного интервала

Защитный интервал Δ/T_u , с	Полоса канала, МГц			
	5	6	7	8
1/32	0,8042496	0,6702080	0,5744640	0,5026560
1/16	0,8286208	0,6905173	0,5918720	0,5178880
1/8	0,8773632	0,7311360	0,6266880	0,5483520
1/4	0,9748480	0,8123733	0,6963200	0,6092800

Примечание: курсивом указаны моделированные данные.

до распространительных узлов. Максимальная задержка сигнала в сети, вызванная различием путей прохождения сигнала, не должна превышать 1 с.

7.2.4. Синхронизирующая система

Синхронизирующая система обеспечивает компенсацию времени распространения сигналов в сети, сравнивая врезанную метку STS с местным временем образцового сигнала времени, и вычисляет дополнительную задержку, необходимую для синхронизации SFN. Временные диаграммы процесса синхронизации показаны на рис. 7.3. Все величины на рисунке кратны 100 нс (тактовая частота 10 МГц).

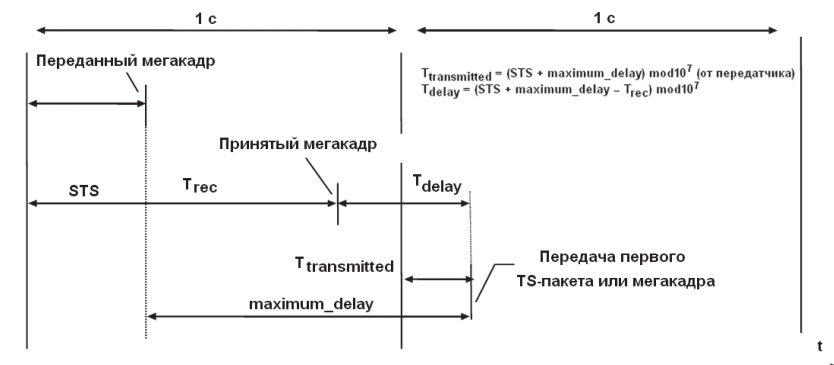


Рис. 7.3. Временные диаграммы синхронизации SFN

7.2.5. DVB-T-модулятор

Все DVB-T-модуляторы должны обеспечить фиксированную задержку сигнала от входа до передающей антенны. Информация,

внесённая в MIP, может быть использована для прямого управления режимами модулятора или для контроля других параметров передатчика. Образцовые частоты, необходимые для работы всех модуляторов сети, должны быть засинхронизированы. Так как основным требованием при построении сетей SFN должно быть то, что все передаваемые сигналы должны быть идентичны, все MPEG-2 TS-входы к различным модуляторам DVB-T должны иметь идентичную последовательность битов.

7.2.6. Система глобального позиционирования (GPS)

В качестве синхронизатора может быть использована система глобального позиционирования GPS, внедрение которой наиболее просто ввиду её действия в любой точке Земли.

Приемники GPS обеспечивают получение образцовых частот 10 МГц и 1 импульс в секунду (1 имп/с). 1 имп/с получают делением частоты 10 МГц, которая может быть использована в качестве образцовой в других узлах передатчиков сети.

Функциональные блоки SFN-адаптер и синхросистема являются дополнительными элементами для использования в сетях SFN. В сетях MFN они не используются.

7.3. Определение мегакадров

На выходе SFN-адаптера должен присутствовать стандартный MPEG-2 TS-поток, где отдельные пакеты организованы в группы, которые составляют мегакадры. Каждый мегакадр состоит из n пакетов, где n – целое число, которое зависит от числа RS-пакетов (после кодирования по Риду-Соломону), включаемых в суперкадр системы DVB-T (п. 3.7). В режиме 8k – n (число RS-пакетов за суперкадр) $\times 2$, в режиме 4k – $n \times 4$, в режиме 2k – $n \times 8$ пакетов.

Каждый мегакадр содержит только один MIP. Его фактическое положение в потоке может произвольно измениться от мегакадра к мегакадру. Специальный указатель в MIP используется, чтобы обозначить начало следующего мегакадра. На рис. 7.4 показана полная структура мегакадра, включая расположение MIP.

Точное определение формата MIP описано ниже. Использование мегакадров и введение MIP являются элементами, применяемыми в сетях SFN. В сетях MFN они не используются.



Рис. 7.4. Структура мегакадра

7.4. Мегакадровый инициализирующий пакет (MIP)

Мегакадровый инициализирующий пакет MIP (Mega-frame Initialization Packet) является совместимым с MPEG-2 TS-потокom и состоит из 4-байтового заголовка и 184-байтового поля данных. Организация MIP показана в табл. 7.2. Курсивом указаны дополнительные параметры. Длина MIP всегда равна 188 байт. Все величины параметров в MIPM применяются к мегакадру **M+1**, то есть к мегакадру, на который показывает указатель, за исключением tps_mip, который описывает параметры мегакадра **M+2**. Определение модели декодера проверки ошибок CRC описано ниже.

Таблица 7.2. Организация MIP-пакета

Синтаксис	Число битов	Формат
mega-frame_initialization_packet() { transport_packet_header synchronization_id section_length pointer periodic_flag future_use synchronization_time_stamp maximum_delay tps_mip individual_addressing_length for (i=0; i<N; i++) { tx_identifier } function_loop_length for (i=0; i<N; i++) { function() } } crc_32 for (i=0, i<N, i++){ stuffing_byte } }	32 8 8 16 1 15 24 24 32 8 16 8 32 8	bslbf uimbsf uimbsf uimbsf bslbf bslbf uimbsf uimbsf bslbf uimbsf uimbsf uimbsf rpchof uimbsf

- **transport_packet_header**: заголовок транспортного пакета. Его длина равна 32 битам, а заголовок должен выполнять требования [2] (п. 2.4.3.2, табл. 3 и 4). Значение PID для MIP должно иметь величину 0x15. Поле payload_unit_start_indicator не используется функцией SFN и устанавливается в 1. Значение поля transport_priority также не используется функцией SFN и устанавливается в 1. Величина поля transport_scrambling_control должна быть установлена в 00 (нескремблированный пакет). Величина поля adaptation_field_control должна быть установлена в 01 (только полезные данные). Все другие параметры устанавливаются согласно [2] (п. 2.4.3.2). Поле transport_packet_header является обязательным.

Обязательные параметры SFN:

- **synchronization_id**: идентификатор синхронизации. Используется для идентификации используемой схемы синхронизации. В сетях SFN принимает значение 0x00. Значения 0x01–0xFF зарезервированы для будущего использования.
- **section_length**: длина секции. Определяет число байтов в пакете после поля section_length, включая последние байты crc_32, но не включая любые из полей stuffing_byte. Поле не должно превышать 182 байт.
- **pointer**: указатель. Поле длиной 2 байта. Двоичное целое число, указывающее на число транспортных пакетов между MIP и первым пакетом последующего мегакадра. Диапазон указателя зависит от режима DVB-T, используемого для передачи.
- **periodic_flag**: флаг периодичности. Указывает, используется периодическая или непериодическая вставка MIP. Периодическая вставка означает, что величина поля pointer не изменяется со временем. 0 указывает, что установлен непериодический способ, 1 – периодический. Все SFN-синхросистемы должны работать как с непериодическим, так и с периодическим способами.
- **future_use**: 15 бит зарезервированы для будущего использования.
- **synchronization_time_stamp**: метка синхронизации времени. MIP_M содержит разницу во времени, выраженную как число образцовых импульсов длительностью 100 нс, между последним образцовым импульсом «1 имп/с» (полученным, например, от GPS-приёмника), предшествующим началу мегакадра M+1, и фактическим началом этого мегакадра (то есть началом первого бита первого пакета).

- **maximum_delay**: максимальная задержка. Содержит разницу во времени между временем DVB-T-передачи начала мегакадра **M+1** через передающую антенну и началом мегакадра в SFN-адаптере, как указано в поле `synchronization_time_stamp` в MIPM. Величина поля `maximum_delay` должна быть больше, чем сумма самой длинной задержки основной распределительной сети и задержек в модуляторах передатчиков и антенно-фидерных устройствах (АФУ). Единица измерения кратна 100 нс, а диапазон величины – 0x000000...0x98967E, что равняется максимальной задержке 1 с.
- **tps_mip**: параметры передачи MIP-пакета. Имеют длину 32 бита P0...P31. Соотношение с TPS-информацией определено в главе 3, а в настоящей главе описаны дополнительные поля в табл. 7.3.

Таблица 7.3. Соотношения между TPS (глава 3) и полем `tps_mip`

Номер бита TPS	Формат	Назначение/содержание	Номер бита tps_mip
s0	см. определение TPS (глава 3)	инициализация	не используется
s1...s16	см. определение TPS (глава 3)	слово синхронизации	не используется
s17...s22	см. определение TPS (глава 3)	индикатор длины	не используется
s23, s24	см. определение TPS (глава 3)	номер кадра	не используется
s25, s26	см. определение TPS (глава 3)	созвездие несущих	P0, P1
s27, s28, s29	см. определение TPS (глава 3)	иерархия передачи и информация о перемежении	P2, P3, P4
s30, s31, s32	см. определение TPS (глава 3)	кодовый показатель HP-потoka	P5, P6, P7
s33, s34, s35	см. определение TPS (глава 3)	кодовый показатель LP-потoka	P5, P6, P7
s36, s37	см. определение TPS (глава 3)	защитный интервал	P8, P9
s38, s39	см. определение TPS (глава 3)	режим передачи	P10, P11
s40...s47	см. определение TPS (глава 3)	идентификатор ячейки	не используется
s48, s49	см. определение TPS (глава 3)	идентификатор системы DVB-H	P15, P16
s50...s53	все биты сброшены в 0	зарезервировано для будущего использования	P17...P31
s54...s67	код BCH	защита от ошибок	не используется
–	сообщение формата полосы	полоса PЧ-канала	P12, P13
–	сообщение о приоритете потока	приоритет TS-потoka	P14

Сообщение формата полосы пропускания РЧ-канала передается посредством битов P12 и P13 и принимает следующие значения:

00 – 7 МГц;

01 – 8 МГц;

10 – 6 МГц;

11 – о дополнительных величинах полосы пропускания сообщается с помощью поля `bandwidth_function` (п. 7.4.1.7).

Сообщение о приоритете TS-потока дается с помощью бита P14. Если он сброшен в 0, то передается LP TS-поток. Если установлен в 1, то происходит неиерархическая передача либо передается HP TS-поток.

- **P0...P13:** в случае неоднородных величин P0...P13 для TS-потоков высокого и низкого приоритета применяется величина HP-потока. В случае изменения способа вещания системы DVB-T для получения временных соотношений между битами P0–P13 и данными TPS-сигнала DVB-T следует обратиться к п. 7.5.
- **individual_addressing_length:** длина индивидуального адреса. Данное поле представляет полную длину отдельной области индивидуального адреса. Если отдельная адресация передатчиков не используется, то поле принимает значение 0x00, указывая на то, что поле `crc_32` следует непосредственно за полем `individual_addressing_length`.
- **crc_32:** проверочные CRC-биты. Поле длиной 32 бит, которое содержит величину проверочного кода CRC, которая сбрасывает в 0 состояние регистров в декодере, определенном в п. 6.7 главы 6, после обработки всех байтов в MIP-пакете, за исключением уравнивающих байтов наполнения `stuffing_byte`.
- **stuffing_byte:** уравнивающие байты. Каждый `stuffing_byte` принимает величину 0xFF.

Дополнительные параметры секции MIP:

- **tx_identifier:** идентификатор передатчика. Слово длиной 16 бит, используемое для обращения к отдельному передатчику в сети SFN. Величина 0x0000 поля `tx_identifier` используется в качестве широковещательного адреса, чтобы обратиться ко всем передатчикам в сети одновременно.
- **function_loop_length:** длина цикла функций. Поле, несущее значение полной длины области цикла функции в байтах.
- **function:** функции описаны в п. 7.4.1.

7.4.1. Функции

Параметры, характерные для всех функций:

- **function_tag**: величина признака (тега) функции. Определяет идентификацию функции.
- **function_length**: длина поля функции. Даёт полную длину поля функции в байтах.

В табл. 7.4 даны величины function_tag для функций, определенных в настоящей главе. Все функции рекомендованные, и подобные команды можно было послать через отдельную сеть управления параметрами передачи отдельных передатчиков, входящих в сеть SFN. Функция future_use предназначена для будущего использования.

Таблица 7.4. Значение tag_value для функций

Функция	Величина tag_value
tx_time_offset_function	0x00
tx_frequency_offset_function	0x01
tx_power_function	0x02
private_data_function	0x03
cell_id_function	0x04
enable_function	0x05
bandwidth_function	0x06
future_use	0x07...0xFF

7.4.1.1. Функция компенсации смещения времени передачи

Функция tx_time_offset_function (табл. 7.5) используется для того, чтобы применить преднамеренное погашение смещения во время переданного сигнала DVB-T относительно образцового времени передачи (STS+maximum_delay).

Таблица 7.5. Функция компенсации смещения времени передачи

Синтаксис	Число битов	Формат
tx_time_offset_function() {		
function_tag	8	uimsbf
function_length	8	uimsbf
time_offset	16	tcimsbf
}		

- **time_offset**: смещение времени. Величина преднамеренного погашения смещения времени передачи мегакадров. Единица

величины эквивалентна 100 нс. Диапазон величины $[-32\ 768, 32\ 767] \times 100$ нс. Примечание: использование полного диапазона не предусматривается.

7.4.1.2. Функция компенсации смещения частоты передачи

Функция `tx_frequency_offset_function` (табл. 7.6) используется для того, чтобы применить преднамеренное погашение смещения центральной частоты передаваемого сигнала DVB-T относительно центральной частоты РЧ-канала.

Таблица 7.6. Функция компенсации смещения частоты передатчика

Синтаксис	Число битов	Формат
<code>tx_frequency_offset_function(){ function_tag function_length frequency_offset }</code>	8 8 24	uimbsf uimbsf tcimbsf

- **frequency_offset:** смещение частоты. Величина преднамеренного смещения частоты относительно центральной частоты используемого РЧ-канала. Единица величины эквивалентна 1 Гц. Диапазон величины $[-8\ 388\ 608, 8\ 388\ 607] \times 1$ Гц. Примечание: использование полного диапазона не предусматривается.

7.4.1.3. Функция мощности передатчика

Функция `tx_power_function` (табл. 7.7) используется для конфигурации эквивалентной излучаемой мощности ERP (Equivalent Radiated Power) передатчика.

Таблица 7.7. Функция мощности передатчика

Синтаксис	Число битов	Формат
<code>tx_power_function () { function_tag function_length tx_power }</code>	8 8 16	uimbsf uimbsf uimbsf

- **tx_power:** мощность передатчика, определена как ERP. Единица величины составляет 0,1 дБм. Диапазон величины $[0,65535] \times 0,1$ дБм. Примечание: использование полного диапазона не предусматривается.

7.4.1.4. Функция конфиденциальных данных

Функция `private_data_function` (табл. 7.8) используется для того, чтобы передать конфиденциальные данные в передатчики через секцию MIP.

Таблица 7.8. Функция конфиденциальных данных

Синтаксис	Число битов	Формат
<code>private_data_function() {</code>		
<code>function_tag</code>	8	uimbsf
<code>function_length</code>	8	uimbsf
<code>for (i=0;i<N;i++){</code>		
<code>private_data</code>	8	bsblf
<code>}</code>		
<code>}</code>		

- **private_data:** конфиденциальные данные. Могут использоваться для передачи дополнительных функций.

7.4.1.5. Функция идентификации ячейки

Функция `cell_id_function` (табл. 7.9) используется для того, чтобы сформировать идентификатор ячейки, в которой находится передатчик.

Таблица 7.9. Функция идентификации ячейки

Синтаксис	Число битов	Формат
<code>cell_id_function() {</code>		
<code>function_tag</code>	8	uimbsf
<code>function_length</code>	8	uimbsf
<code>cell_id</code>	16	uimbsf
<code>wait_for_enable_flag</code>	1	bsblf
<code>reserved_future_use</code>	7	bsblf
<code>}</code>		

- **cell_id:** идентификатор ячейки (глава 6). Используется для того, чтобы однозначно определить ячейку, к которой принадлежит передатчик.
- **wait_for_enable_flag:** флаг ожидания разрешения. Если этот флаг сброшен в 0, тогда поле `cell_id` в пределах функции `cell_id_function` должно быть передано немедленно. Если этот флаг установлен в 1, тогда поле `cell_id` в пределах функции `cell_id_function` должно быть передано немедленно после получения соответствующей функции `enable_function`.

7.4.1.6. Функция разрешения

Функция `enable_function` (табл. 7.10) используется для того, чтобы выполнить изменение параметров, выполненных прежде посредством других функций MIP-секции.

Таблица 7.10. Функция разрешения

Синтаксис	Число битов	Формат
<code>enable_function() {</code>		
<code>function_tag</code>	8	uimsbf
<code>function_length</code>	8	uimsbf
<code>for (i=0; i<N; i++){</code>		
<code>enabled_function_tag</code>	16	bsb1f
<code>}</code>		
<code>}</code>		

- **enabled_function_tag:** поле длиной 8 бит, указывающее на функцию, действие которой разрешается посредством исполнения функции `enable_function`. Кодирование производится согласно табл. 7.4.

7.4.1.7. Функция полосы пропускания

Функция `bandwidth_function` (табл. 7.11) может произвольно использоваться, чтобы сообщить о полосе пропускания канала DVB-T, когда её величина отличается от 6 МГц, 7 МГц или 8 МГц.

Таблица 7.11. Функция полосы пропускания

Синтаксис	Число битов	Формат
<code>bandwidth_function() {</code>		
<code>function_tag</code>	8	uimsbf
<code>function_length</code>	8	uimsbf
<code>ch_bandwidth</code>	7	uimsbf
<code>wait_for_enable_flag</code>	1	bsb1f
<code>}</code>		

- **ch_bandwidth:** поле длиной 7 бит, указывающее на полосу пропускания канала DVB-T. Если величина поля равна 0, то полоса пропускания канала – 5 МГц. Величины 1...127 зарезервированы для будущего использования.
- **wait_for_enable_flag:** флаг ожидания разрешения. Если этот флаг сброшен в 0, тогда поле `ch_bandwidth` должно быть передано немедленно. Если этот флаг установлен в 1, тогда поле `ch_bandwidth` должно быть передано немедленно после получения соответствующей функции `enable_function`.

7.5. Реконфигурация параметров модулятора DVB-T при помощи MIP-пакета

Биты `tps_mip` (P0...P14), введённые в MIP-пакет в мультиплексе, используются, чтобы повторно сформировать параметры модулятора DVB-T. Биты P0...P11 передаются как биты TPS `s25...s39` сигнала DVB-T для информирования приемника. В стандарте EN 300 744 (глава 3) заявлено, что информация TPS, переданная в битах `s25` к `s39` суперкадра m' , применяется к суперкадру $m' + 1$, тогда как все другие биты относятся только к суперкадру m' . Чтобы устранить неоднозначное время переключения параметров, введённое в MIP в мегакадре 1, поле `tps_mip` описывает параметры мегакадра 3. Модулятор DVB-T, таким образом, будет в состоянии:

- сначала обновить данные, которые несут его несущие TPS в начале последнего (то есть второго в 8k-режиме и восьмого в режиме 2k) суперкадра мегакадра 2;
- затем обновить его новую конфигурацию в начале мегакадра 3.

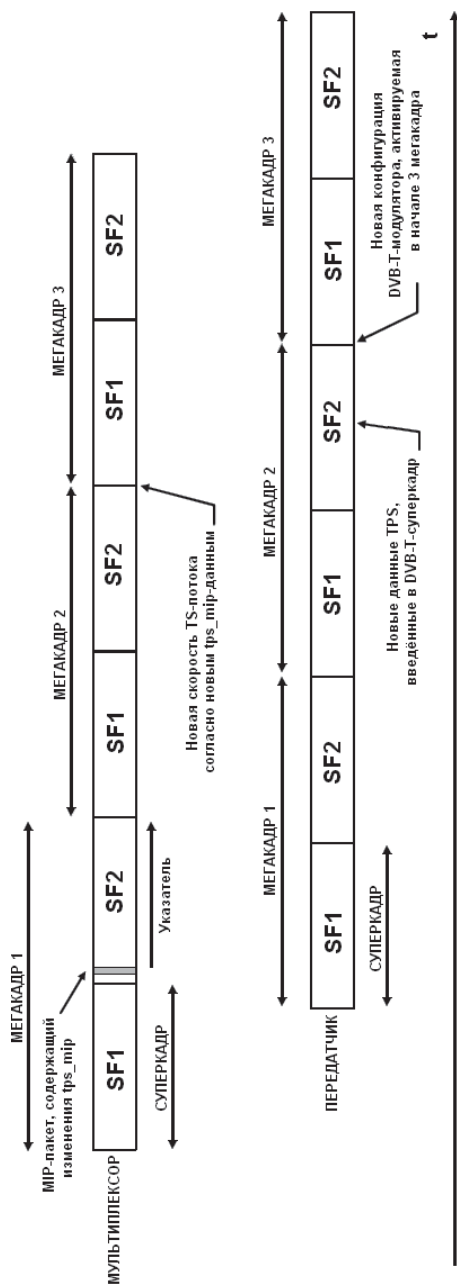


Рис. 7.5. Реконфигурация параметров модулятора DVB-T при помощи MIP-пакета

Список литературы

1. EN 300 421 V1.1.2 (1997-08): «Digital Video Broadcasting (DVB); Framing structure, channel coding and modulation for 11/12 GHz satellite services».
2. ISO/IEC DIS 13818-1 (November 1994): «Coding of moving pictures and associated audio».
3. Forney, G. D. IEEE Trans. Comm. Tech., COM-19, pp. 772–781 (October 1971): «Burst-correcting codes for the classic bursty channel».
4. Intelsat Earth Station Standards (IESS) No. 308, revision 6 (26 October 1990): «Performance characteristics for Immediate Data Rate (IDR) digital carriers».
5. EN 300 429 V1.2.1 (1998-04): «Digital Video Broadcasting (DVB); Framing structure, channel coding and modulation for cable systems».
6. ETSI EN 300 744 V1.6.1 (2009-01): «Digital Video Broadcasting (DVB); Framing structure, channel coding and modulation for digital terrestrial television».
7. EN 300 210 V1.1.1 (1999-03): «Digital Video Broadcasting (DVB); Framing structure, channel coding and modulation for Digital Satellite News Gathering (DSNG) and other contribution applications by satellite».
8. ITU-R Recommendation SNG.770-1: «Uniform operational procedures for Satellite News Gathering (SNG)».
9. EN 301 222: «Digital Video Broadcasting (DVB); Co-ordination channels associated with Digital Satellite News Gathering (DSNG)».
10. ETSI TR 101 154: «Digital Video Broadcasting (DVB); Implementation guidelines for the use of MPEG-2 Systems, Video and Audio in satellite, cable and terrestrial broadcasting applications».
11. A. Viterbi et al.: «A pragmatic approach to trellis-coded modulation», IEEE Communication Magazine, July 1989».
12. D. Delaruelle: «A pragmatic coding scheme for transmission of 155 Mbit/s SDH and 140 Mbit/s PDH over 72 MHz transponders» Proceedings ICDSC-10 Conference, Brighton, May 1995.
13. ETSI EN 300 468 V1.9.1 (2008-11): «Digital Video Broadcasting (DVB); Specification for Service Information (SI) in DVB systems».
14. ETSI TR 101 211 V1.9.1 (2009-06): «Digital Video Broadcasting (DVB); Guidelines on implementation and usage of Service Information (SI)».

15. ETSI TS 102 812: «Digital Video Broadcasting (DVB); Multimedia Home Platform (MHP) Specification 1.1.1».
16. ETSI TS 102 323: «Digital Video Broadcasting (DVB); Carriage and signalling of TV-Anytime information in DVB transport streams».
17. ETSI EN 301 192: «Digital Video Broadcasting (DVB); DVB specification for data broadcasting».
18. ETSI TR 101 162: «Digital Video Broadcasting (DVB); Allocation of Service Information (SI) codes for DVB systems».
19. ETSI TS 102 590: «Digital Video Broadcasting (DVB); Mulimedia Home Platform 1.2».
20. ETSI TS 102 006: «Digital Video Broadcasting (DVB); Specification for System Software Update in DVB Systems».
21. ETSI TS 101 154: «Digital Video Broadcasting (DVB); Specification for the use of Video and Audio Coding in Broadcasting Applications based on the MPEG-2 Transport Stream».
22. ISO/IEC 11172-3: «Information technology – Coding of moving pictures and associated audio for digital storage media at up to about 1,5 Mbit/s – Part 3: Audio».
23. ISO/IEC 13818-3: «Information technology – Generic coding of moving pictures and associated audio information – Part 3: Audio».
24. ETSI EN 300 401: «Radio Broadcasting Systems; Digital Audio Broadcasting (DAB) to mobile, portable and fixed receivers».
25. ETSI TS 102 005: «Digital Video Broadcasting (DVB); Specification for the use of Video and Audio Coding in DVB services delivered directly over IP protocols».
26. ISO 639-2: «Codes for the representation of names of languages – Part 2: Alpha-3 code».
27. ISO/IEC 8859-1: «Information technology – 8-bit single-byte coded graphic character sets – Part 1: Latin alphabet No. 1».
28. ISO 3166 (all parts): «Codes for the representation of names of countries and their subdivisions».
29. ETSI EN 302 307: «Digital Video Broadcasting (DVB); Second generation framing structure, channel coding and modulation systems for Broadcasting, Interactive Services, News Gathering and other broadband satellite applications».
30. ETSI EN 300 231: «Television systems; Specification of the domestic video Programme Delivery Control system (PDC)».
31. CENELEC EN 50221: «Common interface specification for conditional access and other digital video broadcasting decoder applications».

32. ETSI EN 301 790: «Digital Video Broadcasting (DVB); Interaction channel for satellite distribution systems».
33. «Implementation guidelines for use of telecommunications interfaces in the Digital Broadcasting systems (DVB Project Office)».
34. ETSI EN 300 706: «Enhanced Teletext specification».
35. ETSI EN 301 775: «Digital Video Broadcasting (DVB); Specification for the carriage of Vertical Blanking Information (VBI) data in DVB bitstreams».
36. ETSI TS 102 825 (parts 1–13): «Digital Video Broadcasting (DVB); Content Protection and Copy Management (DVB-CPCM)».
37. ETSI TS 102 323: «Digital Video Broadcasting (DVB); Carriage and signalling of TV-Anytime information in DVB transport streams».
38. ETSI ES 201 812: «Digital Video Broadcasting (DVB); Multimedia Home Platform (MHP) Specification 1.0.3».
39. IEC 61883 (parts 1 and 4): «Consumer audio/video equipment – Digital interface».
40. IEEE 1394.1: «IEEE Standard for High Performance Serial Bus Bridges».
41. ETSI TS 101 154: «Digital Video Broadcasting (DVB); Specification for the use of Video and Audio Coding in Broadcasting Applications based on the MPEG-2 Transport Stream».
42. ISO/IEC 6937: «Information technology – Coded graphic character set for text communication – Latin alphabet».
43. ISO/IEC 10646 (2003): «Information technology – Universal Multiple-Octet Coded Character Set (UCS)».
44. ISO/IEC 8859-5: «Information technology – 8-bit single-byte coded graphic character sets – Part 5: Latin/Cyrillic alphabet».
45. ISO/IEC 8859-6: «Information technology – 8-bit single-byte coded graphic character sets – Part 6: Latin/Arabic alphabet».
46. ISO/IEC 8859-7: «Information technology – 8-bit single-byte coded graphic character sets – Part 7: Latin/Greek alphabet».
47. ISO/IEC 8859-8: «Information technology – 8-bit single-byte coded graphic character sets – Part 8: Latin/Hebrew alphabet».
48. ISO/IEC 8859-9: «Information technology – 8-bit single-byte coded graphic character sets – Part 9: Latin alphabet No. 5».
49. ISO/IEC 8859-10: «Information technology – 8-bit single-byte coded graphic character sets – Part 10: Latin alphabet No. 6».
50. ISO/IEC 8859-11: «Information technology – 8-bit single-byte coded graphic character sets – Part 11: Latin/Thai alphabet».

51. ISO/IEC 8859-12 (possible future).
52. ISO/IEC 8859-13: «Information technology – 8-bit single-byte coded graphic character sets – Part 13: Latin alphabet No. 7».
53. ISO/IEC 8859-14: «Information technology – 8-bit single-byte coded graphic character sets – Part 14: Latin alphabet No. 8 (Celtic)».
54. ISO/IEC 8859-15: «Information technology – 8-bit single-byte coded graphic character sets – Part 15: Latin alphabet No. 9».
55. KSX1001: «Code for Information Interchange (Hangeul and Hanja)», Korean Agency for Technology and Standards, Ref. No. KSX 1001-2004.
56. ISO/IEC 8859-2: «Information technology – 8-bit single-byte coded graphic character sets – Part 2: Latin alphabet No. 2».
57. ISO/IEC 8859-3: «Information technology – 8-bit single-byte coded graphic character sets – Part 3: Latin alphabet No. 3».
58. ISO/IEC 8859-4: «Information technology – 8-bit single-byte coded graphic character sets – Part 4: Latin alphabet No. 4».
59. ISO 8601: «Data elements and interchange formats – Information interchange – Representation of dates and times».
60. ETSI TS 102 366: «Digital Audio Compression (AC-3, Enhanced AC-3) Standard».
61. ETSI TS 102 114: «DTS Coherent Acoustics; Core and Extensions».
62. ISO/IEC 14496-3 (2005): «Information technology – Coding of audio-visual objects – Part 3: Audio».
63. ETSI TS 101 191: V1.4.1 (2004-06): «Digital Video Broadcasting (DVB); DVB mega-frame for Single Frequency Network (SFN) synchronization».
64. Alliance for Telecommunications Industry Solutions (ATIS), ATIS-0800006: «IIF Default Scrambling Algorithm (IDSA) IPTV Interoperability Specification».
65. Implementation guidelines for use of telecommunications interfaces in the Digital Broadcasting systems (DVB Project Office).

Книги издательства «ДМК Пресс» можно заказать
в торгово-издательском холдинге «Планета Альянс»
наложенным платежом, выслав открытку или письмо по почтовому адресу:
115487, г. Москва, 2-й Нагатинский пр-д, д. 6А.

При оформлении заказа следует указать адрес (полностью),
по которому должны быть высланы книги;
фамилию, имя и отчество получателя.

Желательно также указать свой телефон и электронный адрес.
Эти книги вы можете заказать и в интернет-магазине: **www.aliants-kniga.ru**.
Оптовые закупки: тел. **(499) 782-38-89**.
Электронный адрес: **books@aliants-kniga.ru**.

Фёдоров Василий Константинович

Стандарты цифрового телевидения первого поколения

Главный редактор *Мовчан Д. А.*
dmkpress@gmail.com
Корректор *Синяева Г. И.*
Верстка *Чаннова А. А.*
Дизайн обложки *Мовчан А. Г.*

Формат 90×90 1/16.
Гарнитура «Петербург». Печать офсетная.
Усл. печ. л. 20. Тираж 100 экз.

Веб-сайт издательства: www.dmk.ru