

Международный союз электросвязи

**МСЭ-R**  
Сектор радиосвязи МСЭ

**Рекомендация МСЭ-R ВО.2098-0**  
(12/2016)

**Система передачи для спутникового  
радиовещания в формате ТСВЧ**

**Серия ВО**  
**Спутниковое радиовещание**



Международный  
союз  
электросвязи

## Предисловие

Роль Сектора радиосвязи заключается в обеспечении рационального, справедливого, эффективного и экономичного использования радиочастотного спектра всеми службами радиосвязи, включая спутниковые службы, и проведении в неограниченном частотном диапазоне исследований, на основании которых принимаются Рекомендации.

Всемирные и региональные конференции радиосвязи и ассамблеи радиосвязи при поддержке исследовательских комиссий выполняют регламентарную и политическую функции Сектора радиосвязи.

### Политика в области прав интеллектуальной собственности (ПИС)

Политика МСЭ-R в области ПИС излагается в общей патентной политике МСЭ-T/МСЭ-R/ИСО/МЭК, упоминаемой в Резолюции МСЭ-R 1. Формы, которые владельцам патентов следует использовать для представления патентных заявлений и деклараций о лицензировании, представлены по адресу: <http://www.itu.int/ITU-R/go/patents/en>, где также содержатся Руководящие принципы по выполнению общей патентной политики МСЭ-T/МСЭ-R/ИСО/МЭК и база данных патентной информации МСЭ-R.

### Серии Рекомендаций МСЭ-R

(Представлены также в онлайн-форме по адресу: <http://www.itu.int/publ/R-REC/en>.)

Серия	Название
<b>ВО</b>	<b>Спутниковое радиовещание</b>
<b>BR</b>	Запись для производства, архивирования и воспроизведения; пленки для телевидения
<b>BS</b>	Радиовещательная служба (звуковая)
<b>BT</b>	Радиовещательная служба (телевизионная)
<b>F</b>	Фиксированная служба
<b>M</b>	Подвижные службы, служба радиоопределения, любительская служба и относящиеся к ним спутниковые службы
<b>P</b>	Распространение радиоволн
<b>RA</b>	Радиоастрономия
<b>RS</b>	Системы дистанционного зондирования
<b>S</b>	Фиксированная спутниковая служба
<b>SA</b>	Космические применения и метеорология
<b>SF</b>	Совместное использование частот и координация между системами фиксированной спутниковой службы и фиксированной службы
<b>SM</b>	Управление использованием спектра
<b>SNG</b>	Спутниковый сбор новостей
<b>TF</b>	Передача сигналов времени и эталонных частот
<b>V</b>	Словарь и связанные с ним вопросы

*Примечание.* – Настоящая Рекомендация МСЭ-R утверждена на английском языке в соответствии с процедурой, изложенной в Резолюции МСЭ-R 1.

Электронная публикация  
Женева, 2020 г.

© ITU 2020

Все права сохранены. Ни одна из частей данной публикации не может быть воспроизведена с помощью каких бы то ни было средств без предварительного письменного разрешения МСЭ.

## РЕКОМЕНДАЦИЯ МСЭ-R ВО.2098-0

## Система передачи для спутникового вещания в формате ТСВЧ

(Вопрос МСЭ-R 292/4)

(2016)

**Сфера применения**

Для радиовещания в формате ТСВЧ требуется пропускная способность передачи, превосходящая пропускную способность передачи традиционного радиовещания в формате ТВЧ.

В настоящей Рекомендации описана система передачи для спутникового радиовещания в формате ТСВЧ.

**Ключевые слова**

ТСВЧ, спутниковое радиовещание, пропускная способность передачи, ISDB-S3

**Сокращения/Глоссарий**

APSK	Amplitude and Phase Shift Keying		Амплитудно-фазовая манипуляция
AWGN	Additive White Gaussian Noise		Аддитивный белый гауссов шум
BPSK	Binary phase shift keying		Двухпозиционная фазовая манипуляция
BCH code	Bose-Chaudhuri-Hocquenghem code	Код BCH	Код Боуза-Чоудхури-Хоквингема
<i>C/N</i>	Carrier to Noise Ratio		Отношение несущей к шуму
EWS	Emergency Warning System		Система предупреждения о чрезвычайных ситуациях
FEC	Forward error correction		Упреждающая коррекция ошибок
GF	Galois Field		Поле Галуа
IF-loopback	Inter Frequency-loopback		Межчастотный контур обратной связи
IP	Internet Protocol		Протокол Интернет
IPv4	Internet Protocol version 4		Протокол Интернет версии 4
IPv6	Internet Protocol version 6		Протокол Интернет версии 6
ISDB-S	Integrated Services Digital Broadcasting for Satellite		Цифровое радиовещание с интеграцией служб – спутниковое
ISDB-S3	Integrated Services Digital Broadcasting for Satellite, 3rd generation		Цифровое радиовещание с интеграцией служб – спутниковое, 3-е поколение
LDPC code	Low Density Parity Check code	Код LDPC	Код контроля четности малой плотности
LSB	Least Significant Bit		Самый младший значащий бит
MPEG	Moving Picture Experts Group		Группа экспертов по движущимся изображениям
MMT	MPEG Media Transport		Транспортирование медиаданных MPEG
MSB	Most Significant Bit		Самый старший значащий бит
OBO	Output Back Off		Потери выходной мощности
PSK	Phase Shift Keying		Фазовая манипуляция

PRBS	Pseudo-Random Binary Sequence	Псевдослучайная двоичная последовательность
QPSK	Quadrature phase shift keying	Квадратурная фазовая манипуляция
TDM	Time Division Multiplexing	Мультиплексирование с разделением по времени
TLV	Type Length Value	Тип-длина-значение
TMCC	Transmission and Multiplexing Configuration Control	Управление конфигурацией передачи и мультиплексирования
TS	Transport Stream	Транспортный поток
TS_ID	Transport Stream Identifier	Идентификатор транспортного потока
TWTA	Traveling Wave Tube Amplifier	Усилитель на лампе бегущей волны
UHDTV	Ultra-High Definition Television	Телевидение сверхвысокой четкости

### Соответствующие Рекомендации, Отчеты МСЭ

Рекомендация МСЭ-R ВО.1408-1	Система передачи для новейших мультимедийных услуг, предоставляемых службой цифрового радиовещания с интеграцией служб в радиовещательном спутниковом канале
Рекомендация МСЭ-R ВО.1516-1	Цифровые многопрограммные телевизионные системы, предназначенные для использования спутниками, работающими в диапазоне частот 11/12 ГГц
Рекомендация МСЭ-R ВО/ВТ.1774-2	Использование инфраструктур спутникового и наземного радиовещания для предупреждения населения, смягчения последствий бедствий и оказания помощи при бедствиях
Рекомендация МСЭ-R ВО.1784-0	Цифровая спутниковая система радиовещания с гибкой конфигурацией (телевидение, звук и данные)
Рекомендация МСЭ-R ВТ.2020-2	Значения параметров для систем телевидения сверхвысокой четкости для производства программ и международного обмена ими
Рекомендация МСЭ-R ВТ.2073-0	Использование стандарта высокоэффективного кодирования видеосигнала (HEVC) для радиовещания в формате ТСВЧ и ТВЧ
Рекомендация МСЭ-R ВТ.2100-0	Значения параметров изображений для систем телевидения большого динамического диапазона для использования в производстве программ и международном обмене ими
Отчет МСЭ-R ВО.2397-0	Спутниковая передача для спутникового радиовещания в формате ТСВЧ

Ассамблея радиосвязи МСЭ,

*учитывая,*

- a) что радиовещание в формате телевидения сверхвысокой четкости (ТСВЧ)<sup>1</sup>, как ожидается, в ближайшем будущем станет основной мультимедийной службой;
- b) что для обеспечения спутникового радиовещания в формате ТСВЧ с использованием одного спутникового ретранслятора требуется увеличить пропускную способность;

<sup>1</sup> Определение ТСВЧ приведено в Рекомендации МСЭ-R ВТ.2020.



- c) что благодаря последним достижениям в области цифровых технологий возможно обеспечить очень низкий коэффициент сглаживания, упреждающую коррекцию ошибок (FEC) с высокой эффективностью использования полосы пропускания, а также такие схемы модуляции, как код контроля четности малой плотности (LDPC) и амплитудно-фазовая манипуляция (APSK);
- d) что в системах спутникового радиовещания необходимо учитывать ослабление в дожде, которое варьирует в зависимости от климатических зон;
- e) что система должна быть устойчивой к нелинейности спутникового ретранслятора;
- f) что предпочтительно использовать в системе как пакеты транспортного потока формата Группы экспертов по движущимся изображениям (MPEG), так и IP-пакеты;
- g) что желательно также разрешать в системе гибкие конфигурации передачи и мультиплексирования;
- h) что в радиовещательной системе желательно поддерживать систему предупреждения о чрезвычайных ситуациях (EWS), в частности для использования в районах, подверженных землетрясениям,

*признавая,*

- a) что в Рекомендациях МСЭ-R ВО.1408 и МСЭ-R ВО.1516 описаны цифровые многопрограммные телевизионные системы, предназначенные для использования спутниками;
- b) что в Рекомендации МСЭ-R ВО.1784 описана цифровая спутниковая система радиовещания с гибкой конфигурацией (телевидение, звук и данные);
- c) что в Рекомендации МСЭ-R ВТ.2073 определены битовые скорости для радиовещательной передачи ТСВЧ и ТВЧ с использованием стандарта высокоэффективного кодирования видеосигнала (HEVC);
- d) что в Рекомендации МСЭ-R ВО/ВТ.1774 описано использование инфраструктур спутникового и наземного радиовещания для предупреждения населения, смягчения последствий бедствий и оказания помощи при бедствиях,

*рекомендует*

использовать для спутникового радиовещания в формате ТСВЧ систему ISDB-S3, которая описана в ARIB STD-B44<sup>2</sup> (см. Примечание 1 и Примечание 2).

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Краткое описание рекомендуемой системы (Система F) приведено в Приложении 1, а в Приложении 2 представлена таблица сравнения систем передачи спутникового радиовещания в формате ТСВЧ.

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Скорость передачи символов, указанная в ARIB STD-B44, приведена в качестве примера. Скорость передачи символов ISDB-S3 может устанавливаться гибким образом в зависимости от полосы пропускания конкретного спутникового ретранслятора.

---

<sup>2</sup> ARIB STD-B44 ([http://www.arib.or.jp/english/html/overview/doc/6-STD-B44v2\\_0-E1.pdf](http://www.arib.or.jp/english/html/overview/doc/6-STD-B44v2_0-E1.pdf)).

## Приложение 1

### Технические характеристики системы ISDB-S3 для спутникового радиовещания в формате ТСВЧ (обозначена как "Система F")

#### СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

1	Краткая характеристика системы ISDB-S3 для спутникового радиовещания в формате ТСВЧ .....	4
2	Технические спецификации системы ISDB-S3 для спутникового радиовещания в формате ТСВЧ .....	6
2.1	Определение блока.....	6
2.2	Формирование кадров.....	7
2.3	Конфигурация кадра модулированного сигнала .....	8
2.4	Упреждающая коррекция ошибок .....	10
2.5	Метод коррекции ошибок для ТМСС .....	11
2.6	Распределение энергии .....	11
2.7	Перемежение битов.....	11
2.8	Схемы модуляции .....	11
2.9	Пилот-сигнал .....	13
2.10	Коэффициент сглаживания.....	14
2.11	Сигнал ТМСС .....	14

#### 1 Краткая характеристика системы ISDB-S3 для спутникового радиовещания в формате ТСВЧ

Система ISDB-S3 была разработана в Японии для спутникового радиовещания в формате ТСВЧ. Ниже перечислены технические свойства этой системы.

- Непосредственный прием сигнала ТСВЧ: вследствие того, что в Японии широко распространены параболические антенны диаметром 45 см, эта система обеспечивает скорость передачи около 100 Мбит/с через спутниковый ретранслятор 34,5 МГц, в котором используется 16-APSK со скоростью внутреннего кодирования 7/9, а также обеспечивает готовность услуг на уровне 99,5%.
- Высокая пропускная способность: использование коэффициента сглаживания 0,03, кода LDPC и модуляции APSK увеличивает пропускную способность.
- Устойчивость к ослаблению в дожде: иерархическая передача, при которой несколько сигналов с различными схемой модуляции и скоростью внутреннего кодирования передаются в режиме TDM, позволяет осуществлять прием сигналов в условиях сильного ослабления в дожде.
- Устойчивый прием даже при низком значении  $C/N$ : периодическая передача опорного фазового пакетного сигнала с двухпозиционной фазовой манипуляцией (BPSK) со сдвигом на  $\pi/2$  обеспечивает надежность восстановления фазы несущей при  $C/N$  равном 0,0 дБ. Кроме того, использование опорного фазового пакетного сигнала в качестве полезной нагрузки ТМСС способствует повышению пропускной способности передачи.

- Устойчивость к нелинейности спутникового ретранслятора: использование пилот-сигнала обеспечивает оптимальное декодирование LDPC даже при наличии нелинейных эффектов.
- Передача пакетов переменной длины: использование формата входного сигнала "тип-длина-значение" (TLV) позволяет передавать через спутниковые каналы IP-пакеты, такие как IPv4 или IPv6.
- Функциональное управление передачей: использование 9422-битного присвоения управления конфигурацией передачи и мультиплексирования (TMCC) обеспечивает универсальное управление передачей. TMCC может отправлять различные сигналы управления передачей, в том числе для управления схемой модуляции, скоростью кодирования и форматом входного сигнала (транспортный поток MPEG-2 или TLV), а также для идентификации нескольких входных сигналов и управления ими, активизации системы предупреждения о чрезвычайных ситуациях (EWS) и передачи информации рабочей точке спутникового ретранслятора.

Технические характеристики ISDB-S3 перечислены в таблице 1. В качестве внутреннего кода в этой системе используется код LDPC, так как он характеризуется отличными показателями коррекции ошибок. BPSK со сдвигом на  $\pi/2$ , QPSK и 8-PSK в основном используются для работающего в режиме насыщения усилителя на лампе бегущей волны (TWTA) в спутниковом ретрансляторе. Поддерживаются 16- и 32-APSK в качестве способов увеличения пропускной способности канала. Наряду с этим для обеспечения оптимального декодирования LDPC даже при наличии нелинейных эффектов, особенно учитывая, что в процессе APSK зачастую возможно ухудшение вследствие нелинейных характеристик TWTA, был добавлен пилотный сигнал. Кроме того, для обеспечения крутого фронта фильтра и достижения еще более высокой скорости передачи символов применяется коэффициент сглаживания 0,03. Данная система, используя мультиплексирование с разделением по времени (TDM), поддерживает несколько сочетаний модуляции и скорости внутреннего кодирования и может обеспечить широкий диапазон значений пропускной способности передачи и готовности услуг. Кроме того, TMCC может передавать сигналы, позволяющие отмечать границы пакетов TLV, что может быть использовано для отправки IP-пакетов переменной длины.

ТАБЛИЦА 1

## Технические характеристики системы ISDB-S3

Показатель		Описание
Формат входного сигнала		MPEG-2 TS, TLV
Схема модуляции		BPSK со сдвигом на $\pi/2$ , QPSK, 8-PSK, 16-APSK и 32-APSK
Управление передачей		TMCC
Упреждающая коррекция ошибок	Внутренний код	Код LDPC (длина кода: 44880)
	Скорость кодирования	1/3 (41/120), 2/5 (49/120), 1/2 (61/120), 3/5 (73/120), 2/3 (81/120), 3/4 (89/120), 7/9 (93/120), 4/5 (97/120), 5/6 (101/120), 7/8(105/120), 9/10 (109/120) (номинальное значение (истинное значение))
	Внешний код	Укороченный код BCH (65535, 65343, $T = 12$ )
TMCC	Схема модуляции	BPSK со сдвигом на $\pi/2$
	Внутренний код	Укороченный код LDPC (31680,9614) LDPC (44880, 22184)
	Внешний код	Укороченный код BCH (9614,9422), BCH (65535,65343)
	Единица контроля	Управление передачей в единицах слотов
Структура кадров TDM		120 слотов на кадр
Скорость передачи символов		Не указана. Скорость передачи символов ISDB-S3 может устанавливаться гибким образом в зависимости от полосы пропускания конкретного спутникового ретранслятора.
Коэффициент сглаживания		0,03
Нелинейный сигнал компенсации		Пилот-сигнал, который может передавать уникальную последовательность слов благодаря использованию той же схемы модуляции, что и для входного сигнала. Усредненный пилот-сигнал использовался на стороне приемника в качестве контрольной точки декодирования LDPC.

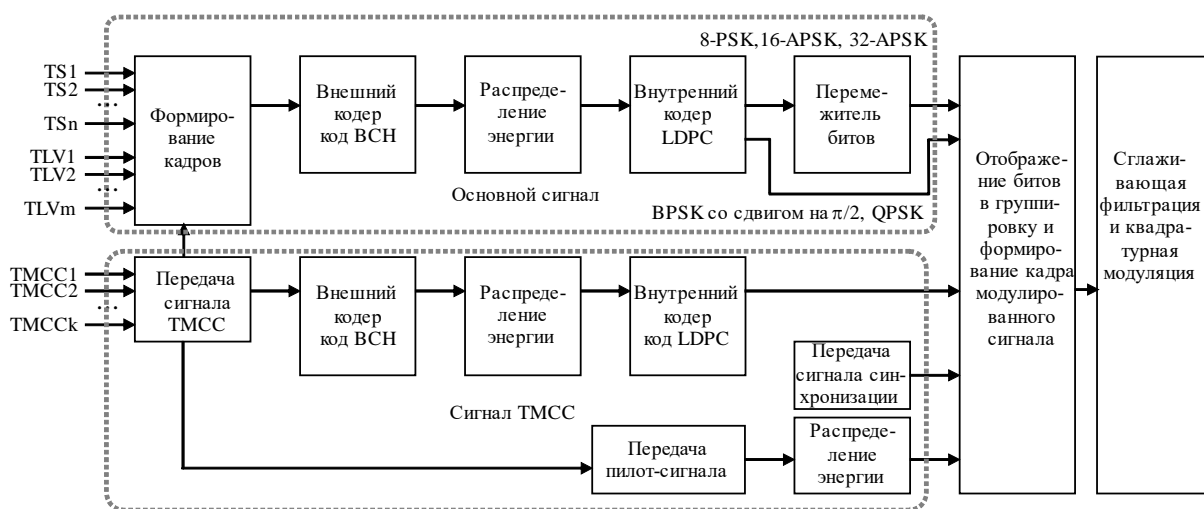
## 2 Технические спецификации системы ISDB-S3 для спутникового радиовещания в формате ТСВЧ

### 2.1 Определение блока

Общая конфигурация ISDB-S3 представлена на рисунке 1. Система обрабатывает транспортный поток MPEG-2 (TS) и потоки тип-длина-значение (TLV) (TS1, TS2, ..., TSn, TLV1, TLV2, ..., TLVm) в качестве основных сигналов (верхняя часть рисунка 1), а также параметры передачи для передачи каждого потока (TMCC1, TMCC2, ..., TMCCk) и генерирует сигнал TMCC на основе этих параметров передачи (нижняя часть рисунка 1). Конфигурация кадров осуществляется на основе сигнала TMCC, и основной сигнал и сигнал TMCC обрабатываются в единицах кадра. В каждом кадре содержится 120 слотов, и длина каждого слота совпадает с длиной кода LDPC. После конфигурации кадра основной сигнал проходит обработку, этапы которой включают кодирование внешним кодом, распределение энергии и кодирование внутренним кодом, а также перемежение битов, если используются схемы модуляции 8-PSK, 16-APSK или 32-APSK. За исключением перемежения битов, сигнал TMCC обрабатывается аналогичным образом. В дополнение к этим сигналам генерируются сигнал синхронизации (для синхронизации кадров и синхронизации слотов) и пилот-сигнал распределения энергии, схема модуляции которых совпадает со схемой модуляции основного сигнала. Указанные выше сигналы затем отображаются в назначенную группировку, и с помощью TDM осуществляется формирование кадров на основе модуляции.



РИСУНОК 1  
Общая конфигурация системы ISDB-S3



ВО.2098-0 1

## 2.2 Формирование кадров

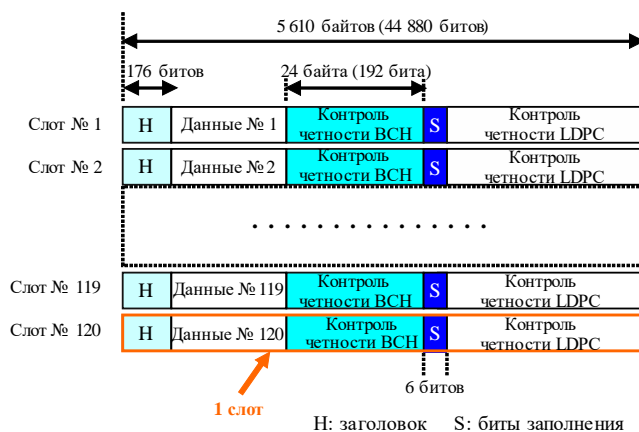
### 2.2.1 Конфигурация кадра основного сигнала

Конфигурация кадра основного сигнала представлена на рисунке 2. Этот мультиплексированный кадр состоит из 120 слотов, и в каждом из них содержатся заголовок, данные, биты четности BCH, биты заполнения и биты четности LDPC.

В данном случае пакеты MPEG-2 TS или TLV MPEG-2 расположены в области данных, а в случае пакетов MPEG-2 TS 187-байтовые пакеты, за исключением байта синхронизации (0x47) в начале каждого пакета, последовательно расположены в области данных каждого слота.

Биты четности BCH вычисляются для заголовка и данных и размещаются после области данных. За областью контроля четности BCH следуют шесть битов заполнения (0x3F), и после выполнения распределения энергии на заголовок, данные, биты четности BCH и биты заполнения, производится вычисление битов четности LDPC, которые помещаются после битов заполнения.

РИСУНОК 2  
Конфигурация кадра основного сигнала

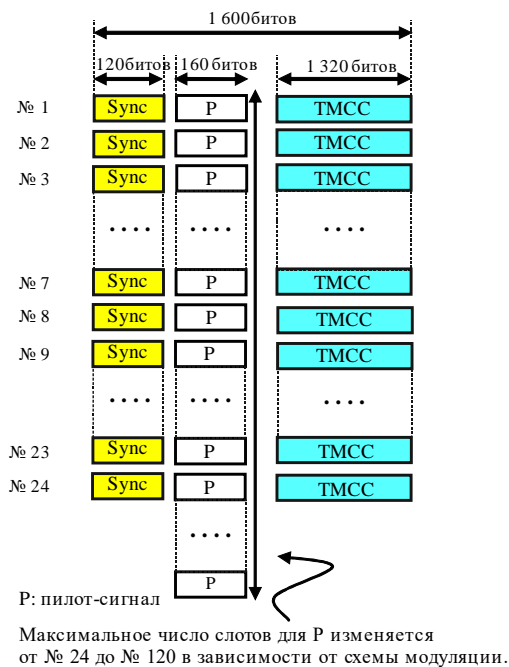


ВО.2098-02

### 2.2.2 Конфигурация кадра сигнала управления

Конфигурация кадра сигналов управления представлена на рисунке 3. Этот мультиплексированный кадр состоит из 2880 битов сигналов синхронизации, 3840~19 200 битов пилот-сигналов и 31 680 битов сигналов TMCC.

РИСУНОК 3  
Конфигурация кадра сигналов управления



ВО.2098-03

### 2.3 Конфигурация кадра модулированного сигнала

На рисунке 4 представлена блок-схема, отражающая генерирование модулированного сигнала из описанных выше мультиплексированных сигналов с конфигурированным кадром, а на рисунке 5 представлена конфигурация кадра модулированного сигнала.

РИСУНОК 4

Генерирование модулированного сигнала

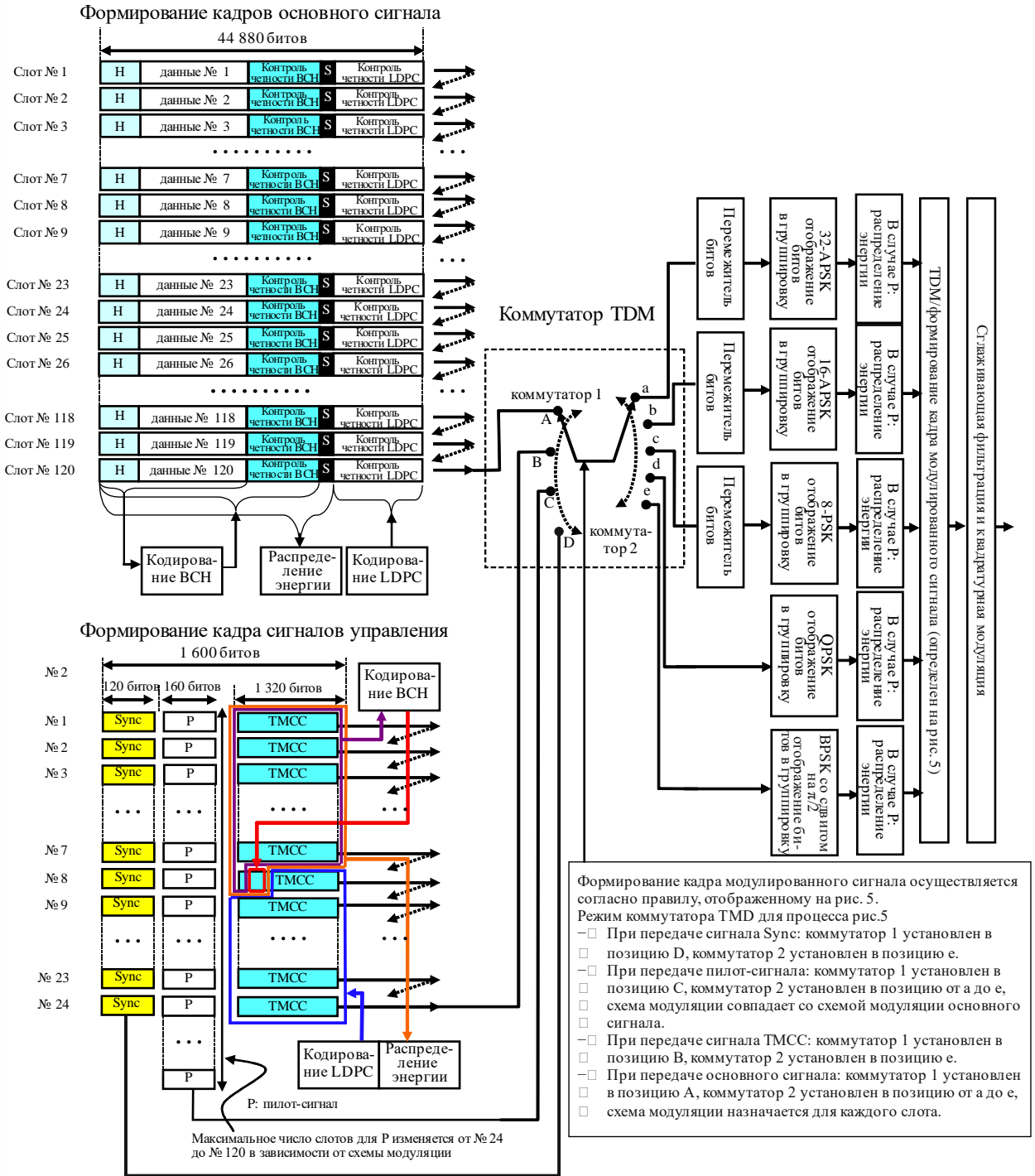
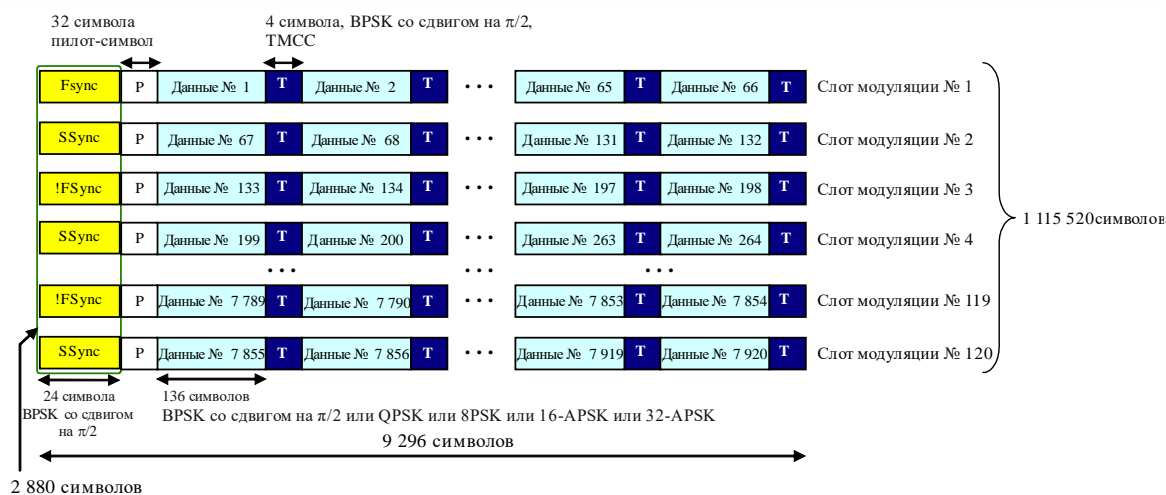


РИСУНОК 5

## Конфигурация кадра модулированного сигнала



ВО.2098-05

## 2.4 Упреждающая коррекция ошибок

## 2.4.1 Метод кодирования с использованием внешнего кода

Внешнее кодирование осуществляется с использованием укороченного кода BCH (65535, 65343) с исправляющей способностью  $T = 12$ .

## 2.4.2 Метод кодирования с использованием внутреннего кода

Внутреннее кодирование осуществляется с использованием кода LDPC длиной 44 880 битов и 11 скоростями кодирования, которые перечислены в таблице 2.

ТАБЛИЦА 2

## Скорость внутреннего кодирования

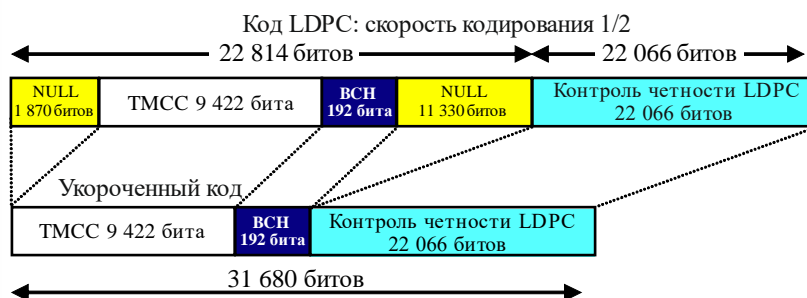
Скорость внутреннего кодирования (номинальное значение)	Истинное значение
1/3	41/120
2/5	49/120
1/2	61/120
3/5	73/120
2/3	81/120
3/4	89/120
7/9	93/120
4/5	97/120
5/6	101/120
7/8	105/120
9/10	109/120

В представленной выше таблице "истинное значение" – это фактическая скорость кодирования, а "номинальное значение" – это аппроксимация истинного значения в форме простой дроби.

## 2.5 Метод коррекции ошибок для ТМСС

Метод внешнего кодирования, используемый для основного сигнала, используется для внешнего кода. Укороченная версия кодирования LDPC (скорость 1/2) для основного сигнала используется для внутреннего кода (см. рис. 6). Данные кода LDPC содержат данные NULL (1870 битов, все нули), данные ТМСС (9422 бита), код контроля четности Боуза-Чоудхури-Хоквингема (BCH) (192 бита), еще одну последовательность данных NULL (11 330 битов, все нули) и код контроля четности LDPC (22 066 битов). После кодирования LDPC и удаления данных NULL данные ТМСС, контроля четности BCH и LDPC передаются в виде символов ТМСС. В приемнике в раздел данных NULL вставляются идеальные символы для данных NULL, соответствующие нулям, и осуществляется декодирование LDPC со скоростью 1/2.

РИСУНОК 6  
Кодирование ТМСС



ВО.2098-06

## 2.6 Распределение энергии

Распределение энергии осуществляется для заголовка, данных, данных BCH и битов заполнения.

Распределение энергии осуществляется также для ТМСС и пилот-сигнала.

## 2.7 Перемежение битов

В случае 8-PSK, 16-APSK или 32-APSK результат из раздела кодирования LDPC представляется с перемежением битов.

## 2.8 Схемы модуляции

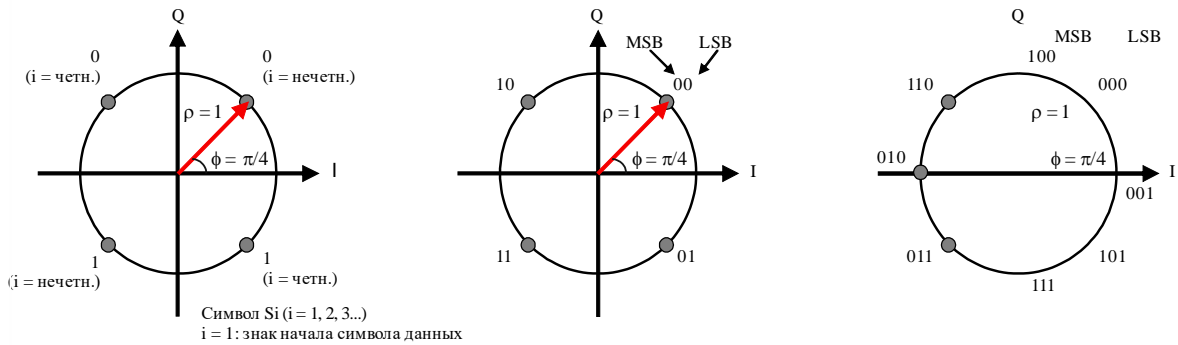
Применимые схемы модуляции перечислены в таблице 3, а диаграммы группировок для каждой схемы модуляции представлены на рисунке 7. При модуляции BPSK со сдвигом на  $\pi/2$  используется следующая группировка. Для символов с нечетным номером, включая первый символ в начале кадра, символ 0 и символ 1 становятся точками сигнала в 1-м и 3-м квадрантах соответственно, а для второго символа и последующих четных символов указанные выше точки поворачивается на  $90^\circ$  против часовой стрелки. Соотношения радиусов  $\gamma$  ( $= R_2/R_1$ ) для 16-APSK, а также соотношения радиусов  $\gamma_1$  ( $= R_2/R_1$ ) и  $\gamma_2$  ( $= R_3/R_1$ ) для 32-APSK и соответствующие им скорости внутреннего кодирования представлены в таблице 4 и таблице 5. Кроме того, при том что в схемах модуляции а) – с) радиус принимается за 1 и мощность приведена к 1, для схем модуляции d) и e) мы используем  $4R_1^2 + 12R_2^2 = 16$  и  $4R_1^2 + 12R_2^2 + 16R_3^2 = 32$ , соответственно, и мощность, приведенную к 1.

ТАБЛИЦА 3  
Схемы модуляции

Схема модуляции	Применение
BPSK со сдвигом на $\pi/2$	Синхронизация кадров Синхронизация слотов Сигнал ТМСС Основной сигнал (в том числе пилот-сигнал)
QPSK	Основной сигнал (в том числе пилот-сигнал)
8-PSK	Основной сигнал (в том числе пилот-сигнал)
16-APSK	Основной сигнал (в том числе пилот-сигнал)
32-APSK	Основной сигнал (в том числе пилот-сигнал)

РИСУНОК 7

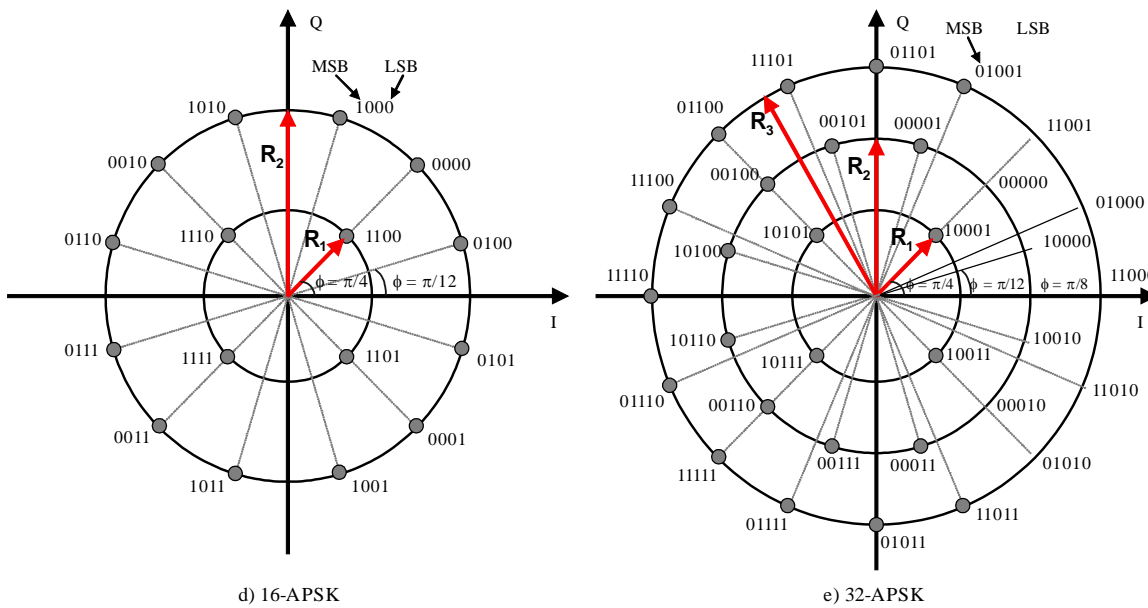
Диаграммы группировок для каждой схемы модуляции



а) BPSK со сдвигом на  $\pi/2$

б) QPSK

в) 8-PSK



д) 16-APSK

е) 32-APSK



ТАБЛИЦА 4

## Соотношения радиусов для 16-APSK

Скорость внутреннего кодирования	Соотношение радиусов $\gamma$
1/3	3,09
2/5	2,97
1/2	3,93
3/5	2,87
2/3	2,92
3/4	2,97
7/9	2,87
4/5	2,73
5/6	2,67
7/8	2,76
9/10	2,69

ТАБЛИЦА 5

## Соотношения радиусов для 32-APSK

Скорость внутреннего кодирования	Соотношение радиусов $\gamma_1$	Соотношение радиусов $\gamma_2$
1/3	3,09	6,53
2/5	2,97	7,17
1/2	3,93	8,03
3/5	2,87	5,61
2/3	2,92	5,68
3/4	2,97	5,57
7/9	2,87	5,33
4/5	2,73	5,05
5/6	2,67	4,80
7/8	2,76	4,82
9/10	2,69	4,66

## 2.9 Пилот-сигнал

Пилот-сигнал последовательно передает точки сигнала для схемы модуляции, установленной ТМСС для данного слота. Например, пилот-сигнал передаст точки сигнала 00000, 00001, 00010, 00011...11111 в таком порядке для 32-APSK, точки сигнала 0000, 0001, 0010, 0011...1111 в таком порядке два раза для 16-APSK, точки сигнала 000, 001, 010, 011...111 в таком порядке четыре раза для 8PSK, точки сигнала 00, 01, 10 и 11 в таком порядке восемь раз для QPSK и точки сигнала 0 и 1 в таком порядке 16 раз для BPSK со сдвигом на  $\pi/2$ .

## 2.10 Коэффициент сглаживания

Характеристики фильтра для ограничения полосы несущей волны установлены для характеристик приподнятого косинуса, как это определено в следующей передаточной функции по частоте:

$$\begin{cases} 1 & |F| \leq F_n \times (1 - \alpha) \\ \sqrt{\frac{1}{2} + \frac{1}{2} \sin \frac{\pi}{2F_n} \left[ \frac{F_n - |F|}{\alpha} \right]} & F_n(1 - \alpha) \leq |F| \leq F_n(1 + \alpha) \\ 0 & |F| \geq F_n(1 + \alpha) \end{cases}$$

где:

$F_n$  : частота Найквиста;

$\alpha$  : коэффициент сглаживания = 0,03.

## 2.11 Сигнал ТМСС

Сигнал ТМСС передает для каждого слота относящуюся к передаче управляющую информацию о распределении потоков передачи, взаимосвязи потоков и схем модуляции и т. д. Размер области, которая может быть использована для передачи сигналов ТМСС, составляет 9244 бита на кадр. При переключении между схемами модуляции и т. д., сигнал ТМСС передает информацию о переключении за два кадра до фактического переключения. Минимальный интервал обновления сигнала ТМСС составляет один кадр. Приемник должен постоянно контролировать информацию о сигнале ТМСС, с тем чтобы обеспечить прием этой управляющей информации. Битовая конфигурация управляющей информации в сигнале ТМСС представлена на рисунке 8.

РИСУНОК 8

Битовая конфигурация сигнала ТМСС

Порядок изменения	Информация о режиме передачи/числе слотов	Информация о типе потока/ номере соответствующего потока	Информация о типе потока/ номере соответствующего потока	Информация о формате пакета/номере соответствующего потока	Информация о номере соответствующего потока/слоте	Таблица соотношения идентификатора соответствующего потока и идентификатора потока передачи	Управляющая информация о передаче/ приеме	Расширение информации
8 битов	192 бита	128 битов	896 битов	3 840 битов	480 битов	256 битов	8 битов	3 614 бита

ВО.2098-08

### 2.11.1 Порядок изменения

Порядок изменения – это 8-битовое число, которое увеличивается на единицу всякий раз, когда происходит изменение информации в сигнале ТМСС. По достижении "11111111" его значение обнуляется и становится равным "00000000".

### 2.11.2 Информация о режиме передачи/числе слотов

Эта информация указывает схему модуляции, используемую для основного сигнала (4 бита), скорость внутреннего кодирования (4 бита), число распределенных слотов (8 битов) и величину потерь выходной мощности на спутнике (ОВО) (8 битов), чьи параметры определены как режим передачи. Максимальное число режимов передачи составляет 8. Битовая конфигурация этой информации приведена на рисунке 9, а соответствие между значениями поля и параметрами передачи представлено в таблицах 6–8.

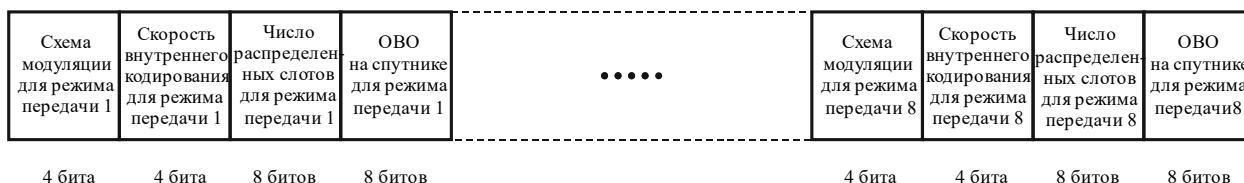
Режимы передачи 1–8 распределены в порядке схем модуляции и скоростей внутреннего кодирования, появляющихся в кадре передачи, начиная со слота 1 (первыми появляются схемы модуляции, имеющие наибольшее число точек группировки, а в случае одинаковых схем модуляции первыми появляются те, которые имеют более высокие кодовые скорости).

В случае если число схем модуляции, которые будут использованы, меньше 8, то для любого неиспользованного режима передачи значение, установленное для схемы модуляции и кодовой скорости, составляет "1111", а значение, установленное для числа распределенных слотов и потерь мощности составляет "00000000".

Число распределенных слотов указывает число слотов, включая фиктивные слоты, распределенные для комбинации "схема модуляции/скорость внутреннего кодирования", указанной в непосредственно предшествующих полях. Число слотов, распределенных каждому режиму передачи, должно быть кратным 5, а общее число слотов, распределенных режимам передачи, должно быть равным 120, что соответствует числу слотов для одного кадра передачи.

РИСУНОК 9

## Битовая конфигурация информации о режиме передачи/числе слотов



ВО.2098-09

ТАБЛИЦА 6

## Схемы модуляции для режима передачи

Значение	Схема модуляции
0000	Зарезервировано
0001	BPSK со сдвигом на $\pi/2$
0010	QPSK
0011	8-PSK
0100	16-APSK
0101	32-APSK
0110 – 1110	Зарезервировано
1111	Схема не распределена

ТАБЛИЦА 7

**Скорости внутреннего кодирования для режима передачи**

Значение	Скорость внутреннего кодирования
0000	Зарезервировано
0001	1/3
0010	2/5
0011	1/2
0100	3/5
0101	2/3
0110	3/4
0111	7/9
1000	4/5
1001	5/6
1010	7/8
1011	9/10
1100 – 1110	Зарезервировано
1111	Схема не распределена

ТАБЛИЦА 8

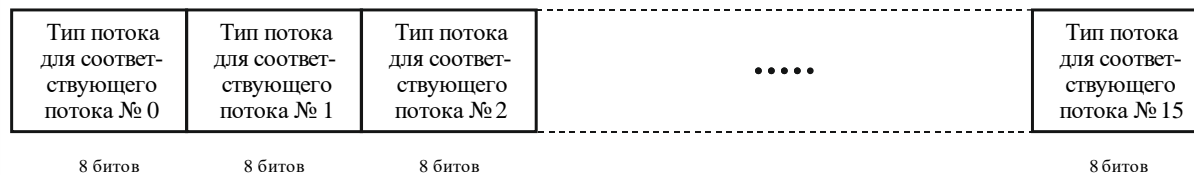
**ОВО на спутнике для режима передачи**

Значение	ОВО на спутнике
00000000	0,0 дБ
00000001	0,1 дБ
00000010	0,2 дБ
00000011	0,3 дБ
00000100	0,4 дБ
00000101	0,5 дБ
00000110	0,6 дБ
00000111	0,7 дБ
....	....
11111010	25,0 дБ
11111011	25,1 дБ
11111100	25,2 дБ
11111101	25,3 дБ
11111110	25,4 дБ
11111111	25,5 дБ

**2.11.3 Информация о типе потока/номере соответствующего потока**

Информация о типе потока/номере соответствующего потока (8 битов) указывает тип потока пакетов для каждого из номеров соответствующих потоков от 0 до 15, распределенных слотам в порядке, описанном в п. 2.11.6, ниже. Конфигурация информации о типе потока/номере соответствующего потока представлена на рисунке 10, а соответствие между значениями и типом потока отражено в таблице 9.

РИСУНОК 10

**Битовая конфигурация информация о типе потока/соответствующем потоке**

ВО.2098-10

ТАБЛИЦА 9

**Типы потока**

Значение	Тип потока
00000000	Зарезервировано
00000001	MPEG-2 TS
00000010	TLV
00000011–11111110	Зарезервировано
11111111	Тип не распределен

**2.11.4 Информация о формате пакета/номере соответствующего потока**

Информация о формате пакета/номере соответствующего потока указывает на формат пакета для каждого номера соответствующего потока от 0 до 15, распределенных слотам в порядке, описанном в п. 2.11.6, ниже. Конфигурация информации о формате пакета/номере соответствующего потока представлена на рисунке 11.

"Длина пакета" (16 битов) указывает длину каждого пакета в байтах; она указана для каждого соответствующего номера потока от 0 до 15.

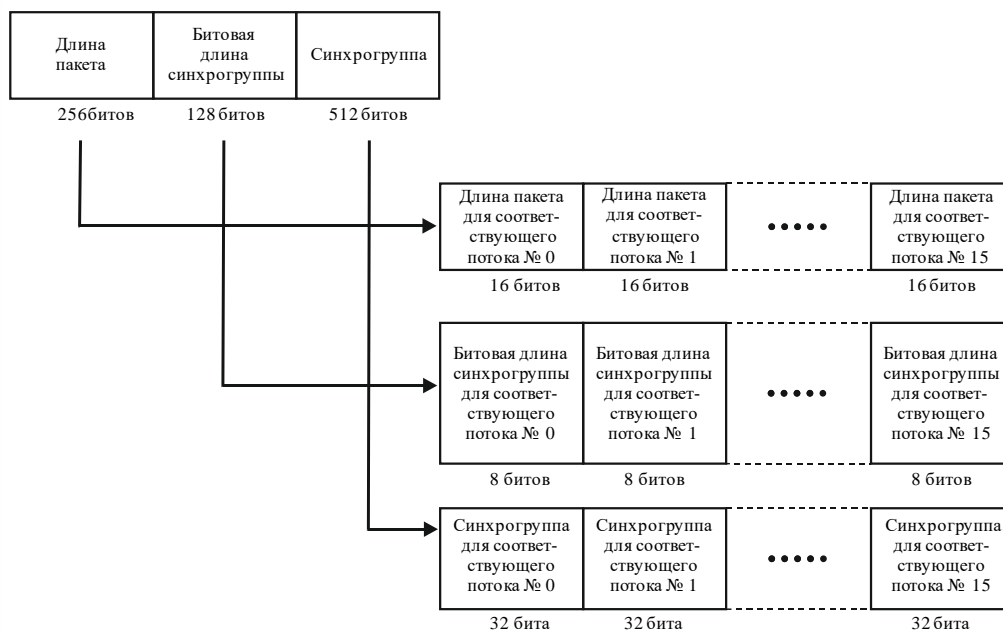
"Битовая длина синхрогруппы" (8 битов) – это длина в битах синхрогруппы, прилагаемая началу пакета; указывается для каждого из соответствующих номеров потока от 0 до 15.

"Синхрогруппа" (32 бита) – это шаблон, прилагаемый к началу пакета; указывается для каждого из соответствующих номеров потока от 0 до 15.

В случае если битовая длина синхрогруппы окажется меньше 32 битов, такая синхрогруппа для данного пакета передачи должна быть записана с начала этого поля, а избыточные биты должны быть заполнены нулями.

РИСУНОК 11

**Битовая конфигурация информации формате пакета/номере соответствующего потока**



ВО.2098-11

### 2.11.5 Информация об указателе/слоте

Информация об указателе/слоте указывает самое начало (указатель вершины) первого пакета и конец (указатель конца) последнего пакета в каждом слоте от 1 до 120. Конфигурация информации об указателе/слоте представлена на рисунке 12.

Указатель вершины (16 битов) указывает положение ведущего байта первого пакета в данном слоте в форме количества байтов от начала этого слота, исключая заголовок. В данном примере значение 0xFFFF указывает, что ведущего байта не существует.

Указатель конца (16 битов) указывает положение конечного байта последнего пакета плюс 1 в данном слоте в форме количества байтов от начала этого слота, исключая заголовок. В данном примере значение 0xFFFF указывает, что конечного байта не существует.

РИСУНОК 12

**Битовая конфигурация информации об указателе/слоте**



ВО.2098-12

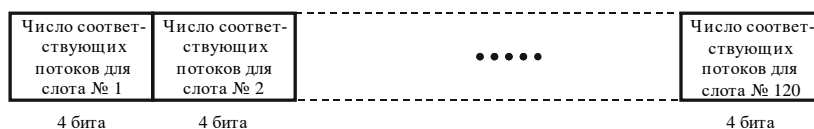
### 2.11.6 Информация о числе соответствующих потоков/слоте

Информация о числе соответствующих потоков/слоте (4 бита) указывает число соответствующих потоков, которые должны быть переданы в каждом слоте по порядку начиная со слота № 1. В пределах одного кадра может быть передано не более 16 потоков, и это означает, что число соответствующих потоков может быть указано 4 битами. То же число может быть также распределено фиктивными слотам. Конфигурация информации о числе соответствующих потоков/слоте представлена на рисунке 13.



РИСУНОК 13

## Битовая конфигурация информации о числе соответствующих потоков/в слоте



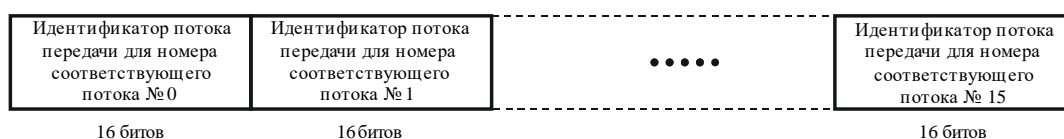
ВО.2098-13

## 2.11.7 Таблица соотношения номера соответствующего потока и идентификатора потока передачи

На рисунке 14 показано соотношение номера соответствующего потока и "идентификатора потока передачи (16 битов)", который является идентификатором транспортного потока (TS\_ID) в случае транспортного потока MPEG-2, и идентификатором потока TLV в случае потока TLV.

РИСУНОК 14

## Битовая конфигурация таблицы соотношения номера соответствующего потока и идентификатора потока передачи



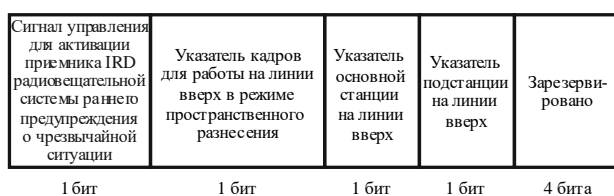
ВО.2098-14

## 2.11.8 Управляющая информация о передаче/приеме

В управляющей информации о передаче/приеме передаются различные сигналы управления, например сигнал для управления запуском приемника радиовещательной системы раннего предупреждения о чрезвычайной ситуации (EWS) и сигнал управления для переключения станций линий вверх в случае замирания сигнала в линии вверх вследствие ослабления в дожде. Конфигурация управляющей информации о передаче/приеме представлена на рисунке 15.

РИСУНОК 15

## Битовая конфигурация управляющей информации о передаче/приеме

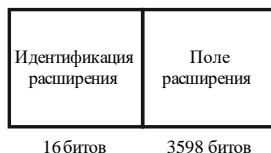


ВО.2098-15

## 2.11.9 Информация расширения

Информация расширения (3614 битов) – это поле, зарезервированное для будущих расширений сигнала TMCC. Конфигурация информации расширения представлена на рисунке 16. При создании расширения сигнала TMCC идентификация расширения (16 битов) принимает значение, отличающееся от первоначально предписанного "0000000000000000", и это значение указывает, что с этого момента действует поле расширения (3598 битов).

РИСУНОК 16

**Битовая конфигурация информации расширения**

ВО.2098-16

**Приложение 2****Таблица сравнения систем передачи  
спутникового радиовещания в формате ТСВЧ**

В таблицах 10 и 11 проводится сравнение систем передачи для спутникового радиовещания в формате ТСВЧ. Описанный в Рекомендации [ITU-R ВО.1784] стандарт DVB-S2X (часть, относящаяся к радиовещанию, обозначенная как "Система E2") был выбран в этой Рекомендации МСЭ-R в качестве справочной системы. В указанных таблицах проводится сравнение Системы E2 с системой спутникового цифрового радиовещания с интеграцией служб 3-го поколения (ISDB-S3), которая описана в Приложении 1 и обозначена как "Система F".

ТАБЛИЦА 10

Сравнение технических параметров систем передачи в системе E2, описанной в Рекомендации МСЭ-R ВО.1784, и в системе, описанной в Приложении 1 к настоящей Рекомендации (Система F)

## а) Функция

	Система E2	Система F
Доставляемые услуги	ТСЧ, ТВЧ и ТСВЧ, применения для передачи звука, данных и интерактивных данных <sup>(1)</sup>	ТСЧ, ТВЧ и ТСВЧ, применения для передачи звука, данных и интерактивных данных
Формат входного сигнала	MPEG-TS/общий поток (напр. IP)	MPEG-TS, TLV
Способность обрабатывать несколько входных сигналов	Да: максимум 255	Да: максимум 16
Устойчивость к замиранию в дожде	Для радиовещания: доступно адаптивное кодирование и модуляция в дополнение к мощности передатчика и скорости внутреннего кодирования.	Доступна иерархическая передача в дополнение к мощности передатчика и скорости внутреннего кодирования. ТМСС обеспечивает указатель станции на линии вверх для работы с пространственным разнесением.
Связывание каналов	До трех каналов	Да. ММТ/TLV обеспечивает возможность связывания данных, переданных не более чем в 256 каналах.
Подвижной прием	Режимы VL-SNR, подходящие для применений подвижной связи и других служб в тех областях, где отношение сигнал/шум (SNR) может упасть до -10 дБ	Недоступен, подлежит дальнейшему рассмотрению.
Гибкое назначение службам битовой скорости	Доступно	Доступно
Конструкция приемника, общая с другими приемными системами	Возможны системы A, B, C, D, E1 и E2	Возможны системы A, B, C, D, E1, E2 и F
Унификация с другими носителями (т. е. наземными, кабельными и т. д.)	На основе MPEG-TS На основе GSE, GSE-Lite	На основе MPEG-TS и IP
Оборудование радиовещательной станции	Доступно на рынке	Доступно на рынке
EWS	–	Да

ТАБЛИЦА 10 (продолжение)

## b) Рабочие характеристики

	Система E2	Система F
Пример чистой скорости передачи данных (скорость передачи без контроля четности)	Скорость передачи символов не определена. Следующие чистые скорости передачи данных получены на основе типовой скорости передачи символов, составляющей 27,776 МБод, при длине обычного кадра с FEC и в отсутствие пилот-сигналов: QPSK 1/2: 27,467 Мбит/с QPSK 3/4: 41,316 Мбит/с 8-PSK 2/3: 55,014 Мбит/с 16-APSK 3/4: 82,404 Мбит/с <sup>(6)</sup> <sup>(7)</sup> 8-PSK 25/36: 57,278 32-APSK 2/3 L: 91,437 64-APSK 5/6: 137,120 <sup>(7)</sup>	Скорость передачи символов не определена. Следующие чистые скорости передачи данных получены на основе типовой скорости передачи символов, составляющей 33,7561 МБод. MPEG-TS TLV BPSK со сдвигом на $\pi/2$ 1/2: 16,3842 Мбит/с 16,2971 Мбит/с QPSK 1/2: 32,7684 Мбит/с 32,5941 Мбит/с 8-PSK 3/4: 72,0905 Мбит/с 71,7070 Мбит/с 16-APSK 7/9: 100,4898 Мбит/с 99,9552 Мбит/с 32-APSK 4/5: 131,0736 Мбит/с 130,3764 Мбит/с
Возможность наращивания снизу вверх	Да	Да
Возможность ТВЧ	Да	Да
Возможность ТСВЧ	Да	Да
Выбираемый условный доступ	Да	Да

## c) Технические характеристики (передача)

	Система E2	Система F
Схема модуляции для радиовещания	QPSK/8-PSK/8-APSK-L/16-APSK/16-APSK-L/32-APSK/32-APSK-L/64-APSK/64-APSK-L/ <sup>(7)</sup>	BPSK со сдвигом на $\pi/2$ /QPSK/8-модуляция PSK/16-APSK/32-APSK
Скорость передачи символов	Не указана	Не указана
Необходимая ширина полосы (-3 дБ)	Не указана	Не указана
Коэффициент сглаживания	0,35; 0,25; 0,2; 0,15; 0,10; 0,05 (приподнятый косинус)	0.03
Внешний код	ВСН ( $N, K, T$ ) с параметрами, различающимися в зависимости от внутреннего кодирования и конфигурации длины кадра	ВСН (65535, 65343, $T = 12$ ) укороченный код $T$ означает корректируемые биты в каждом кодовом слове.
Генератор внешнего кода	ВСН ( $N, K, T$ ) с параметрами, различающимися в зависимости от внутреннего кодирования и конфигурации длины кадра	ВСН (65535, 65343, $T = 12$ ) укороченный код $T$ означает корректируемые биты в каждом кодовом слове.

ТАБЛИЦА 10 (продолжение)

с) Технические характеристики (передача) (продолжение)

	Система E2	Система F
Многочлен генератора внешнего кода	Различается в зависимости от внутреннего кодирования и конфигурации длины кадра	Ниже перечислены многочлены кода BCH $g_1(x)=1+x+x^3+x^{12}+x^{16}$ $g_2(x)=1+x^2+x^3+x^4+x^8+x^9+x^{11}+x^{12}+x^{16}$ $g_3(x)=1+x^2+x^3+x^7+x^9+x^{10}+x^{11}+x^{13}+x^{16}$ $g_4(x)=1+x+x^3+x^6+x^7+x^{11}+x^{12}+x^{13}+x^{16}$ $g_5(x)=1+x+x^2+x^3+x^5+x^7+x^8+x^9+x^{11}+x^{13}+x^{16}$ $g_6(x)=1+x+x^6+x^7+x^9+x^{10}+x^{12}+x^{13}+x^{16}$ $g_7(x)=1+x+x^2+x^6+x^9+x^{10}+x^{11}+x^{15}+x^{16}$ $g_8(x)=1+x+x^3+x^6+x^8+x^9+x^{12}+x^{15}+x^{16}$ $g_9(x)=1+x+x^4+x^6+x^8+x^{10}+x^{11}+x^{12}+x^{13}+x^{15}+x^{16}$ $g_{10}(x)=1+x+x^2+x^4+x^6+x^8+x^9+x^{10}+x^{11}+x^{15}+x^{16}$ $g_{11}(x)=1+x^6+x^8+x^9+x^{10}+x^{13}+x^{14}+x^{15}+x^{16}$ $g_{12}(x)=1+x+x^2+x^3+x^5+x^6+x^7+x^{10}+x^{11}+x^{15}+x^{16}$
Многочлен генератора поля	Различается в зависимости от внутреннего кодирования и конфигурации длины кадра	$1+x+x^3+x^{12}+x^{16}$
Рандомизация для распределения энергии	$n$ последовательностей Голда PRBS получены путем объединения двух последовательностей, составленных с использованием примитивных многочленов (по GF(2)) $1+x^7+x^{18}$ и $1+y^5+y^7+y^{10}+y^{18}$ $n \in [0, 262\ 141]$ Далее $n$ -я последовательность кода Голда $z_n$ $n = 0, 1, 2, \dots, 2^{18}-2$ определяется как: $-z_n(i) = [x((i+n) \text{ по модулю } (2^{18}-1)) + y(i)] \text{ по модулю } 2,$ $i = 0, \dots, 2^{18}-2.$	PRBS для данных слота: $1+x^{22}+x^{25}$ PRBS для сигнала TMCC: $1+x^{14}+x^{15}$ PRBS для пилот-сигнал: $1+x^{14}+x^{15}$
Последовательность загрузки в регистре псевдослучайной последовательности двоичных символов (PRBS)	$n = i \times 10\ 949$ , с $i \in [0,6]$ для радиовещательных служб, для ослабления влияния помех	Данные слота: 1010000000000000000011010 Сигнал TMCC: 100000000001110 Пилот-сигнал: 100000000101100

ТАБЛИЦА 10 (продолжение)

с) Технические характеристики (передача) (продолжение)

	Система E2 <sup>(4)</sup>	Система F
Точка рандомизации	Перед модуляцией/после отображения битов в кадр физического уровня и факультативного включения пилот-сигнала	После кодера BCH
Перемежение внутреннего и внешнего кодов	<sup>(2)</sup>	<sup>(3)</sup>
Внутреннее кодирование	Код LDPC	Код LDPC
Длина блока внутреннего кода	Обычный кадр с FEC = 64 800 битов Короткий кадр с FEC = 16 200 битов Средний кадр с FEC = 32 400 битов	44 880 битов
Скорость внутреннего кодирования	QPSK: 1/4, 1/3, 2/5, 1/2, 3/5, 2/3, 3/4, 4/5, 5/6, 8/9, 9/10, 13/45, 9/20, 11/20, 11/45, 4/15, 14/45, 7/15, 8/15, 32/45 8-PSK: 3/5, 2/3, 3/4, 5/6, 8/9, 9/10, 23/36, 25/36, 13/18, 7/15, 8/15, 26/45, 32/45 8-APSK-L: 5/9, 26/45 16-APSK: 2/3, 3/4, 4/5, 5/6, 8/9, 9/10, 26/45, 3/5, 28/45, 23/36, 25/36, 13/18, 7/9, 77/90, 7/15, 8/15, 26/45, 3/5, 32/45 16-APSK-L: 5/9, 8/15, 1/2, 3/5, 2/3 32-APSK: 3/4, 4/5, 5/6, 8/9, 9/10, 2/3, 32/45 64-APSK: 11/15, 7/9, 4/5, 5/6 64-APSK-L: 32/45	1/3, 2/5, 1/2, 3/5, 2/3, 3/4, 7/9, 4/5, 5/6, 7/8, 9/10
Управление передачей	Структура формирования кадров основной полосы частот и физического уровня; факультативные пилот-сигналы	TMCC
Структура кадра	Обычный кадр с FEC = 64 800 битов Короткий кадр с FEC = 16 200 битов Средний кадр с FEC = 32 400 битов	120 слотов в кадре
Структура суперкадра	Да	Нет
Размер пакета (в байтах)	188 для MPEG-TS Для GS не определен	188 байтов для MPEG-TS Для TLV не определен
Транспортный уровень	Не определен	Не определен
Частотный диапазон спутниковой линии вниз (ГГц)	Предназначен для 11/12 и 17/21, не исключая другие спутниковые частотные диапазоны	Предназначен для 11/12 и 17/21, не исключая другие спутниковые частотные диапазоны



ТАБЛИЦА 10 (продолжение)

с) Технические характеристики (кодирование источника)

		Система E2	Система F
Кодирование видеоисточника	Синтаксис	MPEG-4 AVC MPEG-2 Общий HEVC <sup>(5)</sup> Не ограничен	HEVC <sup>(5)</sup>
	Уровни	Уровень-3 и 4 Не ограничено, применимо ко всем уровням	Уровни 4.1, 5.1, 5.2, 6.1 и 6.2
	Профили	Основной профиль Не ограничено, используются все профили	Основной профиль для уровня 4.1, основные 10 профилей для всех уровней
Формат развертки		4:3 16:9 (2.12:1 факультативно) Не ограничен	16:9
Поддерживаемые форматы изображения		Рекомендуемые для MPEG-2: 720 × 576            704 × 576 544 × 576            480 × 576 352 × 576            352 × 288 Рекомендуемые для MPEG-4 AVC: 720 × 480            640 × 480 544 × 480            480 × 480 352 × 480            352 × 240 1 920 × 1 080        1 440 × 1 080 1 280 × 1 080        960 × 1 080 1 280 × 720           960 × 720 640 × 720 Рекомендуемые для HEVC <sup>(5)</sup> Не ограничены	Уровень 6.2: 7 680 × 4 320/120/P        7 680 × 4 320/100/P Уровень 6.1: 7 680 × 4 320/60/P        7 680 × 4 320/50/P Уровень 5.2: 3 840 × 2 160/120/P        3 840 × 2 160/100/P Уровень 5.1: 3 840 × 2 160/60/P        3 840 × 2 160/50/P Уровень 4.1: 1 920 × 1 080/60/P        1 920 × 1 080/50/P 1 920 × 1 080/60/I        1 920 × 1 080/50/I
Скорость передачи кадров на мониторе (в секунду)		25, 50 или 100, 24, 30, 60 или 120	30 (с чересстрочной разверткой), 60, 120, а также деленные на 1,001 25 (с чересстрочной разверткой), 50, 100

ТАБЛИЦА 10 (окончание)

с) Технические характеристики (кодирование источника)

	Система E2	Система F
Декодирование аудиоисточника	Аудио с обратной совместимостью MPEG-1 Уровень I, MPEG-1 Уровень II либо MPEG-2 Уровень II MPEG-4 AAC, MPEG-4 ALS	MPEG-4 AAC, MPEG-4 ALS
Служебная информация	Поддерживается	Поддерживается
EPG (электронная программа телепередач)	Поддерживается	Поддерживается
Телетекст	Поддерживается	Поддерживается
Ввод субтитров	Поддерживается	Поддерживается
Скрытые субтитры	Не указано	Не указано

- (1) Также применимо к сбору новостей, интерактивным услугам и другим спутниковым применениям.
- (2) В системах E2 не используется перемежитель внутреннего и внешнего кодов, однако предусмотрен перемежитель битов перед устройством отображения символов (за исключением QPSK).
- (3) В Системе F не используется перемежитель внутреннего и внешнего кодов, однако предусмотрен перемежитель битов перед устройством отображения символов (за исключением BPSK со сдвигом на  $\pi/2$  и QPSK).
- (4) Не все скорости внутреннего кодирования применимы к кадрам с FEC любого размера.
- (5) Рекомендация МСЭ-T Н.265 (2013) | ISO/IEC 23008-2:2013: Высокоэффективное кодирование видеоизображений.
- (6) QPSK и 8-PSK являются нормативными, 16-APSK и 32-APSK являются факультативными для радиовещательных применений в стандарте DVB-S2.
- (7) QPSK, 8-PSK, 8-APSK-L, 16-APSK, 16-APSK-L, 32-APSK и 32-APSK-L являются нормативными для радиовещания, 64-APSK и 64-APSK-L являются факультативными для радиовещания в стандарте DVB-S2X. Кроме того, в стандарте DVB-S2X возможны 128-APSK, 256-APSK и 256-APSK-L, которые не применимы в радиовещании. L указывает режимы, оптимизированные для квазилинейных каналов.

ТАБЛИЦА 11

Таблица сравнения характеристик

Модуляция и кодирование		Система E2 <sup>(5)</sup>		Система F	
Режимы модуляции, поддерживаемые отдельно и на одной и той же несущей		QPSK, 8-PSK, 16-APSK, 32-APSK <sup>(6) (7)</sup> , 8-APSK-L, 16-APSK-L, 32-APSK-L 64-APSK, 64-APSK-L <sup>(7)</sup>		BPSK со сдвигом на $\pi/2$ , QPSK, 8-PSK, 16-APSK, 32-APSK	
Рабочие характеристики (определяют C/N, требуемое для квазибезошибочной передачи (QEF) (бит/с/Гц))		Эффективность использования спектра <sup>(1)</sup>	C/N для QEF <sup>(2)</sup>	Эффективность использования спектра <sup>(3)</sup>	C/N для QEF <sup>(4)</sup>
Режимы	Внутренний код				
BPSK со сдвигом на $\pi/2$	1/3	Не используется		0,32	-4,0
	2/5	Не используется		0,39	-3,0
	1/2	Не используется		0,48	-1,8
	3/5	Не используется		0,58	-0,5
	2/3	Не используется		0,64	0,3
	3/4	Не используется		0,71	1,0
	7/9	Не используется		0,74	1,5
	4/5	Не используется		0,77	2,0
	5/6	Не используется		0,80	2,5
	7/8	Не используется		0,84	2,9
9/10	Не используется		0,86	3,8	

ТАБЛИЦА 11 (продолжение)

Модуляция и кодирование		Система E2		Система F	
QPSK	1/4	0,49	-2,3	Не используется	
	13/45	0,57	-2,03	Не используется	
	1/3	0,66	-1,2	0,64	-1,0
	2/5	0,79	-0,3	0,77	0,0
	9/20	0,89	0,22	Не используется	
	1/2	0,99	1,0	0,97	1,2
	11/20	1,09	1,45	Не используется	
	3/5	1,19	2,2	1,16	2,5
	2/3	1,32	3,1	1,29	3,3
	3/4	1,49	4,0	1,42	4,0
	7/9	Не используется		1,48	4,5
	4/5	1,59	4,7	1,54	5,0
	5/6	1,65	5,2	1,61	5,5
	7/8	Не используется		1,67	5,9
	8/9	1,77	6,2	Не используется	
	9/10	1,79	6,4	1,73	6,8
8-APSK-L	5/9	1,65	4,73	Не используется	
	26/45	1,71	5,13	Не используется	
8-PSK	1/3	Не используется		0,97	2,2
	2/5	Не используется		1,16	3,1
	1/2	Не используется		1,45	4,4
	3/5	1,78	5,5	1,74	5,7
	23/36	1,90	6,12	Не используется	
	2/3	1,98	6,6	1,93	6,7
	25/36	2,06	7,02	Не используется	

ТАБЛИЦА 11 (продолжение)

Модуляция и кодирование		Система E2		Система F	
8-PSK	13/18	2,15	7,49	Не используется	
	3/4	2,23	7,9	2,12	7,9
	7/9	Не используется		2,22	8,6
	4/5	Не используется		2,32	9,1
	5/6	2,48	9,3	2,41	9,7
	7/8	Не используется		2,51	10,4
	8/9	2,65	10,7	Не используется	
	9/10	2,68	11,0	2,59	11,4
16-APSK-L	1/2	1,97	5,97	Не используется	
	8/15	2,10	6,55	Не используется	
	5/9	2,19	6,84	Не используется	
	3/5	2,37	7,41	Не используется	
	2/3	2,64	8,43	Не используется	
16-APSK	1/3	Не используется		1,29	4,1
	2/5	Не используется		1,54	5,1
	1/2	Не используется		1,93	6,6
	26/45	2,28	7,51	Не используется	
	3/5	2,37	7,80	2,32	8,0
	28/45	2,46	8,10	Не используется	
	23/36	2,52	8,38	Не используется	
	2/3	2,64	9,0	2,57	9,1
	25/36	2,75	9,27	Не используется	

ТАБЛИЦА 11 (продолжение)

Модуляция и кодирование		Система E2		Система F	
16-APSK	13/18	2,86	9,71	Не используется	
	3/4	2,97	10,2	2,83	10,2
	7/9	3,08	10,65	2,96	10,8
	4/5	3,17	11,0	3,09	11,3
	5/6	3,30	11,6	3,22	11,9
	77/90	3,39	11,99	Не используется	
	7/8	Не используется		3,35	12,5
	8/9	3,52	12,9	Не используется	
	9/10	3,57	13,1	3,46	13,5
32-APSK-L	2/3	3,29	11,10	Не используется	
32-APSK	1/3	Не используется		1,61	6,4
	2/5	Не используется		1,93	7,2
	1/2	Не используется		2,41	9,2
	3/5	Не используется		2,90	10,6
	2/3	Не используется		3,22	11,7
	32/45	3,51	11,75	Не используется	
	11/15	3,62	12,17	Не используется	
	3/4	3,70	12,7	3,54	12,8
	7/9	3,84	13,05	3,70	13,4
	4/5	3,95	13,6	3,86	14,0
	5/6	4,12	14,3	4,02	14,5
	7/8	Не используется		4,18	15,3
	8/9	4,40	15,7	Не используется	
	9/10	4,46	16,0	4,32	16,3



ТАБЛИЦА 11 (продолжение)

Модуляция и кодирование		Система E2		Система F
64-APSK-L	32/45	4,21	13,98	Не используется
64-APSK	11/15	4,34	14,81	Не используется
	7/9	4,60	15,47	Не используется
	4/5	4,74	15,87	Не используется
	5/6	4,93	16,55	Не используется
Способность управлять иерархической модуляцией?		Да		Да
Характеристики скорости передачи символов		Плавно регулируемая		Плавно регулируемая

ТАБЛИЦА 11 (окончание)

Транспортирование и мультиплексирование	Система E2	Система F
Длина пакета (в байтах)	188 байтов для TS, определяется пользователем вплоть до 64 К для GS. Возможны потоки с регулируемой длиной пакетов, непакетированные потоки либо потоки с длиной, превышающей 64К.	188 байтов для TS, определяется пользователем вплоть до 64 К для TLV. Пакеты с регулируемой длиной, такие как пакеты IPv4, IPv6, инкапсулируются в пакеты TLV. Информация о сигнализации также инкапсулируется в пакеты TLV.
Поддерживаемые транспортные потоки	MPEG-2 и общий поток (GS), All-IP	MPEG-2 и TLV
Соответствие транспортных потоков спутниковым каналам	От 1 до 255 потоков/канал	От 1 до 16 потоков/канал
Обеспечение статистического мультиплексирования видео потоков	Отсутствуют ограничения в рамках транспортного потока. Отсутствуют ограничения для общих потоков.	Отсутствуют ограничения в рамках транспортного потока. Отсутствуют ограничения для потоков TLV.

- (1) Определяется как полезная битовая скорость на единицу скорости передачи символов в отсутствие пилот-сигналов.
- (2) Эти значения были получены на основании компьютерного моделирования: 50 итераций LDPC, идеальная несущая и восстановление синхронизации, отсутствие фазового шума, канал AWGN. Длина кадра с FEC составляет 64 800 битов. Значения применяются в случае  $FER = 10^{-5}$ , где FER – отношение, полученное после упреждающей коррекции ошибок в приемнике, между числом принятых обычных кадров с FEC, содержащих ошибки, и общим числом принятых пакетов. Не включает запас на аппаратную реализацию либо запас на потери в спутниковом транспондере.
- (3) Определяется как полезная битовая скорость TLV на входе для скорости передачи символов 33,7561 МБод.
- (4) Эти значения были получены на основании компьютерного моделирования: 50 итераций LDPC, идеальная несущая и восстановление синхронизации, отсутствие фазового шума, канал AWGN. Длина кадра с FEC составляет 44 880 битов. Значения применяются к  $BER = 10^{-11}$ , где BER – это отношение, полученное после упреждающей коррекции ошибок в приемнике, между переданной PRBS  $1 + x^{22} + x^{25}$  и декодированным потоком с FEC. Не включает запас на аппаратную реализацию либо запас на потери в спутниковом транспондере.
- (5) Перечисленные конфигурации модуляции и кодирования относятся к обычному кадру с FEC.
- (6) QPSK и 8-PSK являются нормативными, 16-APSK и 32-APSK являются факультативными для радиовещательных применений в стандарте DVB-S2.
- (7) QPSK, 8-PSK, 8-APSK-L, 16-APSK, 16-APSK-L, 32-APSK и 32-APSK-L являются нормативными для радиовещания, 64-APSK и 64-APSK-L являются факультативными для радиовещания в стандарте DVB-S2X. Кроме того, в стандарте DVB-S2X возможны 128-APSK, 256-APSK и 256-APSK-L, которые не применимы в радиовещании. L указывает режимы, оптимизированные для квазилинейных каналов.