ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 71241— 2024

Телевидение вещательное цифровое

СИСТЕМА ЦИФРОВОГО ТЕЛЕВИЗИОННОГО ВЕЩАНИЯ ДЛЯ ПОРТАТИВНЫХ УСТРОЙСТВ ПОСЛЕДУЮЩЕГО ПОКОЛЕНИЯ (DVB-NGH), СПЕЦИФИКАЦИЯ ФИЗИЧЕСКОГО УРОВНЯ

Гибридный профиль

Издание официальное

Москва
Российский институт стандартизации
2024

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Автономной некоммерческой организацией «Научно-технический центр информатики» (АНО «НТЦИ»)

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 480 «Связь»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 23 августа 2024 г. № 1107-ст

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

*Правила применения настоящего стандарта установлены в статье 26 Федерального закона от 29 июня 2015 г. № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации». Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты. В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (*gost.e-ecolog.ru

© Оформление. ФГБУ «Институт стандартизации», 2024

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

Содержание

1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 1
3 Термины, определения, сокращения и обозначения 2
4 Определение и архитектура системы DVB-NGH гибридного профиля 4
5 Входная обработка 10
6 Битовый перемежитель 10
7 Особенности данных сигнализации L1 для гибридного профиля 12
8 Конструктор кадров SC-OFDM 14
9 Генерация OFDM 16
10 Генерация SC-OFDM 16
Приложение А (обязательное) Расширение модели буфера приемника для построения гибридного профиля 20
Приложение Б (справочное) Шаблон рассредоточенного пилот-сигнала для модуляции SC-OFDM . . 21

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Телевидение вещательное цифровое

СИСТЕМА ЦИФРОВОГО ТЕЛЕВИЗИОННОГО ВЕЩАНИЯ ДЛЯ ПОРТАТИВНЫХ УСТРОЙСТВ ПОСЛЕДУЮЩЕГО ПОКОЛЕНИЯ (DVB-NGH), СПЕЦИФИКАЦИЯ ФИЗИЧЕСКОГО УРОВНЯ

Гибридный профиль

Digital video broadcasting. Digital television broadcasting system for next generation handheld (DVB-NGH), physical layer specification. Hybrid profile

Дата введения — 2025—03—01

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на систему цифрового телевизионного вещания (DVB) для портативных устройств (терминалов) последующего поколения (NGH) (далее — DVB-NGH) и устанавливает набор требований, описывающих всю часть физического уровня от входных потоков до передаваемого в эфир сигнала, когда передача и прием данных осуществляются совместно по наземному и спутниковому каналам (далее — гибридный профиль).

Система DVB-NGH предназначена для доставки транспортных потоков или потоков данных общего назначения на линейные и нелинейные приложения, такие как телевидение, радио, сервисы данных.

Терминалы DVB-NGH также могут обрабатывать сигналы DVB-T2-lite.

Настоящий стандарт следует применять при разработке, изготовлении и эксплуатации устройств DVB-NGH, а также при разработке, проектировании и эксплуатации программного обеспечения сетей DVB-NGH.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использована нормативная ссылка на следующий стандарт:

ГОСТ Р 52210 Телевидение вещательное цифровое. Термины и определения

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодному информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого стандарта с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого стандарта с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку.

Издание официальное

3 Термины, определения, сокращения и обозначения

3.1 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины по ГОСТ Р 52210, а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1.1 **базовый профиль** (basic profile): Набор требований к системе DVB-NGH, описывающих всю часть физического уровня от входных потоков до передаваемого в эфир сигнала, за исключением требований, специфичных для профиля MIMO, гибридного профиля и гибридного профиля MIMO.

3.1.2 **гибридный профиль** (hybrid profile): Набор требований к системе DVB-NGH, описывающих всю часть физического уровня от входных потоков до передаваемого в эфир сигнала, когда передача и прием данных осуществляются совместно по наземному и спутниковому каналам.

Примечание — Допускается применение технологии MISO при модуляции OFDM.

3.1.3 **гибридный профиль MIMO** (hybrid profile MIMO): Набор требований к системе DVB-NGH, описывающих всю часть физического уровня от входных потоков до передаваемого в эфир сигнала, когда передача и прием данных осуществляются совместно по наземному и спутниковому каналам с использованием метода MIMO.

3.1.4 **канал физического уровня;** PLP (physical layer pipe; PLP): Канал с установленными неизменными параметрами передачи (включая вид модуляции, кодовую скорость, глубину перемежения во времени), передаваемый в заданных подсегментах с использованием мультиплексирования с временным разделением.

Примечание — PLP может переносить одну или несколько служб.

3.1.5 **профиль MIMO** (profile MIMO): Набор требований к системе DVB-NGH, описывающих всю часть физического уровня от входных потоков до передаваемого в эфир сигнала, когда передача данных и прием данных осуществляются системами из нескольких наземных антенн.

3.1.6 **сигнализация L1-PRE** (signaling L1-PRE): Сигнализация, передаваемая символами P2, имеющими фиксированный размер, кодирование и модуляцию, включающая основную информацию о системе NGH и информацию, необходимую для декодирования сигнализации L1-POST.

3.1.7 **сигнализация L1-POST** (signaling L1-POST): Сигнализация, передаваемая в начале логического кадра и предоставляющая подробную информацию уровня L1 о системе NGH и PLP, состоящая из конфигурируемой и динамической частей.

3.1.8 **символ aP1** (symbol additional P1; aP1): Дополнительный символ P1, несущий сигнальные поля S3 и S4 и расположенный сразу после символа P1.

3.1.9 **символ P1** (symbol P1): Символ пилот-сигнала постоянной длины, переносящий информацию сигнализации в полях S1 и S2 и находящийся в начале каждого NGH-кадра, передаваемого по радиочастотному каналу.

Примечание — Основное назначение символа P1 — это быстрое первоначальное сканирование полосы радиоканала для обнаружения сигнала NGH, установления временной синхронизации, определения смещения частоты и размера быстрого преобразования Фурье.

3.1.10 **символ P2** (symbol P2): Символ пилот-сигнала, расположенный сразу после символа P1 или aP1 (если он присутствует), с тем же размером быстрого преобразования Фурье и защитным интервалом, как у символов данных.

Примечание — Число символов P2 зависит от размера быстрого преобразования Фурье. Символы P2 используют для точной временной и частотной синхронизации, а также для первоначальной оценки канала. Символы P2 несут информацию сигнализации L1 и L2, а также могут переносить данные.

3.1.11 **суб-блок** (sub-slice): Группа ячеек из одного PLP, которые перед частотным перемежением размещаются на OFDM-ячейках данных с последовательными адресами на одном радиоканале.

3.2 Сокращения и обозначения

В настоящем стандарте применены следующие сокращения и обозначения:

БПФ — быстрое преобразование Фурье;

МЧС — многочастотная сеть;

ОБПФ — обратное быстрое преобразование Фурье;

ОЧС — одночастотная сеть;

BCH — код Боуза — Чоудхури — Хоквингема (Bose — Chaudhuri — Hocquenghem code);

BICM — кодирование с перемежением битов и модуляция (bit interleaved coding and modulation);

DVB — цифровое телевизионное вещание (digital video broadcasting);

ESC — общий код выхода (general escape code);

FEC — прямое упреждающее исправление ошибок (forward error correction);

GSE — инкапсулированный поток общего назначения (общий инкапсулированный поток) (generic stream encapsulation);

IU — блок перемежения (interleaving unit);

I/Q — синфазный и квадратурный компоненты сигнала (imaginary/quadrature);

L1 — первый (физический) уровень (layer 1);

LDPC — код с малой плотностью проверок на четность (низкоплотностный код) (low-density parity-check code);

MIMO — «множественный вход, множественный выход» — метод пространственно-временного кодирования с множеством антенн на передачу и множеством антенн на прием (multiple input, multiple output);

MISO — «множественный вход, одиночный выход» — метод пространственно-временного кодирования с множеством антенн на передачу и одной антенной на прием (multiple input, single output);

MU-блок — блок памяти (memory unit);

NGH — портативное устройство последующего поколения (next generation handheld);

NU — неоднородная (модуляция) (non-uniform);

NUM_ADD_IUS_PER_LATE_FRAME — число дополнительных IU на логический кадр в поздней части кадра временного перемежения;

OFDM — многочастотная схема модуляции с ортогональным частотным распределением несущих в полосе канала вещания (orthogonal frequency-division multiplexing);

PLP — канал физического уровня (physical layer pipe);

PP1…PP9 — шаблоны пилот-сигналов;

RBM — модель буфера приемника (receiver buffer model);

SC-OFDM — одночастотное мультиплексирование с ортогональным частотным разделением каналов (single carrier orthogonal frequency-division multiplexing);

SISO — «одиночный вход, одиночный выход» — система с одной передающей и одной приемной антенной (single input, single output);

TDI — обратное перемежение во времени (time de-interleaving);

TI — перемежение во времени (time interleaving);

TI_LATE_LENGTH — длина поздней части перемежения по времени;

TS — транспортный поток (transport stream);

QAM — квадратурная амплитудная модуляция (quadrature amplitude modulation);

QPSK — квадратурная относительная фазовая модуляция (quadrature phase shift keying);

$D(k)$ — число логических кадров для перемежения k-го IU в каждом TI-блоке;

I_{JUMP} — кадровый интервал, т. е. разница в индексе кадра между последовательными логическими кадрами, на которые отображается конкретный PLP;

k — индекс несущей SC-OFDM;

K_{max} — индекс последней активной несущей;

K_{min} — индекс первой активной несущей;

K_{total} — число несущих OFDM;

L_{data} — число символов данных в гибридном кадре SC-OFDM NGH;

L_F — общее число символов в кадре (за исключением символов P1 и aP1);

M_{large} — число MU-блоков в большом IU;

M_{small} — число MU-блоков в малом IU;

N_{bpcu} — число используемых битов на канал (number of bits per channel use);

$N_{FEC_TI_MAX}$ — максимальное число блоков FEC, которые совместно перемежаются в одном TI-блоке;

N_{large} — число больших IU в одном блоке FEC (number of large IUs of one FEC block);

N_{MUs} — число MU-блоков (number of memory units);

$N_{MUs,PLP}$ — число MU-блоков для отдельного PLP (number of memory units for one PLP);

P_I — длина временного перемежителя;

P_{late} — длина поздней части перемежения по времени, выраженная в числе логических кадров на длину полного временного перемежителя P_I (допустимый диапазон значений от 0 до 7);

T — элементарный период;

T_{P1} — длительность символов P1 и aP1;

T_S — полная длительность символа SC-OFDM;

TxN — идентификатор передатчика номер N, работающего по методу MIMO или MISO.

4 Определение и архитектура системы DVB-NGH гибридного профиля

4.1 Общие положения

Гибридный профиль, описанный в настоящем стандарте, определяет формат гибридного сигнала, который состоит из компонента, идущего от наземной сети, и дополнительного компонента, идущего от спутника. Необходимо, чтобы гибридные сигналы включали дополнительный символ сигнализации P1—aP1. Спутниковый компонент гибридного профиля должен иметь ширину полосы канала 1,7, 2,5 или 5,0 МГц.

Помимо определения гибридных сигналов гибридный профиль описывает механизм приема двух сигналов одновременно (один сигнал от наземного передатчика и один от спутника) и объединения их в единый поток.

На рисунке 1 представлена структурная схема физического уровня гибридного профиля NGH. Блоки, имеющие функциональные отличия от базового профиля, показаны серым цветом.

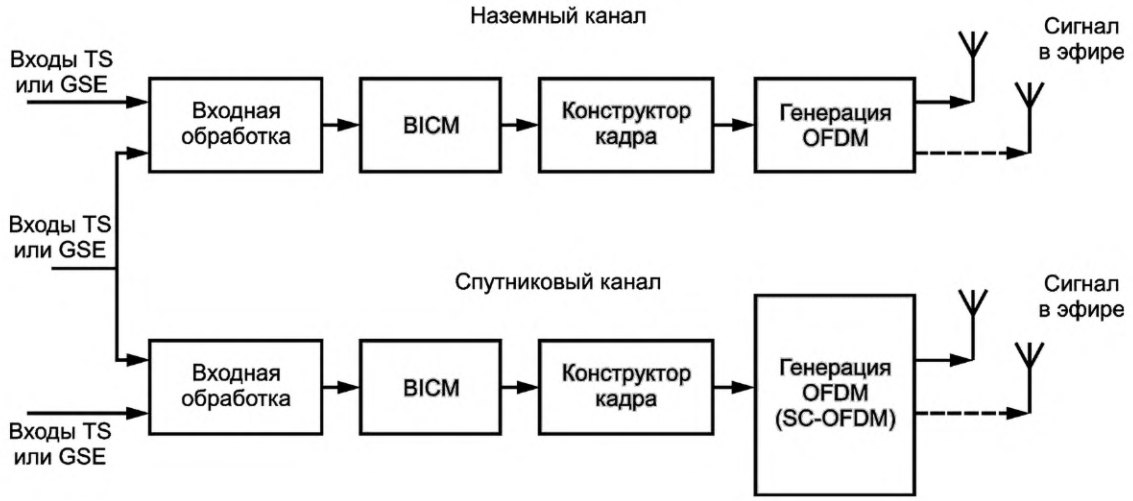


Рисунок 1 — Структурная схема физического уровня гибридного профиля NGH

На структурной схеме присутствуют два канала: один для наземного компонента, другой для спутникового компонента. По сравнению с базовым профилем наземные и спутниковые каналы гибридного профиля, показанные в настоящем стандарте, имеют функциональные различия в блоках BICM, конструкторах кадра и блоках модуляции OFDM (SC-OFDM). Системная архитектура спутникового канала такая же, как у наземного канала, за исключением замены блока модуляции OFDM блоком модуляции SC-OFDM. К наземным и спутниковым каналам может применяться частотно-временная сегментация.

Для гибридного профиля возможны конфигурации как ОЧС, так и МЧС. В конфигурации ОЧС спутниковый и наземный компоненты используют одну и ту же частоту; сигналы, передаваемые в этих двух компонентах, являются одинаковыми. В конфигурации МЧС сигналы в наземном и спутниковом компонентах могут различаться. Системная архитектура гибридного профиля DVB-NGH при конфигурации МЧС состоит из наземного и спутникового каналов, как показано на рисунке 1.

Технология MISO в гибридном профиле применима только к модуляции OFDM как в наземном, так и в спутниковом каналах.

Гибридный профиль подразделяют:

- на ОЧС, OFDM, т. е. в данном сочетании наземная сеть и спутник используют одну и ту же частоту, когда один и тот же сигнал передается по обоим компонентам. При модуляции сигналов OFDM преамбулы обоих компонентов состоят из символов P1 и aP1. Набор параметров OFDM применим к обоим компонентам: наземному и спутниковому. В качестве альтернативы для обоих компонентов допускается применять базовый профиль, при этом преамбулы обоих компонентов состоят только из символа P1;

- МЧС, OFDM, т. е. в данном сочетании спутниковый и наземный сигналы передаются на разных частотах, модуляция OFDM используется на обоих компонентах. Наземный компонент передается в соответствии с базовым профилем, спутниковый компонент использует параметры OFDM согласно таблице 1. Преамбула наземного компонента состоит из символа P1, преамбула спутникового компонента состоит из символов P1 и aP1;

- ОЧС, SC-OFDM, т. е. в данном сочетании спутниковое покрытие требуемой зоны с заполнением затененных зон передается с помощью неземных ретрансляторов, использующих частоту спутникового сигнала. Параметры SC-OFDM применимы к обоим компонентам: наземному и спутниковому. Преамбулы состоят из символов P1 и aP1 для обоих компонентов;

- МЧС, SC-OFDM на спутниковом компоненте, OFDM на наземном компоненте. Наземный компонент передается в соответствии с базовым профилем, спутниковый компонент использует параметры SC-OFDM согласно таблице 1. Преамбула наземного компонента состоит из символа P1, преамбула спутникового компонента состоит из символов P1 и aP1.

Таблица 1 — Установки параметров, допустимых для гибридного профиля

Исходные параметры		Модуляция	
Наименование	Значение	OFDM	SC-OFDM
Ширина полосы, МГц	1,7	X	X
	2,5	X	X
	5,0	X	X
	6,0	—	—
	7,0	—	—
	8,0	—	—
	10,0	—	—
	15,0	—	—
	20,0	—	—
Сигнальное созвездие	QPSK	X	X
	16-QAM	X	X
	64-QAM	—	—
	256-QAM	—	—
Размерность БПФ	0,5к	—	X
	1к	X	X
	2к	X	X
	4к	—	—
	8к	—	—
	16к	—	—
Защитный интервал	1/128	—	—
	1/32	X	X
	1/16	X	X
	19/256	—	—
	1/8	X	—
	19/128	—	—
	1/4	X	—
Преамбулы	P1	—	—
	P1 и aP1	X	X
Шаблоны пилот-сигналов	Непрерывные пилот-символы	X	—
	PP1	X	—
	PP2	X	—
	PP3	X	—
	PP4	X	—
	PP5	X	—
	PP6	—	—
	PP7	—	—
	PP9	—	X

Окончание таблицы 1

Исходные параметры		Модуляция	
Наименование	Значение	OFDM	SC-OFDM
Скорость кода FEC	1/5 (3/15)	X	X
	4/15	X	X
	1/3 (5/15)	X	X
	2/5 (6/15)	X	X
	7/15	X	X
	8/15	X	X
	3/5 (9/15)	X	X
	2/3 (10/15)	X	X
	11/15	X	X
	3/4	X	X
MISO	—	X	—
Размер обратного перемежителя во времени	См. примечание 1	По 6.2	По 6.2

Примечания

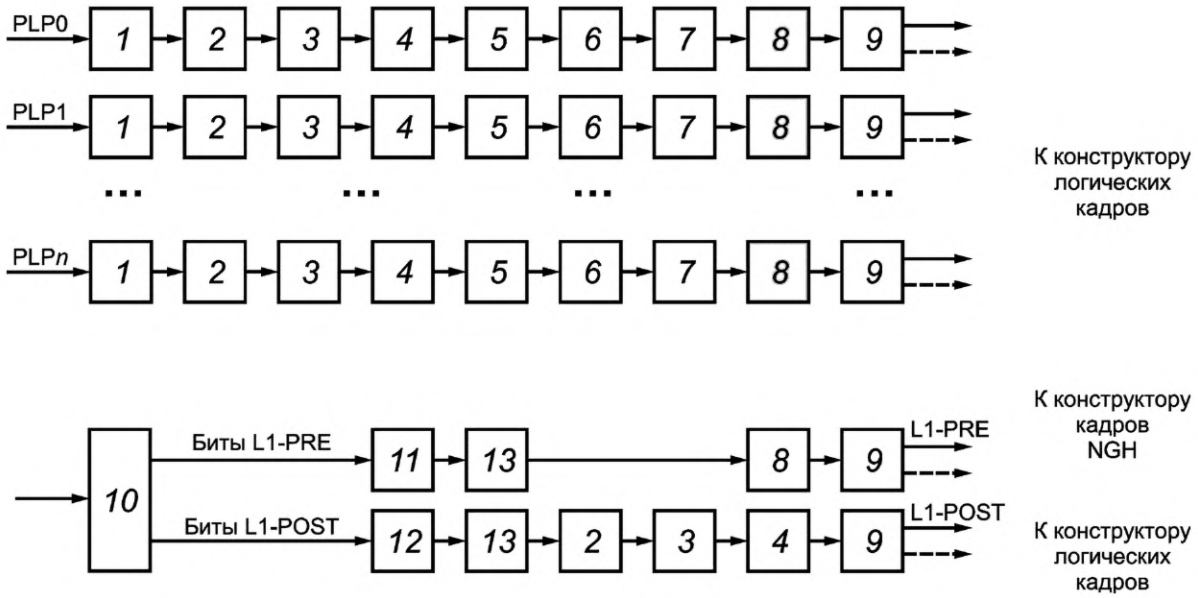
1 Если приемнику необходимо выполнять обратное перемежение во времени параллельно для наземного и спутникового сигналов, то указанный в 6.2 лимит на размер обратного перемежителя во времени применяют к комбинации обоих сигналов, т. е. оба сигнала не могут одновременно использовать весь указанный объем памяти.

2 Знаком «X» отмечены установки параметров, допустимые для гибридного профиля.

3 Не все комбинации параметров допустимы. Исключения приведены в последующих пунктах настоящего стандарта.

4.2 Битовое перемежение, модуляция, MISO прекодирование

Структурная схема BICM, иллюстрирующая функциональные отличия гибридного профиля от базового профиля на этапе BICM, показана на рисунке 2. В дополнение к перемежению во времени конфигурации базового профиля гибридный профиль допускает концентрацию ячеек в конце последовательности логического кадра, по которой распределяется блок FEC (равномерно-позднее перемежение). Блоки с отличиями от базового профиля показаны серым цветом.



1 — FEC-кодирование (16к LDPC/BCH); *2* — битовый перемежитель; *3* — демультиплексирование битов на ячейки; *4* — отображение ячеек на созвездия; *5* — перемежитель ячеек; *6* — поворот сигнального созвездия; *7* — перемежение компонентов I/Q; *8* — внутрикадровое сверточное и внешнее блочное перемежение; *9* — прекодирование MISO (только для OFDM); *10* — генерация сигнализации L1; *11* — скремблер L1-PRE; *12* — скремблер L1-POST; *13* — Кодер FEC (укороченное/прореженное кодирование 4к LDPC/BCH)

Рисунок 2 — Структурная схема BICM для гибридного профиля

4.3 Конструктор кадра, частотное перемежение

Структурная схема конструктора кадра, иллюстрирующая функциональные отличия гибридного профиля от базового профиля на этапе конструктора кадра, представлена на рисунке 3. Отличие заключается в выделении места для символа aP1. В части физического и логического построения кадра для наземного и спутникового компонентов используют одни и те же механизмы. Перемежение по частоте применяют только при модуляции OFDM.

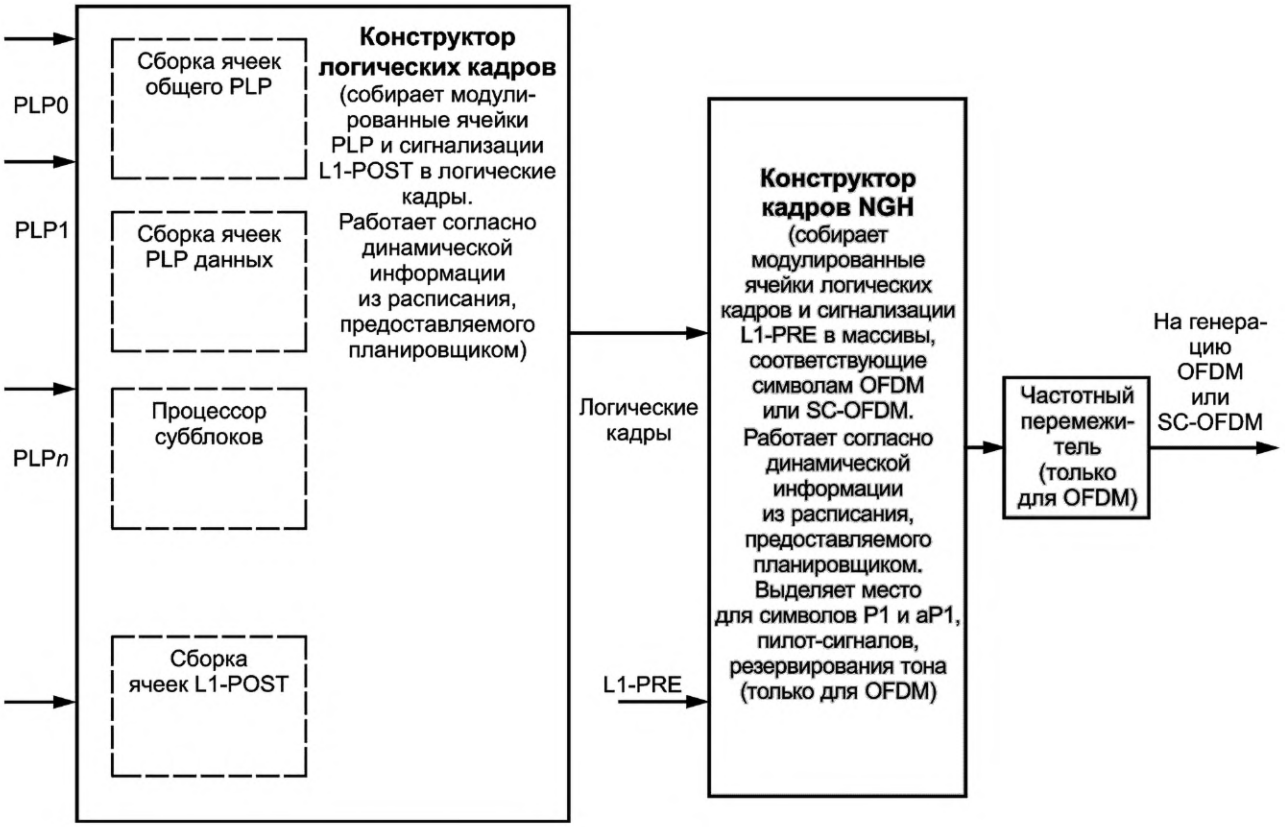


Рисунок 3 — Структурная схема конструктора кадров гибридного профиля

4.4 Генерация OFDM

Структурная схема генерации OFDM приведена на рисунке 4. Данная схема применима для наземных и спутниковых компонентов. Отличие гибридного профиля от базового профиля заключается во вставке дополнительного символа преамбулы aP1 после символа преамбулы P1 (показано серым цветом).

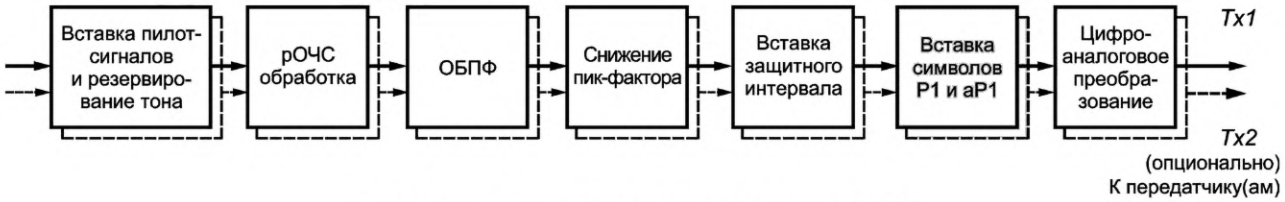


Рисунок 4 — Структурная схема генерации OFDM

4.5 Генерация SC-OFDM

Структурная схема генерации SC-OFDM приведена на рисунке 5.



Рисунок 5 — Структурная схема генерации SC-OFDM

Функциональные отличия генерации SC-OFDM от генерации OFDM заключаются в наличии дополнительного этапа рассеяния и дополнительного символа преамбулы aP1. Отличия заключаются также в использовании другого шаблона пилот-сигнала и в отсутствии непрерывных пилот-сигналов, граничных пилот-сигналов, символа закрытия кадра и отсутствии снижения пик-фактора.

Число поднесущих в символе SC-OFDM должно быть четным.

5 Входная обработка

Входная обработка в гибридном профиле выполняется по тому же механизму, что и в базовом профиле. Функция компенсации задержки позволяет выровнять сквозную задержку между услугами, передаваемыми в наземных и спутниковых сигналах. Это требуется при гибридном объединении наземного и спутникового сигналов в гибридной МЧС. Например, наземный сигнал может использовать для входного потока интервал перемежения во времени длительностью 1 с, в то время как спутниковый сигнал может использовать интервал 10 с. Следовательно, для данного входного потока в наземном модуляторе должна использоваться компенсирующая задержка длительностью 9 с, при этом спутниковый модулятор не нуждается ни в какой компенсирующей задержке.

6 Битовый перемежитель

Битовый перемежитель, используемый для гибридного профиля, имеет незначительные отличия от битового перемежителя базового профиля, которые приведены далее.

6.1 Отображение на сигнальное созвездие

Сигнальные созвездия 64-QAM и 256-QAM (равномерные и неравномерные) не должны использоваться для спутникового компонента. Такие сигнальные созвездия допускается применять только в гибридном профиле для наземного компонента в конфигурации МЧС.

6.2 Временной перемежитель

В базовом профиле блоки перемежения IU равномерно распределяются по сконфигурированной длине временного перемежителя P_I, в гибридном профиле допускается концентрация ячеек в конце последовательности логического кадра NGH, по которой распределяется блок FEC (равномерно-позднее перемежение). Следовательно, можно передавать меньше ячеек блока FEC в первых логических кадрах, чем в последних логических кадрах, по которым распределяется блок FEC. Данную группу последних логических кадров называют «поздней частью кадра временного перемежения».

Появляются два новых параметра, характерных для гибридного профиля. Первый, P_{late} = TI_LATE_LENGTH, представляет длину поздней части перемежения по времени, выраженную в числе логических кадров на длину полного временного перемежителя P_I (допустимый диапазон значений от 0 до 7). Второй, $N_{ADD_IU_PER_LATE}$ = NUM_ADD_IUS_PER_LATE_FRAME, представляет число дополнительных IU на логический кадр в поздней части (в дополнение к одному IU на логический кадр), допустимые значения которого находятся в диапазоне от 0 до 15.

Если в кадре перемежения используется несколько блоков временного перемежения TI (TIME_IL_TYPE = '0'), то P_{late} = TI_LATE_LENGTH должен быть равен 0.

Если используется гибридный профиль и TIME_IL_TYPE = '1', то параметр P_I = TIME_IL_LENGTH принимает значения в диапазоне от 0 до 63 и должен быть больше или равен P_{late}.

Число IU на блок FEC N_{IU} рассчитывают, используя параметры P_{late} и $N_{ADD_IU_PER_LATE}$ по формуле

$$N_{IU} = P_I + P_{late} \cdot N_{ADD_IU_PER_LATE}. \quad (1)$$

Значение N_{IU} не должно превышать 128.

Задержку $D(k)$, представляющую собой число логических кадров для перемежения k-го IU в каждом TI-блоке, вычисляют по формуле

для $k = 0,\ldots, P_I - 1$:

$$D(k) = k \cdot I_{JUMP}, \quad (2)$$

для $k = P_I, \ldots, N_{IU} - 1$:

$$D(k) = ([k - P_I] \bmod P_{late} + P_I - P_{late}) \cdot I_{JUMP}, \quad (3)$$

где I_{JUMP} — кадровый интервал; разница в индексе кадра между последовательными логическими кадрами, на которые отображается конкретный канал PLP;

mod — операция получения остатка от деления.

Значение задержки $D(k)$ не должно превышать 128.

Одно и то же значение задержки может использоваться для нескольких IU в поздней части, как показано на рисунке 6. В этом примере IU в три раза больше в последних двух логических кадрах, чем в первых двух логических кадрах. Каждый элемент задержки *D* представляет собой задержку на один логический кадр.

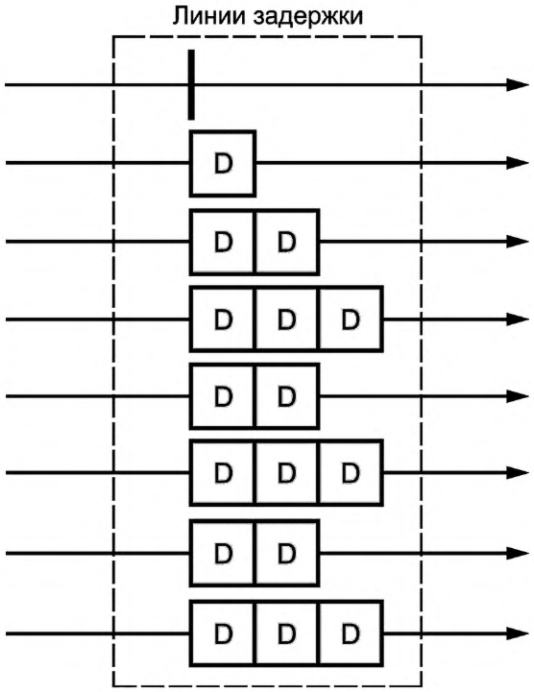


Рисунок 6 — Линии задержки для $P_I = 4$, $P_{late} = 2$, NADD_UI_PER_LATE = 2 и $I_{JUMP} = 1$

Гибридные приемники могут использовать два уровня памяти обратного временного перемежения TDI, например память, встроенная в чип, и внешняя память. Поэтому для гибридных сигналов применимы два ограничения памяти TDI:

- сумма $N_{MUs,PLP}$ по всем PLP в данном кластере каналов PLP не должна превышать 2^{21} блоков памяти, где MU соответствует двум ячейкам для QPSK и 16-QAM и одной ячейке для (NU-)64-QAM и (NU-)256-QAM;

- для указания второго ограничения число MU-блоков данного PLP, которое может быть передано в одном TI-блоке $N_{MUs,PLP,frame}$, вычисленном по формуле

$$N_{MUs,PLP,frame} = (N_{large} \cdot M_{large} + (N_{IU} - N_{large}) \cdot M_{small}) N_{FEC_TI_MAX}, \quad (4)$$

где N_{large} — число больших IU в одном блоке FEC;

M_{large} — число MU-блоков в большом IU;

M_{small} — число MU-блоков в малом IU;

$N_{FEC_TI_MAX}$ — максимальное число блоков FEC, которые совместно перемежаются в одном TI-блоке.

Второе ограничение памяти означает, что сумма $N_{MUs,PLP,frame}$ по всем каналам PLP, связанным с одной и той же вещательной услугой, не должна превышать 2^{18}.

При объединении в приемнике компонентов наземного и спутникового гибридного сигнала его память TDI должна обеспечивать одновременное обратное перемежение каналов PLP из обоих принятых сигналов. Поэтому указанные выше два ограничения должны соблюдаться в отношении суммы требований к памяти TDI всех PLP, несущих требуемые компоненты вещательной услуги от обоих этих сигналов. Это означает, что сумму MU-блоков следует рассчитывать по PLP из обоих сигналов.

Примечания

1 Указанные два ограничения памяти позволяют на первом уровне обратного перемежения сохранять все соответствующие PLP из одного или двух принятых сигналов в памяти первого уровня размером 2^{18} MU во время текущего логического кадра. В конце текущего логического кадра часть из сохраненных IU пересылаются в декодер, а остальные могут быть перенесены в память второго уровня размером $2^{21} - 2^{18}$ MU, на которой реализованы необходимые линии задержки, представляющие второй уровень обратного перемежения.

2 Разрешается одновременное присутствие в PLP-кластере PLP, которые используют несколько блоков TI на кадр перемежения (TIME_IL_TYPE = '0'), и PLP, которые используют многокадровое TI (TIME_IL_TYPE = '1'). Различные PLP в PLP-кластере могут иметь разную глубину перемежения P_I.

Расширение RBM для построения гибридного профиля приведено в приложении А.

6.3 Распределенная и кроссполяризационная MISO

MISO является единственной технологией пространственного кодирования, допустимой к применению в гибридном профиле. Применение MISO допускается только для наземного канала аналогично применению в базовом профиле.

7 Особенности данных сигнализации L1 для гибридного профиля

7.1 Данные сигнализации P1 и aP1

Гибридный профиль должен сигнализироваться в преамбуле P1 значениями S1 = 111 (код ESC) и в поле 1 поля S2 (первые три бита поля S2) = 001 или 010, что указывает на гибридный сигнал SISO или гибридный сигнал MISO соответственно.

За преамбулой P1 должен следовать дополнительный символ P1 (aP1). Символ aP1 должен содержать 7 бит для сигнализации согласно таблице 2.

Таблица 2 — Формат символа aP1 в профиле MISO

Поле	Длина поля, бит	Назначение
S3	3	Модуляция
S4, поле 1	4	Размерность БПФ/защитный интервал
S4, поле 2	1	Зарезервировано

Поле S3 (3 бита) указывает вид модуляции согласно таблице 3.

Таблица 3 — Значение поля S3

Значение поля S3	Модуляция	Описание
000	OFDM	Символ P2 и символы данных в кадре NGH используют модуляцию OFDM
001	SC-OFDM	Символ P2 и символы данных в кадре NGH используют модуляцию SC-OFDM
010…111	Зарезервировано	Зарезервировано

Комбинации S1 = 111, S2 = 001x или 010x (где x равно 0 или 1) и S3 = 001 использовать не допускается.

Поле 1 поля S4 (3 бита) указывает размерность БПФ и значение защитного интервала для остальных символов в кадре NGH согласно таблице 4 и таблице 5 для модуляций OFDM и SC-OFDM соответственно.

Таблица 4 — Значение поля 1 поля S4 (модуляция OFDM, S3 = 000)

S4, поле 1	Размерность БПФ/защитный интервал	Описание
000	Размерность БПФ: 1к, защитный интервал 1/32	Указывает размерность БПФ и значение защитного интервала символов OFDM в кадре NGH
001	Размерность БПФ: 1к, защитный интервал 1/16	
010	Размерность БПФ: 2к, защитный интервал 1/32	
011	Размерность БПФ: 2к, защитный интервал 1/16	
1XX	Зарезервировано	

Таблица 5 — Значение поля 1 поля S4 (модуляция SC-OFDM, S3 = 001)

S4, поле 1	Размерность БПФ/защитный интервал	Описание
000	Размерность БПФ: 0,5к, защитный интервал 1/32	Указывает размерность БПФ и значение защитного интервала символов SC-OFDM в кадре NGH
001	Размерность БПФ: 0,5к, защитный интервал 1/16	
010	Размерность БПФ: 1к, защитный интервал 1/32	
011	Размерность БПФ: 1к, защитный интервал 1/16	
100	Размерность БПФ: 2к, защитный интервал 1/32	
101	Размерность БПФ: 2к, защитный интервал 1/16	
110…111	Зарезервировано	

Последний бит поля S4 (называют полем 2 поля S4) зарезервирован для будущих применений.

Модуляция и состав символа aP1 гибридного профиля должны соответствовать модуляции и составу символа aP1 базового профиля.

7.2 Данные сигнализации L1-PRE

Данные сигнализации L1-PRE гибридного профиля должны соответствовать данным сигнализации L1-PRE базового профиля.

7.3 Данные сигнализации L1-POST

7.3.1 Конфигурируемые данные сигнализации L1-POST

В таблице 6 приведена семантика конфигурируемых полей сигнализации L1-POST, характерных для гибридного профиля.

Таблица 6 — Семантика конфигурируемых полей сигнализации L1-POST, характерных для гибридного профиля

Поле	Длина
…	…
ELSE {	
PLP_MOD	3 бита
}	
IF S1 = "111" and S2 = "001x" or "0x0x" {	
TIME_IL_LATE_LENGTH	3 бита
NUM_ADD_IUS_PER_LATE_FRAME	4 бита
}	
...	

Поле PLP_MOD (3 бита) указывает модуляцию, используемую текущим PLP. Модуляция сигнализируется в соответствии с таблицей 7.

Таблица 7 — Модуляция, используемая текущим PLP

Значение поля PLP_MOD	Модуляция
000	QPSK
001	16-QAM
010 … 111	Зарезервировано

Поле TIME_IL_LATE_LENGTH (3 бита) представляет длину P_{late} поздней части, выраженную в логических кадрах. Поздняя часть — это последняя часть полной длины временного перемежителя, которая сигнализируется в TIME_IL_LENGTH.

Поле NUM_ADD_IUS_PER_LATE_FRAME (4 бита) указывает число $N_{ADD_IU_PER_LATE}$ блоков перемежения IU в поздней части в дополнение к одному IU, присутствующему в каждом логическом кадре.

7.3.2 Динамические данные сигнализации L1-POST

В гибридном профиле динамическая сигнализация L1-POST должна соответствовать сигнализации базового профиля.

7.3.3 Внутриполосная сигнализация типа A

В гибридном профиле внутриполосная сигнализация типа A должна соответствовать сигнализации базового профиля.

8 Конструктор кадров SC-OFDM

8.1 Гибридные кадры SC-OFDM NGH

8.1.1 Длительность гибридного кадра SC-OFDM NGH

Начало первого символа преамбулы P1 указывает начало гибридного кадра NGH.

Число символов P2 N_{P2} определяется размерностью БПФ согласно таблице 11. Число символов данных L_{data} в гибридном кадре SC-OFDM NGH является конфигурируемым параметром, передаваемым в сигнализации L1-PRE, L_{data} = NUM_DATA_SYMBOLS. Общее число символов в кадре L_F (за исключением символов P1 и aP1) вычисляют по формуле

$$L_F = N_{P2} + L_{data}. \quad (5)$$

Длительность кадра NGH SISO T_F вычисляют по формуле

$$T_F = L_F \cdot T_S + 2 \cdot T_{P1}, \quad (6)$$

где T_S — полная длительность символа SC-OFDM;

T_{P1} — длительность символов P1 и aP1.

Для SC-OFDM значение L_{data} должно быть кратно 6, чтобы секции данных формировались по 6 символов каждая.

Максимальное значение длительности кадра T_F должно составлять 250 мс. Максимальное значение L_F приведено в таблице 8 (для ширины полосы 5 МГц).

Таблица 8 — Максимальная длина кадра L_F, выраженная числом символов SC-OFDM (для ширины полосы 5 МГц, спутниковый компонент)

Размерность БПФ	Полезная часть символа T_u, мс	L_F при защитном интервале	
		1/32	1/16
2к	0,3584	670	652
1к	0,1792	1345	1309
512	0,0896	2695	2617

Минимальное число символов SC-OFDM L_F должно быть N_{P2} + 12. Во всех случаях число символов SC-OFDM L_F должно быть N_{P2} + 6n, где n — целое число. Значения, представленные в таблице 8, учитывают это ограничение. Значения N_{P2} приведены в таблице 11.

Символы P1 и aP1 содержат только специфичную для P1 сигнальную информацию. Символ(ы) P2 содержат L1-PRE сигнальную информацию и при наличии свободной емкости также содержат данные общих PLP и/или PLP данных. Символы данных содержат ячейки логического кадра, содержащего сигнализацию L1-POST, общие PLP и/или PLP данных. Отображение логического фрейма на символы выполняется на уровне ячеек SC-OFDM, поэтому символы P2 или символы данных могут совместно использоваться несколькими PLP. Если в гибридном кадре NGH остается свободная емкость, она заполняется вспомогательными потоками (если имеются) и пустыми ячейками. В гибридном кадре SC-OFDM NGH общие PLP всегда расположены перед PLP данных. Отображение PLP на гибридный кадр SC-OFDM NGH приведено в 8.1.2.

8.1.2 Емкость и структура гибридного кадра SC-OFDM NGH

Конструктор кадров должен отображать ячейки логического кадра и ячейки L1-PRE, поступающие из блока отображения на сигнальное созвездие, в ячейки данных $x_{m,l,p}$ каждого символа SC-OFDM каждого кадра, где:

- m — номер гибридного кадра SC-OFDM NGH;
- l — индекс символа в кадре, начиная с 0 для первого символа P2, $0 \le l < L_F$;
- p — индекс ячейки данных в символе перед вставкой пилот-сигналов.

Ячейки данных представляют собой ячейки символов данных SC-OFDM, которые не используются для рассредоточенных пилот-сигналов.

Символы P1 и aP1 являются символами OFDM и не содержат активных ячеек данных SC-OFDM.

Число активных несущих, т. е. несущих, не используемых для рассредоточенных пилот-сигналов в одном символе P2 C_{P2}, приведено в таблице 9. Число активных несущих во всех символах P2 равно $N_{P2} \cdot C_{P2}$.

Число активных несущих, т. е. несущих, не используемых для пилот-сигналов в одном обычном символе C_{data} для различных значений размерности БПФ, приведено в таблице 10. Число активных несущих для символов данных, содержащих рассредоточенные пилот-сигналы, вычисляют делением значений на два.

Примечания

1 Режимы расширения несущих не используют для спутникового компонента, когда применяется модуляция SC-OFDM.

2 Резервирование тона не используют вместе с кадрами с модуляцией SC-OFDM.

Во всех комбинациях размерности БПФ и длины защитного интервала последний символ гибридного кадра SC-OFDM NGH представляет собой символ данных, несущий рассредоточенные пилот-сигналы.

Индекс ячейки p принимает следующий диапазон значений:

$0 \le p < C_{P2}$ для $0 \le l < N_{P2}$;

$0 \le p < C_{data}$ для $N_{P2} \le l < L_F - 1$ и $(l - N_{P2}) \% 6 \ne (D_Y - 1)$;

$0 \le p < C_{data}/2$ для $N_{P2} \le l < L_F - 1$ и $(l - N_{P2}) \% 6 = (D_Y - 1)$,

где % — операция получения остатка от деления;

D_y — расстояние в символах между следующими друг за другом рассредоточенными пилот-сигналами на отдельно взятой несущей ($D_Y = 6$).

Таблица 9 — Число доступных ячеек данных C_{P2} в одном символе P2

Размерность БПФ	C_{P2} (SISO)
512	216
1к	432
2к	864

Таблица 10 — Число доступных ячеек данных C_{data} в одном символе данных, не содержащем рассредоточенных пилот-сигналов

Размерность БПФ	C_{data}
512	432
1к	864
2к	1728

Число активных ячеек SC-OFDM в одном гибридном SISO-кадре NGH C_{tot} вычисляют по формуле

$$C_{tot} = N_{P2} \cdot C_{P2} + \frac{11}{12} L_{data} \cdot C_{data}. \quad (7)$$

В этой формуле в одном символе данных из шести половину занимают данные, половину — пилот-сигналы.

Число символов P2 N_{P2} зависит от используемой размерности БПФ согласно таблице 11.

Таблица 11 — Число символов P2 N_{P2} в зависимости от используемой размерности БПФ

Размерность БПФ	N_{P2}
512	13
1к	7
2к	4

8.2 Частотный перемежитель

Частотное перемежение не применяют для кадров формата преамбулы гибридного SISO NGH с модуляцией SC-OFDM.

9 Генерация OFDM

Генерация OFDM для гибридного профиля выполняется аналогично генерации OFDM базового профиля за исключением накладываемых ограничений на допустимые размерности БПФ согласно таблице 12 и полосы пропускания.

Спутниковый компонент гибридного профиля должен использовать следующие значения ширины канала: 1,7, 2,5 и 5,0 МГц.

Таблица 12 — Шаблоны рассредоточенных пилот-сигналов, используемые в разрешенных комбинациях размерностей БПФ, и значений защитных интервалов для гибридного профиля с модуляцией OFDM

Размерность БПФ	Шаблоны рассредоточенных пилот-сигналов при защитном интервале			
	1/32	1/16	1/8	1/4
2к	PP7 PP4	PP4 PP5	PP2 PP3	PP1
1к	—	PP4 PP5	PP2 PP3	PP1

За символом преамбулы P1 должен следовать дополнительный символ преамбулы aP1.

10 Генерация SC-OFDM

10.1 Общие положения

Блок генерации SC-OFDM принимает ячейки, созданные конструктором кадров в качестве коэффициентов во временном домене, и распределяет эти ячейки для получения коэффициентов в частот-

ном домене. Далее блок вставляет пилот-сигналы, которые позволяют приемнику компенсировать искажения, вносимые каналом передачи, и формирует из этого основу сигнала во временном домене для передачи. В блоке предусмотрены защитные интервалы, что создает законченный гибридный сигнал SISO NGH с модуляцией SC-OFDM согласно рисунку 7.



Рисунок 7 — Структурная схема блока генерации SC-OFDM

Примечание — В следующих пунктах приведено определение значений ячеек символа SC-OFDM $c_{m,l,k}$ в зависимости от значений m, l и k, где m и l — номера кадра NGH и символа соответственно, k — индекс несущей SC-OFDM.

10.2 Рассеяние ячеек

Рассеяние ячеек применяют до вставки пилот-сигналов и модуляции OFDM.

Передаваемый сигнал организован в кадры. Каждый кадр имеет продолжительность T_F и содержит L_F символов SC-OFDM и два символа преамбулы OFDM (P1 и aP1). Каждый символ SC-OFDM состоит из набора K_{total} несущих, передаваемых с длительностью T_S.

Символы в кадре SC-OFDM (за исключением P1 и aP1) нумеруются от 0 до $L_F - 1$. Все символы SC-OFDM содержат данные, при этом некоторые из них содержат справочную информацию.

Входные ячейки группируются в блоки размера M, где M является переменной величиной, при этом рассеяние, т. е. БПФ размерности M, применяется к каждой такой группе ячеек.

10.3 Вставка пилот-сигналов

10.3.1 Общие положения

Ячейки, содержащие справочную информацию, не передаются с повышенным уровнем мощности в символах SC-OFDM. Эти ячейки представляют собой рассредоточенные пилот-сигналы. Расположение и амплитуды этих пилот-сигналов для передачи SISO определены в 10.3.3.2. Данные пилотной информации извлекаются из опорной последовательности, которая представляет собой ряд значений, уникальных для каждой передаваемой несущей в любом символе. Типы символов и рассредоточенные пилот-сигналы приведены в таблице 13.

Таблица 13 — Типы символов и рассредоточенные пилот-сигналы

Символ	Рассредоточенные пилот-сигналы
P1	—
P2	X
Данные	—
Данные с рассредоточенными пилот-сигналами (шаблон PP9)	X
Примечание — Знаком «X» отмечены символы, в которых представлены рассредоточенные пилот-сигналы.	

Для мультиплекса SC-OFDM применяют следующие правила:

- непрерывные пилот-сигналы отсутствуют;
- краевые пилот-сигналы отсутствуют;
- пилот-сигналы в символе P2 идентичны рассредоточенным пилот-сигналам в символах данных;
- каждый последний символ в кадре SC-OFDM является символом данных с рассредоточенными пилот-сигналами, поэтому символ закрытия кадра не применяется;
- ячейки для снижения пик-фактора не резервируются.

10.3.2 Определение опорной гибридной последовательности NGH

Пилот-сигналы модулируются в соответствии с опорной комплексной последовательностью $r_{l,k}$, где l и k являются индексами символа и несущей. Для гибридного компонента опорная последовательность зафиксирована для каждой размерности БПФ, которую вычисляют по формуле модифицированной последовательности Задова-Чу

$$r_{l,q} = s_q = e^{-j\frac{2\pi}{n_p}\left(\frac{q^2}{2}+0{,}5q\right)}, \quad (8)$$

где n_p — число пилот-сигналов в символе данных, вычисляемое по формуле

$$n_p = K_{total}/2 = C_{data}/2, \quad (9)$$

s — модифицированная последовательность Задова-Чу;

q — индекс пилотной ячейки в символе SC-OFDM, который варьируется от 0 до $n_p - 1$.

Последовательность на уровне символов отображается на несущие таким образом, что первое выходное комплексное значение $s0$ последовательности совпадает с первой активной несущей ($k = K_{min}$) в символах с размерностью БПФ 0,5к, 1к и 2к.

10.3.3 Вставка рассредоточенных пилот-сигналов

Опорная информация, полученная из опорной последовательности, передается в рассредоточенных пилотных ячейках в каждом символе P2 и каждом шестом символе данных гибридного кадра NGH. Определения расположения, амплитуды и модуляции рассредоточенных пилот-сигналов приведено в следующих трех пунктах.

10.3.3.1 Расположение рассредоточенных пилот-сигналов

Несущая k сигнала SC-OFDM в символе l является рассеянным пилот-сигналом, если выполняется следующее равенство

$$l < N_{P2} \text{ or } (l - N_{P2}) \bmod (D_Y) = (D_Y - 1) \text{ and } k \bmod (D_X) = 0, \quad (10)$$

где D_X и D_Y — определены в таблице 14;

k — $\in [K_{min}; K_{max}]$;

l — $\in [0; L_F - 1]$;

or — операция логического «ИЛИ»;

and — операция логического «И»;

mod — операция получение остатка от деления.

Типы символов и рассредоточенные пилот-сигналы приведены в таблице 14.

Таблица 14 — Типы символов и рассредоточенные пилот-сигналы

Шаблон пилот-сигнала	Шаг индексов несущих пилот-сигналов D_X	Число символов, формирующих последовательность рассредоточенных пилот-сигналов D_Y
PP9	2	6

Для гибридных кадров SISO NGH допустимы все комбинации шаблона рассредоточенных пилот-сигналов (PP9), размерности БПФ и защитных интервалов. Шаблон рассредоточенных пилот-сигналов приведен в приложении Б.

10.3.3.2 Амплитуда рассредоточенных пилот-сигналов

Амплитуда рассредоточенных пилот-сигналов A_{SP} приведена в таблице 15.

Таблица 15 — Амплитуда рассредоточенных пилот-сигналов

Шаблон пилот-сигнала	A_{SP}	Эквивалентное усиление, дБ
PP9	1	0

10.3.3.3 Модуляция рассредоточенных пилот-сигналов

Фазы рассредоточенных пилот-сигналов получают из опорной гибридной последовательности, приведенной в 10.3.2.

Значение модуляции рассредоточенных пилот-сигналов вычисляют по формуле для $k = K_{min} + 2q$

$$c_{m,l,k} = A_{SP} \cdot r_{l,q}. \quad (11)$$

10.4 ОБПФ — модуляция SC-OFDM

Процедура ОБПФ для режима SC-OFDM соответствует процедуре ОБПФ для режима SC-OFDM базового профиля. Элементарный период T в зависимости от ширины полосы указан в таблице 16.

Таблица 16 — Элементарный период T в зависимости от ширины полосы (SC-OFDM)

Ширина полосы, МГц	Элементарный период T, мкс
1,7	71/131
2,5	7/20
5,0	7/40

Параметры SC-OFDM приведены в таблице 17. Значения параметров, связанных со временем, кратны элементарному периоду T или даны в микросекундах.

Таблица 17 — Параметры SC-OFDM

Параметр	Режим 0,5к	Режим 1к	Режим 2к
Число несущих K_{total}	432	864	1 728
Значение номера несущей K_{min}	0	0	0
Значение номера несущей K_{max}	431	863	1727
Длительность T_U	512T	1024T	2048T
Длительность T_U, мкс (см. примечания 1 и 2)	*89,6*	*179,2*	*358,4*
Расстояние между несущими $1/T_U$, Гц (см. примечания 1 и 2)	11 161	5 580	2 790
Расстояние между несущими K_{min} и K_{max}, равное $(K_{total} - 1)/T_U$, МГц (см. примечания 1 и 2)	4,81	4,82	4,82

Примечания

1 Значения, выделенные курсивом, являются приблизительными.

2 Значения даны для ширины канала 5 МГц.

10.5 Вставка защитного интервала

Значения абсолютной длительности защитного интервала, кратные элементарному периоду T, для различных значений размерности БПФ и относительной длительности защитного интервала приведены в таблице 18.

Таблица 18 — Абсолютная длительность защитного интервала

Размерность БПФ	Абсолютная длительность защитного интервала при относительной длительности защитного интервала	
	1/32	1/16
2к	64T	128T
1к	32T	64T
0,5к	16T	32T

Приложение А
(обязательное)

Расширение модели буфера приемника для построения гибридного профиля

Для МЧС гибридного профиля в модели буфера приемника сумма скоростей декодирования во всех PLP кластера PLP наземного и спутникового сигналов не должна превышать 12 Мбит/с в соответствии с выражением

$$\sum_{Terr:i} R_{codebits,rec,\max}(n,i) + \sum_{Sat:j} R_{codebits,rec,\max}(n,j) \le 12 \text{ Мбит / с}, \quad (A.1)$$

где $R_{codebits,rec,\max}$ — максимальная скорость декодирования;

n — номер кластера PLP;

i — номер PLP в кластере PLP наземного сигнала;

j — номер PLP в кластере PLP спутникового сигнала.

Общий размер буфера устранения фазового дрожания для хранения всех PLP кластера PLP наземного и спутникового сигналов составляет 2 Мбит.

Для ОЧС применяют модель буфера приемника базового профиля.

Приложение Б
(справочное)

Шаблон рассредоточенного пилот-сигнала для модуляции SC-OFDM

В настоящем приложении приведен шаблон рассредоточенного пилот-сигнала PP9 для модуляции SC-OFDM, который используется для спутникового тракта гибридного профиля. На рисунке Б.1 показан шаблон рассредоточенного пилот-сигнала PP9 в режиме SISO. Непрерывные пилот-сигналы, связанные с SC-OFDM, отсутствуют.

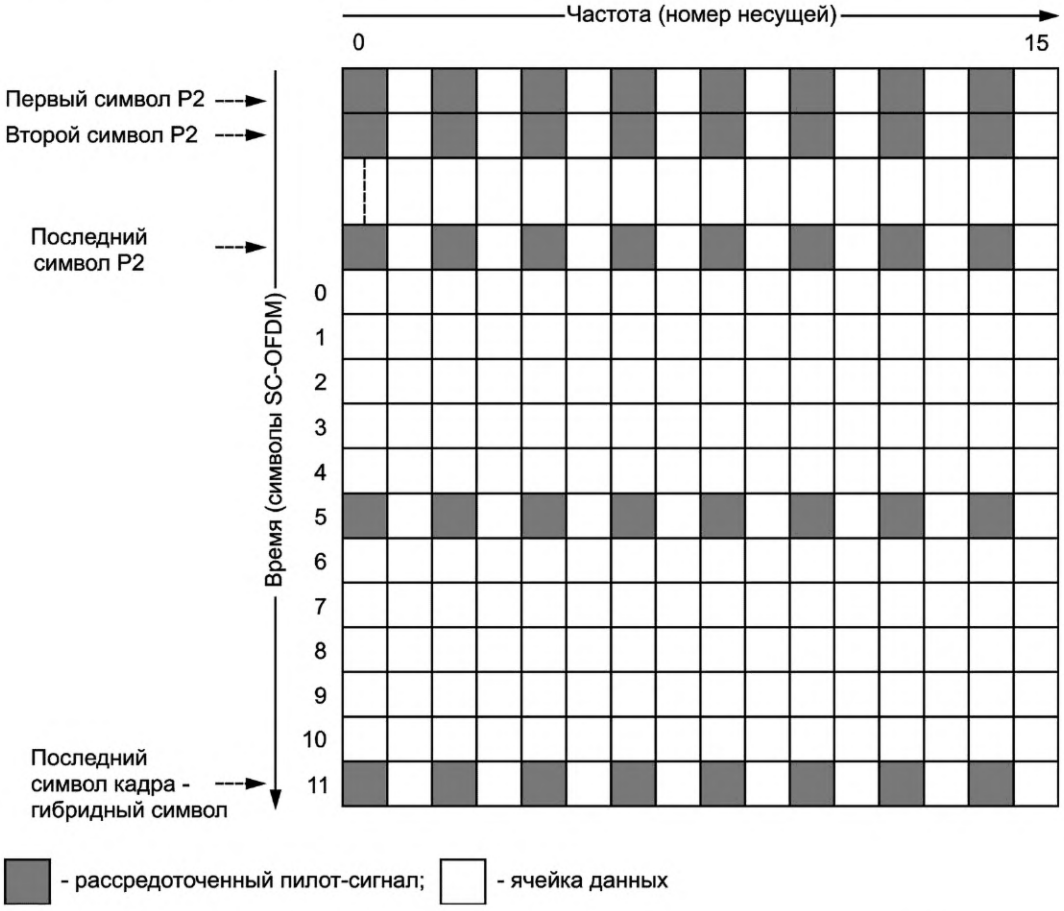


Рисунок Б.1 — Шаблон рассредоточенного пилот-сигнала PP9 для модуляции SC-OFDM в режиме SISO

УДК 621.397.132.129:006.354 ОКС 33.170

Ключевые слова: цифровое вещательное телевидение, система цифрового телевизионного вещания для портативных устройств последующего поколения, спецификация физического уровня, DVB-NGH, MISO, SISO, SC-OFDM, сигнализация, кроссполяризация, мультиплексирование, кодирование

Редактор *М.В. Митрофанова*
Технический редактор *И.Е. Черепкова*
Корректор *С.И. Фирсова*
Компьютерная верстка *И.Ю. Литовкиной*

Сдано в набор 26.08.2024. Подписано в печать 03.09.2024. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 3,26. Уч-изд. л. 2,77.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Создано в единичном исполнении в ФГБУ «Институт стандартизации»
для комплектования Федерального информационного фонда стандартов,
117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.

gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru