



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: **2007107400/09**, **29.07.2005**

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
29.07.2005

(30) Конвенционный приоритет:
29.07.2004 US 60/592,999

(43) Дата публикации заявки: **10.09.2008**

(45) Опубликовано: **10.12.2009** Бюл. № 34

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: **RU 2233541 C2**, **27.07.2004**. **WO 2004/015948**
A1, **19.02.2004**. **WO 02/099994 A1**, **12.12.2002**. **JP**
2003 309535 A, **31.10.2003**. **US 6311306 B1**,
30.10.2001.

(85) Дата перевода заявки РСТ на национальную
фазу: **28.02.2007**

(86) Заявка РСТ:
US 2005/027104 (29.07.2005)

(87) Публикация РСТ:
WO 2006/015268 (09.02.2006)

Адрес для переписки:
**129090, Москва, ул. Б.Спасская, 25, стр.3,
ООО "Юридическая фирма Городисский и
Партнеры", пат.пов. Ю.Д.Кузнецову,
рег.№ 595**

(72) Автор(ы):

**ВАН Майкл Мао (US),
ЛИН Фуюнь (US),
МУРАЛИ Рамасвами (US),
ВИДЖАЯН Раджив (US)**

(73) Патентообладатель(и):

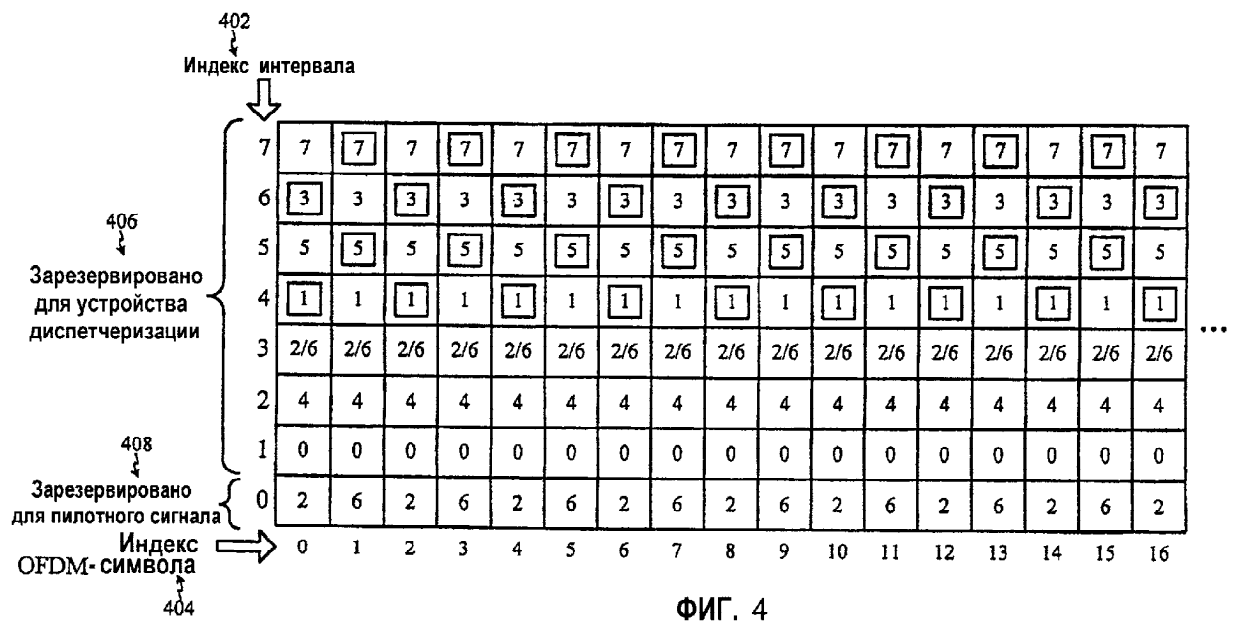
КВЭЛКОММ ИНКОРПОРЕЙТЕД (US)

(54) СИСТЕМА И СПОСОБ ДЛЯ РАЗНЕСЕНИЯ ВО ВРЕМЕНИ

(57) Реферат:

Изобретение относится к беспроводной связи и, более конкретно, к перемежению каналов в системе беспроводной связи. Система и способ для разнесения во времени, в которых используется перемежение. Для облегчения функционирования и на

передающем устройстве и на принимающем устройстве может применяться формула для задания отображения из интервалов чередования за время данного OFDM-символа. Технический результат - повышение эффективности в условиях многолучевого распространения. 4 н.п. ф-лы, 41 ил., 17 табл.





FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(12) ABSTRACT OF INVENTION(21), (22) Application: **2007107400/09, 29.07.2005**(24) Effective date for property rights:
29.07.2005(30) Priority:
29.07.2004 US 60/592,999(43) Application published: **10.09.2008**(45) Date of publication: **10.12.2009 Bull. 34**(85) Commencement of national phase: **28.02.2007**(86) PCT application:
US 2005/027104 (29.07.2005)(87) PCT publication:
WO 2006/015268 (09.02.2006)

Mail address:
**129090, Moskva, ul. B.Spasskaja, 25, str.3, OOO
"Juridicheskaja firma Gorodisskij i Partnery",
pat.pov. Ju.D.Kuznetsovu, reg.№ 595**

(72) Inventor(s):

**VAN Majkl Mao (US),
LIN Fujun' (US),
MURALI Ramasvami (US),
VIDZhAJaN Radzhiv (US)**

(73) Proprietor(s):

KVEhLKOMM INKORPOREJTED (US)

(54) SYSTEM AND METHOD FOR TIME SEPARATION

(57) Abstract:

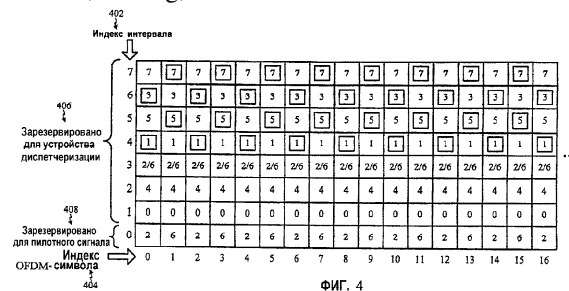
FIELD: physics; communication.

SUBSTANCE: invention relates to wireless communication and more specifically to alternating channels in a wireless communication system. The system and method for time separating use alternation. To simplify operation, a formula can be applied at the transmitting device and receiving device for assigning display from alternating intervals during the given OFDM-character.

EFFECT: increased efficiency in multibeam

transmission conditions.

4 cl, 40 dwg, 17 tbl



По настоящей заявке на патент испрашивается приоритет по дате подачи предварительной заявки № 60/592999, озаглавленной "СПОСОБ ПЕРЕМЕЖЕНИЯ КАНАЛОВ В OFDM-СИСТЕМАХ БЕСПРОВОДНОЙ СВЯЗИ", поданной 29 июля 2004 года, переуступленной патентообладателю настоящей заявки и таким образом явно включенной путем ссылки в настоящее описание.

Область техники, к которой относится изобретение

Настоящие раскрытые варианты осуществления в целом имеют отношение к беспроводной связи и, более определенно, к перемежению каналов в системе беспроводной связи.

Уровень техники

Уплотнение с ортогональным делением частот (OFDM-Orthogonal Frequency Division Multiplexing) является технологией для транслирования высокоскоростных цифровых сигналов. В OFDM-системах отдельный высокоскоростной поток данных разделяется на несколько параллельных низкоскоростных подпотоков, причем каждый подпоток используется для модуляции соответствующей поднесущей частоты. Нужно заметить, что, хотя настоящее изобретение описывается на основе квадратурной амплитудной модуляции, оно в равной степени применимо к системам модуляции с фазовой манипуляцией.

Технология модуляции, используемая в OFDM-системах, называется квадратурной амплитудной модуляцией (КАМ), в которой модулируются и фаза, и амплитуда несущей частоты. При КАМ-модуляции комплексные КАМ-символы генерируются из множественных битов данных, причем каждый символ включает в себя вещественную составляющую и комплексную составляющую и каждый символ представляет множественные биты данных, из которых он был сгенерирован. Множество КАМ-битов переносится вместе в модель, которая может быть графически представлена с помощью комплексной плоскости. Как правило, модель называется "группа". С помощью использования КАМ-модуляции OFDM-система может повысить свою эффективность.

Случается, что при транслировании сигнал может распространяться на принимающие устройства посредством более чем одного тракта. Например, сигнал от отдельного передающего устройства может распространяться по прямой на принимающее устройство, а также он может отражаться от физических объектов для распространения на принимающее устройство по другому тракту. Кроме того, случается, что, когда система применяет так называемую "сотовую" технологию транслирования для повышения спектральной эффективности, сигнал, предназначенный для принимающего устройства, может транслироваться более чем одним передающим устройством. Следовательно, один и тот же сигнал будет передаваться на принимающее устройство более чем по одному тракту. Такое параллельное распространение сигналов, или искусственное (т.е. вызванное транслированием одного и того же сигнала более чем от одного передающего устройства), или естественное (т.е. вызванное эхо-сигналами), называется "многолучевым". Нетрудно понять, что несмотря на то, что сотовая цифровая трансляция является спектрально эффективной, должны быть созданы условия для эффективной адресации с учетом многолучевого распространения.

К счастью, OFDM-системы, которые используют КАМ-модуляцию, более эффективны при наличии многолучевого режима (который, как указано выше, должен возникать при использовании технологий сотового транслирования), чем технологии КАМ-модуляции, в которых используется только одна несущая частота. Конкретнее,

в КАМ-системах с одной несущей должно применяться сложное корректирующее устройство для выравнивания каналов, которые содержат эхо-сигналы, столь же мощных, как основной тракт, и такое выравнивание трудновыполнимо. Напротив, в OFDM-системах потребность в сложных корректирующих устройствах может быть
 5 полностью устранена просто путем вставления охранного интервала соответствующей длины в начало каждого символа. Соответственно, OFDM-системы, которые используют КАМ-модуляцию, являются предпочтительными, если предполагается многолучевой режим.

10 В типичной схеме решетчатого кодирования поток данных кодируется устройством сверточного кодирования, а затем последовательные биты объединяются в битовую группу, которая станет КАМ-символом. В группе присутствует несколько битов, причем количество битов в группе определяется целым числом "m" (поэтому говорят, что каждая группа имеет «m-ичную» размерность). Как правило, значением "m"
 15 является четыре, пять, шесть или семь, хотя оно может быть больше или меньше.

После группирования битов в многобитовые символы символы перемежаются. Под "перемежением" подразумевается, что поток символов последовательно переупорядочивается, чтобы тем самым уравнивать вероятности потенциальных
 20 ошибок, вызванных ухудшением характеристик канала. Для иллюстрации предположим, что нужно передать пять слов. Пусть во время передачи непеременяющегося сигнала происходит временное искажение канала. При этих условиях целое слово может быть потеряно прежде, чем искажение канала ослабнет, и может быть трудно, если не невозможно, узнать, какая информация была передана
 25 потерянным словом.

Напротив, если буквы этих пяти слов последовательно переупорядочены (т.е. "перемежены") перед передачей и происходит искажение канала, могут быть потеряны некоторые буквы, возможно, одна буква в каждом слове. Тем не менее, после
 30 декодирования переупорядоченных букв должны обнаружиться все пять слов, хоть некоторые слова и с пропущенными буквами. Будет нетрудно понять, что при этих условиях для цифрового декодирующего устройства было бы относительно легко восстановить данные по существу во всей полноте. После перемежения m-ичных символов символы отображаются в комплексные символы, используя принципы
 35 КАМ, упомянутые выше, уплотняются в соответствующие им каналы поднесущей и передаются.

Краткое описание чертежей

40 Фиг.1а иллюстрирует устройство перемежения каналов в соответствии с вариантом осуществления.

Фиг.1b показывает устройство перемежения каналов в соответствии с другим вариантом осуществления.

Фиг.2а иллюстрирует кодовые биты турбопакета, помещенные в буфер перемежения в соответствии с вариантом осуществления.

45 Фиг.2b иллюстрирует буфер устройства перемежения, выполненный в виде матрицы с N/m строками и m столбцами в соответствии с вариантом осуществления.

Фиг.3 иллюстрирует таблицу чередований с перемежением в соответствии с вариантом осуществления.

50 Фиг.4 иллюстрирует диаграмму распределения каналов в соответствии с вариантом осуществления.

Фиг.5 иллюстрирует диаграмму распределения каналов с полной единичной последовательностью смещения, дающей в результате длительные периоды хороших и

недостаточных оценок канала для конкретного интервала в соответствии с вариантом осуществления.

Фиг.6 иллюстрирует диаграмму распределения каналов с полной, двоичной последовательностью смещения, дающей в результате равномерное рассеяние чередований с хорошими и недостаточными оценками канала.

Фиг.7 иллюстрирует беспроводное устройство, выполненное с возможностью реализации перемежения в соответствии с вариантом осуществления.

Фиг.8 иллюстрирует формат пакета физического уровня.

Фиг.9 иллюстрирует вычисление ПКК для пакета физического уровня.

Фиг.10 иллюстрирует продолжительность OFDM-символа.

Фиг.11 иллюстрирует сверхцикл и структуру канала в понятиях P , W и L .

Фиг.12 иллюстрирует блок-схему обработки пакета пилотного сигнала 1 TDM в передающем устройстве.

Фиг.13 иллюстрирует генератор псевдошумовой последовательности для модуляции поднесущих пилотного сигнала 1 TDM.

Фиг.14 иллюстрирует сигнальную группу для модуляции КФМ.

Фиг.15 иллюстрирует способ обработки на принимающем устройстве постоянной модели Пилотного сигнала 2 TDM/КГИ/КЛИ/Пилотного сигнала TDM/КПС/Нераспределенных интервалов в канале данных/зарезервированных OFDM-символов.

Фиг.16 иллюстрирует распределение интервалов КГИ.

Фиг.17 иллюстрирует устройство скремблирования битов интервала.

Фиг.18 иллюстрирует распределение интервалов КЛИ.

Фиг.19 иллюстрирует распределенные и нераспределенные интервалы в OFDM-символе пилотного сигнала 2 TDM.

Фиг.20 иллюстрирует способ обработки на принимающем устройстве пакета физического уровня для OIS.

Фиг.21 иллюстрирует схему кодирования для канала глобального OIS.

Фиг.22 иллюстрирует устройство турбокодирования.

Фиг.23 иллюстрирует процедуру вычисления выходного адреса устройства перемежения турбокода.

Фиг.24 иллюстрирует пример функционирования устройства перемежения битов для $N=20$.

Фиг.25 иллюстрирует отображение турбокодированного пакета канала глобального OIS в буферы интервалов данных.

Фиг.26 иллюстрирует отображение турбокодированного пакета канала локального OIS в буферы интервалов данных.

Фиг.27 иллюстрирует способ обработки на принимающем устройстве пакета физического уровня канала данных.

Фиг.28 иллюстрирует устройство кодирования канала данных.

Фиг.29 иллюстрирует перемежение битов базовой и расширенной составляющих для заполнения буфера интервала при многоуровневой модуляции.

Фиг.30 иллюстрирует турбокодированный пакет канала данных, занимающий три буфера.

Фиг.31 иллюстрирует уплотнение базовой и расширенной составляющих турбокодированных пакетов, занимающих три буфера интервалов данных.

Фиг.32 иллюстрирует турбокодированные пакеты канала данных, занимающие три буфера интервалов данных.

Фиг.33 иллюстрирует распределение интервалов для множественных ЛИК по три последовательным OFDM-символам в цикле.

Фиг.34 иллюстрирует сигнальную группу для 16-QAM модуляции.

Фиг.35 иллюстрирует сигнальную группу для многоуровневой модуляции.

Фиг.36 иллюстрирует распределение чередований пилотным сигналам FDM.

Фиг.37 иллюстрирует распределение чередований для интервалов.

Фиг.38 иллюстрирует стандартную операцию OFDM.

Фиг.39 иллюстрирует наложение кадрирования OFDM-символов.

Осуществление изобретения

В варианте осуществления устройство перемежения каналов содержит устройство перемежения битов и устройство перемежения символов. Фиг.1 показывает два типа схемы перемежения каналов. Обе схемы используют перемежение битов и чередование для достижения максимального разнесения каналов.

Фиг.1a показывает устройство перемежения каналов в соответствии с вариантом осуществления. Фиг.1b показывает устройство перемежения каналов в соответствии с другим вариантом осуществления. Устройство перемежения на Фиг.1a использует устройство перемежения битов исключительно для получения с m-ичного модуляционного разнесения и использует двумерную таблицу чередований с перемежением и динамическое отображение интервал-чередование для получения частотного разнесения, которое обеспечивает лучшие характеристики перемежения без необходимости явного перемежения символов.

Фиг.1a показывает турбокодированные биты 102, подающиеся на вход блока 104 перемежения битов. Блок 104 перемежения битов дает на выходе перемеженные биты, которые подаются на вход блока 106 отображения символов группы. Блок 106 отображения символов группы дает на выходе биты, отображающие символы группы, которые подаются на вход блока 108 перемежения символов группы. Блок 108 перемежения символов группы подает перемеженные биты символов группы в блок 110 распределения каналов. Блок 110 распределения каналов чередует перемеженные биты символов группы, используя таблицу 112 чередований, и дает на выходе OFDM-символы 114.

Фиг.1b показывает турбокодированные биты 152, подающиеся на вход блока 154 перемежения битов. Блок 154 перемежения битов дает на выходе перемеженные биты, которые подаются на вход блока 156 отображения символов группы. Блок 156 отображения символов группы дает на выходе биты, отображающие символы группы, которые подаются на вход блока 158 распределения каналов. Блок 158 распределения каналов направляет по каналам перемеженные биты символов группы, используя таблицу чередований с перемежением и динамическое отображение интервал-чередование 160, и дает на выходе OFDM-символы 162.

Перемежение битов для модуляционного разнесения

Устройство перемежения на Фиг.1b использует перемежение 154 битов для получения модуляционного разнесения. Кодовые биты 152 турбопакета перемежаются по такой модели, что смежные кодовые биты отображаются в различные символы группы. Например, для 2 m-ичной модуляции N-битовый буфер устройства перемежения разделяется на N/m блоков. Смежные кодовые биты последовательно записываются в смежные блоки и затем считываются один за другим от начала буфера к концу в последовательном порядке, как показано на Фиг.2a (верхняя часть). Это гарантирует, что смежные кодовые биты будут отображены в различные символы группы. Или, что то же самое, как показано на Фиг.2b (нижняя часть), буфер

устройства перемежения выполняется в виде матрицы с N/m строками и m столбцами. Кодовые биты записываются в буфер столбец за столбцом и считываются построчно. Чтобы избежать отображения смежного кодового бита в одну и ту же позицию бита символа группы вследствие того, что определенные биты символа группы более
 5 надежны, чем другие, для 16-КАМ, в зависимости от отображения, например, первый и третий биты более надежны, чем второй и четвертый биты, строки должны считываться слева направо и справа налево попеременно.

Фиг.2а показывает кодовые биты турбопакета 202, размещенные в буфере 204
 10 перемежения, в соответствии с вариантом осуществления. Фиг.2b является иллюстрацией операции перемежения битов в соответствии с вариантом осуществления. Кодовые биты турбопакета 250 размещаются в буфере 252 перемежения, как показано на Фиг.2b. Буфер 252 перемежения преобразуется перестановкой второго и третьего столбцов, таким образом, создавая буфер 254
 15 перемежения, в котором $m=4$, в соответствии с вариантом осуществления. Перемеженные кодовые биты турбопакета 256 считываются из буфера 254 перемежения.

Для простоты может использоваться фиксированное значение $m=4$, если высшим
 20 уровнем модуляции является 16 и если длина кодового бита всегда кратна 4. В этом случае, чтобы улучшить разделение для КФМ (квадратурная фазовая манипуляция), два средних столбца переставляются перед считыванием. Эта процедура изображена на Фиг.2b (нижняя часть). Для специалистов в данной области техники должно быть очевидно, что любые два столбца могут быть переставлены. Также для специалистов в
 25 данной области техники должно быть очевидно, что столбцы могут располагаться в любом порядке. Также для специалистов в данной области техники должно быть очевидно, что строки могут располагаться в любом порядке.

В другом варианте осуществления, в качестве первого этапа, кодовые биты
 30 турбопакета 202 распределяются по группам. Заметим, что варианты осуществления и на Фиг.2а, и на Фиг.2b также распределяют кодовые биты по группам. Однако вместо того, чтобы просто переставлять строки или столбцы, кодовые биты в пределах каждой группы перетасовываются согласно порядку битов в группе для каждой данной группы. Таким образом, порядок четырех групп из 16 кодовых битов после
 35 распределения по группам может быть {1, 5, 9, 13} {2, 6, 10, 14} {3, 7, 11, 15} {4, 8, 12, 16}, применяя простое линейное упорядочение групп, а порядок четырех групп из 16 кодовых битов после перетасовывания может быть {13, 9, 5, 1} {2, 10, 6, 14} {11, 7, 15, 3} {12, 8, 4, 16}. Заметим, что перестановка строк или столбцов была бы
 40 обратным случаем этого внутригруппового перетасовывания.

Чередование с перемежением для частотного разнесения

В соответствии с вариантом осуществления, устройство перемежения каналов
 использует чередование с перемежением для перемежения символов группы, чтобы
 45 получить частотное разнесение. Это устраняет потребность в явном перемежении символов группы. Перемежение выполняется на двух уровнях:

- В пределах, или Перемежение Внутри Чередования: В варианте осуществления 500 поднесущих чередований перемежаются методом инвертирования битов.

- Посреди, или Перемежение Между Чередованиями: В варианте осуществления
 50 восемь чередований перемежаются методом инвертирования битов.

Для специалистов в данной области техники должно быть очевидно, что число поднесущих может быть отличным от 500. Также для специалистов в данной области техники должно быть очевидно, что число чередований может быть отличным от

восьми.

Заметим, что поскольку 500 не является степенью 2, в соответствии с вариантом осуществления должна использоваться операция инверсии приведенного набора битов. Следующий программный код демонстрирует операцию:

```

5  [0034]      vector<int> reducedSetBitRev(int n)
    [0035]      {
    [0036]          int m=exponent(n);
10  [0037]          vector<int> y(n);
    [0038]          for (int i=0, j=0; i<n; i++,j++)
    [0039]          {
    [0040]              int k;
15  [0041]              for (; (k=bitRev(j,m))>=n; j++);
    [0042]              y[i]=k;
    [0043]          }
20  [0044]          return y;

    [0045]      }

```

где $n=500$, m представляет собой самое малое целое число, такое, что $2^m > n$, каковым является 8, и bitRev является обычной операцией инверсии битов.

Символы из последовательности символов группы канала данных отображаются в соответствующие поднесущие последовательным линейным методом согласно назначенному индексу интервала, определяемому устройством распределения каналов, используя таблицу чередований, как изображено на Фиг.3, в соответствии с

Фиг.3 иллюстрирует таблицу чередований с перемежением в соответствии с вариантом осуществления. Показаны турбопакет 302, символы 304 группы и таблица 306 чередований с перемежением. Также показаны чередование 0 (308), чередование 4 (310), чередование 2 (312), чередование 6 (314), чередование 1 (316), чередование 5 (318), чередование 3 (320) и чередование 7 (322).

В варианте осуществления одно из восьми чередований используется для пилотного сигнала, т.е. Чередование 2 и Чередование 6 используются поочередно для пилотного сигнала. В результате устройство распределения каналов может использовать семь чередований для диспетчеризации. Для удобства устройство распределения каналов использует Интервал в качестве блока диспетчеризации. Интервал определяется как одно чередование OFDM-символа. Таблица чередований используется для отображения интервала в конкретное чередование. Поскольку используются восемь чередований, значит, есть восемь интервалов. Семь интервалов будут предназначены для использования при распределении каналов, а один интервал для пилотного сигнала. Без потери общности, Интервал 0 используется для пилотного сигнала, а Интервалы 1-7 используются для распределения каналов, как показано на Фиг.4, где вертикальная ось представляет собой индекс 402 интервала, горизонтальная ось представляет собой индекс 404 OFDM-символа и выделенный жирным шрифтом элемент представляет собой индекс чередования, назначенный соответствующему интервалу на время OFDM-символа.

Фиг.4 показывает диаграмму распределения каналов в соответствии с вариантом

осуществления. Фиг.4 показывает индексы интервалов, зарезервированные для устройства 406 диспетчеризации, и индекс интервала, зарезервированный для пилотного сигнала 408. Выделенные жирным шрифтом элементы представляют собой номера индексов чередований. Число в клетке является чередованием рядом с пилотным сигналом и, следовательно, с хорошей оценкой канала.

Число, обведенное квадратом, является чередованием рядом с пилотным сигналом и, следовательно, с хорошей оценкой канала. Поскольку устройство диспетчеризации всегда предоставляет каналу данных порцию прилегающих интервалов и OFDM-символов, понятно, что в результате перемежения между чередованиями прилегающие интервалы, которые предоставлены каналу данных, будут отображаться в дискретные чередования. Тогда может быть получено большее усиление частотного разнесения.

Однако это статическое предоставление (т.е. таблица отображения интервала на физическое чередование не изменяется во времени) испытывает одну проблему. А именно, если блок распределения каналов данных (допустим, прямоугольный) занимает множественные OFDM-символы, то чередования, предоставленные каналу данных, не изменяются во времени, приводя к потере частотного разнесения. Средством решения проблемы является простое циклическое смещение таблицы чередований устройства диспетчеризации. (т.е. за исключением чередования пилотных сигналов (Таблица интервалов устройства диспетчеризации не включает в себя интервал пилотного сигнала.)) от OFDM-символа к OFDM-символу.

Фиг.5 изображает операцию смещения таблицы чередований устройства диспетчеризации на один OFDM-символ. Эта схема благополучно аннулирует проблему статического предоставления "чередований, т.е. конкретный интервал отображается на разные чередования в разное время OFDM-символа.

Фиг.6 показывает диаграмму распределения каналов с полной единичной последовательностью смещения, дающей в результате длительные периоды хороших и недостаточных оценок канала, для конкретного интервала 502 в соответствии с вариантом осуществления. Фиг.5 показывает индексы интервалов, зарезервированных для устройства 506 диспетчеризации, и индекс интервала, зарезервированного для пилотного сигнала 508. Индекс 504 символа интервала показан на горизонтальной оси.

Однако заметим, что интервалы предоставляются четырем непрерывным чередованиям с хорошими оценками канала, за которыми следуют длительные периоды чередований с недостаточными оценками канала, в отличие от предпочтительных моделей коротких периодов чередований с хорошими оценками канала и коротких периодов чередований с недостаточными оценками канала. На чертеже чередование, которое является смежным по отношению к чередованию для пилотного сигнала, помечено квадратом. Решением проблемы длительных периодов хороших и недостаточных оценок канала является использование последовательности смещения, отличной от всех последовательностей. Существует много последовательностей, которые могут использоваться для выполнения этой задачи. Самой простой последовательностью является полная двоичная последовательность, т.е. таблица чередований устройства диспетчеризации смещается на два OFDM-символа вместо одного. Результат, показанный на Фиг.6, значительно улучшает модель чередований устройства распределения каналов. Заметим, что эта модель повторяется каждые $2 \times 7 = 14$ OFDM-символов, где 2 является периодом разнесения полос каналов чередования пилотного сигнала, а 7 является периодом

смещения чередований устройства распределения каналов.

Для упрощения операции и на передающих устройствах, и на принимающих устройствах может использоваться простая формула для установления отображения интервала на чередование по данному времени OFDM-символа

$$i = \Re' \left\{ \left(N - ((R \times t) \% N) + s - 1 \right) \% N \right\}$$

где

$N=I-1$ является количеством чередований, используемых для диспетчеризации данных информационного потока, где I является общим количеством чередований;

$i \in \{0, 1, \dots, I-1\}$, за исключением чередования для пилотного сигнала, является индексом чередования, которое отображает Интервал s на OFDM-символ t ;

$t=0, 1, \dots, T-1$ является индексом OFDM-символа в сверхцикле, где T является общим количеством OFDM-символов в цикле (Индекс OFDM-символа в сверхцикле, а не в цикле дает дополнительное разнесение по циклам, поскольку число OFDM-символов в цикле в современных разработках не кратно 14.);

$s=1, 2, \dots, S-1$ является индексом интервала, где S является общим количеством интервалов;

R является количеством смещений каждого OFDM-символа;

$\Re'$ является оператором инверсии приведенного набора битов. Т.е. чередование, используемое пилотным сигналом, должно быть исключено из операции инверсии битов.

Пример: В варианте осуществления $I=8, R=2$. Соответствующая формула отображения Интервал-Чередование принимает вид

$$i = \Re' \left\{ \left(7 - ((2 \times t) \% 7) + s - 1 \right) \% 7 \right\}$$

где $\Re'$ соответствует следующей таблице:

$$x \Rightarrow \Re' \{x\}$$

$$0 \Rightarrow 0$$

$$1 \Rightarrow 4$$

$$2 \Rightarrow 2 \text{ или } 6$$

$$3 \Rightarrow 1$$

$$4 \Rightarrow 5$$

$$5 \Rightarrow 3$$

$$6 \Rightarrow 7$$

Эта таблица может быть сгенерирована следующим кодом:

```

[0069] int reducedSetBitRev(int x, int exclude, int n)
[0070] {
[0071]     int m=exponent(n);
[0072]     int y;
[0073]     for (int i=0; j=0; i<=x; i++, j++)
[0074]     {
[0075]         for (; (y=bitRev(j, m))!=exclude; j++);
[0076]     }
[0077]     return y;
[0078] }
```

где $m=3$, и bitRev является обычной операцией инверсии битов.

Для OFDM-символа с индексом $t=11$ пилотный сигнал использует Чередование 6. Отображение между Интервалом и Чередованием принимает вид:

- Интервал 1 отображается на чередование

$$\mathbb{R}' \{ (7 - ((2 \times 11) \% 7) + 1 - 1) \% 7 \} = \mathbb{R} \{ 6 \} = 7;$$

- Интервал 2 отображается на чередование

$$\mathbb{R}' \{ (7 - ((2 \times 11) \% 7) + 2 - 1) \% 7 \} = \mathbb{R} \{ 0 \} = 0;$$

- Интервал 3 отображается на чередование

$$\mathbb{R}' \{ (7 - ((2 \times 11) \% 7) + 3 - 1) \% 7 \} = \mathbb{R} \{ 1 \} = 4;$$

- Интервал 4 отображается на чередование

$$\mathbb{R}' \{ (7 - ((2 \times 11) \% 7) + 4 - 1) \% 7 \} = \mathbb{R} \{ 2 \} = 2;$$

- Интервал 5 отображается на чередование

$$\mathbb{R}' \{ (7 - ((2 \times 11) \% 7) + 5 - 1) \% 7 \} = \mathbb{R} \{ 3 \} = 1;$$

- Интервал 6 отображается на чередование

$$\mathbb{R}' \{ (7 - ((2 \times 11) \% 7) + 6 - 1) \% 7 \} = \mathbb{R} \{ 4 \} = 5;$$

- Интервал 7 отображается на чередование

$$\mathbb{R}' \{ (7 - ((2 \times 11) \% 7) + 7 - 1) \% 7 \} = \mathbb{R} \{ 5 \} = 3.$$

Результирующее отображение согласовывается с отображением на Фиг.6. Фиг.6 показывает диаграмму распределения каналов с полной двоичной последовательностью смещения, дающей в результате равномерное рассеяние чередований с хорошими и недостаточными оценками канала.

В соответствии с вариантом осуществления устройство перемежения обладает следующими признаками:

устройство перемежения битов выполнено с возможностью использования m -ичного модуляционного разнесения путем перемежения кодовых битов в различных модуляционных символах;

"Перемежение символа" предназначено для получения частотного разнесения с помощью перемежения внутри чередования и перемежения между чередованиями; дополнительное усиление частотного разнесения и улучшение оценки канала достигаются изменением таблицы отображения интервал-чередование от OFDM-символа к OFDM-символу. Для достижения этой цели предлагается последовательность чистого вращения.

Фиг.7 показывает беспроводное устройство, выполненное с возможностью реализации перемежения в соответствии с вариантом осуществления. Беспроводное устройство 702 содержит антенну 704, антенный переключатель 706, принимающее устройство 708, передающее устройство 710, обрабатывающее устройство 712 и память 714. Обрабатывающее устройство 712 способно выполнять перемежение в соответствии с вариантом осуществления. Обрабатывающее устройство 712 использует память 714 для буферов промежуточного хранения или для структур данных, чтобы выполнять свои операции.

Прилагаемый раздел описывает детали дополнительных вариантов осуществления.

Специалистам в данной области техники понятно, что информация и сигналы могут быть представлены с использованием любых из ряда различных технологий и методов. Например, данные, инструкции, команды, информация, сигналы, биты, символы и элементы сигналов, которые могут упоминаться по всему вышеупомянутому описанию, могут быть представлены с помощью напряжений, токов, электромагнитных волн, магнитных полей или частиц, оптических полей или частиц, или любой их комбинации.

Специалисты в данной области техники примут во внимание, что различные

иллюстративные логические блоки, модули, схемы и этапы алгоритмов, описанные применительно к вариантам осуществления, раскрытым в настоящем описании, могут быть реализованы в виде электронных аппаратных средств, компьютерного программного обеспечения или их комбинации. Чтобы яснее проиллюстрировать эту взаимозаменяемость аппаратных средств и программного обеспечения различные иллюстративные компоненты, блоки, модули, схемы и этапы были выше описаны в общем смысле с точки зрения их функционального назначения. Реализованы ли такие функциональные возможности в виде аппаратных средств или программного обеспечения, зависит от конкретного применения и конструктивных ограничений, наложенных на систему в целом. Специалисты в данной области техники могут реализовать описанные функциональные возможности различными способами для каждого конкретного применения, но такие реализации не должны толковаться как основание для отклонения от объема настоящего изобретения.

Различные иллюстративные логические блоки, модули и схемы, описанные применительно к вариантам осуществления, раскрытым в настоящем описании, могут быть реализованы или выполнены с применением обрабатывающего устройства общего назначения, цифрового сигнального процессора (ЦСП), специализированной интегральной схемы (СИС), программируемой вентильной матрицы (ПВМ) или другого программируемого логического устройства, логического элемента на дискретных компонентах или транзисторной логической схемы, отдельных аппаратных компонентов или любой их комбинации, предназначенных для выполнения функций, изложенных в настоящем описании. Обрабатывающее устройство общего назначения может быть микропроцессором, но в качестве альтернативы, обрабатывающее устройство может быть любым традиционным обрабатывающим устройством, управляющим устройством, микропроцессорным управляющим устройством или конечным автоматом. Также обрабатывающее устройство может быть реализовано в виде комбинации вычислительных устройств, например комбинации ЦСП и микропроцессора, множества микропроцессоров, одного или более микропроцессоров в сочетании с ядром ЦСП, или любой другой подобной конфигурации.

Этапы способа или алгоритма, описанные применительно к вариантам осуществления, раскрытым в настоящем описании, могут быть осуществлены непосредственно в аппаратных средствах, в программном модуле, исполняемом процессором, или в их комбинации. Программный модуль может постоянно храниться в памяти ОЗУ, флэш-памяти, памяти ПЗУ, памяти СППЗУ, памяти ЭСППЗУ, регистрах, на жестком диске, съемном диске, CD-ROM или на носителе данных любого другого вида, известного для данной области техники.

Иллюстративный носитель данных связывается с обрабатывающим устройством, такое обрабатывающее устройство может считывать информацию с носителя данных и записывать информацию на него. В качестве альтернативы, носитель данных может быть встроенным в обрабатывающее устройство. Обрабатывающее устройство и носитель данных могут являться частью СИС. СИС может являться частью пользовательского терминала. В качестве альтернативы, обрабатывающее устройство и носитель данных могут принадлежать отдельным компонентам пользовательского терминала.

Предыдущее описание раскрытых вариантов осуществления обеспечивает возможность специалисту в данной области техники изготавливать или использовать настоящее изобретение. Специалисты в данной области техники легко увидят

различные модификации этих вариантов осуществления, и общие принципы, определенные в настоящем описании, могут быть применены к другим вариантам осуществления без отклонения от сущности или объема настоящего изобретения. Таким образом, настоящее изобретение не подразумевает ограничения вариантами осуществления, показанными в настоящем описании, а соответствует самой широкой области применения, согласующейся с принципами и новыми признаками, раскрытыми в настоящем описании.

5 ФИЗИЧЕСКИЙ УРОВЕНЬ

Этот раздел включает в себя технические требования физического уровня технологии FLO (Forward Link-Only).

5.1 Пакеты физического уровня

5.1.1 Общий обзор

Единицей передачи физического уровня является пакет физического уровня. Пакет физического уровня имеет длину 1000 бит. Пакет физического уровня переносит один пакет MAC-уровня.

5.1.2 Формат пакета физического уровня

Пакет физического уровня должен использовать следующий формат:

Поле	Длина (биты)
Пакет MAC-уровня	976
ПКК	16
Зарезервировано	2
ХВОСТ	6

Пакет MAC-уровня - Пакет MAC-уровня на основании MAC-протокола OIS, данных или канала управления.

ПКК - Последовательность контроля кадров (см. 5.1.4)

Зарезервировано - FLO-сеть присвоит этому полю нулевое значение. FLO-устройство пропустит это поле.

ХВОСТ - Кодовая концевая комбинация битов. Это поле будет заполнено нулями.

Фиг.8 иллюстрирует формат пакета физического уровня.

5.1.3 Порядок передачи бита

Каждое поле пакета физического уровня должно передаваться в такой последовательности, что старший значащий бит (СЗБ) передается первым, а младший значащий бит (МЗБ) передается последним. СЗБ является крайним левым битом на чертежах настоящего документа.

5.1.4 Вычисление битов ПКК

Вычисление ПКК, изложенное в настоящем документе, должно быть использовано для обработки данных поля ПКК в пакете физического уровня.

ПКК должна быть значением CRC, вычисленным с использованием полиномиального генератора, удовлетворяющего стандарту CRC-CCITT:

$$g(x)=x^{16}+x^{12}+x^5+1.$$

ПКК должна быть равна значению, вычисленному согласно следующей процедуре, которая показана на Фиг.9:

- Все элементы сдвигового регистра должны быть установлены в исходное состояние '1' (Установка в исходное состояние служит для того, чтобы значение CRC для полностью нулевых данных не было нулевым.).

- Переключатели должны быть установлены в верхнее положение.

- Регистр должен синхронизироваться однократно для каждого бита пакета

физического уровня, кроме битов ПКК, Зарезервированного и ХВОСТА. Пакет физического уровня должен считываться от СЗБ до МЗБ.

- Переключатели должны быть приведены в нижнее положение так, чтобы на выходе было суммирование с '0' по модулю 2 и последующие входы сдвигового регистра являлись '0'.

- Регистр должен дополнительно синхронизироваться 16 раз для 16 битов ПКК.

- Выходные биты составляют все поля пакетов физического уровня, кроме полей Зарезервировано, и ХВОСТ.

На Фиг.9 показано вычисление ПКК для пакета физического уровня.

5.2 Технические требования для FLO-сети

Этот раздел определяет технические требования, специфические для оборудования и функционирования FLO-сети.

5.2.1 Передающее устройство

Нижеследующие технические требования должны налагаться на передающее устройство FLO-сети.

5.2.1.1 Частотные параметры

5.2.1.1.1 Частота передачи

Передающее устройство должно работать на одной из восьми полос частот шириной 6 МГц (FLO-система также поддерживает полосы пропускания в 5, 7 и 8 МГц (см. 6.1)). Каждое распределение полосы передачи шириной 6 МГц называется высокочастотным FLO-каналом. Каждый высокочастотный FLO-канал будет обозначен индексом $j \in \{1, 2, \dots, 8\}$. Полоса передачи и центральная частота полосы для каждого индекса высокочастотного FLO-канала должны задаваться согласно таблице 5.2.1.1.1-1.

Таблица 5.2.1.1.1-1

Номер высокочастотного FLO-канала и частоты полосы передачи		
Номер высокочастотного FLO-канала j	FLO-полоса передачи (МГц)	Центральная частота полосы f_c (МГц)
1	698-704	701
2	704-710	707
3	710-716	713
4	716-722	719
5	722-728	725
6	728-734	731
7	734-740	737
8	740-746	743

5.2.1.1.2 Допустимое отклонение частоты

Максимальная разность частот между фактической несущей частотой передачи и заданной частотой передачи должна быть меньше чем $\pm 2 \times 10^{-9}$ центральной частоты полосы в таблице 5.2.1.1.1-1.

5.2.1.1.3 Спектральные характеристики в полосе частот

Подлежит уточнению.

5.2.1.1.4 Маска спектра внеполосного излучения

Подлежит уточнению.

5.2.1.1.5 Характеристики выходной мощности

Эквивалентная излучаемая мощность передачи должна быть меньше 46,98 дБВт (Это соответствует 50 кВт.) (см. [3]).

5.2.1.2 Характеристики OFDM-модуляции

5.2.1.2.1 Общий обзор

Модуляцией, используемой в беспроводной связи, является Уплотнение с ортогональным делением частот (OFDM - Orthogonal Frequency Division Multiplexing). Минимальный интервал передачи соответствует одному периоду OFDM-символа. OFDM-передача символа состоит из множества отдельных модулированных

5.2.1.2.2 Поднесущие

FLO-система должна использовать 4096 поднесущих, пронумерованных от 0 до 4095.

5.2.1.2.2.1 Группы поднесущих

Эти поднесущие разделяются на две отдельные группы, как изложено ниже.

5.2.1.2.2.1.1 Защитные поднесущие

Из доступных 4096 поднесущих 96 не будут использоваться. Эти неиспользуемые поднесущие называют защитными поднесущими. Энергия не должна передаваться по защитным поднесущим.

Поднесущие, пронумерованные от 0 до 47, 2048 и от 4049 до 4095, будут использоваться в качестве защитных поднесущих.

5.2.1.2.2.1.2 Активные поднесущие

Активные поднесущие должны быть группой из 4000 поднесущих с индексами $k \in \{48 \dots 2047, 2049 \dots 4048\}$.

Каждая активная поднесущая должна переносить модуляционный символ.

5.2.1.2.2.2 Разнос поднесущих

Во FLO-системе эти 4096 поднесущих должны перекрыть полосу пропускания в 5,55 МГц в центре высокочастотного FLO-канала. Разнос поднесущих $(\Delta f)_{SC}$ будет задаваться следующим выражением:

$$(\Delta f)_{SC} = \frac{5,55 \times 10^6}{4096} = 1,35498046875 \text{ кГц}$$

5.2.1.2.2.3 Частота поднесущих

Частота поднесущей с индексом i в k -м высокочастотном FLO-канале (см. таблицу 5.2.1.1.1-1) $f_{SC}(k,i)$ должна вычисляться согласно следующему уравнению:

$$f_{SC}(k,i) = f_C(k) + (i - 2048) \times (\Delta f)_{SC}$$

где

$f_C(k)$ является центральной частотой для k -го высокочастотного FLO-канала;

$(\Delta f)_{SC}$ является разном поднесущих.

5.2.1.2.2.4 Чередования поднесущих

Активные поднесущие должны подразделяться на 8 чередований, проиндексированных от 0 до 7. Каждое чередование будет состоять из 500 поднесущих. Поднесущие в чередовании должны быть разнесены на $[8 \times (\Delta f)_{SC}]$ Гц между собой (За исключением нулевого чередования, где две поднесущие в середине этого чередования разносятся на $16 \times (\Delta f)_{SC}$, поскольку поднесущая с индексом 2048 не используется.) по частоте, причем $(\Delta f)_{SC}$ является разном поднесущих.

Поднесущие в каждом чередовании должны перекрывать 5,55 МГц полосы пропускания высокочастотного FLO-канала. Активная поднесущая с индексом i должна распределяться чередованию I_j , где $j = i \bmod 8$. Индексы поднесущих в каждом чередовании должны быть последовательно упорядочены по возрастанию. Нумерация поднесущих в чередовании должна быть в пределах 0,1,...,499.

5.2.1.2.3 Структура цикла и канала

Передаваемый сигнал группируется в сверхциклы. Каждый сверхцикл должен иметь продолжительность T_{SF} , равную 1 с, и состоять из 1200 OFDM-символов.

OFDM-символы в сверхцикле должны быть пронумерованы от 0 до 1199. Интервал T_s OFDM-символа должен быть 833,33... мкс. OFDM-символ состоит из множества отсчетов основной полосы частот временной области, называемых элементами OFDM-сигнала. Эти элементы сигнала должны передаваться со скоростью $5,55 \times 10^6$ в секунду.

Полный интервал T_s' OFDM-символа состоит из четырех частей: полезная часть с продолжительностью T_U , плоский защитный интервал с продолжительностью T_{FGI} и два кадрированных интервала с продолжительностью T_{WGI} с двух сторон, как проиллюстрировано на Фиг.10. Должно иметь место наложение T_{WGI} между последовательными OFDM-символами (см. Фиг.39).

Эффективный интервал OFDM-символа должен быть $T_s = T_{WGI} + T_{FGI} + T_U$,

где

$$\text{где} \begin{cases} T_U = 4096 \text{ элементов} = \frac{4096}{5,55 \times 10^6} = 738,018018... \text{ мкс} \\ T_{FGI} = 512 \text{ элементов} = \frac{512}{5,55 \times 10^6} = 92,252252... \text{ мкс} \\ T_{WGI} = 17 \text{ элементов} = \frac{17}{5,55 \times 10^6} = 3,063063... \text{ мкс} \end{cases}$$

На Фиг.10 показана продолжительность OFDM-символа.

Полная продолжительность символа должна быть $T_s' = T_s + T_{WGI}$.

Эффективная продолжительность OFDM-символа в дальнейшем будет именоваться интервалом OFDM-символа. На протяжении интервала OFDM-символа модуляционный символ должен переноситься каждой из активных поднесущих.

Каналами физического уровня технологии FLO (см. Фиг.1.5-1) являются канал пилотного сигнала TDM (time-division multiplex - уплотнение с временным разделением), канал пилотного сигнала FDM (frequency-division multiplex - уплотнение с частотным разделением), канал OIS и канал данных. Канал пилотного сигнала TDM, канал OIS и канал данных должны уплотняться с временным разделением по всему сверхциклу. Канал пилотного сигнала FDM должен уплотняться с частотным разделением с каналом OIS и каналом данных по всему сверхциклу, как проиллюстрировано на Фиг.11.

Канал пилотного сигнала TDM состоит из канала пилотного сигнала 1 TDM, канала глобальной идентификации (КГИ), канала локальной идентификации (КЛИ), канала пилотного сигнала 2 TDM, канала пилотного сигнала перехода (КПСП) и канала пилотного сигнала расположения (КПСР). Канал пилотного сигнала 1 TDM, КГИ, КЛИ и канал пилотного сигнала 2 TDM будут перекрывать по одному OFDM-символу и присутствовать в начале сверхцикла. Канал пилотного сигнала перехода (КПСП), перекрывающий один OFDM-символ, должен предшествовать и следовать за каждой передачей по каналу глобальных и локальных данных или OIS. КПСП, обрамляющий глобальный канал (глобальный OIS или глобальные данные), называют глобальным каналом пилотного сигнала перехода (ГКПСП). КПСП, обрамляющий передачу по локальному каналу (каналу локального OIS или локальных данных), называют локальным каналом пилотного сигнала перехода

(ЛКПСР). ГКПСР и ЛКПСР должны занимать по 10 OFDM-символов и вместе занимать 20 OFDM-символов в сверхцикле. КПСР должен иметь переменную продолжительность, и сигнал о его статусе (присутствие или отсутствие и продолжительность) должен подаваться по каналу OIS. Если присутствует, он должен перекрывать 6, 10 или 14 OFDM-символов в конце сверхцикла. Если КПСР отсутствует, два OFDM-символа будут зарезервированы в конце сверхцикла.

Канал OIS должен занимать 10 OFDM-символов в сверхцикле и следовать непосредственно за первым OFDM-символом ГКПСР в сверхцикле. Канал OIS состоит из канала глобального OIS и канала локального OIS. Канал глобального OIS и канал локального OIS должны иметь продолжительность по 5 OFDM-символов и должны быть отделены двумя OFDM-символами КПСР.

Канал пилотного сигнала FDM должен перекрывать 1174, 1170, 1166 или 1162 OFDM-символов (Эти значения соответствуют или 2 зарезервированным OFDM-символам, или 6, 10 и 14 OFDM-символам КПСР, соответственно, присутствующим в каждом сверхцикле.) в сверхцикле. Канал пилотного сигнала FDM уплотняется с частотным разделением с каналами глобальных и локальных OIS и данных.

Канал данных должен перекрывать 1164, 1160, 1156 или 1152 OFDM-символа (Эти значения соответствуют или 2 зарезервированным OFDM-символам, или 6, 10 и 14 OFDM-символам КПСР, соответственно, присутствующим в каждом сверхцикле.). Передача канала данных плюс 16 передач OFDM-символов КПСР, непосредственно предшествующих каждой передаче канала данных или следующих за ней, разделяются на 4 фрейма.

Пусть

P является числом OFDM-символов в КПСР или числом зарезервированных OFDM-символов в случае, когда КПСР отсутствует в сверхцикле.

W является числом OFDM-символов, относящихся к каналу глобальных данных в цикле.

L является числом OFDM-символов, относящихся к каналу локальных данных в цикле.

F является числом OFDM-символов в цикле.

Тогда эти параметры цикла должны быть связаны следующей системой уравнений:

$$F = 295 - \frac{P - 2}{4}$$

$$F = W + L + 4$$

Фиг.11 иллюстрирует сверхцикл и структуру канала в понятиях P, W и L.

Если КПСР отсутствует, каждый цикл должен перекрывать 295 OFDM-символов и иметь продолжительность T_F , равную 245,8333... мс (см. Фиг.11); заметим, что есть два зарезервированных OFDM-символа в конце каждого сверхцикла. Если КПСР присутствует в конце сверхцикла, каждый цикл должен перекрывать изменяющееся число OFDM-символов, как задано в таблице 5.2.1.2.3-1.

Таблица 5.2.1.2.3-1

Продолжительность цикла для разного числа OFDM-символов КПСР		
Число OFDM-символов КПСР	Продолжительность (F) цикла в единицах OFDM-символов	Продолжительность цикла в мс
6	294	245
10	293	244,166
14	292	243,333

Канал данных на протяжении каждого цикла должен уплотняться с временным разделением между каналом локальных данных и каналом глобальных данных. Доля цикла, относящаяся к глобальным данным, равна $\frac{W}{W+L} \times 100\%$

и может изменяться от 0 до 100%.

Пакеты физического уровня, переданные по каналу OIS, называют OIS-пакетами, а пакеты физического уровня, переданные по каналу данных, называют пакетами данных.

5.2.1.2.4 Составляющие потока и многоуровневая модуляция

Аудио- или видеонаполнение, относящееся к многоадресному вещанию потока данных через FLO-сеть, может быть отправлено в двух составляющих, т.е. базовой составляющей (В), которая обладает широким приемом, и расширенной составляющей (Е), которая улучшает аудиовизуальные впечатления, обеспеченные основной составляющей, на более ограниченной зоне покрытия.

Основная и расширенная составляющие пакетов физического уровня вместе отображаются в модуляционные символы. Этот признак технологии FLO является так называемой многоуровневой модуляцией.

5.2.1.2.5 Логический информационный канал в технологии FLO

Пакеты данных, передаваемые на физическом уровне, ставятся в соответствие одному или более виртуальным каналам, именуемым логические информационные FLO-каналы (ЛИК). ЛИК является декодируемой составляющей FLO-услуги, которая имеет преимущество независимого приема для FLO-устройства. Услуга может быть передана по множественным ЛИК. Однако базовая и расширенная составляющие аудио- или видеопотока, относящегося к услуге, должны передаваться по единому ЛИК.

5.2.1.2.6 Режимы передачи в технологии FLO

Сочетание типа модуляции и кодовой скорости внутреннего кода называют "режимом передачи". FLO-система должна поддерживать двенадцать режимов передачи, перечисленных в таблице 5.2.1.2.6-1.

Во FLO-сети режим передачи постоянен, когда ЛИК конкретизирован, и изменяется нечасто. Это ограничение налагается для того, чтобы поддерживать постоянную зону уверенного приема для каждого ЛИК.

Режимы передачи в технологии FLO		
Номер режима	Модуляция (см. 5.2.1.2.9.6.1.6.1, 5.2.1.2.9.6.1.6.2, 5.2.1.2.9.7.1.6.3)	Кодовая скорость турбокода (см. 5.2.1.2.9.6.1.1 и 5.2.1.2.9.2.1)
0	КФМ	1/3
1	КФМ	1/2
2	16-КАМ	1/3
3	16-КАМ	1/2
4	16-КАМ	2/3
5 (Этот режим используется только для канала OIS.)	КФМ	1/5
6	Многоуровневая модуляция с энергетическим коэффициентом 4	1/3
7	Многоуровневая модуляция с энергетическим коэффициентом 4	1/2
8	Многоуровневая модуляция с энергетическим коэффициентом 4	2/3

9	Многоуровневая модуляция с энергетическим коэффициентом 6.25	1/3
10	Многоуровневая модуляция с энергетическим коэффициентом 6.25	1/2
11	Многоуровневая модуляция с энергетическим коэффициентом 6.25	2/3

5.2.1.2.7 Интервалы в технологии FLO

Во FLO-сети минимальная единица ширины полосы пропускания, предоставленной для ЛИК через OFDM-символ, соответствует группе из 500 модуляционных символов.

Эту группу из 500 модуляционных символов называют интервалом. Функция диспетчеризации (на MAC-уровне) распределяет интервалы для ЛИК на протяжении информационной части сверхцикла. Когда функция диспетчеризации распределяет ширину полосы пропускания передачи для ЛИК в OFDM-символе, она делает это в целых единицах интервалов.

Имеется 8 интервалов на протяжении каждого OFDM-символа (За исключением канала пилотного сигнала 1 TDM в сверхцикле.). Эти интервалы должны быть пронумерованы от 0 до 7. Каналы КГИ и КЛИ должны занимать по 1 интервалу. Канал пилотного сигнала 2 TDM должен занимать 4 интервала. КПСП (глобальный и локальный) должен занимать все 8 интервалов. Канал пилотного сигнала FDM должен занимать 1 интервал с индексом 0, а канал OIS/данных может занимать до 7 интервалов с индексами 1-7. Каждый интервал должен передаваться по чередованию. Отображение интервала на чередование изменяется от OFDM-символа к OFDM-символу и описано в 5.2.1.2.10.

5.2.1.2.8 Скорости передачи данных в технологии FLO

Во FLO-системе вычисление скорости передачи данных усложняется из-за того, что различные ЛИК могут использовать различные режимы. Вычисление скорости передачи данных упрощается допущением, что все ЛИК используют один и тот же режим передачи. Таблица 5.2.1.2.8-1 предоставляет скорости передачи данных физического уровня для различных режимов передачи, предполагая, что используются все 7 интервалов данных.

Таблица 5.2.1.2.8-1		
Режимы передачи в технологии FLO и скорости передачи данных физического уровня		
Режим передачи	Интервалы на пакет физического уровня	Скорости передачи данных физического уровня (Служебные данные, обусловленные каналом пилотного сигнала TDM и внешним кодом, не вычитаются. Это является скоростью, с которой передаются данные на протяжении канала данных. Для режимов 6-11 приведенная скорость является объединенной скоростью двух составляющих. Скорость для каждой составляющей будет равна половине этого значения.) (Мбит/сек)
0	3	2,8
1	2	4,2
2	3/2	5,6
3	1	8,4
4	3/4	11,2
5	5	1,68
6	3	5,6
7	2	8,4
8	3/2	11,2
9	3	5,6
10	2	8,4
11	3/2	11,2

5.2.1.2.9 Каналы физического уровня в технологии FLO

Физический уровень технологии FLO состоит из следующих подканалов:

- Канал пилотного сигнала TDM.
- Канал глобального OIS.
- Канал локального OIS.
- Канал глобального пилотного сигнала FDM.
- Канал локального пилотного сигнала FDM.
- Канал глобальных данных.
- Канал локальных данных.

5.2.1.2.9.1 Канал пилотного сигнала TDM

Канал пилотного сигнала TDM состоит из следующих составляющих каналов.

5.2.1.2.9.1.1 Канал пилотного сигнала 1 TDM

Канал пилотного сигнала 1 TDM должен перекрывать один OFDM-символ. Он должен передаваться за OFDM-символ с индексом 0 в сверхцикле. Это сигнализирует о начале нового сверхцикла. Это может использоваться FLO-устройством для определения предварительного распределения временных интервалов OFDM-символов, разграничения сверхциклов и смещения несущих частот.

Форма волны пилотного сигнала 1 TDM должна генерироваться при применении передающим устройством этапов, проиллюстрированных на Фиг.12.

На Фиг.12 показана блок-схема обработки пакета пилотного сигнала 1 TDM в передающем устройстве.

5.2.1.2.9.1.1.1 Поднесущие пилотного сигнала 1 TDM

OFDM-символ пилотного сигнала 1 TDM должен состоять из 124 ненулевых поднесущих в области частот, которые равномерно расположены среди активных поднесущих (см. 5.2.1.2.2.1.2). i -я поднесущая пилотного сигнала 1 TDM должна соответствовать индексу j поднесущей, заданному следующим выражением:

$$j = \begin{cases} 64 + (i) \times 32, \forall i \in \{0, 1 \dots 61\} \\ 64 + (i + 1) \times 32, \forall i \in \{62, \dots 123\} \end{cases}$$

Заметим, что канал пилотного сигнала 1 TDM не использует поднесущую с индексом 2048.

5.2.1.2.9.1.1.2 Постоянная информационная модель пилотного сигнала 1 TDM

Поднесущие пилотного сигнала 1 TDM должны уплотняться с постоянной информационной моделью. Эта модель будет генерироваться с использованием линейного регистра сдвига с обратной связью (ЛРСОС) с 20 ответвлениями с генератором последовательности $h(D) = D^{20} + D^{17} + 1$ и исходным состоянием '11110000100000000000'. Каждый выходной бит будет получен следующим образом: если состояние ЛРСОС является вектором

$[s_{20}s_{19}s_{18}s_{17}s_{16}s_{15}s_{14}s_{13}s_{12}s_{11}s_{10}s_9s_8s_7s_6s_5s_4s_3s_2s_1]$, тогда выходной бит должен быть $[s_{19} \oplus s_4]$, где $\oplus$ обозначает сложение по модулю 2 (Это соответствует маске,

связанной с интервалом 1 (см. таблицу 5.2.1.2.9.1.2.3-1)). Структура ЛРСОС должна быть такой, как задано на Фиг.13.

Постоянная информационная модель должна соответствовать первым 248 выходным битам. Первыми 35 битами постоянной модели должны быть '11010100100110110111001100101100001', с '110', фигурирующими в начале.

На Фиг.13 показан генератор псевдошумовой последовательности для модуляции поднесущих пилотного сигнала 1 TDM.

248-битовая постоянная модель пилотного сигнала 1 TDM называется информационным пакетом пилотного сигнала 1 TDM и обозначается как P1I.

Каждая группа двух последовательных битов в пакете P1I будет использоваться для

генерации модуляционных символов КФМ.

5.2.1.2.9.1.1.3 Отображение модуляционных символов

В информационном пакете пилотного сигнала 1 TDM каждая группа двух последовательных битов, $P1I(2i)$ и $P1I(2i+1)$, $i=0, 1 \dots 123$, которые помечены как s_0 и s_1 соответственно, должна быть отображена в комплексный модуляционный символ $MS=(m_I, m_Q)$ при $D=4$, как задано в таблице 5.2.1.2.9.1.1.3-1 (Этот коэффициент вычисляется, учитывая тот факт, что используются только 124 из 4000 доступных несущих

$$\sqrt{\frac{1}{2} \times \frac{4000}{124}} \cong 4).$$

Фиг.14 показывает сигнальную группу для модуляции КФМ.

Таблица 5.2.1.2.9.1.1.3-1			
Таблица модуляции КФМ			
Входные биты		Модуляционные символы MS	
s_1	s_0	m_I	m_Q
0	0	D	D
0	1	-D	D
1	0	D	-D
1	1	-D	-D

5.2.1.2.9.1.1.4 Отображение модуляционных символов на поднесущую i -й модуляционный символ $MS(i)$, $i=0,1, \dots, 123$ будет отображаться на поднесущую с индексом j , как указано в 5.2.1.2.9.1.1.1.

5.2.1.2.9.1.1.5 Стандартная операция OFDM

Модулированные поднесущие пилотного сигнала 1 TDM должны подвергнуться стандартным операциям, как указано в 5.2.1.2.11.

5.2.1.2.9.1.2 Канал Глобальной Идентификации (КГИ)

Канал Глобальной Идентификации (КГИ) должен перекрывать один OFDM-символ. Он должен передаваться в OFDM-символе с индексом 1 в сверхцикле. Он следует за OFDM-символом пилотного сигнала 1 TDM. Это канал служебных сигналов, который используется для транспортировки информации глобального дифференцирующего устройства на принимающие FLO-устройства. Все формы волны передачи в пределах глобальной области (Включая локальные каналы, но исключая канал пилотного сигнала 1 TDM и КПСР.) должны быть скремблированы с использованием 4-битового глобального дифференцирующего устройства, соответствующего этой области.

Для OFDM-символа КГИ в сверхцикле должен быть распределен только 1 интервал. Распределенный интервал должен использовать в качестве входных данных 1000-битовую постоянную модель, причем каждый бит устанавливается в нуль. Модель входных битов должна обрабатываться согласно этапам, проиллюстрированным на Фиг.15. Обработка не должна выполняться для нераспределенных интервалов.

5.2.1.2.9.1.2.1 Распределение интервалов

КГИ должен быть распределен интервалу с индексом 3. Распределенные и нераспределенные интервалы в OFDM-символе КГИ. проиллюстрированы на Фиг.16. Выбранный индекс интервала является тем, который отображается на чередование 0 для OFDM-символа с индексом 1 (см. 5.2.1.2.10).

5.2.1.2.9.1.2.2 Заполнение буфера интервала

Буфер для распределенного интервала должен быть полностью заполнен

постоянной моделью, состоящей из 1000 битов, причем каждый бит устанавливается в '0'. Буферы для нераспределенных интервалов будут оставаться пустыми.

5.2.1.2.9.1.2.3 Скремблирование интервалов

Биты каждого буфера распределенного интервала должны быть последовательно сложены по модулю 2 с выходными битами устройства скремблирования для разупорядочивания битов перед модуляцией. Скремблированный буфер интервала, соответствующий интервалу с индексом i , обозначается как $SB(i)$, где $i \in \{0,1,\dots,7\}$. Последовательность скремблирования, используемая для каждого буфера интервала, зависит от индекса OFDM-символа и индекса интервала.

Последовательность скремблирования битов будет эквивалентна сгенерированной линейным регистром сдвига с обратной связью (ЛРСОС) с 20 ответвлениями с генератором последовательности $h(D)=D^{20}+D^{17}+1$, который показан на Фиг.17.

Передающее устройство должно использовать единственный ЛРСОС для всех передач.

В начале каждого OFDM-символа ЛРСОС должен быть установлен в начальное состояние $[d_3 d_2 d_1 d_0 c_3 c_2 c_1 c_0 b_0 a_{10} a_9 a_8 a_7 a_6 a_5 a_4 a_3 a_2 a_1 a_0]$, которое зависит от типа канала (канал пилотного сигнала TDM или глобальный или локальный) и индекса OFDM-символа в сверхцикле.

Биты ' $d_3 d_2 d_1 d_0$ ' должны быть установлены следующим образом:

- Для всех глобальных каналов (КГИ, ГКПСП, канала глобального OIS и глобальных данных), локальных каналов, (КЛИ, ЛКПСП, канала локального OIS и локальных данных), канала пилотного сигнала 2 TDM и 2 зарезервированных OFDM-символов, когда КПСР отсутствует, эти биты должны быть установлены в 4-битовое Глобальное Дифференцирующее Устройство (ГДУ).

Биты ' $c_3 c_2 c_1 c_0$ ' должны быть установлены следующим образом:

- Для канала пилотного сигнала 2 TDM, канала глобального OIS, канала глобальных данных, ГКПСП и КГИ эти биты должны быть установлены в '0000'.
- Для канала локального OIS, ЛКПСП, КЛИ, канала локальных данных и 2 зарезервированных OFDM-символов, когда КПСР отсутствует, эти биты должны быть установлены в 4-битовое Локальное Дифференцирующее Устройство (ЛДУ).

Бит b_0 является зарезервированным битом и должен быть установлен в '1'.

Биты $a_{10}-a_0$ должны соответствовать номеру индекса OFDM-символа в сверхцикле, который изменяется в пределах от 0 до 1199.

Последовательность скремблирования для каждого интервала должна быть сгенерирована посредством скалярного произведения по модулю 2 20-битового вектора состояния генератора последовательности и 20-битовой маски, связанной с этим индексом интервала, которая задана в таблице 5.2.1.2.9.1.2.3-1.

Таблица 5.2.1.2.9.1.2.3-1																				
Маска, связанная с различными интервалами																				
Индекс интервала	m_{19}	m_{18}	m_{17}	m_{16}	m_{15}	m_{14}	m_{13}	m_{12}	m_{11}	m_{10}	m_9	m_8	m_7	m_6	m_5	m_4	m_3	m_2	m_1	m_0
0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0
1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
2	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1
3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
4	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0
6	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0
7	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0

Регистр сдвига должен быть перезагружен в новое состояние $[d_3 d_2 d_1 d_0 c_3 c_2 c_1 c_0 b_0 a_{10} a_9 a_8 a_7 a_6 a_5 a_4 a_3 a_2 a_1 a_0]$ для каждого интервала в начале каждого OFDM-символа.

5.2.1.2.9.1.2.4 Отображение модуляционных символов

Каждая группа из двух последовательных битов из i -го скремблированного буфера интервала, $SB(i, 2k)$ и $SB(i, 2k+1)$, $i=3$, $k=0,1,\dots,499$, которые помечены как s_0 и s_1 соответственно, должна быть отображена в комплексный модуляционный символ $MS=(m_I, m_Q)$, как указано в таблице 5.2.1.2.9.1.1.3-1, причем $D=2$ (Значение D выбирается, чтобы сохранять энергию OFDM-символа постоянной, поскольку используются только 500 из 4000 доступных поднесущих.). Фиг.17 показывает сигнальную группу для модуляции КФМ.

5.2.1.2.9.1.2.5 Отображение интервала на чередование

Отображение интервалов на чередования для OFDM-символа КГИ должно соответствовать описанному в 5.2.1.2.10.

5.2.1.2.9.1.2.6 Отображение модуляционных символов из буферов интервалов на поднесущие чередований

500 модуляционных символов в распределенном интервале должны быть последовательно предоставлены 500 поднесущим чередований следующим образом: i -й комплексный модуляционный символ (где $i \in \{0,1,\dots,499\}$) будет отображаться на i -ю поднесущую этого чередования.

5.2.1.2.9.1.2.7 Стандартная операция OFDM

Модулированные поднесущие КГИ должны подвергнуться стандартным операциям, как указано в 5.2.1.2.11.

5.2.1.2.9.1.3 Канал Локальной Идентификации (КЛИ)

Канал Локальной Идентификации (КЛИ) должен перекрывать один OFDM-символ. Он должен передаваться в OFDM-символе с индексом 2 в сверхцикле. Он следует за OFDM-символом канала КГИ. Это канал служебных сигналов, который используется для транспортировки информации локального дифференцирующего устройства на принимающие FLO-устройства. Все локальные формы волны передачи должны быть скремблированы с использованием 4-битового локального дифференцирующего устройства совместно с 4-битовым глобальным дифференцирующим устройством, соответствующим этой области.

Для OFDM-символа КЛИ в сверхцикле должен быть распределен единственный интервал. Распределенный интервал должен использовать 1000-битовую постоянную модель в качестве входных данных. Эти биты должны быть установлены в нуль. Эти биты должны обрабатываться согласно этапам, проиллюстрированным на Фиг.15. Обработка не должна выполняться для нераспределенных интервалов.

5.2.1.2.9.1.3.1 Распределение интервалов

КЛИ должен быть распределен с интервалом с индексом 5. Распределенные и нераспределенные интервалы в OFDM-символе КЛИ проиллюстрированы на Фиг.18. Выбранный индекс интервала является тем, который отображается на чередование 0 для OFDM-символа с индексом 2 (см. 5.2.1.2.10).

На Фиг.18 показано распределение интервалов КЛИ.

5.2.1.2.9.1.3.2 Заполнение буфера интервала

Буфер для распределенного интервала должен быть полностью заполнен постоянной моделью, состоящей из 1000 битов, причем каждый бит устанавливается в '0'. Буферы для нераспределенных интервалов будут оставаться пустыми.

5.2.1.2.9.1.3.3 Скремблирование интервала

Биты буфера интервала КЛИ должны быть скремблированы, как указано в 5.2.1.2.9.1.2.3. Скремблированный буфер интервала обозначается SB.

5.2.1.2.9.1.3.4 Отображение модуляционных символов

Каждая группа из двух последовательных битов из i -го скремблированного буфера интервала, SB($i, 2k$) и SB($i, 2k+1$), $i=5, k=0,1,...499$, которые помечены как s_0 и s_1 соответственно, должна быть отображена в комплексный модуляционный символ MS=(m_i, m_q), как указано в таблице 5.2.1.2.9.1.1.3-1, причем $D=2$ (Значение D выбирается, чтобы сохранять энергию OFDM-символа постоянной, поскольку используются только 500 из 4000 доступных поднесущих.). Фиг.14 показывает сигнальную группу для модуляции КФМ.

5.2.1.2.9.1.3.5 Отображение интервала на чередование

Отображение интервалов на чередования для OFDM-символа КЛИ должно соответствовать описанному в 5.2.1.2.10.

5.2.1.2.9.1.3.6 Отображение модуляционных символов из буферов интервалов на поднесущие чередований

500 модуляционных символов в распределенном интервале должны быть последовательно предоставлены 500 поднесущим чередований следующим образом: i -й комплексный модуляционный символ (где $i \in \{0,1,...499\}$) будет отображаться на i -ю поднесущую этого чередования.

5.2.1.2.9.1.3.7 Стандартная операция OFDM

Модулированные поднесущие КЛИ должны подвергнуться стандартным операциям, как указано в 5.2.1.2.11.

5.2.1.2.9.1.4 Канал пилотного сигнала 2 TDM

Канал пилотного сигнала 2 TDM должен перекрывать один OFDM-символ. Он должен передаваться в OFDM-символе с индексом 3 в сверхцикле. Он следует за OFDM-символом канала КЛИ. Он может использоваться для тонкой коррекции распределения временных интервалов OFDM-символов на принимающих FLO-устройствах.

Для OFDM-символа канала пилотного сигнала 2 TDM в каждом сверхцикле должны быть распределены только 4 интервала. Каждый распределенный интервал должен использовать в качестве входных данных 1000-битовую постоянную модель, причем каждый бит устанавливается в нуль. Эти биты должны обрабатываться согласно этапам, проиллюстрированным на Фиг.15. Обработка не должна выполняться для нераспределенных интервалов.

На Фиг.15 отображение интервалов на чередования (см. 5.2.1.2.10) гарантирует, что распределенные интервалы отображаются на чередования 0, 2, 4 и 6.

Следовательно, OFDM-символ пилотного сигнала 2 TDM состоит из 2000 ненулевых поднесущих, которые равномерно размещены между активными поднесущими (см. 5.2.1.2.2.1.2). i -я поднесущая пилотного сигнала 2 TDM должна соответствовать поднесущей с индексом j , заданным следующим образом:

$$j = \begin{cases} 48 + (i) \times 2, \forall i \in \{0,1,...999\} \\ 48 + (i+1) \times 2, \forall i \in \{1000,...1999\} \end{cases}$$

Заметим, что канал пилотного сигнала 2 TDM не использует поднесущую с индексом 2048.

5.2.1.2.9.1.4.1 Распределение интервалов

Для OFDM-символа пилотного сигнала 2 TDM распределенные интервалы будут иметь индексы 0, 1, 2 и 7.

Распределенные и нераспределенные интервалы в OFDM-символе пилотного сигнала 2 TDM проиллюстрированы на Фиг.19.

5.2.1.2.9.1.4.2 Заполнение буфера интервала

Буфер для распределенного интервала должен быть полностью заполнен постоянной моделью, состоящей из 1000 битов, причем каждый бит устанавливается в '0'. Буферы для нераспределенных интервалов будут оставаться пустыми.

5.2.1.2.9.1.4.3 Скремблирование интервала

Биты буфера интервала канала пилотного сигнала 2 TDM должны быть скремблированы, как указано в 5.2.1.2.9.1.2.3. Скремблированный буфер интервала обозначается SB.

5.2.1.2.9.1.4.4 Отображение модуляционных символов

Каждая группа из двух соседних битов из i -го скремблированного буфера интервала, $SB(i, 2k)$ и $SB(i, 2k+1)$, $i=0,1,2,7$, $k=0,1,\dots,499$, которые помечены как s_0 и s_1 соответственно, должна быть отображена в комплексный модуляционный символ $MS=(m_I, m_Q)$, как указано в таблице 5.2.1.2.9.1.1.3-1, причем $D=1$ (Значение D выбирается, чтобы сохранять энергию OFDM-символа постоянной, поскольку используются только 2000 из 4000 доступных поднесущих.). Фиг.14 показывает сигнальную группу для модуляции КФМ.

5.2.1.2.9.1.4.5 Отображение интервала на чередование

Отображение интервалов на чередования для OFDM-символа канала пилотного сигнала 2 TDM должно соответствовать описанному в 5.2.1.2.10.

5.2.1.2.9.1.4.6 Отображение модуляционных символов из буферов интервалов на поднесущие чередований

500 модуляционных символов в распределенном интервале должны быть последовательно предоставлены 500 поднесущим чередований следующим образом: i -й комплексный модуляционный символ (где $i \in \{0,1,\dots,499\}$) будет отображаться на i -ю поднесущую этого чередования.

5.2.1.2.9.1.4.7 Стандартная операция OFDM

Модулированные поднесущие канала пилотного сигнала 2 TDM должны подвергнуться стандартным операциям, как указано в 5.2.1.2.11.

5.2.1.2.9.1.5 Канал пилотного сигнала перехода (КПСП)

Канал пилотного сигнала перехода состоит из 2 подканалов: глобальный канал пилотного сигнала перехода (ГКПСП) и локальный канал пилотного сигнала перехода (ЛКПСП). КПСП, обрамляющий канал глобального OIS и глобальных данных, называют ГКПСП. КПСП, обрамляющий канал локального OIS и локальных данных, называют ЛКПСП. ГКПСП перекрывает 1 OFDM-символ на одной из сторон каждой передачи (за исключением КГИ) глобального канала (канала глобальных данных и глобального OIS) в сверхцикле. ЛКПСП перекрывает 1 OFDM-символ на одной из сторон каждой передачи (за исключением КЛИ) локального канала (канала локальных данных и локального OIS). Назначение OFDM-символа КПСП является двойным: предусмотреть оценку канала на границе между локальными и глобальными каналами и облегчить временную синхронизацию для первого глобального (или локального) ЛИК в каждом цикле.

КПСП перекрывает 20 OFDM-символов в сверхцикле, которые поровну разделены между ГКПСП и ЛКПСП, как проиллюстрировано на Фиг.11. Есть девять вариантов, где передачи ЛКПСП и ГКПСП происходят непосредственно друг за другом, и два варианта, где передается только один из этих каналов. После канала пилотного сигнала 2 TDM передается только ГКПСП, а перед каналом пилотного сигнала

расположения (КПСР)/Зарезервированных OFDM-символов передается только ЛКПСР.

Пусть

Р является числом OFDM-символов в КПСР или числом зарезервированных OFDM-символов в случае, когда КПСР отсутствует в сверхцикле.

W является числом OFDM-символов, относящихся к каналу глобальных данных в цикле.

L является числом OFDM-символов, относящихся к каналу локальных данных в цикле.

F является числом OFDM-символов в цикле.

Значения Р должны быть 2, 6, 10 или 14. Число OFDM-символов канала данных в цикле должно быть F-4. Точные положения OFDM-символов КПСП в сверхцикле должны соответствовать заданным в таблице 5.2.1.2.9.1.5-1.

Индексы положения КПСП в сверхцикле		
Канал пилотного сигнала перехода	Индекс для OFDM-символа ГКПСР	Индекс для OFDM-символа ЛКПСР
Канал пилотного символа 2 TDM → Канал глобального OIS	4	-
Канал глобального OIS → Канал локального OIS	10	11
Канал локального OIS → Канал глобальных данных	18	17
Канал глобальных данных → Канал локальных данных	$19+W+F \times i, \{i=0,1,2,3\}$	$20+W+F \times i, \{i=0,1,2,3\}$
Канал локальных данных → Канал глобальных данных	$18+F \times i, \{i=1,2,3\}$	$17+F \times i, \{i=1,2,3\}$
Канал локальных данных → КПСП/зарезервированные символы	-	1199-P

Все интервалы в OFDM-символах КПСП используют в качестве входных данных 1000-битовую постоянную модель, причем каждый бит устанавливается в нуль. Эти биты должны обрабатываться согласно этапам, проиллюстрированным на Фиг.15.

5.2.1.2.9.1.5.1 Распределение интервалов

OFDM-символ КПСП должен распределяться всем 8 интервалам с индексами от 0 до 7.

5.2.1.2.9.1.5.2 Заполнение буфера интервала

Буфер для каждого распределенного интервала должен быть полностью заполнен постоянной моделью, состоящей из 1000 битов, причем каждый бит устанавливается в '0'.

5.2.1.2.9.1.5.3 Скремблирование интервала

Биты каждого буфера распределенного интервала КПСП должны быть скремблированы, как указано в 5.2.1.2.9.1.2.3. Скремблированный буфер интервала обозначается SB.

5.2.1.2.9.1.5.4 Отображение модуляционных символов

Каждая группа из двух последовательных битов из i-го скремблированного буфера интервала, SB(i, 2k) и SB(i, 2k+1), i=0,1,2,...,7, k=0,1,...,499, которые помечены как s₀ и s₁ соответственно, должна быть отображена в комплексный модуляционный символ MS=(m_r, m_q), как указано в таблице 5.2.1.2.9.1.1.3-1, причем $D = \frac{1}{\sqrt{2}}$.

Фиг.14 показывает сигнальную группу для модуляции КФМ.

5.2.1.2.9.1.5.5 Отображение интервала на чередование

Отображение интервалов на чередования для OFDM-символа КПСП должно

соответствовать описанному в 5.2.1.2.10.

5.2.1.2.9.1.5.6 Отображение модуляционных символов из буферов интервалов на поднесущие чередований

500 модуляционных символов в каждом распределенном интервале должны быть последовательно предоставлены 500 поднесущим чередований следующим образом: i -й комплексный модуляционный символ (где $i \in \{0, 1, \dots, 499\}$) будет отображаться на i -ю поднесущую этого чередования.

5.2.1.2.9.1.5.7 Стандартная операция OFDM

Модулированные поднесущие КПСП должны подвергнуться стандартным операциям, как указано в 5.2.1.2.11.

5.2.1.2.9.1.6 Канал пилотного сигнала расположения/Зарезервированные символы

Канал пилотного сигнала расположения (КПСР) может появиться в конце сверхцикла. Когда присутствует, он имеет переменную продолжительность в 6, 10 или 14 OFDM-символов. Когда КПСР отсутствует, в конце сверхцикла присутствуют два зарезервированных OFDM-символа. По каналу OIS подается сигнал о присутствии или отсутствии КПСР и его продолжительности.

5.2.1.2.9.1.6.1 Канал пилотного сигнала расположения

Структура КПСР, включающая в себя передаваемую информацию и генерацию форм волны, подлежит уточнению.

FLO-устройство может использовать КПСР или автономно, или совместно с сигналом GPS для определения своего географического местоположения.

5.2.1.2.9.1.6.2 Зарезервированные OFDM-символы

Когда КПСР отсутствует, в конце сверхцикла есть два зарезервированных OFDM-символа.

Все интервалы в зарезервированных OFDM-символах используют в качестве входных данных 1000-битовую постоянную модель, причем каждый бит устанавливается в нуль. Эти биты должны обрабатываться согласно этапам, проиллюстрированным на Фиг.15.

5.2.1.2.9.1.6.2.1 Распределение интервалов

Зарезервированный OFDM-символ должен распределяться всем 8 интервалам с индексами от 0 до 7.

5.2.1.2.9.1.6.2.2 Заполнение буфера интервала

Буфер для каждого распределенного интервала должен быть полностью заполнен постоянной моделью, состоящей из 1000 битов, причем каждый бит устанавливается в '0'.

5.2.1.2.9.1.6.2.3 Скремблирование интервала

Биты каждого буфера распределенного интервала зарезервированного OFDM-символа должны быть скремблированы, как указано в 5.2.1.2.9.1.2.3. Скремблированный буфер интервала обозначается SB.

5.2.1.2.9.1.6.2.4 Отображение модуляционных символов

Каждая группа из двух последовательных битов из i -го скремблированного буфера интервала, SB($i, 2k$) и SB($i, 2k+1$), $i=0, 1, 2, \dots, 7$, $k=0, 1, \dots, 499$, которые помечены как s_0 и s_1 соответственно, должна быть отображена в комплексный модуляционный символ $MS = (m_I, m_Q)$, как указано в таблице 5.2.1.2.9.1.1.3-1, причем $D = 1/\sqrt{2}$.

Фиг.14 показывает сигнальную группу для модуляции КФМ.

5.2.1.2.9.1.6.2.5 Отображение интервала на чередование

Отображение интервалов на чередования для зарезервированных OFDM-символов должно соответствовать описанному в 5.2.1.2.10.

5.2.1.2.9.1.6.2.6 Отображение модуляционных символов из буферов интервалов на поднесущие чередований

500 модуляционных символов в каждом распределенном интервале должны быть последовательно предоставлены 500 поднесущим чередований следующим образом:
 5 i -й комплексный модуляционный символ (где $i \in \{0,1,\dots,499\}$) будет отображаться на i -ю поднесущую этого чередования.

5.2.1.2.9.1.6.2.7 Стандартная операция OFDM

Модулированные поднесущие зарезервированных OFDM-символов должны
 10 подвергнуться стандартным операциям, как указано в 5.2.1.2.11.

5.2.1.2.9.2 Канал глобального OIS

Этот канал используется для транспортировки служебной информации относительно активных ЛИК, связанных с каналом глобальных данных, например их планируемых времен передачи и распределения интервалов, в текущем сверхцикле.
 15 Канал глобального OIS перекрывает 5 интервалов OFDM-символа в каждом сверхцикле (см. Фиг.11).

Пакет физического уровня для канала глобального OIS должен обрабатываться в соответствии с этапами, проиллюстрированными на Фиг.20.

5.2.1.2.9.2.1 Кодирование

Пакеты физического уровня канала глобального OIS должны кодироваться с кодовой скоростью $R=1/5$. Устройство кодирования должно отбрасывать 6-битовое поле ХВОСТ входящего пакета физического уровня и кодировать остающиеся биты с помощью устройства параллельного турбокодирования, как указано в 5.2.1.2.9.2.1.1.
 25 Устройство турбокодирования должно добавлять сгенерированный внутри хвост списка из $6/R (=30)$ выходных кодовых битов так, чтобы общее число турбокодированных битов на выходе равнялось $1/R$, умноженному на число битов во входном пакете физического уровня.

Фиг.21 иллюстрирует схему кодирования для канала глобального OIS. Параметры устройства кодирования канала глобального OIS должны соответствовать заданным в таблице 5.2.1.2.9.2.1-1.

35

Параметры устройства кодирования канала глобального/локального OIS			
Биты	Входные биты устройства турбокодирования N_{turbo}	Кодовая скорость	Выходные биты устройства турбокодирования
1000	994	1/5	5000

5.2.1.2.9.2.1.1 Устройство турбокодирования

40 Устройство турбокодирования использует два устройства систематического, рекуррентного, сверточного кодирования, соединенных параллельно, с устройством перемежения, перемежения турбокодов, перед вторым устройством рекуррентного, сверточного кодирования. Два рекуррентных сверточных кода называют
 45 составляющими кодами турбокода. Выходные данные составляющих устройств кодирования выкалываются и повторяются для получения требуемого числа турбокодированных выходных битов.

Для турбокодов со скоростями $1/5$, $1/3$, $1/2$ и $2/3$ будет использоваться общий составляющий код. Функция преобразования для составляющего кода должна быть

50

$$G(D) = \left[1 \frac{n_0(D)}{d(D)} \frac{n_1(D)}{d(D)} \right]$$

где $d(D)=1+D^2+D^3$, $n_0(D)=1+D+D^3$ и $n_1(D)=1+D+D^2+D^3$.

Устройство турбокодирования должно генерировать последовательность выходных символов, которая идентична последовательности, сгенерированной устройством кодирования, показанным на Фиг.22. Изначально состояния регистров составляющих устройств кодирования на этом чертеже установлены в нуль. Затем составляющие устройства кодирования синхронизируются с переключателями в указанном положении.

Закодированные выходные биты данных генерируются путем синхронизации N_{turbo} времен составляющих устройств кодирования с переключателями в верхнем положении и выкалывания выходных данных, как задано в таблице 5.2.1.2.9.2.1.1-1. В рамках модели выкалывания '0' означает, что бит должен быть удален, а '1' означает, что бит должен быть передан. Выходные данные составляющего устройства кодирования для каждого периода передачи битов должны передаваться в последовательности $X, Y_0, Y_1, X', Y'_0, Y'_1$, причем X выводится первым. Повторение битов не используется при генерации закодированных выходных битов данных.

Выкалывание выходного символа составляющего устройства кодирования для хвостового периода должно соответствовать заданному в таблице 5.2.1.2.9.2.1.1-2. В рамках модели выкалывания '0' означает, что символ должен быть удален, а '1' означает, что символ должен быть передан.

Для турбокодов с кодовой скоростью $1/5$, хвостовые выходные кодовые биты для каждого из первых трех хвостовых периодов будут выкалываться и повторяться для получения последовательности $XXY_1Y_1Y_1$ и хвостовые выходные кодовые биты для каждого из последних трех периодов передачи хвостовых битов будут выкалываться и повторяться для получения последовательности $X'X'Y'_0Y'_1Y'_1$.

Таблица 5.2.1.2.9.2.1.1-1

Модели выкалывания для периодов передачи битов данных для канала OIS	
	Кодовая скорость
Вывод	1/5
X	1
Y_0	1
Y_1	1
X'	0
Y'_0	1
Y'_1	1

Замечание: Таблица выкалывания считывается сверху вниз

Таблица 5.2.1.2.9.2.1.1-2

Модели выкалывания для периодов передачи хвостовых битов для канала OIS	
	Кодовая скорость
Вывод	1/5
X	111 000
Y_0	111 000
Y_1	111 000
X'	000 111
Y'_0	000 111

Y'_1	000 111
--------	---------

Замечание: Для турбокодов с кодовой скоростью 1/5 таблица выкалывания считывается сначала сверху вниз, повторяя X , X' , Y_1 и Y'_1 и затем слева направо.

5.2.1.2.9.2.1.2 Устройство перемежения турбокодов

Устройство перемежения турбокодов, которое является частью устройства турбокодирования, должно блокировать перемежение входных данных устройства турбокодирования, которые подаются на составляющее устройство 2 кодирования.

Устройство перемежения турбокодов должно быть функционально эквивалентно подходу, где вся последовательность входных битов устройства перемежения турбокодов последовательно записывается в массив в последовательности адресов, а затем вся последовательность считывается из последовательности адресов, которые определяются процедурой, описанной ниже.

Пусть последовательность входных адресов имеет значения от 0 до $N_{\text{turbo}} - 1$. Далее, последовательность выходных адресов устройства перемежения будет эквивалентна адресам, сгенерированным процедурой, проиллюстрированной на Фиг.13 и описанной ниже (Эта процедура эквивалентна тому, когда значение счетчика построчно записывается в матрицу размерности 2^5 строк на 2^n столбцов, строки перетасовываются согласно правилам перестановки битов, элементы в пределах каждой строки перемещаются согласно построчно заданной линейной конгруэнтной последовательности, а предварительные выходные адреса считываются по столбцам. Правило линейной конгруэнтной последовательности есть $x(i+1) = (x(i) + c) \bmod 2^n$, где $x(0) = c$ и c является построчно заданным значением из таблицы преобразования.).

1. Определяют параметр устройства перемежения турбокодов n , где n представляет собой самое малое целое число, такое, что $N_{\text{turbo}} \leq 2^{n+5}$. Таблица 5.2.1.2.9.2.1.2-1 задает этот параметр для 1000-битового пакета физического уровня.

2. Присваивают начальное значение $(n+5)$ -битовому счетчику, равное 0.

3. Выделяют n старших значащих битов (СЗБ) из счетчика и добавляют для формирования нового значения. Затем отбрасывают все, кроме n младших значащих битов (МЗБ), этого значения.

4. Получают n -битовый вывод табличного поиска, заданного в таблице 5.2.1.2.9.2.1.2-2 адресом чтения, равным пяти МЗБ счетчика. Заметим, что эта таблица зависит от значения n .

5. Перемножают значения, полученные на этапах 3 и 4, и отбрасывают все, кроме n МЗБ.

6. Изменяют порядок битов пяти МЗБ счетчика.

7. Формируют предварительный выходной адрес, СЗБ которого равны значению, полученному на этапе 6, и МЗБ которого равны значению, полученному на этапе 5.

8. Принимают предварительный выходной адрес как выходной адрес, если он меньше, чем N_{turbo} ; иначе отбрасывают его.

9. Увеличивают счетчик и повторяют этапы 3-8, пока не будут получены все N_{turbo} выходные адреса устройства перемежения.

На Фиг.23 показана процедура вычисления выходного адреса устройства перемежения турбокода.

Параметры устройства перемежения турбокодов		
Размер пакета физического уровня	Размер блока устройства перемежения турбокода N_{turbo}	Параметр устройства перемежения турбокода
1000	994	5

5

10

15

20

Таблица 5.2.1.2.9.2.1.2-2			
Определение таблицы преобразования устройства перемежения турбокодов			
Индекс таблицы	p=5 входов	Индекс таблицы	p=5 входов
0	27	16	21
1	3	17	19
2	1	18	1
3	15	19	3
4	13	20	29
5	17	21	17
6	23	22	25
7	13	23	29
8	9	24	9
9	3	25	13
10	15	26	23
11	3	27	13
12	13	28	13
13	1	29	1
14	13	30	13
15	29	31	13

25

5.2.1.2.9.2.2 Перемежение битов

Для канала OIS и канала данных перемежение битов является разновидностью перемежения блоков. Кодовые биты турбокодированного пакета перемежаются по такой модели, что соседние кодовые биты отображаются в различные символы группы.

30

Устройство перемежения битов должно переупорядочивать турбокодированные биты согласно следующей процедуре:

35

а. Для N битов, которые будут перемежаться, матрица M устройства перемежения битов должна быть блоком из 4 столбцов и $N/4$ строк устройства перемежения. N входных битов должны записываться в массив перемежения последовательно столбец за столбцом. Пометим строки матрицы M индексом j , где $j=0 - N/4-1$ и строка 0 является первой строкой.

40

б. Для каждой строки j с четным индексом ($j \bmod 2=0$) элементы во 2-й и 3-й строках должны быть обменены.

с. Для каждой строки с нечетным индексом ($j \bmod 2 \neq 0$) элементы в 1-й и 4-й строках должны быть обменены.

д. Обозначим итоговую матрицу $\overline{M}$. Содержимое $\overline{M}$ должно считываться построчно, слева направо.

45

Фиг.24 иллюстрирует выходные данные устройства перемежения битов для гипотетического случая $N=20$.

5.2.1.2.9.2.3 Распределение интервалов данных

50

Для канала глобального OIS 7 интервалов данных должны быть распределены каждому OFDM-символу для передачи турбокодированных пакетов канала OIS. Канал глобального OIS должен использовать режим 5 передачи. Следовательно, требуется 5 интервалов данных для размещения содержимого отдельного турбокодированного пакета. Некоторые турбокодированные пакеты канала

глобального OIS могут перекрывать два последовательных OFDM-символа.

Распределения интервалов данных делаются на MAC-уровне (см. 4. 8).

5.2.1.2.9.2.4 Заполнение буфера интервала данных

5 Подвергнутые перемежению битов кодовые биты турбокодированного пакета канала глобального OIS должны последовательно записываться в 5 последовательных буферов интервалов данных в одном или двух последовательных OFDM-символах, как проиллюстрировано на Фиг.25. Эти буферы интервалов данных соответствуют индексам 1-7 интервалов. Размер буферов интервалов данных должен быть равен 1000 бит (Размер буфера интервала данных равен 1000 бит для КФМ и 2000 бит для 16-позиционной КАМ и многоуровневой модуляции.). 7 турбокодированных пакетов (ТКП) канала глобального OIS должны занимать последовательные интервалы на 5 последовательных OFDM-символах в канале глобального OIS (см. Фиг.25).

5.2.1.2.9.2.5 Скремблирование интервала

15 Биты каждого буфера распределенного интервала должны быть скремблированы, как указано в 5.2.1.2.9.1.2.3. Скремблированный буфер интервала обозначается SB.

5.2.1.2.9.2.6 Отображение битов в модуляционные символы

20 Каждая группа из двух последовательных битов из i -го скремблированного буфера интервала, SB($i, 2k$) и SB($i, 2k+1$), $i=1,2,\dots,7$, $k=0,1,\dots,499$, которые помечены как s_0 и s_1 соответственно, должна быть отображена в комплексный модуляционный символ MS=(m_r, m_q), как указано в таблице 5.2.1.2.9.1.1.3-1, причем $D=1/\sqrt{2}$. Фиг.14 показывает сигнальную группу для модуляции КФМ.

5.2.1.2.9.2.7 Отображение интервала на чередование

25 Отображение интервалов на чередования для OFDM-символов канала глобального OIS должно соответствовать описанному в 5.2.1.2.10.

5.2.1.2.9.2.8 Отображение модуляционных символов из буферов интервалов на поднесущие чередований

30 500 модуляционных символов в каждом распределенном интервале должны быть последовательно предоставлены 500 поднесущим чередований согласно следующей процедуре:

- а. Создают пустой Вектор Индексов Поднесущих (ВИПН).
- 35 б. Пусть i является изменяющимся индексом в диапазоне ($i \in \{0,511\}$). Изначально значение $i=0$.
- с. Представляют i посредством его 9-битового значения i_b .
- д. Меняют порядок битов i_b на обратный и обозначают полученное значение как i_{br} . Если $i_{br} < 500$, то добавляют i_{br} в конец ВИПН.
- 40 е. Если $i < 511$, то увеличивают i на 1 и переходят к этапу с.
- ф. Отображают символ с индексом j ($j \in \{0,499\}$) в интервале данных на поднесущую чередования с индексом ВИПН [j] (ВИПН должен быть вычислен только однажды и может использоваться для всех интервалов данных.), предоставленную этому
- 45 интервалу данных.

5.2.1.2.9.2.9 Стандартная операция OFDM

Модулированные поднесущие канала глобального OIS должны подвергнуться стандартным операциям, как указано в 5.2.1.2.11.

5.2.1.2.9.3 Канал локального OIS

50 Этот канал используется для транспортировки служебной информации относительно активных ЛИК, связанных с каналом локальных данных, например их планируемых времен передачи и распределения интервалов, в текущем сверхцикле.

Канал локального OIS перекрывает 5 интервалов OFDM-символа в каждом сверхцикле (см. Фиг.11).

Пакет физического уровня для канала локального OIS должен обрабатываться в соответствии с этапами, проиллюстрированными на Фиг.20.

5.2.1.2.9.3.1 Кодирование

Пакеты физического уровня канала локального OIS должны кодироваться с кодовой скоростью $R=1/5$. Процедура кодирования будет идентична процедуре для пакетов физического уровня канала глобального OIS, которая описана в 5.2.1.2.9.2.1.

5.2.1.2.9.3.2 Перемежение битов

Турбокодированный пакет канала локального OIS должен быть подвергнут перемежению битов, как описано в 5.2.1.2.9.2.2.

5.2.1.2.9.3.3 Распределение интервалов данных

Для канала локального OIS 7 интервалов данных должны быть распределены на OFDM-символ для передачи турбокодированных пакетов. Канал локального OIS должен использовать режим 5 передачи. Следовательно, требуется 5 интервалов данных для размещения содержимого отдельного турбокодированного пакета. Некоторые турбокодированные пакеты локального OIS могут перекрывать два последовательных OFDM-символа. Распределения интервалов данных делаются на MAC-уровне (см. 4.8).

5.2.1.2.9.3.4 Заполнение буферов интервалов данных

Подвергнутые перемежению битов кодовые биты турбокодированного пакета канала локального OIS должны последовательно записываться в 5 последовательных буферов интервалов данных в одном или двух последовательных OFDM-символах, как проиллюстрировано на Фиг.26. Эти буферы интервалов данных соответствуют индексам 1-7 интервалов. Размер буферов интервалов данных должен быть равен 1000 бит. 7 турбокодированных пакетов (ТКП) канала локального OIS должны занимать последовательные интервалы на 5 последовательных OFDM-символах в канале локального OIS (см. Фиг.26).

5.2.1.2.9.3.5 Скремблирование интервала

Биты каждого буфера распределенного интервала должны быть скремблированы, как указано в 5.2.1.2.9.1.2.3. Скремблированный буфер интервала обозначается SB.

5.2.1.2.9.3.6 Отображение битов в модуляционные символы

Каждая группа из двух последовательных битов из i -го скремблированного буфера интервала, $SB(i, 2k)$ и $SB(i, 2k+1)$, $i=1,2,\dots,7$, $k=0,1,\dots,499$, которые помечены как s_0 и s_1 соответственно, должна быть отображена в комплексный модуляционный символ $MS=(m_I, m_Q)$, как указано в таблице 5.2.1.2.9.1.1.3-1, причем $D = 1/\sqrt{2}$. Фиг.14 показывает сигнальную группу для модуляции КФМ.

5.2.1.2.9.3.7 Отображение интервала на чередование

Отображение интервалов на чередования для OFDM-символов канала локального OIS должно соответствовать описанному в 5.2.1.2.10.

5.2.1.2.9.3.8 Отображение модуляционных символов из буферов интервалов на поднесущие чередований

Эта процедура должна быть идентична процедуре для канала глобального OIS, которая описана в 5.2.1.2.9.2.8.

5.2.1.2.9.3.9 Стандартная операция OFDM

Модулированные поднесущие канала глобального OIS должны подвергнуться стандартным операциям, как указано в 5.2.1.2.11.

5.2.1.2.9.4 Канал глобального пилотного сигнала FDM

Канал глобального пилотного сигнала FDM передается совместно с каналом глобальных данных или каналом глобального OIS. Канал глобального пилотного сигнала FDM переносит постоянную модель битов, которая может использоваться FLO-устройством для оценки глобального канала и других функций.

Для канала глобального пилотного сигнала FDM может быть распределен отдельный интервал в течение любого OFDM-символа, который переносит или канал глобальных данных, или канал глобального OIS.

Распределенный интервал должен использовать 1000-битную постоянную модель в качестве входных данных. Эти биты должны быть установлены в нуль. Эти биты должны обрабатываться согласно этапам, проиллюстрированным на Фиг.15.

5.2.1.2.9.4.1 Распределение интервалов

Каналу глобального пилотного сигнала FDM должен быть распределен интервал с индексом 0 на протяжении каждого OFDM-символа, который переносит или канал глобальных данных, или канал глобального OIS.

5.2.1.2.9.4.2 Заполнение буфера интервала

Буфер для интервала, распределенного для канала глобального пилотного сигнала FDM, должен быть полностью заполнен постоянной моделью, состоящей из 1000 битов, причем каждый бит устанавливается в '0'.

5.2.1.2.9.4.3 Скремблирование интервала

Биты буфера интервала канала глобального пилотного сигнала FDM должны быть скремблированы, как указано в 5.2.1.2.9.1.2.3. Скремблированный буфер интервала обозначается SB.

5.2.1.2.9.4.4 Отображение модуляционных символов

Каждая группа из двух последовательных битов из i -го скремблированного буфера интервала, $SB(i, 2k)$ и $SB(i, 2k+1)$, $i=0$, $k=0,1,\dots,499$, которые помечены как s_0 и s_1 соответственно, должна быть отображена в комплексный модуляционный символ $MS=(m_I, m_Q)$, как указано в таблице 5.2.1.2.9.1.1.3-1, причем $D = 1/\sqrt{2}$. Фиг.14 показывает сигнальную группу для модуляции КФМ.

5.2.1.2.9.4.5 Отображение интервала на чередование

Отображение интервалов канала глобального пилотного сигнала FDM на чередования должно соответствовать описанному в 5.2.1.2.10.

5.2.1.2.9.4.6 Отображение модуляционных символов из буферов интервалов на поднесущие чередований

500 модуляционных символов в распределенном интервале должны быть последовательно предоставлены 500 поднесущим чередований следующим образом: i -й комплексный модуляционный символ (где $i \in \{0,1,\dots,499\}$) будет отображаться на i -ю поднесущую этого чередования.

5.2.1.2.9.4.7 Стандартная операция OFDM

Модулированные поднесущие канала глобального пилотного сигнала FDM должны подвергнуться стандартным операциям, как указано в 5.2.1.2.11.

5.2.1.2.9.5 Канал локального пилотного сигнала FDM

Канал локального пилотного сигнала FDM передается совместно с каналом локальных данных или каналом локального OIS. Канал локального пилотного сигнала FDM переносит постоянную модель битов, которая может использоваться FLO-устройством для оценки локального канала и других функций.

Для канала локального пилотного сигнала FDM может быть распределен отдельный интервал в течение любого OFDM-символа, который переносит или канал локальных данных, или канал локального OIS.

Распределенный интервал должен использовать 1000-битную постоянную модель в качестве входных данных. Эти биты должны быть установлены в нуль. Эти биты должны обрабатываться согласно этапам, проиллюстрированным на Фиг.15.

5.2.1.2.9.5.1 Распределение интервалов

Каналу локального пилотного сигнала FDM должен быть распределен интервал с индексом 0 на протяжении каждого OFDM-символа, который переносит или канал локальных данных, или канал локального OIS.

5.2.1.2.9.5.2 Заполнение буфера интервала

Буфер для интервала, распределенного для канала локального пилотного сигнала FDM, должен быть полностью заполнен постоянной моделью, состоящей из 1000 битов, причем каждый бит устанавливается в '0'.

5.2.1.2.9.5.3 Скремблирование интервалов

Биты буфера интервала канала локального пилотного сигнала FDM должны быть скремблированы, как указано в 5.2.1.2.9.1.2.3. Скремблированный буфер интервала обозначается SB.

5.2.1.2.9.5.4 Отображение модуляционных символов

Каждая группа из двух последовательных битов из i -го скремблированного буфера интервала, SB($i, 2k$) и SB($i, 2k+1$), $i=0, k=0,1,\dots,499$, которые помечены как s_0 и s_1 соответственно, должна быть отображена в комплексный модуляционный символ MS=(m_r, m_q), как указано в таблице 5.2.1.2.9.1.1.3-1, причем $D = 1/\sqrt{2}$. Фиг.14 показывает сигнальную группу для модуляции КФМ.

5.2.1.2.9.5.5 Отображение интервала на чередование

Отображение интервалов канала глобального пилотного сигнала FDM на чередования должно соответствовать описанному в 5.2.1.2.10.

5.2.1.2.9.5.6 Отображение модуляционных символов из буферов интервалов на поднесущие чередований

500 модуляционных символов в распределенном интервале должны быть последовательно предоставлены 500 поднесущим чередований следующим образом: i -й комплексный модуляционный символ (где $i \in \{0,1,\dots,499\}$) будет отображаться на i -ю поднесущую этого чередования.

5.2.1.2.9.5.7 Стандартная операция OFDM

Модулированные поднесущие канала локального пилотного сигнала FDM должны подвергнуться стандартным операциям, как указано в 5.2.1.2.11.

5.2.1.2.9.6 Канал глобальных данных

Канал глобальных данных используется для переноса пакетов физического уровня, предназначенных для глобального многоадресного вещания. Пакеты физического уровня для канала глобальных данных могут иметь отношение к каждому активному ЛИК, передаваемому в глобальной области.

5.2.1.2.9.6.1 Обработка канала глобальных данных для распределенных интервалов

Пакет физического уровня для канала глобальных данных должен обрабатываться согласно этапам, проиллюстрированным на Фиг.27.

Для обычной модуляции (КФМ и 16-КАМ) пакет физического уровня турбокодируется и подвергается перемежению битов перед сохранением в буфере(ах) интервала данных. Для многоуровневой модуляции базовая составляющая пакета физического уровня и расширенная составляющая пакета физического уровня турбокодируются и подвергаются перемежению битов независимо друг от друга перед уплотнением в буфер(ы) интервала данных.

5.2.1.2.9.6.1.1 Кодирование

Пакеты физического уровня канала глобальных данных должны кодироваться с кодовой скоростью $R=1/2$, $1/3$ или $2/3$. Устройство кодирования должно отбрасывать 6-битовое поле ХВОСТ входящего пакета физического уровня и кодировать остающиеся биты с помощью устройства параллельного турбокодирования, как

указано в 5.2.1.2.9.2.1.1. Устройство турбокодирования должно добавлять сгенерированный внутри хвост списка из $6/R$ ($=12$, 18 или 9) выходных кодовых битов так, чтобы общее число турбокодированных битов на выходе равнялось $1/R$, умноженному на число битов во входном пакете физического уровня.

Фиг.28 иллюстрирует схему кодирования для канала глобальных данных. Параметры устройства кодирования канала глобальных данных должны соответствовать заданным в таблице 5.2.1.2.9.6.1.1-1.

Таблица 5.2.1.2.9.6.1.1-1

Параметры устройства кодирования канала данных			
Биты	Входные биты устройства турбокодирования N_{turbo}	Кодовая скорость	Выходные биты устройства турбокодирования
1000	994	$1/2$	2000
1000	994	$1/3$	3000
1000	994	$2/3$	1500

5.2.1.2.9.6.1.1.1 Устройство турбокодирования

Устройство турбокодирования, использующееся для пакетов физического уровня канала глобальных данных, должно соответствовать описанному в 5.2.1.2.9.2.1.1.

Закодированные выходные биты данных генерируются путем синхронизации N_{turbo} времен составляющих устройств кодирования с переключателями в верхнем положении и выкалывания выходных данных, как задано в таблице 5.2.1.2.9.6.1.1.1-1. В рамках модели выкалывания '0' означает, что бит должен быть удален, а '1' означает, что бит должен быть передан. Выходные данные составляющего устройства кодирования для каждого периода передачи битов должны передаваться в последовательности $X, Y_0, Y_1, X', Y_0', Y_1'$, причем X выводится первым. Повторение битов не используется при генерации закодированных выходных битов данных.

Выкалывание выходного символа составляющего устройства кодирования для хвостового периода должно соответствовать заданному в таблице 5.2.1.2.9.6.1.1.1-2. В рамках модели выкалывания '0' означает, что символ должен быть удален, а '1' означает, что символ должен быть передан.

Для турбокодов с кодовой скоростью $1/2$ хвостовые выходные кодовые биты для каждого из первых трех периодов передачи хвостовых битов должны быть XY_0 и хвостовые выходные кодовые биты для каждого из последних трех периодов передачи хвостовых битов должны быть $X'Y'_0$.

Для турбокодов с кодовой скоростью $1/3$ хвостовые выходные кодовые биты для каждого из первых трех периодов передачи хвостовых битов должны быть XXY_0 и хвостовые выходные кодовые биты для каждого из последних трех периодов передачи хвостовых битов должны быть $X'X'Y'_0$.

Для турбокодов с кодовой скоростью $2/3$ хвостовые выходные кодовые биты для первых трех периодов передачи хвостовых битов должны быть XY_0, X и XY_0 соответственно. Хвостовые выходные кодовые биты для последних трех периодов передачи хвостовых битов должны быть $X', X'Y'_0$ и X' соответственно.

Модели выкалывания для периодов передачи битов данных			
Вывод	Кодовая скорость		
	1/2	1/3	2/3
X	11	11	1111
Y_0	10	11	1000
Y_1	00	00	0000
X'	00	00	0000
Y'_0	01	11	0001
Y'_1	00	00	0000
Замечание: Таблица выкалывания считывается сверху вниз.			

Модели выкалывания для периодов передачи хвостовых битов			
Вывод	Кодовая скорость		
	1/2	1/3	2/3
X	111 000	111 000	111 000
Y_0	111 000	111 000	101 000
Y_1	000 000	000 000	000 000
X'	000 111	000 111	000 111
Y'_0	000 111	000 111	000 010
Y'_1	000 000	000 000	000 000
Замечание: Для турбокодов с кодовой скоростью 1/2 таблица выкалывания считывается сначала сверху вниз и затем слева направо. Для турбокодов с кодовой скоростью 1/3 таблица выкалывания считывается сверху вниз, повторяя X и X', и затем слева направо. Для Турбокодов с кодовой скоростью 2/3 таблица выкалывания считывается сначала сверху вниз и затем слева направо.			

5.2.1.2.9.6.1.1.2 Устройство перемежения турбокодов

Устройство перемежения турбокодов для канала глобальных данных должно соответствовать описанному в 5.2.1.2.9.2.1.2.

5.2.1.2.9.6.1.2 Перемежение битов

Турбокодированные пакеты канала глобальных данных должны подвергаться перемежению битов, как описано в 5.2.1.2.9.2.2.

5.2.1.2.9.6.1.3 Распределение интервалов данных

Для канала глобальных данных до 7 интервалов данных могут быть распределены каждому OFDM-символу для передачи множества турбокодированных пакетов, относящихся к одному или более ЛИК. Для определенных режимов (2, 4, 8 и 11, см. таблицу 5.2.1.2.8-1) турбокодированный пакет занимает часть интервала. Однако интервалы распределяются для ЛИК таким образом, чтобы предотвратить множественные ЛИК, совместно использующие интервалы в пределах одного и того же OFDM-символа.

5.2.1.2.9.6.1.4 Заполнение буферов интервалов данных

Подвергнутые перемежению битов кодовые биты турбокодированного пакета канала глобальных данных должны записываться в один или более буферов интервалов данных. Эти буферы интервалов данных соответствуют индексам интервалов 1-7.

Размер буфера интервала данных должен быть равен 1000 бит для КФМ и 2000 бит для 16-КАМ и многоуровневой модуляции.

При КФМ и 16-КАМ модуляции подвергнутые перемежению битов кодовые биты должны быть последовательно записаны в буфер(ы) интервала.

Для многоуровневой модуляции подвергнутые перемежению битов кодовые биты, соответствующие базовой и расширенной составляющим, должны перемежаться, как

проиллюстрировано на Фиг.29, перед заполнением буфера(ов) интервала.

Фиг.30 иллюстрирует случай, когда отдельный турбокодированный пакет перекрывает три буфера интервалов данных.

Фиг.31 иллюстрирует случай, когда базовая составляющая турбокодированного пакета с кодовой скоростью 1/3 уплотняется с расширенной составляющей турбокодированного пакета (с той же кодовой скоростью), чтобы занять 3 буфера интервалов данных.

Фиг.32 иллюстрирует случай, когда турбокодированный пакет канала данных занимает часть интервала данных и требуются четыре турбокодированных пакета для полного заполнения целого числа интервалов данных.

Три интервала на чертеже могут перекрывать один OFDM-символ или множественные последовательные OFDM-символы. В любом случае, распределение интервалов данных по OFDM-символу для ЛИК должно иметь последовательные индексы интервалов.

Фиг.33 иллюстрирует отображение мгновенного состояния распределений интервалов для пяти различных ЛИК по трем последовательным OFDM-символам в цикле. На чертеже, ТКП n , m обозначает n -й турбокодированный пакет для m -й ЛИК. На этом чертеже

- ЛИК 1 применяет режим 0 передачи и требует три интервала для каждого турбокодированного пакета. Он использует 3 последовательных OFDM-символа для пересылки одного турбокодированного пакета.

- ЛИК 2 применяет режим 1 передачи и использует 2 интервала для передачи отдельного турбокодированного пакета. Он использует OFDM-символы n и $n+1$, чтобы переслать два турбокодированных пакета.

- ЛИК 3 применяет режим 2 передачи и требует 1.5 интервала для передачи одного турбокодированного пакета. Он использует три последовательных OFDM-символа, чтобы передать 6 турбокодированных пакетов.

- ЛИК 4 применяет режим 1 передачи и требует 2 интервала для передачи отдельного турбокодированного пакета. Он использует 2 последовательных OFDM-символа для пересылки двух турбокодированных пакетов.

- ЛИК 5 применяет режим 3 передачи и требует 1 интервал для передачи турбокодированного пакета. Он использует один OFDM-символ для пересылки турбокодированного пакета.

5.2.1.2.9.6.1.5 Скремблирование интервалов

Биты каждого буфера распределенного интервала должны быть скремблированы, как указано в 5.2.1.2.9.1.2.3. Скремблированный буфер интервала обозначается SB.

5.2.1.2.9.6.1.6 Отображение битов в модуляционные символы

Для канала глобальных данных в зависимости от режима передачи может использоваться или КФМ, или 16-КАМ, или многоуровневая модуляция.

5.2.1.2.9.6.1.6.1 Модуляция КФМ

Каждая группа из двух последовательных битов из i -го скремблированного буфера интервала, $SB(i, 2k)$ и $SB(i, 2k+1)$, $i=1,2,...,7$, $k=0,1,...,499$, которые помечены как s_0 и s_1 соответственно, должна быть отображена в комплексный модуляционный символ $MS=(m_I, m_Q)$, как указано в таблице 5.2.1.2.9.1.1.3-1, причем $D = 1/\sqrt{2}$. Фиг.14 показывает сигнальную группу для модуляции КФМ.

5.2.1.2.9.6.1.6.2 16-КАМ модуляция

Каждая группа из четырех последовательных битов из i -го скремблированного буфера интервала данных, $SB(i, 4k)$ и $SB(i, 4k+1)$, $SB(i, 4k+2)$ и $SB(i, 4k+3)$, $i=1,2,...,7$,

$k=0,1,\dots,499$, должна быть сгруппирована и отображена в комплексный модуляционный 16-КАМ символ $S(k)=(m_I(k), m_Q(k))$, $k=0,1,\dots,499$, как

указано в таблице 5.2.1.2.9.6.1.6.2-1, причем $A = 1/\sqrt{10}$. Фиг.34 показывает

5 сигнальную группу устройства 16-КАМ модуляции, где $s_0=SB(i,4k)$, $s_1=SB(i,4k+1)$, $s_2=SB(i,4k+2)$ и $s_3=SB(i,4k+3)$.

10

Таблица 16-КАМ модуляции					
Переменные биты				Модуляционные символы	
s_3 SB(i,4k+3)	s_2 SB(i,4k+2)	s_1 SB(i,4k+1)	s_0 SB(i,4k)	$m_Q(k)$	$m_I(k)$
0	0	0	0	3A	3A
0	0	0	1	3A	A
0	0	1	1	3A	-A
15	0	1	0	3A	-3A
0	1	0	0	A	3A
0	1	0	1	A	A
0	1	1	1	A	-A
0	1	1	0	A	-3A
20	1	1	0	-A	3A
1	1	0	1	-A	A
1	1	1	1	-A	-A
1	1	1	0	-A	-3A
1	0	0	0	-3A	3A
1	0	0	1	-3A	A
25	1	1	1	-3A	-A
1	0	1	0	-3A	-3A

5.2.1.2.9.6.1.6.3 Многоуровневая модуляция с базовой и расширенной составляющими

30 Каждая группа из четырех последовательных битов из i -го скремблированного буфера интервала данных, $SB(i, 4k)$ и $SB(i,4k+1)$, $SB(i,4k+2)$ и $SB(i,4k+3)$, $i=1,2,\dots,7$, $k=0,1,\dots,499$, должна быть сгруппирована и отображена в многоуровневый комплексный модуляционный символ $S(k)=(m_I(k), m_Q(k))$, $k=0,1,\dots,499$, как указано в

35 таблице 5.2.1.2.9.6.1.6.3-1. Если r обозначает энергетический коэффициент между базовой составляющей и расширенной составляющей, то α и β должны задаваться выражениями:

40
$$\alpha = \sqrt{\frac{r}{2(1+r)}} \quad \text{и} \quad \beta = \sqrt{\frac{r}{2(1+r)}} \quad (\text{см. таблицу 5.2.1.2.6-1})$$

Фиг.35 показывает сигнальную группу для многоуровневой модуляции, где $s_0=SB(i,4k)$, $s_1=SB(i, 4k+1)$, $s_2=SB(i, 4k+2)$ и $s_3=SB(i,4k+3)$. Нужно заметить, что процедура для заполнения буфера(ов) интервала гарантирует (см. Фиг.29), что биты s_0

45 и s_2 соответствуют расширенной составляющей, а биты s_1 и s_3 соответствуют базовой составляющей.

50

Таблица многоуровневой модуляции					
Переменные биты				Модуляционные символы	
s_3 SB(i,4k+3)	s_2 SB(i,4k+2)	s_1 SB(i,4k+1)	s_0 SB(i,4k)	$m_Q(k)$	$m_I(k)$
0	0	0	0	$\alpha+\beta$	$\alpha+\beta$
0	0	0	1	$\alpha+\beta$	$\alpha-\beta$

5	0	0	1	1	$\alpha+\beta$	$-\alpha+\beta$
	0	0	1	0	$\alpha+\beta$	$-\alpha-\beta$
	0	1	0	0	$\alpha-\beta$	$\alpha+\beta$
	0	1	0	1	$\alpha-\beta$	$\alpha-\beta$
	0	1	1	1	$\alpha-\beta$	$-\alpha+\beta$
10	0	1	1	0	$\alpha-\beta$	$-\alpha-\beta$
	1	1	0	0	$-\alpha+\beta$	$\alpha+\beta$
	1	1	0	1	$-\alpha+\beta$	$\alpha-\beta$
	1	1	1	1	$-\alpha+\beta$	$-\alpha+\beta$
	1	1	1	0	$-\alpha+\beta$	$-\alpha-\beta$
	1	0	0	0	$-\alpha-\beta$	$\alpha+\beta$
	1	0	0	1	$-\alpha-\beta$	$\alpha-\beta$
	1	0	1	1	$-\alpha-\beta$	$-\alpha+\beta$
	1	0	1	0	$-\alpha-\beta$	$-\alpha-\beta$
	1	0	1	0	$-\alpha-\beta$	$-\alpha-\beta$

15 Замечание:

$$\alpha = \sqrt{\frac{r}{2(1+r)}}, \quad \beta = \sqrt{\frac{1}{2(1+r)}}$$

где r является отношением энергии базовой составляющей к энергии расширенной составляющей.

20 5.2.1.2.9.6.1.6.4 Многоуровневая модуляция только с базовой составляющей
2-й и 4-й биты из каждой группы четырех последовательных битов из i -го скремблированного буфера интервала, $SB(i, 4k+1)$ и $SB(i, 4k+3)$, $i=1,2,\dots,7$, $k=0,1,\dots,499$, которые помечены как s_0 и s_1 соответственно, должны быть отображены в
25 комплексный модуляционный символ $MS=(m_I, m_Q)$, как указано в
таблице 5.2.1.2.9.1.1.3-1, причем $D=1/\sqrt{2}$. Фиг.14 показывает сигнальную группу для модуляции КФМ.

5.2.1.2.9.6.1.7 Отображение интервала на чередование

30 Отображение интервалов на чередования для OFDM-символов канала глобальных данных должно соответствовать описанному в 5.2.1.2.10.

5.2.1.2.9.6.1.8 Отображение модуляционных символов из буферов интервалов на поднесущие чередований

35 500 модуляционных символов в каждом распределенном интервале должны быть последовательно предоставлены 500 поднесущим чередований, используя процедуру, описанную в 5.2.1.2.9.2.8.

5.2.1.2.9.6.1.9 Стандартная операция OFDM

40 Модулированные поднесущие канала глобальных данных должны подвергнуться стандартным операциям, как указано в 5.2.1.2.11.

5.2.1.2.9.6.2 Обработка канала глобальных данных для нераспределенных интервалов

45 Нераспределенные интервалы в канале глобальных данных используют в качестве входных данных 1000-битовую постоянную модель, причем каждый бит устанавливается в нуль. Эти биты должны обрабатываться согласно этапам, проиллюстрированным на Фиг.15.

5.2.1.2.9.6.2.1 Заполнение буфера интервала

50 Буфер для каждого нераспределенного интервала канала глобальных данных должен быть полностью заполнен постоянной моделью, состоящей из 1000 битов, причем каждый бит устанавливается в '0'.

5.2.1.2.9.6.2.2 Скремблирование интервалов

Биты каждого буфера нераспределенного интервала в канале глобальных данных

должны быть скремблированы, как указано в 5.2.1.2.9.1.2.3. Скремблированный буфер интервала обозначается SB.

5.2.1.2.9.6.2.3 Отображение модуляционных символов

Каждая группа из двух последовательных битов из i -го скремблированного буфера интервала, SB($i, 2k$) и SB($i, 2k+1$), $i=1,2,\dots,7$, $k=0,1,\dots,499$, которые помечены как s_0 и s_1 соответственно, должна быть отображена в комплексный модуляционный символ MS=(m_r, m_q), как указано в таблице 5.2.1.2.9.1.1.3-1, причем $D=1/\sqrt{2}$. Фиг.14 показывает сигнальную группу для модуляции КФМ.

5.2.1.2.9.6.2.4 Отображение интервала на чередование

Отображение интервалов на чередования для нераспределенных интервалов в OFDM-символе канала глобальных данных должно соответствовать описанному в 5.2.1.2.10.

5.2.1.2.9.6.2.5 Отображение модуляционных символов из буферов интервалов на поднесущие чередований

500 модуляционных символов в буфере интервала должны быть последовательно предоставлены 500 поднесущим чередований следующим образом: i -й комплексный модуляционный символ (где $i \in \{0,1,\dots,499\}$) будет отображаться на i -ю поднесущую этого чередования.

5.2.1.2.9.6.2.6 Стандартная операция OFDM

Модулированные поднесущие OFDM-символа канала глобальных данных должны подвергнуться стандартным операциям, как указано в 5.2.1.2.11.

5.2.1.2.9.7 Канал локальных данных

Канал локальных данных используется для переноса пакетов физического уровня, предназначенных для локального многоадресного вещания. Пакеты физического уровня для канала локальных данных могут иметь отношение к каждому активному ЛИК, передаваемому в локальной области.

5.2.1.2.9.7.1 Обработка канала локальных данных для распределенных интервалов

Пакет физического уровня для канала локальных данных должен обрабатываться согласно этапам, проиллюстрированным на Фиг.27.

Для обычной модуляции (КФМ и 16-КАМ) пакет физического уровня турбокодируется и подвергается перемежению битов перед сохранением в буфере(ах) интервала данных. Для многоуровневой модуляции базовая составляющая пакета физического уровня и расширенная составляющая пакета физического уровня турбокодируются и подвергаются перемежению битов независимо друг от друга перед уплотнением в буфер(ы) интервала данных.

5.2.1.2.9.7.1.1 Кодирование

Пакеты физического уровня канала локальных данных должны кодироваться с кодовой скоростью $R=1/3$, $1/2$ или $2/3$. Процедура кодирования должна быть идентична процедуре для канала глобальных данных, которая описана в 5.2.1.2.9.6.1.1.

5.2.1.2.9.7.1.2 Перемежение битов

Турбокодированный пакет канала локальных данных должен подвергаться перемежению битов, как описано в 5.2.1.2.9.2.2.

5.2.1.2.9.7.1.3 Распределение интервалов данных

Для канала локальных данных распределение интервалов должно соответствовать описанному в 5.2.1.2.9.6.1.3.

5.2.1.2.9.7.1.4 Заполнение буферов интервалов данных

Процедура для заполнения буфера интервала для канала локальных данных должна соответствовать описанной в 5.2.1.2.9.6.1.4.

5.2.1.2.9.7.1.5 Скремблирование интервалов

Биты каждого буфера распределенного интервала должны быть скремблированы, как указано в 5.2.1.2.9.1.2.3. Скремблированный буфер интервала обозначается SB.

5.2.1.2.9.7.1.6 Отображение битов в модуляционные символы

Для канала локальных данных в зависимости от режима передачи может использоваться КФМ, 16-КАМ или многоуровневая модуляция.

5.2.1.2.9.7.1.6.1 Модуляция КФМ

Каждая группа из двух последовательных битов из скремблированного буфера интервала должна отображаться в КФМ модуляционный символ, как описано в 5.2.1.2.9.6.1.6.1.

5.2.1.2.9.7.1.6.2 16-КАМ модуляция

Каждая группа из четырех последовательных битов из скремблированного буфера интервала должна отображаться в 16-КАМ модуляционный символ, как описано в 5.2.1.2.9.6.1.6.2.

5.2.1.2.9.7.1.6.3 Многоуровневая модуляция с базовой и расширенной составляющими

Каждая группа из четырех последовательных битов из скремблированного буфера интервала должна отображаться в многоуровневый модуляционный символ, как описано в 5.2.1.2.9.6.1.6.3.

5.2.1.2.9.7.1.6.4 Многоуровневая модуляция только с базовой составляющей

2-й и 4-й биты из каждой группы четырех последовательных битов из скремблированного буфера интервала должен отображаться в КФМ модуляционный символ, как описано в 5.2.1.2.9.6.1.6.4.

5.2.1.2.9.7.1.7 Отображение интервала на чередование

Отображение интервалов на чередования для OFDM-символов канала локальных данных должно соответствовать описанному в 5.2.1.2.10.

5.2.1.2.9.7.1.8 Отображение модуляционных символов интервалов на поднесущие чередований

500 модуляционных символов в каждом распределенном интервале должны быть последовательно предоставлены 500 поднесущим чередований, используя процедуру, описанную в 5.2.1.2.9.2.8.

5.2.1.2.9.7.1.9 Стандартная операция OFDM

Модулированные поднесущие канала глобальных данных должны подвергнуться стандартным операциям, как указано в 5.2.1.2.11.

5.2.1.2.9.7.2 Обработка канала локальных данных для нераспределенных интервалов

Нераспределенные интервалы в канале локальных данных используют в качестве входных данных 1000-битовую постоянную модель, причем каждый бит устанавливается в нуль. Эти биты должны обрабатываться согласно этапам, проиллюстрированным на Фиг.15.

5.2.1.2.9.7.2.1 Заполнение буферов интервалов

Буфер для каждого нераспределенного интервала канала локальных данных должен быть полностью заполнен постоянной моделью, состоящей из 1000 битов, причем каждый бит устанавливается в '0'.

5.2.1.2.9.6.2.2 Скремблирование интервалов

Биты каждого буфера нераспределенного интервала в канале глобальных данных должны быть скремблированы, как указано в 5.2.1.2.9.1.2.3. Скремблированный буфер интервала обозначается SB.

5.2.1.2.9.7.2.3 Отображение модуляционных символов

Каждая группа из двух последовательных битов из скремблированного буфера интервала должен отображаться в КФМ модуляционный символ, как описано в 5.2.1.2.9.6.2.3.

5.2.1.2.9.7.2.4 Отображение интервала на чередование

Отображение интервалов на чередования для нераспределенных интервалов в OFDM-символе канала локальных данных должно соответствовать описанному в 5.2.1.2.10.

5.2.1.2.9.7.2.5 Отображение модуляционных символов из буферов интервалов на поднесущие чередований

500 модуляционных символов в буфере интервала должны быть последовательно предоставлены 500 поднесущим чередований следующим образом: i -й комплексный модуляционный символ (где $i \in \{0, 1, \dots, 499\}$) будет отображаться на i -ю поднесущую этого чередования.

5.2.1.2.9.7.2.6 Стандартная операция OFDM

Модулированные поднесущие OFDM-символа канала локальных данных должны подвергнуться стандартным операциям, как указано в 5.2.1.2.11.

5.2.1.2.10 Отображение интервалов на чередования

Отображение интервала на чередование изменяется от одного OFDM-символа к другому, как описано в этом разделе.

В каждом OFDM-символе находятся 8 интервалов.

Канал пилотного сигнала FDM должен использовать интервал 0. Интервал 0 должен предоставляться чередованию $I_p[j]$ для индекса j OFDM-символа в сверхцикле следующим образом:

- если $(j \bmod 2 = 0)$, то $I_p[j] = 2$;
- иначе $I_p[j] = 6$.

Процедура предоставления чередования для интервала 0 гарантирует, что каналу пилотного сигнала FDM предоставляется чередование 2 и 6 для четных и нечетных индексов OFDM-символа соответственно. Оставшиеся 7 чередований в каждом OFDM-символе предоставляются интервалам 1-7. Это проиллюстрировано на Фиг.36, где P и D обозначают чередования, предоставленные интервалам, занятым каналом пилотного сигнала FDM и каналом данных соответственно.

Отображение интервала на чередование для интервалов 1-7 должно осуществляться следующим образом:

1. Пусть i является 3-битовым значением индекса i ($i \in \{0, 7\}$) чередования. Значение операции реверсии битов над i обозначают как i_{br} .

2. Пусть I_j обозначает j -е чередование, которое определено в 5.2.1.2.2.4. Изменяют порядок последовательности $\{I_0 I_1 I_2 I_3 I_4 I_5 I_6 I_7\}$ чередования путем замены индекса i ($i \in \{0, 7\}$) на i_{br} для формирования перемещенной последовательности, $PS = \{I_0 I_4 I_2 I_6 I_1 I_5 I_3 I_7\}$.

3. Собирают вместе чередования I_2 и I_6 (Поскольку чередование 2 и чередование 6 используются поочередно для пилотных сигналов, оставшиеся семь чередований используются для предоставления интервалам данных.) для формирования укороченной последовательности $SIS = \{I_0 I_4 I_2/I_6 I_1 I_5 I_3 I_7\}$.

4. Для OFDM-символа с индексом j ($j \in \{0, 7\}$) (Сверхцикл перекрывает 1200 интервалов OFDM-символов. Отображение интервала на чередование для OFDM-символа с индексом 0 не используется.) в сверхцикле выполняют

правосторонний циклический сдвиг (Правосторонний циклический сдвиг последовательности $s=\{1\ 2\ 3\ 4\ 5\}$ на 2 дает в результате последовательность $s(2)=\{4\ 5\ 1\ 2\ 3\}$.) по SIS из этапа 3 на величину, равную $(2 \times j) \bmod 7$ для формирования перемещенной укороченной последовательности чередований PSIS(j).

5. Если $(j \bmod 2=0)$, то выбирают чередование I_6 в PSIS(j). Иначе выбирают I_2 в PSIS(j).

6. Для j-го интервала OFDM-символа в сверхцикле k-й интервал данных (для $k \in \{1, \dots, 7\}$) будет предоставлен чередованию PSIS(j) [k-1].

Фиг.37 иллюстрирует предоставление чередований всем 8 интервалам по 15 последовательным интервалам OFDM-символов. Модель отображения интервалов на чередования повторяется после 14 последовательных интервалов (Чертеж показывает, что все чередования получают назначение после чередования пилотного сигнала примерно в одно и то же время, и характеристики оценки канала для всех чередований приблизительно одинаковы.) OFDM-символов.

5.2.1.2.11 Стандартная операция OFDM

Этот блок преобразует комплексные модуляционные символы $X_{k,m}$, относящиеся к поднесущей с индексом k для интервала m OFDM-символа, в передаваемый высокочастотный сигнал. Технологические операции проиллюстрированы на Фиг.38.

5.2.1.2.11.1 Операция ОПФ

Комплексные модуляционные символы $X_{k,m}$, $k=0,1,\dots,4095$, относящиеся к m-му OFDM-символу, должны сопоставляться с сигналом $x_m(t)$ с непрерывным временем согласно уравнению обратного преобразования Фурье (ОПФ). А именно,

$$x_m(t) = \frac{1}{N} \sum_{k=0}^{N-1} X_{k,m} e^{j2\pi(\Delta f)_{SC} \left(k - \frac{N}{2}\right) (1 - T_{WGI} - T_{FGI}) t}$$

для $0 \leq t \leq T'_s$

В вышеприведенном уравнении $(\Delta f)_{SC}$ является разносом поднесущих (см. 5.2.1.2.2.2), тогда как T_{WGI} , T_{FGI} и T'_s определяются в 5.2.1.2.3.

5.2.1.2.11.2 Кадрирование

Сигнал $x_m(t)$ должен уплотняться с помощью оконной функции $w(t)$, где

$$w(t) = \begin{cases} 0.5 + 0.5 \cos\left(\pi + \pi t / T_{WGI}\right) & 0 \leq t \leq T_{WGI} \\ 1 & T_{WGI} < t < (T_{WGI} + T_{FGI} + T_U) \\ 0.5 + 0.5 \cos\left(\pi + \pi (T'_s - t) / T_{WGI}\right) & (T_{WGI} + T_{FGI} + T_U) \leq t \leq (2T_{WGI} + T_{FGI} + T_U) \end{cases}$$

Кадрированный сигнал обозначается $y_m(t)$, где

$$y_m(t) = x_m(t)w(t).$$

Для вышеприведенного выражения T_U и T_S соответствуют определенным в 5.2.1.2.3.

5.2.1.2.11.3 Наложение и добавление

Сигнал $S_{BB}(t)$ основного диапазона должен генерироваться наложением кадрированных сигналов с непрерывным временем из очередных OFDM-символов на T_{WGI} . Это проиллюстрировано на Фиг.39. А именно, $S_{BB}(t)$ задается выражением

$$S_{BB}(t) = \sum_{m=-\infty}^{\infty} y_m(t - mT_S)$$

5.2.1.2.11.4 Модуляция несущей

Сигналы основного диапазона, совпадающие по фазе и со сдвигом по фазе на 90° , должны быть преобразованы с повышением частоты до высоких частот и суммированы для генерирования формы волны $S_{RF}(t)$ высокой частоты. На Фиг.38 $f_c(k)$ является центральной частотой k -го высокочастотного FLO-канала (см. таблицу 5.2.1.1.1-1).

5.2.1.3 Синхронизация и распределение временных интервалов

Будет предоставлено.

5.2.1.3.1 Эталонный источник времени

Будет предоставлено.

5.2.1.3.2 Время прохождения сигнала во FLO-сети

Будет предоставлено.

Формула изобретения

1. Способ отображения интервалов данных на чередование для одного или более символов связи, содержащий этапы, на которых:

отображают интервал данных канала пилот сигнала альтернативно на первое и второе чередование из множества чередований для каждого символа связи; и

переменно отображают один или более других интервалов данных на соответствующие чередования из множества, где отображение изменяется для каждого символа связи, и при этом упомянутое переменное отображение осуществляется в соответствии с соотношением:

$$i = \mathfrak{R}' \left\{ \left(N - ((R \cdot t) \% N) + s - 1 \right) \% N \right\},$$

где $N=I-1$ является числом чередований, используемых для диспетчеризации, I является общим количеством множества чередований; $i \in \{0, 1, \dots, I-1\}$ является индексом чередования, для которого определен интервал s на определенном символе t связи отображает, за исключением чередования, использованного для отображения интервала данных канала пилот сигнала; $t=0, 1, \dots, T-1$ является индексом символа связи в кадре символов связи, T является общим количеством символов связи в кадре; $s=1, 2, \dots, S-1$ является индексом интервала, S является общим количеством интервалов; R является числом смещений каждого символа связи; и $\mathfrak{R}'$ является оператором инверсии приведенного набора битов, который сконфигурирован для исключения чередования, используемого для отображения интервала данных канала пилот сигнала от операции инверсии битов.

2. Способ отображения интервалов данных для частотного чередования, содержащий этапы, на которых:

переменно выбирают чередование канала пилот сигнала из первого набора чередований для данных канала пилот сигнала определенного символа связи; и

переменно выбирают одно или более чередований канала данных из второго набора чередований для данных символа, где второй набор чередований включает в себя чередования из первого набора чередований, которые не были выбраны для чередования канала пилот сигнала для определенного символа связи, и при этом переменный выбор одного или более чередований канала данных осуществляется в соответствии с соотношением:

$$i = \mathfrak{R}' \left\{ \left(N - ((R \cdot t) \% N) + s - 1 \right) \% N \right\},$$

где $N=I-1$ является числом чередований, используемых для диспетчеризации данных информационного потока, I является общим количеством чередований; $i \in \{0, 1, \dots, I-1\}$

является индексом чередования, для которого определенный интервал s на определенном символе t связи отображает, за исключением чередования, использованного для отображения интервала данных канала пилот сигнала; $t=0, 1, \dots, T-1$ является индексом символа связи в кадре символов связи, T является общим количеством символов связи в кадре; $s=1, 2, \dots, S-1$ является индексом интервала, где S является общим количеством интервалов; R является числом смещений каждого символа связи; и $\mathfrak{R}'$ является оператором инверсии приведенного набора битов, который сконфигурирован для исключения чередования канала пилот сигнала, выбранного для интервала данных канала пилот сигнала из операции инверсии битов.

3. Устройство обработки данных, выполненное с возможностью:

отображения интервала данных канала пилот сигнала альтернативно на первое и второе чередование из множества чередований для каждого символа связи; и переменного отображения одного или более других интервалов данных на соответствующие чередования из множества, где отображение изменяется для каждого символа связи, и при этом переменное отображение происходит в соответствии с соотношением:

$$i = \mathfrak{R}' \left\{ \left(N - ((R \cdot t) \% N) + s - 1 \right) \% N \right\},$$

где $N=I-1$ является числом чередований, используемых для диспетчеризации данных информационного потока, I является общим количеством чередований; $i \in \{0, 1, \dots, I-1\}$ является индексом чередования, для которого определенный интервал s на определенном символе t связи отображает, за исключением чередования, использованного для отображения интервала данных канала пилот сигнала; $t = 0, 1, \dots, T-1$ является индексом символа связи в кадре символов связи, T является общим количеством символов связи в кадре; $s=1, 2, \dots, S-1$ является индексом интервала, где S является общим количеством интервалов; R является числом смещений каждого символа связи; и $\mathfrak{R}'$ является оператором инверсии приведенного набора битов, который сконфигурирован для исключения чередования канала пилот сигнала, выбранного для интервала данных канала пилот сигнала из операции инверсии битов.

4. Устройство обработки данных для отображения интервалов данных для частотного чередования, заключающегося в том, что:

переменно выбирают чередование канала пилот сигнала из первого набора чередований для данных канала пилот сигнала определенного символа связи; и переменнно выбирают одно или более чередований канала данных из второго набора чередований для данных символа, где второй набор чередований включает в себя чередования из первого набора чередований, которые не были выбраны для чередования канала, пилот сигнала для определенного символа связи, и при этом устройство обработки данных дополнительно сконфигурировано для переменного выбора одного или более чередований канала данных, основанного на соотношении:

$$i = \mathfrak{R}' \left\{ \left(N - ((R \cdot t) \% N) + s - 1 \right) \% N \right\},$$

где $N=I-1$ является числом чередований, используемых для диспетчеризации данных информационного потока, I является общим количеством чередований; $i \in \{0, 1, \dots, I-1\}$ является индексом чередования, для которого определенный интервал s на определенном символе t связи отображает, за исключением чередования, использованного для отображения интервала данных канала пилот сигнала; $t=0, 1, \dots, T-1$ является индексом символа связи в кадре символов связи, T является общим количеством символов связи в кадре; $s=1, 2, \dots, S-1$ является индексом интервала, где S

является общим количеством интервалов; R является числом смещений каждого символа связи; и $\mathfrak{R}$ ' является оператором инверсии приведенного набора битов, который сконфигурирован для исключения чередования канала пилот сигнала, выбранного для интервала данных канала пилот сигнала из операции инверсии битов.

5

10

15

20

25

30

35

40

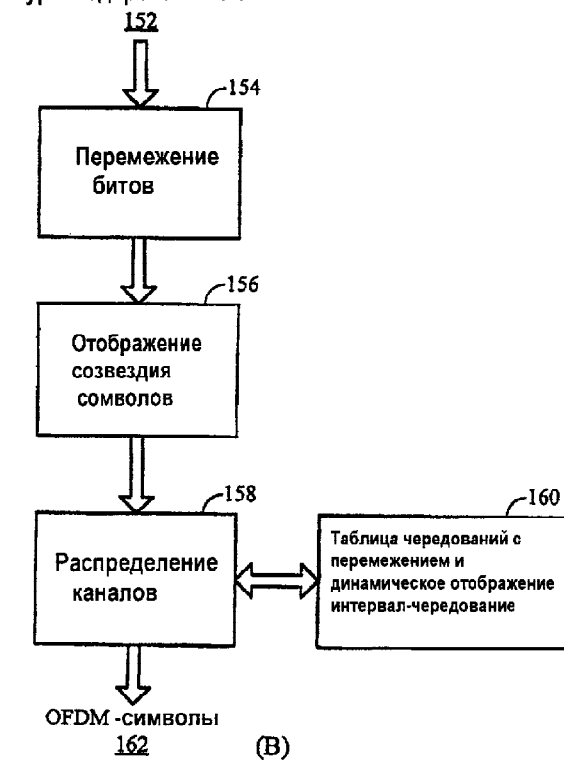
45

50

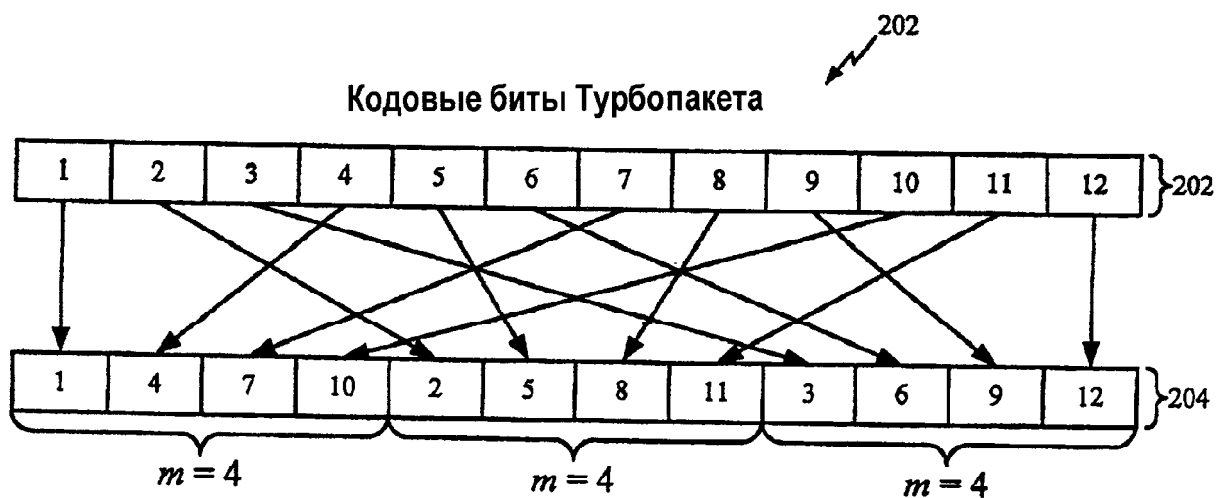
Турбокодированные биты



Турбокодированные биты

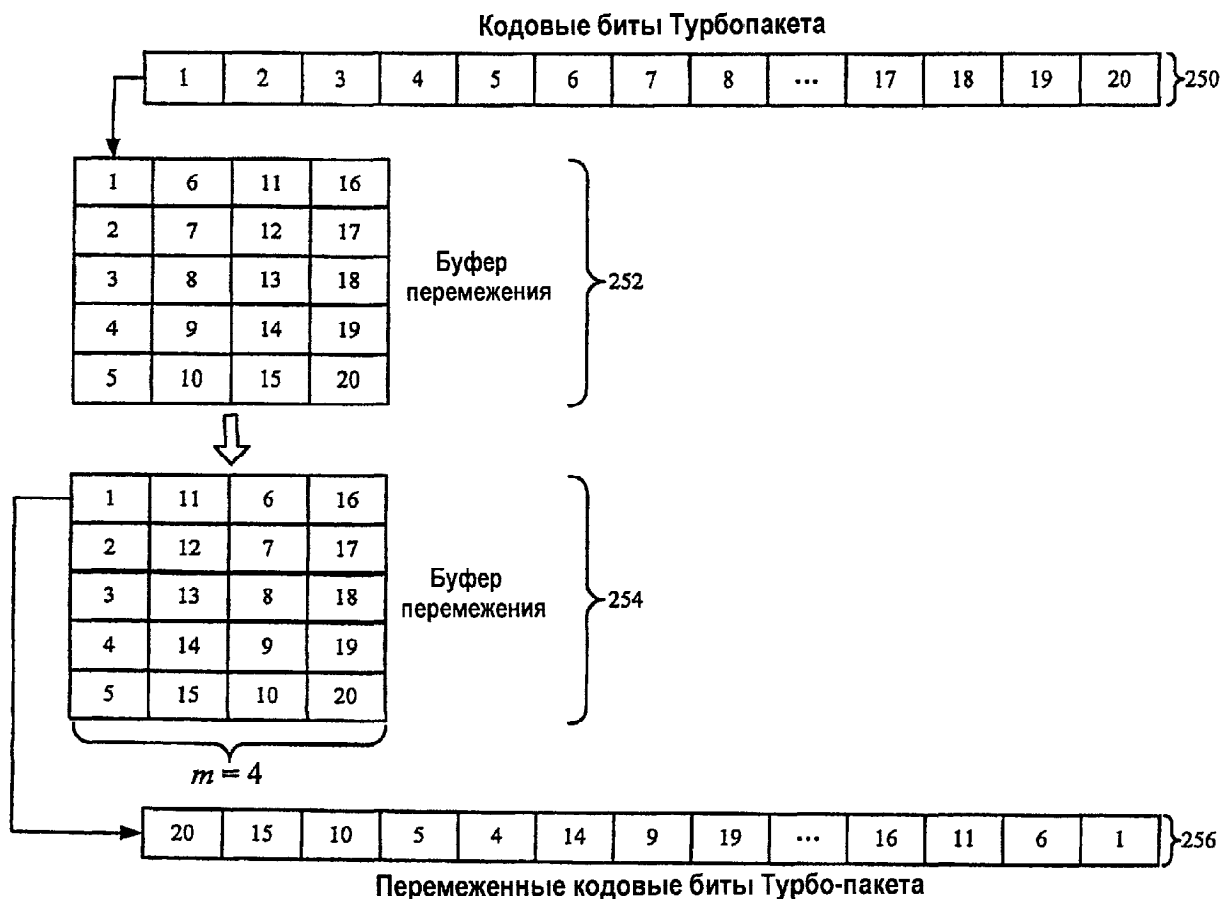


ФИГ. 1

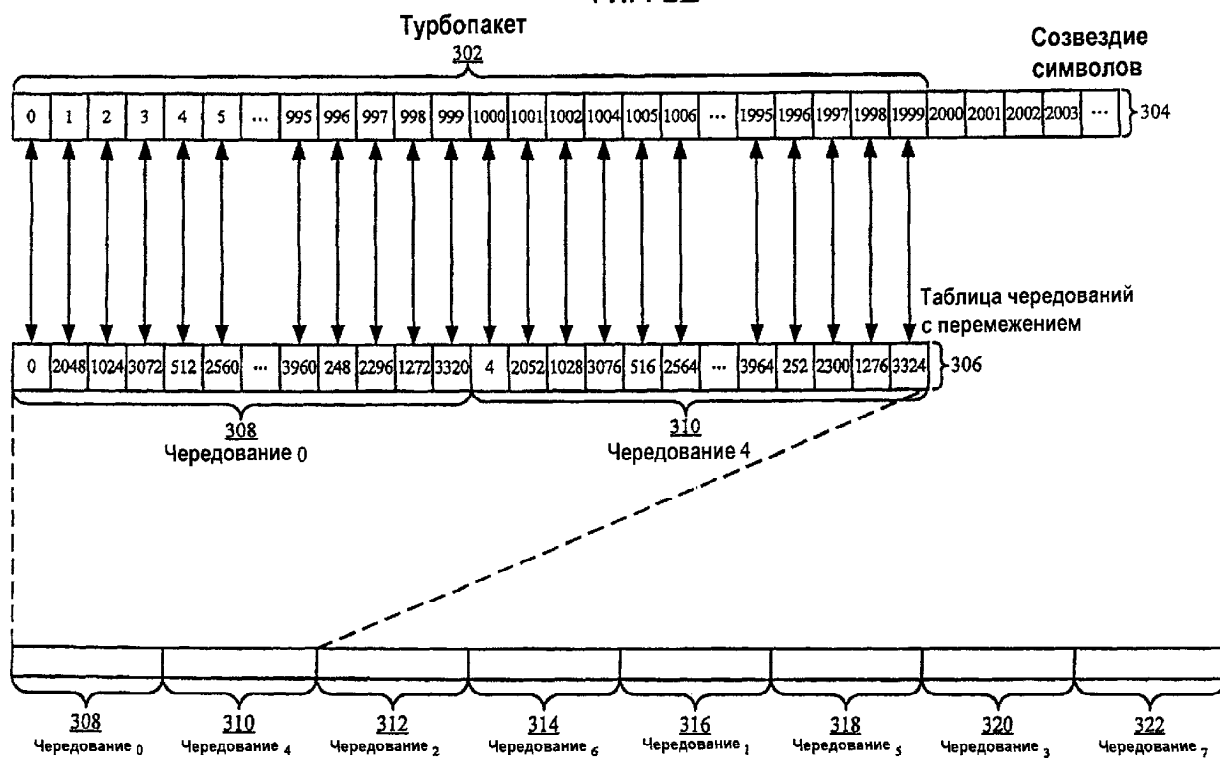


Буфер перемежения

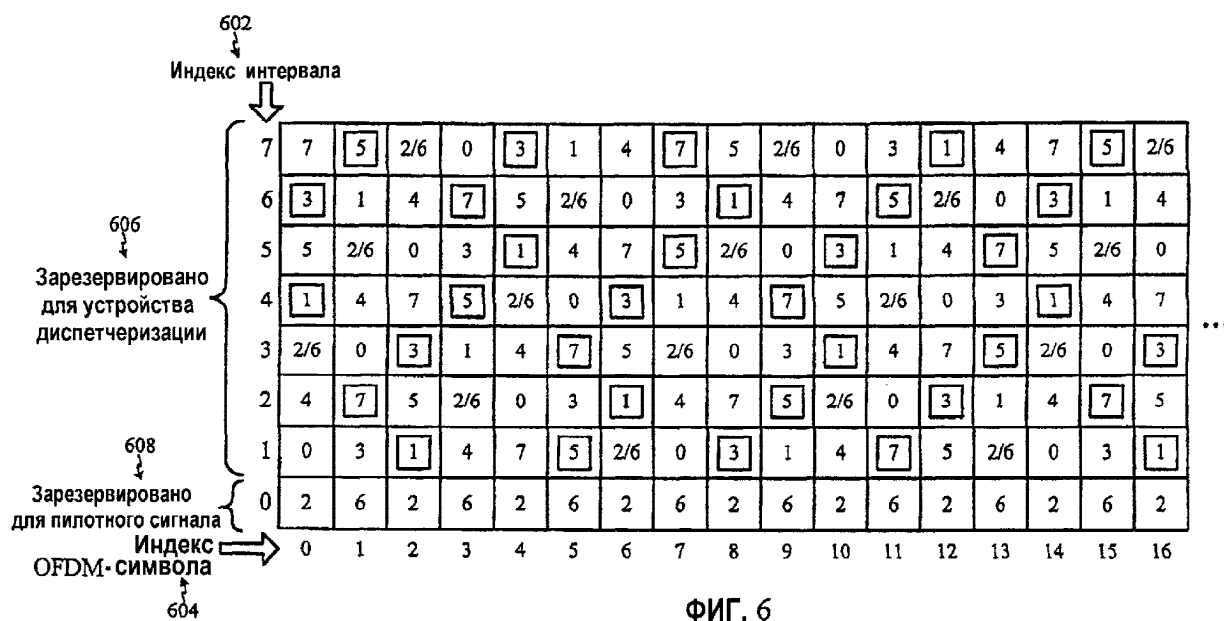
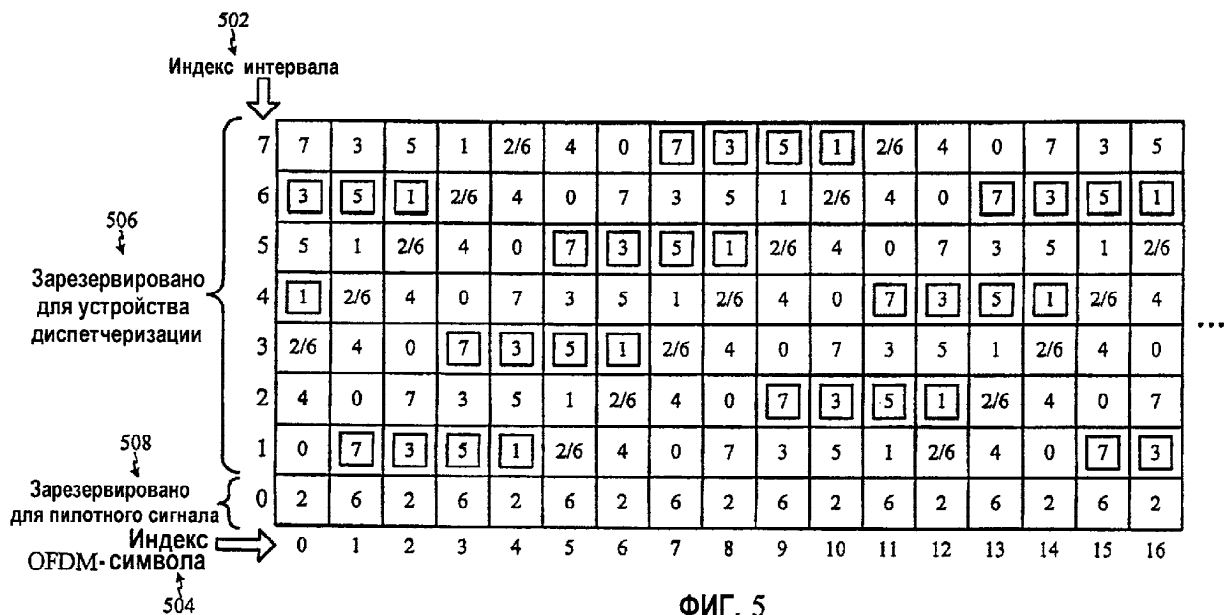
ФИГ. 2A

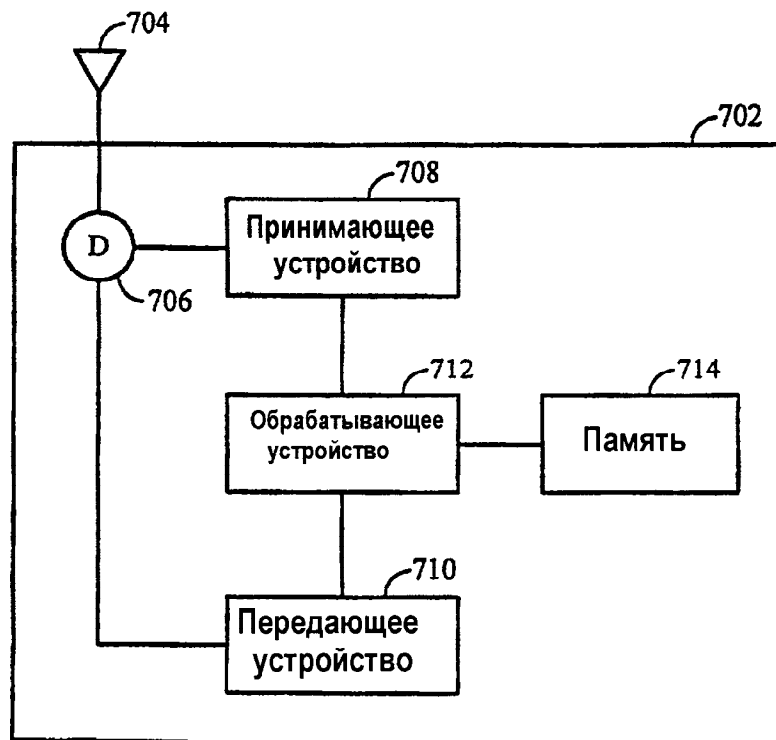


ФИГ. 2В

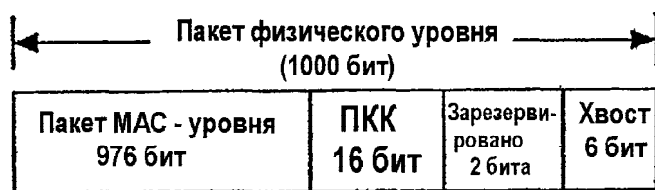


ФИГ. 3

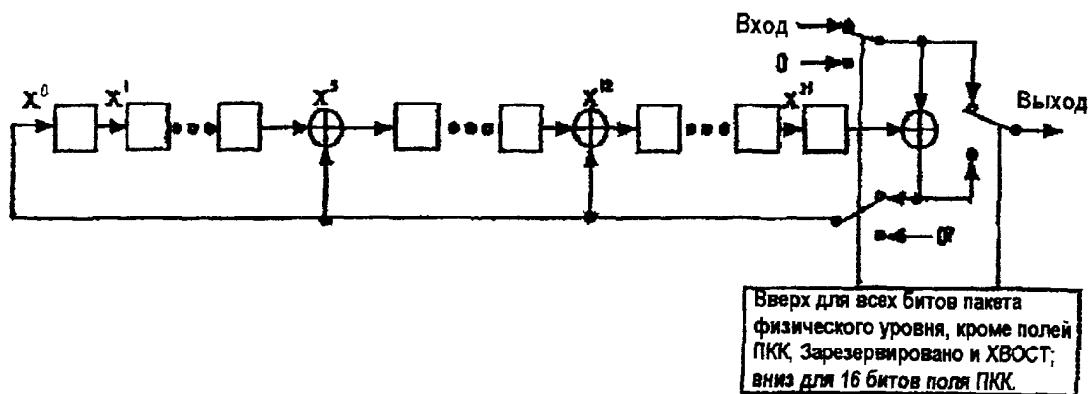




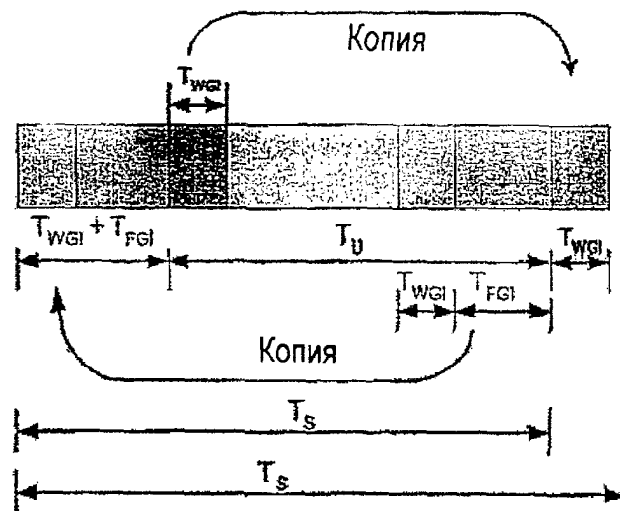
ФИГ. 7



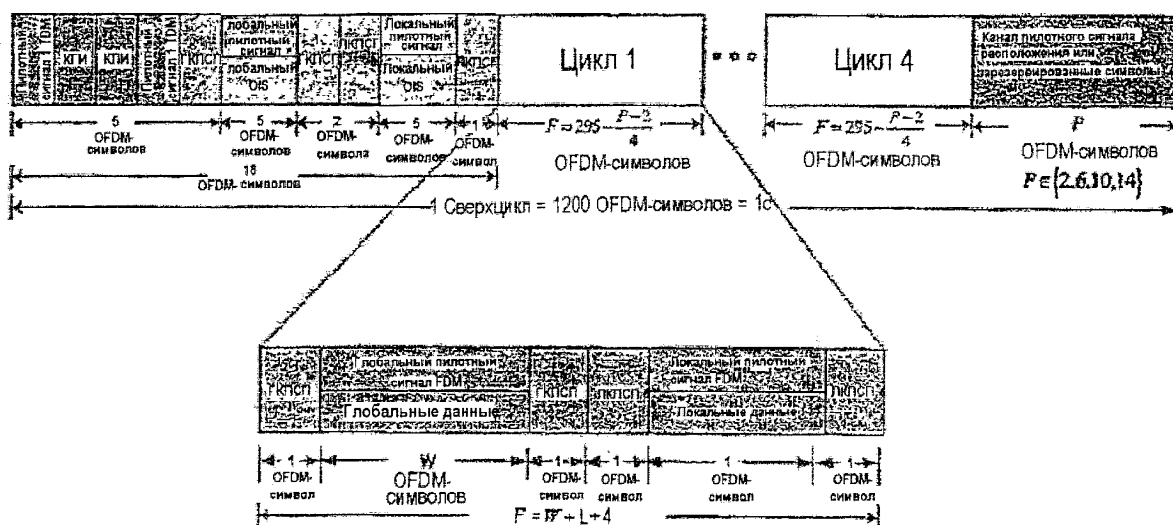
Фиг. 8



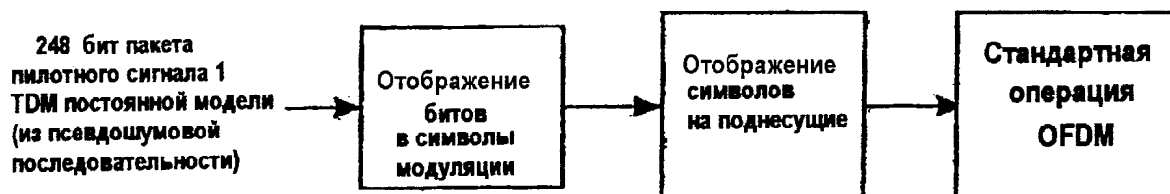
ФИГ. 9



Фиг. 10



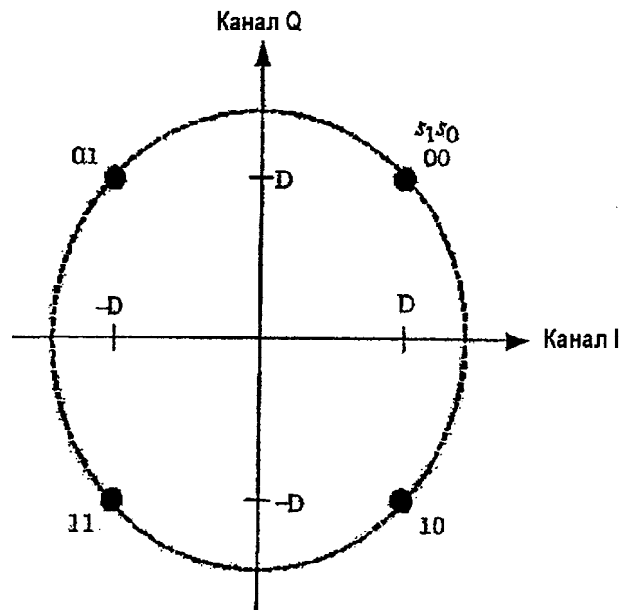
Фиг. 11



Фиг. 12

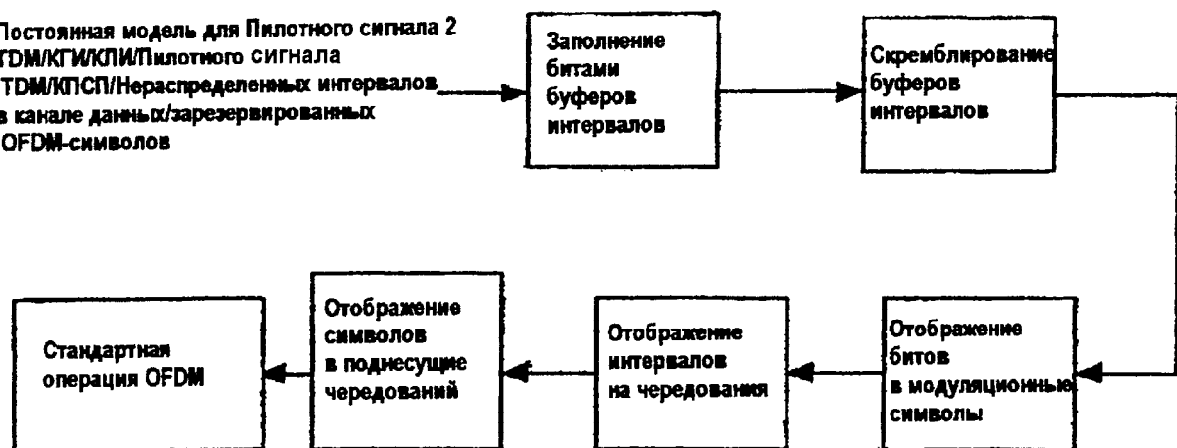


Фиг. 13



Фиг. 14

Постоянная модель для Пилотного сигнала 2
TDM/КТИ/КПИ/Пилотного сигнала
TDM/КПС/Нераспределенных интервалов
в канале данных/зарезервированных
OFDM-символов

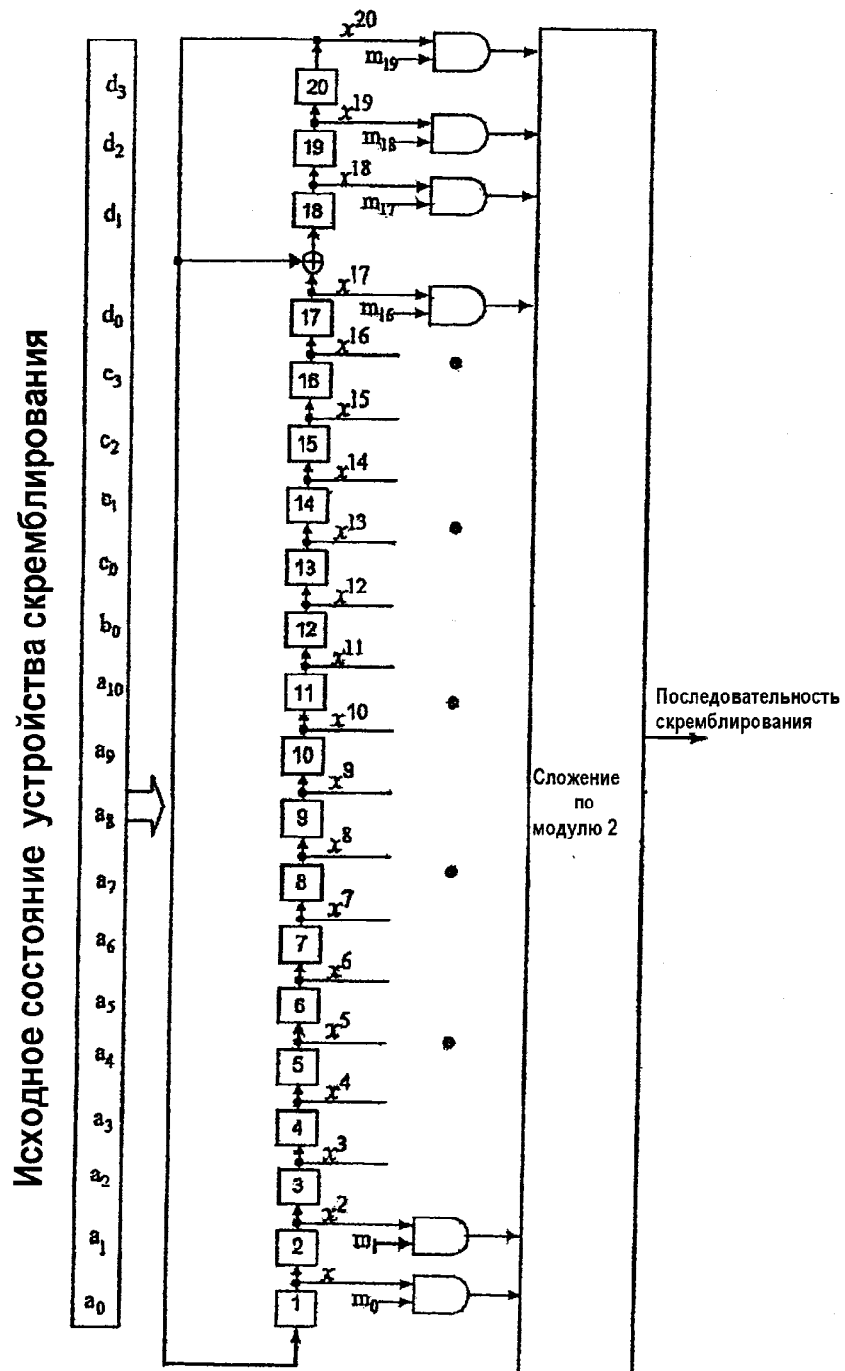


Фиг. 15

Интервал 7	Не распределен
Интервал 6	Не распределен
Интервал 5	Не распределен
Интервал 4	Не распределен
Интервал 3	Постоянная модель
Интервал 2	Не распределен
Интервал 1	Не распределен
Интервал 0	Не распределен

OFDM-символ
с индексом
1

Фиг. 16



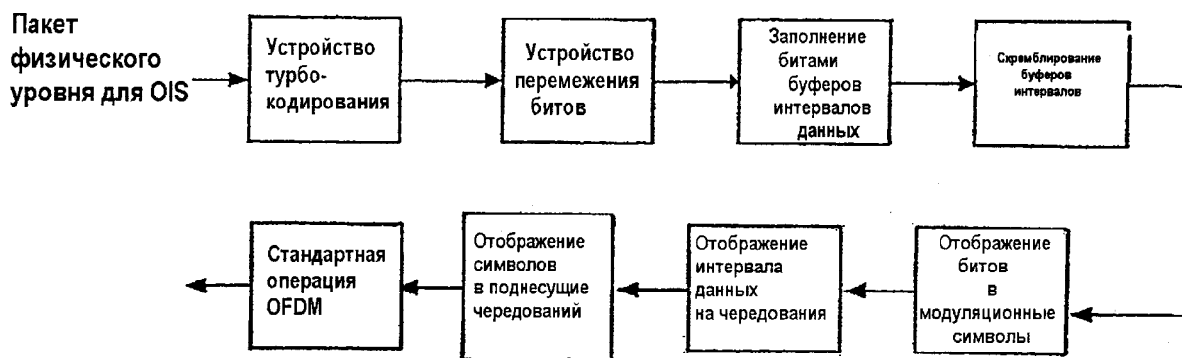
Фиг. 17



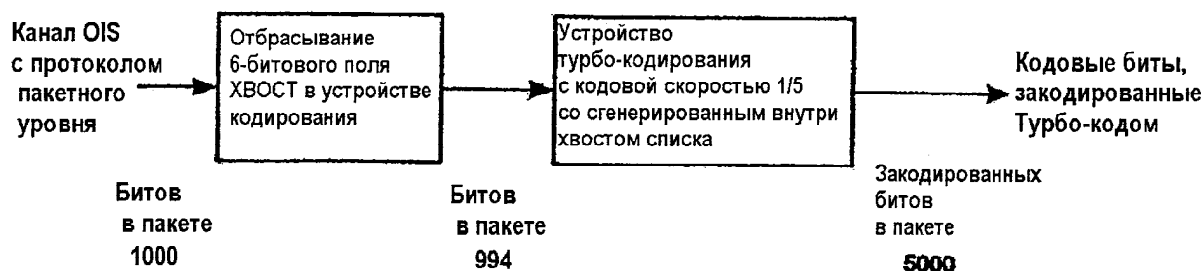
фиг. 18



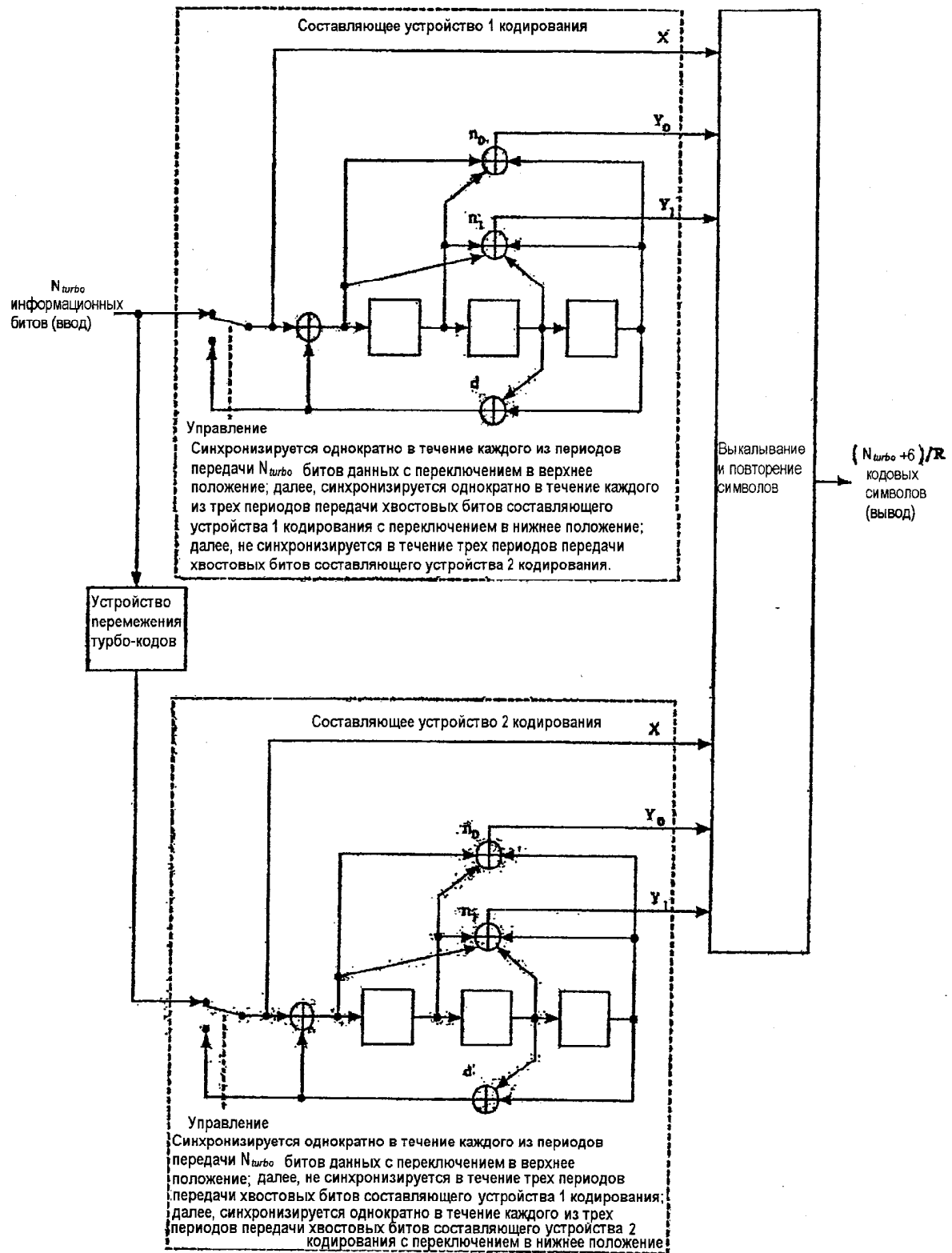
Фиг. 19



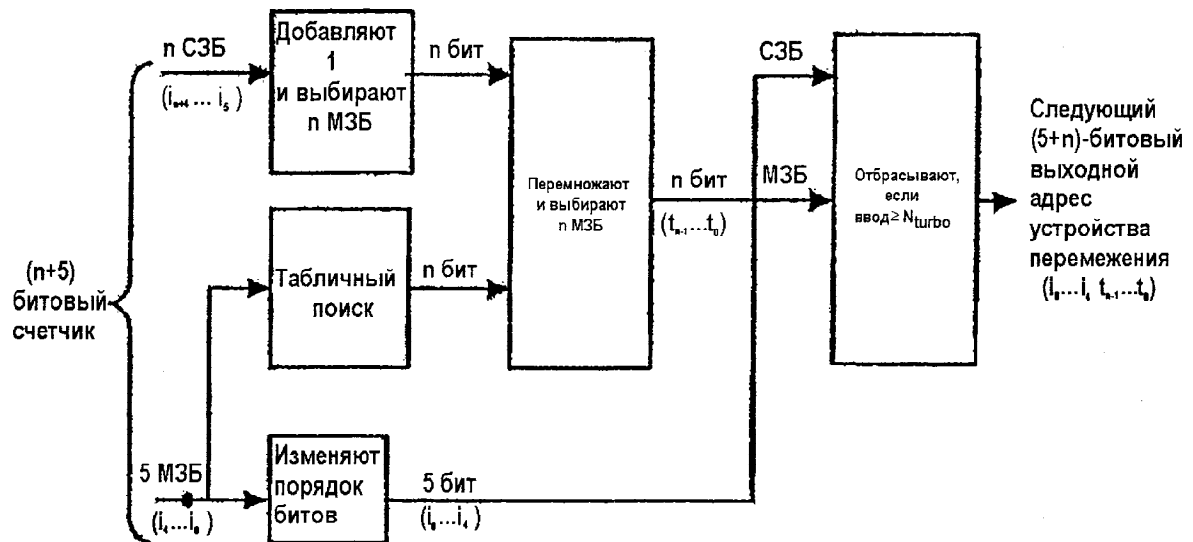
Фиг. 20



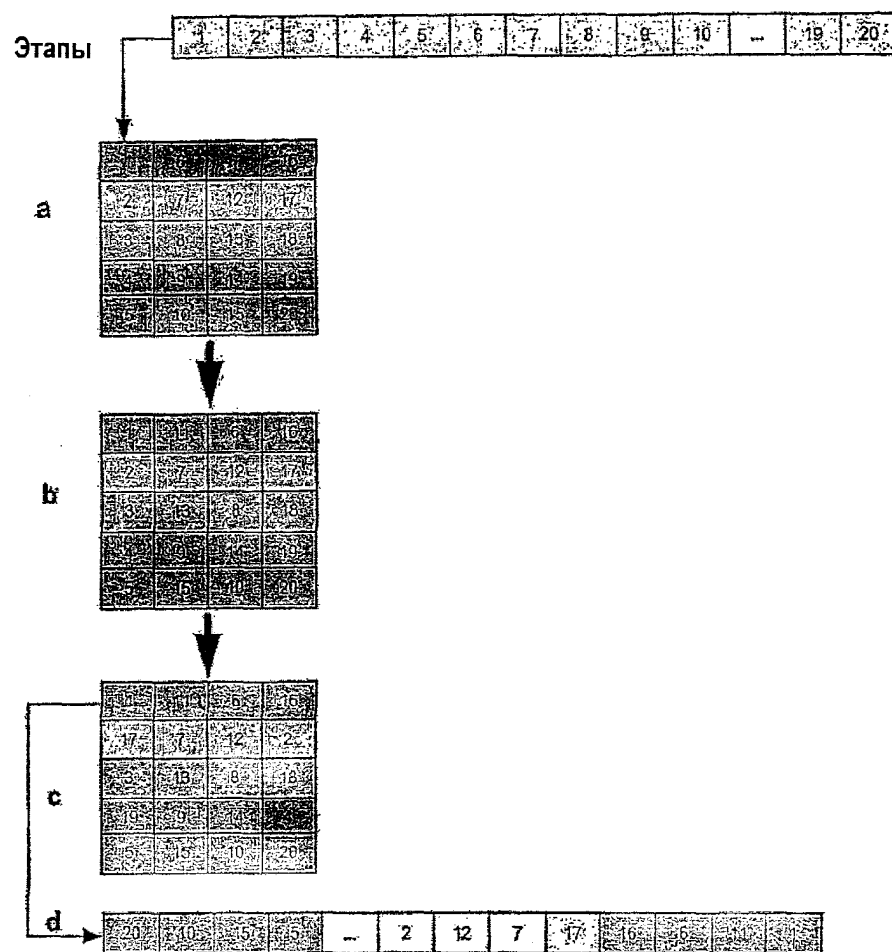
Фиг. 21



Фиг. 22



ФИГ. 23



ФИГ. 24

Интервал данных 7	ТКП 2	ТКП 3	ТКП 5	ТКП 6	ТКП 7
Интервал данных 6	ТКП 2	ТКП 3	ТКП 4	ТКП 6	ТКП 7
Интервал данных 5	ТКП 1	ТКП 3	ТКП 4	ТКП 6	ТКП 7
Интервал данных 4	ТКП 1	ТКП 3	ТКП 4	ТКП 5	ТКП 7
Интервал данных 3	ТКП 1	ТКП 2	ТКП 4	ТКП 5	ТКП 7
Интервал данных 2	ТКП 1	ТКП 2	ТКП 4	ТКП 5	ТКП 6
Интервал данных 1	ТКП 1	ТКП 2	ТКП 3	ТКП 5	ТКП 6

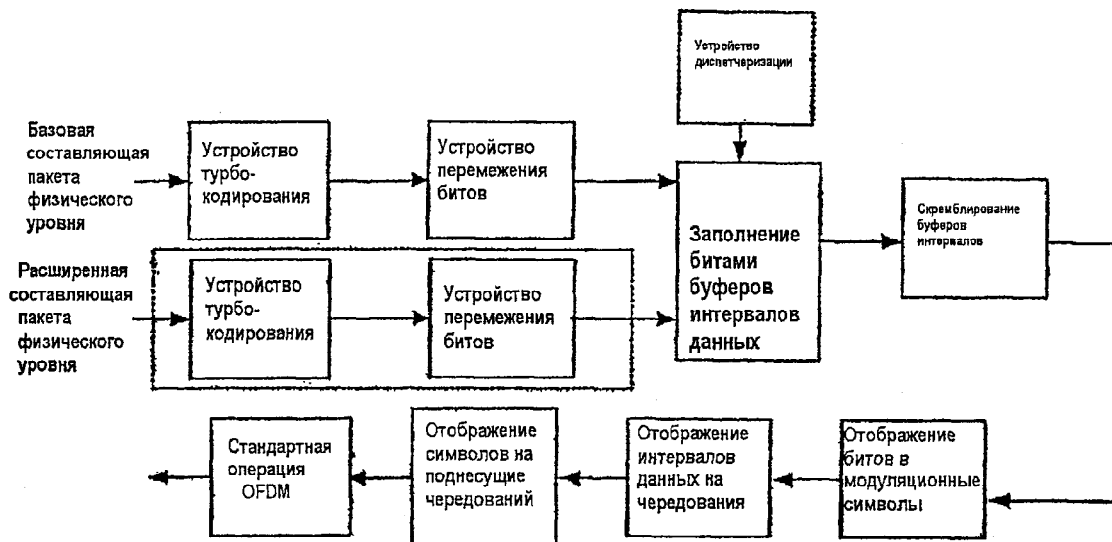
OFDM- символ с индексом 5	OFDM- символ с индексом 6	OFDM- символ с индексом 7	OFDM- символ с индексом 8	OFDM- символ с индексом 9
------------------------------------	------------------------------------	------------------------------------	------------------------------------	------------------------------------

Фиг. 25

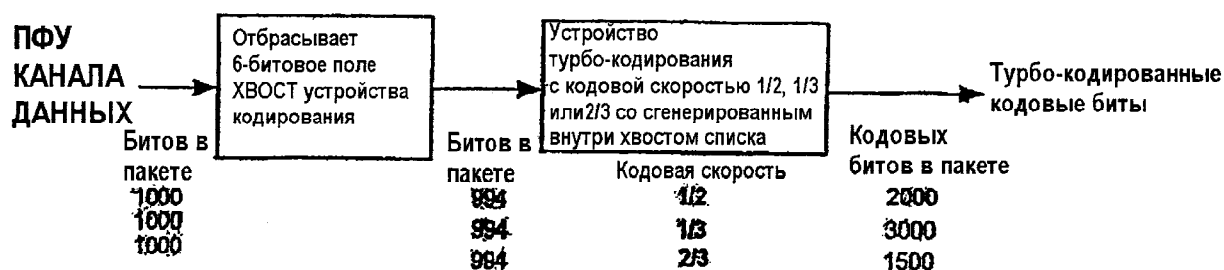
Интервал данных 7	ТКП 2	ТКП 3	ТКП 5	ТКП 6	ТКП 7
Интервал данных 6	ТКП 2	ТКП 3	ТКП 4	ТКП 6	ТКП 7
Интервал данных 5	ТКП 1	ТКП 3	ТКП 4	ТКП 6	ТКП 7
Интервал данных 4	ТКП 1	ТКП 3	ТКП 4	ТКП 5	ТКП 7
Интервал данных 3	ТКП 1	ТКП 2	ТКП 4	ТКП 5	ТКП 7
Интервал данных 2	ТКП 1	ТКП 2	ТКП 4	ТКП 5	ТКП 6
Интервал данных 1	ТКП 1	ТКП 2	ТКП 3	ТКП 5	ТКП 6

OFDM- символ с индексом 12	OFDM- символ с индексом 13	OFDM- символ с индексом 14	OFDM- символ с индексом 15	OFDM- символ с индексом 16
-------------------------------------	-------------------------------------	-------------------------------------	-------------------------------------	-------------------------------------

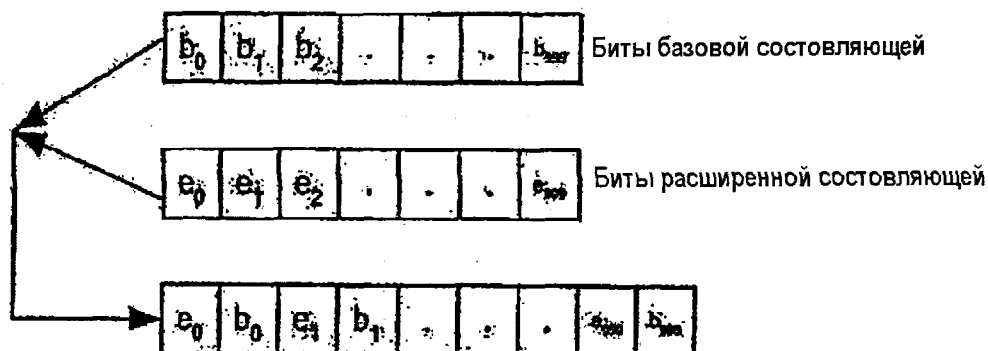
Фиг. 26



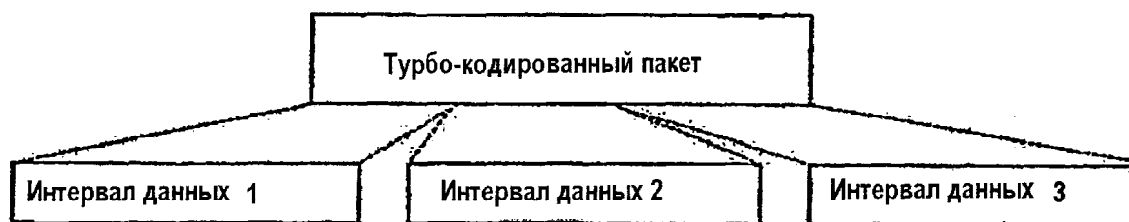
ФИГ. 27



ФИГ. 28



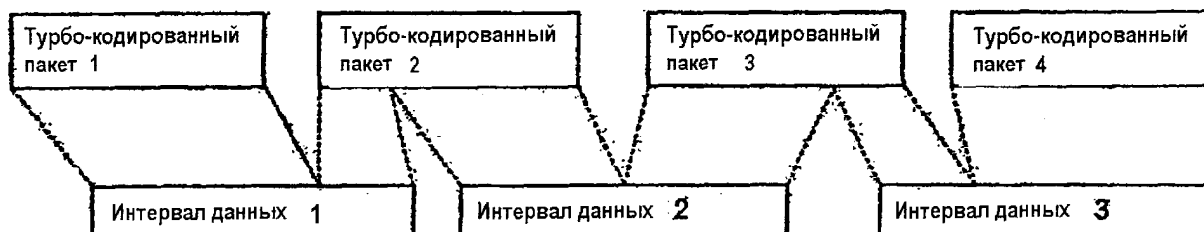
ФИГ. 29



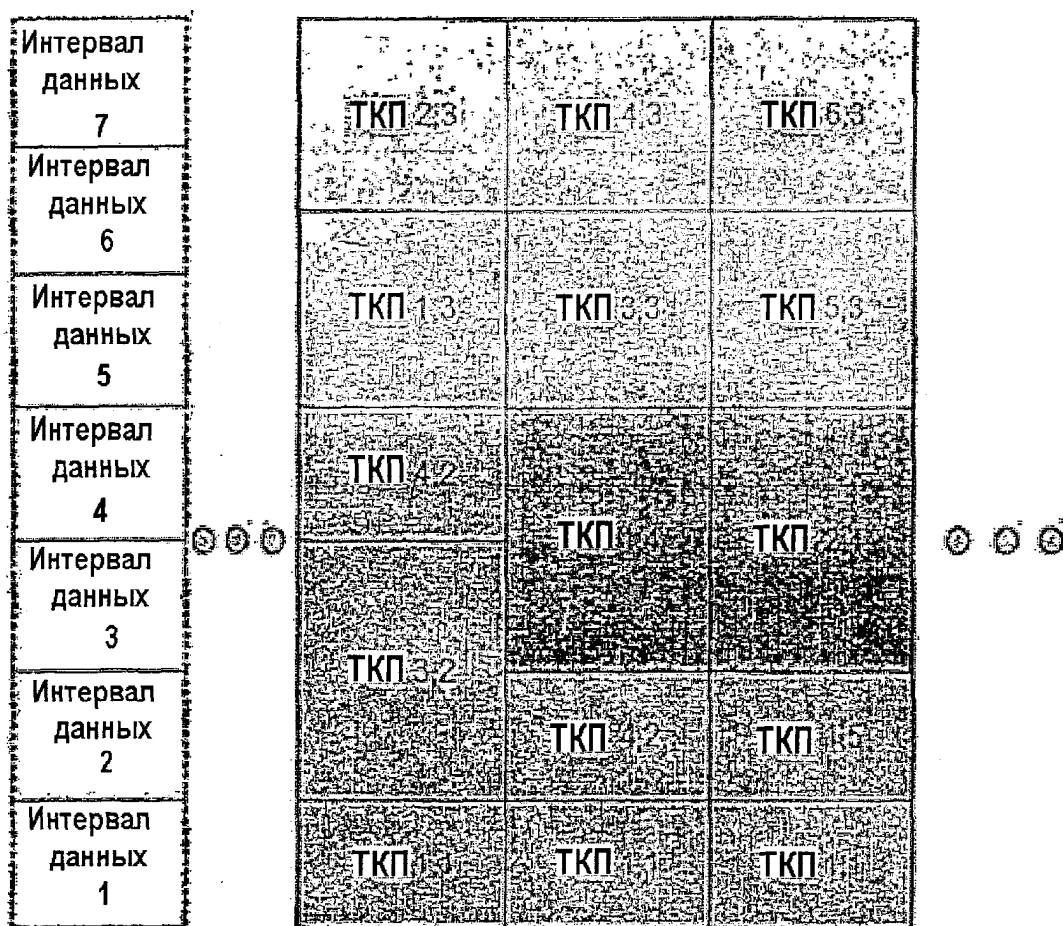
ФИГ. 30



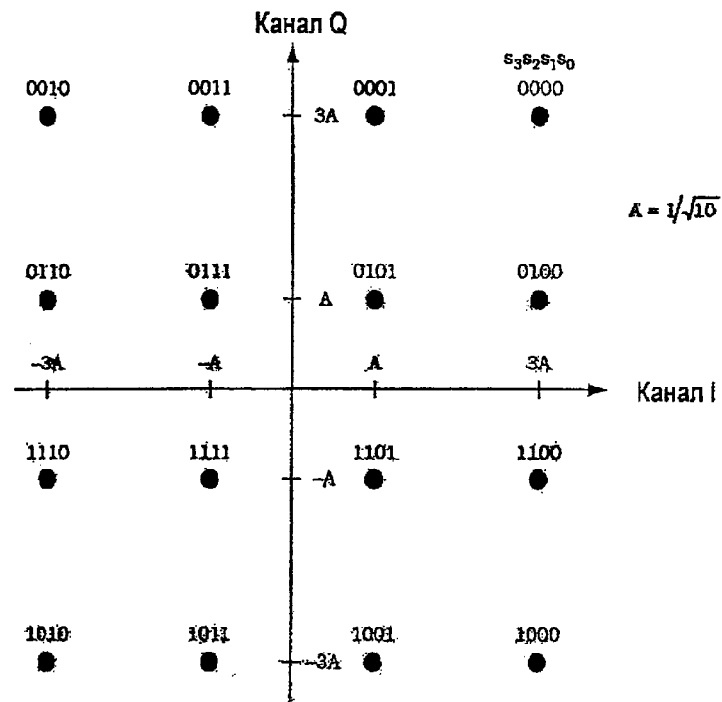
Фиг. 31



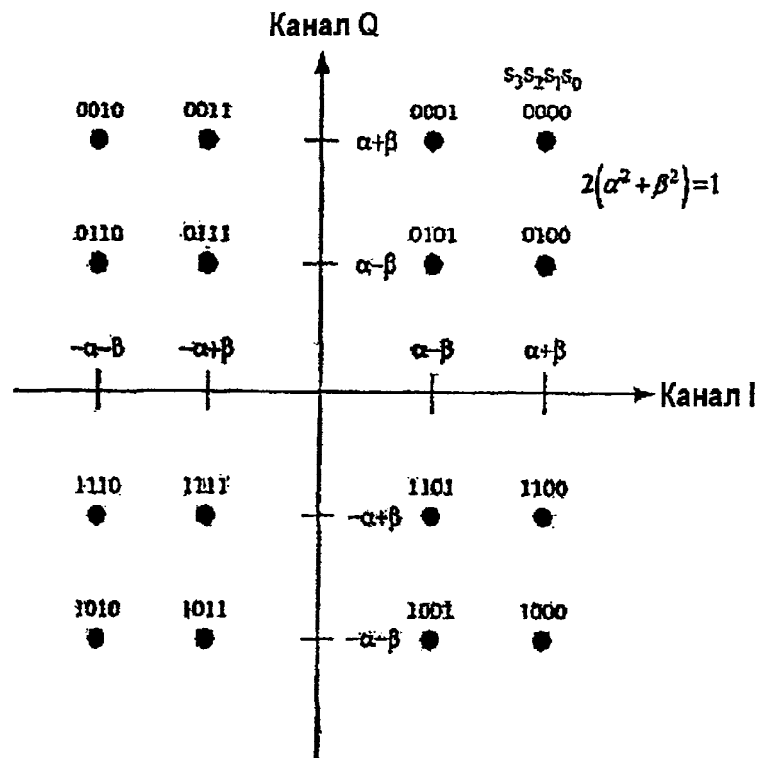
Фиг. 32



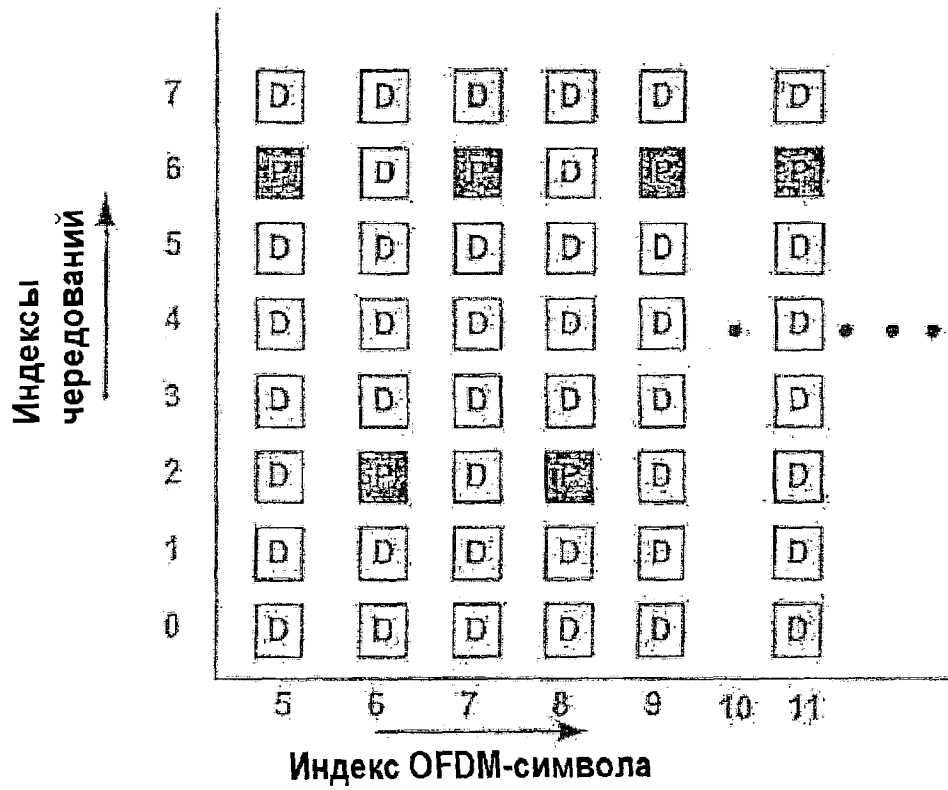
Фиг. 33



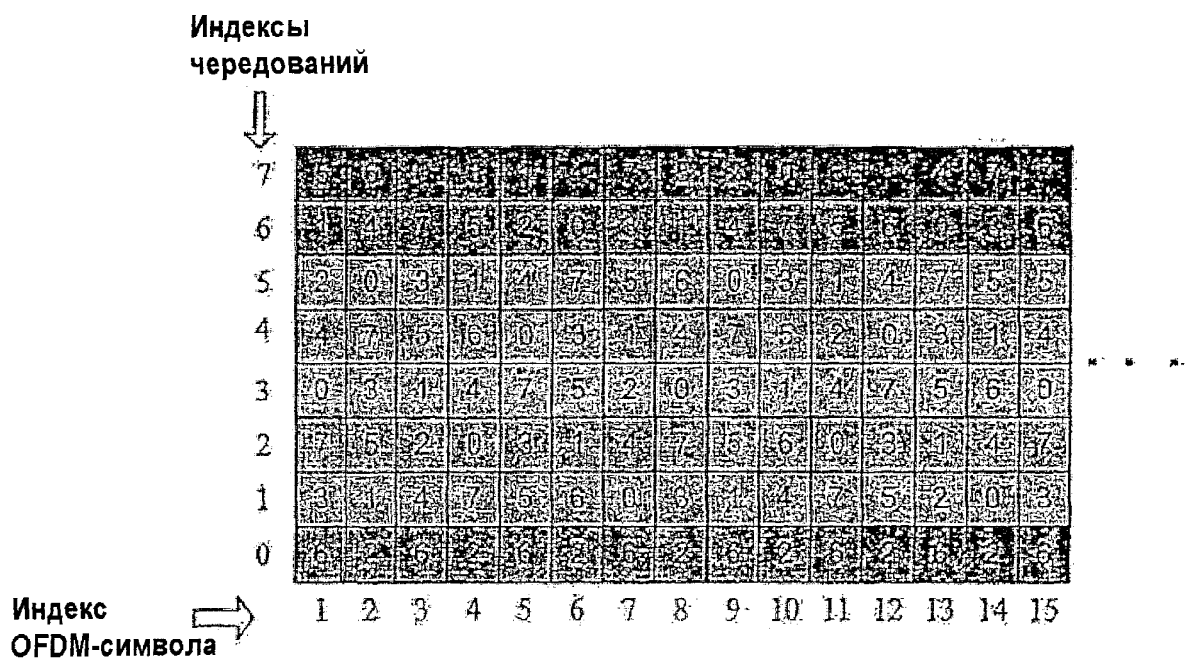
Фиг. 34



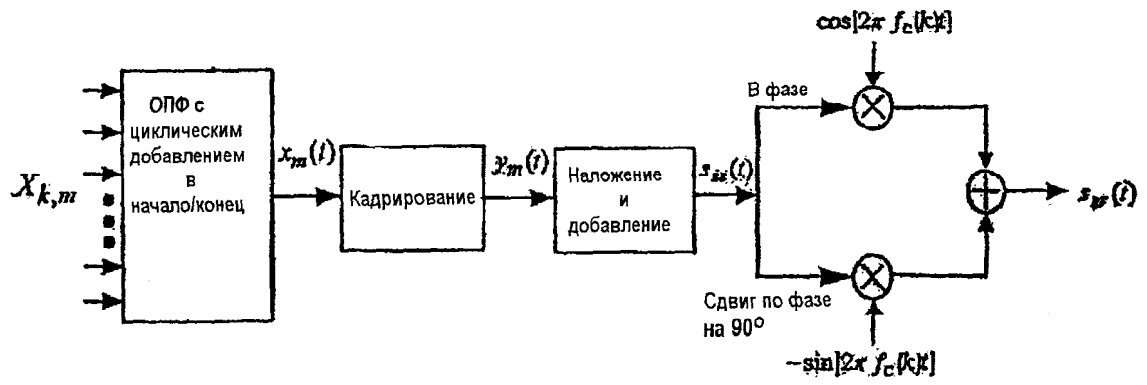
Фиг. 35



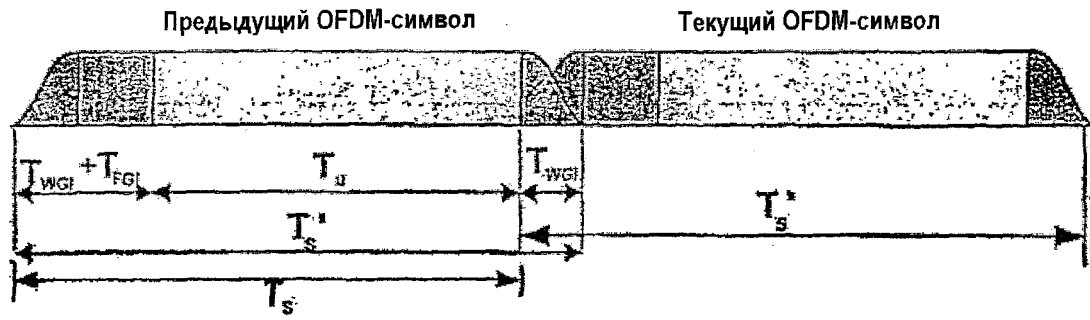
Фиг. 36



Фиг. 37



Фиг. 38



Фиг. 39