



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК

H04J 11/0069 (2019.08); H04L 27/2613 (2019.08); H04L 27/2655 (2019.08); H04L 5/0044 (2019.08); H04L 5/0048 (2019.08); H04W 56/001 (2019.08); H04W 56/0015 (2019.08); H04W 72/0446 (2019.08)

(21)(22) Заявка: 2018110814, 26.08.2016

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
26.08.2016

Дата регистрации:
19.11.2019

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:
29.09.2015 US 62/234,554;
25.08.2016 US 15/247,355

(45) Опубликовано: 19.11.2019 Бюл. № 32

(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на
национальной фазе: 03.05.2018

(86) Заявка РСТ:
US 2016/048973 (26.08.2016)

(87) Публикация заявки РСТ:
WO 2017/058427 (06.04.2017)

Адрес для переписки:

129090, Москва, ул. Б.Спасская, 25, строение 3,
ООО "Юридическая фирма Городисский и
Партнеры"

(72) Автор(ы):

ЛЭЙ Цзин (US),
ГААЛ Питер (US),
СЮЙ Хао (US),
ЧЭНЬ Ваньши (US),
ВЭЙ Юнбинь (US),
ВАН Сяофэн (US),
ВАН Жэньцю (US),
ФАКУРИАН Сейед Али Акбар (US),
ВАДЖАПЕЯМ Мадхаван Сринивасан (US),
РИКО АЛЬВАРИНО Альберто (US),
МОНТОХО Хуан (US)

(73) Патентообладатель(и):

КВЭЛКОММ ИНКОРПОРЕЙТЕД (US)

(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: ERICSSON ET AL, "NB LTE -
Concept Description L1", 3GPP TSG RAN #69,
RP-151397, 3RD GENERATION
PARTNERSHIP PROJECT (3GPP), 08.09.2015,
24 pages, [найдено 08.10.2019], найдено в
Интернет по адресу URL: https://www.3gpp.org/ftp/tsg_ran/TSG_RAN/TSGR_69/Docs/. WO 2012/
027880 A1, 08.03.2012. EP 2333970 A1, 15.06.2011.
US 2014/0321450 A1, 30.10.2014. (см. прод.)

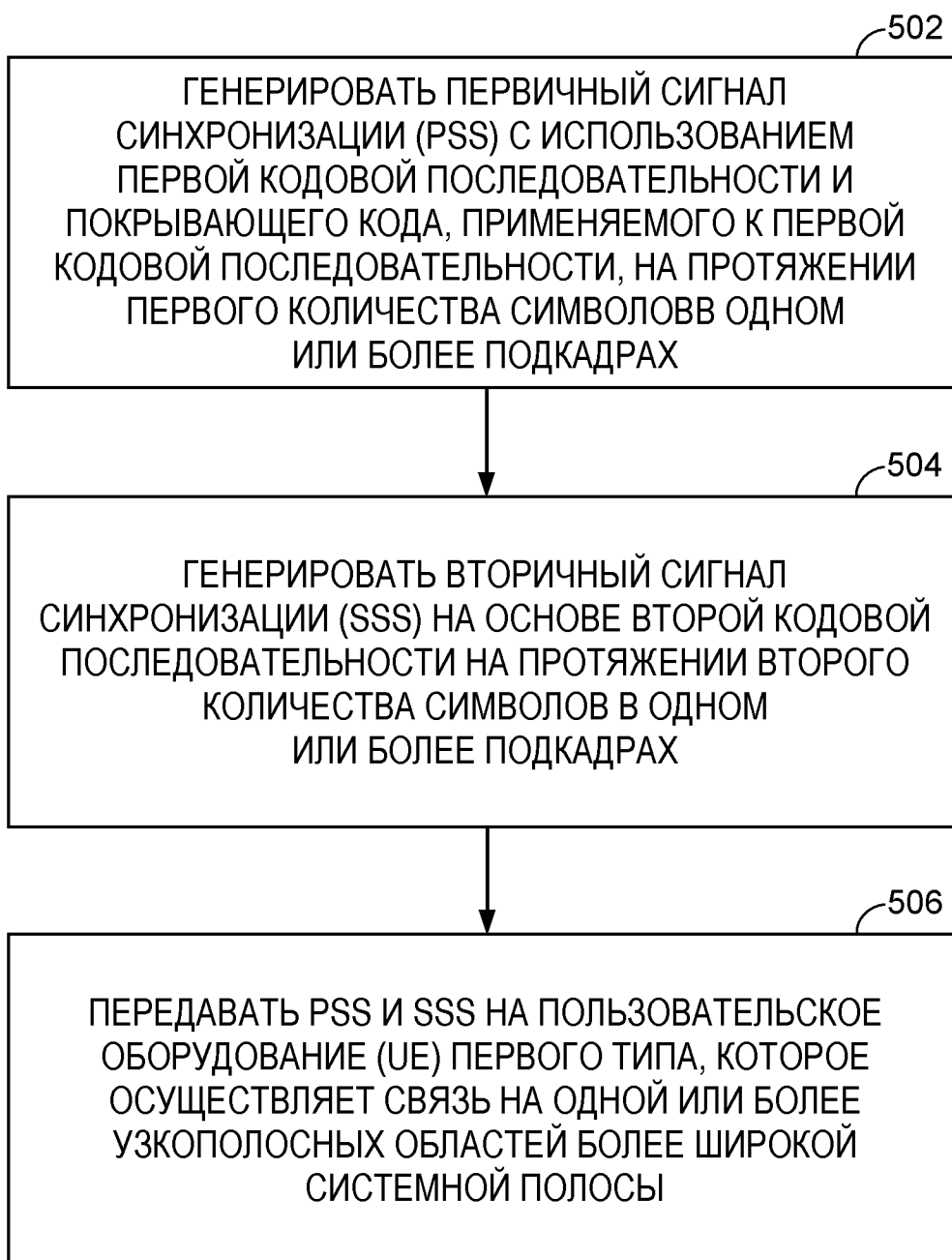
(54) ФОРМИРОВАНИЕ СИГНАЛОВ СИНХРОНИЗАЦИИ ДЛЯ РАБОТЫ НА УЗКОЙ ПОЛОСЕ

(57) Реферат:

Изобретение относится к способу и устройству беспроводной связи. Технический результат заключается в обеспечении формирования сигналов синхронизации для работы на узкой полосе. Способ осуществления беспроводной связи базовой станцией (BS) содержит этапы, на которых: генерируют первичный сигнал синхронизации (PSS) с использованием первой кодовой последовательности и покрывающего кода, применяемого к первой кодовой последовательности, на протяжении первого

количества символов в одном или более подкадрах, при этом покрывающий код содержит по меньшей мере одно из компьютерно-сгенерированной двоичной последовательности, кода Уолша и кода Баркера; и передают PSS в пользовательское оборудование (UE) первого типа, которое осуществляет связь на одной или более узкополосных областях несущей относительно более широкой полосы несущей. 6 н. и 52 з.п. ф-лы, 21 ил.

500



ФИГ.5

(56) (продолжение):
RU 2562827 C2, 10.09.2015.



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.
H04W 56/00 (2009.01)
H04L 27/26 (2006.01)

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(52) CPC

H04J 11/0069 (2019.08); *H04L 27/2613* (2019.08); *H04L 27/2655* (2019.08); *H04L 5/0044* (2019.08); *H04L 5/0048* (2019.08); *H04W 56/001* (2019.08); *H04W 56/0015* (2019.08); *H04W 72/0446* (2019.08)

(21)(22) Application: **2018110814, 26.08.2016**

(24) Effective date for property rights:
26.08.2016

Registration date:
19.11.2019

Priority:

(30) Convention priority:
29.09.2015 US 62/234,554;
25.08.2016 US 15/247,355

(45) Date of publication: **19.11.2019 Bull. № 32**(85) Commencement of national phase: **03.05.2018**

(86) PCT application:
US 2016/048973 (26.08.2016)

(87) PCT publication:
WO 2017/058427 (06.04.2017)

Mail address:
129090, Moskva, ul. B.Spasskaya, 25, stroenie 3,
OOO "Yuridicheskaya firma Gorodisskij i
Partnery"

(72) Inventor(s):

LEI, Jing (US),
GAAL, Peter (US),
XU, Hao (US),
CHEN, Wanshi (US),
WEI, Yongbin (US),
WANG, Xiaofeng (US),
WANG, Renqiu (US),
FAKOORIAN, Seyed Ali Akbar (US),
VAJAPEYAM, Madhavan Srinivasan (US),
RICO ALVARINO, Alberto (US),
MONTOJO, Juan (US)

(73) Proprietor(s):

QUALCOMM INCORPORATED
INTERNATIONAL IP ADMINISTRATION
GROUP (US)

(54) GENERATION OF SYNCHRONIZATION SIGNALS FOR OPERATION ON NARROW BAND

(57) Abstract:

FIELD: physics.

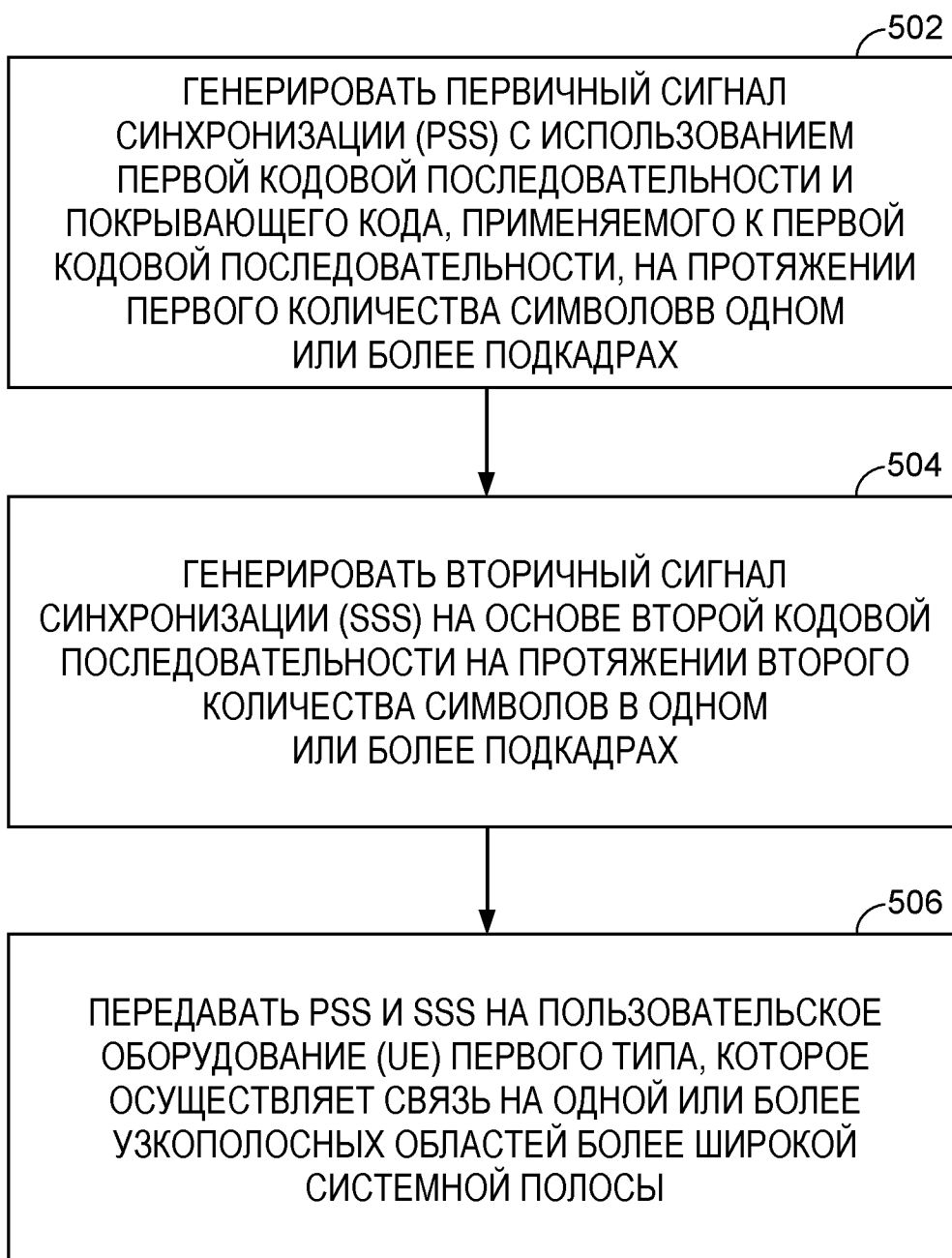
SUBSTANCE: invention relates to a method and device for wireless communication. Method for performing wireless communication with a base station (BS) comprises steps of: generating a primary synchronization signal (PSS) using a first code sequence and a covering code applied to the first code sequence over a first number of symbols in one or more subframes, wherein the covering code comprises at least

one of a computer-generated binary sequence, a Walsh code and a Barker code; and transmitting the PSS to user equipment (UE) of a first type, which communicates on one or more narrowband regions of the carrier relative to the wider carrier band.

EFFECT: technical result consists in generation of synchronization signals for operation on narrow band.

58 cl, 21 dwg

500 ↘



ФИГ.5

ЗАЯВЛЕНИЕ О ПРИОРИТЕТЕ СОГЛАСНО 35 U.S.C. 119

[0001] По данной заявке испрашивается приоритет заявки США № 15/247,355, поданной 25 августа 2016 г., по которой испрашивается приоритет предварительной патентной заявки США № 62/234,554, поданной 29 сентября 201 г., которые обе
5 назначено ее правопреемнику и, таким образом, в явном виде включены сюда посредством ссылки.

ПРЕДПОСЫЛКИ ИЗОБРЕТЕНИЯ

ОБЛАСТЬ ТЕХНИКИ, К КОТОРОЙ ОТНОСИТСЯ ИЗОБРЕТЕНИЕ

[0002] Некоторые аспекты настоящего изобретения, в общем случае, относятся к
10 беспроводной связи и, в частности, к формированию сигналов синхронизации для работы на узкой полосе.

ОПИСАНИЕ УРОВНЯ ТЕХНИКИ

[0003] Системы беспроводной связи широко распространены для обеспечения различных типов содержания связи, например, речи, данных и т.д. Эти системы могут
15 быть системами множественного доступа, способными поддерживать связь с множественными пользователями посредством совместного использования доступных системных ресурсов (например, полосы и передаваемой мощности). Примеры таких систем множественного доступа включают в себя системы множественного доступа с кодовым разделением каналов (CDMA), системы множественного доступа с временным
20 разделением каналов (TDMA), системы множественного доступа с частотным разделением каналов (FDMA), системы проект долгосрочного развития систем связи (LTE)/LTE-Advanced проекта партнерства третьего поколения (3GPP) и системы множественного доступа с ортогональным частотным разделением каналов (OFDMA).

[0004] В общем случае, система беспроводной связи множественного доступа может
25 одновременно поддерживать связь для множественных беспроводных терминалов. Каждый терминал осуществляет связь с одной или более базовых станций посредством передач по прямой и обратной линиям связи. Прямая линия связи (или нисходящая линия связи) относится к линии связи от базовых станций к терминалам, и обратная линия связи (или восходящая линия связи) относится к линии связи от терминалов к
30 базовым станциям. Эта линия связи может устанавливаться посредством системы одного входа и одного выхода, множественных входов и одного выхода или множественных входов и множественных выходов (MIMO).

[0005] Сеть беспроводной связи может включать в себя количество базовых станций, которые могут поддерживать связь для нескольких беспроводных устройств.

35 Беспроводные устройства могут включать в себя экземпляры пользовательского оборудования (UE). Некоторые примеры UE могут включать в себя сотовые телефоны, смартфоны, персональные цифровые помощники (PDA), беспроводные модемы, карманные устройства, планшеты, портативные компьютеры, нетбуки, смартбуки, ультрабуки и т.д. Некоторые UE могут представлять собой UE связи машинного типа
40 (MTC), которые могут включать в себя удаленные устройства, например, датчики, измерительные приборы, метки местоположения и т.д., которые могут осуществлять связь с базовой станцией, другим удаленным устройством или какой-либо другой сущностью. Связь машинного типа (MTC) может относиться к связи с участием, по меньшей мере, одного удаленного устройства на, по меньшей мере, одном конце связи
45 и может включать в себя формы передачи данных с участием одного или более сущностей, которым не обязательно требуется взаимодействие с человеком. UE MTC могут включать в себя UE, которые способны осуществлять связь MTC с серверами MTC и/или другие устройства MTC, например, через публичные наземные мобильные

сети (PLMN).

СУЩНОСТЬ ИЗОБРЕТЕНИЯ

[0006] Некоторые аспекты настоящего изобретения предусматривают способ осуществления беспроводной связи базовой станцией. Способ, в общем случае, включает в себя генерирование первичного сигнала синхронизации (PSS) с использованием первой кодовой последовательности и покрывающего кода, применяемого к первой кодовой последовательности, на протяжении первого количества символов в одном или более подкадрах, генерирование вторичного сигнала синхронизации (SSS) на основе второй кодовой последовательности на протяжении второго количества символов в одном или более подкадрах, и передачу PSS и SSS на пользовательское оборудование (UE) первого типа, которое осуществляет связь на одной или более узкополосных областей более широкой системной полосы.

[0007] Некоторые аспекты настоящего изобретения предусматривают способ осуществления беспроводной связи пользовательским оборудованием. Способ, в общем случае, включает в себя обнаружение, в одной или более узкополосных областях более широкой системной полосы, первичного сигнала синхронизации (PSS), сгенерированного с использованием первой кодовой последовательности и покрывающего кода, применяемого к первой кодовой последовательности, на протяжении первого количества символов в одном или более подкадрах, осуществление оценивания временного смещения по максимальному правдоподобию на основе PSS, причем временное смещение не коррелирует с частотным смещением, осуществление начальной синхронизации по времени и синхронизации по частоте на основе PSS, обнаружение, в одной или более узкополосных областях, вторичного сигнала синхронизации (SSS), сгенерированного на основе второй кодовой последовательности на протяжении второго количества символов в одном или более подкадрах, и осуществление, по меньшей мере, одной из точной синхронизации по времени и точной синхронизации по частоте на основе SSS, для уточнения начальной синхронизации по времени и частоте.

[0008] Предусмотрены многочисленные другие аспекты, включающие в себя способы, устройство, системы, компьютерные программные продукты и системы обработки.

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ

[0009] Фиг. 1 - блок-схема, принципиально демонстрирующая пример сети беспроводной связи, в соответствии с некоторыми аспектами настоящего изобретения.

[0010] Фиг. 2 - блок-схема, принципиально демонстрирующая пример базовой станции, осуществляющей связь с пользовательским оборудованием (UE) в сети беспроводной связи, в соответствии с некоторыми аспектами настоящего изобретения.

[0011] Фиг. 3 - иллюстративная структура кадра для дуплексного режима с частотным разделением (FDD) в проекте долгосрочного развития систем связи (LTE).

[0012] Фиг. 4 - два иллюстративных формата подкадра с нормальным циклическим префиксом.

[0013] Фиг. 5 - иллюстративные операции, которые могут осуществляться базовой станцией (BS), в соответствии с некоторыми аспектами настоящего изобретения.

[0014] Фиг. 6 - иллюстративные операции, которые могут осуществляться пользовательским оборудованием (UE), в соответствии с некоторыми аспектами настоящего изобретения.

[0015] Фиг. 7 - блок-схема иллюстративных операций для синхронизации узкополосного интернета вещей (NB-IoT), в соответствии с некоторыми аспектами настоящего изобретения.

[0016] Фиг. 8 - пример двухуровневой структуры последовательности PSS, в

соответствии с некоторыми аспектами настоящего изобретения.

[0017] Фиг. 9 - пример модифицированных последовательностей Задова-Чу с редуцированным размером алфавита, в соответствии с некоторыми аспектами настоящего изобретения.

5 [0018] Фиг. 10 - блок-схема иллюстративных операций, которые могут осуществляться базовой станцией для генерирования формы волны PSS, в соответствии с некоторыми аспектами настоящего изобретения.

[0019] Фиг. 11 - график частотно-временных ресурсов, демонстрирующий бесконфликтное отображение ресурсов NB-IoT и традиционной LTE, в соответствии с
10 некоторыми аспектами настоящего изобретения.

[0020] Фиг. 12 - иллюстративные временные смещения оценивания по максимуму правдоподобия (MLE), в соответствии с некоторыми аспектами настоящего изобретения.

[0021] Фиг. 13 - частотные положения передаваемых и принимаемых пилот-сигналов PSS, в соответствии с некоторыми аспектами настоящего изобретения.

15 [0022] фиг. 13A - график, демонстрирующий оценивание нормализованного частотного смещения на основе нормализованной корреляции, в соответствии с некоторыми аспектами настоящего изобретения.

[0023] Фиг. 14 - блок-схема иллюстративных операций for временное и частотное получение, в соответствии с некоторыми аспектами настоящего изобретения.

20 [0024] Фиг. 15 - иллюстративные операции, которые могут осуществляться базовой станцией для генерирования формы волны SSS, в соответствии с некоторыми аспектами настоящего изобретения.

[0025] Фиг. 16 - график, демонстрирующий векторную диаграмму последовательности PSS, соответствующей компьютерно-сгенерированной последовательности длины, в
25 соответствии с некоторыми аспектами настоящего изобретения.

[0026] Фиг. 16A - график, демонстрирующий векторную диаграмму последовательности PSS, соответствующей модифицированной последовательности Задова-Чу длиной 12, в соответствии с некоторыми аспектами настоящего изобретения.

30 [0027] Фиг. 17 - график временного оценивания и временной метрики, демонстрирующий влияние оптимизации покрывающего кода на оценивание временного смещения, в соответствии с некоторыми аспектами настоящего изобретения.

[0028] фиг. 17A - график временного оценивания и временной метрики, демонстрирующий зависимость оценщика временного смещения от выбора шаблонов двоичного покрывающего кода, в соответствии с некоторыми аспектами настоящего
35 изобретения.

[0029] Фиг. 18 - таблица, демонстрирующая отображение последовательности SSS в ID соты и системную информацию, в соответствии с некоторыми аспектами настоящего изобретения.

ПОДРОБНОЕ ОПИСАНИЕ

40 [0030] Некоторые аспекты настоящего изобретения, в общем случае, относятся к формированию сигналов синхронизации для работы на узкой полосе. Представленные здесь конструкции могут быть пригодны для различных узкополосных сценариев установки, например, как внутрисполосной (в более широкой рабочей полосе), так и автономной установки. Как будет описано здесь, в ряде случаев, можно построить
45 "двухуровневый" сигнал PSS, например, с использованием двухуровневых случайных кодов с хорошими свойствами корреляции и длины серии.

[0031] Описанные здесь методы могут использоваться для различных сетей беспроводной связи, например, CDMA, TDMA, FDMA, OFDMA, SC-FDMA и других

сетей. Термины "сеть" и "система" часто используются взаимозаменяемо. Сеть CDMA может реализовать технологию радиосвязи, например, универсальный наземный радиодоступ (UTRA), cdma2000 и т.д. UTRA включает в себя широкополосный CDMA (WCDMA), синхронный CDMA с временным разделением (TD-SCDMA) и другие варианты CDMA. cdma2000 охватывает стандарты IS-2000, IS-95 и IS-856. Сеть TDMA может реализовать технологию радиосвязи, например, глобальную систему мобильной связи (GSM). Сеть OFDMA может реализовать технологию радиосвязи, например, усовершенствованный UTRA (E-UTRA), ультра мобильный широкополосный (UMB), IEEE 802.11 (Wi-Fi), IEEE 802.16 (WiMAX), IEEE 802.20, Flash-OFDM® и т.д. UTRA и E-UTRA являются частью универсальной мобильной телекоммуникационной системы (UMTS). (LTE) и LTE-Advanced (LTE-A) проекта долгосрочного развития систем связи 3GPP, в дуплексном режиме с частотным разделением (FDD) и дуплексном режиме с временным разделением (TDD), являются новыми выпусками UMTS, которые используют E-UTRA, который использует OFDMA на нисходящей линии связи и SC-FDMA на восходящей линии связи. UTRA, E-UTRA, UMTS, LTE, LTE-A и GSM описаны в документах организации под названием "Проект партнерства третьего поколения" (3GPP). cdma2000 и UMB описаны в документах организации под названием "Проект партнерства третьего поколения 2" (3GPP2). Описанные здесь методы могут использоваться для беспроводных сетей и вышеупомянутых технологий радиосвязи, а также других беспроводных сетей и технологий радиосвязи. Для ясности, некоторые аспекты методов описаны ниже для LTE/LTE-Advanced, и терминология LTE/LTE-Advanced используется на протяжении нижеследующего описания. LTE и LTE-A именуются, в общем случае, как LTE.

Иллюстративная система беспроводной связи

[0032] Фиг. 1 демонстрирует пример сети 100 беспроводной связи, в которой можно осуществлять на практике аспекты настоящего изобретения. Например, представленные здесь методы можно использовать для помощи UE и BS, показанным на фиг. 1, в осуществлении связи на физической канале управления нисходящей линии связи машинного типа (mPDCCH) с использованием узкополосного (например, шести PRB) пространства поиска.

[0033] Сеть 100 может быть сетью LTE или какой-либо другой беспроводной сетью. Беспроводная сеть 100 может включать в себя несколько усовершенствованных узлов В (eNB) 110 и другие сетевые сущности. eNB является сущностью, которая осуществляет связь с экземплярами пользовательского оборудования (UE) и также может именоваться базовой станцией, узлом В, точкой доступа и т.д. Каждый eNB может обеспечивать покрытие связи для конкретной географической области. В 3GPP, термин "сота" может означать зону покрытия eNB и/или подсистему eNB, обслуживающую эту зону покрытия, в зависимости от контекста, в котором используется термин.

[0034] eNB может обеспечивать покрытие связи для макросоты, пикосоты, фемтосоты и/или других типов соты. Макросота может покрывать сравнительно большую географическую область (например, радиусом в несколько километров) и может обеспечивать неограниченный доступ для UE с подпиской на услугу. Пикосота может покрывать сравнительно малую географическую область и может обеспечивать неограниченный доступ для UE с подпиской на услугу. Фемтосота может покрывать сравнительно малую географическую область (например, дом) и может обеспечивать ограниченный доступ для UE, связанных с фемтосотой (например, UE в замкнутой группе абонентов (CSG)). eNB для макросоты может именоваться макро eNB. eNB для пикосоты может именоваться пико eNB. eNB для фемтосоты может именоваться фемто

eNB или домашним eNB (HeNB). В примере, показанном на фиг. 1, eNB 110a может быть макро eNB для макросоты 102a, и eNB 110b может быть пико eNB для пикосоты 102b, и eNB 110c может быть фемто eNB для фемтосоты 102с. eNB может поддерживать одну или несколько (например, три) соты. Термины "eNB", "базовая станция" и "сота" можно использовать здесь взаимозаменяемо.

[0035] Беспроводная сеть 100 также может включать в себя ретрансляционные станции. Ретрансляционная станция является сущностью, которая может принимать передачу данных от вышерасположенной станции (например, eNB или UE) и отправлять передачу данных на нижерасположенную станцию (например, UE или eNB).

Ретрансляционная станция также может быть UE, которая может ретранслировать передачи для других UE. В примере, показанном на фиг. 1, ретрансляционная станция 110d может осуществлять связь с макро eNB 110a и UE 120d для облегчения связи между eNB 110a и UE 120d. Ретрансляционная станция также могут именоваться ретрансляционным eNB, ретрансляционной базовой станцией, ретранслятором и т.д.

[0036] Беспроводная сеть 100 может быть неоднородной сетью, которая включает в себя eNB разных типов, например, макро eNB, пико eNB, фемто eNB, ретрансляционные eNB и т.д. Эти различные типы eNB могут иметь разные уровни передаваемой мощности, разные зоны покрытия и разное влияние на помеху в беспроводной сети 100. Например, макро eNB может иметь высокий уровень передаваемой мощности (например, от 5 до 40 Вт), тогда как пико eNB, фемто eNB и ретрансляционные eNB могут иметь более низкие уровни передаваемой мощности (например, от 0,1 до 2 Вт).

[0037] Сетевой контроллер 130 может подключаться к набору eNB и может обеспечивать координацию и управление для этих eNB. Сетевой контроллер 130 может осуществлять связь с eNB посредством транзитной передачи. eNB также могут осуществлять связь друг с другом, например, прямо или косвенно посредством беспроводной или проводной транзитной передачи.

[0038] UE 120 (например, 120a, 120b, 120c) могут быть рассредоточены по беспроводной сети 100, и каждое UE может быть неподвижным или мобильным. UE также могут именоваться терминалом доступа, терминалом, мобильной станцией, абонентским блоком, станцией и т.д. UE может быть сотовым телефоном, персональным цифровым помощником (PDA), беспроводным модемом, устройством беспроводной связи, карманным устройством, портативным компьютером, бесшнуровым телефоном, станцией беспроводной местной системой связи (WLL), планшетом, смартфоном, нетбуком, смартбуком, ультрабуком и т.д. На фиг. 1, сплошная линия с двойными стрелками указывает желаемые передачи между UE и обслуживающим eNB, который является eNB, предназначенным для обслуживания UE на нисходящей линии связи и/или восходящей линии связи. Пунктирная линия с двойными стрелками указывает передачи между UE и eNB, способные создавать помехи.

[0039] Одно или более UE 120 в сети 100 беспроводной связи (например, сети LTE) также могут быть узкополосным UE. Эти UE могут быть совместимы с традиционными и/или усовершенствованными UE (например, способными работать на более широкой полосе) в сети LTE и может иметь одну или более возможностей, ограниченных по сравнению с другими UE в беспроводной сети. Например, в LTE вып. 12, по сравнению с традиционными и/или усовершенствованными UE в сети LTE, узкополосные UE могут работать с одним или более из следующих: сужения максимальной полосы (относительно традиционных UE), одиночной приемной радиочастотной (RF) цепи, снижения пиковой скорости (например, может поддерживаться размер транспортного блока (TBS) максимум 1000 битов), снижения передаваемой мощности, передачи 1 ранга,

полудуплексного режима работы и т.д. В ряде случаев, если поддерживается полудуплексный режим работы, узкополосные UE могут иметь увеличенное время переключения с передачи на прием (или с приема на передачу). Например, в одном случае, по сравнению с временем переключения 20 микросекунд (мкс) для традиционных и/или усовершенствованных UE, узкополосные UE могут иметь увеличенное время переключения 1 миллисекунду (мс).

[0040] В ряде случаев, узкополосные UE (например, в LTE вып. 12) также могут быть способны отслеживать каналы управления нисходящей линии связи (DL) таким же образом, как традиционные и/или усовершенствованные UE в сети LTE отслеживают каналы управления DL. Узкополосные UE выпуска 12 по-прежнему могут отслеживать каналы управления нисходящей линии связи (DL) таким же образом, как обычные UE, например, отслеживая широкополосные каналы управления в первых нескольких символах (например, физический канал управления нисходящей линии связи (PDCCH)), а также узкополосные каналы управления, занимающие сравнительно узкую полосу, но охватывающие длину подкадра (например, расширенный PDCCH (ePDCCH)).

[0041] Согласно некоторым аспектам, узкополосные UE могут ограничиваться назначением конкретной узкой полосы 1,4 МГц или шести блоков ресурсов (RB), выделенных из доступной системной полосы), сосуществуя при этом в более широкой системной полосе (например, 1,4/3/5/10/15/20 МГц). Дополнительно, узкополосные UE также могут быть способны поддерживать один или более режимов работы покрытия. Например, узкополосное UE имеет возможность поддерживать расширения покрытия до 15 дБ.

[0042] Используемые здесь устройства с ограниченными ресурсами связи, например, меньшей полосой, могут именоваться, в общем случае, узкополосными UE. Аналогично, традиционные устройства, например, традиционные и/или усовершенствованные UE (например, в LTE) могут именоваться, в общем случае, широкополосными UE. В общем случае, широкополосные UE способны работать на большей величине полосы, чем узкополосные UE.

[0043] В ряде случаев, UE (например, узкополосное UE или широкополосное UE) может осуществлять процедуру поиска и получения соты до осуществления связи в сети. В одном случае, со ссылкой на сеть LTE, проиллюстрированную на фиг. 1 в порядке примера, процедура поиска и получения соты может осуществляться, когда UE не подключено к соте LTE и хочет осуществлять доступ к сети LTE. В этих случаях, UE может, сразу после включения питания, восстанавливать соединение после временной потери соединения с сотой LTE и т.д.

[0044] В других случаях, процедура поиска и получения соты может осуществляться, когда UE уже подключено к соте LTE. Например, UE может обнаруживать новую соту LTE и может подготавливать хэндовер на новую соту. В порядке другого примера, UE может работать в одном или более состояний низкой мощности (например, может поддерживать прерывистый прием (DRX)) и, выйдя из одного или более состояний низкой мощности, может осуществлять процедуру поиска и получения соты (несмотря на то, что UE все еще находится в режиме соединения).

[0045] Фиг. 2 демонстрирует блок-схему конструкции базовой станции/eNB 110 и UE 120, которые могут представлять собой одну из базовых станций/eNB и одно из UE на фиг. 1. Базовая станция 110 может быть снабжена T антеннами 234a - 234t, и UE 120 может быть снабжено R антеннами 252a - 252r, где, в общем случае, $T \geq 1$ и $R \geq 1$.

[0046] На базовой станции 110, процессор 220 передачи может принимать данные от источника 212 данных для одного или более UE, выбирать одну или более схем

модуляции и кодирования (MCS) для каждого UE на основе CQI, принятых от UE, обрабатывать (например, кодировать и модулировать) данные для каждого UE на основе MCS, выбранной(ых) для UE, и обеспечивать символы данных для всех UE. Процессор 220 передачи также может обрабатывать системную информацию (например, для SRPI и т.д.) и информацию управления (например, запросы CQI, предоставления, сигнализация более высокого уровня и т.д.) и обеспечивать символы служебной нагрузки и символы управления. Процессор 220 также может генерировать опорные символы для опорных сигналов (например, CRS) и сигналы синхронизации (например, PSS и SSS). Процессор 230 передачи (TX) в системе множественных входов и множественных выходов (MIMO) может осуществлять пространственную обработку (например, предварительное кодирование) на символах данных, символах управления, символах служебной нагрузки и/или опорных символах, если применимо, и может обеспечивать Т выходных потоков символов на Т модуляторов (MOD) 232a - 232t. Каждый модулятор 232 может обрабатывать соответствующий выходной поток символов (например, для OFDM, и т.д.) для получения выходного потока выборок. Каждый модулятор 232 может дополнительно обрабатывать (например, преобразовывать в аналоговую форму, усиливать, фильтровать и преобразовывать с повышением) выходной поток выборок для получения сигнала нисходящей линии связи. Т сигналов нисходящей линии связи от модуляторов 232a - 232t может передаваться через Т антенн 234a - 234t, соответственно.

[0047] На UE 120, антенны 252a - 252g могут принимать сигналы нисходящей линии связи от базовой станции 110 и/или других базовых станций и могут обеспечивать принятые сигналы на демодуляторы (DEMOD) 254a - 254g, соответственно. Каждый демодулятор 254 может обрабатывать (например, фильтровать, усиливать, преобразовывать с понижением и оцифровывать) принятый им сигнал для получения входных выборок. Каждый демодулятор 254 может дополнительно обрабатывать входные выборки (например, для OFDM и т.д.) для получения принятых символов. Детектор 256 MIMO может получать принятые символы от всех R демодуляторов 254a - 254g, осуществлять обнаружение MIMO на принятых символах, если применимо, и обеспечивать обнаруженные символы. Процессор 258 приема может обрабатывать (например, демодулировать и декодировать) обнаруженные символы, выдавать декодированные данные для UE 120 на приемник 260 данных, и выдавать декодированную информацию управления и системную информацию на контроллер/процессор 280. Канальный процессор может определять RSRP, RSSI, RSRQ, CQI и т.д.

[0048] На восходящей линии связи, на UE 120, процессор 264 передачи может принимать и обрабатывать данные от источника данных 262 и информацию управления (например, для отчетов, содержащих RSRP, RSSI, RSRQ, CQI и т.д.) от контроллера/процессора 280. Процессор 264 также может генерировать опорные символы для одного или более опорных сигналов. Символы от процессора 264 передачи могут предварительно кодироваться процессором 266 TX MIMO, если применимо, дополнительно обрабатываться модуляторами 254a - 254g (например, для SC-FDM, OFDM и т.д.) и передаваться на базовую станцию 110. На базовой станции 110, сигналы восходящей линии связи от UE 120 и других UE могут приниматься антеннами 234, обрабатываться демодуляторами 232, обнаруживаться детектором 236 MIMO, если применимо, и дополнительно обрабатываться процессором 238 приема для получения декодированных данных и информации управления, отправленной с UE 120. Процессор 238 может выдавать декодированные данные на приемник 239 данных и декодированную информацию управления на контроллер/процессор 240. Базовая станция 110 может

включать в себя блок 244 связи и осуществлять связь с сетевым контроллером 130 через блок 244 связи. Сетевой контроллер 130 может включать в себя блок 294 связи, контроллер/процессор 290 и память 292.

[0049] Контроллеры/процессоры 240 и 280 могут управлять работой базовой станции 110 и UE 120, соответственно. Например, процессор 280 и/или другие процессоры и модули на UE 120, могут осуществлять или предписывать операции 600, показанные на фиг. 6. В блоках памяти 242 и 282 могут храниться данные и программные коды для базовой станции 110 и UE 120, соответственно. Планировщик 246 может планировать передачу данных на нисходящей линии связи и/или восходящей линии связи для UE.

[0050] Фиг. 3 демонстрирует иллюстративную структуру 300 кадра для FDD в LTE. Временная линейка передачи для каждой из нисходящей линии связи и восходящей линии связи может делиться на радиокадры. Каждый радиокадр может иметь заранее определенную длительность (например, 10 миллисекунд (мс)) и может делиться на 10 подкадров с индексами от 0 до 9. Каждый подкадр может включать в себя два слота. Таким образом, каждый радиокадр может включать в себя 20 слотов с индексами от 0 до 19. Каждый слот может включать в себя L периодов символа, например, семь периодов символа для нормального циклического префикса (как показано на фиг. 3) или шесть периодов символа для расширенного циклического префикса. 2L периодам символа в каждом подкадре могут быть назначены индексы от 0 до 2L-1.

[0051] В LTE, eNB может передавать первичный сигнал синхронизации (PSS) и вторичный сигнал синхронизации (SSS) на нисходящей линии связи в центре системной полосы для каждой соты, поддерживаемой eNB. PSS и SSS могут передаваться в периоды символа 6 и 5, соответственно, в подкадрах 0 и 5 каждого радиокадра с нормальным циклическим префиксом, как показано на фиг. 3. UE могут использовать PSS и SSS для поиска и получения соты, и PSS и SSS могут содержать, помимо прочей информации, ID соты совместно с указанием дуплексного режима (например, с PSS и SSS, используемыми при определении ID соты). Указание дуплексного режима может указывать, использует ли сота структуру кадра дуплексного режима с временным разделением (TDD) или дуплексного режима с частотным разделением (FDD). eNB может передавать зависящий от соты опорный сигнал (CRS) в системной полосе для каждой соты, поддерживаемой eNB. CRS может передаваться в некоторых периодах символа каждого подкадра, и UE могут использовать его для осуществления оценки канала, измерения качества канала и/или других функций. eNB также может передавать физический широковещательный канал (PBCH) в периоды символа 0-3 в слоте 1 некоторых радиокадров. PBCH может нести некоторую системную информацию. eNB может передавать другую системную информацию, например, блоки системной информации (SIB) на физическом совместно используемом канале нисходящей линии связи (PDSCH) в некоторых подкадрах. eNB может передавать информацию управления/данные на физическом канале управления нисходящей линии связи (PDCCH) в первых В периодах символа подкадра, где В может конфигурироваться для каждого подкадра. eNB может передавать данные трафика и/или другие данные на PDSCH в остальные периоды символа каждого подкадра.

[0052] UE может осуществлять измерения качества канала согласно заданному расписанию, например, на основе цикла DRX UE. Например, UE может пытаться осуществлять измерения для обслуживаемой соты в каждом цикле DRX. UE также может пытаться осуществлять измерения для необслуживаемых соседних сот. Измерения для необслуживаемых соседних сот можно производить на основе другого расписания, чем для обслуживаемых сот, и UE может потребоваться отстраиваться от

обслуживающей соты для измерения необслуживающих сот, когда UE находится в режиме соединения.

[0053] Для облегчения измерений качества канала, eNB могут передавать зависящий от соты опорный сигнал (CRS) в конкретных подкадрах. Например, eNB может передавать CRS в подкадрах 0 и 5 для данного кадра. Узкополосное UE может принимать этот сигнал и измерять среднюю мощность принятого сигнала, или RSRP. Узкополосное UE также может вычислять индикатор интенсивности принятого сигнала (RSSI) на основе полной мощности принятого сигнала от всех источников. RSRQ также можно вычислять на основе RSRP и RSSI.

[0054] Для облегчения измерений, eNB может выдавать конфигурацию измерения на UE в своей зоне покрытия. Конфигурация измерения может задавать инициаторы событий для сообщения об измерении, и каждый инициатор события может иметь соответствующие параметры. Когда UE обнаруживает сконфигурированное событие измерения, оно может отправлять в ответ отчет об измерении на eNB с информацией о соответствующих объектах измерения. Сконфигурированным событием измерения может быть, например, измеренная мощность принятого опорного сигнала (RSRP) или измеренное качество принятого опорного сигнала (RSRQ), удовлетворяющая/ее порогу. Параметр "время до инициирования" (TTT) может использоваться для указания, как долго должно длиться событие измерения прежде чем UE отправит свой отчет об измерении. Таким образом, UE может сигнализировать сети изменения своих условий радиосвязи.

[0055] Фиг. 4 демонстрирует два иллюстративных формата 410 и 420 подкадра с нормальным циклическим префиксом. Доступные временно-частотные ресурсы могут делиться на блоки ресурсов. Каждый блок ресурсов может покрывать 12 поднесущих в одном слоте и может включать в себя несколько ресурсных элементов. Каждый ресурсный элемент может покрывать одну поднесущую в одном периоде символа и может использоваться для отправки одного символа модуляции, который может быть действительным или комплексным значением.

[0056] Формат 410 подкадра может использоваться для двух антенн. CRS может передаваться с антенн 0 и 1 в периоды символа 0, 4, 7 и 11. Опорный сигнал представляет собой сигнал, заранее известный передатчику и приемнику и также могут именоваться пилот-сигналом. CRS является опорным сигналом, который зависит от соты, например, генерироваться на основе идентификатора соты (ID или идентификации). На фиг. 4, для данного ресурсного элемента с меткой Ra, символ модуляции может передаваться на этом ресурсном элементе с антенны a, и никакие символы модуляции не могут передаваться на этом ресурсном элементе с других антенн. Формат 420 подкадра можно использовать с четырьмя антеннами. CRS может передаваться с антенн 0 и 1 в периоды символа 0, 4, 7 и 11 и с антенн 2 и 3 в периоды символа 1 и 8. Для обоих форматов 410 и 420 подкадра, CRS может передаваться на равномерно разнесенных поднесущих, которые могут определяться на основе ID соты. CRS могут передаваться на одном и том же или разных поднесущих, в зависимости от их ID сот. Для обоих форматов 410 и 420 подкадра, ресурсные элементы, не используемые для CRS, могут использоваться для передачи данных (например, данных трафика, данных управления и/или других данных).

[0057] PSS, SSS, CRS и PBCH в LTE описаны в общеизвестно доступном 3GPP TS 36.211, под названием "Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Physical Channels and Modulation".

[0058] Структура чередования может использоваться для каждой из нисходящей

линии связи и восходящей линии связи для FDD в LTE. Например, можно задать Q чередований с индексами от 0 до $Q-1$, где Q может быть равно 4, 6, 8, 10 или какому-либо другому значению. Каждое чередование может включать в себя подкадры, которые разнесены на Q кадров. В частности, чередование q может включать в себя подкадры q , $q + Q$, $q + 2Q$, и т.д., где $q \in \{0, \dots, Q-1\}$.

[0059] Беспроводная сеть может поддерживать гибридный автоматический запрос повторной передачи (HARQ) для передачи данных на нисходящей линии связи и восходящей линии связи. Для HARQ, передатчик (например, eNB) может отправлять одну или более передач пакета, пока пакет не будет правильно декодирован приемником (например, UE) или не возникнет какое-либо другое условие окончания. Для синхронного HARQ, все передачи пакета могут отправляться в подкадрах единичного чередования. Для асинхронного HARQ, каждая передача пакета может отправляться в любом подкадре.

[0060] UE может располагаться в покрытии множественных eNB. Один из этих eNB может выбираться для обслуживания UE. Обслуживающий eNB может выбираться на основе различных критериев, например, интенсивности принятого сигнала, качества принятого сигнала, потерь на трассе и т.д. Качество принятого сигнала можно количественно выразить через отношение сигнала к шуму плюс помеха (SINR), или качество принятого опорного сигнала (RSRQ) или какую-либо другую метрику. UE может работать в преобладающем сценарии помехи, в котором UE может наблюдать высокую помеху от одного или более eNB, создающих помеху.

[0061] Задачей традиционной конструкции LTE является повышение спектральной эффективности, повсеместное покрытие и поддержка повышенного качества обслуживания (QoS). Бюджеты линии связи нисходящей линии связи (DL) и восходящей линии связи (UL) современной системы LTE позволяют работать с высокопроизводительными устройствами, например, традиционными смартфонами и планшетами, которые могут поддерживать сравнительно большой бюджет линии связи DL и UL.

[0062] Таким образом, как описано выше, одно или более UE в сети беспроводной связи (например, сети 100 беспроводной связи) могут быть устройствами, имеющие ограниченные ресурсы связи, например, узкополосные UE, по сравнению с другими (широкополосными) устройствами в сети беспроводной связи. Для узкополосных UE, различные требования могут быть ослаблены, поскольку может требоваться обмен лишь ограниченным объемом информации. Например, максимальная полоса может снижаться (относительно широкополосных UE), можно использовать одиночную приемную радиочастотную (RF) цепь, пиковая скорость может снижаться (например, максимум 100 битов для размера транспортного блока), передаваемая мощность может снижаться, можно использовать передачу 1 ранга, и можно осуществлять работу в полудуплексном режиме.

[0063] В ряде случаев, если осуществляется работа в полудуплексном режиме, узкополосные UE могут иметь увеличенное время переключения для перехода от передачи к приему (или от приема к передаче). Например, время переключения может увеличиваться от 20 мкс для обычных UE до 1 мс для узкополосных UE. Узкополосные UE выпуска 12 по-прежнему могут отслеживать каналы управления нисходящей линии связи (DL) таким же образом, как обычные UE, например, отслеживая широкополосные каналы управления в первых нескольких символах (например, PDCCH) а также узкополосные каналы управления, занимающие сравнительно узкую полосу, но охватывающие длину подкадра (например, ePDCCH).

[0064] В некоторых системах, например, в LTE вып. 13, узкая полоса может ограничиваться назначением конкретной узкой полосы (например, не более шести блоков ресурсов (RB)) в доступной системной полосе. Однако узкая полоса имеет возможность повторной настройки (например, оперирования и/или обновления) на
 5 разные узкополосные области в доступной системной полосе системы LTE, например, для совместимости в системе LTE.

[0065] В порядке другого примера совместимости в системе LTE, узкополосные UE имеют возможность принимать (с повторением) традиционный физический широковещательный канал (PBCN) (например, физический канал LTE, который, в
 10 общем случае, несет параметры, которые могут использоваться для начального доступа к соте) и поддерживать один или более традиционных форматов физического канала произвольного доступа (PRACH). Например, узкополосные UE имеют возможность принимать традиционный PBCN с одним или более дополнительными повторениями PBCN на множественных подкадрах. В порядке другого примера, узкополосные UE
 15 имеют возможность передавать одно или более повторений PRACH (например, с одним или более поддерживаемыми форматами PRACH) на eNB в системе LTE. PRACH можно использовать для идентификации узкополосного UE. Кроме того, количество повторяющихся попыток PRACH может конфигурироваться eNB.

[0066] Узкополосное UE также может быть устройством с ограниченным бюджетом
 20 линии связи и может работать в разных режимах (например, требуя разных количеств повторяющихся сообщений, передаваемых на узкополосное UE) на основе своего ограничения бюджета линии связи. Например, в ряде случаев, узкополосное UE может работать в нормальном режиме покрытия в котором существует мало или вовсе не существует повторений (т.е. количество повторений, необходимых UE для успешного
 25 приема сообщения, может быть низким, или повторение может даже не требоваться). Альтернативно, в ряде случаев, узкополосное UE может работать в режиме расширения покрытия (SE), в котором может существовать высокие количества повторений. Например, для 328-битовой полезной нагрузки, узкополосное UE в режиме SE может требоваться 150 или более повторений полезной нагрузки для успешного приема
 30 полезной нагрузки.

[0067] В ряде случаев, например, для LTE вып. 13, узкополосное UE может иметь ограниченные возможности в отношении приема широковещательных и одноадресных передач. Например, максимальный размер транспортного блока (TB) для
 широковещательной передачи, принятой узкополосным UE, может ограничиваться
 35 1000 битами. Дополнительно, в ряде случаев, узкополосное UE может быть неспособно принимать более одного одноадресного TB в подкадре. В ряде случаев (например, для обоих вышеописанных режима SE и нормального режима), узкополосное UE может быть неспособно принимать более одного широковещательного TB в подкадре. Дополнительно, в ряде случаев, узкополосное UE может быть неспособно принимать
 40 оба одноадресный TB и широковещательный TB в подкадре.

[0068] Узкополосные UE, которые сосуществуют в системе LTE, также может поддерживать новые сообщения для некоторых процедур, например, поискового вызова, процедура произвольного доступа и т.д. (например, в отличие от традиционных сообщений, используемых в LTE для этих процедур). Другими словами, эти новые
 45 сообщения для поискового вызова, процедуры произвольного доступа и т.д. могут быть отделены от сообщений, используемых для аналогичных процедур, связанных с неузкополосными UE. Например, по сравнению с традиционными сообщениями поискового вызова используемый в LTE, узкополосные UE могут быть способны отслеживать и/

или принимать сообщения поискового вызова, которые узкополосные UE могут быть не способны отслеживать и/или принимать. Аналогично, по сравнению с традиционными сообщениями ответа произвольного доступа (RAR), используемыми в традиционной процедуре произвольного доступа, узкополосные UE имеют

5 возможность принимать сообщения RAR, которые также не могут быть приняты узкополосными UE. Новые сообщения поискового вызова и RAR, связанные с узкополосными UE, также могут повторяться один или более раз (например, "связанные"). Кроме того, могут поддерживаться разные количества повторений (например, разные размеры связывания) для новых сообщений.

10 [0069] Согласно некоторым аспектам, множественные узкополосные области, причем каждая узкополосная область охватывает полосу, не превышающую всего 6 RB, могут поддерживаться узкополосным UE и/или работой на узкой полосе. В ряде случаев, каждое узкополосное UE, работая каждый раз на узкой полосе, может работать в одной узкополосной области (например, на 1,4 МГц или 6 RB). Однако узкополосные UE,

15 работая на узкой полосе, в любой конкретный момент времени могут перенастраиваться на другие узкополосные области в более широкой системной полосе. В некоторых примерах, множественные узкополосные UE могут обслуживаться одной и той же узкополосной областью. В других примерах, множественные узкополосные UE могут обслуживаться разными узкополосными областями (например, каждая из которых

20 охватывает 6 RB). В прочих примерах, разные комбинации узкополосных UE могут обслуживаться одной или более одинаковыми узкополосными областями и/или одной или более разными узкополосными областями.

[0070] Некоторые системы, например, в LTE вып. 13, обеспечивают расширения покрытия и поддержку для узкополосных UE, а также других UE. Используемый здесь

25 термин "расширение покрытия", в общем случае, относится к любому типу механизма, который расширяет зону покрытия устройства (например, узкополосного устройства) в сети. Один подход к расширению покрытия (CE) предусматривает связывание, которое относится к передаче одних и тех же данных несколько раз (например, на множественных подкадрах или, что будет более подробно описано ниже, на множественных символах

30 в одном и том же подкадре).

[0071] В некоторых системах, узкополосные UE могут поддерживать работу на узкой полосе при работе в более широкой системной полосе. Например, узкополосное UE может передавать и принимать в узкополосной области системной полосы. Как

упомянуто выше, узкополосная область может охватывать 6 блоков ресурсов (RB).

35 [0072] Некоторые системы могут обеспечивать узкополосные UE расширениями покрытия до 15 дБ, которые отображаются в 155,7 дБ максимальные потери из-за переходного затухания между UE и eNB. Соответственно, узкополосные UE и eNB могут осуществлять измерения на низкие SNR (например, от -15 дБ до -20 дБ). В некоторых системах, расширения покрытия могут включать в себя связывание каналов,

40 где сообщения, связанные с узкополосными UE, могут повторяться (например, связываться) один или более раз.

[0073] Некоторые устройства имеют возможность осуществлять связь посредством связи традиционного типа и связи нетрадиционного типа. Например, некоторые устройства имеют возможность осуществлять связь в обеих узкополосных областях

45 (полной системной полосы), а также более широкополосных областей. Хотя вышеприведенные примеры относятся к устройствам низкой стоимости или МТС, который осуществляет связь через узкополосные области, другие (не низкой стоимости /не-МТС) типы устройств также могут осуществлять связь через узкополосные области,

например, пользуясь преимуществом частотной избирательности и направленных передач.

Пример формирования сигналов синхронизации для работы на узкой полосе

[0074] Некоторые аспекты настоящего изобретения предусматривают формирование сигналов синхронизации, которые могут обнаруживаться устройствами, которые осуществляют связь с использованием относительно узкополосных областей системной полосы, например, узкополосных устройств интернета вещей (NB-IoT). Как упомянуто выше, представленные здесь конструкции могут использовать двухуровневый подход для генерирования сигнала PSS с хорошими свойствами корреляции и длины серии, который может быть пригоден как для внутрисполосной, так и для автономной установок.

[0075] Такие сигналы синхронизации могут включать в себя PSS, используемый для синхронизации по частоте и времени, и SSS для переноса системной информации. Согласно некоторым аспектам настоящего изобретения, сигналы синхронизации операций узкополосного интернета вещей (NB-IoT) занимают узкие каналные полосы и могут сосуществовать с традиционной системой(ами) GSM/WCDMA/LTE, установленной в одной и той же полосе частот. В одном аспекте настоящего изобретения, сигналы синхронизации NB-IoT используют только один блок физических ресурсов (PRB).

[0076] Согласно некоторым аспектам настоящего изобретения, узкополосные устройства могут поддерживать межмашинную (M2M) связь очень низкой пропускной способности на рынке недорогой связи машинного типа (MTC), и она может обеспечивать отдачу мощности. Например, время работы батареи для некоторых устройств может иметь цель до десяти лет (например, для емкости батареи пять ватт-часов). Допустимо, что может быть установлено большое количество устройств NB-IoT, которые могут обеспечивать надежное покрытие в помещении расширения покрытия до 20 дБ относительно традиционного GPRS. Такие устройства также могут быть способны работать в перспективных установках, например, установки цокольного этажа и подвала. Такие устройства могут иметь сниженную сложность (и стоимость), поскольку им может не требоваться поддерживать канално-коммутируемые услуги и может не требоваться поддерживать мобильную связь по технологии внешнего радиодоступа (IRAT).

[0077] Согласно некоторым аспектам настоящего изобретения, внутрисполосные установки устройств NB-IoT могут соответствовать нумерологии традиционной LTE (как в совместимом разнесении тонов и полосе). Как будет более подробно описано ниже, возможно бесконфликтное выделение ресурсов между NB-IoT и физическими сигналами DL традиционной LTE, например, зависящими от соты опорными сигналами (CRS), сигналами синхронизации и каналом управления.

[0078] Согласно некоторым аспектам, представленная здесь схема PSS/SSS может позволять UE осуществлять дробные и целочисленные смещения частоты несущей даже в установках с частотным смещением до 20 ppm (например, приблизительно 18 кГц для глобальной системы мобильной связи (GSM) 900 МГц) для начальной синхронизации DL. Поскольку 18 кГц больше, чем 15 кГц (разнесение поднесущих NB-IoT), устройства NB-IoT требуются для обработки частотного смещения, превышающего одно разнесение поднесущих.

[0079] В ряде случаев (например, при постоянном увеличении количества установленных устройств IoT и преобладании трафика UL, сигналы синхронизации требуются для переноса дополнительной системной информации, например,

дополнительных ID сот, относительно традиционных сигналов синхронизации (например, PSS/SSS устройств традиционной LTE). В крупных установках, NB сигналы синхронизации могут использовать больше битов, выделенных для сигнализации системной информации, чем традиционная LTE, например, для сигнализации указания

5 индекса подкадра, внутриполосного/автономного/защитно-полосного режима установки и кода мультиплексирования в дуплексном режиме с частотным разделением (FDD)/ дуплексном режиме с временным разделением (TDD).

[0080] Представленные здесь конструкции PSS/SSS могут быть пригодны для автономных/внутриполосных/защитно-полосных установок, и конструкция может

10 быть расширена на другие установки МТС на основе LTE с использованием более одного блока физических ресурсов (PRB). Например, разнесение поднесущих сигналов синхронизации может составлять 15 кГц и может быть полностью выровненным с границами символов OFDM традиционной LTE. В ряде случаев, сигналы синхронизации NB-IoT могут использовать ресурсные элементы, не занятые физическими сигналами

15 DL традиционной LTE и каналами управления, и использование незанятых ресурсных элементов могут разрешать проблемы сегментирования ресурса и помехи. Такое формирование сигнала может обеспечивать совместимость узкополосных и широкополосных систем LTE в работе традиционной LTE.

[0081] В ряде случаев предельных ситуаций покрытия могут потребоваться

20 минимальные потери из-за переходного затухания (MCL) 164 дБ. Конструкция может иметь высокую отдачу мощности, поддерживать большое количество устройств, и может быть реализована с низкой стоимостью. В ряде случаев, канальная полоса 180 кГц может использоваться для связи узкополосными UE.

[0082] Фиг. 5 демонстрирует иллюстративные операции 500 которые могут

25 осуществляться базовой станцией (BS) согласно сигнализации синхронизации в соответствии с аспектами настоящего изобретения.

[0083] Операции 500 начинаются, на этапе 502, путем генерирования первичного сигнала синхронизации (PSS) с использованием первой кодовой последовательности и покрывающего кода, применяемого к первой кодовой последовательности, на

30 протяжении первого количества символов в одном или более подкадрах. На этапе 504, базовая станция генерирует вторичный сигнал синхронизации (SSS) на основе второй кодовой последовательности на протяжении второго количества символов в одном или более подкадрах. Эти две операции (502 и 504) могут соответствовать двухуровневому подходу к вышеописанному генерированию PSS.

[0084] На этапе 506, базовая станция передает PSS и SSS в первом и втором подкадрах на пользовательское оборудование (UE) первого типа, которое осуществляет связь на

35 одной или более узкополосных областей более широкой системной полосы. PSS и SSS могут передаваться любым подходящим образом, например, с использованием неперекрывающихся ресурсов. В ряде случаев, сначала может отправляться PSS и затем SSS (например, с использованием разных символов в одном и том же подкадре или в

40 разных подкадрах).

[0085] Фиг. 6 демонстрирует иллюстративные операции 600, которые могут

45 осуществляться пользовательским оборудованием (UE), для обнаружения сигнализации PSS/SSS в соответствии с представленными здесь аспектами. Другими словами, операции могут осуществляться для обнаружения сигнализации PSS/SSS, передаваемой базовой станцией в соответствии с вышеописанными операциями 500 на фиг. 5.

[0086] Операции 600 начинаются, на этапе 602, путем обнаружения, в одной или более узкополосных областях более широкой системной полосы, первичного сигнала

синхронизации (PSS), сгенерированного с использованием первой кодовой последовательности и покрывающего кода, применяемого к первой кодовой последовательности, на протяжении первого количества символов в одном или более подкадрах.

5 [0087] На этапе 604, UE осуществляет оценивание временного смещения по максимальному правдоподобию на основе PSS, причем временное смещение не коррелирует с частотным смещением. На этапе 606, UE осуществляет начальную синхронизацию по времени и синхронизацию по частоте на основе PSS.

10 [0088] На этапе 608, UE обнаруживает, в одной или более узкополосных областях, вторичный сигнал синхронизации (SSS), сгенерированный на основе второй кодовой последовательности на протяжении второго количества символов в одном или более подкадрах. На этапе 610, UE осуществляет, по меньшей мере, одну из точной синхронизации по времени и точной синхронизации по частоте на основе SSS, для уточнения начальной синхронизации по времени и частоте.

15 [0089] На фиг. 7 показана блок-схема операций, демонстрирующая иллюстративные операции 700 для синхронизации NB-IoT, в соответствии с некоторыми аспектами настоящего изобретения. Операции, показанные на фиг. 7, например, могут представлять более конкретные примеры вышеописанных операций.

20 [0090] На этапе 702, синхронизация NB-IoT DL начинается с начальной синхронизации по времени посредством PSS (автокорреляция во временной области). На этапе 704, коррекция дробного частотного смещения может осуществляться на основе PSS (автокорреляция между синфазными и синхронизированными по времени символами согласно шаблону покрывающего кода, или множественными гипотезами на основе частотного бинирования). На этапе 706, PSS может использоваться для осуществления 25 коррекции целочисленного частотного смещения (например, на основе взаимной корреляции в частотной области между PSS и локальной/задержанной копией принятого сигнала).

30 [0091] На этапе 708, точная настройка временного смещения может осуществляться на основе SSS (взаимная корреляция во временной области). Как показано, SSS можно использовать для декодирования не только ID 710 соты, но и дополнительной информации, например, ID 712 подкадра и/или другой системной информации 714. В ряде случаев, шаблон покрывающего кода может выбираться для придания оценке по ML временного смещения желаемой формы.

35 [0092] Согласно некоторым аспектам настоящего изобретения, PSS может формироваться из L символов мультиплексирования с ортогональным частотным разделением каналов (OFDM), где L может быть конфигурируемым целым числом, и L символов PSS могут отображаться в локализованные и/или распределенные ресурсные элементы. В ряде случаев, все L символов PSS могут генерироваться только одним 40 обратным быстрым преобразованием Фурье (IFFT). Как упомянуто выше, разнесение поднесущих может составлять 15 кГц, и полоса может быть равна 180 кГц. В ряде случаев, PSS может генерироваться согласно схеме двухуровневой конструкции последовательности, с использованием "основного кода" (для уровня I) и "кодированного покрытия" (для уровня II).

45 [0093] Согласно некоторым аспектам настоящего изобретения, векторная диаграмма "основного кода" может представлять собой модуляции типа двоичной фазовой манипуляции (BPSK), квадратурной фазовой манипуляции (QPSK) или прореженной MPSK с малым размером алфавита и сравнительно большим евклидовым расстоянием. Базовая кодовая последовательность должна обладать хорошими автокорреляционными

свойствами в частотной области, чтобы обеспечивать надежное обнаружение целочисленного частотного смещения.

[0094] Например, "основной код" PSS может использовать компьютерно-сгенерированную последовательность (CGS), модифицированную последовательность Задова-Чу, прореженную последовательность Задова-Чу, m-последовательность, квадратурный код Уолша, PN последовательность или код Баркера. Последовательность PSS можно построить с использованием двоичного кодового покрытия поверх основного кода PSS для повышения точности временного получения.

[0095] В других аспектах настоящего изобретения, "кодовое покрытие" может быть "покрытием" двоичным случайным кодом с асимметричной длиной серии (для 1 и -1), и длины серии, большие или равные двум, можно использовать для сохранения фазовой непрерывности и обеспечивает расширенное временное окно для сверхразмерного быстрого преобразования Фурье (FFT), которое может повышать разрешение частотного смещения. В одном аспекте, обратная асимметрия полярности "кодового покрытия" может помогать в разрешении временной неопределенности. В ряде случаев, кодовое покрытие может включать в себя код Баркера, код Уолша и т.п. Оптимизация кодового покрытия может достигаться компьютерным поиском для данной длины последовательности PSS. В ряде случаев, усеченные версии последовательностей PSS, используемых в традиционных системах (например, LTE), также могут использоваться для последовательностей PSS NB-IoT.

[0096] Фиг. 8 демонстрирует пример двухуровневой структуры 800 последовательности PSS, в соответствии с некоторыми аспектами настоящего изобретения. Как показано, двойной уровень соответствует отображению $L \times K$ локализованных или распределенных ресурсных элементов в одном блоке физических ресурсов (PRB) LTE, и что для внутрисполосной установки, выделение NB-IoT может избегать "зарезервированных" RE традиционной LTE.

[0097] Фиг. 9 демонстрирует пример модифицированных последовательностей 900 Задова-Чу с редуцированным размером алфавита. Пример демонстрирует, что модифицированные последовательности ZC могут использоваться для сокращения фазовых и частотных ошибок и поддержания автокорреляционных свойств последовательности Задова-Чу. Проиллюстрированный пример демонстрирует, что для $K=12$, основной код последовательности PSS можно задавать как $C(k)$, где $k=1, 2, \dots, K$.

[0098] Фиг. 10 демонстрирует иллюстративные логические блоки 1000 для генерирования формы волны PSS, согласно аспектам настоящего изобретения. Блоки 1000 можно реализовать в любой пригодной схеме.

[0099] Как показано, блоки 1000 могут включать в себя блок 1104 для заполнения основного кода PSS нулем(ями), что может потребоваться для того, чтобы длина входа IFFT имела значение, равное степени двойки. Блок 1006 обратного быстрого преобразования Фурье (IFFT) может брать заполненный основной код PSS, и его выход может подвергаться параллельно-последовательному преобразованию на блоке 1008. На блоке 1010 может вставляться циклический префикс (CP) и на блоке 1012 может применяться кодовое покрытие (например, с использованием двоичного псевдошумового (PN) кодового покрытия). На блоке 1014 сигнал может преобразовываться в аналоговый сигнал посредством цифро-аналогового преобразователя (DAC) и фильтроваться, после чего передаваться.

[0100] В примере, для иллюстрации единичной границы NB-IoT, полностью выровненной с традиционной LTE, размер IFFT может быть выбран равным 128, частота

дискретизации (F_s) может быть задана равной 1,92 МГц, и разнесение поднесущих может быть задано равным 15 кГц (хотя эти параметры могут варьироваться).

Выравнивание границ символов между NB-IoT и традиционной LTE может помогать препятствовать помехе, которая может возникать в отсутствие выравнивания. В

некоторых аспектах настоящего изобретения, основной код PSS и покрывающий код могут генерироваться методами, упомянутыми в данной заявке, и символы PSS могут занимать ресурсные элементы, ортогональные выделению традиционной LTE.

[0101] Фиг. 11 демонстрирует иллюстративное представление (карта 1100 ресурсов) бесконфликтного отображения ресурсов NB-IoT и традиционной LTE, причем отображение могут быть пригодно для внутрисполосной и автономной установки NB-IoT. Пример демонстрирует подкадры n и $n+1$ во временной области.

[0102] Пример дополнительно демонстрирует, что подкадр n может иметь NB-IoT PSS с использованием символьных элементов, не занятых традиционной LTE, и подкадр $n+1$ может иметь SSS NB-IoT с использованием символьных элементов, не занятых традиционной LTE. Пример также демонстрирует сигналы синхронизации NB-IoT (PSS/SSS внутрисполосной и автономной установок) могут полностью выравниваться с границей символа OFDM традиционной LTE, и поскольку символы могут быть полностью выровнены, между NB-IoT и традиционной LTE не возникает столкновения (конфликта) и помехи. В более общем случае, последовательность PSS и последовательность SSS могут мультиплексироваться по времени в одном и том же подкадре без перекрытия. Повторение последовательности PSS и последовательностей SSS на множественных подкадрах также поддерживается для расширения покрытия.

[0103] Фиг. 12 демонстрирует иллюстративную таблицу 1200, демонстрирующую разъединенное оценивание по максимуму правдоподобия (MLE) временного смещения как часть обработки во временной области. Как показано, выборки PSS могут приниматься с шумом w , временным смещением τ , и частотным смещением ν .

$$r(n; \tau, \nu) = \sum_k b_{l,k} \exp \left(\frac{j\pi(k + \nu)}{64} (n - \tau) \right) + w(n)$$

$$(l-1)N + lN_g < n \leq l(N + N_g), l \in \{1, 2, \dots, L\}, 1 \leq k \leq K \leq 12$$

где N и N_g обозначают размер выборки символа OFDM и его CP, соответственно.

Иллюстрация дополнительно демонстрирует, что граница символов PSS может быть функцией временного смещения τ ; и для данной гипотезы о временном смещении τ , γ_i , размер подвектора 1 на N выборок PSS, соответствующих символу i , также может быть функцией временного смещения τ . Также, как показано, метрика для разъединенного оценивания временного смещения может быть сформирована из нормализованных и когерентно объединенных подвекторов выборок PSS; и метрика не зависит от частотного смещения, которое служит функцией стоимости для временного смещения (например, для снижения чувствительности к SNR) и может выражаться в виде:

$$\lambda(\tau) \triangleq \sum_{D=1}^{(L-1)} \left| \sum_{l=1}^{L-D} s(l)s(l+D)\gamma_l\gamma_{l+D}^H \right|$$

где D обозначает символьное расстояние между двумя подвекторами, разность фаз которых пропорциональна $DN\nu$, и произведение $s(l)s(l+D)$ используется для осуществления когерентного объединения для синфазных членов, фаза которых пропорциональна $DN\nu$. В ряде случаев, диапазон объединения охватывает множественные подкадры. В ряде случаев, величина отставания задержанных выборок может быть параметром, конфигурируемым на основе выделения ресурсов временной области PSS. Иллюстрация демонстрирует, что оценивание по максимальному правдоподобию (MLE) временного смещения отделено от частотного смещения ν . Таким образом, оценку временного

смещения можно получать согласно $\hat{\tau} = \underset{\tau}{\operatorname{argmax}} \lambda(\tau)$. В одном аспекте настоящего изобретения, MLE дробной частоты можно вывести на основе, по меньшей мере, частично, разъединенного MLE временного смещения.

[0104] Альтернативно, MLE дробного частотного смещения может базироваться, по меньшей мере, частично, на MLE временного смещения из фиг. 12. В одном примере, где нормализованное частотное смещение может быть равно 1,2. Как показано, нормализованное смещение частоты несущей (CFO) может делиться на дробную часть и целую часть:

$$\nu = \nu_F + \nu_I, \text{ где } \nu_I \in \mathbb{Z} \text{ и } -0,5 \leq \nu_F \leq 0,5$$

Как показано в вышеприведенном уравнении, ν представляет нормализованное смещение частоты несущей (CFO), ν_F представляет дробную часть нормализованного CFO, и ν_I представляет целую часть нормализованного CFO. Таким образом, оценивание частотного смещения может делиться на две части: оценивание дробного частотного смещения (0,2 из нормализованного частотного смещения 1,2 или $\nu_F=0,2$), и оценивание целочисленного частотного смещения (1 из нормализованного частотного смещения 1,2 или $\nu_I=1$).

[0105] Как показано, выборки второго символа пар символов PSS $\{\gamma_2, \gamma_3\}$ и $\{\gamma_4, \gamma_5\}$, отличаются от их предшественников на постоянный сдвиг фазы, пропорциональный дробной части CFO. Таким образом,

$$\text{если } \gamma_l \triangleq [r(l,1) \ r(l,2) \ r(l,3) \ \dots \ r(l,N)],$$

$$\text{то } \gamma_{l+1} = e^{j2\pi\nu} \times \gamma_l = e^{j2\pi\nu_F} [r(l,1) \ r(l,2) \ r(l,3) \ \dots \ r(l,N)]$$

$$\Rightarrow \hat{\nu}_F(l) = \frac{1}{2\pi} \arg(\gamma_{l+1} \gamma_l^H) = \frac{1}{2\pi N} \sum_{n=1}^N \arg\{s(l)s(l+1)r(l+1,n)r^*(l+n)\}, l=2,4$$

В одном варианте осуществления, выборки символа γ_3 отличаются от выборок γ_2 на постоянный сдвиг фазы, пропорциональный дробной части CFO ($j2\pi\nu_F$ представляет постоянный сдвиг фазы, пропорциональный только ν_F). В ряде случаев, для разных символов PSS, $\hat{\nu}_F(l)$ можно усреднять для получения более плавной оценки.

[0106] В одном аспекте настоящего изобретения, целую часть нормализованного CFO, ν_I , можно оценивать по взаимной корреляции принимаемых и передаваемых пилот-сигналов PSS в частотной области, поскольку ν_I приводит к сдвигам в пилот-сигналах PSS в частотной области из исходных положений пилот-сигналов.

[0107] Как показано на графиках 1302 и 1304 на фиг. 13 и 13А, исходные положения передаваемых пилот-сигналов PSS могут сдвигаться на ν_I в частотной области, и сдвинутые положения могут отражаться в принятых пилот-сигналах PSS. В этой иллюстрации, местоположение пика нормализованной корреляции, где $\hat{\nu}_I=1$ коррелирует с нормализованной оценкой целочисленного частотного смещения.

[0108] В некоторых аспектах настоящего изобретения, границы окна дискретного преобразования Фурье (DFT) могут устанавливаться с временным смещением MLE, и утечку из боковых лепестков дробного CFO можно минимизировать после коррекции дробного смещения CFO, и надежность целочисленного CFO MLE можно получать путем усреднения множественных наблюдений кросс-корреляции. Как показано на графике 1300А на фиг. 13А, осуществление временного и частотного получения для внутрисполосного NB-IoT PSS путем обработки во временной области и обработки в частотной области.

[0109] В одном аспекте настоящего изобретения, SSS NB-IoT может формироваться с М символами OFDM, где М может быть конфигурируемым целым числом (например,

большим или равным шести), и M символов SSS могут отображаться в локализованные и/или распределенные ресурсные элементы. В другом аспекте настоящего изобретения, разнесение поднесущих для NB-IoT SSS может составлять 15 кГц, и полоса может быть равна 180 кГц. В ряде случаев, конструкция последовательности SSS может

5 генерироваться последовательностью Задова-Чу длиной K с корнем $u(m)$ для m -го символа SSS, где корень $u(m) \in \{1, 2, \dots, K\}$ и $\gcd(u(m), K) = 1$, и компьютерно-сгенерированная последовательность (CGS) или модифицированные последовательности Задова-Чу могут использоваться для последовательности SSS. Кроме того, в другом аспекте настоящего изобретения, усеченные последовательности SSS LTE могут использоваться
10 для последовательностей SSS NB-IoT. В некоторых аспектах настоящего изобретения, отображение ID соты может осуществляться посредством взаимно-однозначного отображения из десятичного в M -элементный массив. Как показано, количество корней может быть эквивалентно количеству возможных положений символа SSS NB-IoT, и SSS NB-IoT может нести 13 или более битов информации для ID соты, ID подкадра и
15 другую системную информацию.

[0110] Фиг. 14 демонстрирует иллюстративную блок-схему 1400 обработки PSS/SSS для синхронизации по времени и частоте, в соответствии с некоторыми аспектами настоящего изобретения. Как показано, после взятия выборок PSS во временной области, могут осуществляться операции корреляции (например, посредством
20 нормализации и осуществления поиска пика) для обнаружения временного смещения, выравнивания границ символов и коррекции дробного CFO (например, путем дифференциации фазы). Результаты могут использоваться для осуществления коррекции целочисленного CFO (например, путем корреляции в частотной области) и соответствующего выходного сигнала, используемого для обработки SSS.

[0111] Фиг. 15 демонстрирует иллюстративную блок-схему 1500 генерирования формы волны SSS, согласно аспектам настоящего изобретения. Как показано, процесс генерации формы волны SSS NB-IoT может отличаться от процесса генерации формы волны PSS NB-IoT (например, тем, что может не существовать применяемого кодового
25 покрытия).

[0112] Как показано, последовательность SSS может заполняться нулями, после чего следует IFFT, параллельно-последовательное преобразование, после которого следует вставка циклического префикса (CP). В примере, для иллюстрации единичной границы NB-IoT, полностью выровненной с традиционной LTE, был выбран размер IFFT 128, частота дискретизации (F_s) может быть задана равной 1,92 МГц (может варьироваться
35 в других случаях), и разнесение поднесущих может быть задано равным 15 кГц (может варьироваться в других случаях). Выравнивание границы между NB-IoT и традиционной LTE предотвращает возникновение помехи в отсутствие выравнивания.

[0113] Пример также демонстрирует, что последовательность SSS может преобразовываться в аналоговый сигнал посредством цифро-аналогового преобразователя (DAC), и сигнал фильтруется и передается (TX). В некоторых аспектах настоящего изобретения, последовательность SSS может генерироваться методами,
40 упомянутыми в данной заявке, и символы SSS могут занимать ресурсные элементы (RE), ортогональные RE для каждого выделения традиционной LTE.

[0114] Фиг. 16 демонстрирует графический пример векторной диаграммы 1600 последовательности PSS, соответствующей компьютерно-сгенерированной последовательности (CGS) длиной 12. Векторная диаграмма "основного кода" может представлять собой модуляции типа двоичной фазовой манипуляции (BPSK), квадратурной фазовой манипуляции (QPSK) или прореженной MPSK с малым размером
45

алфавита и сравнительно большим евклидовым расстоянием. Базовая кодовая последовательность может обладать пригодными автокорреляционными свойствами в частотной области, чтобы обеспечивать надежное обнаружение целочисленного частотного смещения. Например, PSS "основной код" может использовать компьютерно-генерированную последовательность (CGS), модифицированную последовательность Задова-Чу, прореженную последовательность Задова-Чу, m-последовательность, квадратурный код Уолша, PN последовательность или код Баркера. CGS может иметь аналогично пригодные автокорреляционные свойства во временной области как последовательность Задова-Чу (ZC) длиной K и может строиться с использованием алфавита уменьшенного размера с увеличенным евклидовым расстоянием. В одном аспекте настоящего изобретения, когда $K=12$, CGS является QPSK.

[0115] Фиг. 16А демонстрирует графический пример векторной диаграммы 1600А последовательности PSS, соответствующей модифицированной последовательности Задова-Чу (ZC) длиной 12. Последовательность ZC может иметь аналогично пригодные автокорреляционные свойства во временной области как CGS. Модифицированная последовательность ZC может быть набором чирпообразных многофазных последовательностей с минимальным количеством алфавитов. В одном аспекте настоящего изобретения, когда $K=12$, модифицированная последовательность ZC может использовать только пять из шести точек векторной диаграммы 6-PSK, и векторная диаграмма может генерироваться путем перфорирования векторной диаграммы 6-PSK. График 1700, показанный на фиг. 17, демонстрирует пример влияния оптимизации покрывающего кода на оценивание временного смещения. Пример дополнительно демонстрирует зависимость оценивателя временного смещения от выбора шаблонов двоичного покрывающего кода, когда длительность последовательности PSS равна 11 символам.

[0116] График 1700А на фиг. 17А демонстрирует пример зависимости оценивателя временного смещения от выбора шаблонов двоичного покрывающего кода, когда длительность последовательности PSS равна 4 символам.

[0117] Фиг. 18 демонстрирует пример отображения последовательности SSS в ID соты, номер подкадра и другую системную информацию. Пример демонстрирует, что каждая последовательность SSS может содержать набор из M символов SSS, и m-й символ k-ой последовательности SSS может быть образован последовательностью Задова-Чу с корням $\mu(k,m)$. В одном аспекте настоящего изобретения, k-я последовательность SSS может однозначно идентифицироваться расположением ее корней.

[0118] Специалистам в данной области техники очевидно, что информация и сигналы могут быть представлены с использованием разнообразных технологий и методов. Например, данные, инструкции, команды, информация, сигналы, биты, символы и чипы, упомянутые в вышеприведенном описании, могут быть представлены напряжениями, токами, электромагнитными волнами, магнитными полями или частицами, оптическими полями или частицами, или их комбинациями.

[0119] Специалистам в данной области техники также очевидно, что различные иллюстративные логические блоки, модули, схемы и этапы алгоритма, описанные в связи с раскрытым изобретением, можно реализовать в виде электронного оборудования, программного/программно-аппаратного обеспечения, или их комбинаций. Для наглядной иллюстрации этой взаимозаменяемости оборудования и программного/программно-аппаратного обеспечения, различные иллюстративные компоненты, блоки, модули, схемы и этапы были описаны выше, в общем случае, в

отношении их функциональных возможностей. Реализованы ли такие функциональные возможности в виде оборудования или программного/программно-аппаратного обеспечения, зависит от конкретного применения и конструкционных ограничений, налагаемых на всю систему. Специалисты в данной области техники могут реализовать описанные функциональные возможности по-разному для каждого конкретного применения, но такие особенности реализации не предусматривают отход от объема настоящего изобретения.

[0120] Различные иллюстративные логические блоки, модули и схемы, описанные в связи с раскрытым изобретением, можно реализовать или осуществлять посредством процессора общего назначения, цифрового сигнального процессора (DSP), специализированной интегральной схемы (ASIC), вентильной матрицы, программируемой пользователем (FPGA), или другого программируемого логического устройства, дискретной вентильной или транзисторной логики, дискретных аппаратных компонентов или любой их комбинации, предназначенной для осуществления описанных здесь функций. Процессор общего назначения может представлять собой микропроцессор, но, альтернативно, процессор может представлять собой любой традиционный процессор, контроллер, микроконтроллер или конечный автомат. Процессор также может быть реализован в виде комбинации вычислительных устройств, например, комбинации DSP и микропроцессора, нескольких микропроцессоров, одного или более микропроцессоров, совмещенных с ядром DSP, или любой другой подобной конфигурации.

[0121] Этапы способа или алгоритма, описанные в связи с раскрытым изобретением, могут быть реализованы непосредственно в оборудовании, в программном/программно-аппаратном модуле, выполняемом процессором, или в их комбинациях. Программный/программно-аппаратный модуль может располагаться в памяти RAM, флеш-памяти, памяти ROM, памяти EPROM, памяти EEPROM, памяти на основе фазовых переходов, регистрах, на жестком диске, сменном диске, CD-ROM, или любой другой форме носителя данных, известной в технике. Иллюстративный носитель данных подключен к процессору, что позволяет процессору считывать информацию с и записывать информацию на носитель данных. В качестве альтернативы, носитель данных может быть объединен с процессором. Процессор и носитель данных могут располагаться в ASIC. ASIC может располагаться на пользовательском терминале. В качестве альтернативы, процессор и носитель данных могут располагаться в качестве дискретных компонентов на пользовательском терминале.

[0122] В одной или более иллюстративных конструкциях, описанные функции можно реализовать в оборудовании, программном/программно-аппаратном обеспечении или их комбинациях. В случае реализации в программном/программно-аппаратном обеспечении, функции могут храниться на или передаваться в виде одной или более инструкций или кода на компьютерно-считываемой среде. Компьютерно-считываемые среды включают в себя компьютерные носители данных и среды передачи данных, включающие в себя любую среду, которая облегчает перенос компьютерной программы с места на место. Носители данных могут быть любыми доступными носителями, к которым может осуществлять доступ компьютер общего назначения или специального назначения. В порядке примера, но не ограничения, такие компьютерно-считываемые носители могут содержать RAM, ROM, EEPROM, CD/DVD или другие запоминающее устройство на основе оптического диска, запоминающее устройство на основе магнитного диска или другие запоминающие устройства на основе магнитного диска, или любую другую среду, которая может использоваться для переноса или хранения

желаемого средства программного кода в форме инструкций или структур данных, к которым может осуществлять доступ компьютер общего назначения или специального назначения, или процессор общего назначения или специального назначения. Кроме того, любое соединение можно рассматривать как компьютерно-считываемую среду.

5 Например, если программное/программно-аппаратное обеспечение передается с веб-сайта, сервера или другого удаленного источника с использованием коаксиального кабеля, оптоволоконного кабеля, витой пары, цифровой абонентской линии (DSL) или беспроводных технологий, например, инфракрасной, радиочастотной и микроволновой, то коаксиальный кабель, оптоволоконный кабель, витая пара, DSL или беспроводные
10 технологии, например, инфракрасные, радиочастотные и микроволновые, включаются в определение среды. Используемый здесь термин диск, включает в себя компакт-диск (CD), лазерный диск, оптический диск, цифровой универсальный диск (DVD), флоппи-диск и диск Blu-ray, где диски обычно воспроизводят данные магнитно, а диски воспроизводят данные оптически с помощью лазеров. Комбинации вышеописанного
15 также подлежат включению в объем компьютерно-считываемых сред.

[0123] Используемый здесь, в том числе, в формуле изобретения, термин "и/или" при использовании в списке из двух или более элементов, означает, что любой из перечисленных элементов может использоваться отдельно, или может использоваться любая комбинация из двух или более перечисленных элементов. Например, если
20 композиция описана как содержащая компоненты А, В и/или С, композиция может содержать только А; только В; только С; А и В совместно; А и С совместно; В и С совместно; или А, В, и С совместно. Также, используемый здесь термин, в том числе в формуле изобретения, "или", используемый в списке элементов (например, списке элементов, предваренном фразой, например, "по меньшей мере, один из" или "один или
25 более из") указывает дизъюнктивный список, то есть, например, список из "по меньшей мере, одного из А, В и С" означает А или В или С или АВ или АС или ВС или АВС (т.е. А и В и С).

[0124] Вышеприведенное описание изобретения позволяет любому специалисту в данной области техники применять или использовать изобретение. Различные
30 модификации изобретения будут очевидны специалисту в данной области техники, и заданные здесь общие принципы можно применять к другим вариациям, не выходя за рамки сущности или объема изобретения. Таким образом, изобретение не подлежит ограничению примерами и описанными здесь конструкциями, но подлежит рассмотрению в широчайшем объеме, согласующемся с раскрытыми здесь принципами
35 и признаками новизны.

(57) Формула изобретения

1. Способ осуществления беспроводной связи базовой станцией (BS), содержащий этапы, на которых:

40 генерируют первичный сигнал синхронизации (PSS) с использованием первой кодовой последовательности и покрывающего кода, применяемого к первой кодовой последовательности, на протяжении первого количества символов в одном или более подкадрах, при этом покрывающий код содержит по меньшей мере одно из компьютерно-сгенерированной двоичной последовательности, кода Уолша и кода Баркера; и
45

передают PSS в пользовательское оборудование (UE) первого типа, которое осуществляет связь на одной или более узкополосных областях несущей относительно более широкой полосы несущей.

2. Способ по п. 1, в котором первая кодовая последовательность генерируется с использованием по меньшей мере одного из компьютерно-сгенерированной последовательности (CGS), модифицированной последовательности Задова-Чу с редуцированным алфавитом, кода Уолша, кода Баркера и усеченной последовательности

Задова-Чу.

3. Способ по п. 1, дополнительно содержащий этапы, на которых: генерируют вторичный сигнал синхронизации (SSS) на основе второй кодовой последовательности на протяжении второго количества символов в упомянутых одном или более подкадрах; и

передают SSS в UE первого типа.

4. Способ по п. 3, в котором PSS и SSS передаются с использованием неперекрывающихся ресурсов.

5. Способ по п. 4, в котором PSS и SSS передаются в отдельных подкадрах.

6. Способ по п. 3, в котором первое количество символов отображается в ресурсные элементы, которые имеют такое же разнесение поднесущих, как ресурсные элементы, используемые для осуществления связи с UE второго типа, которое осуществляет связь на упомянутой более широкой полосе несущей.

7. Способ по п. 6, в котором PSS и SSS передаются с использованием ресурсных элементов, не используемых для осуществления связи с UE второго типа.

8. Способ по п. 3, в котором:

первое количество символов находится в первом подкадре; и

второе количество символов находится во втором подкадре.

9. Способ по п. 8, в котором передача PSS и SSS содержит временное мультиплексирование последовательностей PSS и SSS в по меньшей мере одном из первого и второго подкадров, при этом PSS и SSS занимают разные положения символов мультиплексирования с ортогональным частотным разделением каналов (OFDM) с по меньшей мере одним подкадром.

10. Способ по п. 3, в котором вторая кодовая последовательность содержит последовательность Задова-Чу, усеченную последовательность Задова-Чу или компьютерно-сгенерированную многофазную последовательность.

11. Способ по п. 3, в котором SSS используется для переноса идентификации соты (ID соты) и дополнительной системной информации.

12. Способ по п. 11, в котором дополнительная системная информация содержит, по меньшей мере, ID подкадра.

13. Способ осуществления беспроводной связи пользовательским оборудованием (UE) первого типа, содержащий этапы, на которых:

обнаруживают, в одной или более узкополосных областях несущей относительно более широкой полосы несущей, первичный сигнал синхронизации (PSS), сгенерированный с использованием первой кодовой последовательности и покрывающего кода, применяемого к первой кодовой последовательности, на протяжении первого количества символов в одном или более подкадрах, при этом покрывающий код содержит по меньшей мере одно из кода Уолша, кода Баркера и компьютерно-сгенерированной двоичной последовательности; и

осуществляют синхронизацию по времени и синхронизацию по частоте на основе PSS.

14. Способ по п. 13, в котором осуществление синхронизации по частоте содержит этапы, на которых:

осуществляют коррекцию дробного частотного смещения, из PSS, на основе

автокорреляции во временной области синхронизированного по времени PSS или на основе проверки множественных гипотез и частотного бинирования; и

осуществляют коррекцию целочисленного частотного смещения, из PSS, на основе взаимной корреляции в частотной области между PSS и локальной копией принятого сигнала.

15. Способ по п. 13, в котором первая кодовая последовательность генерируется с использованием по меньшей мере одного из сгенерированной последовательности (CGS), модифицированной последовательности Задова-Чу с редуцированным алфавитом, кода Уолша, кода Баркера и усеченной последовательности Задова-Чу.

16. Способ по п. 13, дополнительно содержащий этапы, на которых: осуществляют оценивание временного смещения по максимальному правдоподобию на основе PSS, причем временное смещение не коррелирует с частотным смещением; обнаруживают, в упомянутых одной или более узкополосных областях несущей, вторичный сигнал синхронизации (SSS), сгенерированный на основе второй кодовой последовательности на протяжении второго количества символов в упомянутых одном или более подкадрах; и

осуществляют по меньшей мере одну из точной синхронизации по времени и точной синхронизации по частоте на основе SSS, для уточнения синхронизации по времени и частоте.

17. Способ по п. 16, в котором PSS и SSS обнаруживаются в неперекрывающихся ресурсах.

18. Способ по п. 17, в котором PSS и SSS обнаруживаются в отдельных подкадрах.

19. Способ по п. 16, в котором осуществление точной синхронизации по времени содержит этап, на котором осуществляют взаимную корреляцию во временной области на SSS.

20. Способ по п. 16, в котором первое количество символов отображается в ресурсные элементы, которые имеют такое же разнесение поднесущих, как ресурсные элементы, используемые для осуществления связи с UE второго типа, которое осуществляет связь на упомянутой более широкой полосе несущей.

21. Способ по п. 20, в котором PSS и SSS передаются с использованием ресурсных элементов, не используемых для осуществления связи с UE второго типа.

22. Способ по п. 16, в котором:

первое количество символов находится в первом подкадре; и

второе количество символов находится во втором подкадре.

23. Способ по п. 16, в котором вторая кодовая последовательность содержит последовательность Задова-Чу, компьютерно-сгенерированную многофазную последовательность или усеченную последовательность Задова-Чу.

24. Способ по п. 16, дополнительно содержащий этап, на котором определяют, из SSS, идентификацию соты (ID соты) и дополнительную системную информацию.

25. Способ по п. 24, в котором дополнительная системная информация содержит, по меньшей мере, ID подкадра.

26. Способ по п. 16, в котором осуществление точной синхронизации по времени содержит этапы, на которых:

осуществляют коррекцию временного смещения на основе оценки по максимальному правдоподобию (ML) путем когерентного объединения всех синфазных пар символов согласно шаблону покрывающего кода, причем диапазон объединения охватывает упомянутые один или более подкадров; и

нормализуют функцию стоимости по мощности последовательности PSS для снижения

чувствительности к уровням отношения сигнал-шум (SNR).

27. Способ по п. 26, в котором объединение синфазных пар символов содержит этап, на котором осуществляют автокорреляцию между задержанными выборками PSS, причем величина отставания задержанных выборок является параметром, конфигурируемым на основе выделения ресурсов временной области PSS.

28. Способ по п. 26, в котором шаблон покрывающего кода выбирается для придания оценке по ML временного смещения желаемой формы.

29. Устройство для беспроводной связи, содержащее:

по меньшей мере один процессор, выполненный с возможностью генерировать первичный сигнал синхронизации (PSS) с использованием первой кодовой последовательности и покрывающего кода, применяемого к первой кодовой последовательности, на протяжении первого количества символов в одном или более подкадрах, при этом покрывающий код содержит по меньшей мере одно из кода Уолша, кода Баркера и компьютерно-сгенерированной двоичной последовательности; и передатчик, выполненный с возможностью передачи PSS в пользовательское оборудование (UE) первого типа, которое осуществляет связь на одной или более узкополосных областях несущей относительно более широкой полосы несущей.

30. Устройство по п. 29, в котором первая кодовая последовательность генерируется с использованием по меньшей мере одного из компьютерно-сгенерированной последовательности (CGS), модифицированной последовательности Задова-Чу с редуцированным алфавитом, кода Уолша, кода Баркера и усеченной последовательности Задова-Чу.

31. Устройство по п. 29, в котором

по меньшей мере один процессор выполнен с возможностью генерировать вторичный сигнал синхронизации (SSS) на основе второй кодовой последовательности на протяжении второго количества символов в упомянутых одном или более подкадрах; и

передатчик выполнен с возможностью передавать SSS в UE первого типа.

32. Устройство по п. 31, в котором PSS и SSS передаются с использованием неперекрывающихся ресурсов.

33. Устройство по п. 32, в котором PSS и SSS передаются в отдельных подкадрах.

34. Устройство по п. 31, в котором первое количество символов отображается в ресурсные элементы, которые имеют такое же разнесение поднесущих, как ресурсные элементы, используемые для осуществления связи с UE второго типа, которое осуществляет связь на упомянутой более широкой полосе несущей.

35. Устройство по п. 34, в котором PSS и SSS передаются с использованием ресурсных элементов, не используемых для осуществления связи с UE второго типа.

36. Устройство по п. 31, в котором:

первое количество символов находится в первом подкадре; и

второе количество символов находится во втором подкадре.

37. Устройство по п. 36, в котором передача PSS и SSS содержит временное мультиплексирование последовательностей PSS и SSS и по меньшей мере одного из первого и второго подкадров, при этом PSS и SSS занимают разные положения символов мультиплексирования с ортогональным частотным разделением каналов (OFDM) с по меньшей мере одним подкадром.

38. Устройство по п. 31, при этом вторая кодовая последовательность содержит последовательность Задова-Чу, усеченную последовательность Задова-Чу или компьютерно-сгенерированную многофазную последовательность.

39. Устройство по п. 31, в котором SSS используется для переноса идентификации соты (ID соты) и дополнительной системной информации.

40. Устройство по п. 39, в котором дополнительная системная информация содержит, по меньшей мере, ID подкадра.

5 41. Устройство для беспроводной связи, содержащее:

по меньшей мере один процессор, выполненный с возможностью обнаруживать, в одной или более узкополосных областях несущей относительно более широкой полосы несущей, первичный сигнал синхронизации (PSS), сгенерированный с использованием первой кодовой последовательности и покрывающего кода, применяемого к первой
10 кодовой последовательности, на протяжении первого количества символов в одном или более подкадрах, при этом покрывающий код содержит по меньшей мере одно из кода Уолша, кода Баркера и компьютерно-сгенерированной двоичной последовательности, и осуществлять синхронизацию по времени и синхронизацию по частоте на основе PSS; и

15 память, соединенную с по меньшей мере одним процессором

42. Устройство по п. 41, в котором по меньшей мере один процессор выполнен с возможностью осуществления синхронизации по частоте посредством:

осуществления коррекции дробного частотного смещения, из PSS, на основе автокорреляции во временной области синхронизированного по времени PSS или на
20 основе проверки множественных гипотез и частотного бинарирования; и

осуществления коррекции целочисленного частотного смещения, из PSS, на основе взаимной корреляции в частотной области между PSS и локальной копией принятого сигнала.

43. Устройство по п. 41, в котором первая кодовая последовательность генерируется
25 с использованием по меньшей мере одного из сгенерированной последовательности (CGS), модифицированной последовательности Задова-Чу с редуцированным алфавитом, кода Уолша, кода Баркера и усеченной последовательности Задова-Чу.

44. Устройство по п. 41, в котором по меньшей мере один процессор выполнен с возможностью:

30 осуществлять оценивание временного смещения по максимальному правдоподобию на основе PSS, причем временное смещение не коррелирует с частотным смещением; обнаруживать, в упомянутых одной или более узкополосных областях несущей, вторичный сигнал синхронизации (SSS), сгенерированный на основе второй кодовой последовательности на протяжении второго количества символов в упомянутых одним
35 или более подкадрах; и

осуществлять по меньшей мере одну из точной синхронизации по времени и точной синхронизации по частоте на основе SSS, для уточнения синхронизации по времени и частоте.

45. Устройство по п. 44, в котором PSS и SSS обнаруживаются в неперекрывающихся
40 ресурсах.

46. Устройство по п. 45, в котором PSS и SSS обнаруживаются в отдельных подкадрах.

47. Устройство по п. 44, в котором по меньшей мере один процессор выполнен с
45 возможностью осуществления точной синхронизации по времени путем осуществления взаимной корреляции во временной области на SSS.

48. Устройство по п. 41, в котором первое количество символов отображается в ресурсные элементы, которые имеют такое же разнесение поднесущих, как ресурсные элементы, используемые для осуществления связи с UE второго типа, которое

осуществляет связь на упомянутой более широкой полосе несущей.

49. Устройство по п. 48, в котором PSS и SSS передаются с использованием ресурсных элементов, не используемых для осуществления связи с UE второго типа.

50. Устройство по п. 44, в котором:

- 5 первое количество символов находится в первом подкадре; и
второе количество символов находится во втором подкадре.

51. Устройство по п. 44, в котором вторая кодовая последовательность содержит последовательность Задова-Чу, компьютерно-сгенерированную многофазную последовательность или усеченную последовательность Задова-Чу.

- 10 52. Устройство по п. 51, в котором по меньшей мере один процессор выполнен с возможностью осуществления точной синхронизации по времени посредством:

осуществления коррекции временного смещения на основе оценки по максимальному правдоподобию (ML) путем когерентного объединения всех синфазных пар символов согласно шаблону покрывающего кода, причем диапазон объединения охватывает

- 15 упомянутые один или более подкадров; и

нормализации функции стоимости по мощности последовательности PSS для снижения чувствительности к уровням отношения сигнал-шум (SNR).

53. Устройство по п. 52, в котором объединение синфазных пар символов содержит осуществление автокорреляции между задержанными выборками PSS, причем величина
20 отставания задержанных выборок является параметром, конфигурируемым на основе выделения ресурсов временной области PSS.

54. Устройство по п. 52, в котором шаблон покрывающего кода выбирается для придания оценке по ML временного смещения желаемой формы.

55. Устройство по п. 44, в котором по меньшей мере один процессор дополнительно
25 выполнен с возможностью определения, из SSS, идентификации соты (ID соты) и дополнительной системной информации.

56. Устройство по п. 55, в котором дополнительная системная информация содержит, по меньшей мере, ID подкадра.

57. Машиночитаемый носитель, на котором хранятся инструкции для:

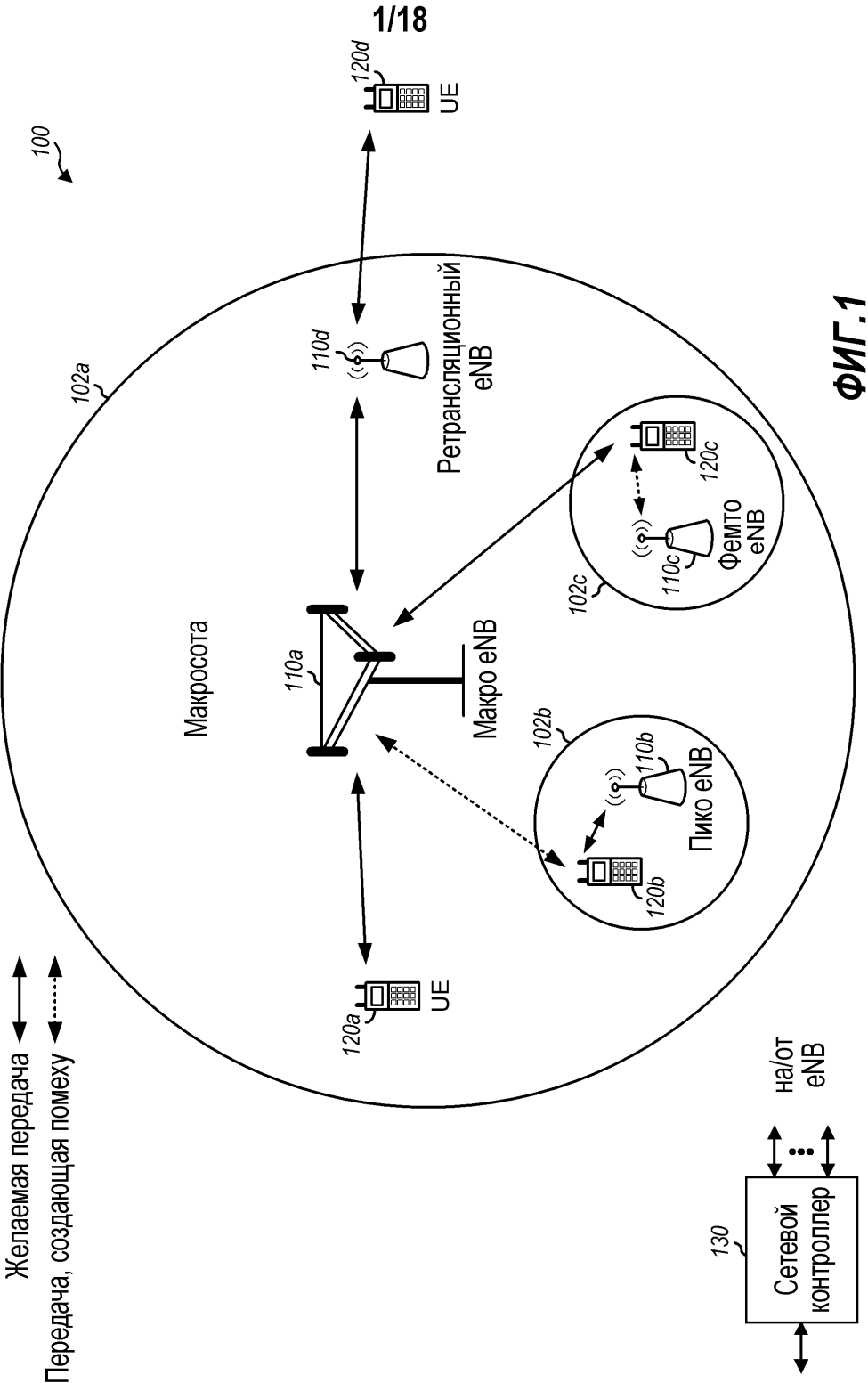
- 30 генерирования первичного сигнала синхронизации (PSS) с использованием первой кодовой последовательности и покрывающего кода, применяемого к первой кодовой последовательности, на протяжении первого количества символов в одном или более подкадрах, при этом покрывающий код содержит по меньшей мере одно из кода Уолша, кода Баркера и компьютерно-сгенерированной двоичной последовательности; и

- 35 передачи PSS на пользовательское оборудование (UE) первого типа, которое осуществляет связь на одной или более узкополосных областях несущей относительно более широкой полосы несущей.

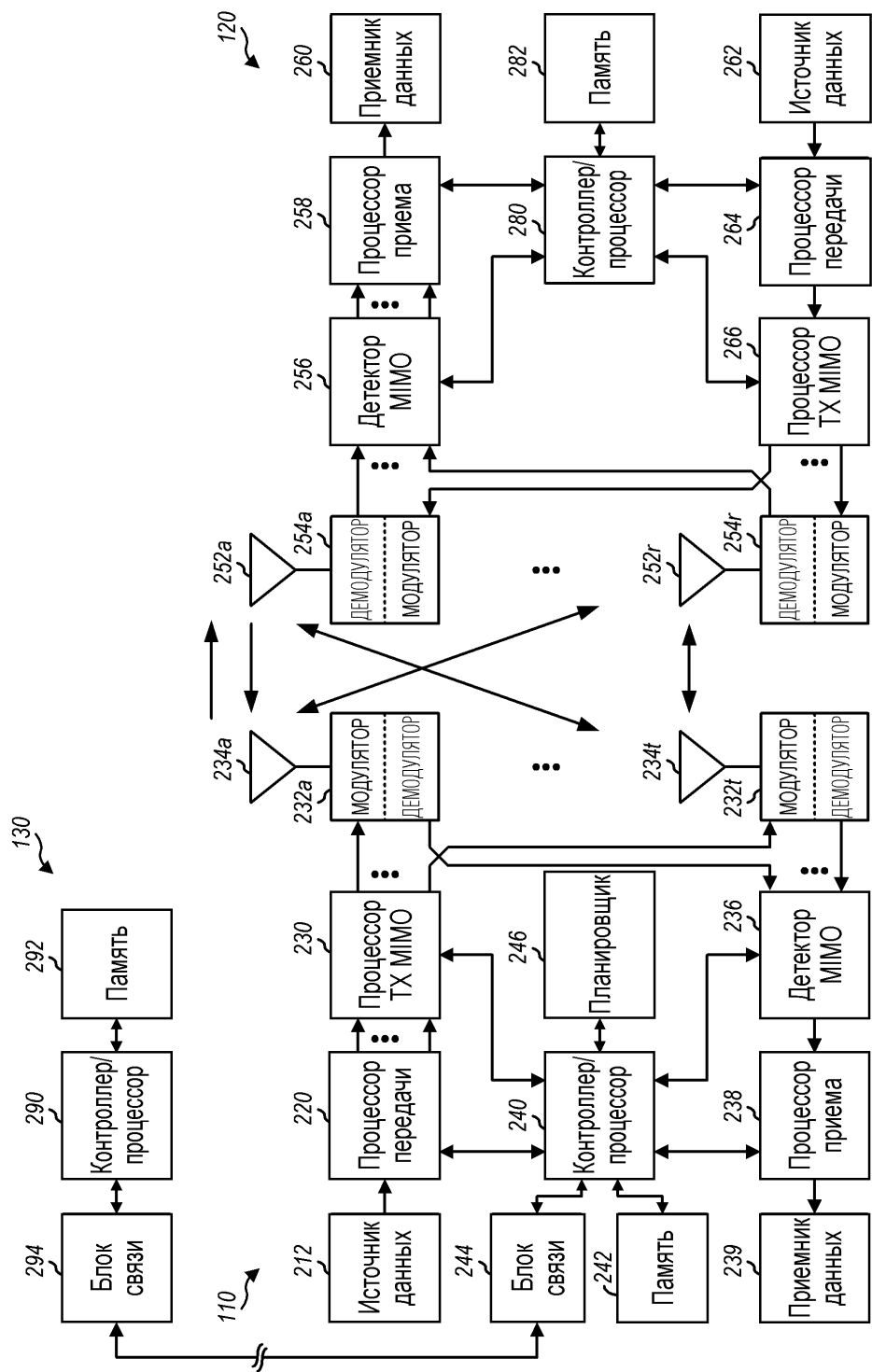
58. Машиночитаемый носитель, на котором хранятся инструкции для:

- 40 обнаружения, в одной или более узкополосных областях несущей относительно более широкой полосы несущей, первичного сигнала синхронизации (PSS), сгенерированного с использованием первой кодовой последовательности и покрывающего кода, применяемого к первой кодовой последовательности, на протяжении первого количества символов в одном или более подкадрах, при этом покрывающий код содержит по меньшей мере одно из кода Уолша, кода Баркера и
45 компьютерно-сгенерированной двоичной последовательности; и

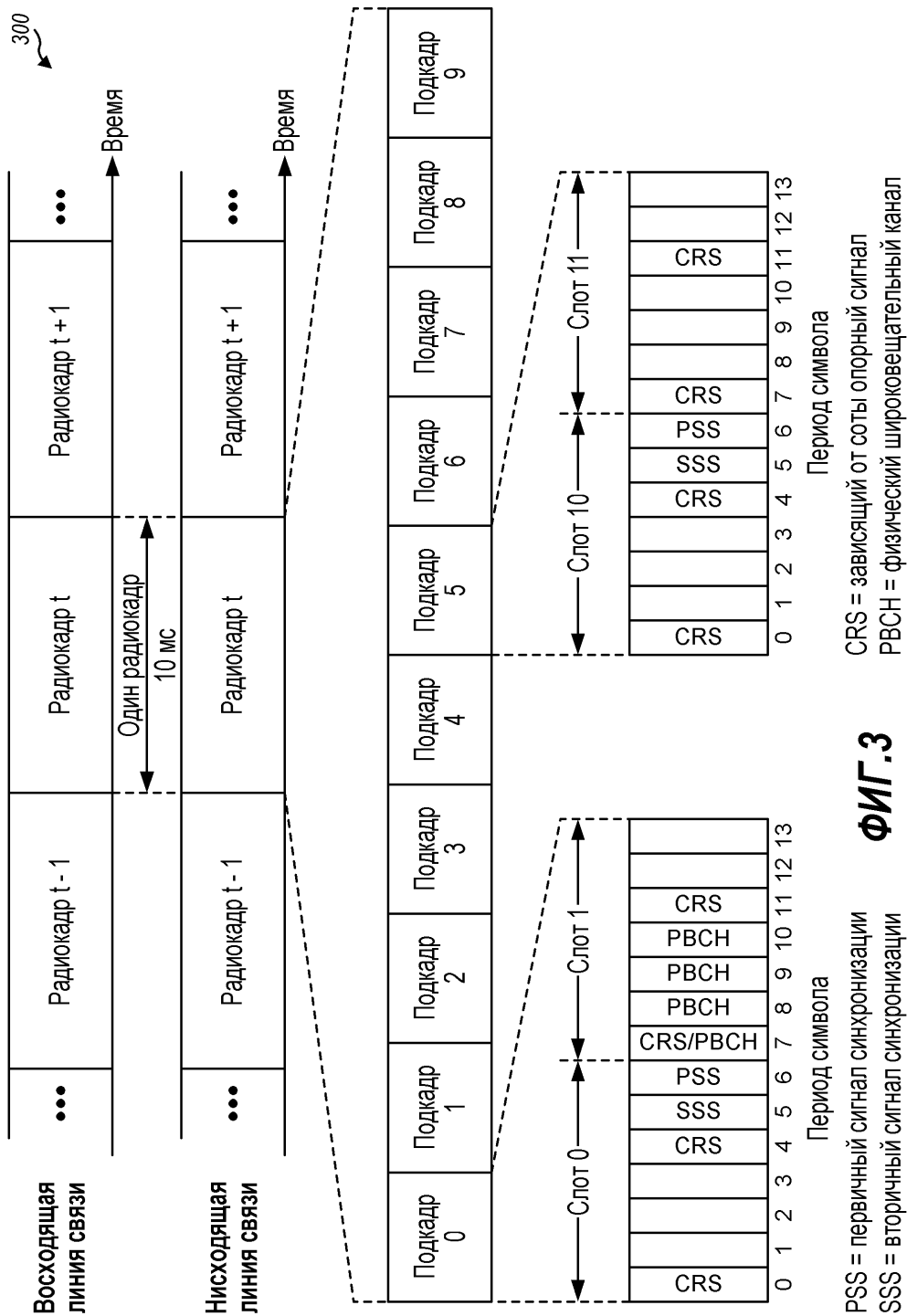
осуществления синхронизации по времени и синхронизации по частоте на основе PSS.



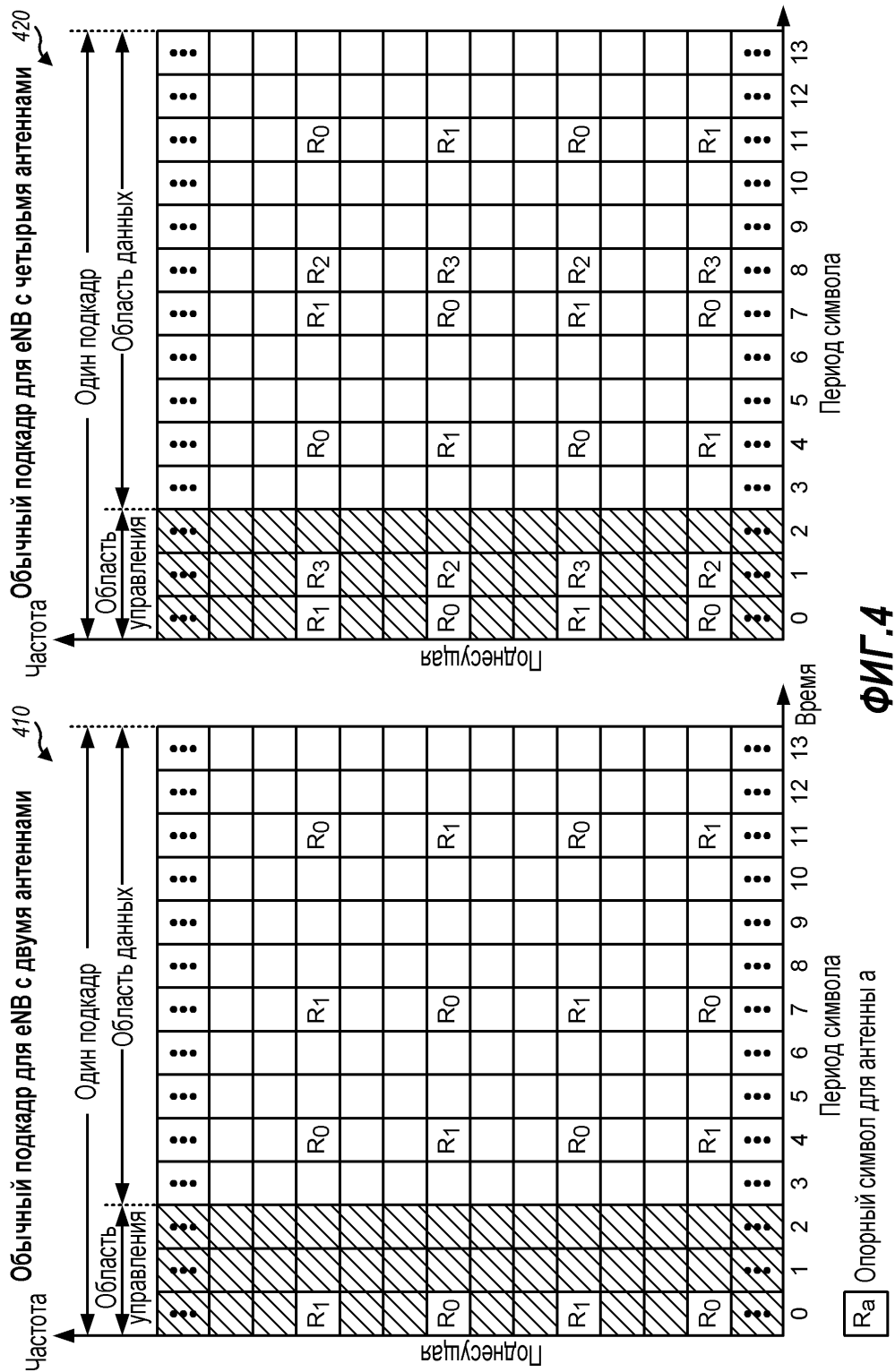
2/18



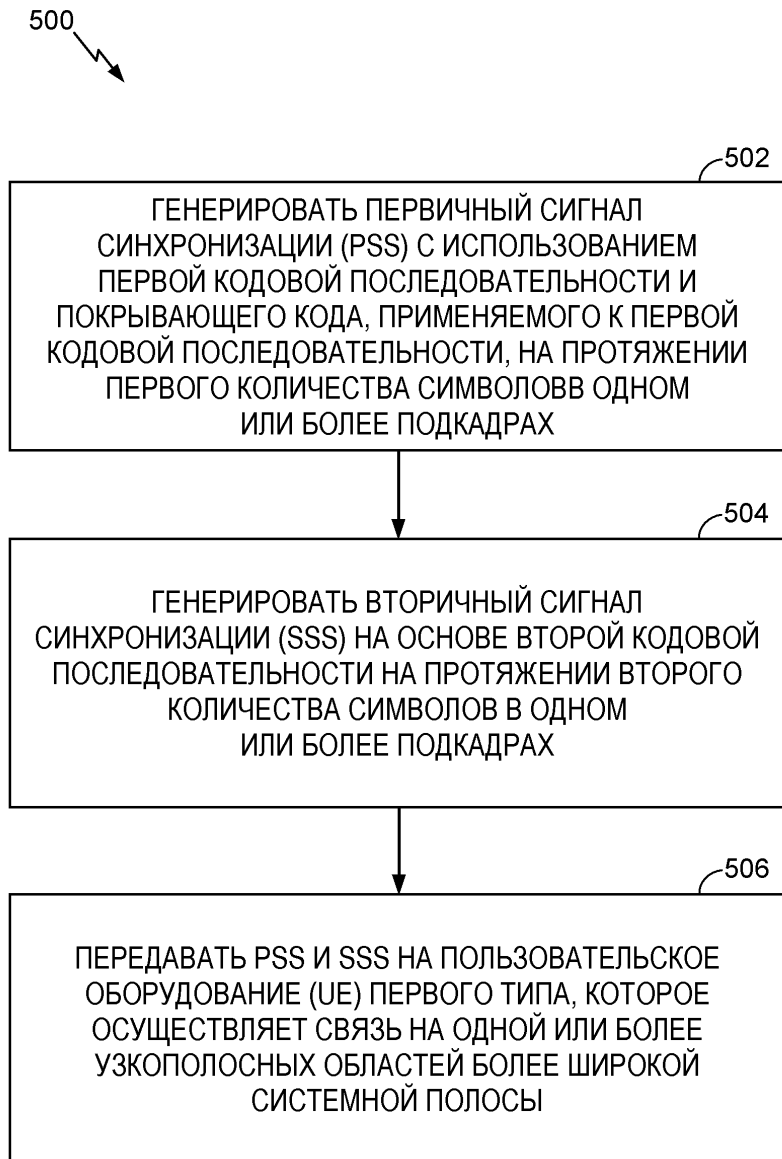
ФИГ.2



4/18

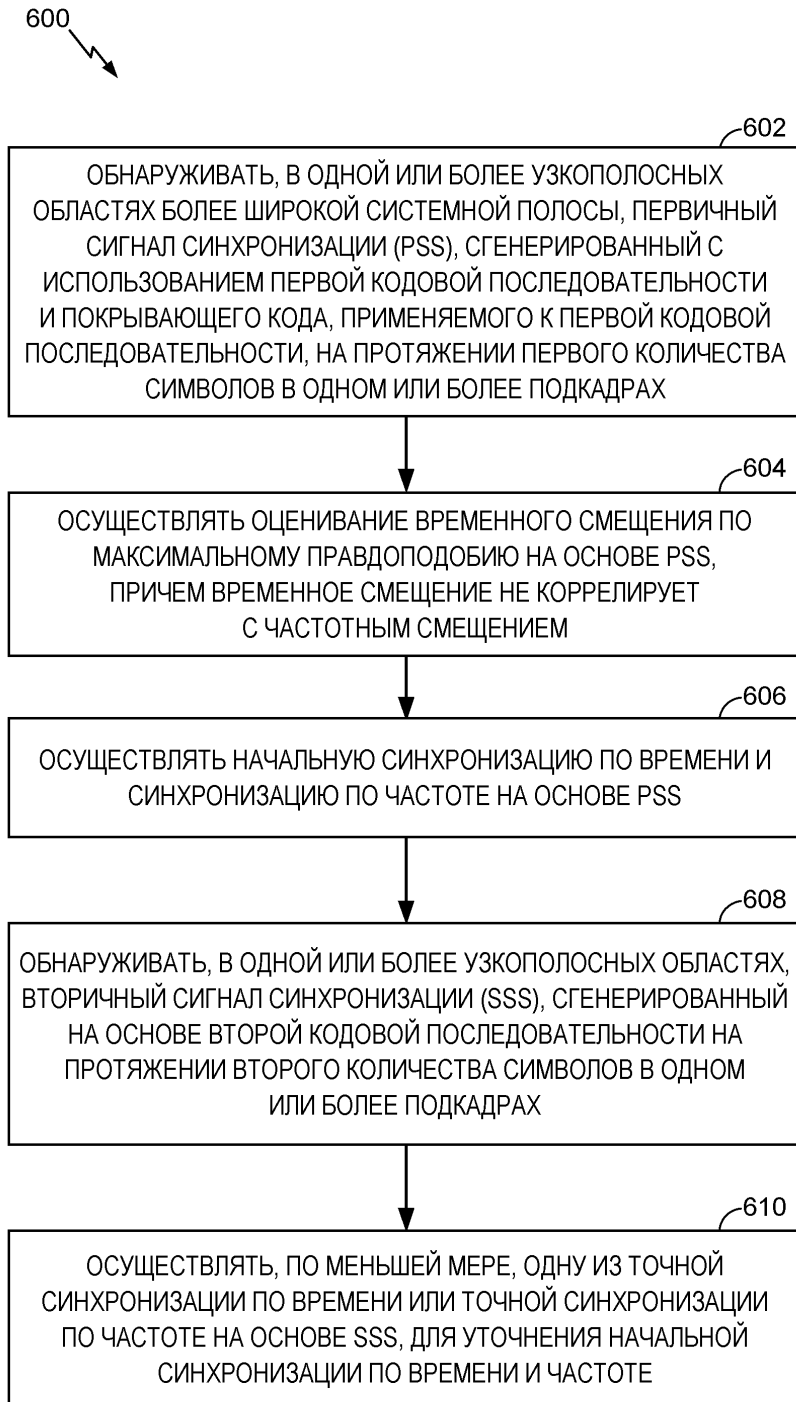


5/18



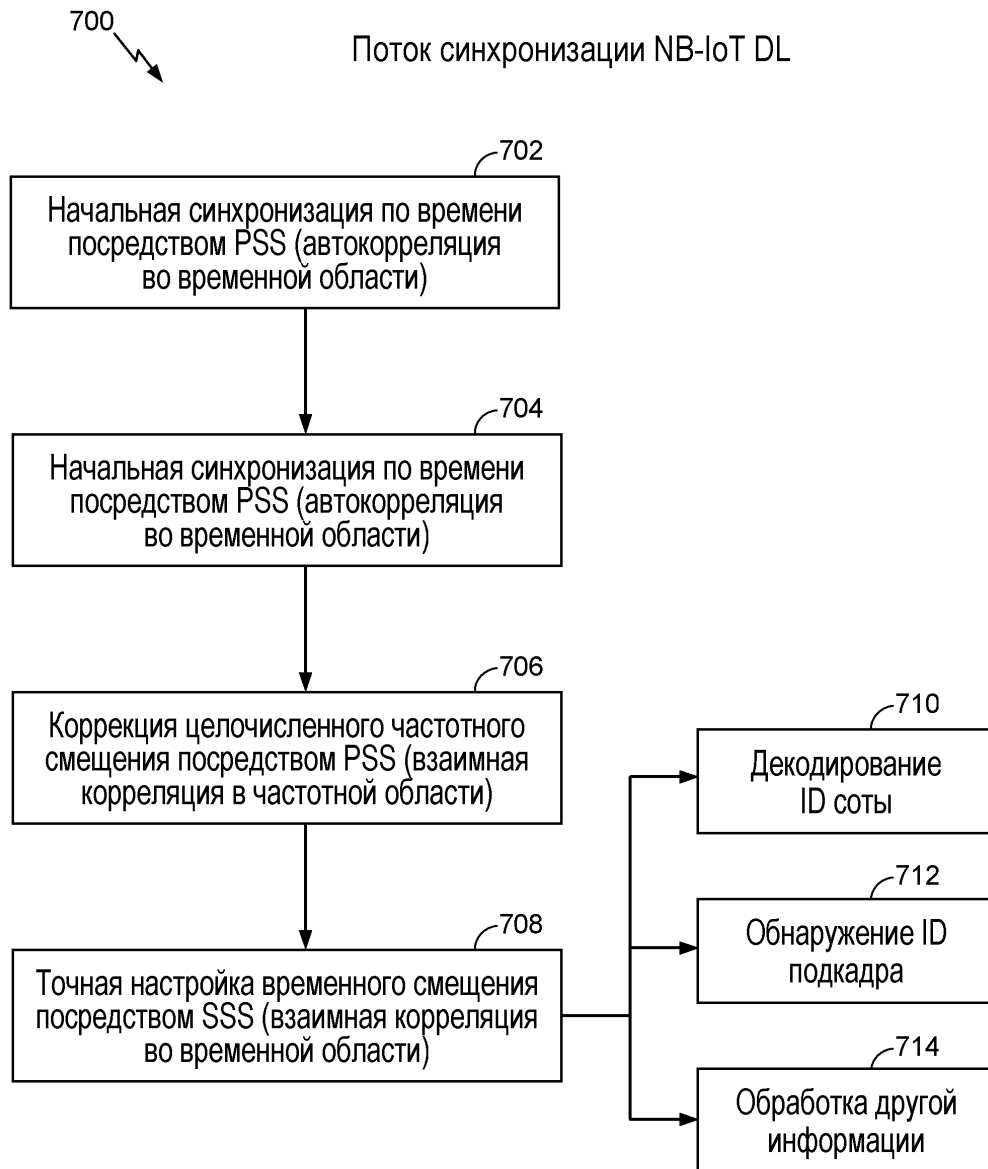
ФИГ.5

6/18

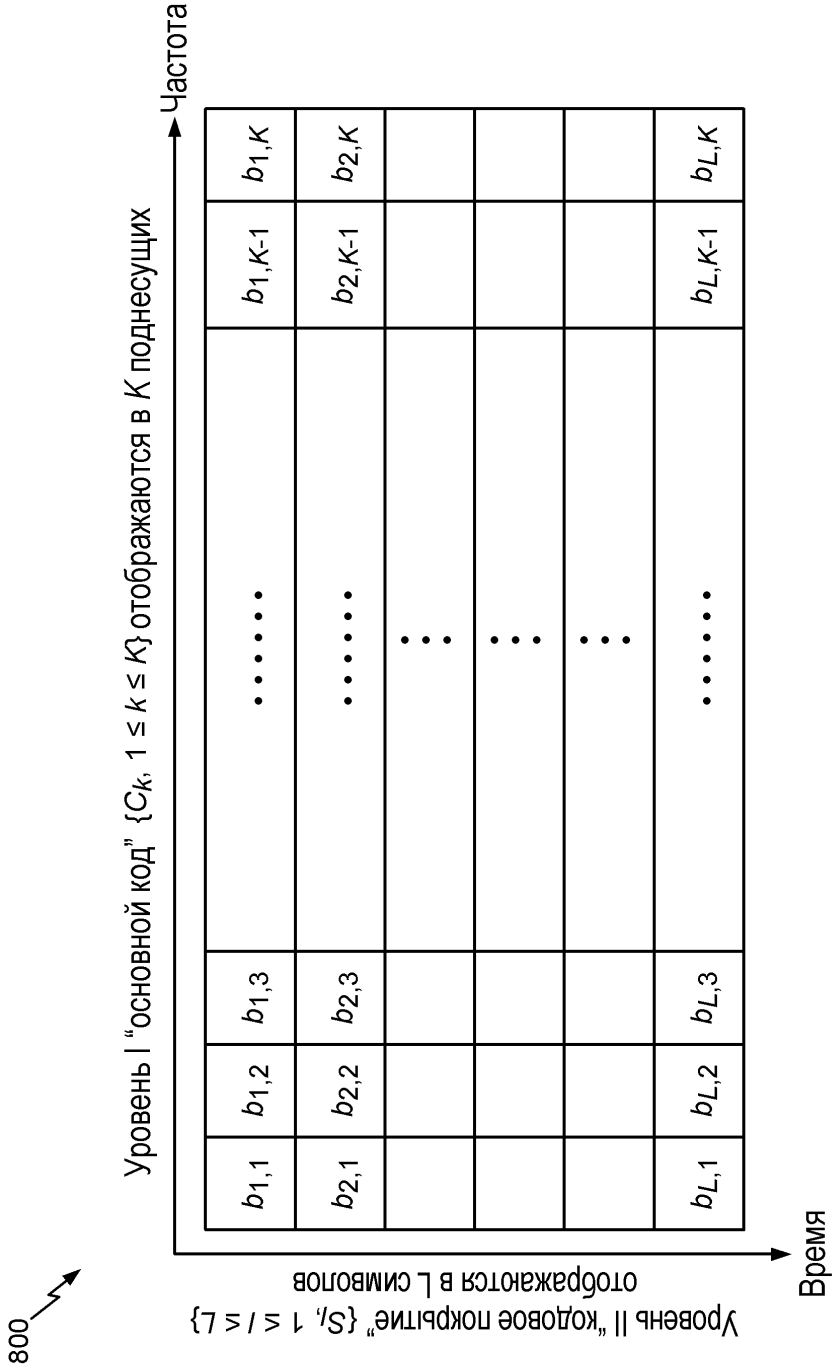


ФИГ.6

7/18



ФИГ.7



ФИГ.8

9/18

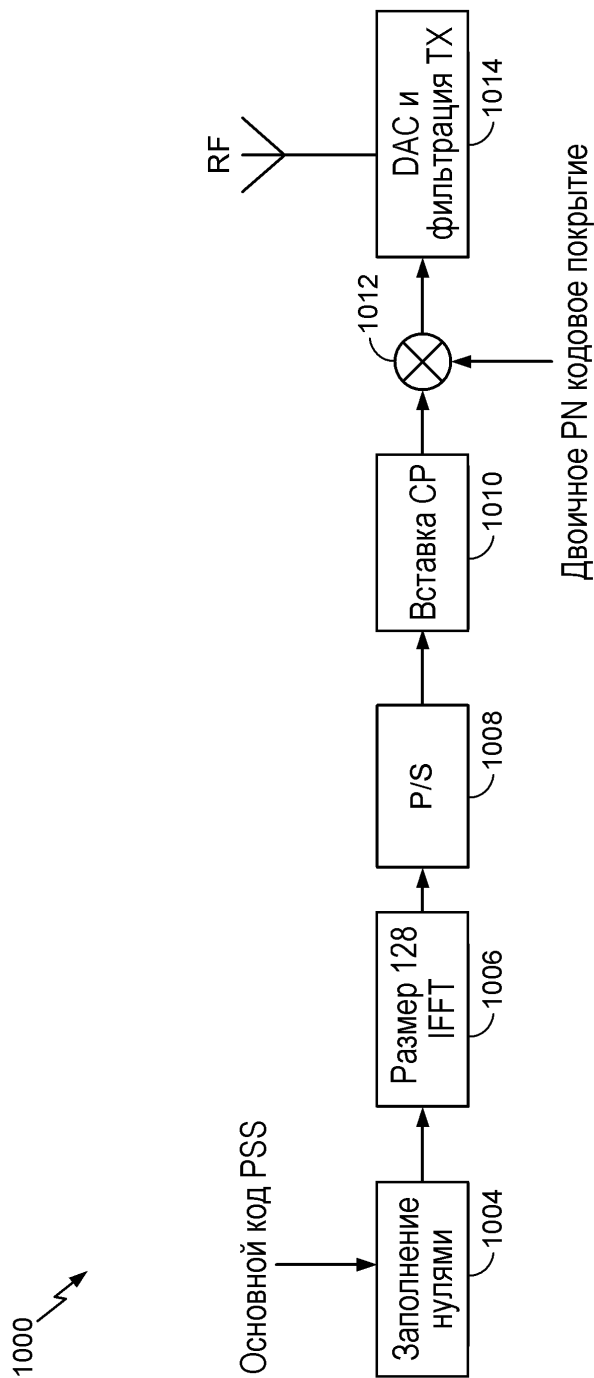
900 ↘

Редуцированный алфавит, заданный в виде $\{e^{j\pi\beta/6}\}$ для $K = 12$

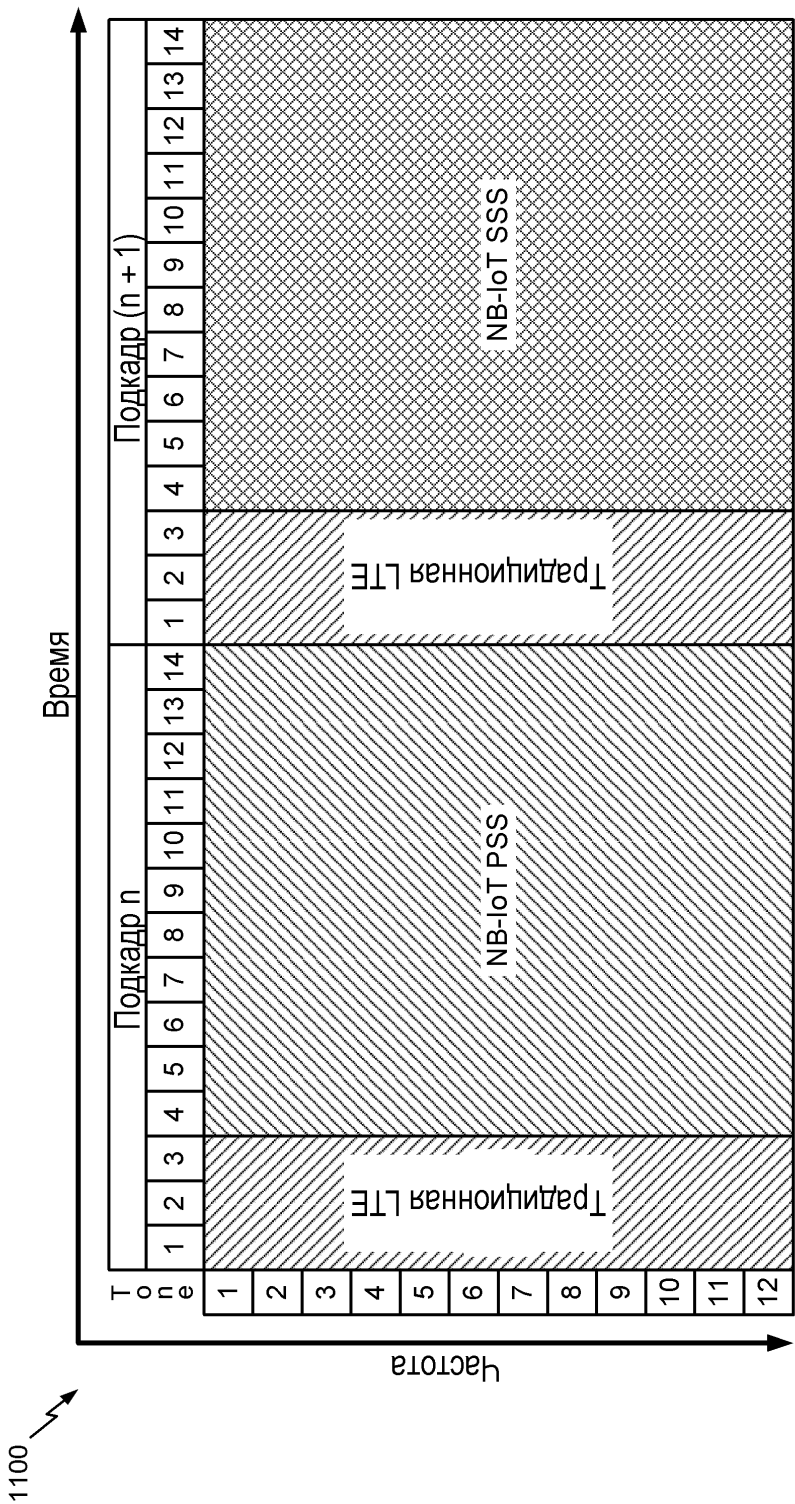
α	β					
1	0	2	4	6	8	--
5	0	2	4	6	10	--
7	0	2	3	6	7	8
1	0	1	4	5	6	10

ФИГ.9

10/18



ФИГ.10



ФИГ.11

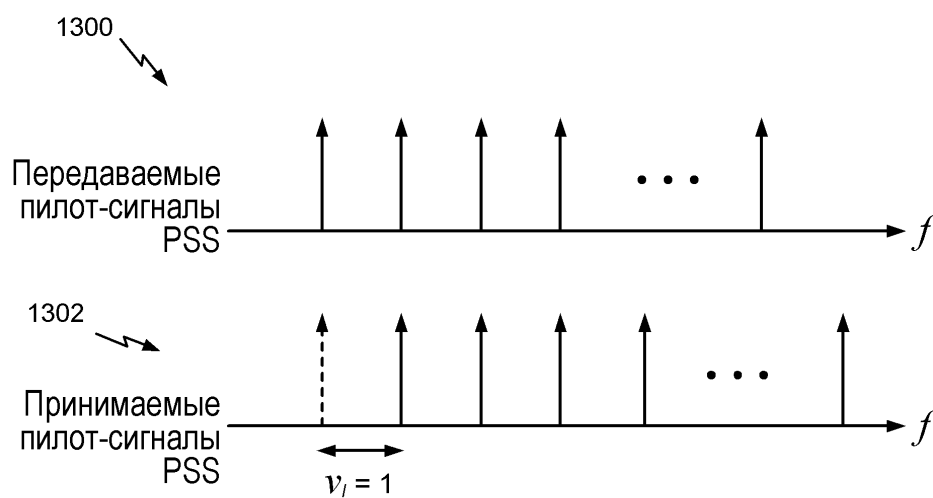
1200 ↗

12/18

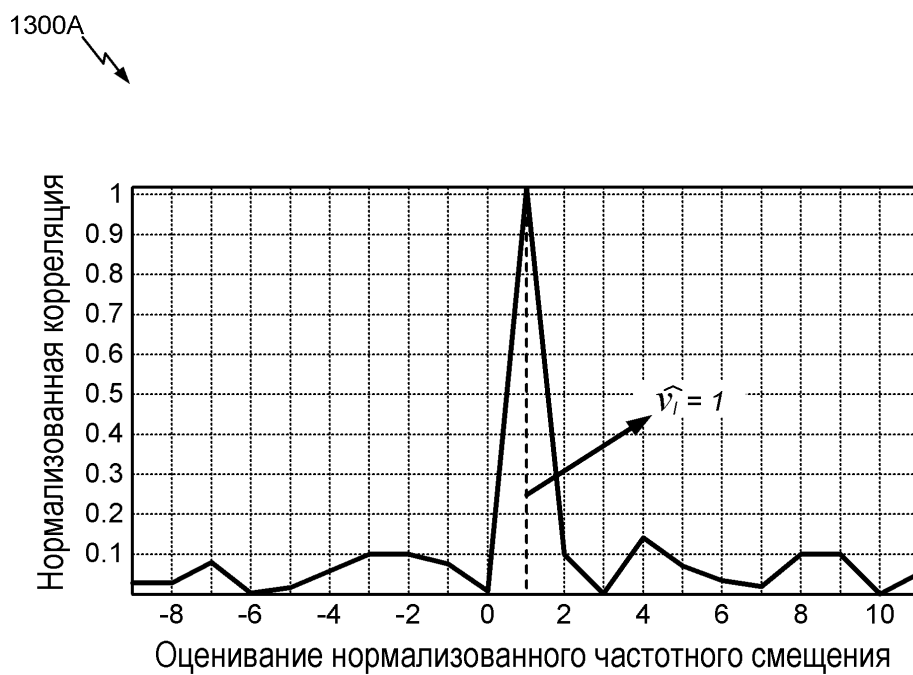
Индекс символа	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
PN покрытие					1	1	1	-1	-1	-1	1	-1	-1	1	-1
Подвектор выборки PSS					γ_1	γ_2	γ_3	γ_4	γ_5	γ_6	γ_7	γ_8	γ_9	γ_{10}	γ_{11}

ФИГ.12

13/18

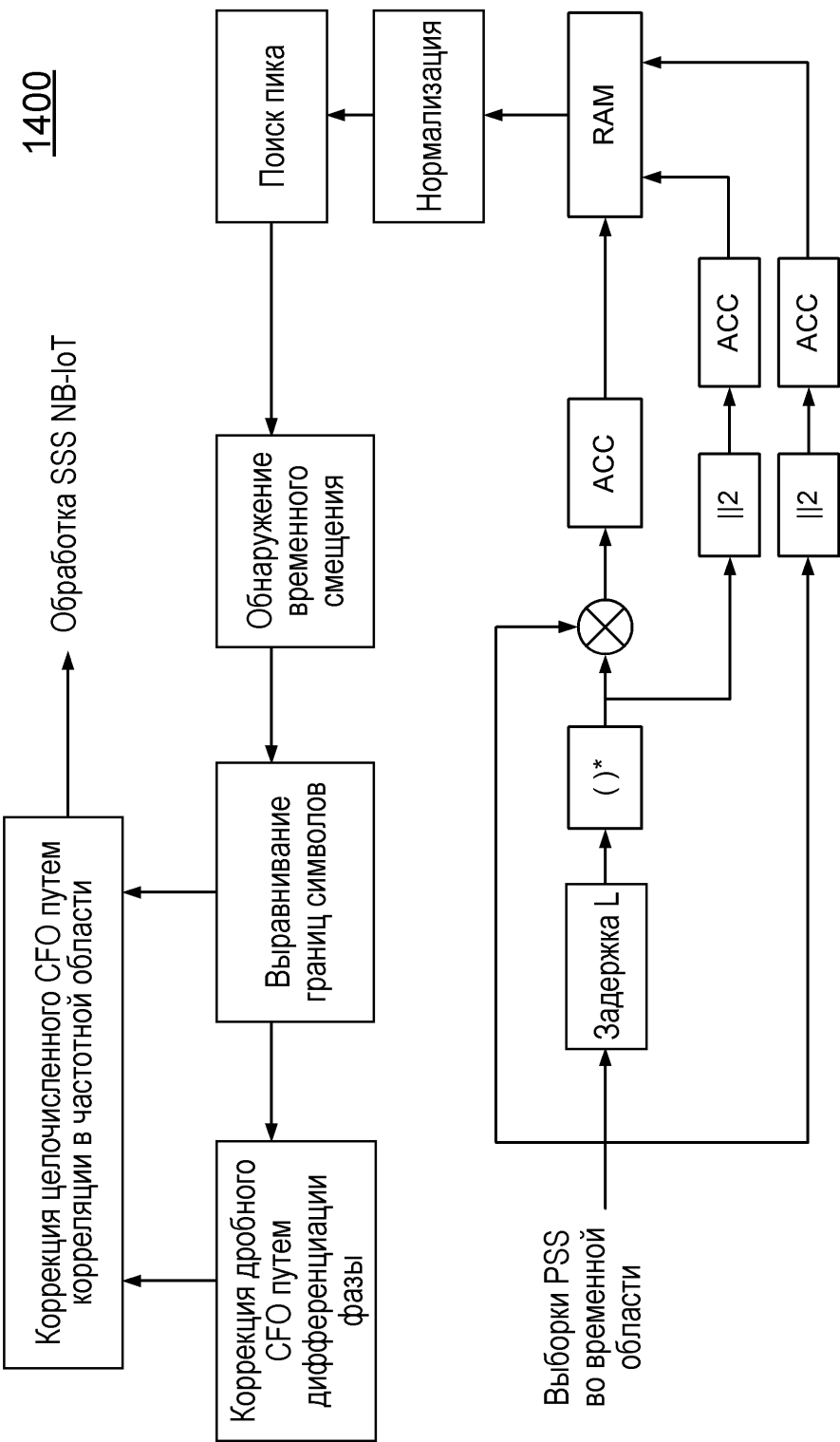


ФИГ.13



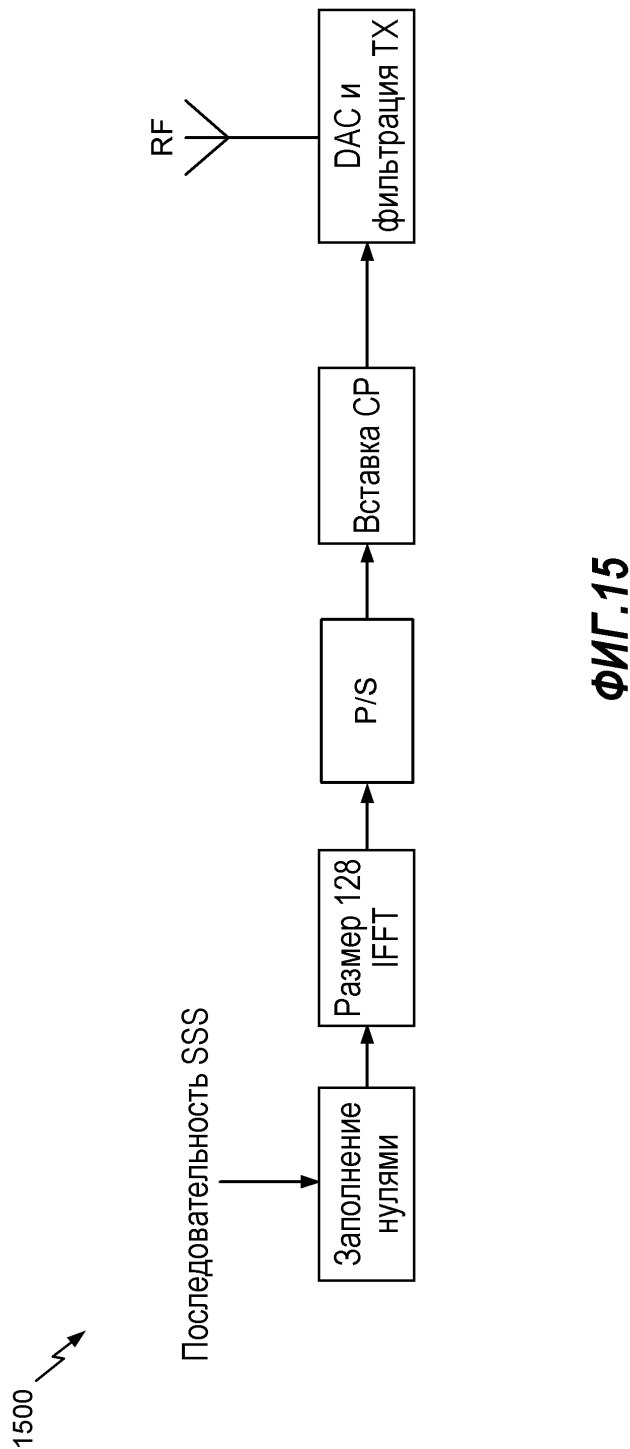
ФИГ.13А

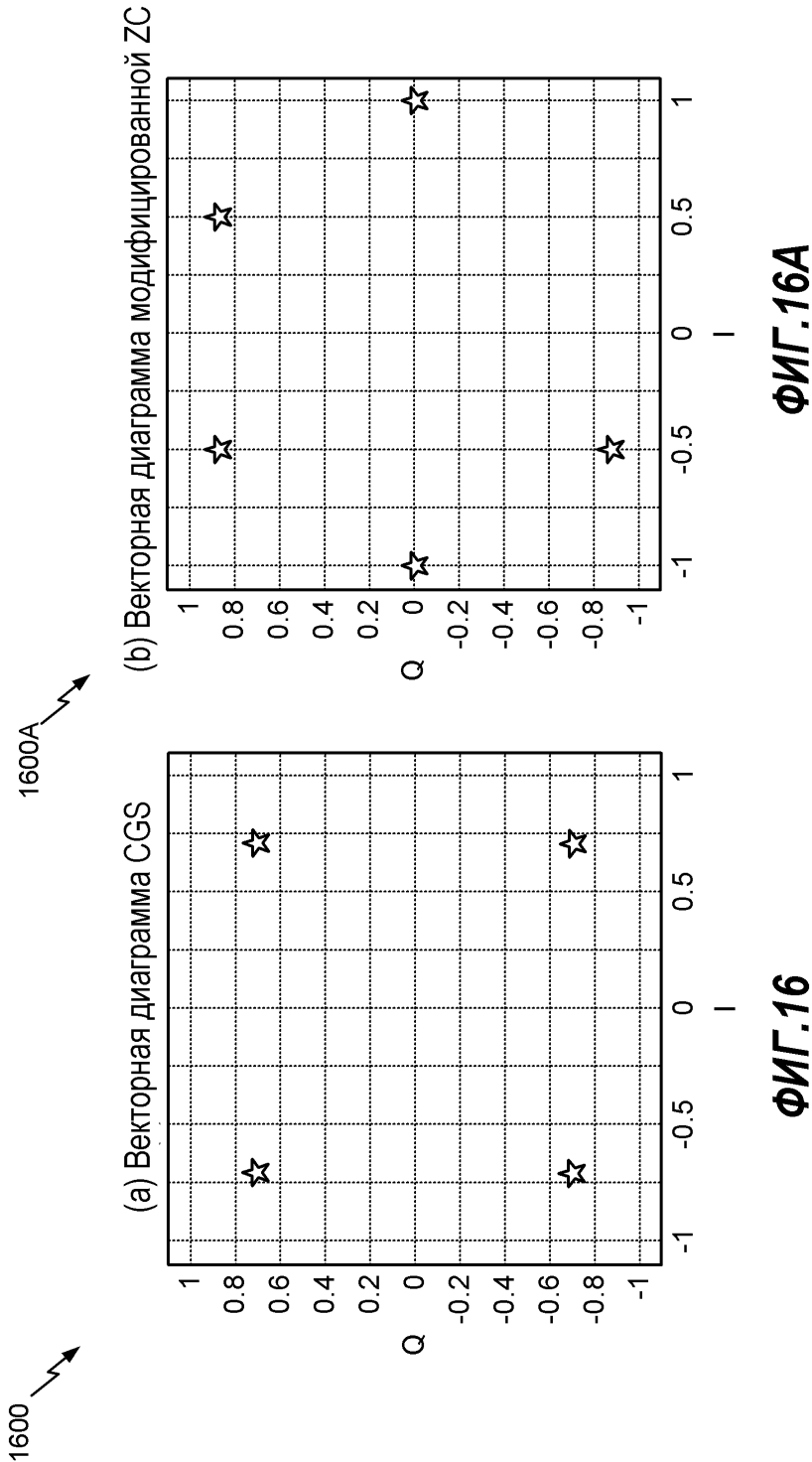
14/18



ФИГ.14

15/18

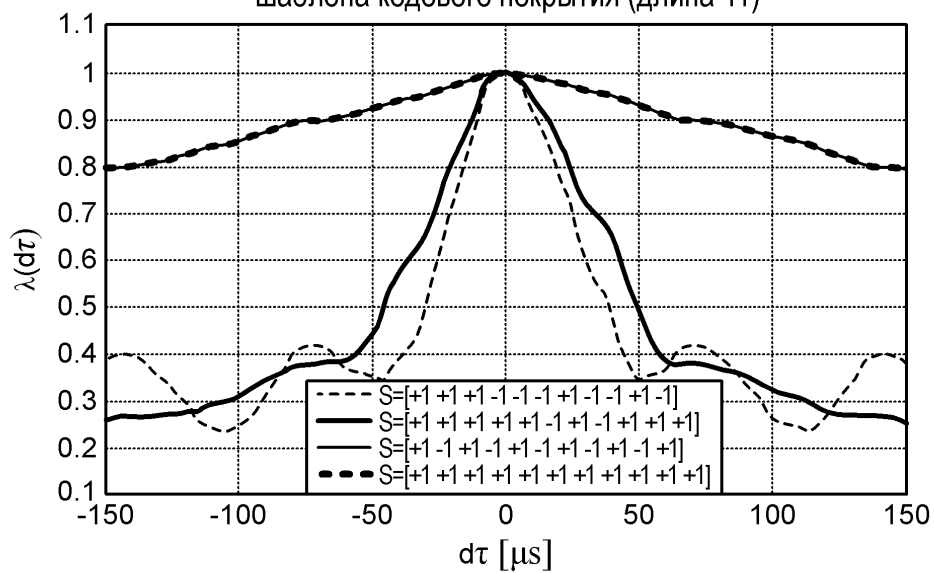




17/18

1700

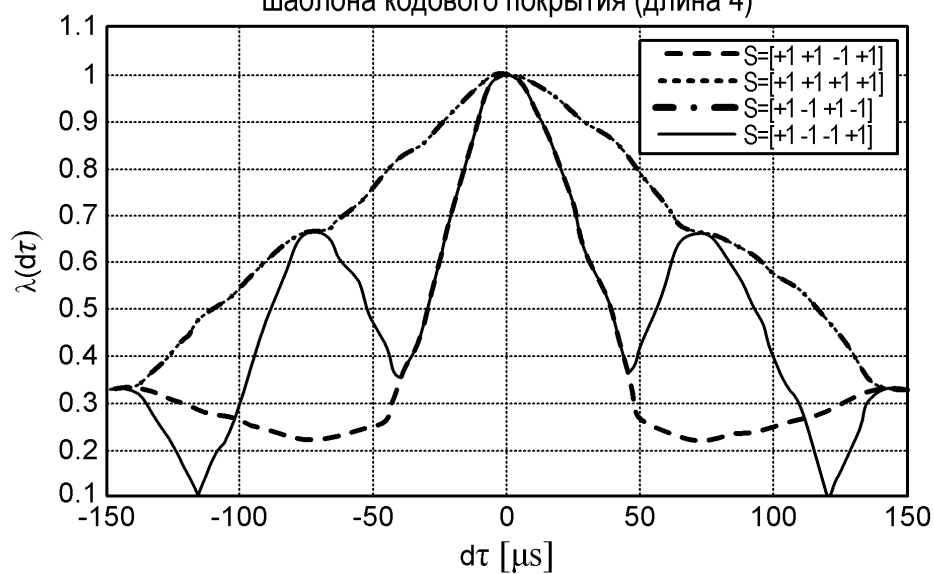
(a) Оценитель временного смещения ML относительно шаблона кодового покрытия (длина 11)



ФИГ.17

1700A

(b) Оценитель временного смещения ML относительно шаблона кодового покрытия (длина 4)



ФИГ.17A

Индекс символа SSS	1	2	3	...	M	Полезная нагрузка
Расположение корней #1	$\mu(1,1)$	$\mu(1,2)$	$\mu(1,3)$	...	$\mu(1,M)$	ID соты
Расположение корней #1	$\mu(2,1)$	$\mu(2,2)$	$\mu(2,3)$	...	$\mu(2,M)$	ID соты
Расположение корней #3	$\mu(3,1)$	$\mu(3,2)$	$\mu(3,3)$	...	$\mu(3,M)$	ID соты
• • •						Номер подкадра
• • •						Системная информация

ФИГ.18

1800 ↗