



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК  
H04W 74/0808 (2019.02)

(21)(22) Заявка: 2018123361, 01.12.2016

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
01.12.2016

Дата регистрации:  
26.08.2019

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:  
11.12.2015 US 62/266,386

(45) Опубликовано: 26.08.2019 Бюл. № 24

(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на  
национальной фазе: 11.07.2018

(86) Заявка РСТ:  
SE 2016/051194 (01.12.2016)

(87) Публикация заявки РСТ:  
WO 2017/099650 (15.06.2017)

Адрес для переписки:  
109012, Москва, ул. Ильинка, 5/2, ООО  
"Союзпатент"

(72) Автор(ы):

**МУКХЕРДЖЕЕ, Амитаб (US),  
ЯН, Юй (SE)**

(73) Патентообладатель(и):

**ТЕЛЕФОНАКТИЕБОЛАГЕТ ЛМ  
ЭРИКССОН (ПАБЛ) (SE)**

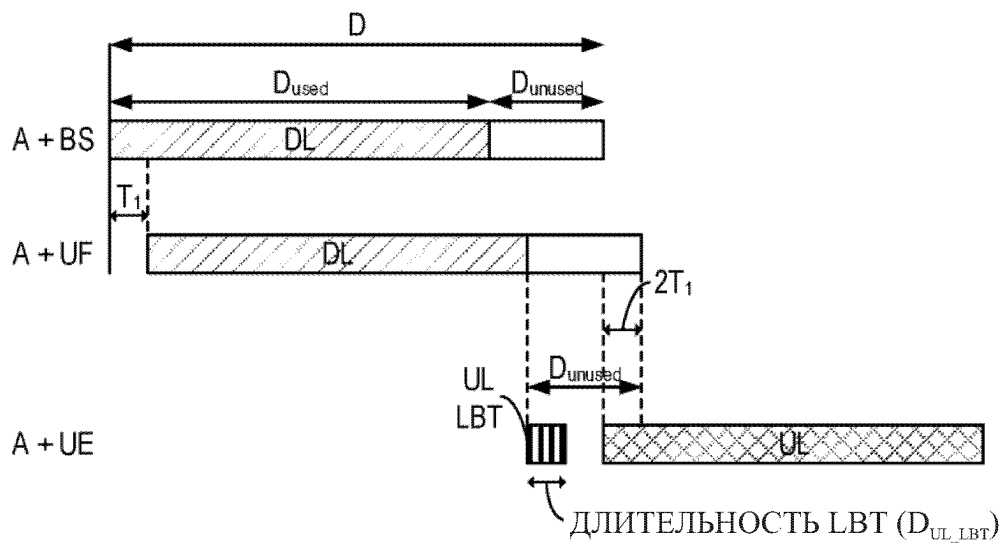
(56) Список документов, цитированных в отчете  
о поиске: WO 2013126858 A1, 29.08.2013. US  
20070254656 A1, 01.11.2007. US 20150099525 A1,  
09.04.2015. RU 2319311 C2, 10.03.2008. US  
20150271847 A1, 24.09.2015.

## (54) ВРЕМЕННОЕ ОПЕРЕЖЕНИЕ В СИСТЕМАХ LBT

(57) Реферат:

Изобретение относится к временному опережению (ТА) в соте с возможностью прослушивания перед передачей (LBT). Технический результат состоит в возможности управления временной синхронизацией процедуры LBT восходящей линии связи таким образом, чтобы по меньшей мере часть длительности LBT попадала в период времени, в котором передача

по нисходящей линии связи в соте LBT не мешает процедуре LBT. Для этого способ работы узла радиодоступа в сети сотовой связи содержит передачу индикатора ТА для LBT восходящей линии связи для соты LBT, которая будет использоваться беспроводным устройством. 4 н. и 27 з.п. ф-лы, 27 ил.



Фиг. 15В

RU 2698429 C1

RU 2698429 C1



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.  
*H04W 74/08* (2009.01)  
*H04W 16/14* (2009.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC  
*H04W 74/0808 (2019.02)*

(21)(22) Application: **2018123361, 01.12.2016**  
(24) Effective date for property rights:  
**01.12.2016**  
Registration date:  
**26.08.2019**  
Priority:  
(30) Convention priority:  
**11.12.2015 US 62/266,386**  
(45) Date of publication: **26.08.2019** Bull. № 24  
(85) Commencement of national phase: **11.07.2018**  
(86) PCT application:  
**SE 2016/051194 (01.12.2016)**  
(87) PCT publication:  
**WO 2017/099650 (15.06.2017)**  
Mail address:  
**109012, Moskva, ul. Ilinka, 5/2, OOO "Soyuzpatent"**

(72) Inventor(s):  
**MUKHERJEE, Amitav (US),  
YANG, Yu (SE)**  
(73) Proprietor(s):  
**TELEFONAKTIEBOLAGET L MERICSSON  
(PUBL) (SE)**

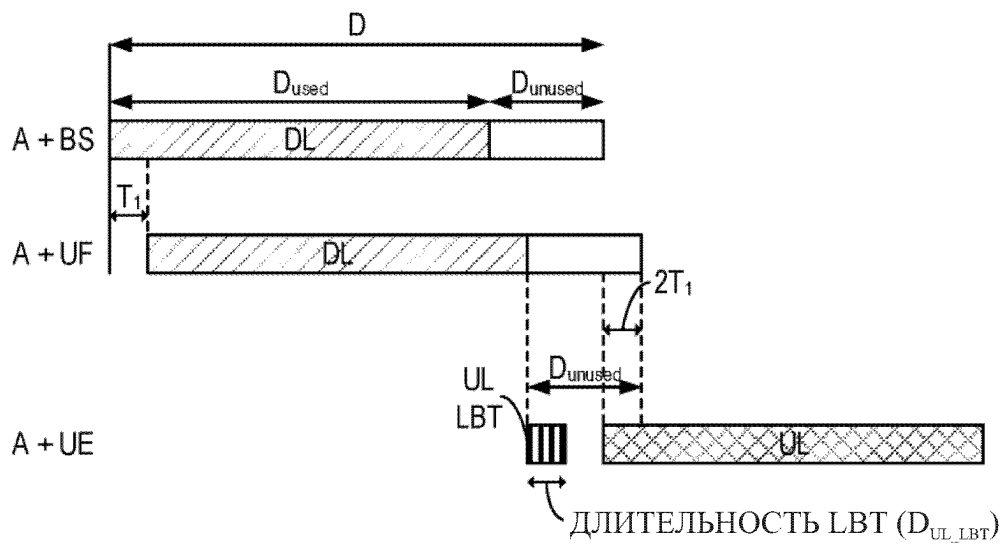
(54) **TIME ADVANCE IN LBT SYSTEMS**

(57) Abstract:  
FIELD: physics.  
SUBSTANCE: invention relates to time advance (TA) in a cell with possibility of listening before transmission (LBT). To this end, a method of operating a radio access node in a cellular communication network comprises transmitting a TA indicator for an uplink LBT for a LBT cell to be used by a wireless device.

EFFECT: technical result consists in the possibility of controlling the time synchronization of the uplink LBT procedure such that at least part of the duration of the LBT falls within a period of time in which downlink transmission in the LBT cell does not interfere with the LBT procedure.  
31 cl, 27 dwg

C 1  
2 6 9 8 4 2 9  
R U

R U  
2 6 9 8 4 2 9  
C 1



Фиг. 15В

RU 2698429 C1

RU 2698429 C1

Перекрестная ссылка на родственную заявку

Данная заявка испрашивает приоритет предварительной заявки на патент, серийный номер 62/266,386, поданной 11 декабря 2015 г., раскрытие которой во всей своей полноте включено сюда путем ссылки.

5 Область техники, к которой относится изобретение

Настоящее раскрытие относится к технологиям радиодоступа в лицензированной полосе частот (LAA), прослушивания перед передачей (LBT), LBT на нескольких несущих и MulteFire. Предложенные изменения позволяют оказывать воздействие на диапазоны частот L1 и L2.

10 Уровень техники

Технология радиодоступа на базе лицензированной полосы частот (LAA) в рамках программы партнерства третьего поколения (3GPP) версии (Rel) 13 позволяет оборудованию долгосрочного развития (LTE) работать также в нелицензированном радиочастотном спектре 5 гигагерц (ГГц). Нелицензированный спектр 5 ГГц  
15 используется в качестве дополнения к лицензированному спектру. Будущий рабочий элемент версии 14 будет добавлять передачи по восходящей линии связи к LAA. Соответственно, устройства подключаются в лицензированном спектре (первичная сота (PCell)) и используют агрегацию несущих (CA) для того, чтобы извлечь выгоду из дополнительной пропускной способности передачи в нелицензированном спектре  
20 (вторичная сота (SCell)). Автономная работа LTE в нелицензированном спектре также возможна и находится на стадии разработки консорциумом MulteFire Alliance.

Однако требования законодательства не разрешают передачи в нелицензированном спектре без предварительного зондирования канала. Так как нелицензированный спектр должен совместно использоваться с другими устройствами радиосвязи, использующими  
25 аналогичные или отличающиеся технологии беспроводной связи, необходимо применять так называемый способ прослушивания перед передачей (Listen-Before-Talk (LBT)). LBT предусматривает зондирование среды в течение заданного минимального количества времени и его прекращение в случае, если канал занят. В настоящее время нелицензированный спектр 5 ГГц используется в основном в оборудовании,  
30 реализующем стандарт беспроводной локальной сети (WLAN) IEEE 802.11. Этот стандарт известен под коммерческим названием "Wi-Fi".

LTE

LTE использует мультиплексирование с ортогональным частотным разделением каналов (OFDM) в нисходящей линии связи и OFDM с расширением по спектру  
35 посредством дискретного преобразования Фурье (которое также упоминается как множественный доступ с частотным разделением каналов с одной несущей (FDMA)) в восходящей линии связи. Таким образом, основной физический ресурс нисходящей линии связи LTE можно рассматривать как частотно-временную сетку, показанную на фиг. 1, где каждый ресурсный элемент соответствует одной поднесущей OFDM в течение  
40 интервала одного OFDM-символа. Подкадр восходящей линии связи имеет такое же разнесение поднесущих, как и нисходящая линия связи, и такое же количество символов FDMA с одной несущей (SC-FDMA) во временной области, как и OFDM-символы в нисходящей линии связи.

Во временной области передачи по нисходящей линии связи LTE организованы в  
45 радиокадры длительностью 10 миллисекунд (мс), причем каждый радиокадр состоит из десяти подкадров одинаковой длительности  $T_{\text{SUBFRAME}} = 1$  мс, как показано на фиг. 2. Каждый подкадр содержит два слота длительности 0,5 мс каждый, и слот имеет нумерацию в пределах подкадра в диапазоне от 0 до 19. Для нормального циклического

префикса один подкадр состоит из 14 OFDM-символов. Длительность каждого символа приблизительно равна 71,4 микросекунды (мкс).

Кроме того, выделение ресурсов в LTE обычно описывается в терминах ресурсных блоков, где ресурсный блок соответствует одному слоту (0,5 мс) во временной области и 12 смежным поднесущим в частотной области. Пара из двух соседних ресурсных блоков во временной области (1,0 мс) известна как пара ресурсных блоков. Ресурсные блоки нумеруются в частотной области, начиная с 0 от одного конца полосы пропускания системы.

Передачи по нисходящей линии связи планируются динамически, то есть в каждом подкадре базовая станция передает управляющую информацию относительно того, в какие терминалы передаются данные, и после каких ресурсных блоков передаются данные, в текущем подкадре нисходящей линии связи. Эта управляющая сигнализация, как правило, передается в первых 1, 2, 3 или 4 OFDM-символах в каждом подкадре, и номер  $n = 1, 2, 3$  или 4 известен как индикатор управляющего формата (CFI). Подкадр нисходящей линии связи также содержит общие опорные символы, которые известны приемнику и используются для когерентной демодуляции, например, управляющей информации. Система нисходящей линии связи с CFI = 3 OFDM-символа в качестве управления показана на фиг. 3. Опорные символы, показанные на чертеже, представляют собой опорные символы, характерные для соты (CRS), и используются для поддержки многочисленных функций, включая точную частотно-временную синхронизацию и оценку канала для определенных режимов передачи.

Передачи по восходящей линии связи планируются динамически, то есть в каждом подкадре нисходящей линии связи базовая станция передает управляющую информацию относительно того, какие терминалы должны передавать данные в усовершенствованный или развитой узел В (eNB) в последующих подкадрах, и после каких ресурсных блоков передаются данные. Сетка ресурсов восходящей линии связи состоит из данных и управляющей информации восходящей линии связи в физическом совместно используемом канале восходящей линии связи (PUSCH), управляющей информации восходящей линии связи в физическом канале управления восходящей линии связи (PUCCH) и различных опорных сигналов, таких как опорные сигналы демодуляции (DMRS) и зондирующие опорные сигналы (SRS). DMRS используются для когерентной демодуляции данных PUSCH и PUCCH, тогда как SRS не связан с какими-либо данными или управляющей информацией, но обычно используется для оценки качества канала восходящей линии связи для целей частотно-избирательного планирования. Пример подкадра восходящей линии связи показан на фиг. 4. Отметим, что DMRS и SRS восходящей линии связи мультиплексируются по времени в подкадре восходящей линии связи, и SRS всегда передаются в последнем символе нормального подкадра восходящей линии связи. DMRS PUSCH передается один раз в каждом слоте для подкадров с нормальным циклическим префиксом, и расположен в четвертом и одиннадцатом символах SC-FDMA.

В LTE версии 11 и более поздних версиях назначение ресурсов нисходящей линии связи или восходящей линии связи может также планироваться по усовершенствованному физическому каналу управления нисходящей линии связи (EPDCCH). Для версии 8 - версии 10 доступен только физический канал управления нисходящей линии связи (PDCCH). Ресурсные гранты характерны для пользовательского оборудования (UE) и указываются путем скремблирования циклического избыточного кода (CRC) управляющей информации нисходящей линии связи (DCI) с идентификатором временного идентификатора сотовой радиосети (C-RNTI), характерного для UE.

### Временное опережение восходящей линии связи LTE

Передачи по восходящей линии связи из различных UE будут поступать в разное время в eNB из-за различий в задержке распространения. Для того, чтобы поддержать ортогональность восходящей линии связи, временное опережение (TA) восходящей линии связи, характерное для UE, указывается UE для того, чтобы согласовать время приема этих передач в eNB. TA восходящей линии связи устанавливается с учетом времени приема по нисходящей линии связи для UE. Для начального доступа TA рассчитывается eNB после этапа передачи преамбулы UE. После начального доступа eNB может повторно установить TA восходящей линии связи с помощью команд TA. TA можно сконфигурировать с помощью eNB, используя 11-битовую команду с детализацией 0,52 мкс, от 0 до максимум 0,67 мс. На фиг. 5 показана иллюстрация TA восходящей линии связи, где UE 1 и UE 2 дважды применяют TA к их соответствующим задержкам распространения сигнала в одну сторону из eNB, поэтому обе передачи по восходящей линии связи синхронизируются во времени, когда их принимает eNB. eNB конфигурирует таймер для каждого UE, который перезапускается UE каждый раз, когда поступает команда обновления TA. Если UE не принимает другую команду обновления TA до истечения времени таймера, то это следует рассматривать как потерю синхронизации по его восходящей линии связи. В этом случае UE не разрешается выполнять другую передачу по восходящей линии связи любого типа без предварительной передачи преамбулы произвольного доступа для повторного инициирования временной синхронизации восходящей линии связи.

### СА

Стандарт LTE версии 10 поддерживает полосы пропускания более 20 мегагерц (МГц). Одним из важных требований к LTE версии 10 является обеспечение совместимости с предыдущими версиями, например, с LTE версии 8. Этот стандарт должен также включить в себя спектральную совместимость. Это означает, что должна появиться несущая LTE версии 10 с пропускной способностью более 20 МГц, то есть как ряд несущих LTE в терминале LTE версии 8. Каждая такая несущая может упоминаться как компонентная несущая (СС). В частности, для ранних применений LTE версии 10 можно ожидать, что количество терминалов, способных поддерживать LTE версии 10, будет меньше по сравнению с многочисленными унаследованными терминалами LTE. Поэтому необходимо обеспечить эффективное использование несущей с широкой полосой пропускания, а также унаследованных терминалов, то есть можно реализовать несущие, при этом унаследованные терминалы могут быть запланированы во всех частях широкополосной несущей LTE версии 10. СА позволяет получить это прямым способом. СА подразумевает, что терминал LTE версии 10 может принимать многочисленные СС, где СС имеют или по меньшей мере могут иметь такую же структуру, как и несущая в версии 8. СА показана на фиг. 6. UE с возможностью СА назначает PCell, которая всегда активирована, и одну или более SCell, которые можно динамически активировать или деактивировать.

Количество агрегированных СС, а также полоса пропускания отдельной СС может быть разным для восходящей линии связи и нисходящей линии связи. Симметричная конфигурация относится к случаю, когда количество СС в нисходящей линии связи и восходящей линии связи является одинаковым, тогда как асимметричная конфигурация относится к случаю, когда количество СС является различным. Важно отметить, что количество СС, сконфигурированных в соте, может отличаться от количества СС, видимых терминалом. Например, терминал может поддерживать больше СС нисходящей линии связи, чем СС восходящей линии связи, даже несмотря на то, что сота

сконфигурирована с одинаковым количеством СС восходящей линии связи и нисходящей линии связи.

## WLAN

В типичных применениях WLAN для доступа к среде используется множественный доступ с контролем несущей и предотвращением конфликтов (CSMA/CA). Это означает, что канал зондируется для выполнения оценки незанятости канала (ССА), и передача инициируется только в том случае, если канал объявлен как незанятый. В случае, если канал объявлен как занятый, передача по существу откладывается до тех пор, пока канал не будет считаться незанятым.

На фиг. 7 показана общая иллюстрация механизма LBT Wi-Fi. После того как станция Wi-Fi передаст кадр данных в станцию В, станция В должна передать кадр положительного подтверждения (ACK) обратно в базовую станцию А с задержкой 16 мкс. Такой кадр ACK передается станцией В без выполнения операции LBT. Чтобы другая станция не мешала такой передаче кадра ACK, станция должна задержать передачу на длительность 34 мкс (которая упоминается как распределенный межкадровый промежуток (DIFS)) после того, как канал будет занят, прежде чем снова оценить, занят ли канал. Поэтому станция, которая должна осуществить передачу, сначала выполняет ССА путем зондирования среды в течение фиксированной длительности DIFS. Если среда не занята, то предполагается, что станция может распорядиться средой и начать последовательность обмена кадрами. Если среда занята, станция находится в режиме ожидания до тех пор, пока среда станет незанятой, задерживает передачу на DIFS и ожидает следующего периода случайной отсрочки передачи.

В приведенном выше базовом протоколе, когда среда становится доступной, несколько станций Wi-Fi могут быть готовы к передаче, что может привести к конфликтам. Чтобы уменьшить количество конфликтов, станции, предназначенные для передачи, выбирают значение счетчика случайной отсрочки передачи и откладывают передачу на это количество слотовых интервалов незанятости канала. Значение счетчика случайной отсрочки передачи выбирается как случайное целое число, выбранное из равномерного распределения по интервалу  $[0, CW]$ . Размер по умолчанию окна ( $CW_{min}$ ) конкуренции случайной отсрочки передачи установлен в спецификациях IEEE. Отметим, что конфликты могут все еще произойти даже в рамках этого протокола случайной отсрочки передачи, когда существует много станций, конкурирующих за доступ к каналу. Следовательно, чтобы избежать регулярно возникающих конфликтов, размер ( $CW$ ) окна конкуренции задержки удваивается всякий раз, когда станция обнаруживает конфликт своей передачи вплоть до предельного значения ( $CW_{max}$ ), что также установлено в спецификациях IEEE. Когда станции удастся выполнить передачу без конфликта, она повторно устанавливает свой размер окна конкуренции случайной отсрочки передачи снова на значение по умолчанию ( $CW_{min}$ ).

40 LAA в нелицензированном спектре, который используется в LTE

До сих пор спектр, используемый LTE, выделялся LTE. Преимущество этого состоит в том, что системе LTE не нужно заботиться о проблеме сосуществования, и эффективность спектра может быть максимизирована. Однако спектр, выделенный для LTE, ограничен, что не позволяет удовлетворить постоянно растущий спрос на большую пропускную способность, которая требуется для приложений/услуг. Поэтому в 3GPP был инициирован новый предмет исследования по расширению LTE для использования нелицензированного спектра в дополнение к лицензированному спектру. По определению, нелицензированный спектр может одновременно использоваться в



нескольких различных технологиях. Поэтому в LTE необходимо учитывать проблему сосуществования с другими системами, такими как IEEE 802.11 (Wi-Fi). Эксплуатация LTE таким же образом в нелицензированном спектре, как в лицензированном спектре, может серьезно ухудшить производительность Wi-Fi, так как Wi-Fi не будет передавать сразу после обнаружения того, что канал занят.

Кроме того, один из способов надежного использования нелицензированного спектра состоит в передаче необходимых сигналов управления и каналов на лицензированной несущей. То есть, как показано на фиг. 8, UE подключается к PCell в лицензированной полосе частот, и к одной или более SCell в нелицензированной полосе частот. В данной заявке SCell в нелицензированном спектре обозначена как SCell LAA.

#### LBT в LAA версии 13 3GPP

В LAA версии 13 LBT для передач данных нисходящей линии связи выполняет процедуру случайной отсрочки передачи, аналогичную Wi-Fi, с регулировками окна конкуренции (CW), основанными на передаче по обратному каналу отрицательного подтверждения (NACK) гибридного автоматического запроса повторной передачи (HARQ). Несколько аспектов LBT восходящей линии связи было обсуждено для версии 13. Что касается структуры LBT восходящей линии связи, то ее обсуждение было сосредоточено на сценариях планирования кросс-несущей и самопланирования. LBT восходящей линии связи предполагает дополнительный этап LBT для передач по восходящей линии связи с самопланированием, так как грант восходящей линии связи непосредственно требует LBT нисходящей линии связи посредством eNB. Затем максимальный размер CW LBT восходящей линии связи должен быть ограничен очень низким значением для устранения этого недостатка, если применяется произвольная задержка. Поэтому в LAA версии 13 рекомендуется, чтобы процедура LBT восходящей линии связи для самопланирования использовала либо одну длительность CCA по меньшей мере 25 мкс (аналогичную выделенному опорному сигналу (DRS) нисходящей линии связи), либо схему случайной отсрочки передачи с периодом задержки 25 мкс, в том числе с длительностью задержки 16 мкс, за которой следует один слот CCA и максимальный размер окна конкуренции, выбранный из  $X = \{3, 4, 5, 6, 7\}$ . Эти варианты также применимы для планирования кросс-несущей восходящей линии связи другой нелицензированной SCell.

Короткая процедура LBT восходящей линии связи для случая, предусматривающего планирование кросс-несущей лицензированной PCell, остается открытым для дальнейшего изучения. Другим вариантом, представленным в таблице, является полноценная процедура случайной отсрочки передачи, аналогичная той, которая используется станциями Wi-Fi.

Наконец, случай передач по восходящей линии связи без LBT, когда пакет передачи по восходящей линии связи следует за пакетом передачи по нисходящей линии связи на этой соответствующей несущей (с паузой не более 16 мкс между двумя пакетами), остается открытым для дальнейшего изучения версии 14.

На фиг. 9 показан пример, иллюстрирующий LBT восходящей линии связи и передачу по восходящей линии связи при отправке гранта восходящей линии связи на нелицензированной несущей.

#### Сущность изобретения

Раскрыты системы и способы, которые относятся к временному опережению в соте с поддержкой процедуры прослушивания перед передачей (LBT). В некоторых вариантах осуществления способ работы узла радиодоступа в сети сотовой связи содержит передачу индикатора временного опережения (TA) для LBT восходящей линии связи

для соты LBT, которая будет использоваться беспроводным устройством. Таким образом, временной синхронизацией процедуры LBT восходящей линии связи можно управлять таким образом, чтобы по меньшей мере часть длительности LBT попадала в период времени, в котором передача по нисходящей линии связи в соте LBT не мешает

5 процедуры LBT.

В некоторых вариантах осуществления ТА для LBT восходящей линии связи для соты LBT представляет собой ТА как для LBT восходящей линии связи, так и для передачи по восходящей линии связи для соты LBT.

10 В некоторых вариантах осуществления способ дополнительно содержит отправку, в беспроводное устройство, индикатора ТА для передачи по восходящей линии связи в соте LBT.

В некоторых вариантах осуществления способ дополнительно содержит определение ТА для LBT восходящей линии связи для соты LBT на основании задержки ( $T_1$ )

15 распространения сигнала в одну сторону между узлом радиодоступа, представляющим соту LBT, и беспроводным устройством, где ТА для LBT восходящей линии связи больше  $2T_1$  и соответствует временной синхронизации нисходящей линии связи беспроводного устройства.

В некоторых вариантах осуществления определение ТА для LBT восходящей линии связи содержит определение ТА для LBT восходящей линии связи на основании задержки ( $T_1$ ) распространения сигнала в одну сторону и количества времени, необходимого для

20 выполнения процедуры LBT восходящей линии связи по отношению к соте LBT, где ТА для LBT восходящей линии связи больше или равно  $2T_1$  плюс количество времени, необходимое для выполнения процедуры LBT восходящей линии связи по отношению

25 к соте LBT.

В некоторых вариантах осуществления последний подкадр нисходящей линии связи пакета нисходящей линии связи в соте LBT состоит из используемой части длительности  $D_{used}$ , которая соответствует частичному подкадру нисходящей линии связи, и

30 неиспользуемой части длительности  $D_{unused}$ , которая появляется после частичного подкадра нисходящей линии связи, и определение ТА для LBT восходящей линии связи

содержит определение ТА для LBT восходящей линии связи на основании: (a) задержки ( $T_1$ ) распространения сигнала в одну сторону, (b) количества времени, необходимого для выполнения процедуры LBT восходящей линии связи в соте LBT, и (c)  $D_{unused}$ , где

35 ТА для LBT восходящей линии связи больше или равно  $2T_1$  плюс количество времени, необходимое для выполнения процедуры LBT восходящей линии связи, и меньше или равно  $D_{unused}$ .

В некоторых вариантах осуществления ТА для LBT восходящей линии связи является таким, что длительность LBT восходящей линией связи для процедуры LBT восходящей

40 линии связи, выполняемой беспроводным устройством, попадает в период времени, который начинается после приема, в беспроводном устройстве, конца последнего частичного подкадра нисходящей линии связи в пакете нисходящей линии связи в соте LBT.

В некоторых вариантах осуществления ТА для LBT восходящей линии связи является таким, что длительность LBT восходящей линией связи для процедуры LBT восходящей

45 линии связи, выполняемой беспроводным устройством, попадает в период времени, который (a) начинается после приема, в беспроводном устройстве, конца последнего частичного подкадра нисходящей линии связи в пакете нисходящей линии связи в соте

ЛВТ и (b) заканчивается в тот момент времени, когда беспроводное устройство должно начать желаемую передачу по восходящей линии связи, если результатом процедуры ЛВТ восходящей линии связи является то, что канал восходящей линии связи для соты ЛВТ не занят. Кроме того, в некоторых вариантах осуществления время, в течение которого беспроводное устройство должно начать желаемую передачу по восходящей линии связи, задается отдельным ТА для передачи по восходящей линии связи в соте ЛВТ.

В некоторых вариантах осуществления ТА для ЛВТ восходящей линии связи равно задержке ( $T_1$ ) распространения сигнала в одну сторону между узлом радиодоступа, представляющим соту ЛВТ, и беспроводным устройством плюс длительность  $D$  последнего подкадра нисходящей линии связи в пакете нисходящей линии связи в соте ЛВТ, и ТА для ЛВТ восходящей линии связи соответствует временной синхронизации приема нисходящей линии связи беспроводного устройства.

В некоторых вариантах осуществления ТА для ЛВТ восходящей линии связи является таким, что по меньшей мере часть длительности ЛВТ восходящей линии связи для процедуры ЛВТ восходящей линии связи, выполняемой беспроводным устройством, находится в пределах задержки ( $T_1$ ) распространения сигнала в одну сторону между узлом радиодоступа, представляющим соту ЛВТ, и беспроводным устройством.

В некоторых вариантах осуществления ТА для ЛВТ восходящей линии связи является таким, что по меньшей мере часть длительности ЛВТ восходящей линии связи для процедуры ЛВТ восходящей линии связи, выполняемой беспроводным устройством, попадает в период времени, имеющий длительность, которая равна задержке ( $T_1$ ) распространения сигнала в одну сторону между узлом радиодоступа, представляющим соту ЛВТ, и беспроводным устройством, причем период времени начинается во время передачи последнего подкадра нисходящей линии связи в пакете нисходящей линии связи в соте ЛВТ в узле радиодоступа, представляющем соту ЛВТ, и заканчивается во время приема последнего подкадра нисходящей линии связи в пакете нисходящей линии связи в соте ЛВТ в беспроводном устройстве. Кроме того, в некоторых вариантах осуществления ТА для ЛВТ восходящей линии связи равно  $D + T_1$ , где  $D$  - длительность последнего подкадра нисходящей линии связи в пакете нисходящей линии связи в соте ЛВТ. Кроме того, в некоторых вариантах осуществления последний подкадр нисходящей линии связи в пакете нисходящей линии связи является последним подкадром нисходящей линии связи, непосредственно предшествующим желаемой передаче по восходящей линии связи, выполняемой беспроводным устройством, и беспроводное устройство не запланировано для приема данных в последнем подкадре нисходящей линии связи. В других вариантах осуществления последний подкадр нисходящей линии связи в пакете нисходящей линии связи является последним подкадром нисходящей линии связи, непосредственно предшествующим желаемой передаче по восходящей линии связи, выполняемой беспроводным устройством, беспроводное устройство запланировано для приема данных в последнем подкадре нисходящей линии связи, и беспроводное устройство не начинает передачу по восходящей линии связи при условии, что процедура ЛВТ восходящей линии связи является успешной, до тех пор, пока не будет завершен прием пакета нисходящей линии связи в беспроводном устройстве.

В некоторых вариантах осуществления отправка индикатора ТА для ЛВТ восходящей линии связи для соты ЛВТ содержит отставку индикатора ТА для ЛВТ восходящей линии связи для соты ЛВТ на первой несущей, и сота ЛВТ находится на второй несущей, которая отличается от первой несущей. В некоторых вариантах осуществления ТА для

LBT восходящей линии связи равно  $D + T_1$ , где  $D$  - длительность последнего подкадра нисходящей линии связи в пакете нисходящей линии связи в соте LBT.

В некоторых вариантах осуществления ТА для LBT восходящей линии связи является таким, что длительность LBT восходящей линией связи для процедуры LBT восходящей  
5 линии связи, выполняемой беспроводным устройством, попадает в период времени, который соответствует временной паузе в предпоследнем подкадре нисходящей линии связи в пакете нисходящей линии связи в соте LBT.

Кроме того, раскрыты варианты осуществления узла радиодоступа для сети сотовой связи. В некоторых вариантах осуществления узел радиодоступа выполнен с  
10 возможностью выполнения способа работы узла радиодоступа согласно любым из раскрытых в данном документе вариантов осуществления.

В некоторых вариантах осуществления радиодоступ для сети сотовой связи содержит по меньшей мере один процессор и память, содержащую инструкции, исполняемые по  
15 меньшей мере одним процессором, в результате чего узел радиодоступа выполнен с возможностью осуществления передачи индикатора ТА для LBT восходящей линии связи для соты LBT, которая будет использоваться беспроводным устройством.

В некоторых вариантах осуществления радиодоступ для сети сотовой связи содержит модуль передачи, выполненный с возможностью передачи индикатора ТА для LBT  
20 восходящей линии связи для соты LBT, которая будет использоваться беспроводным устройством.

Кроме того, раскрыты варианты осуществления способа работы беспроводного устройства в сети сотовой связи. В некоторых вариантах осуществления способ работы  
25 беспроводного устройства в сети сотовой связи содержит прием, из узла радиодоступа, индикатора ТА для LBT восходящей линии связи для соты LBT и выполнение процедуры LBT восходящей линии связи для соты LBT согласно ТА для LBT восходящей линии связи.

В некоторых вариантах осуществления способ дополнительно содержит прием, из узла радиодоступа, индикатора отдельного ТА для передачи по восходящей линии  
30 связи в соте LBT.

В некоторых вариантах осуществления ТА для LBT восходящей линии связи является таким, что длительность LBT восходящей линией связи для процедуры LBT восходящей  
35 линии связи, выполняемой беспроводным устройством, попадает в период времени, который начинается после приема, в беспроводном устройстве, конца последнего частичного подкадра нисходящей линии связи в пакете нисходящей линии связи в соте LBT.

В некоторых вариантах осуществления ТА для LBT восходящей линии связи является таким, что длительность LBT восходящей линией связи для процедуры LBT восходящей  
40 линии связи, выполняемой беспроводным устройством, попадает в период времени, который (а) начинается после приема, в беспроводном устройстве, конца последнего частичного подкадра нисходящей линии связи в пакете нисходящей линии связи в соте LBT и (б) заканчивается в тот момент времени, когда беспроводное устройство должно начать желаемую передачу по восходящей линии связи, если результатом процедуры LBT восходящей линии связи является то, что канал восходящей линии связи для соты LBT не занят.

В некоторых вариантах осуществления время, в которое беспроводное устройство должно начать желаемую передачу по восходящей линии связи, определяется отдельным  
45 ТА для передачи по восходящей линии связи в соте LBT.

В некоторых вариантах осуществления ТА для LBT восходящей линии связи является

таким, что по меньшей мере часть длительности LBT восходящей линии связи для процедуры LBT восходящей линии связи, выполняемой беспроводным устройством, находится в пределах задержки ( $T_1$ ) распространения сигнала в одну сторону между узлом радиодоступа, представляющим соту LBT, и беспроводным устройством.

5 В некоторых вариантах осуществления ТА для LBT восходящей линии связи является таким, что по меньшей мере часть длительности LBT восходящей линии связи для процедуры LBT восходящей линии связи, выполняемой беспроводным устройством, попадает в период времени, имеющий длительность, которая равна задержке ( $T_1$ ) распространения сигнала в одну сторону между узлом радиодоступа, представляющим соту LBT, и беспроводным устройством, причем период времени начинается во время передачи последнего подкадра нисходящей линии связи в пакете нисходящей линии связи в соте LBT в узле радиодоступа, представляющем соту LBT, и заканчивается во время приема последнего подкадра нисходящей линии связи в пакете нисходящей линии связи в соте LBT в беспроводном устройстве. В некоторых вариантах осуществления ТА для LBT восходящей линии связи равно  $D + T_1$ , где  $D$  - длительность последнего подкадра нисходящей линии связи в пакете нисходящей линии связи в соте LBT. В некоторых вариантах осуществления последний подкадр нисходящей линии связи в пакете нисходящей линии связи является последним подкадром нисходящей линии связи, непосредственно предшествующим желаемой передаче по восходящей линии связи, выполняемой беспроводным устройством, и беспроводное устройство не запланировано для приема данных в последнем подкадре нисходящей линии связи. В некоторых других вариантах осуществления последний подкадр нисходящей линии связи в пакете нисходящей линии связи является последним подкадром нисходящей линии связи, непосредственно предшествующим желаемой передаче по восходящей линии связи, выполняемой беспроводным устройством, беспроводное устройство запланировано для приема данных в последнем подкадре нисходящей линии связи, и беспроводное устройство не начинает передачу по восходящей линии связи при условии, что процедура LBT восходящей линии связи является успешной, до тех пор, пока не будет завершен прием пакета нисходящей линии связи в беспроводном устройстве.

В некоторых вариантах осуществления прием индикатора ТА для LBT восходящей линии связи для соты LBT содержит прием индикатора ТА для LBT восходящей линии связи для соты LBT на первой несущей, и сота LBT находится на второй несущей, которая отличается от первой несущей. Кроме того, в некоторых вариантах осуществления ТА для LBT восходящей линии связи равно  $D + T_1$ , где  $D$  - длительность последнего подкадра нисходящей линии связи в пакете нисходящей линии связи в соте LBT.

В некоторых вариантах осуществления ТА для LBT восходящей линии связи является таким, что длительность LBT восходящей линией связи для процедуры LBT восходящей линии связи, выполняемой беспроводным устройством, попадает в период времени, который соответствует временной паузе в предпоследнем подкадре нисходящей линии связи в пакете нисходящей линии связи в соте LBT.

Кроме того, раскрыты варианты осуществления беспроводного устройства для работы в сети сотовой связи. В некоторых вариантах осуществления беспроводное устройство для работы в сети сотовой связи выполнено с возможностью работы согласно любому из вариантов осуществления способа работы раскрытого в данном документе беспроводного устройства.

В некоторых вариантах осуществления беспроводное устройство для работы в сети

сотовой связи содержит по меньшей мере один процессор и память, содержащую инструкции, исполняемые по меньшей мере одним процессором, в результате чего беспроводное устройство может принимать, из узла радиодоступа, индикатор ТА для LBT восходящей линии связи для соты LBT и выполнять процедуру LBT восходящей линии связи соты LBT согласно ТА для LBT восходящей линии связи.

В некоторых вариантах осуществления беспроводное устройство для работы в сети сотовой связи содержит модуль приема и модуль выполнения. Модуль приема выполнен с возможностью приема, из узла радиодоступа, индикатора ТА для LBT восходящей линии связи для соты LBT. Модуль выполнения выполнен с возможностью выполнения процедуры LBT восходящей линии связи соты LBT согласно ТА для LBT восходящей линии связи.

Специалисты в данной области техники поймут объем настоящего раскрытия и реализуют дополнительные его аспекты после прочтения последующего подробного описания вариантов осуществления совместно с сопроводительными чертежами.

Краткое описание чертежей

Сопроводительные фигуры чертежей, включенные и образующие часть настоящего описания, иллюстрируют несколько аспектов раскрытия, а вместе с описанием служат для объяснения принципов настоящего раскрытия.

Фиг. 1 иллюстрирует физический ресурс нисходящей линии связи долгосрочного развития (LTE) в виде частотно-временной сетки;

фиг. 2 иллюстрирует структуру LTE во временной области;

фиг. 3 иллюстрирует подкадр нисходящей линии связи;

фиг. 4 иллюстрирует подкадры восходящей линии связи LTE версии (Rel) 12;

фиг. 5 иллюстрирует временное опережение (ТА) восходящей линии связи в LTE при дуплексной связи с частотным разделением каналов (FDD);

фиг. 6 иллюстрирует агрегацию несущих (СА);

фиг. 7 иллюстрирует процедуру прослушивания перед передачей (LBT) в Wi-Fi;

фиг. 8 иллюстрирует способ радиодоступа на базе лицензированной полосы частот (LAA) в нелицензированном спектре с использованием СА LTE;

фиг. 9 иллюстрирует LBT LAA восходящей линии связи;

фиг. 10 иллюстрирует прокалывание подкадра нисходящей линии связи для обеспечения возможности LBT восходящей линии связи перед концом пакета нисходящей линии связи;

фиг. 11 иллюстрирует ТА передачи по восходящей линии связи вместе с ТА LBT восходящей линии связи, когда пользовательское оборудование (UE) не планируется для данных в последнем подкадре нисходящей линии связи с длительностью (D) и передает начальный сигнал после LBT;

фиг. 12 иллюстрирует ТА передачи по восходящей линии связи вместе с ТА LBT восходящей линии связи, когда UE не планируется для данных в последнем подкадре нисходящей линии связи с длительностью (D) и не передает начальный сигнал после LBT;

фиг. 13 иллюстрирует ТА LBT восходящей линии связи, когда UE планируется для данных в последнем подкадре нисходящей линии связи;

фиг. 14 иллюстрирует ТА для LBT восходящей линии связи и передачи по восходящей линии связи в случае нескольких несущих;

фиг. 15А и 15В иллюстрируют LBT восходящей линии связи после приема пакета нисходящей линии связи и ТА передачи по восходящей линии связи;

фиг. 16А-16С иллюстрируют сети сотовой связи согласно некоторым вариантам

осуществления настоящего раскрытия;

фиг. 17 иллюстрирует работу базовой станции и беспроводное устройство сети сотовой связи согласно некоторым вариантам осуществления настоящего раскрытия;

фиг. 18А-18С иллюстрируют процесс, показанный на фиг. 17, более подробно согласно некоторым вариантам осуществления настоящего раскрытия;

фиг. 19 и 20 иллюстрируют варианты осуществления базовой станции согласно некоторым вариантам осуществления настоящего раскрытия; и

фиг. 21 и 22 иллюстрируют варианты осуществления беспроводного устройства согласно некоторым вариантам осуществления настоящего раскрытия.

10     Подробное описание изобретения

Варианты осуществления, изложенные ниже, представляют собой информацию, которая позволит специалистам в данной области техники осуществить на практике варианты осуществления, и иллюстрируют лучший способ осуществления вариантов осуществления. После прочтения нижеследующего описания с учетом сопроводительных 15 фигур чертежей специалисты в данной области техники поймут концепции раскрытия и выявят приложения этих концепций, не упомянутых в данном документе особым образом. Следует понимать, что эти концепции и приложения подпадают под объем раскрытия.

Радиоузел. Используемый в данном документе термин "радиоузел" представляет 20 собой узел радиодоступа или беспроводное устройство.

Узел сети радиодоступа. Используемый в данном документе термин "узел радиодоступа" представляет собой любой узел в сети радиодоступа сети сотовой связи, который задействован для беспроводной передачи и/или приема сигналов. Некоторые 25 примеры узла радиодоступа включают в себя, но не ограничиваются ими, базовую станцию (например, усовершенствованный или развитой узел В (eNB) в сети долгосрочного развития (LTE) проекта партнерства третьего поколения (3GPP), мощную или макробазовую станцию, базовую станцию малой мощности (например, микробазовую станцию, пикобазовую станцию, домашний eNB и т.п.) и ретрансляционный узел.

30     Беспроводное устройство. Используемый в данном документе термин "беспроводное устройство" представляет собой устройство любого типа, которое имеет доступ (то есть обслуживается) к сети сотовой связи за счет беспроводной передачи и/или приема сигналов в узле(ах) радиодоступа. Некоторые примеры беспроводного устройства включают в себя, но не ограничиваются ими, устройство пользовательского 35 оборудования (UE) в сети LTE 3GPP и устройство для связи машинного типа (MTC).

Сетевой узел. Используемый в данном документе термин "сетевой узел" представляет собой любой узел, который является частью сети радиодоступа или базовой сети сети/системы сотовой связи.

Процедура прослушивания перед передачей (LBT). Используемый в данном документе 40 термин "LBT" или "схема LBT" представляет собой любую схему, в которой узел радиодоступа или беспроводное устройство контролируют канал в спектре частот (например, в нелицензированном спектре частот) для того, чтобы определить, занят ли канал (например, выполняет ли оценку незанятости канала (CCA)) перед передачей по каналу.

45     Сота LBT. Используемый в данном документе термин "сота LBT" представляет собой соту, которая работает в канале в спектре частот (например, в нелицензированном спектре частот), в котором должна быть выполнена схема LBT перед передачей.

Процедура LBT. Используемый в данном документе термин "процедура LBT"

представляет собой любую процедуру, выполняемую узлом передачи для определения того, не занят ли беспроводный канал для передачи, и может при необходимости также содержать передачу по беспроводному каналу, если беспроводный канал определяется как незанятый. Процедура LBT выполняется в течение периода времени, который  
 5 упоминается в данном документе как "длительность LBT". Длительность LBT включает в себя по меньшей мере период времени, в течение которого узел передачи зондирует беспроводный канал.

Вторичная сота (SCell) при радиодоступе на базе лицензированной полосы частот (LAA). Используемый в данном документе термин "SCell LAA" представляет собой  
 10 соту LBT одного типа. В частности, "SCell LAA" представляет собой SCell в сети LTE, где SCell работает в спектре частот, который требует LBT (например, в нелицензированном спектре частот), с поддержкой со стороны другой соты (то есть первичной соты (PCell)), работающей в лицензированном спектре частот.

Автономная сота LBT. Используемый в данном документе термин "автономная сота  
 15 LBT" представляет собой соту LBT одного типа (например, соту в сети LTE), которая работает самостоятельно без поддержки со стороны другой соты (например, другой соты, работающей в лицензированном спектре частот).

Следует отметить, что описание, приведенное в данном документе, сосредоточено на LTE 3GPP, и в связи с этим довольно часто используется терминология LTE 3GPP.  
 20 Однако раскрытые в данном документе концепции не ограничены LTE 3GPP.

Следует отметить, что в представленном здесь описании сделана ссылка на термин "сота", однако, в частности, в отношении концепций пятого поколения (5G) вместо сот могут использоваться лучи, и в связи с этим важно отметить, что концепции, описанные в данном документе, в равной степени применимы как к сотам, так и к лучам. Таким  
 25 образом, в некоторых вариантах осуществления передачи, описанные в данном документе, можно выполнять по отношению к лучам, а не к сотам (например, к лучам в нелицензированном спектре частот).

Временное опережение (ТА) восходящей линии связи необходимо в системах MulteFire или LAA восходящей линии связи, либо для обеспечения паузы для LBT с помощью  
 30 eNB, либо для противодействия задержкам при распространении сигналов при развертывании вне помещений. В настоящее время, в общем, отсутствует решение для ТА восходящей линии связи в LAA 3GPP версии (Rel) 13 или для систем LBT с мультиплексированными передачами по восходящей линии связи от многочисленных пользователей. Если между окончанием пакета передачи по нисходящей линии связи  
 35 и приемом пакета восходящей линии связи в eNB существует большая пауза во времени, это увеличивает вероятность потери доступа к каналу в других узлах LBT при использовании одинаковых или различных технологий, таких как Wi-Fi.

В настоящем раскрытии предложены различные варианты осуществления для реализации ТА в передачах по восходящей линии связи на нелицензированных несущих  
 40 с LBT. Эти решения минимизируют паузу между концом пакета передачи по нисходящей линии связи и приемом пакета восходящей линии связи в eNB, что, в свою очередь, минимизирует вероятность потери доступа к каналу для других узлов LBT, использующих те же самые или другие технологии.

Были определены следующие преимущества:

45 - ТА восходящей линии связи позволяет обеспечить паузу для LBT нисходящей линии связи eNB; и

- ТА восходящей линии связи позволяет сохранить ортогональность восходящей линии связи при развертываниях нелицензированных несущих вне помещений.



Следующие варианты осуществления описывают то, как реализовать ТА в передачах по восходящей линии связи на нелицензированных полосах пропускания. Эти подходы сохраняются для сценариев с одной несущей и несколькими несущими. Следует понимать, что предложенные способы также относятся к различным изменениям LTE при работе в нелицензированном спектре, например, к LAA, LTE в нелицензированном спектре (LTE-U) и автономному LTE-U/MultiFire.

В первом варианте осуществления ТА восходящей линии связи реализуется с помощью eNB, который указывает ТА для начала LBT восходящей линии связи наряду с потенциальным указанием отдельного ТА непосредственно для передачи по восходящей линии связи. ТА LBT выполняется таким образом, чтобы некоторая часть или вся длительность LBT восходящей линии связи находилась в пределах задержки  $T_1$  распространения сигнала в одну сторону между eNB и UE. Другими словами, ТА LBT выполняется таким образом, что некоторая часть или вся длительность LBT восходящей линии связи попадала в период времени, равный задержке  $T_1$  распространения сигнала в одну сторону, где этот период времени начинается в начале передачи, в eNB, подкадра нисходящей линии связи и заканчивается в начале приема передачи в UE, который наступает позже через некоторое время  $T_1$ . Таким образом, длительность LBT восходящей линии связи находится по меньшей мере частично, но возможно и полностью, в пределах периода времени, в котором прием подкадра нисходящей линии связи в UE не будет мешать процедуре LBT восходящей линии связи (например, подкадр нисходящей линии связи не приведет к процедуре LBT восходящей линии связи, обнаруживающей канал как занятый).

Следует отметить, что используемый в данном документе термин длительность LBT восходящей линии связи представляет собой длительность времени, в течение которой выполняется процедура LBT восходящей линии связи. Длительность LBT восходящей линии связи может представлять собой, например, ряд слотов ССА, где каждый слот ССА имеет, например, заданную длительность. Например, для разнесения eNB-UE на 10 километров (км) три полных слота ССА длительностью 9 микросекунд (мкс) каждый могут находиться в пределах задержки распространения 33,3 мкс.

ТА LBT восходящей линии связи может быть настроено в соответствии с временной синхронизацией приема нисходящей линии связи UE, используя существующее разбиение 0,52 мкс или более грубое разбиение с использованием меньшего количества битов. В качестве неограничивающего примера, ТА LBT указывается в сообщении управляющей информации нисходящей линии связи (DCI), которое несет в себе грант восходящей линии связи и счетчик LBT.

Когда пакет нисходящей линии связи содержит много подкадров, временную паузу для LBT восходящей линии связи можно обеспечить путем прокалывания одного или более символов мультиплексирования с ортогональным частотным разделением каналов (OFDM) или части OFDM-символа в предпоследнем подкадре нисходящей линии связи пакета, как показано на фиг. 10. Следует отметить, что используемый в данном документе термин, связанный с LBT, "пакет" нисходящей линии связи относится к количеству (например, одной или нескольким) последовательным передачам, выполняемым узлом передачи. Например, максимальная длительность пакета передачи, как правило, ограничена в нелицензированном спектре частот, в котором требуется LBT (например, для спектра частот 5 ГГц максимальная длительность пакета передачи определяется законодательством конкретной страны или региона, например, в Японии 4 мс и в Европе 13 мс). Таким образом, как только передающий узел выполнит LBT и обнаружит, что канал не занят, передающий узел может начать передачу и продолжить

передавать вплоть до максимальной длительности пакета передачи. Эта передача упоминается как пакет передачи.

Точная процедура ТА зависит от того, запланировано ли UE для данных нисходящей линии связи в последнем подкадре нисходящей линии связи, непосредственно предшествующем передаче по восходящей линии связи. Этот последний подкадр нисходящей линии связи имеет длительность ( $D$ ) и может представлять собой полный подкадр с 14 OFDM-символами или частичный подкадр с меньшим количеством OFDM-символов. Длительность ( $D$ ) указывается в явном виде UE по меньшей мере в двух последних подкадрах нисходящей линии связи пакета нисходящей линии связи, использующих физический канал управления нисходящей линии связи (PDCCH)/усовершенствованный PDCCH (EPDCCH) или сигнализацию L1.

На фиг. 11 показана иллюстрация для случая, когда UE не планируется для приема данных в последнем подкадре нисходящей линии связи, непосредственно предшествующем передаче по восходящей линии связи. В этом контексте передача по восходящей линии связи может также упоминаться как "желаемая" передача по восходящей линии связи, так как передача по восходящей линии связи может или не может выполняться в зависимости от результата процедуры LBT. В этом примере UE использует ТА ( $D + T_1$ ) для выполнения LBT восходящей линии связи. После успешного завершения процедуры LBT восходящей линии связи, UE выполняет передачу по восходящей линии связи (данных, сигналов управления или их комбинацию) с разнесением ТА на  $2T_1$ . Между LBT восходящей линии связи и передачей по восходящей линии связи существует временная пауза, в течение которой UE может передать начальный сигнал, чтобы занять канал.

Если UE не передает начальный сигнал, как показано на фиг. 12, то номинально эту временную паузу занимает энергия нисходящей линии связи из eNB на нелицензированном канале. Дополнительную защиту от потери доступа к каналу можно получить путем передачи заголовка Wi-Fi с помощью UE непосредственно после завершения LBT восходящей линии связи, где длительность передачи, указанная в заголовке, охватывает как временную паузу между LBT восходящей линии связи и передачей, так и длительность непосредственно передачи по восходящей линии связи. Затем eNB принимает передачу по восходящей линии связи непосредственно сразу после окончания передачи по нисходящей линии связи.

В случае, когда UE планируется для приема данных нисходящей линии связи в последнем подкадре нисходящей линии связи, LBT восходящей линии связи может по-прежнему выполняться с опережением, как и в предыдущем примере. Однако, как правило, нецелесообразно начинать передачу по восходящей линии связи при одновременном приеме данных в подкадре нисходящей линии связи. Этот сценарий показан на фиг. 13.

Кроме того, UE с расширенными возможностями по подавлению помех или радиочастот (RF) могут по-прежнему иметь возможность принимать данные нисходящей линии связи в одной части нелицензированного канала, при этом одновременно передавая другое выделение частоты на нелицензированной несущей с ТА. В этом случае временная последовательность будет такой же, как и на фиг. 10 или фиг. 11.

Во втором варианте осуществления рассмотрен случай нескольких несущих, где UE принимает нисходящую линию связи на одной несущей и передает с ТА на другой несущей. Передачи по нисходящей линии связи LTE-U с различной длительностью происходят на несущих CC1 и CC2, где CC1 может также использоваться одной или более соседними точкам доступа Wi-Fi в качестве первичного канала. LBT восходящей

линии связи и передача по восходящей линии связи с ТА происходит на СС2. Так как первичный канал Wi-Fi занят, пауза между LBT восходящей линии связи и передачей по восходящей линии связи на СС2 не может быть занята многоканальными точками доступа Wi-Fi. Пример показан на фиг. 14. В этом примере, основанном на фиг. 14, точки доступа Wi-Fi выполняют процедуру связывания каналов, где первичный канал Wi-Fi, который в этом случае представляет собой СС1, должен быть незанятым прежде, чем они смогут использовать любой из доступных каналов. В данном случае eNB LTE-U занимает СС1 передачей по нисходящей линии связи, и, соответственно, точки доступа Wi-Fi не могут получить доступ к СС2 даже в том случае, если она остается незанятой.

В третьем варианте осуществления вместо прокалывания предпоследнего подкадра нисходящей линии связи выполняется процедура LBT восходящей линии связи после приема последнего частичного подкадра в UE, после которого ТА применяется к передаче по восходящей линии связи таким образом, чтобы она наступала в желаемый момент времени относительно временной синхронизации границы подкадра в eNB. На фиг. 15А показан пример. Как показано на чертеже, последний подкадр нисходящей линии связи в пакете нисходящей линии связи является частичным подкадром нисходящей линии связи (то есть подкадром нисходящей линии связи, в котором передача по нисходящей линии связи не занимает полный радиоподкадр). Например, если радиоподкадр включает в себя 13 периодов символа, частичный подкадр нисходящей линии связи использует только первые N периодов символа, где  $N < 13$ . Длительность LBT восходящей линии связи находится в конце частичного подкадра нисходящей линии связи (то есть в неиспользуемой части соответствующего радиоподкадра). Другими словами, длительность LBT восходящей линии связи попадает в период времени, который начинается во время приема конца частичного подкадра нисходящей линии связи в UE. В примере, показанном на фиг. 15А, этот период времени заканчивается в тот момент времени, когда UE должно начать желаемую передачу по восходящей линии связи в UE, если процедура LBT является успешной (то есть, если результатом процедуры LBT является то, что канал восходящей линии связи не занят). В примере, показанном на фиг. 15А, период времени, в течение которого UE должно начать желаемую передачу по восходящей линии связи, определяется ТА для передачи по восходящей линии связи, которое в иллюстрированном примере равно  $2T_1$ .

Фиг. 15В иллюстрирует пример, показанный на фиг. 15А, но дополнительно иллюстрирует возможный диапазон значений для ТА для LBT восходящей линии связи в соответствии с примером, показанным на фиг. 15А. Как показано на фиг. 15В и как понятно из фиг. 15А, полный подкадр нисходящей линии связи имеет длительность  $D$ . Используемая часть подкадра нисходящей линии связи имеет длительность  $D_{used}$ , и неиспользуемая часть подкадра нисходящей линии связи имеет длительность  $D_{unused}$ . Используемая часть подкадра нисходящей линии связи является частичным подкадром нисходящей линии связи. Как видно из этой иллюстрации, для того, чтобы длительность LBT восходящей линии связи попала в неиспользуемую часть подкадра нисходящей линии связи, которая была принята в UE, ТА для LBT восходящей линии связи должно быть больше или равно  $D_{unused}$  и меньше или равно  $2T_1$  плюс длительность LBT восходящей линии связи ( $DUL\_LBT$ ). Кроме того, ТА для LBT восходящей линии связи соответствует временной синхронизации нисходящей линии связи UE. Другими словами, ТА для LBT восходящей линии связи соответствует времени приема подкадра нисходящей линии связи в UE. Таким образом, ТА для LBT восходящей линии связи можно рассматривать как отрицательное смещение относительно границы подкадра

нисходящей линии связи в UE.

Варианты осуществления настоящего раскрытия реализуются в сети 10 сотовой связи (которая также упоминается здесь как система связи), примеры которой проиллюстрированы на фиг. 16А-16С. В примере, показанном на фиг. 16А, сеть 10 сотовой связи включает в себя базовую станцию 12 (например, eNB в терминологии LTE), обслуживающую соту 14, работающую на несущей f1 в лицензированном спектре частот, и соту 16, работающую на несущей f2 в нелицензированном спектре частот (например, спектре частот 5 гигагерц (ГГц)). Согласно одной примерной схеме LAA, сота 14 сконфигурирована как PCell беспроводного устройства 18 (например, LTE UE), и сота 16 сконфигурирована как SCell беспроводного устройства 18 в соответствии со схемой агрегации несущих (CA) LAA. Таким образом, по отношению к беспроводному устройству 18 сота 14 упоминается как PCell 14 беспроводного устройства 18, и сота 16 упоминается как SCell 16 или, более точно, SCell 16 LAA беспроводного устройства 18.

На фиг. 16В соты 14 и 16 обслуживаются отдельными базовыми станциями 12-1 и 12-2, соответственно. В связи с этим сота 16 может быть, например, сотой LAA, используемой по отношению к беспроводному устройству 18 в соответствии со sdвоенной схемой связности (где базовые станции 12-1 и 12-2 подключаются через неидеальную транспортную линию связи). Базовые станции 12-1 и 12-2 коммуникативно связаны с базовой сетью 20 (например, с развитым пакетным ядром (EPC)) и в некоторых вариантах осуществления могут поддерживать связь друг с другом через любой интерфейс "базовая станция-базовая станция" (например, интерфейс X2 в LTE) или через базовую сеть 20.

Фиг. 16С иллюстрирует пример, в котором сота 14, обслуживаемая базовой станцией 12, является автономной сотой LBT.

Фиг. 17 иллюстрирует работу базовой станции 12 (базовую станцию 12-1 или базовую станцию 12-2) и беспроводного устройства 18 согласно некоторым вариантам осуществления настоящего раскрытия. Как показано на чертеже, базовая станция 12 (или, в более общем смысле, узел радиодоступа) определяет или иным образом получает ТА для LBT восходящей линии связи и при необходимости (в зависимости от варианта осуществления) ТА для передачи по восходящей линии связи для беспроводного устройства 18 (UE) (этап 100). В некоторых вариантах осуществления базовая станция 12 получает задержку ( $T_1$ ) распространения сигнала в одну сторону между базовой станцией 12 (базовой станцией 12-1 или 12-2), представляющей соту LBT, и беспроводным устройством 18 и определяет ТА для LBT восходящей линии связи на основании  $T_1$ . В одном примерном варианте осуществления базовая станция 12 определяет ТА для LBT восходящей линии связи на основании  $T_1$  таким образом, чтобы ТА для LBT восходящей линии связи было больше  $2T_1$  (смотри, например, фиг. 11-15В). В другом примерном варианте осуществления базовая станция 12 определяет ТА для LBT восходящей линии связи на основании  $T_1$  и количества времени, необходимого для выполнения LBT восходящей линии связи в соте LBT (например, длительности LBT восходящей линии связи) таким образом, чтобы ТА для LBT восходящей линии связи было больше или равно  $2T_1$  плюс количество времени, необходимое для выполнения LBT восходящей линии связи в соте LBT (смотри, например, фиг. 11-15В). Количество времени, необходимое для выполнения LBT восходящей линии связи, можно задать (например, согласно стандарту) или иным образом узнать в базовой станции 12. В еще одном примерном варианте осуществления последний подкадр нисходящей линии связи в

пакете нисходящей линии связи в соте LBT включает в себя неиспользуемую часть длительности  $D_{used}$ , соответствующую частичному подкадру нисходящей линии связи, и неиспользуемую часть длительности  $D_{unused}$ , и базовая станция 12 определяет ТА для LBT восходящей линии связи на основании  $T_1$ , количества времени, необходимого для выполнения LBT восходящей линии связи в соте LBT (например, длительности LBT восходящей линии связи) и  $D_{unused}$  таким образом, чтобы ТА для LBT восходящей линии связи было больше или равно  $2T_1$  плюс количество времени, необходимое для выполнения процедуры LBT восходящей линии связи, и меньше или равно  $D_{unused}$ . В еще одном примере базовая станция 12 определяет ТА для LBT восходящей линии связи на основании известной паузы в предпоследнем подкадре нисходящей линии связи в пакете нисходящей линии связи в соте LBT таким образом, чтобы в беспроводном устройстве 18 длительность LBT восходящей линии связи приходилась на паузу.

Базовая станция 12 (или базовая станция 12-1 или 12-2) отправляет, в беспроводное устройство 18 (например, UE), индикатор ТА для LBT восходящей линии связи и при необходимости (в зависимости от варианта осуществления) индикатор отдельного ТА для передачи по восходящей линии связи (этап 102). Таким образом, базовая станция 12 передает индикатор ТА для LBT восходящей линии связи, который будут использоваться беспроводным устройством 18. В частности, так как отдельное ТА для передачи по восходящей линии связи является необязательным, в некоторых вариантах осуществления базовая станция 12 отправляет только ТА для LBT восходящей линии связи. Таким образом, в этом случае ТА для LBT восходящей линии связи представляет собой, более конкретно, ТА как для LBT восходящей линии связи, так и для передачи по восходящей линии связи в соте LBT. Другими словами, ТА для LBT восходящей линии связи представляет собой ТА, которое указывает, когда должна начаться процедура LBT, за которой следует передача по восходящей линии связи, если в ходе процедуры LBT определяется, что канал является незанятым.

Как обсуждалось выше, ТА для LBT восходящей линии связи настраивается таким образом, чтобы по меньшей мере часть длительности LBT восходящей линии связи для процедуры LBT, выполняемой беспроводным устройством 18, находилась в пределах:

(а) периода времени длительности  $T_1$  (то есть задержки распространения сигнала в одну сторону между базовой станцией 12 (или 12-2), обслуживающей/обеспечивающей соту LBT и беспроводное устройство 18), начинающегося в начале последнего подкадра нисходящей линии связи в пакете нисходящей линии связи в соте LBT с помощью соответствующей базовой станции 12 или 12-2 (смотри, например, фиг. 11-14), или

(б) периода времени, который начинается после приема, в беспроводном устройстве 18, конца последнего частичного подкадра нисходящей линии связи в пакете нисходящей линии связи в соте LBT (смотри, например, фиг. 15A или 15B), или

(с) паузы в (предпоследнем) подкадре нисходящей линии связи в пакете нисходящей линии связи в соте LBT (смотри, например, фиг. 10).

Следует отметить, что в некоторых вариантах осуществления базовая станция 12, которая передает индикатор ТА для LBT восходящей линии связи, может быть не такой как базовая станция 12, обслуживающая/обеспечивающая соты LBT. Например, индикатор ТА для соты LBT восходящей линии связи может передаваться базовой станцией 12-1 и соты LBT может обслуживаться базовой станцией 12-2. Однако в других вариантах осуществления базовая станция 12, которая передает индикатор ТА для LBT восходящей линии связи, является такой же как и базовая станция 12 обслуживающая/обеспечивающая соты LBT. Например, в некоторых вариантах осуществления базовая

станция 12 передает индикатор для ТА для LBT восходящей линии связи на PCell 14 беспроводного устройства 18, и процедура LBT восходящей линии связи выполняется беспроводным устройством 18 по отношению к SCell 16 LAA. В качестве другого примера, в некоторых вариантах осуществления базовая станция 12 передает индикатор для ТА для LBT восходящей линии связи на SCell 16 LAA беспроводного устройства 18, и процедура LBT восходящей линии связи выполняется беспроводным устройством 18 по отношению к той же самой (или возможно другой) SCell 16 LAA.

Беспроводное устройство 18 принимает индикатор ТА для LBT восходящей линии связи и при необходимости индикатор отдельного ТА для передачи по восходящей линии связи (этап 104) и выполняет LBT восходящей линии связи для предстоящей передачи по восходящей линии связи в соответствии с указанным ТА для LBT восходящей линии связи (этап 108). В частности, в некоторых вариантах осуществления базовая станция 12 (или базовая станция 12-2), обслуживающая соту LBT, может прокалывать подкадр нисходящей линии связи для того, чтобы беспроводное устройство 18 могло выполнять LBT восходящей линии связи перед окончанием соответствующего пакета нисходящей линии связи, как описано выше (этап 106). Этап 106 является необязательным, в зависимости от конкретного варианта осуществления. При условии, что процедура LBT восходящей линии связи является успешной (то есть канал не занят), беспроводное устройство 18 выполняет передачу по восходящей линии связи возможно в соответствии с отдельным ТА для передачи по восходящей линии связи (этап 110).

Фиг. 18А-18С иллюстрируют процесс фиг. 17 более подробно согласно некоторым вариантам осуществления настоящего раскрытия. В частности, фиг. 18А иллюстрирует процесс, показанный на фиг. 17 более подробно в соответствии с вариантами осуществления, в которых ТА для LBT восходящей линии связи настраивается таким образом, чтобы по меньшей мере часть длительность LBT восходящей линии связи для процедуры LBT, выполняемой беспроводным устройством 18, попадала в период времени длительности  $T_1$  (то есть период задержки распространения сигнала в одну сторону между базовой станцией 12 (или 12-2), обслуживающей/обеспечивающей соту LBT, и беспроводным устройством 18), начинающийся в начале последнего подкадра нисходящей линии связи в пакете нисходящей линии связи в соте LBT с помощью соответствующей базовой станции 12 или 12-2, как описано выше.

Как показано на фиг. 18А, в данном варианте осуществления базовая станция 12 (или, в более общем смысле, узел радиодоступа) определяет ТА для LBT восходящей линии связи и при необходимости (в зависимости от варианта осуществления) ТА для передачи по восходящей линии связи для беспроводного устройства 18 (этап 100). В этом примере базовая станция 12 определяет ТА для LBT восходящей линии связи на основании  $T_1$  и при необходимости количества времени, необходимого для выполнения LBT восходящей линии связи в беспроводном устройстве 18 (например, длительность LBT восходящей линии связи), как описано выше. Базовая станция 12 (или базовая станция 12-1 или 12-2) отправляет, в беспроводное устройство 18 (например, UE), индикатор ТА для LBT восходящей линии связи и при необходимости (в зависимости от варианта осуществления) индикатор отдельного ТА для передачи по восходящей линии связи (этап 102А). Таким образом, базовая станция 12 передает индикатор ТА для LBT восходящей линии связи, который будет использоваться беспроводным устройством 18. В данном варианте осуществления ТА для LBT восходящей линии связи является таким, что процедура LBT восходящей линии связи попадает в период времени длительности  $T_1$  (то есть задержки распространения сигнала в одну сторону между

базовой станцией 12 (или 12-2), обслуживающей/обеспечивающей соту LBT, и беспроводным устройством 18), начинающийся в начале последнего подкадра нисходящей линии связи в пакете нисходящей линии связи в соте LBT с помощью соответствующей базовой станции 12 или 12-2, как описано выше. С этого момента  
 5 процедура протекает так, как описано выше со ссылкой на фиг. 17. Поэтому подробности этой процедуры не повторяются.

Фиг. 18В иллюстрирует процесс, показанный на фиг. 17 более подробно, в соответствии с вариантами осуществления, в которых ТА для LBT восходящей линии связи настраивается таким образом, чтобы по меньшей мере часть (или вся) длительность  
 10 LBT восходящей линии связи для процедуры LBT, выполняемой беспроводным устройством 18, попадала в период времени, начинающийся после приема, в беспроводном устройстве 18, конца последнего частичного подкадра нисходящей линии связи в пакете нисходящей линии связи в соте LBT, как описано выше. Как показано на чертеже, в данном варианте осуществления базовая станция 12 (или, в более общем  
 15 смысле, узел радиодоступа) определяет ТА для LBT восходящей линии связи и при необходимости (в зависимости от варианта осуществления) ТА для передачи по восходящей линии связи для беспроводного устройства 18 (этап 100). В этом примере базовая станция 12 определяет ТА для LBT восходящей линии связи на основании  $T_1$  и знания о последнем, частичном подкадре в пакете нисходящей линии связи в соте LBT,  
 20 как описано выше. Более конкретно, в одном примере базовая станция 12 определяет ТА для LBT восходящей линии связи на основании  $T_1$ , количества времени, необходимого для выполнения LBT восходящей линии связи в соте LBT (например, длительность LBT восходящей линии связи), и  $D_{\text{unused}}$  таким образом, чтобы ТА для LBT восходящей линии связи было больше или равно  $2T_1$  плюс количество времени, необходимое для  
 25 выполнения процедуры LBT восходящей линии связи, и меньше или равно  $D_{\text{unused}}$ .

Базовая станция 12 (или, в более общем смысле, узел радиодоступа) отправляет, в беспроводное устройство 18 (например, UE), индикатор ТА для LBT восходящей линии связи и при необходимости (в зависимости от варианта осуществления) индикатор  
 30 отдельного ТА для передачи по восходящей линии связи (этап 102В). Таким образом, базовая станция 12 передает индикатор ТА для LBT восходящей линии связи, который будет использоваться беспроводным устройством 18. В данном варианте осуществления ТА для LBT восходящей линии связи настраивается таким образом, чтобы по меньшей мере часть (или вся) длительности LBT восходящей линии связи для процедуры LBT,  
 35 выполняемой беспроводным устройством 18, попадала в период времени, начинающийся после приема, в беспроводном устройстве 18, конца последнего частичного подкадра нисходящей линии связи в пакете нисходящей линии связи в соте LBT, как описано выше. С этого момента процедура протекает так, как описано выше со ссылкой на фиг. 17. Поэтому подробности этой процедуры не повторяются. Однако следует отметить,  
 40 что в этом примере не выполняется прокальвание (этап 106).

Фиг. 18С иллюстрирует более подробно процесс, показанный на фиг. 17, в соответствии с вариантами осуществления, в которых ТА для LBT восходящей линии связи настраивается таким образом, чтобы по меньшей мере часть (или вся) длительности  
 45 LBT восходящей линии связи для процедуры LBT, выполняемой беспроводным устройством 18, попадала в паузу в пакете нисходящей линии связи (например, в предпоследний подкадр нисходящей линии связи в пакете нисходящей линии связи), как описано выше. Как проиллюстрировано в данном варианте осуществления, базовая станция 12 (или, в более общем смысле, узел радиодоступа) определяет ТА для LBT

восходящей линии связи и при необходимости (в зависимости от варианта осуществления) ТА для передачи по восходящей линии связи для беспроводного устройства 18 (этап 100). В этом примере базовая станция 12 определяет ТА для LBT восходящей линии связи на основании  $T_1$  и знания относительно паузы в предпоследнем подкадре нисходящей линии связи в пакете нисходящей линии связи в соте LBT таким образом, чтобы, в беспроводном устройстве 18, процедура LBT восходящей линии связи выполнялась во время паузы, как описано выше. Базовая станция 12 (или, в более общем смысле, узел радиодоступа) отправляет, в беспроводное устройство 18 (например, UE), индикатор ТА для LBT восходящей линии связи и при необходимости (в зависимости от варианта осуществления) индикатор отдельного ТА для передачи по восходящей линии связи (этап 102C). Таким образом, базовая станция 12 передает индикатор ТА для LBT восходящей линии связи, который будет использоваться беспроводным устройством 18. В данном варианте осуществления ТА для LBT восходящей линии связи настраивается таким образом, чтобы по меньшей мере часть (или вся) длительности LBT восходящей линии связи для процедуры LBT, выполняемой беспроводным устройством 18, попадала в паузу в пакете нисходящей линии связи (например, в предпоследний подкадр нисходящей линии связи в пакете нисходящей линии связи), как описано выше. С этого момента процедура протекает так, как описано выше со ссылкой на фиг. 17. Поэтому подробности этой процедуры не повторяются. Однако следует отметить, что в этом примере выполняется прокалывание (этап 106).

На фиг. 19 показана упрощенная схема базовой станции 12 в соответствии с некоторыми вариантами осуществления настоящего раскрытия. Следует отметить, что это обсуждение в равной степени применимо к базовым станциям 12-1 и 12-2. Базовая станция 12 может быть базовой станцией LTE (например, eNB или базовой станцией PCell) или базовой станцией другого типа, которая может поддерживать связь беспроводным образом с беспроводным устройством 18 (которой в LTE может быть UE) (например, радиостанцией SCell, работающей в нелицензированном спектре или базовой станцией для автономной соты LBT). Базовая станция 12 включает в себя приемопередатчик 22, один или более процессоров 24 (например, один или более центральных процессоров (CPU), одну или более специализированных интегральных микросхем (ASIC), одну или более программируемых логических матриц (FPGA) и/или подобных), память 26 и сетевой интерфейс 28. Приемопередатчик 22, который может включать в себя один или более передатчиков и один или более приемников, позволяет базовой станции 12 отправлять и принимать беспроводные сигналы. Один или более процессоров 24 могут исполнять инструкции, хранящиеся в памяти 26 на основании, например, сигналов, принятых беспроводным образом через приемопередатчик 22. В частности, в некоторых вариантах осуществления функциональные возможности базовой станции 12, описанные в данном документе, реализованы в программном обеспечении, которое хранится в памяти 26 и исполняется одним или более процессорами 24. Сетевой интерфейс 28 позволяет базовой станции 12 взаимодействовать с базовой сетью, например, отправляя и принимая сигналы из проводной линии связи. Базовая станция 12 может поддерживать беспроводную связь с одним или более беспроводными устройствами 18.

В некоторых вариантах осуществления предусмотрена компьютерная программа, включающая в себя инструкции, которые, при их исполнении по меньшей мере одним процессором, предписывают по меньшей мере одному процессору выполнять функции базовой станции 12 (или базовой станции 12-1 или 12-2) согласно любому одному из вариантов осуществления, описанных в данном документе. В некоторых вариантах



осуществления предусмотрен носитель, содержащий вышеупомянутый компьютерный программный продукт. Носитель является одним из: электронного сигнала, оптического сигнала, радиосигнала или машиночитаемого носителя информации (например, невременного машиночитаемого носителя, такого как память 26).

5 Фиг. 20 иллюстрирует базовую станцию 12 согласно некоторым другим вариантам осуществления настоящего раскрытия. Следует отметить, что это обсуждение в равной степени применимо к базовым станциям 12-1 и 12-2. Базовая станция 12 включает в себя один или несколько модулей 30, каждый из которых реализован в программном обеспечении. Один или несколько модулей 30 выполнены с возможностью обеспечения функциональных возможностей базовой станции 12 согласно любому из вариантов осуществления, описанных в данном документе. Например, один или несколько модулей 10 30 включают в себя в некоторых вариантах осуществления модуль индикатора ТА, который выполнен с возможностью отправки (например, через связанный приемопередатчик базовой станции 12, не показан) индикатора ТА для LBT восходящей 15 линии связи в беспроводное устройство 18, как описано выше. В дополнение к этому, в некоторых вариантах осуществления модуль индикатора ТА дополнительно выполнен с возможностью отправки индикатора отдельного ТА для передачи по восходящей линии связи в беспроводное устройство 18, как описано выше. В некоторых вариантах осуществления один или несколько модулей 30 также включают в себя модуль 20 прокалывания, который выполнен с возможностью прокалывания подкадра нисходящей линии связи для того, чтобы обеспечить возможность LBT восходящей линии связи для беспроводного устройства 18 в соответствии с ТА для LBT восходящей линии связи.

На фиг. 21 показана схема беспроводного устройства 18 в соответствии с некоторыми вариантами осуществления настоящего раскрытия. Беспроводное устройство 18 25 выполнено с возможностью отправки и приема беспроводных сигналов с использованием ресурсов из лицензированного спектра (например, лицензированного спектра LTE в примерных вариантах осуществления, описанных в данном документе), нелицензированного спектра или одновременно и того и другого. Беспроводное устройство 18 включает в себя приемопередатчик 32, включающий в себя один или 30 более передатчиков и один или более приемников, один или более процессоров 34 (например, один или несколько CPU, одну или несколько ASIC, одну или несколько FPGA и/или тому подобное) и память 36. Приемопередатчик 32 позволяет беспроводному устройству 18 отправлять и принимать беспроводные сигналы. Один или более процессоров 34 могут исполнять инструкции, хранящиеся в памяти 36 на основании, 35 например, сигналов, принятых беспроводным образом через приемопередатчик 32. В частности, в некоторых вариантах осуществления функциональные возможности беспроводного устройства 18, описанные в данном документе, реализованы в программном обеспечении, которое хранится в памяти 36 и исполняется процессором (ами) 34.

40 В некоторых вариантах осуществления предусмотрена компьютерная программа, включающая в себя инструкции, которые при их исполнении по меньшей мере одним процессором предписывают по меньшей мере одному процессору выполнять функции беспроводного устройства 18 согласно любому из описанных в данном документе вариантов осуществления. В некоторых вариантах осуществления предусмотрен 45 носитель, содержащий вышеупомянутый компьютерный программный продукт. Носитель является одним из: электронного сигнала, оптического сигнала, радиосигнала или машиночитаемого носителя информации (например, невременного машиночитаемого носителя, такого как память 36).

Фиг. 22 иллюстрирует беспроводное устройство 18 согласно некоторым другим вариантам осуществления настоящего раскрытия. Беспроводное устройство 18 включает в себя один или несколько модулей 38, каждый из которых реализован в программном обеспечении. Один или несколько модулей 38 задействованы для обеспечения функциональных возможностей беспроводного устройства 18 согласно любому из вариантов осуществления, описанных в данном документе. Например, в некоторых вариантах осуществления один или несколько модулей 38 включают в себя модуль приема, выполненный с возможностью приема индикатор(ов) ТА из базовой станции 12 (или базовой станция 12-1 или 12-2), модуль LBT восходящей линии связи, выполненный с возможностью выполнения LBT восходящей линии связи в соте LBT в соответствии с указанным ТА для LBT восходящей линии связи, и модуль передачи по восходящей линии связи, выполненный с возможностью выполнения передачи по восходящей линии связи в соте LBT при условии успешной LBT, через связанный с ним приемопередатчик (не показан) беспроводного устройства 18.

Хотя в данном документе описаны различные варианты осуществления, некоторые из примерных вариантов осуществления представляют собой следующее.

Вариант 1 осуществления. Способ работы узла радиодоступа в сети сотовой связи, содержащий:

отправку (100), в беспроводное устройство, индикатора ТА для LBT восходящей линии связи для соты LBT.

Вариант 2 осуществления. Способ согласно варианту 1 осуществления, в котором ТА для LBT восходящей линии связи настраивается таким образом, чтобы по меньшей мере часть длительности LBT восходящей линии связи для процедуры LBT восходящей линии связи, выполняемой беспроводным устройством, находилась в пределах задержки распространения сигнала в одну сторону между узлом радиодоступа, представляющим соту LBT, и беспроводным устройством.

Вариант 3 осуществления. Способ согласно варианту 1 или 2 осуществления, в котором ТА для LBT восходящей линии связи настраивается таким образом, чтобы по меньшей мере часть длительности LBT восходящей линии связи для процедуры LBT восходящей линии связи, выполняемой беспроводным устройством, попадала в период времени, имеющий длительность, которая равна задержке распространения сигнала в одну сторону между узлом радиодоступа, представляющим соту LBT, и беспроводным устройством (T1), который начинается в начале последнего подкадра нисходящей линии связи в пакете нисходящей линии связи в соте LBT.

Вариант 4 осуществления. Способ согласно варианту 3 осуществления, в котором ТА для LBT восходящей линии связи равно  $D + T_1$ , где D - длительность последнего подкадра нисходящей линии связи в пакете нисходящей линии связи в соте LBT.

Вариант 5 осуществления. Способ согласно варианту 4 осуществления, в котором последний подкадр нисходящей линии связи в пакете нисходящей линии связи является последним подкадром нисходящей линии связи, непосредственно продолжающим желаемую передачу по восходящей линии связи беспроводным устройством, и беспроводное устройство не запланировано для приема данных в последнем подкадре нисходящей линии связи.

Вариант 6 осуществления. Способ согласно варианту 4 осуществления, в котором последний подкадр нисходящей линии связи в пакете нисходящей линии связи является последним подкадром нисходящей линии связи, непосредственно продолжающим желаемую передачу по восходящей линии связи беспроводным устройством, беспроводное устройство запланировано для приема данных в последнем подкадре

нисходящей линии связи, и ТА для UL LBT является таким, что беспроводное устройство не начинает передачу по восходящей линии связи при условии, что процедура LBT восходящей линии связи является успешной, до тех пор, пока не будет завершен прием пакета нисходящей линии связи в беспроводном устройстве.

5        Вариант 7 осуществления. Способ согласно варианту 3 осуществления, в котором: отправка (100) индикатора ТА для LBT восходящей линии связи для соты LBT содержит отставку индикатора ТА для LBT восходящей линии связи для соты LBT на первой несущей; и

        сота LBT находится на второй несущей, которая отличается от первой несущей.

10        Вариант 8 осуществления. Способ согласно варианту 7 осуществления, в котором ТА для LBT восходящей линии связи равно  $D + T_1$ , где  $D$  - длительность последнего подкадра нисходящей линии связи в пакете нисходящей линии связи в соте LBT.

        Вариант 9 осуществления. Способ согласно варианту 1 или 2 осуществления, в котором ТА для LBT восходящей линии связи настраивается таким образом, чтобы по 15 меньшей мере часть длительности LBT восходящей линии связи для процедуры LBT восходящей линии связи, выполняемой беспроводным устройством, попадала в период времени длительности  $T_1$  (то есть задержки распространения сигнала в одну сторону между узлом радиодоступа, представляющим соту LBT, и беспроводным устройством), начинающийся после приема, в беспроводном устройстве, последнего частичного 20 подкадра нисходящей линии связи в пакете нисходящей линии связи в соте LBT.

        Вариант 10 осуществления. Способ согласно любому из вариантов 1-9 осуществления, дополнительно содержащий отставку (100), в беспроводное устройство, индикатора отдельного ТА для передачи по восходящей линии связи в соте LBT.

25        Вариант 11 осуществления. Узел радиодоступа для сети сотовой связи, причем узел радиодоступа, выполнен с возможностью работы в соответствии с любым из способов вариантов 1-10 осуществления.

        Вариант 12 осуществления. Способ работы беспроводного устройства в сети сотовой связи, содержащий:

30        прием (104), из узла радиодоступа, индикатора ТА для LBT восходящей линии связи для соты LBT; и

        выполнение (108) процедуры LBT восходящей линии связи соты LBT согласно ТА для LBT восходящей линии связи.

35        Вариант 13 осуществления. Способ согласно варианту 12 осуществления, в котором ТА для LBT восходящей линии связи настраивается таким образом, чтобы по меньшей мере часть длительности LBT восходящей линии связи для процедуры LBT восходящей линии связи, выполняемой беспроводным устройством, находилась в пределах задержки распространения сигнала в одну сторону между узлом радиодоступа, представляющим соту LBT, и беспроводным устройством.

40        Вариант 14 осуществления. Способ согласно варианту 12 или 13 осуществления, в котором ТА для LBT восходящей линии связи является таким, что по меньшей мере часть длительности LBT восходящей линии связи для процедуры LBT восходящей линии связи, выполняемой беспроводным устройством, попадает в период времени, имеющий длительность, которая равна задержке распространения сигнала в одну сторону между 45 узлом радиодоступа, представляющим соту LBT, и беспроводным устройством ( $T_1$ ), который начинается в начале последнего подкадра нисходящей линии связи в пакете нисходящей линии связи в соте LBT.

        Вариант 15 осуществления. Способ согласно варианту 14 осуществления, в котором

ТА для LBT восходящей линии связи равно  $D + T_1$ , где  $D$  - длительность последнего подкадра нисходящей линии связи в пакете нисходящей линии связи в соте LBT.

5 Вариант 16 осуществления. Способ согласно варианту 15 осуществления, в котором последний подкадр нисходящей линии связи в пакете нисходящей линии связи является последним подкадром нисходящей линии связи, непосредственно продолжающим желаемую передачу по восходящей линии связи беспроводным устройством, и беспроводное устройство не запланировано для приема данных в последнем подкадре нисходящей линии связи.

10 Вариант 17 осуществления. Способ согласно варианту 15 осуществления, в котором последний подкадр нисходящей линии связи в пакете нисходящей линии связи является последним подкадром нисходящей линии связи, непосредственно продолжающим желаемую передачу по восходящей линии связи беспроводным устройством, беспроводное устройство запланировано для приема данных в последнем подкадре нисходящей линии связи, и ТА для LBT восходящей линии связи является таким, что  
15 беспроводное устройство не начинает передачу по восходящей линии связи при условии, что процедура LBT UL является успешной до тех пор, пока не будет завершен прием пакета нисходящей линии связи в беспроводном устройстве.

Вариант 18 осуществления. Способ согласно варианту 14 осуществления, в котором:  
20 - прием (104) индикатора ТА для LBT восходящей линии связи для соты LBT содержит прием индикатора ТА для LBT восходящей линии связи для соты LBT на первой несущей;  
и

- сота LBT находится на второй несущей, которая отличается от первой несущей.

Вариант 19 осуществления. Способ согласно варианту 18 осуществления, в котором  
25 ТА для LBT восходящей линии связи равно  $D + T_1$ , где  $D$  - длительность последнего подкадра нисходящей линии связи в пакете нисходящей линии связи в соте LBT.

Вариант 20 осуществления. Способ согласно варианту 12 или 13 осуществления, в котором ТА для LBT восходящей линии связи настраивается таким образом, чтобы по  
30 меньшей мере часть длительности LBT восходящей линии связи для процедуры LBT восходящей линии связи, выполняемой беспроводным устройством, попадала в период времени длительности  $T_1$  (то есть задержки распространения сигнала в одну сторону между узлом радиодоступа, представляющим соту LBT, и беспроводным устройством), начинающийся после приема, в беспроводном устройстве, последнего частичного подкадра нисходящей линии связи в пакете нисходящей линии связи в соте LBT.

35 Вариант 21 осуществления. Способ согласно любому из вариантов 12-20 осуществления, дополнительно содержащий прием (104), из узла радиодоступа, индикатора отдельного ТА для передачи по восходящей линии связи в соте LBT.

Вариант 22 осуществления. Беспроводное устройство, выполненное с возможностью  
40 работы в сети сотовой связи, причем беспроводное устройство выполнено с возможностью работы в соответствии с любым из способов вариантов 12-21 осуществления.

На всем протяжении настоящего раскрытия используются следующие сокращения.

мкс - микросекунда

3GPP - проект партнерства третьего поколения

45 5G - пятое поколение

ACK - положительное подтверждение

ASIC - специализированная интегральная микросхема

CA - агрегация несущих

- CC - компонентная несущая  
 CCA - оценка занятости канала  
 CFI - индикатор формата управления  
 CPU - центральный процессор  
 5 CRC - контроль с использованием циклического избыточного кода  
 C-RNTI - временной идентификатор сотовой радиосети  
 CRS - опорные символы, характерные для соты  
 CSMA/CA - множественный доступ с контролем несущей и предотвращением конфликтов  
 10 CW - окно конкуренции  
 DCI - управляющая информация нисходящей линии связи  
 DFT - дискретное преобразование Фурье  
 DIFS - распределенный межкадровый промежуток  
 DMRS - опорный сигнал демодуляции  
 15 DRS - выделенный опорный сигнал  
 eNB - усовершенствованный или развитой узел В  
 EPC - развитое пакетное ядро  
 EPDCCH - усовершенствованный физический канал управления нисходящей линии связи  
 связи  
 20 FDD - дуплексная связь с частотным разделением каналов  
 FDMA - множественный доступ с частотным разделением каналов  
 FPGA - программируемая логическая матрица  
 ГГц - гигагерц  
 HARQ - гибридный автоматический запрос повторной передачи  
 25 км - километр  
 LAA - радиодоступ в лицензированной полосе частот  
 LBT - прослушивание перед передачей  
 LTE - долгосрочное развитие  
 LTE-U - долгосрочное развитие в нелицензированном спектре  
 30 МГц - мегагерц  
 мс - миллисекунда  
 MTC - связь машинного типа  
 NACK - отрицательное подтверждение  
 OFDM - мультиплексирование с ортогональным частотным разделением каналов  
 35 PCell - первичная сота  
 PDCCH - физический канал управления нисходящей линии связи  
 PUCCH - физический канал управления восходящей линии связи  
 PUSCH - физический совместно используемый канал восходящей линии связи  
 Rel - версия  
 40 РЧ - радиочастота  
 SCell - вторичная сота  
 SC-FDMA - множественный доступ с частотным разделением каналов с одной несущей частотой  
 SRS - зондирующий опорный сигнал  
 45 ТА - временное опережение  
 UE - пользовательское оборудование  
 WLAN - беспроводная локальная сеть  
 Специалисты в данной области техники выявят улучшения и модификации вариантов

осуществления настоящего раскрытия. Все такие улучшения и модификации рассматриваются в пределах объема концепций, раскрытых в данном документе.

(57) Формула изобретения

5 1. Способ работы узла (12) радиодоступа в сети (10) сотовой связи для осуществления временного опережения (ТА) в соте с поддержкой процедуры прослушивания перед передачей (LBT), содержащий:

передачу (102, 102А, 102В, 102С) индикатора ТА для выполнения LBT восходящей линии связи для соты LBT, которая будет использоваться беспроводным устройством  
10 (18), в котором

ТА для LBT восходящей линии связи является таким, что по меньшей мере часть длительности LBT восходящей линии связи для процедуры LBT восходящей линии связи, выполняемой беспроводным устройством, находится в пределах задержки ( $T_1$ ) распространения сигнала в одну сторону между узлом (12) радиодоступа,  
15 представляющим соту LBT, и беспроводным устройством (18).

2. Способ по п. 1, в котором ТА для LBT восходящей линии связи для соты LBT представляет собой ТА как для LBT восходящей линии связи, так и для передачи по восходящей линии связи для соты LBT.

3. Способ по п. 1 или 2, дополнительно содержащий отправку (102, 102А, 102В, 102С),  
20 в беспроводное устройство (18), индикатора ТА для передачи по восходящей линии связи в соте LBT.

4. Способ по п. 1 или 2, дополнительно содержащий определение (100) ТА для LBT восходящей линии связи для соты LBT на основании задержки  $T_1$  распространения сигнала в одну сторону между узлом (12) радиодоступа, представляющим соту LBT, и  
25 беспроводным устройством (18), при этом ТА для LBT восходящей линии связи: (а) больше  $2T_1$ , и (b) соответствует временной синхронизации нисходящей линии связи беспроводного устройства (18).

5. Способ по п. 4, в котором определение (100) ТА для LBT восходящей линии связи содержит определение (100) ТА для LBT восходящей линии связи на основании задержки  
30  $T_1$  распространения сигнала в одну сторону и количества времени, необходимого для выполнения процедуры LBT восходящей линии связи по отношению к соте LBT, при этом ТА для LBT восходящей линии связи больше или равно  $2T_1$  плюс количество времени, необходимое для выполнения процедуры LBT восходящей линии связи по  
35 отношению к соте LBT.

6. Способ по п. 4, в котором:

последний подкадр нисходящей линии связи пакета нисходящей линии связи в соте LBT состоит из используемой части длительности  $D_{used}$ , которая соответствует  
40 частичному подкадру нисходящей линии связи, и неиспользуемой части длительности  $D_{unused}$ , которая появляется после частичного подкадра нисходящей линии связи; и

определение (100) ТА для LBT восходящей линии связи содержит определение (100) ТА для LBT восходящей линии связи на основании: (а) задержки  $T_1$  распространения сигнала в одну сторону, (b) количества времени, необходимого для выполнения  
45 процедуры LBT восходящей линии связи по отношению к соте LBT, и (c)  $D_{unused}$ , при этом ТА для LBT восходящей линии связи больше или равно  $2T_1$  плюс количество времени, необходимое для выполнения процедуры LBT восходящей линии связи, и меньше или равно  $D_{unused}$ .

7. Способ по п. 1 или 2, в котором ТА для LBT восходящей линии связи является таким, что длительность LBT восходящей линией связи для процедуры LBT восходящей линии связи, выполняемой беспроводным устройством (18), попадает в период времени, который начинается после приема, в беспроводном устройстве (18), конца последнего 5 частичного подкадра нисходящей линии связи в пакете нисходящей линии связи в соте LBT.

8. Способ по п. 1 или 2, в котором ТА для LBT восходящей линии связи является таким, что длительность LBT восходящей линией связи для процедуры LBT восходящей линии связи, выполняемой беспроводным устройством (18), попадает в период времени, 10 который:

начинается после приема, в беспроводном устройстве (18), конца последнего частичного подкадра нисходящей линии связи в пакете нисходящей линии связи в соте LBT; и

заканчивается в тот момент времени, когда беспроводное устройство должно начать 15 желаемую передачу по восходящей линии связи (18), если результатом процедуры LBT восходящей линии связи является то, что канал восходящей линии связи для соты LBT не занят.

9. Способ по п. 8, в котором момент времени, когда беспроводное устройство должно начать желаемую передачу по восходящей линии связи (18), определяется отдельным 20 ТА для передачи по восходящей линии связи в соте LBT.

10. Способ по п. 1 или 2, в котором ТА для LBT восходящей линии связи равно задержке  $T_1$  распространения сигнала в одну сторону между узлом (12) радиодоступа, представляющим соту LBT, и беспроводным устройством (18) плюс длительность D 25 последнего подкадра нисходящей линии связи в пакете нисходящей линии связи в соте LBT, и ТА для LBT восходящей линии связи соответствует временной синхронизации приема нисходящей линии связи беспроводного устройства (18).

11. Способ по п. 1 или 2, в котором ТА для LBT восходящей линии связи является таким, что по меньшей мере часть длительности LBT восходящей линии связи для процедуры LBT восходящей линии связи, выполняемой беспроводным устройством 30 (18), попадает в период времени, имеющий длительность, которая равна задержке  $T_1$  распространения сигнала в одну сторону между узлом (12) радиодоступа, представляющим соту LBT, и беспроводным устройством (18), при этом период времени начинается во время передачи последнего подкадра нисходящей линии связи в пакете нисходящей линии связи в соте LBT в узле (12) радиодоступа, представляющем соту 35 LBT, и заканчивается во время приема последнего подкадра нисходящей линии связи в пакете нисходящей линии связи в соте LBT в беспроводном устройстве (18).

12. Способ по п. 11, в котором ТА для LBT восходящей линии связи равно  $D+T_1$ , где D - длительность последнего подкадра нисходящей линии связи в пакете нисходящей 40 линии связи в соте LBT.

13. Способ по п. 12, в котором последний подкадр нисходящей линии связи в пакете нисходящей линии связи является последним подкадром нисходящей линии связи, непосредственно предшествующим желаемой передаче по восходящей линии связи, выполняемой беспроводным устройством (18), и беспроводное устройство (18) не 45 планируется для приема данных в последнем подкадре нисходящей линии связи.

14. Способ по п. 12, в котором:

последний подкадр нисходящей линии связи в пакете нисходящей линии связи является последним подкадром нисходящей линии связи, непосредственно предшествующим

желаемой передаче по восходящей линии связи, выполняемой беспроводным устройством (18);

беспроводное устройство (18) планируется для приема данных в последнем подкадре нисходящей линии связи и

5 беспроводное устройство (18) не начинает передачу по восходящей линии связи при условии, что процедура LBT восходящей линии связи является успешной до тех пор, пока не будет завершен прием пакета нисходящей линии связи в беспроводном устройстве (18).

15. Способ по п. 11, в котором:

10 отправка (102) индикатора ТА для LBT восходящей линии связи для соты LBT содержит отправку (102) индикатора ТА для LBT восходящей линии связи для соты LBT на первой несущей и

сота LBT находится на второй несущей, которая отличается от первой несущей.

15 16. Способ по п. 15, в котором ТА для LBT восходящей линии связи равно  $D+T_1$ , где D - длительность последнего подкадра нисходящей линии связи в пакете нисходящей линии связи в соте LBT.

17. Способ по п. 1, в котором ТА для LBT восходящей линии связи является таким, что длительность LBT восходящей линией связи для процедуры LBT восходящей линии связи, выполняемой беспроводным устройством (18), попадает в период времени,  
20 который соответствует временной паузе в предпоследнем подкадре нисходящей линии связи в пакете нисходящей линии связи в соте LBT.

18. Узел (12) радиодоступа для сети (10) сотовой связи, причем узел (12) радиодоступа выполнен с возможностью работы в соответствии с любым из способов по пп. 1-17.

25 19. Способ работы беспроводного устройства (18) в сети (10) сотовой связи для осуществления временного опережения (ТА) в соте с поддержкой процедуры прослушивания перед передачей (LBT), содержащий:

прием (104), из узла (12) радиодоступа, индикатора ТА для выполнения LBT восходящей линии связи для соты LBT; и

30 выполнение (108) процедуры LBT восходящей линии связи для соты LBT согласно ТА для LBT восходящей линии связи, в котором

ТА для LBT восходящей линии связи является таким, что по меньшей мере часть длительности LBT восходящей линии связи для процедуры LBT восходящей линии связи, выполняемой беспроводным устройством, находится в пределах задержки ( $T_i$ ) распространения сигнала в одну сторону между узлом (12) радиодоступа,  
35 представляющим соту LBT, и беспроводным устройством (18).

20. Способ по п. 19, дополнительно содержащий прием (104), из узла (12) радиодоступа, индикатора отдельного ТА для передачи по восходящей линии связи в соте LBT.

40 21. Способ по п. 19 или 20, в котором ТА для LBT восходящей линии связи является таким, что длительность LBT восходящей линией связи для процедуры LBT восходящей линии связи, выполняемой беспроводным устройством (18), попадает в период времени, который начинается после приема, в беспроводном устройстве (18), конца последнего частичного подкадра нисходящей линии связи в пакете нисходящей линии связи в соте LBT.

45 22. Способ по п. 20, в котором ТА для LBT восходящей линии связи является таким, что длительность LBT восходящей линией связи для процедуры LBT восходящей линии связи, выполняемой беспроводным устройством (18), попадает в период времени, который:



начинается после приема, в беспроводном устройстве (18), конца последнего частичного подкадра нисходящей линии связи в пакете нисходящей линии связи в соте LBT; и

5 заканчивается в тот момент времени, когда беспроводное устройство должно начать желаемую передачу по восходящей линии связи (18), если результатом процедуры LBT восходящей линии связи является то, что канал восходящей линии связи для соты LBT не занят.

23. Способ по п. 22, в котором момент времени, когда беспроводное устройство должно начать желаемую передачу по восходящей линии связи (18), определяется  
10 отдельным ТА для передачи по восходящей линии связи в соте LBT.

24. Способ по п. 19 или 20, в котором ТА для LBT восходящей линии связи является таким, что по меньшей мере часть длительности LBT восходящей линии связи для процедуры LBT восходящей линии связи, выполняемой беспроводным устройством (18), попадает в период времени, имеющий длительность, которая равна задержке  $T_1$   
15 распространения сигнала в одну сторону между узлом (12) радиодоступа, представляющим соту LBT, и беспроводным устройством (18), при этом период времени начинается во время передачи последнего подкадра нисходящей линии связи в пакете нисходящей линии связи в соте LBT в узле (12) радиодоступа обеспечение соты LBT и заканчивается во время приема последнего подкадра нисходящей линии связи в пакете  
20 нисходящей линии связи в соте LBT в беспроводном устройстве (18).

25. Способ по п. 24, в котором ТА для LBT восходящей линии связи равно  $D+T_1$ , где  $D$  - длительность последнего подкадра нисходящей линии связи в пакете нисходящей линии связи в соте LBT.

26. Способ по п. 25, в котором последний подкадр нисходящей линии связи в пакете  
25 нисходящей линии связи является последним подкадром нисходящей линии связи, непосредственно предшествующим желаемой передаче по восходящей линии связи, выполняемой беспроводным устройством (18), и беспроводное устройство (18) не планируется для приема данных в последнем подкадре нисходящей линии связи.

27. Способ по п. 25, в котором последний подкадр нисходящей линии связи в пакете  
30 нисходящей линии связи является последним подкадром нисходящей линии связи, непосредственно предшествующим желаемой передаче по восходящей линии связи, выполняемой беспроводным устройством (18),

беспроводное устройство (18) планируется для приема данных в последнем подкадре  
35 нисходящей линии связи и

беспроводное устройство (18) не начинает передачу по восходящей линии связи при условии, что процедура LBT восходящей линии связи является успешной до тех пор, пока не будет завершен прием пакета нисходящей линии связи в беспроводном устройстве (18).

28. Способ по п. 24, в котором:

40 прием (104) индикатора ТА для LBT восходящей линии связи для соты LBT содержит прием индикатора ТА для LBT восходящей линии связи для соты LBT на первой несущей; и

сота LBT находится на второй несущей, которая отличается от первой несущей.

29. Способ по п. 28, в котором ТА для LBT восходящей линии связи равно  $D+T_1$ , где  
45  $D$  - длительность последнего подкадра нисходящей линии связи в пакете нисходящей линии связи в соте LBT.

30. Способ по п. 19, в котором ТА для LBT восходящей линии связи является таким,

что длительность LBT восходящей линией связи для процедуры LBT восходящей линии связи, выполняемой беспроводным устройством (18), попадает в период времени, который соответствует временной паузе в предпоследнем подкадре нисходящей линии связи в пакете нисходящей линии связи в соте LBT.

- 5 31. Беспроводное устройство (18), выполненное с возможностью работы в сети (10) сотовой связи, причем беспроводное устройство (18) выполнено с возможностью работы в соответствии с любым из способов по пп. 19-30.

10

15

20

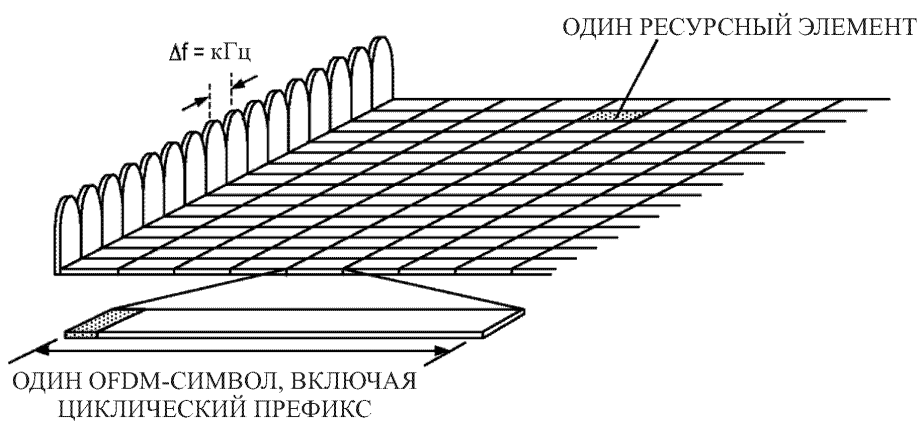
25

30

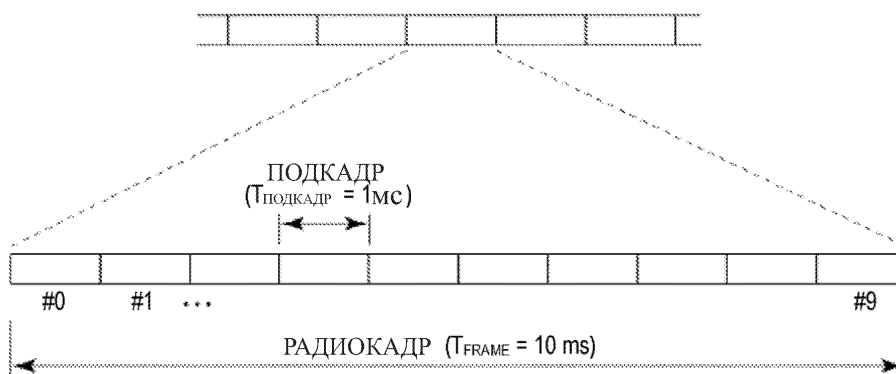
35

40

45

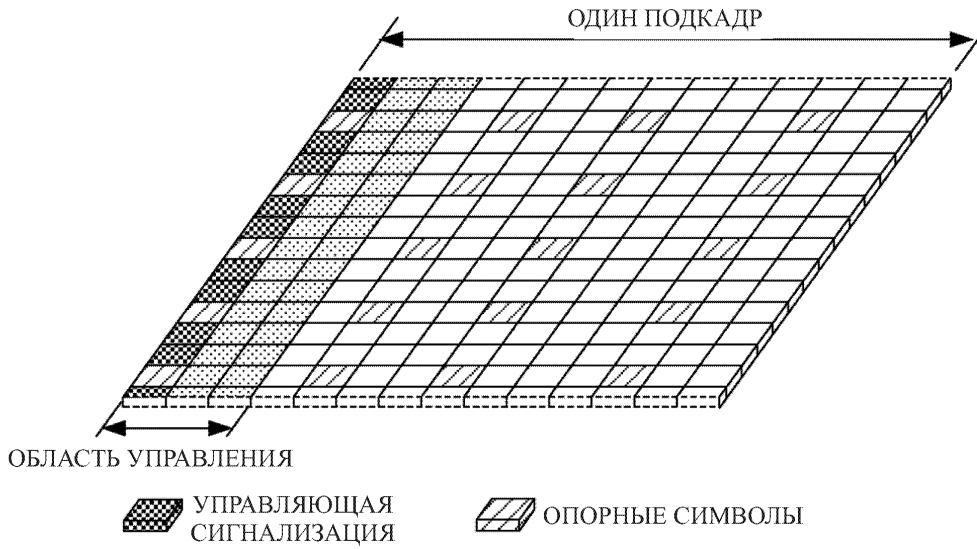


Фиг. 1

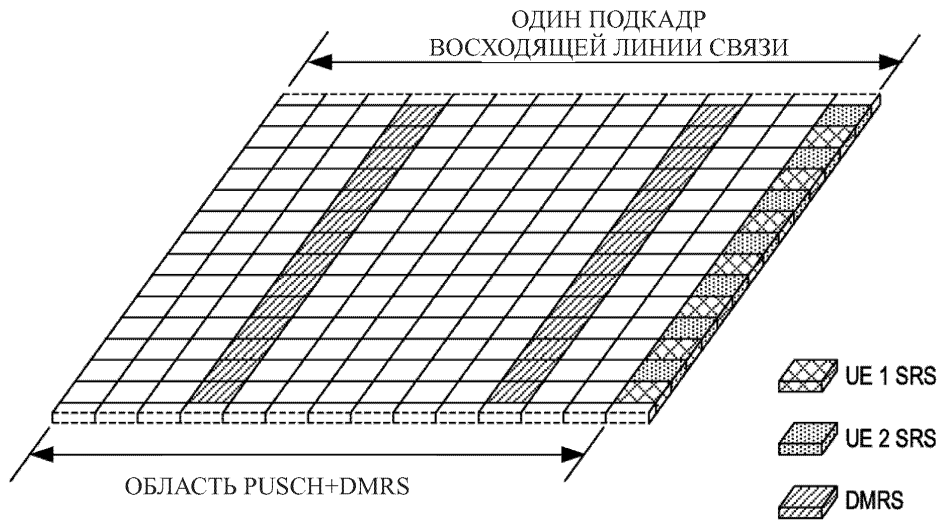


Фиг. 2

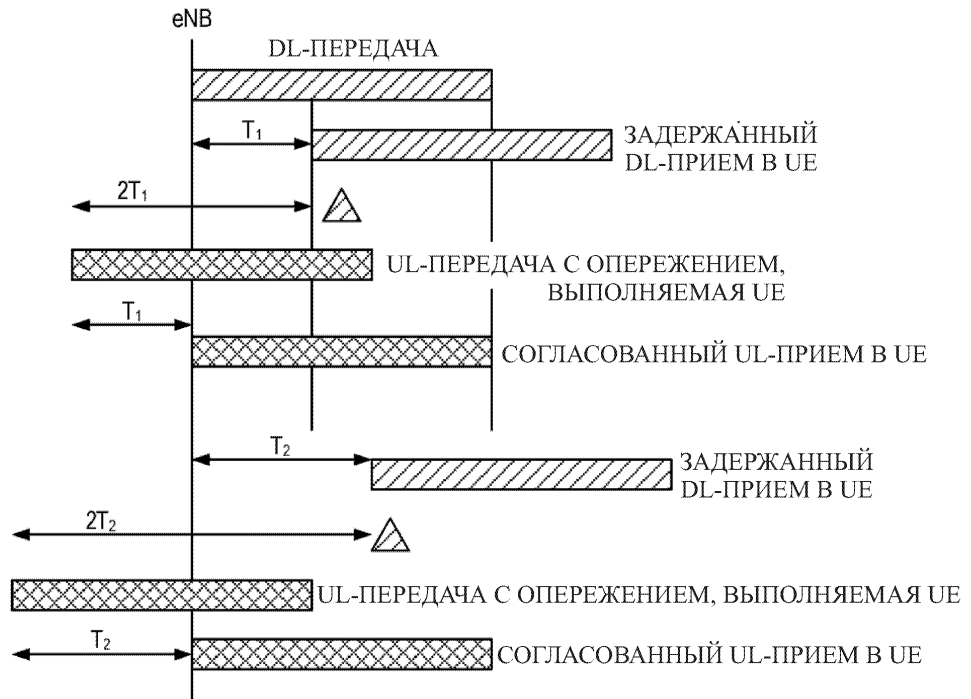
2/22



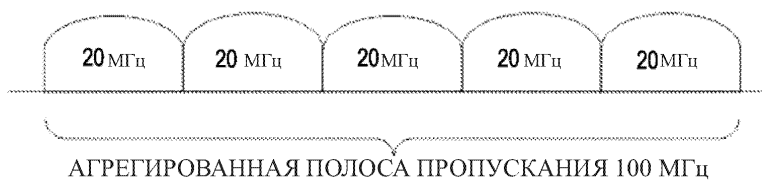
ФИГ. 3



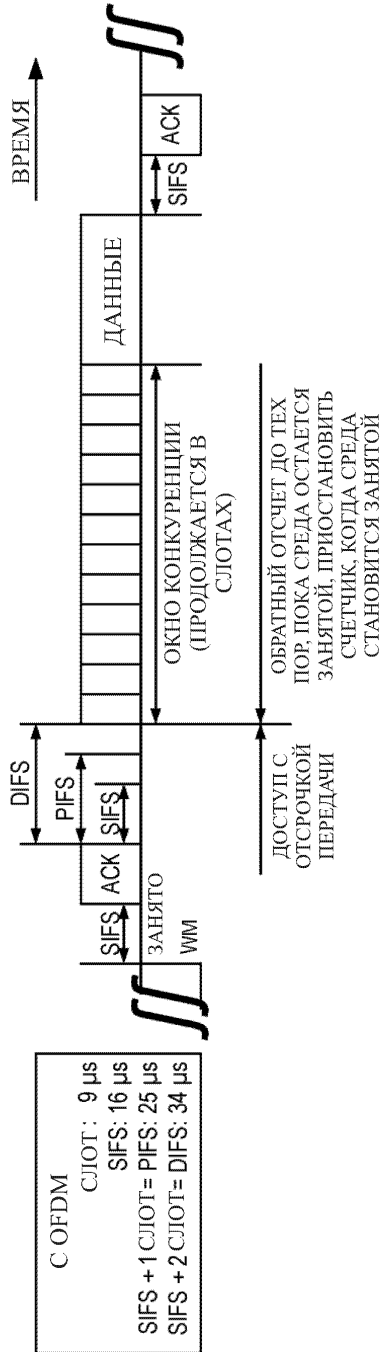
ФИГ. 4



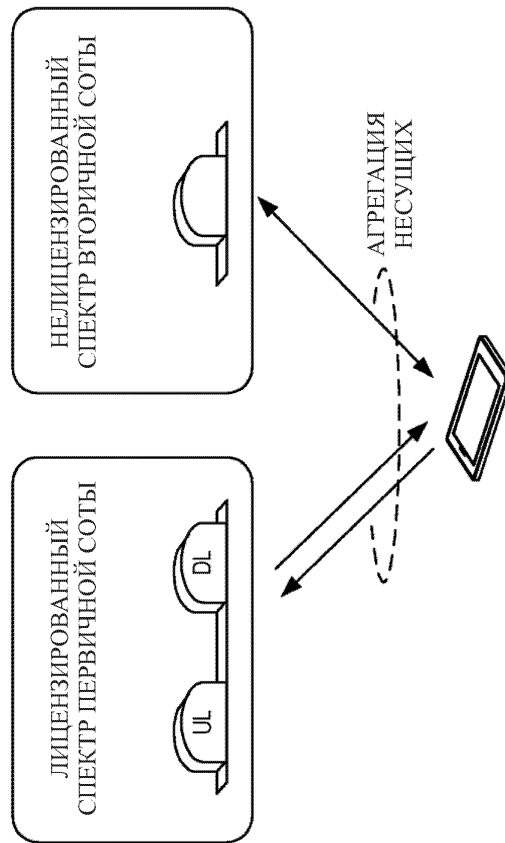
Фиг. 5



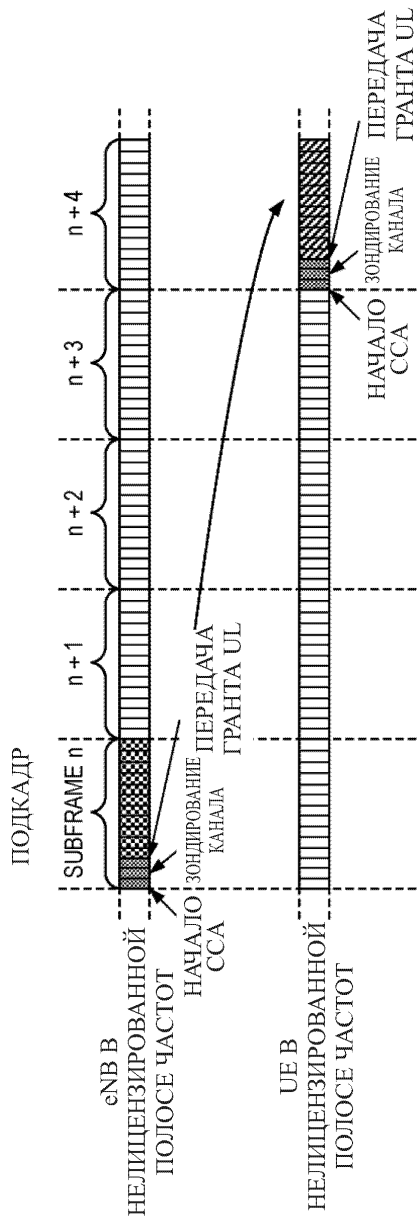
Фиг. 6



ФИГ. 7

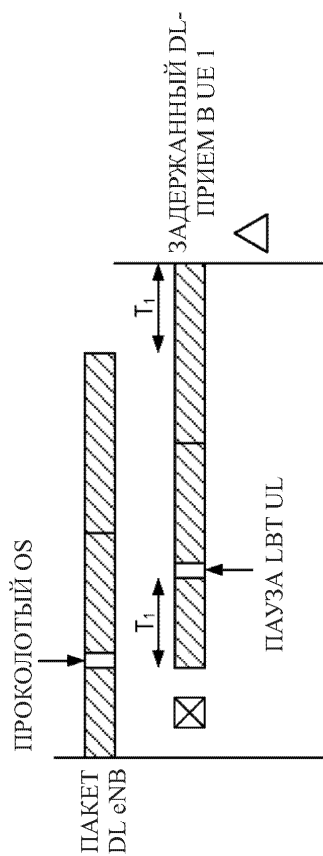


ФИГ. 8



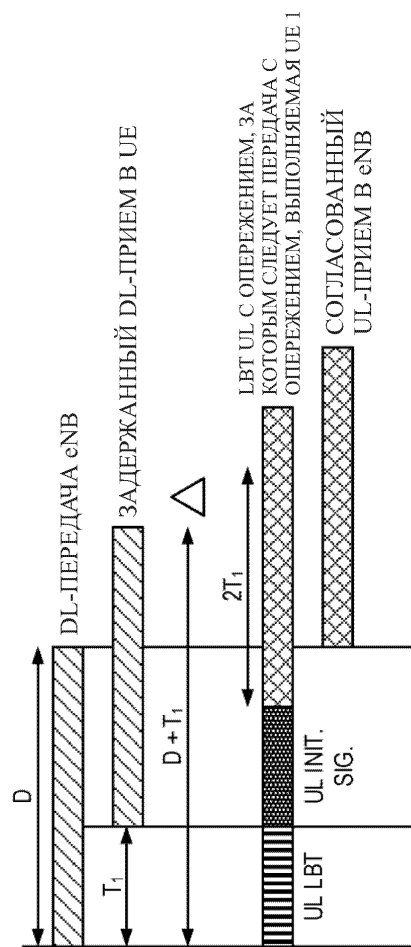
ФИГ. 9





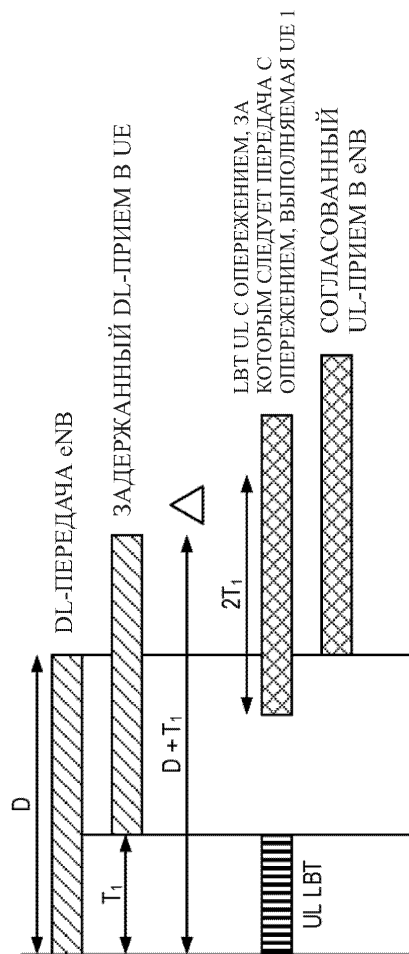
ПРОКАЛЫВАНИЕ ПОДКАДРА DL ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ВОЗМОЖНОСТИ LBT UL ПЕРЕД ОКОНЧАНИЕМ DL-ПАКЕТА

Фиг. 10



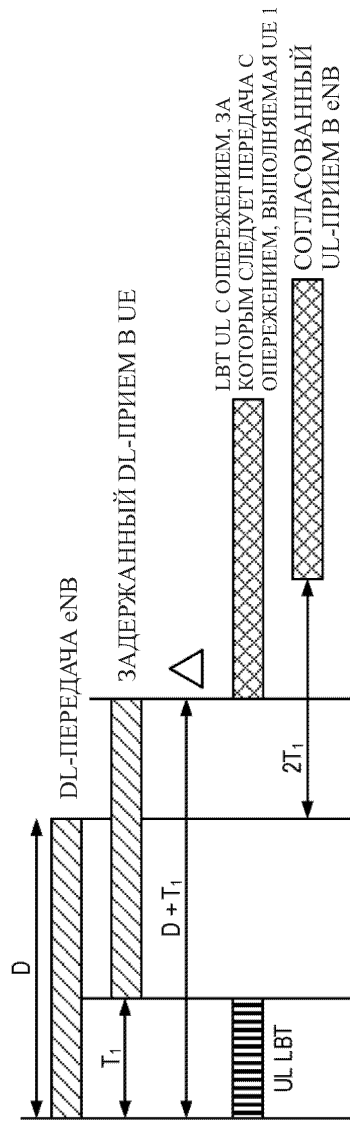
ПЕРЕДАЧА ПО UL ТА ВМЕСТЕ С ТА ЛВТ UL, КОГДА UE НЕ ЗАПЛАНИРОВАНО ДЛЯ ДАННЫХ В ПОСЛЕДНЕМ DL-ПОДКАДРЕ ДЛИТЕЛЬНОСТЬЮ D, И ПЕРЕДАЕТ НАЧАЛЬНЫЙ СИГНАЛ ПОСЛЕ ЛВТ

ФИГ. 11



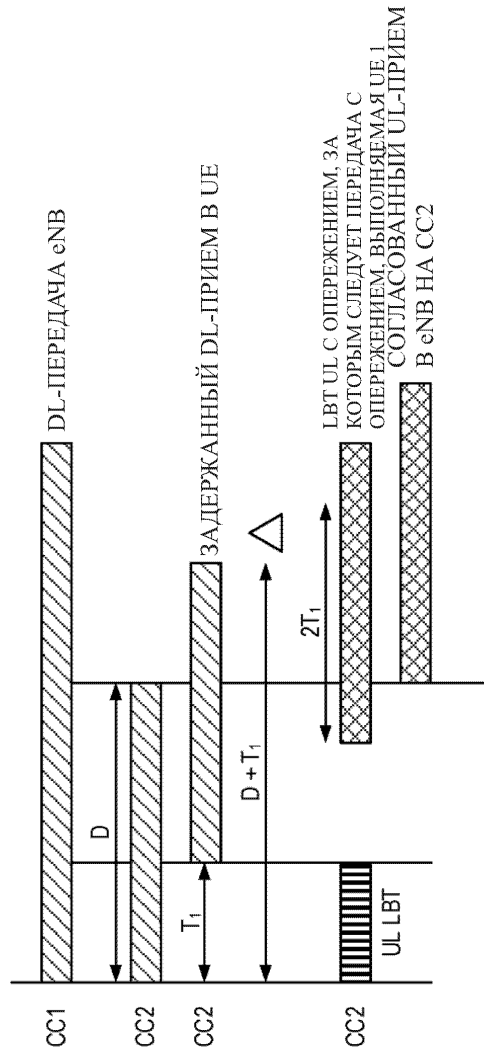
ПЕРЕДАЧА ПО UL ТА ВМЕСТЕ С ТА ЛВТ UL, КОГДА UE НЕ  
 ЗАПЛАНИРОВАНО ДЛЯ ДАННЫХ В ПОСЛЕДНЕМ DL-ПОДКАДРЕ  
 ДЛИТЕЛЬНОСТЬЮ D И НЕ ПЕРЕДАЕТ НАЧАЛЬНЫЙ СИГНАЛ ПОСЛЕ ЛВТ

Фиг. 12



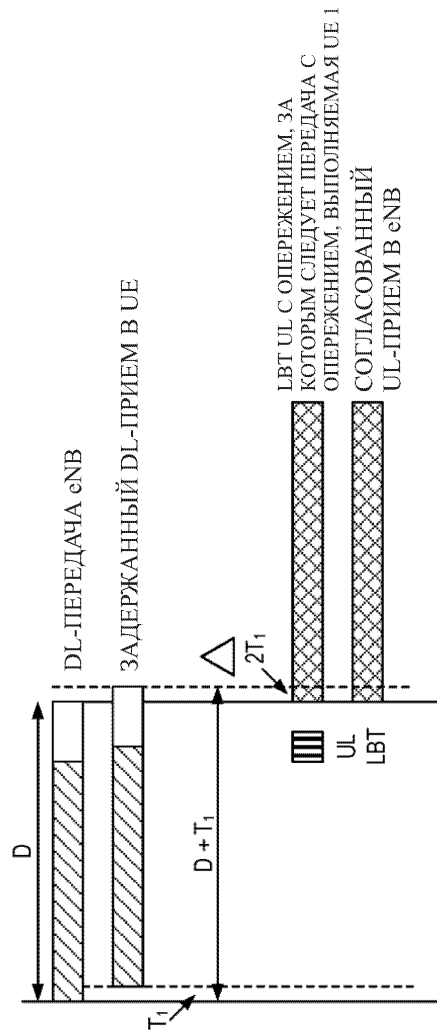
ТА ЛВТ В UL, КОГДА UE ЗАПЛАНИРОВАНО ДЛЯ ДАННЫХ В ПОСЛЕДНЕМ DL-ПОДКАДРЕ

Фиг. 13



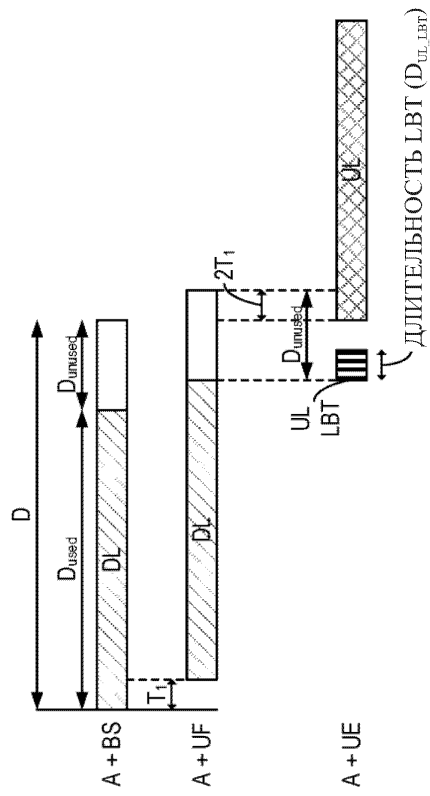
ТА ДЛЯ ЛВТ UL И ПЕРЕДАЧИ ПО UL В СЛУЧАЕ С НЕСКОЛЬКИМИ НЕСУЩИМИ

Фиг. 14

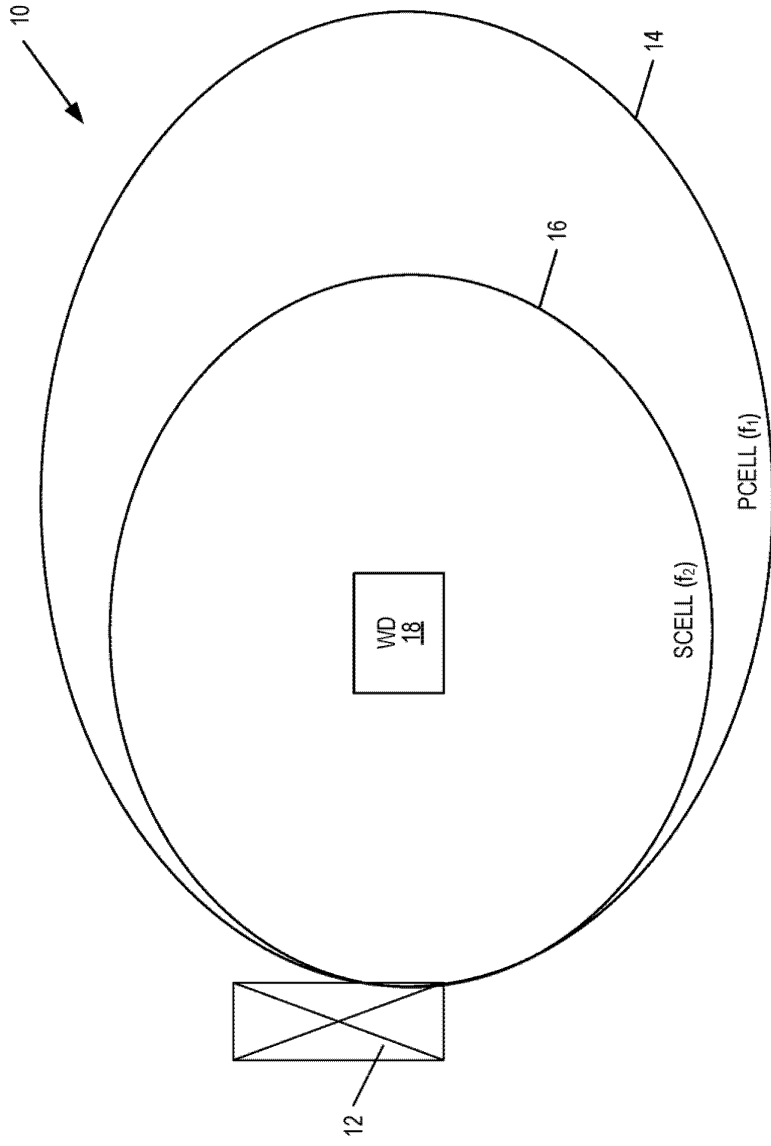


ЛВТ UL ПОСЛЕ ПРИЕМА DL-ПАКЕТА И ПЕРЕДАЧИ ПО UL TA

ФИГ. 15А



ФИГ. 15В

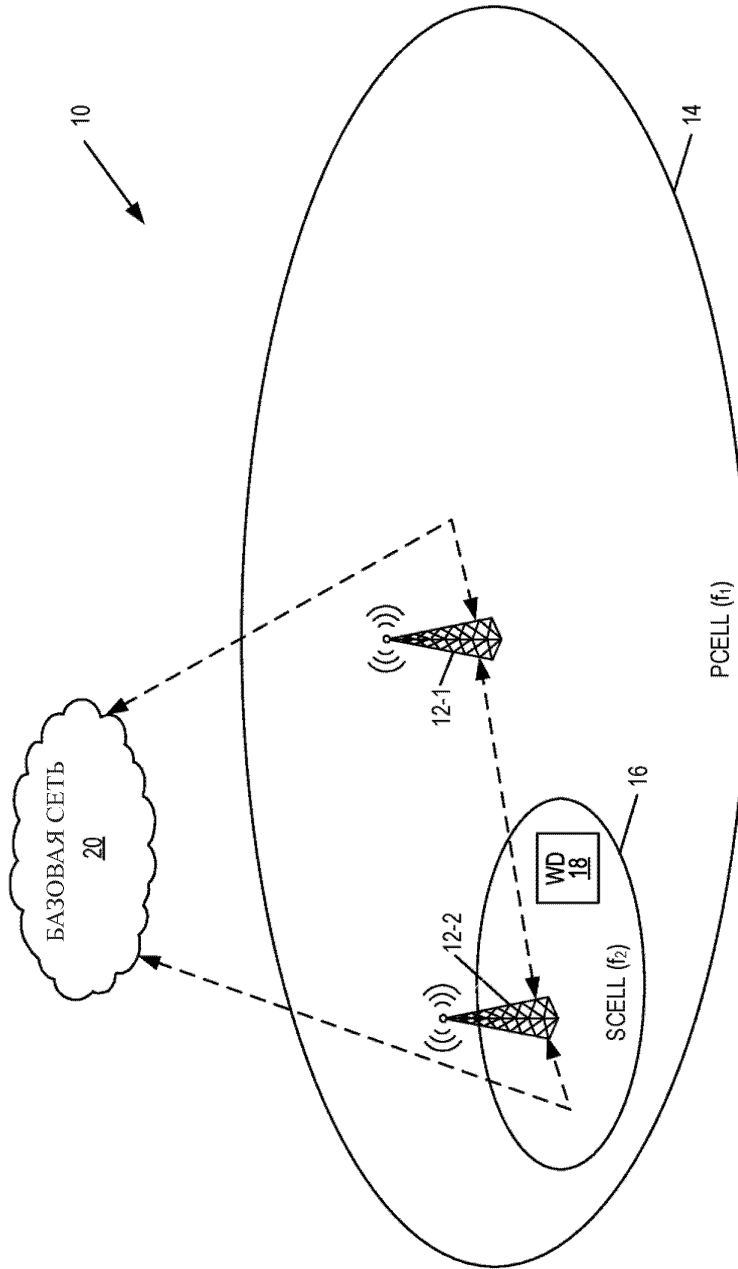


f<sub>1</sub>: ЛИЦЕНЗИРОВАННАЯ ПОЛОСА ЧАСТОТ  
f<sub>2</sub>: НЕЛИЦЕНЗИРОВАННАЯ ПОЛОСА ЧАСТОТ

ФИГ. 16А



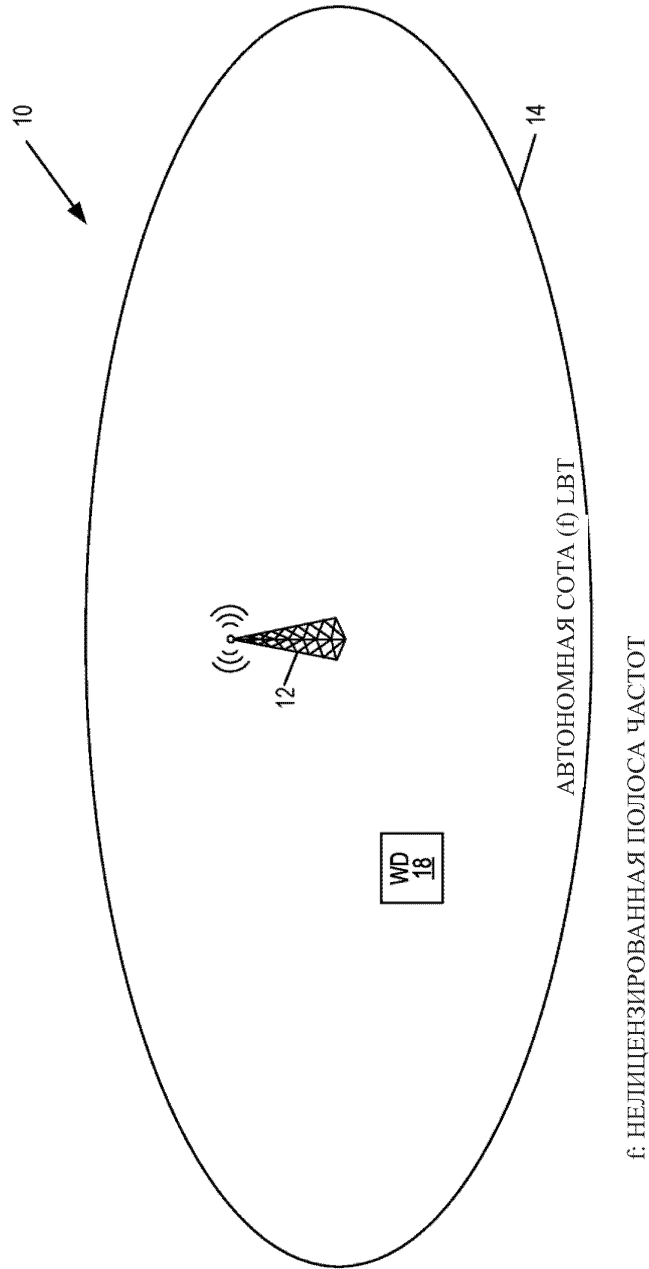
15/22



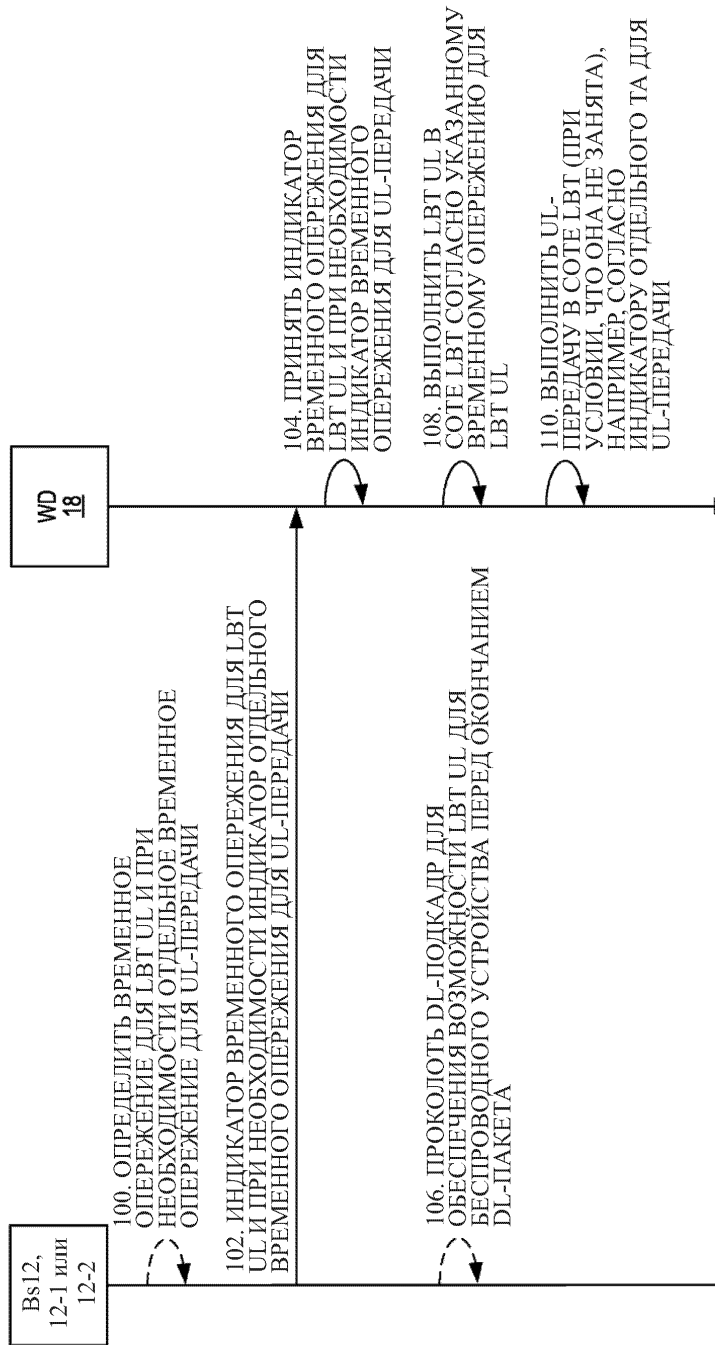
f<sub>p</sub>: ЛИЦЕНЗИРОВАННАЯ ПОЛОСА ЧАСТОТ  
 f<sub>s</sub>: НЕЛИЦЕНЗИРОВАННАЯ ПОЛОСА ЧАСТОТ

ФИГ. 16В

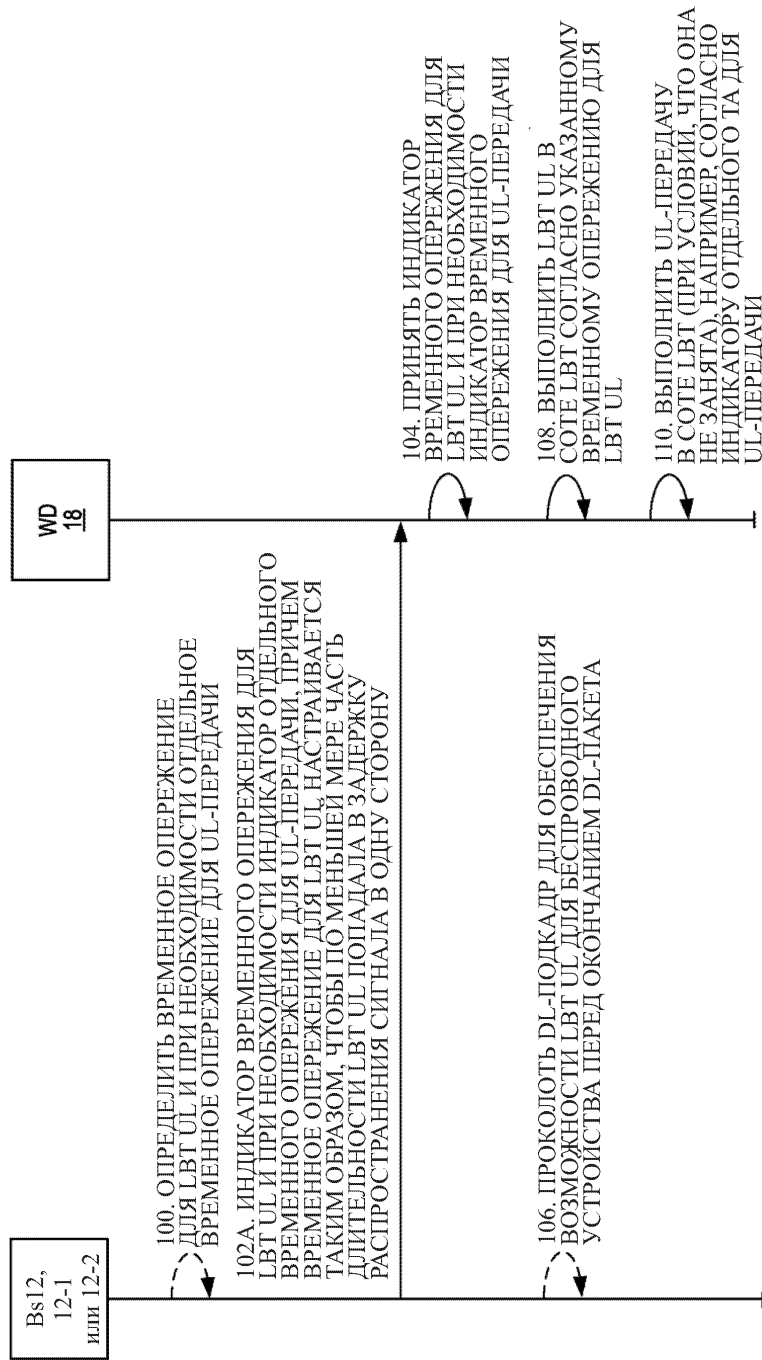
16/22



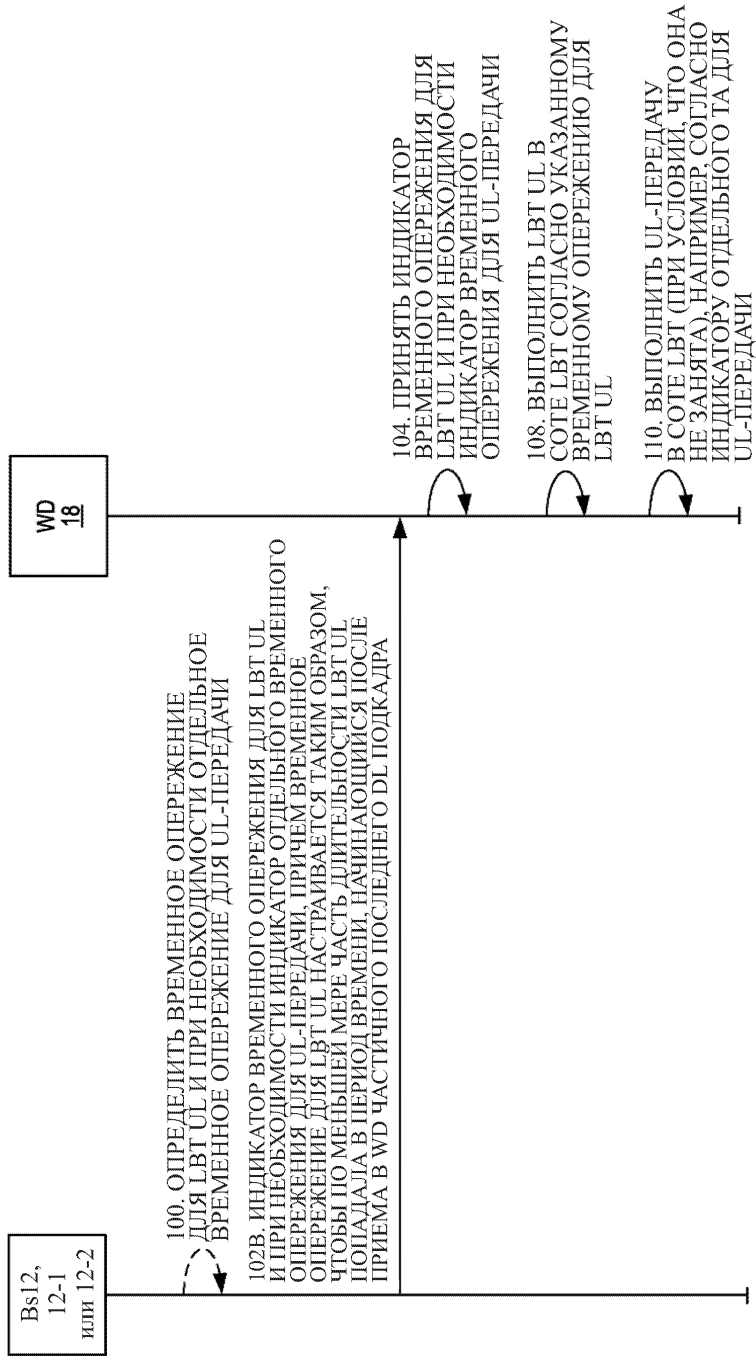
ФИГ. 16С



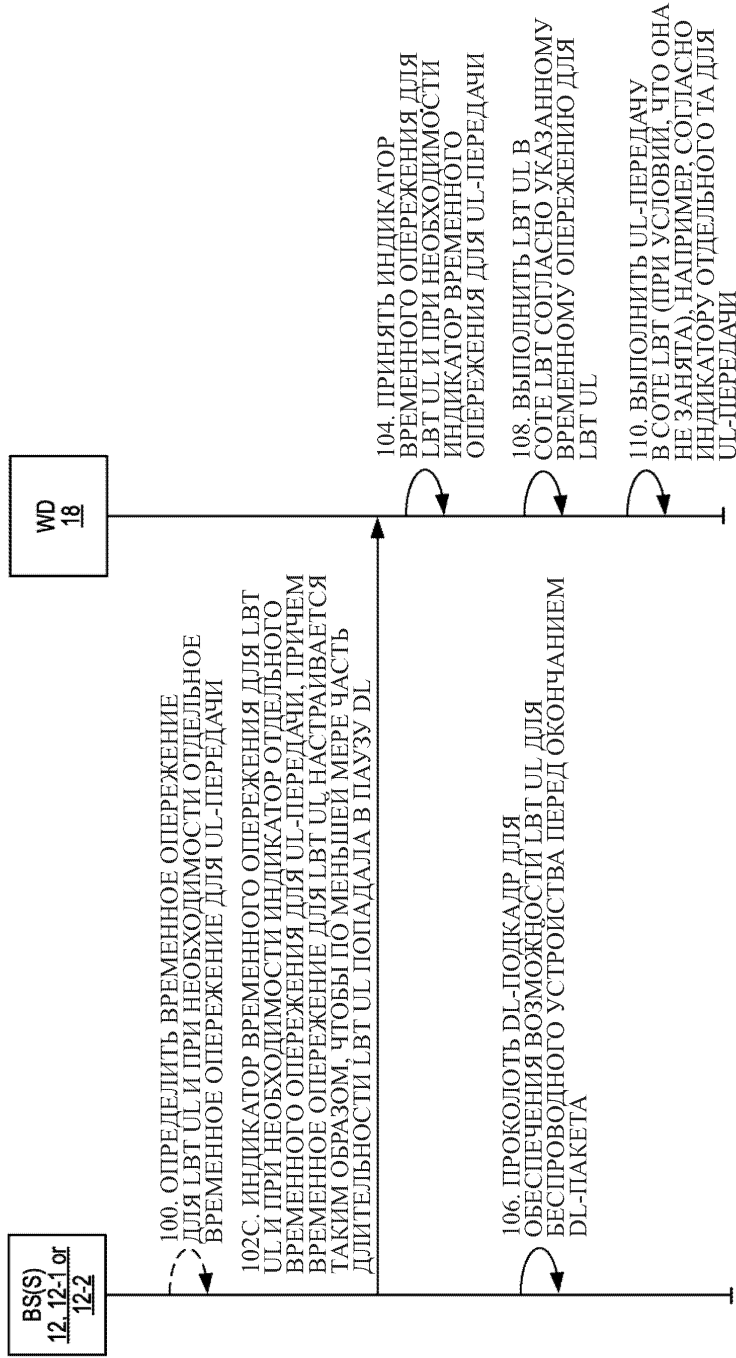
ФИГ. 17



Фиг. 18А

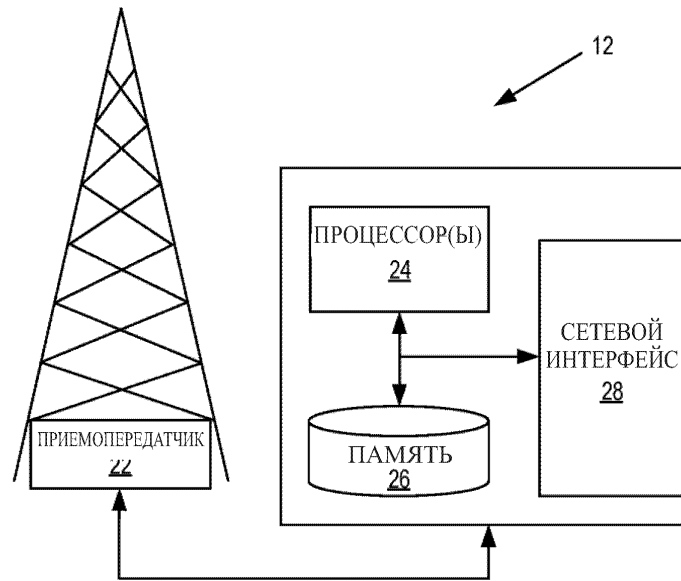


Фиг. 18В

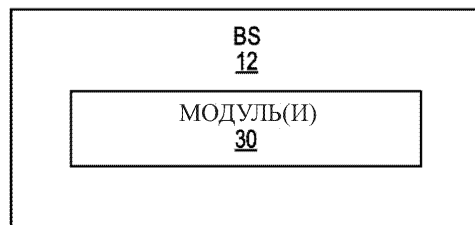


ФИГ. 18С

21/22

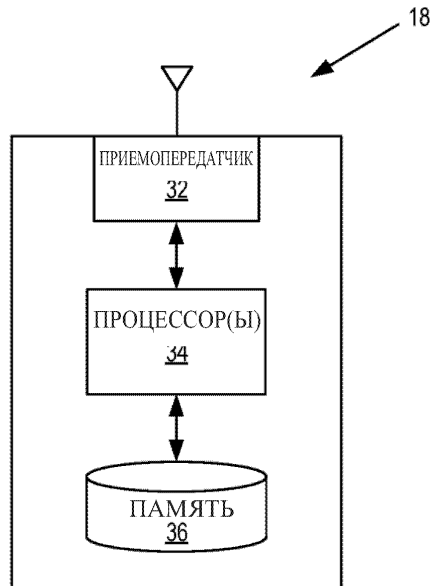


Фиг. 19

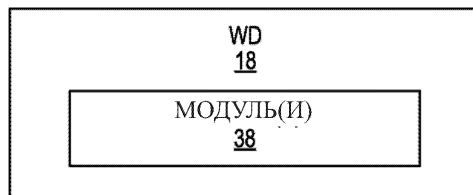


Фиг. 20

22/22



Фиг. 21



Фиг. 22