

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2016121479, 03.11.2014

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
03.11.2014Дата регистрации:
24.08.2017

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:
01.11.2013 US 61/898,973;
31.10.2014 US 14/530,322

(45) Опубликовано: 24.08.2017 Бюл. № 24

(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на
национальной фазе: 01.06.2016(86) Заявка РСТ:
US 2014/063726 (03.11.2014)(87) Публикация заявки РСТ:
WO 2015/066632 (07.05.2015)Адрес для переписки:
109012, Москва, ул. Ильинка, 5/2, ООО
"Союзпатент"

(72) Автор(ы):

САРТОРИ Филипп (US),
СЯ Лян (CN),
ЛИ Цян (CN),
ПОПОВИЧ Бранислав (SE),
БЕРГРЕН Фредрик (SE)

(73) Патентообладатель(и):

ХУАВЕЙ ТЕКНОЛОДЖИЗ КО., ЛТД.
(CN)(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: US 2007/0254656 A1, 01.11.2007. US
2010/0195479 A1, 05.08.2010. US 2011/0280200
A1, 17.11.2011.

(54) СИСТЕМА И СПОСОБ ПЕРЕДАЧИ СИГНАЛА СИНХРОНИЗАЦИИ

(57) Реферат:

Способ связи типа устройство-устройство (D2D) содержит этапы, на которых: вырабатывают посредством источника синхронизации первичный сигнал синхронизации устройство-устройство, отличный от первичного сигнала (PSS) синхронизации, переданного улучшенным Узлом В (eNodeB) и отличного от существующего сигнала восходящего канала

(UL), переданного устройствами связи типа устройство-устройство, и передают посредством источника синхронизации первичный сигнал синхронизации устройство-устройство в форме сигнала (SC-FDMA) множественного доступа с частотным разделением каналов и единственной несущей. 4 н. и 24 з.п. ф-лы, 8 ил., 2 табл.



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**(21)(22) Application: **2016121479, 03.11.2014**(24) Effective date for property rights:
03.11.2014Registration date:
24.08.2017

Priority:

(30) Convention priority:
01.11.2013 US 61/898,973;
31.10.2014 US 14/530,322(45) Date of publication: **24.08.2017** Bull. № 24(85) Commencement of national phase: **01.06.2016**(86) PCT application:
US 2014/063726 (03.11.2014)(87) PCT publication:
WO 2015/066632 (07.05.2015)Mail address:
109012, Moskva, ul. Ilinka, 5/2, OOO "Soyuzpatent"

(72) Inventor(s):

SARTORI Filipp (US),
SYA Lyan (CN),
LI Tsyang (CN),
POPOVICH Branislav (SE),
BERGREN Fredrik (SE)

(73) Proprietor(s):

KHUAVEJ TEKNOLODZHIZ KO., LTD. (CN)(54) **SYSTEM AND METHOD OF TRANSMITTING SYNCHRONIZATION SIGNAL**

(57) Abstract:

FIELD: radio engineering, communication.

SUBSTANCE: device-to-device (D2D) communication method comprises the steps of: generating, by a synchronization source, a primary device-to-device synchronization signal different from the primary synchronization signal (PSS) transmitted by the enhanced Node B (eNodeB) and different from the existing uplink signal channel (UL) transmitted by

device-to-device communication devices, and transmitting, by the synchronization source, a primary device-to-device synchronization signal in the form of multiple access signal (SC-FDMA) -with frequency channel division and a single carrier.

EFFECT: increasing the transmission speed.

28 cl, 8 dwg, 2 tbl

Область техники, к которой относится изобретение

Настоящее изобретение касается беспроводной связи и, в конкретных вариантах осуществления изобретения, касается системы и способа передачи сигнала синхронизации.

5 Уровень техники

Технология устройство-устройство (D2D) привлекает большое внимание благодаря возможности предложения новых сервисов, улучшения пропускной способности системы и предложения лучшей возможности взаимодействия с пользователем. Определено множество потенциальных случаев использования D2D.

10 Для обеспечения успешной D2D связи критичным является вопрос синхронизации: пользовательские устройства (UE) D2D передачи и приема должны получать из источника (источников) синхронизации одни и те же сигналы синхронизации по времени и/или частоте. Эти источники должны периодически передавать, по меньшей мере, D2D сигнал (D2DSS) синхронизации для обеспечения синхронизации D2D UE по времени и/

15 или частоте. Источником синхронизации может быть базовая станция, улучшенный NodeB (eNodeB) (в обычной сети технологии «Долгосрочное развитие» (LTE) Проекта партнерства третьего поколения (3GPP)) или D2D UE, в котором ретранслируют канал синхронизации нисходящего канала (DL) от eNodeB.

Раскрытие изобретения

20 Примеры вариантов осуществления настоящего изобретения, в которых предложена система и способ передачи сигнала синхронизации.

В соответствии с примером варианта осуществления настоящего изобретения предложен способ связи типа устройство-устройство. Способ включает в себя следующее: вырабатывают, в источнике синхронизации, первичный сигнал

25 синхронизации устройство-устройство, который отличен от первичного сигнала (PSS) синхронизации, направленного улучшенным NodeB (eNodeB), и который отличен от существующего сигнала восходящего канала (UL), направленного устройствами связи типа устройство-устройство, и передают, в источнике синхронизации, первичный сигнал синхронизации устройство-устройство в форме сигнала (SC-FDMA) множественного

30 доступа с частотным разделением каналов и единственной несущей.

В соответствии с другим примером варианта осуществления настоящего изобретения предложен способ работы устройства связи типа устройство-устройство. Способ включает в себя следующее: принимают, в устройстве связи типа устройство-устройство, несколько физических блоков (PRB) ресурсов, в том числе первичный сигнал

35 синхронизации устройство-устройство, который отличен от первичного сигнала (PSS) синхронизации, направленного улучшенным NodeB (eNodeB), и который отличен от существующего сигнала восходящего канала (UL), направленного устройствами связи типа устройство-устройство, при этом первичный сигнал синхронизации устройство-устройство передают в форме сигнала (SC-FDMA) множественного доступа с частотным

40 разделением каналов и единственной несущей. Способ также включает в себя следующее: определяют, в устройстве связи типа устройство-устройство, первичный сигнал синхронизации устройство-устройство в нескольких PRB, и осуществляют синхронизацию, в устройстве связи типа устройство-устройство, в соответствии с первичным сигналом синхронизации устройство-устройство.

45 В соответствии с другим примером варианта осуществления настоящего изобретения предложен источник синхронизации. Источник синхронизации содержит процессор и устройство передачи, функционально соединенное с процессором. В процессоре вырабатывают первичный сигнал синхронизации устройство-устройство, который

отличен от первичного сигнала (PSS) синхронизации, направленного улучшенным NodeB (eNodeB), и который отличен от существующего сигнала восходящего канала (UL), направленного устройствами связи типа устройство-устройство. В устройстве передачи передают первичный сигнал синхронизации устройство-устройство в форме сигнала (SC-FDMA) множественного доступа с частотным разделением каналов и единственной несущей.

В соответствии с еще одним примером варианта осуществления настоящего изобретения предложен способ для связи типа устройство-устройство. Способ включает в себя следующее: вырабатывают, в источнике синхронизации, первичный сигнал синхронизации устройство-устройство в соответствии с

$$s_u(t) = \sum_{k=-N/2}^{N/2-1} H_u[k] \cdot e^{j2\pi(k+\delta)\Delta f t},$$

$$0 \leq t < \frac{1}{\Delta f} = N \cdot T_s,$$

и при этом первичную последовательность синхронизации устройство-устройство соотносят, самое большее, с N коэффициентами Фурье $H_u[k]$, где T_s является периодом выборки, Δf является промежутком между поднесущими, u является первым индексом корня, N является целым числом и $\delta=1/2$. Способ включает в себя следующее: передают, в источнике синхронизации, первичный сигнал синхронизации устройство-устройство в форме сигнала (SC-FDMA) множественного доступа с частотным разделением каналов и единственной несущей.

Одно преимущество варианта осуществления изобретения заключается в том, что использование центрально симметричных сигналов уменьшает сложность декодирования.

Краткое описание чертежей

Для более полного понимания настоящего изобретения и его преимуществ далее приведено подробное описание со ссылками на приложенные чертежи, на которых:

фиг. 1 - вид, показывающий пример системы связи, соответствующей описанным здесь примерам вариантов осуществления изобретения;

фиг. 2 - вид, показывающий пример подкадров, соответствующих описанным здесь примерам вариантов осуществления изобретения;

фиг. 3 - вид, показывающий блок-схему примеров операций, осуществляемых в D2D UE в соответствии с описанными здесь примерами вариантов осуществления изобретения;

фиг. 4 - вид, показывающий блок-схему примеров операций, осуществляемых в D2D UE тогда, когда в D2D UE вырабатывают D2DSS в соответствии с описанными здесь примерами вариантов осуществления изобретения;

фиг. 5 - вид, показывающий блок-схему примеров операций, осуществляемых в D2D UE тогда, когда в D2D UE вырабатывают D2DSS в соответствии с ZC последовательностью с другим индексом корня в соответствии с описанными здесь примерами вариантов осуществления изобретения;

фиг. 6 - вид, показывающий пример вычислительной платформы, которая может быть использована для реализации, например, описанных здесь устройств и способов, в соответствии с описанными здесь примерами вариантов осуществления изобретения;

фиг. 7 - вид, показывающий блок-схему примеров операций, осуществляемых при синхронизации устройства D2D связи с использованием D2DSS в соответствии с описанными здесь примерами вариантов осуществления изобретения;

фиг. 8 - вид, показывающий пример устройства связи, соответствующего описанным здесь примерам вариантов осуществления изобретения.

Осуществление изобретения

Ниже подробно описано функционирование текущих примеров вариантов осуществления изобретения и их структура. Тем не менее, ясно, что в настоящем изобретении предложено много применимых идей изобретения, которые могут быть реализованы в широком наборе конкретных ситуаций. Обсуждаемые конкретные варианты осуществления изобретения приведены просто для иллюстрации конкретных структур изобретения и способов его функционирования и не ограничивают объема изобретения.

Настоящее изобретение будет описано в виде примеров вариантов осуществления изобретения в конкретной ситуации, а именно в ситуации систем связи, в которых используют сигнал синхронизации для облегчения D2D связи. Изобретение может быть применено в соответствующих стандартах системах связи, таких как системы, соответствующие Проекту партнерства третьего поколения (3GPP), IEEE 802.11, и подобных, техническим стандартам, и в системах связи, не соответствующих стандартам, в которых используют сигнал синхронизации для облегчения D2D связи.

На фиг. 1 показан пример системы 100 связи. Система 100 связи поддерживает D2D связь и, следовательно, может называться D2D системой. На фиг. 1 показана D2D синхронизация в D2D системе. Как показано на фиг. 1, D2DUE1 105, D2DUE2 110 и D2DUE3 115 могут обеспечивать синхронизацию по времени и/или частоте на основе существующего канала синхронизации LTE DL, такого как первичный сигнал (PSS) синхронизации и вторичный сигнал (SSS) синхронизации, направленные eNodeB 120, или других сигналов синхронизации, направленных eNodeB 120. В то же время D2DUE3 115 и D2DUE5 125 также играют роль источников синхронизации (то есть источников D2D синхронизации) соответственно для D2DUE4 130 и D2DUE6 135. eNodeB также можно называть NodeB, контроллерами, базовыми станциями, точками доступа, базовыми станциями конечных станций и подобным образом. Аналогично, UE также можно называть мобильными станциями, конечными станциями, пользователями, станциями, абонентами и подобным образом. Хотя ясно, что системы связи могут использовать несколько eNodeB, которые способны обмениваться информацией с несколькими UE, для простоты показана только одна eNodeB и несколько UE.

Обнаружение представляет собой D2D технологию, которая включает в себя способность обнаруживать соседние UE. Обнаружение может быть или обнаружением с помощью eNodeB, или открытым обнаружением. При обнаружении с помощью eNodeB первое UE направлено на передачу сигнала (например, зондирующего опорного сигнала (SRS)), а второму UE необходимо слушать и отчитываться в eNodeB о качестве сигнала. В eNodeB могут на основе этого качества сигнала из отчета решить, могут ли эти две UE поддерживать сервис ProSe. При открытом обнаружении в любом UE могут передавать сигнал, такой как маячковый сигнал, для уведомления других UE о своем присутствии. Заметим, что этот процесс может включать в себя неактивные UE.

При условии, что этот процесс может включать в себя неактивные UE, обычно его осуществляют с очень ограниченной доступной информацией. В частности, в UE обычно должны опираться на информацию, транслированную eNodeB. В большинстве ситуаций может быть слишком дорого активизировать эти UE и передавать на них сигналы

управления (RRC) радиоресурсами. Более того, расположение неактивного UE является приблизительным, и в системе связи не известна точная ячейка, которая обслуживает UE.

Для D2D связи также в целом предполагают, что D2D имеет место по восходящему (UL) участку полосы пропускания, так как для UL взаимные помехи будут наносить меньший вред сотовым UE. По UL передача D2D UE создает помехи eNodeB. В результате, пока D2D UE находится на приемлемом расстоянии от eNodeB, помехи, созданные D2D UE, имеют небольшое влияние. В противоположность сказанному, для DL D2D помехи воздействуют на соседние UE и потенциально воздействуют на их возможность принимать каналы синхронизации и PDCCH, и это может привести к значительно большему воздействию по сравнению со случаем, когда в D2D UE передают по UL.

При условии, что D2D связь осуществляют по UL, логично предположить, что D2D обнаружение осуществляют также по UL. В случае открытого обнаружения, для обнаружения резервируют заданное количество подкадров (например, 1%). Во время этих подкадров обычно совсем не осуществляют сотовую связь. Передают только сигналы UE обнаружения. На фиг. 2 показан пример подкадров 200. Некоторые подкадры 200 используют как подкадры обнаружения (показаны заштрихованными ячейками), а другие используют как сотовые подкадры (показаны незаштрихованными ячейками).

В соответствии с примером варианта осуществления изобретения предложены примеры D2D сигналов синхронизации. Принципы разработки D2DSS могут включать в себя одно или более из следующего:

- хорошие характеристики автокорреляции и взаимной корреляции, аналогичные случаю обычного PSS (например, на основе ZC последовательностей);
- отличный от обычного PSS, что нужно для избежания неопределенности D2D UE и простого включения сотовых UE;
- хорошие характеристики взаимной корреляции относительно перекрытия с сигналами восходящего канала, такими как опорный сигнал (DMRS) демодуляции для восходящего канала, так как D2D сигнал будут передавать в спектре/подкадре UL;
- возможное указание D2D рабочих параметров, тем самым, позволяет D2D UE быстро получать D2D конфигурационную информацию; и
- возможная поддержка тонкой синхронизации по времени и/или частоте на основе D2DSS, в то время как PSS и/или SSS системы LTE могут поддерживать только грубую синхронизацию по времени и/или частоте.

Кроме того, может быть обеспечена обратная совместимость, так как существующее UE не должно быть способно определить D2DSS, что предотвратит существующее UE от ошибочного предположения, что D2D UE (источник D2DSS) является eNodeB. Заметим, что описанные здесь примеры вариантов осуществления изобретения могут быть объединены.

Более того, определение D2DSS обычно включает в себя некоторую форму согласованной фильтрации в устройстве приема, например, определение корреляции между принятым сигналом и D2DSS. Так как это включает в себя осуществление большого количества умножений комплексных чисел, задача состоит в том, чтобы так разработать D2DSS, чтобы он обладал такими свойствами сигнала, которые могут быть использованы для уменьшения сложности определения.

На фиг. 3 показана блок-схема примеров операций 300, осуществляемых в D2D UE. Операции 300 могут иллюстрировать операции, осуществляемые в D2D UE.

Операции 300 могут начинаться с того, что в D2D UE вырабатывают D2DSS (блок 305). В D2D UE могут выработать последовательность для D2DSS (например, PD2DSS и/или SD2DSS). Подробности примеров вариантов осуществления D2DSS приведены ниже. В D2D UE могут соотнести последовательность D2DSS, получив преобразованный D2DSS (блок 310). В D2D UE могут соотнести последовательность D2DSS с поднесущими так, что, например, D2DSS станет центрально симметричным. В D2D UE могут передать преобразованный D2DSS (блок 315). Как описано ранее, преобразованный D2DSS может быть передан в UL ресурсах или подкадрах.

В соответствии с примером варианта осуществления изобретения D2DSS основан на ZC последовательности, длина которой отличается от длины других ZC последовательностей, используемых в системе связи. В источнике синхронизации передают D2DSS, на основе чего группа D2D UE (образующая D2D группу) обеспечивает синхронизацию по времени и/или частоте. D2DSS может содержать, по меньшей мере, первичный D2DSS (PD2DSS), где PD2DSS вырабатывают из первой ZC последовательности, при этом длина первой ZC последовательности отлична от длины второй ZC последовательности, используемой для выработки существующего LTE PSS, направленного eNodeB (ZC последовательность, используемая для выработки существующего LTE PSS, является последовательностью длиной 63 и центральный элемент которой выкалывают с целью получения последовательности длиной 62), а также любой возможной ZC последовательности, используемой для выработки существующих UL опорных сигналов (в том числе DMRS и SRS), направленных UE.

В первом примере, в источнике синхронизации, который является или eNodeB, или D2D UE, передают D2DSS, на основе чего в группе D2D UE (образующая D2D группу) обеспечивается синхронизация по времени/частоте. D2DSS должна содержать, по меньшей мере, первичный D2DSS (PD2DSS), где PD2DSS вырабатывают из первой ZC последовательности и где длина первой ZC последовательности отличается от длины второй ZC последовательности, используемой для выработки существующего LTE PSS. Использование ZC последовательностей разных длин обеспечивает отсутствие ложного определения D2D UE как eNodeB. Другими словами, PD2DSS не будет принят по ошибке за PSS. Кроме того, длина ZC последовательности отличается от любой возможной длины ZC последовательности, используемой для выработки существующих UL опорных сигналов (в том числе DMRS и SRS), направленных UE.

Более того, длина первой ZC последовательности должна быть простым числом или числом, второй наименьший положительный делитель которого больше 3.

На фиг. 4 показана блок-схема примеров операций 400, осуществляемых в D2D UE тогда, когда в D2D UE вырабатывают D2DSS. Операции 400 могут иллюстрировать операции, осуществляемые в D2D UE тогда, когда в D2D UE вырабатывают D2DSS.

Операции 400 могут начинаться выбором в D2D UE первой ZC последовательности, длина которой отлична от длины второй ZC последовательности, используемой для выработки существующего LTE PSS (блок 405). Более того, длина первой ZC последовательности также отлична от длины других ZC последовательностей, используемых для выработки существующих сигналов, передаваемых D2D UE, таких как UL опорные сигналы (в том числе DMRS и SRS). Кроме того, длина первой ZC последовательности может быть простым числом или числом, второй наименьший положительный делитель которого больше 2. В D2D UE могут вырабатывать D2DSS с использованием первой ZC последовательности (блок 410).

Описываемые здесь операции 400 концентрируются на D2D UE, в котором вырабатывают D2DSS. Тем не менее, в другом объекте в системе связи может быть

возможно выработать D2DSS для D2D UE и предоставить D2DSS в D2D UE. Операции 400 могут быть выполнены в любом объекте в системе связи. Следовательно, рассмотрение D2D UE, в котором осуществляют операции 400, не должно считаться ограничением или идеи, или объема примеров вариантов осуществления изобретения.

На основе этого рассмотрения может быть получена длина ZC последовательности, используемой для D2DSS (например, PD2DSS), в предположении, что в источнике синхронизации передают PD2DSS в 6 физических блоках (PRB) ресурсов (72 поднесущие, как в существующем LTE PSS) в частотной области. Длина ZC последовательности может быть определена на основе следующих принципов:

- простое число или число, второй наименьший положительный делитель которого больше 3;

- не равна 63 (длина ZC последовательности, используемой в существующем LTE PSS); и

- не равна 71, 31 или 47, где 71, 31, 47 являются возможными длинами ZC

последовательностей, используемых для UL DMRS.

Если все принципы соблюдены, то длина первой ZC последовательности может быть равной 61, 65 или 67. Заметим, что 67 является максимальным значением, которое не больше 72 и удовлетворяет приведенным выше принципам, при этом 61 является максимальным значением, которое не больше 64 и удовлетворяет приведенным выше принципам, а 65 является значением, второй наименьший положительный делитель которого равен 5 и которое удовлетворяет приведенным выше принципам. В обычном устройстве приема частота выборки может принимать только определенные значения, например, быть степенью числа 2. В качестве иллюстративного примера, если длина последовательности не больше 64, может быть использовано окно устройства приема из 64 отсчетов и, аналогично, если длина последовательности больше 64, но меньше 128, то может быть использовано окно устройства приема в 128 отсчетов. Длина окна устройства приема связана с количеством умножений комплексных чисел, нужных для определения PD2DSS. Сравнивая 61 и 67 как возможные значения длины, если длина первой ZC последовательности равна 61, то на PD2DSS нужно только 64 комплексных отсчета, что приводит к меньшей сложности. Если длина первой ZC последовательности равна 67, то на PD2DSS нужно 128 комплексных отсчетов, что приводит к большей сложности. С другой стороны, если длина первой ZC последовательности равна 67, может быть достигнута меньшая взаимная корреляция. Таким образом, необходимо рассматривать эту длину, если она значительно улучшит эффективность.

ZC последовательность с нечетной длиной (например, $N=61$) может быть определена следующим образом:

$$x_u(m) = e^{-j \frac{\pi u m(m+1)}{N}}, \quad 0 \leq m \leq N-1,$$

где u - индекс корня, $0 \leq u \leq N-1$.

Кандидаты на индекс корня для PD2DSS должны быть выбраны для достижения насколько возможно малой взаимной корреляции с существующим PSS. То есть кандидаты на индекс должны быть выбраны из следующего множества: {4, 7, 9, 11, 13, 15, 16, 17, 18, 19, 23, 29, 32, 38, 42, 43, 44, 45, 46, 48, 50, 52, 54, 57}.

Источник синхронизации может содержать, по меньшей мере, D2DSS, где D2DSS также должен содержать вторичный D2DSS (SD2DSS), при этом SD2DSS вырабатывают по первой m -последовательности, где длина SD2DSS должна отличаться от длины

существующей SSS, направленной eNodeB, и/или отличаться от длины первой ZC последовательности. Это обеспечивает лучшую синхронизацию и позволяет в узле передачи передавать дополнительную информацию, такую как индекс кадра или его эквивалент, если он находится вне зоны покрытия. Кроме того, длина

последовательности и полоса пропускания SD2DSS должны быть больше или равны длине последовательности и полосе пропускания PD2DSS.

Индекс корня первой ZC последовательности может быть определен в соответствии, по меньшей мере, с одним из следующего:

- полоса пропускания SD2DSS; и

- индекс корня первой ZC последовательности и/или первой t-последовательности, которые определены в соответствии, по меньшей мере, с одним из следующего:

- D2D рабочая полоса пропускания;

- идентификационная информация источника синхронизации, например, UE-ID, если источник является D2D UE;

- тип источника синхронизации, в том числе eNodeB или D2D UE;

- приоритет источника синхронизации;

- идентификационная информация D2DUE группы;

- тип D2DUE группы; и

- приоритет D2DUE группы.

Индекс корня ZC последовательности для PD2DSS (среди всех упомянутых выше кандидатов) также может нести информацию, касающуюся расположения и/или полосы пропускания соответствующего SD2DSS, а также D2D рабочую полосу пропускания этой D2D группы, где кандидаты на полосу пропускания включают в себя: 1,4 МГц, 3 МГц, 5 МГц, 10 МГц, 15 МГц или 20 МГц (6RB, 15RB, 25RB, 50RB, 75RB или 100RB, где RB - блок ресурсов, определенный в LTE системе). Пример использования такого указания проиллюстрирован в приведенной ниже таблице 1.

Таблица 1. Индекс корня для PD2DSS и соответствующая полоса пропускания SD2DSS

Полоса пропускания	Индекс корня
6RB	19
15RB	23
25RB	29
50RB	32
75RB	38
100RB	42

В этой ситуации длина и полоса пропускания SD2DSS могут отличаться соответственно от длины и полосы пропускания PD2DSS. Заметим, что большая полоса пропускания SD2DSS (по сравнению с PD2DSS) может помочь D2D UE в D2D группе достигать тонкой синхронизации по времени и/или частоте, что отлично от цели разработки PSS и/или SSS в LTE системе связи.

В соответствии с примером варианта осуществления изобретения D2DSS основан на ZC последовательности с другим индексом корня для ZC последовательности. В целом, две последовательности, выработанные из единственной последовательности с разными индексами корня, будут разными последовательностями. Другое решение можно получить в предположении, что в источнике синхронизации передают PD2DSS в 6 PRB (72 поднесущие, как в существующем LTE PSS) в частотной области. Первая ZC последовательность может быть определена на основе следующих принципов:

- простое число или число, второй наименьший положительный делитель которого больше 3;

- длина должна быть равна 71, где 71 является возможной длиной UL DMRS для передачи 6 PRB;

5 - индексы корней должны отличаться от индексов корней, используемых в UL DMRS для передачи 6 PRB;

- если все принципы соблюдены, то длина первой ZC последовательности может быть равной 71. Кандидаты на индексы корней первой ZC последовательности должны быть выбраны из множества {0, 1, 8, 15, 24, 31, 40, 47, 56, 63}.

10 На фиг. 5 показана блок-схема примеров операций 500, осуществляемых в D2D UE тогда, когда в D2D UE вырабатывают D2DSS в соответствии с ZC последовательностью с другим индексом корня. Операции 500 могут иллюстрировать операции, осуществляемые в D2D UE тогда, когда в D2D UE вырабатывают D2DSS в соответствии с ZC последовательностью с другим индексом корня.

15 Операции 500 могут начинаться с выбора в D2D UE первой ZC последовательности с индексом корня, отличным от индекса корня второй ZC последовательности, используемой для выработки существующего LTE PSS (блок 505). Более того, индекс корня первой ZC последовательности также отличен от индексов корней других ZC последовательностей, используемых для выработки существующих сигналов, передаваемых D2D UE, таких как UL опорные сигналы (в том числе DMRS и SRS).
20 Кроме того, длина первой ZC последовательности может быть равна длине последовательности, используемой для выработки UL DMRS. В D2D UE могут вырабатывать D2DSS с использованием первой ZC последовательности (блок 510).

Описываемые здесь операции 500 концентрируются на D2D UE, в котором
25 вырабатывают D2DSS. Тем не менее, в другом объекте в системе связи может быть возможно выработать D2DSS для D2D UE и предоставить D2DSS в D2D UE. Операции 500 могут быть выполнены в любом объекте в системе связи. Следовательно, рассмотрение D2D UE, в котором осуществляют операции 500, не должно считаться ограничением или идеи, или объема примеров вариантов осуществления изобретения.

30 Более того, D2DSS может также содержать вторичный D2DSS (SD2DSS), где SD2DSS вырабатывают с помощью m -последовательности, при этом длина и занимаемая полоса пропускания SD2DSS отличаются от длины и занимаемой полосы пропускания существующей SSS, направляемой eNodeB.

Индекс корня ZC последовательности для PD2DSS (среди всех упомянутых выше
35 кандидатов) также может нести информацию о расположении и/или полосе пропускания соответствующего SD2DSS, а также D2D рабочую полосу пропускания этой D2D группы, где кандидаты на полосу пропускания включают в себя 1,4 МГц, 3 МГц, 5 МГц, 10 МГц, 15 МГц или 20 МГц (6RB, 15RB, 25RB, 50RB, 75RB, 100RB, где RB - блок ресурсов, определенный в LTE системе). Пример использования такого указания
40 проиллюстрирован в приведенной ниже таблице 2.

Таблица 2. Индекс корня для PD2DSS и соответствующая полоса пропускания SD2DSS

Полоса пропускания	Индекс корня
6RB	15
15RB	24
25RB	31
50RB	40
75RB	47
100RB	56

В этой ситуации длина и полоса пропускания SD2DSS могут отличаться соответственно от длины и полосы пропускания PD2DSS. Заметим, что большая полоса пропускания SD2DSS (по сравнению с PD2DSS) может помочь D2D UE в D2D группе достигать тонкой синхронизации по времени и/или частоте, что отлично от цели разработки PSS и/или SSS в LTE системе связи.

Что касается соотношения сигнала PD2DSS, PD2DSS может быть получен как преобразование множества коэффициентов (Фурье) частотной области. В качестве не ограничивающего изобретение примера предположим, что дискретный, временной области сигнал основного диапазона получен следующим образом:

$$s_u[k] = \frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} H_u[n] W_N^{-kn}, k = 0, 1, \dots, N-1,$$

и

$$W_N = \exp\left(-\frac{j2\pi}{N}\right), j = \sqrt{-1},$$

для множества частотных коэффициентов Фурье $H_u[l]$, $l=0, 1, \dots, N-1$.

Если последовательность $x_u(l)$, $0 \leq l \leq L-1$, где $L \leq N$, соотносена с множеством частотных коэффициентов Фурье, так что $H_u[l] = H_u[N-l]$, $l=1, \dots, N-1$, можно показать, что сигнал становится центрально симметричным, например, $s_u[k] = s_u[N-k]$, $k=1, \dots, N-1$. То есть

коэффициенты Фурье должны быть так соотносены, чтобы быть симметричными относительно DC поднесущей. PSS получают из симметричной последовательности, то есть проколотой ZC последовательности длины 63, что приводит к центральной симметрии в соответствии с $s_u[k] = s_u[N-k]$, $k=1, \dots, N-1$. Свойство центральной

симметричности является преимуществом, так как оно может быть использовано в устройстве приема для уменьшения количества умножений комплексных чисел при осуществлении вычисления корреляции принятого сигнала и PD2DSS. Например, при определении значения корреляции симметричные отсчеты могут быть добавлены в устройство приема до осуществления умножения с копией отсчета D2DSS, тем самым количество умножений комплексных чисел уменьшается примерно на 50%. Более того,

можно показать, что если две последовательности, которые образуют комплексно-сопряженную пару, то есть $x_u(l) = x_v^*(l)$, $0 \leq l \leq L-1$, и если сигнал является

центрально симметричным, то справедливо следующее $s_u[k] = s_v^*[k]$, $k=1, \dots, N-$

1. Это свойство может быть дополнительно использовано в устройстве приема для уменьшения количества умножений комплексных чисел, при параллельном определении обоих этих сигналов.

В качестве иллюстративного примера, соответствующий непрерывный OFDM сигнал основного диапазона (за исключением циклического префикса) вырабатывают следующим образом (с использованием периодичности дискретного преобразования

5 Фурье $H_u[l] = H_u[N + l], l = 0, 1, \dots, N - 1$):

$$s_u(t) = \sum_{k=-N/2}^{N/2-1} H_u[k] \cdot e^{j2\pi k \Delta f t}, 0 \leq t < \frac{1}{\Delta f} = N \cdot T_s,$$

10 где T_s является периодом выборки, Δf является промежутком между поднесущими и $N=1/T_s \Delta f$. Это то же самое, что N является количеством поднесущих OFDM сигнала. Для упрощения обозначений можно предположить, что N четное и представление может быть обобщено на нечетное N . В соответствующих уровню техники LTE системах связи, $N=2048$ для $\Delta f=15$ kHz. Во многих используемых на практике OFDM системах связи, DC поднесущую не модулируют, то есть $H_u[0]=0$, и соответственно могут быть изменены пределы и индекс суммирования.

В соответствии с примером варианта осуществления изобретения PD2DSS соотносят с коэффициентами Фурье так, что $H_u[l]=H_u[N-l]$, $l=1, \dots, N-1$, что делают для получения центрально симметричного сигнала.

20 В другом иллюстративном примере соответствующий непрерывный OFDM сигнал основного диапазона (за исключением циклического префикса) вырабатывают следующим образом (с использованием периодичности дискретного преобразования

25 Фурье $H_u[l] = H_u[N + l], l = 0, 1, \dots, N - 1$):

$$s_u(t) = \sum_{k=-N/2}^{N/2-1} H_u[k] \cdot e^{j2\pi k \Delta f t}, 0 \leq t < \frac{1}{\Delta f} = N \cdot T_s,$$

30 где T_s является периодом выборки, Δf является промежутком между поднесущими, $N=1/T_s \Delta f$ и $-1 < \delta < 1$. В соответствии с некоторым примером варианта разработан сигнал синхронизации для этой формы сигнала, когда $\delta \neq 0$. Эта форма выработки сигнала была использована в UL LTE системе связи с $\delta=1/2$, где DC поднесущая может быть модулирована и где эту форму сигнала называют SC-FDMA формой сигнала. Для минимизации влияния искажения в устройстве приема из-за модуляции DC поднесущей может быть введено смещение δ . Заметим, что в результате получают центрально симметричный сигнал, $s_u[k]=-s_u[N-k]$, $k=1, \dots, N-1$, например, когда $\delta=1/2$ и коэффициенты Фурье симметричны относительно DC поднесущей ($k=0$). Это может быть получено благодаря использованию симметричной последовательности, где L является нечетным целым числом. Можно осуществить выборку из упомянутой выше формы в точках $t=n \cdot T_s$ с целью получения центральной симметрии для последовательностей, которые симметричны относительно DC поднесущей соотнесены с коэффициентами Фурье. Эта центральная симметрия отличается от центральной симметрии PSS отрицательным знаком. Тем не менее, эта форма центральной симметрии по-прежнему поддерживает уменьшение сложности в устройстве приема. Также ясно, что это соотнесение 45 последовательности синхронизации отличается от соотнесения PSS, так как множество смежных поднесущих может быть модулировано, при этом для PSS DC поднесущую оставляют смодулированной. Преимущество примера варианта осуществления изобретения состоит в том, что может быть уменьшена сложность устройства приема

в UE для PD2DSS, при этом одновременно используют существующие механизмы устройства передачи и устройства приема на основе сигнала (SC-FDMA) множественного доступа с частотным разделением каналов и единственной несущей.

В соответствии с примером варианта осуществления изобретения вырабатывают симметричный во временной области PD2DSS SC-FDMA сигнал.

В примере варианта осуществления изобретения последовательность $d(n)$, $0 \leq n < L-1$, где L является нечетным целым числом и $d(n)=d(L-1-n)$ без перерывов соотносят с множеством коэффициентов Фурье $H_u[l]$, $l=0,1,\dots,N-1$, так что спектр Фурье $s_u(t)$ становится симметричным на частотах $(k+\delta)\Delta f$ для некоторого множества целых чисел

k (например, $k = -\frac{N}{2}, \dots, \frac{N}{2} - 1$), где $\delta \neq 0$. В качестве примера, на частоте

$\delta\Delta f$, где $\delta=1/2$, соответствующий коэффициент Фурье $H_u[0]$ должен быть равен

коэффициенту Фурье $H_u[-1]$ на частоте $-\delta\Delta f$; на частоте $\frac{3}{2}\Delta f$ соответствующий

коэффициент Фурье $H_u[1]$ должен быть равен коэффициенту Фурье $H_u[-2]$ на частоте -

$-\frac{3}{2}\Delta f$ и так далее.

В примере варианта осуществления изобретения последовательность $d(n)$ используют для PD2DSS и ее вырабатывают из последовательности Задова-Чу временной области в соответствии с выражением:

$$d_u(n) = \begin{cases} e^{-j\frac{\pi n(n+1)}{63}} & n = 0, 1, \dots, 30 \\ e^{-j\frac{\pi (n+1)(n+2)}{63}} & n = 31, 32, \dots, 61 \end{cases},$$

и последовательность $d_u(n)$ длины 62 может быть соотнесена в соответствии со следующим выражением:

$$H_u[k] = d(n), \quad n = 0, \dots, 61, \\ k = n - 31.$$

Последовательность $d(n)$ является выколотой ЗС последовательностью длины 62, которая получена из ЗС последовательности длины 63.

В соответствии с примером варианта осуществления изобретения последовательность обнаружения используют в том же месте PSS, но с другой длиной и/или индексом корня, чтобы исключить синхронизацию существующей UE с UE вместо eNodeB. В примере варианта осуществления изобретения предложено соотнесение расположения для PSS. Пример варианта осуществления изобретения работает с существующей конструкцией LTE синхронизации с целью упрощения конструкции аппаратного обеспечения, усилий по стандартизации и подобного. Пример варианта осуществления изобретения также

позволяет существующим UE работать в сети, где используют D2D UE.

На фиг. 6 показана структурная схема системы 600 обработки, которая может быть использована для реализации описанных здесь устройств и способов. В конкретных устройствах могут быть использованы все показанные компоненты или только подмножество компонентов и уровни интеграции могут отличаться от устройства к устройству. Более того, устройство может содержать несколько вариантов одного компонента, таких как несколько блоков обработки, процессоров, блоков памяти, устройств передачи, устройств приема и так далее. Система обработки может содержать блок обработки, снабженный одним или более устройствами ввода/вывода, такими как громкоговоритель, микрофон, мышь, сенсорный экран, кнопочная панель, клавиатура, принтер, дисплей и подобное. Блок обработки может содержать центральный процессор (CPU), память, запоминающее устройство большой емкости, видеоадаптер и интерфейс ввода/вывода, соединенный с шиной.

Шина может быть шиной одного или более любых типов из нескольких архитектур шин, в том числе шиной памяти или контроллером памяти, периферийной шиной, видеошиной или подобной. CPU может содержать электронный процессор данных любого типа. Память может содержать системную память любого типа, такую как статическое оперативное запоминающее устройство (SRAM), динамическое оперативное запоминающее устройство (DRAM), синхронное DRAM (SDRAM), постоянное запоминающее устройство (ROM), их комбинации или подобное. В одном варианте осуществления изобретения память может содержать ROM для использования при загрузке и DRAM для хранения программ и данных с целью использования при выполнении программ.

Запоминающее устройство большой емкости может содержать запоминающее устройство любого типа, выполненное для хранения данных, программ и другой информации и для предоставления доступа к данным, программам и другой информации через шину. Запоминающее устройство большой емкости может содержать, например, один или более твердотельный накопитель, накопитель на жестких дисках, накопитель на магнитных дисках, накопитель на оптических дисках или подобное.

Видеоадаптер и интерфейс ввода/вывода обеспечивают интерфейс для соединения внешних устройств ввода и вывода с блоком обработки. Как показано, примеры устройств ввода и вывода включают в себя дисплей, соединенный с видеоадаптером, и мышь/клавиатуру/принтер, соединенную с интерфейсом ввода/вывода. С блоком обработки могут быть соединены другие устройства и могут быть использованы дополнительные карты сопряжения или меньшее количество карт сопряжения. Например, для обеспечения сопряжения с принтером может быть использован последовательный интерфейс, такой как универсальная последовательная шина (USB) (не показана).

Блок обработки также может содержать один или более сетевых интерфейсов, которые могут содержать проводные линии, такие как кабель Ethernet или подобные, и/или беспроводные линии для доступа к узлам или другим сетям. Сетевые интерфейсы позволяют блоку обработки обмениваться информацией с удаленными блоками через сети. Например, сетевой интерфейс может обеспечить беспроводную связь через одно или несколько передающих устройств/антенн и одно или несколько приемных устройств/антенн. В одном варианте осуществления изобретения блок обработки соединен с локальной сетью или глобальной сетью для обработки данных и обмена информацией с удаленными устройствами, такими как другие блоки обработки, интернет, удаленные запоминающие устройства или подобным.

На фиг. 7 показана блок-схема примеров операций 700, осуществляемых в устройстве D2D связи при его синхронизации с использованием D2DSS. Операции 700 могут иллюстрировать операции, осуществляемые в устройстве D2D связи при синхронизации устройства с использованием D2DSS.

5 Операции 700 могут начаться с того, что в устройстве D2D связи принимают несколько PRB (блок 705). PD2DSS может содержаться в этих нескольких PRB. PD2DSS могут выработать с использованием описанных здесь технологий. P2DSS может быть передан в форме SC-FDMA сигнала. SD2DSS может содержаться в упомянутых
10 нескольких PRB. SD2DSS могут выработать с использованием описанных здесь технологий. В устройстве D2D связи могут определить PD2DSS (710). В устройстве D2D связи также могут определить SD2DSS. В устройстве D2D связи могут осуществить синхронизацию с использованием PD2DSS (и возможно SD2DSS) (блок 715).

На фиг. 8 показан пример устройства 800 связи. Устройство 800 связи может быть реализацией устройства, работающего в качестве D2D источника синхронизации, такого
15 как D2D UE. Устройство 800 связи может быть использовано для реализации различных описанных здесь вариантов осуществления изобретения. Как показано на фиг. 8, устройство 805 передачи выполнено для передачи пакетов, D2DSS, PD2DSS, SD2DSS и подобного. Устройство 800 связи также содержит устройство 810 приема, которое выполнено для приема пакетов и подобного.

20 Блок 820 выбора последовательности выполнен для выбора последовательности, используемой для получения D2DSS. Блок 820 выбора последовательности выполнен для выбора ZC последовательности. Блок 820 выбора последовательности выполнен для выбора ZC последовательности, длина которой отлична от длины другой ZC последовательности, используемой для выработки LTE PSS, а также отлична от длин
25 последовательностей, используемых для выработки других сигналов, переданных по восходящему каналу устройства 800 связи, таких как DMRS, SRS и подобных. Блок 820 выбора последовательности выполнен для выбора индекса корня ZC последовательности, который отличен от индекса корня другой ZC последовательности, используемой для выработки LTE PSS, а также от индексов корней последовательностей,
30 используемых для выработки других сигналов, переданных по восходящему каналу устройства 800 связи, таких как DMRS, SRS и подобных. Блок 822 выработки сигнала выполнен для выработки D2DSS, PD2DSS, SD2DSS и подобных сигналов в соответствии с последовательностью, выбранной в блоке 820 выбора последовательности. Память 830 выполнена для хранения последовательностей, ZC последовательностей, длин,
35 индексов корней, сигналов и подобного.

Элементы устройства 800 связи могут быть реализованы как конкретные логические блоки аппаратного обеспечения. В альтернативном варианте элементы устройства 800 связи могут быть реализованы в качестве программного обеспечения, выполняемого
40 в процессоре, контроллере, специализированной интегральной схеме и так далее. В еще одном альтернативном варианте элементы устройства 800 связи могут быть реализованы как комбинация программного обеспечения и/или аппаратного обеспечения.

В качестве примера, устройство 810 приема и устройство 805 передачи могут быть реализованы как конкретный блок аппаратного обеспечения, а блок 820 выбора последовательности и блок 822 выработки сигнала могут быть программными
45 модулями, выполняемыми в микропроцессоре (таком как процессор 815) или заказной схеме или скомпилированной заказчиком логической матрице из программируемой пользователем логической матрицы. Блок 820 выбора последовательности и блок 822 выработки сигнала могут быть модулями, хранимыми в памяти 830.

Хотя настоящее изобретение и его преимущества подробно описаны, ясно, что можно предложить различные замены, модификации и изменения, не выходящие за пределы объема и идеи настоящего изобретения, которые определены приложенной формулой изобретения.

5

(57) Формула изобретения

1. Способ связи типа устройство-устройство, содержащий этапы, на которых:
вырабатывают посредством источника синхронизации первичный сигнал
синхронизации устройство-устройство, который отличен от первичного сигнала (PSS)
10 синхронизации, переданного улучшенным узлом В (eNodeB), и от существующего
сигнала восходящего канала (UL), переданного устройствами связи типа устройство-
устройство; и

передают посредством источника синхронизации первичный сигнал синхронизации
устройство-устройство в форме сигнала (SC-FDMA) множественного доступа с
15 частотным разделением каналов и единственной несущей.

2. Способ по п. 1, в котором на этапе выработки первичного сигнала синхронизации
устройство-устройство:

вырабатывают последовательность синхронизации в соответствии с первой
последовательностью, при этом первый индекс корня первой последовательности
20 отличается от второго индекса корня второй последовательности, используемой для
выработки PSS; и

отображают последовательность синхронизации на поднесущие для выработки
первичного сигнала синхронизации устройство-устройство.

3. Способ по п. 2, в котором первая последовательность содержит первую выколотую
25 последовательность Задова-Чу (ZC), а вторая последовательность содержит вторую
выколотую ZC последовательность.

4. Способ по п. 3, в котором первая выколотая ZC последовательность и вторая
выколотая ZC последовательность совпадают.

5. Способ по п. 2, в котором на этапе отображения первичного сигнала синхронизации
30 устройство-устройство отображают последовательность синхронизации на поднесущие
так, что первичный сигнал синхронизации устройство-устройство является центрально
симметричным.

6. Способ по п. 5, в котором для N отсчетов первичного сигнала синхронизации
устройство-устройство, центральная симметрия соответствует формуле $s[k] = -s[N-k]$, $k =$
35 $1, \dots, N-1$, где N является целым числом.

7. Способ по п. 2, в котором сигнал синхронизации вырабатывают в соответствии с
формулой:

$$s_u(t) = \sum_{k=-N/2}^{N/2-1} H_u[k] \cdot e^{j2\pi(k+\delta)\Delta f t}, 0 \leq t < \frac{1}{\Delta f} = N \cdot T_s,$$

40 при этом последовательность синхронизации отображают максимум на N
коэффициентов $H_u[k]$, где T_s является периодом взятия отсчетов, Δf является промежутком
между поднесущими, u является первым индексом корня, $N = 1/T_s \Delta f$ и $\delta = 1/2$.

8. Способ по п. 7, в котором последовательность синхронизации можно выразить
45 формулой:

$$d_u(n) = \begin{cases} e^{-j \frac{\pi n(n+1)}{63}} & n = 0, 1, \dots, 30 \\ e^{-j \frac{\pi (n+1)(n+2)}{63}} & n = 31, 32, \dots, 61 \end{cases},$$

причем последовательность синхронизации отображают в соответствии с формулой:

$$H_u[k] = d(n), \quad n = 0, \dots, 61, \\ k = n - 31,$$

где u является первым индексом корня,

9. Способ по п. 2, в котором длины первой последовательности и второй последовательности различны.

10. Способ по п. 2, в котором первый индекс корня выбирают в соответствии с идентификатором источника синхронизации.

11. Способ по п. 2, в котором первый индекс корня выбирают в соответствии с типом источника синхронизации.

12. Способ по п. 1, в котором первичный сигнал синхронизации устройство-устройство передают без предварительного кодирования посредством дискретного преобразования (DFT) Фурье.

13. Способ по п. 1, дополнительно содержащий этап, на котором вырабатывают вторичный сигнал синхронизации устройство-устройство в соответствии с четвертой последовательностью с первым значением длины, отличным от второго значения длины пятой последовательности, используемой для выработки вторичного сигнала синхронизации, переданного посредством eNodeB.

14. Способ работы устройства связи типа устройство-устройство, содержащий этапы, на которых:

принимают посредством устройства связи типа устройство-устройство множество физических блоков (PRB) ресурсов, включающих в себя первичный сигнал синхронизации устройство-устройство, отличный от первичного сигнала (PSS) синхронизации, переданного улучшенным Узлом В (eNodeB), и отличный от существующего сигнала восходящего канала (UL), переданного устройствами связи типа устройство-устройство, при этом первичный сигнал синхронизации устройство-устройство передают в форме сигнала (SC-FDMA) множественного доступа с частотным разделением каналов и единственной несущей;

определяют посредством устройства связи типа устройство-устройство первичный сигнал синхронизации устройство-устройство во множестве PRB; и

осуществляют синхронизацию посредством устройства связи типа устройство-устройство в соответствии с первичным сигналом синхронизации устройство-устройство.

15. Способ по п. 14, в котором первичный сигнал синхронизации устройство-устройство является центрально симметричным.

16. Способ по п. 14, в котором первичный сигнал синхронизации устройство-устройство вырабатывают в соответствии с первой последовательностью, при этом первый индекс корня первой последовательности отличен от второго индекса корня второй последовательности, используемой для выработки PSS.

17. Способ по п. 16, в котором первая последовательность содержит первую выколотую последовательность Задова-Чу (ZC), а вторая последовательность содержит вторую выколотую ZC последовательность.

18. Способ по п. 14, в котором множество PRB дополнительно содержат вторичный сигнал синхронизации устройство-устройство, выработанный в соответствии с четвертой последовательностью с первым значением длины, которое отлично от второго значения длины пятой последовательности, используемой для выработки вторичного сигнала синхронизации, переданного eNodeB.

19. Источник синхронизации, содержащий:

процессор, выполненный с возможностью выработки первичного сигнала синхронизации устройство-устройство, отличного от первичного сигнала (PSS) синхронизации, передаваемого улучшенным Узлом В (eNodeB), и отличного от существующего сигнала восходящего канала (UL), передаваемого устройствами связи типа устройство-устройство; и

устройство передачи, функционально соединенное с процессором, при этом устройство передачи выполнено с возможностью передачи первичного сигнала синхронизации устройство-устройство в форме сигнала (SC-FDMA) множественного доступа с частотным разделением каналов и единственной несущей.

20. Источник синхронизации по п. 19, в котором процессор выполнен с возможностью выработки последовательности синхронизации в соответствии с первой последовательностью, при этом первый индекс корня первой последовательности отличен от второго индекса корня второй последовательности, используемой для выработки PSS, и с возможностью отображения последовательности синхронизации на поднесущие для выработки первичного сигнала синхронизации устройство-устройство.

21. Источник синхронизации по п. 20, в котором последовательность синхронизации можно выразить формулой;

$$d_u(n) = \begin{cases} e^{-j \frac{\pi n(n+1)}{63}} & n = 0, 1, \dots, 30 \\ e^{-j \frac{\pi (n+1)(n+2)}{63}} & n = 31, 32, \dots, 61 \end{cases},$$

где u является первым индексом корня.

22. Источник синхронизации по п. 20, в котором первая последовательность содержит первую выколотую последовательность Задова-Чу (ZC), а вторая последовательность содержит вторую выколотую ZC последовательность.

23. Источник синхронизации по п. 22, в котором первая выколотая ZC последовательность и вторая выколотая ZC последовательность совпадают.

24. Источник синхронизации по п. 20, в котором процессор выполнен с возможностью отображения последовательности синхронизации на поднесущие так, что первичный сигнал синхронизации устройство-устройство является центрально симметричным.

25. Способ связи типа устройство-устройство, содержащий этапы, на которых: вырабатывают посредством источника синхронизации первичный сигнал синхронизации устройство-устройство в соответствии с формулой:

$$s_u(t) = \sum_{k=-N/2}^{N/2-1} H_u[k] \cdot e^{j2\pi(k+\delta)\Delta f t}, 0 \leq t < \frac{1}{\Delta f} = N \cdot T_s,$$

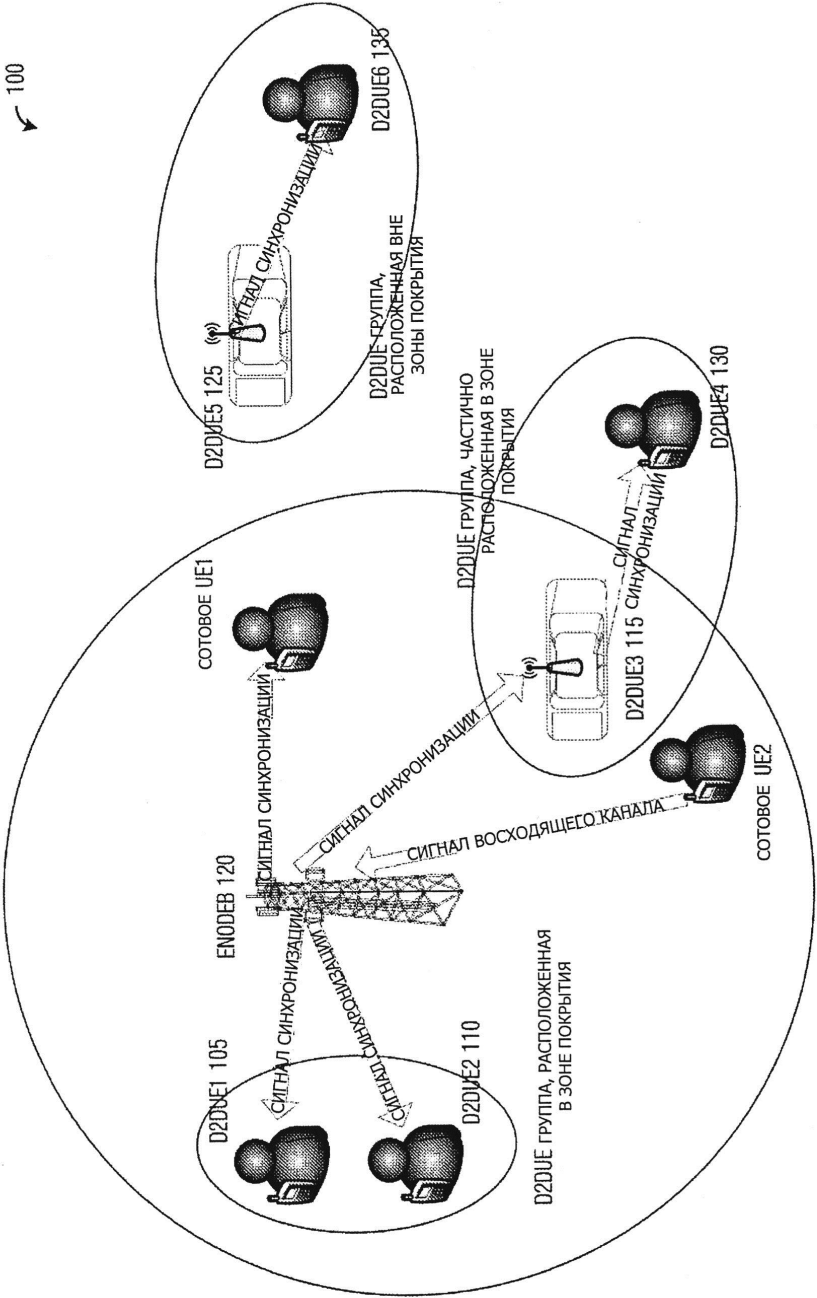
при этом первичную последовательность синхронизации устройство-устройство отображают максимум на N коэффициентов Фурье $H_u[k]$, где T_s является периодом взятия отсчетов, Δf является промежутком между поднесущими, u является первым индексом корня, N является целым числом и $\delta=1/2$; и

передают посредством источника синхронизации первичный сигнал синхронизации устройство-устройство в форме сигнала (SC-FDMA) множественного доступа с частотным разделением каналов и единственной несущей.

26. Способ по п. 25, в котором коэффициенты Фурье получают из симметричной последовательности четной длины.

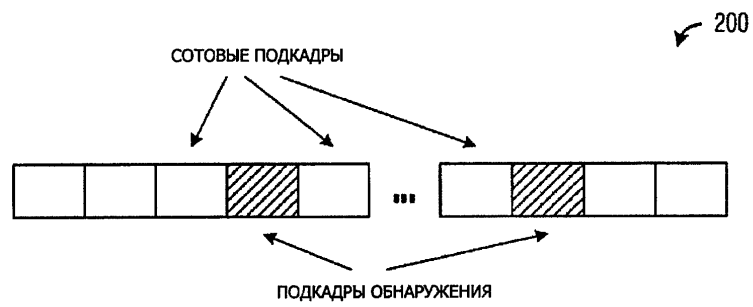
27. Способ по п. 25, дополнительно содержащий этап, на котором непрерывно отображают первичный сигнал синхронизации устройство-устройство на множество коэффициентов Фурье, $H_u[l]$, $l=0, 1, \dots, N-1$, так что спектр Фурье $s_u(t)$ симметричен на частотах $(k+\delta)\Delta f$ для набора целых значений k , где $\delta \neq 0$.

28. Способ по п. 27, в котором при частоте $\delta\Delta f$ соответствующий коэффициент Фурье $H_u[0]$ равен коэффициенту Фурье $H_u[-1]$ при частоте $-\delta\Delta f$.



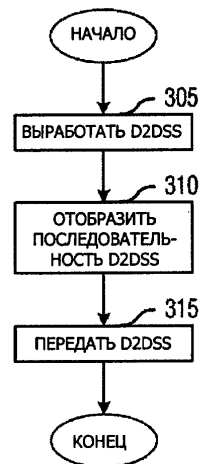
ФИГ. 1

2/6



Фиг. 2

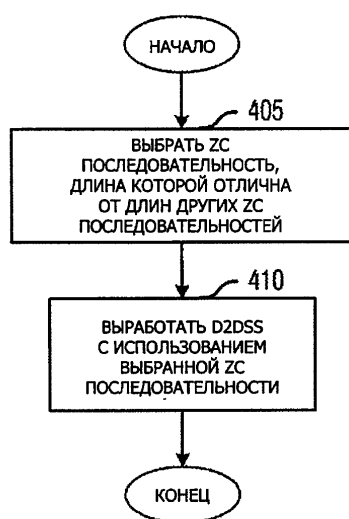
300



Фиг. 3

3/6

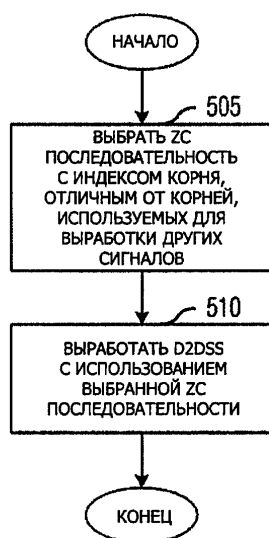
400



Фиг. 4

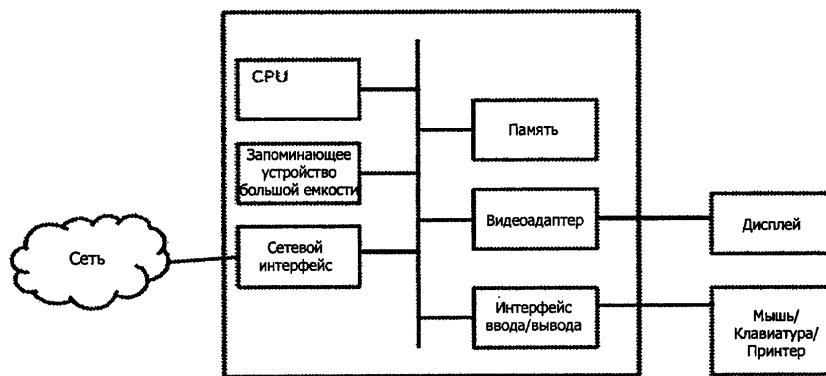
4/6

500



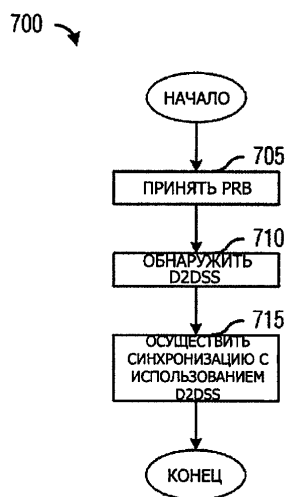
Фиг. 5

600 ↗

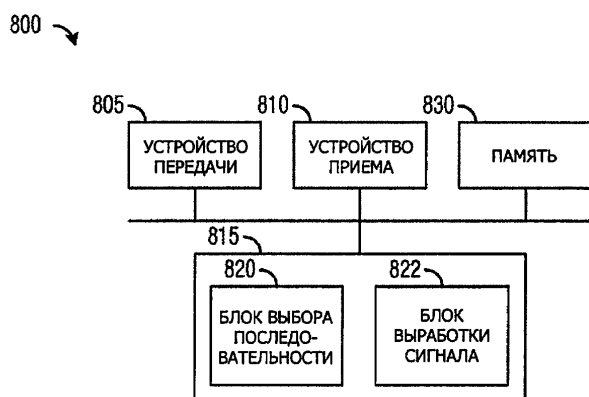


Фиг. 6

6/6



Фиг. 7



Фиг. 8