



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

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: 2006147221/09, 03.06.2005

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
03.06.2005(30) Конвенционный приоритет:
04.06.2004 US 60/577,083

(43) Дата публикации заявки: 20.07.2008

(45) Опубликовано: 27.09.2009 Бюл. № 27

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: EP 1065855 A1, 03.01.2001. US 6115354 A,
05.09.2000. WO 97/30531 A1, 21.08.1997. RU
2183387 C2, 10.06.2002. EP 1061687 A1,
20.12.2000.(85) Дата перевода заявки РСТ на национальную
фазу: 09.01.2007(86) Заявка РСТ:
US 2005/019543 (03.06.2005)(87) Публикация РСТ:
WO 2005/122517 (22.12.2005)

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

(72) Автор(ы):

**АГРАВАЛ Авниш (US),
МАЛЛАДИ Дурга П. (US),
СТАМОУЛИС Анастасиос (US),
МАНТРАВАДИ Ашок (US),
МУРАЛИ Рамасвами (US)**

(73) Патентообладатель(и):

КВЭЛКОММ ИНКОРПОРЕЙТЕД (US)

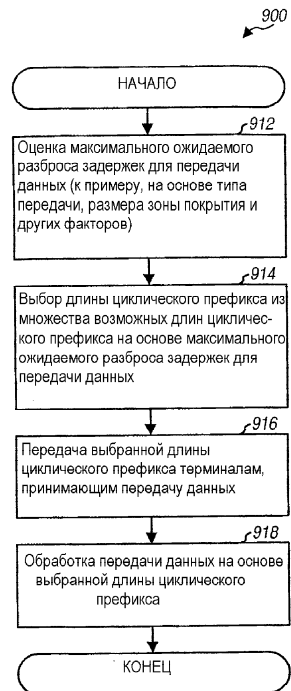
**(54) СИСТЕМА БЕСПРОВОДНОЙ СВЯЗИ С КОНФИГУРИРУЕМОЙ ДЛИНОЙ
ЦИКЛИЧЕСКОГО ПРЕФИКСА**

(57) Реферат:

Изобретение относится к системам беспроводной связи. Технический результат заключается в снижении отрицательного воздействия разброса задержек. В способе сначала определяются ожидаемые зоны покрытия для множества передач, которые должны передаваться в нескольких временных интервалах. Длина циклического префикса для этих передач выбирается на основе ожидаемых зон покрытия. Длина циклического префикса

для каждой передачи может выбираться из набора разрешенных длин циклического префикса на основе ожидаемой зоны покрытия этой передачи, смещения пилот-сигнала, используемого для передачи, и т.д. Например, меньшая длина циклического префикса может выбираться для каждой локальной передачи, и большая длина циклического префикса может выбираться для каждой передачи широкого охвата. Выбранная длина циклического префикса может передаваться терминалам.

Передачи обрабатываются (к примеру, выполняется OFDM-модуляция) на основе выбранной длины циклического префикса. Длина циклического префикса может выбираться периодически, к примеру, в каждом суперкадре. 10 н. и 23 з.п. ф-лы, 17 ил.



ФИГ. 9



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(51) Int. Cl.
H04L 27/26 (2006.01)
H04L 1/16 (2006.01)

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21), (22) Application: **2006147221/09, 03.06.2005**
 (24) Effective date for property rights:
03.06.2005
 (30) Priority:
04.06.2004 US 60/577,083
 (43) Application published: **20.07.2008**
 (45) Date of publication: **27.09.2009 Bull. 27**
 (85) Commencement of national phase: **09.01.2007**
 (86) PCT application:
US 2005/019543 (03.06.2005)
 (87) PCT publication:
WO 2005/122517 (22.12.2005)
 Mail address:
129090, Moskva, ul. B.Spasskaja, 25, str.3, OOO
"Juridicheskaja firma Gorodisskij i Partnery",
pat.pov. Ju.D.Kuznetsovu, reg.№ 595

(72) Inventor(s):
AGRAVAL Avnish (US),
MALLADI Durga P. (US),
STAMOULIS Anastasios (US),
MANTRAVADI Ashok (US),
MURALI Ramasvami (US)
 (73) Proprietor(s):
KVEhLKOMM INKORPOREJTED (US)

(54) WIRELESS COMMUNICATION SYSTEM WITH CONFIGURABLE LENGTH OF CYCLIC PREFIX

(57) Abstract:
 FIELD: communication means.
 SUBSTANCE: invention pertains to wireless communication systems. As per the method, first expected coverage zones are defined for the plurality of transfers subject to transmission within several time intervals. Length of the cyclic prefix for these transfers is selected based on the expected coverage zones. Length of the cyclic prefix for each of the transfers may be selected out of the set of permissible cyclic prefix lengths based on the expected coverage zone for the transfer, dislocation of the pilot-signal, etc. For example, the shortest

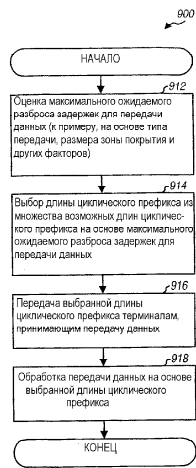
length of the cyclic prefix may be selected for each of the local transfers, and the longest length of the cyclic prefix may be selected for each of broadcasting transfers. Selected length of the cyclic prefix may be transported to the terminals. Transfers are processed (for example, OFDM-modulation is conducted) on the bases of the selected length of the cyclic prefix. Length of the cyclic prefix may be periodically selected, for example in every super-frame.

EFFECT: reduced negative effect of delays dispersion.

33 cl, 17 dwg

RU 2 369 031 C2

RU 2 369 031 C2



ФИГ. 9

Испрашивание приоритета согласно 35 USC §119.

Настоящая Заявка на патент заявляет приоритет Предварительной заявки № 60/577083, озаглавленной "FLO-TDD Physical Layer", зарегистрированной 4 июня 2004 года и переуступленной правопреемнику настоящей заявки и включенной в нее посредством ссылки.

Область техники

Настоящее изобретение относится к системам связи и более конкретно к способам передачи данных в системе беспроводной связи.

Уровень техники

Системы беспроводной связи широко используются для предоставления различных услуг связи, например речевой передачи пакетных данных, широкополосной передачи мультимедийных данных, текстовых сообщений и т.п. Эти системы могут использовать мультиплексирование с ортогональным частотным разделением сигналов (OFDM), которое является методом модуляции с множеством несущих, который позволяет обеспечивать хорошую производительность во многих беспроводных средах. OFDM разбивает общую ширину полосы системы на множество (S) ортогональных частотных поддиапазонов. Эти поддиапазоны также называются тонами, поднесущими, элементами разрешения и частотными каналами. В OFDM каждый поддиапазон связан с соответствующей несущей, которая может быть модулирована данными. До S символов модуляции можно передавать по S поддиапазонам в каждом периоде символов OFDM. До передачи символы модуляции преобразуются во временную область с помощью S-точечного обратного быстрого преобразования Фурье (ОБПФ) для генерирования преобразованного символа, который содержит S выборок временной области.

Ключевым атрибутом OFDM является возможность противодействовать разбросу задержек, являющемуся преобладающим феноменом в наземной системе связи.

Разброс задержек беспроводного канала - это временной интервал или продолжительность импульсной характеристики беспроводного канала. Этот разброс задержек также является разностью между первым и последним экземпляром сигнала (или многолучевым распространением) в приемном устройстве для сигнала, передаваемого посредством беспроводного канала передающим устройством. Эти экземпляры сигнала могут проходить через прямой луч/луч прямой видимости и не прямые/переотраженные лучи, сформированные препятствиями в окружающей среде. Принимаемый сигнал в приемном устройстве является суперпозицией всех приходящих экземпляров сигнала.

Разброс задержек вызывает межсимвольные помехи (ISI), которые являются феноменом, при котором каждый символ в принимаемом сигнале действует как искажение для одного или более последующих символов в принимаемом сигнале. Это искажение ISI снижает производительность, влияя на способность приемного устройства корректно обнаруживать принимаемые символы. Разбросу задержек можно успешно противодействовать с помощью OFDM за счет повторения каждого преобразованного символа для формирования символа OFDM. Повторяемая часть называется циклическим префиксом или защитным интервалом. Длина циклического префикса равна числу выборок, которые повторяются для каждого преобразованного символа.

Длина циклического префикса определяет величину разброса задержек, которому можно противодействовать с помощью OFDM. Большая длина циклического префикса позволяет противодействовать большему разбросу задержек. Длина

циклического префикса обычно устанавливается на основе максимального ожидаемого разброса задержек для данного процента (к примеру, 95%) приемных устройств в системе. Поскольку циклический префикс представляет дополнительные
5
непроизводительные издержки для каждого символа OFDM, желательно иметь по возможности более короткую длину циклического префикса для снижения непроизводительных издержек.

Следовательно, в данной области техники существует потребность в способах снижения отрицательного влияния разброса задержек при уменьшении
10
непроизводительных издержек.

Сущность изобретения

Заявлены способы передачи данных, позволяющие снизить отрицательное воздействие разброса задержек. Эти способы могут использоваться для различных типов передачи (к примеру, передача для конкретного пользователя, групповая и
15
широковещательная передача) и для различных услуг (к примеру, услуга улучшенной широковещательной и групповой передачи (E-MBMS)).

Согласно варианту осуществления изобретения описано устройство, которое включает в себя контроллер и модулятор. Контроллер определяет предполагаемые
20
зоны покрытия для множества передач, которые должны осуществляться в нескольких временных интервалах, и выбирает длину циклического префикса для этих передач на основе предполагаемых зон покрытия. Модулятор обрабатывает (к примеру, выполняет OFDM-модуляцию) передачи на основе выбранной длины циклического префикса.

Согласно другому варианту осуществления предусмотрен способ, в котором определяют зоны покрытия для множества передач, осуществляемых во множестве временных интервалов. Длины циклического префикса для этих передач выбираются на основе предполагаемых зон покрытия. Передачи обрабатываются на основе
25
выбранных длин циклического префикса.

Согласно еще одному варианту осуществления описывается устройство, которое включает в себя средство определения предполагаемых зон покрытия для множества передач, которые должны осуществляться во множестве временных интервалов, средство выбора длин циклического префикса для этих передач на основе
30
предполагаемых зон покрытия и средство обработки передачи на основе выбранных длин циклического префикса.

Согласно еще одному варианту осуществления предусмотрен способ, в котором длина циклического префикса выбирается из множества длин циклического префикса
35
для передачи данных на основе максимального предполагаемого разброса задержек для передачи данных. Передача данных обрабатывается на основе выбранной длины циклического префикса.

Согласно другому варианту осуществления изобретения описано устройство, которое включает в себя контроллер и демодулятор. Контроллер принимает
40
сигнализацию для, по меньшей мере, одной длины циклического префикса для, по меньшей мере, одной передачи, отправленной, по меньшей мере, в одном временном интервале. По меньшей мере, одна длина циклического префикса выбирается на основе предполагаемой зоны покрытия для, по меньшей мере, одной передачи.
45
Демодулятор принимает и обрабатывает (к примеру, выполняет OFDM-демодуляцию), по меньшей мере, одну передачу на основе, по меньшей мере, одной длины циклического префикса.

Согласно еще одному варианту осуществления предусмотрен способ, в котором

передаваемые сигналы принимаются, по меньшей мере, для одной длины циклического префикса, выбираемой для, по меньшей мере, одной передачи, осуществляемой, по меньшей мере, в одном временном интервале. По меньшей мере, одна передача обрабатывается на основе, по меньшей мере, одной длины циклического префикса.

Согласно еще одному варианту осуществления описывается устройство, которое включает в себя средство приема передаваемых сигналов, по меньшей мере, для одной длины циклического префикса, выбираемой для, по меньшей мере, одной передачи, осуществляемой, по меньшей мере, в одном временном интервале, и средство обработки, по меньшей мере, одной передачи на основе, по меньшей мере, одной длины циклического префикса.

Далее подробно описаны различные аспекты и варианты осуществления изобретения.

Краткое описание чертежей

Фиг. 1 иллюстрирует систему с базовыми станциями, имеющими различные размеры зон покрытия.

Фиг. 2 иллюстрирует систему с локальной и глобальной передачами.

Фиг. 3 иллюстрирует OFDM-модулятор.

Фиг. 4А, 4В и 4С иллюстрируют пилот-сигнал с 1-кратным, 2-кратным и 3-кратным смещением соответственно.

Фиг. 5 иллюстрирует импульсную характеристику канала с избыточным разбросом задержек.

Фиг. 6А-6Е иллюстрирует отношение сигнал/шум (SNR) для 95% покрытия при различных значениях мощности эффективного изотропного излучателя (EIRP), радиуса сотовой ячейки, длины циклического префикса и пилот-сигналов со смещением.

Фиг. 7 иллюстрирует 3-уровневую структуру суперкадра для передачи данных, пилот-сигналов и служебных сигналов.

Фиг. 8 иллюстрирует структуру кадра для системы TDD с W-CDMA и OFDM.

Фиг. 9 и 10 иллюстрирует два процесса для передачи данных таким образом, чтобы смягчить отрицательное воздействие разброса задержек.

Фиг. 11 иллюстрирует блок-схему базовой станции и терминала.

Подробное описание изобретения

Слово "примерный" используется в данном документе в смысле "служащий в качестве примера, отдельного случая или иллюстрации". Любой вариант осуществления, описанный в данном документе как "примерный", необязательно должен быть истолкован как предпочтительный или выгодный по сравнению с другими вариантами осуществления.

Описанные в данном документе способы передачи могут быть использованы для различных систем связи, которые используют различные методы радиосвязи, такие как OFDM, FDMA с перемежением (IFDMA) (который также называется распределенным FDMA), локализованный FDMA (LFDMA) (который также называется узкополосным FDMA или классическим FDMA), W-CDMA, cdma2000 и другие методы модуляции. OFDM, IFDMA и LFDMA - это методы радиосвязи с множеством несущих, которые эффективно разделяют общую ширину полосы системы на множество (S) ортогональных частотных поддиапазонов. OFDM передает символы модуляции в частотной области по всем или поднабору из S поддиапазонов. IFDMA передает символы модуляции во временной области по поддиапазонам,

которые равномерно распределены по S поддиапазонам. LFDMA передает символы модуляции во временной области и в типовом случае по соседним поддиапазонам. Применение OFDM для одноадресной, групповой и ширококвещательной передач также может рассматриваться в качестве различных методов радиосвязи. Приведенный выше перечень методов радиосвязи не является полным, и способы передачи также могут быть использованы для других методов радиосвязи, не упомянутых выше. Для простоты способы передачи описываются ниже для OFDM.

Фиг. 1 иллюстрирует систему 100 беспроводной станции с несколькими базовыми станциями 110 и несколькими терминалами 120. Для простоты на фиг. 1 показано только четыре базовых станции 110a-110d. Базовая станция - это, в общем, стационарная станция, которая обменивается данными с терминалами, и она также может быть определена как точка доступа, узел В, базовая приемо-передающая подсистема (BTS) или каким-либо другим термином. Каждая базовая станция 110 предоставляет покрытие связи для конкретной географической зоны 102. Термин "сотовая ячейка" может означать базовую станцию и/или ее зону покрытия в зависимости от контекста, в котором используется этот термин. Для простоты зона покрытия каждой базовой станции представлена идеальной окружностью на фиг. 1. В фактически развернутой системе зона покрытия каждой базовой станции в типовом случае имеет форму, которая отличается от идеальной окружности и зависит от различных факторов, таких как территория, преграды и т.п. Зоны покрытия базовых станций могут иметь один или различные размеры. В примере, показанном на фиг. 1, базовая станция 110a имеет наибольшую зону покрытия 102a, базовая станция 110b имеет следующую по величине зону покрытия 102b, базовая станция 110c имеет следующую по величине зону покрытия 102c, а базовая станция 110d имеет наименьшую зону покрытия 102d из четырех базовых станций, показанных на фиг. 1.

Терминал может быть стационарным или мобильным и также может называться мобильной станцией, беспроводным устройством, абонентским оборудованием, абонентским терминалом, абонентским устройством или каким-либо другим термином. Терминал может осуществлять связь с одной или множеством базовых станций по нисходящей и/или восходящей линии связи или не осуществлять связи в любой данный момент. Нисходящая линия связи (или линия прямой связи) относится к линии связи от базовых станций к терминалам, а восходящая линия связи (или линия обратной связи) относится к линии связи от терминалов к базовым станциям. Терминалы могут быть распределены по зонам покрытия базовых станций. Каждый терминал обнаруживает различный беспроводной канал, который зависит от размещения этого терминала относительно базовых станций в системе.

Базовые станции могут осуществлять ширококвещательную передачу различного содержимого (к примеру, аудио, видео, телетекста, данных, аудио-/видеоклипов и т.п.) в различных типах передач. Передача широкого охвата - это ширококвещательная передача посредством всех или большинства базовых станций в системе. Различные передачи широкого охвата могут транслироваться различными группами базовых станций в системе. Локальная передача - это ширококвещательная передача посредством поднабора базовых станций для данной передачи широкого охвата. Различные локальные передачи могут транслироваться различными поднаборами базовых станций для передачи широкого охвата. Локальные передачи и передачи широкого охвата можно рассматривать как передачи с различными уровнями покрытия. Зона покрытия для каждой передачи определяется всеми базовыми станциями, транслирующими эту передачу.

Фиг. 2 иллюстрирует систему 200 беспроводной связи с локальной передачей и передачей широкого охвата. Система 200 включает в себя зону 210 широкого охвата, которая включает в себя локальную зону 220. Зона широкого охвата и локальная зона - это просто различные зоны покрытия в системе. В общем, система может
5 включать любое число зон широкого охвата и любое число локальных зон. Передача широкого охвата для данной зоны широкого охвата транслируется всеми базовыми станциями в этой зоне широкого охвата. Локальная передача для данной локальной зоны транслируется всеми базовыми станциями в этой локальной зоне.

В примере, показанном на фиг. 2, локальная зона 220 имеет три базовые станции. Терминал 120x в локальной зоне 220 может принимать одинаковые локальные передачи от всех трех базовых станций в этой локальной зоне, как показано на фиг. 2. Принимаемый сигнал в терминале 120x является суперпозицией всех экземпляров сигнала, принимаемых от этих трех базовых станций посредством прямых лучей (как
15 показано на фиг. 2) и непрямых лучей (не показано на фиг. 2). Беспроводной канал терминала 120x для локальных передач состоит из всех прямых и непрямых лучей для всех трех базовых станций в локальной зоне 220.

Зона 210 широкого охвата имеет намного больше базовых станций, чем локальная зона 220. В примере, показанном на фиг. 2, терминал 120y в зоне 210 широкого охвата принимает одинаковые передачи широкого охвата от 19 базовых станций в двухуровневой решетчатой зоне 212, которая показана затенением в пределах пунктирного контура. Эти 19 базовых станций включают в себя центральную базовую станцию, шесть базовых станций в первом уровне или кольце вокруг центральной
25 базовой станции и 12 базовых станций во втором уровне вокруг центральной базовой станции. Принимаемый сигнал в терминале 120y является суперпозицией всех экземпляров сигналов, принимаемых посредством прямых и непрямых лучей от всех этих 19 базовых станций. Беспроводной канал терминала 120y для передач широкого охвата состоит из всех прямых и непрямых лучей для 19 базовых станций в зоне 212.
30

Фиг. 1 и 2 иллюстрируют две примерные системы, в которых различные терминалы могут обнаруживать различные беспроводные каналы благодаря различным местоположениям в системе, различным размерам зон покрытия базовых станций и различным типам передачи. Эти различные типы передачи могут включать в себя
35 одноадресные передачи, отправляемые конкретным терминалам, групповые передачи, отправляемые группам терминалов, и ширококвещательные передачи, отправляемые всем терминалам в зоне покрытия ширококвещательной передачи. Терминалы будут наблюдать различные разбросы задержек.

Максимальный ожидаемый разброс задержек для данной передачи, в общем, пропорционален размеру зоны покрытия для этой передачи. Максимальный ожидаемый разброс задержек для ширококвещательной передачи - это верхний предельный разброс задержек данной процентной доли терминалов, принимающих эту передачу. Например, 95% всех терминалов, принимающих ширококвещательную
45 передачу, могут иметь разбросы задержек, меньшие или равные максимальному предполагаемому разбросу задержек. Максимальный ожидаемый разброс задержек, в общем случае, меньше для локальной передачи и больше для передачи широкого охвата, как показано на фиг. 2.

Максимальный ожидаемый разброс задержек для конкретной для пользователя передачи - это верхний предельный разброс задержек, обнаруживаемый терминалом, принимающим эту передачу для данной процентной доли реализаций. Например, терминал, принимающий передачу, может обнаруживать разброс задержек, меньший
50

или равный максимальному предполагаемому разбросу задержек, в течение 95% времени. В передаче для конкретного пользователя максимальный ожидаемый разброс задержек в типовом случае (но необязательно) меньше для базовой станции с малой зоной покрытия и больше для базовой станции с большой зоной покрытия.

5 Конфигурируемая длина циклического префикса может быть использована для противодействия различным максимальным предполагаемым разбросам задержек для различных типов передачи (к примеру, локальных передач и передач широкого охвата) и для различных размеров зон покрытия базовых станций. Короткая длина
10 циклического префикса может быть использована для передачи с меньшим максимальным предполагаемым разбросом задержек для уменьшения непроизводительных издержек, связанных с передачей циклического префикса. Эта передача может быть локальной передачей или конкретной для пользователя передачей в меньшей зоне покрытия. В отличие от этого, большая длина циклического
15 префикса может быть использована для передачи с большим максимальным предполагаемым разбросом задержек, чтобы обеспечить возможность терминалу эффективно преодолевать межсимвольные помехи. Эта передача может быть передачей широкого охвата или передачей для конкретного пользователя в большей
20 зоне покрытия.

Фиг. 3 иллюстрирует блок-схему OFDM-модулятора 300 для передающего устройства в OFDM-системе. Данные для передачи обычно сначала кодируются на основе схемы кодирования для генерации кодовых битов. Затем кодовые биты
25 преобразуются в символы модуляции на основе схемы модуляции (к примеру, M-PSK или M-QAM). Каждый символ модуляции - это комплексное значение в сигнальной совокупности для схемы модуляции.

В каждом периоде символа OFDM один символ модуляции может передаваться в каждом поддиапазоне, используемом для передачи, а нулевой символ (который имеет
30 значение сигнала нуль) передается в каждом неиспользуемом поддиапазоне. Символы модуляции и нулевые символы упоминаются как символы передачи. Блок ОБПФ 310 принимает S символов передачи для общего числа S поддиапазонов в каждом периоде символа OFDM, преобразует S символов передачи во временную область с
35 помощью S -точечного ОБПФ и обеспечивает преобразованный символ, который содержит S выборок временной области. Каждая выборка является комплексным значением, которое должно передаваться в одном периоде выборки.

Преобразователь 312 из параллельной формы в последовательную (P/S) преобразует в последовательную форму S выборок для каждого преобразованного символа. Затем
40 генератор 314 циклических префиксов повторяет часть (или C выборок) каждого преобразованного символа для формирования OFDM-символа, который содержит $S+C$ выборок. Циклический префикс используется для противодействия межсимвольным помехам, обусловленным разбросом задержек. Период символа OFDM (который также называется просто периодом символа) - это продолжительность одного
45 символа OFDM, и он равен $S+C$ периодам выборок.

Базовая станция может передавать пилот-сигнал с помощью мультиплексирования с частотным разделением каналов (FDM), мультиплексирования с временным разделением каналов (TDM), мультиплексирования с кодовым разделением
50 каналов (CDM) и/или какой-либо другой схемы модуляции. Например, базовая станция периодически может передавать пилот-сигнал TDM, который может быть использован для синхронизации по времени, оценки по частоте и т.д. Также базовая станция может передавать пилот-сигнал FDM, который может использоваться для

оценки канала. Пилот-сигнал FDM - это пилот-сигнал, передаваемый в P поддиапазонах, которые распределены по общему числу S поддиапазонов, где $S > P > 1$.

5 Фиг. 4А иллюстрирует примерную схему 410 передачи пилот-сигналов FDM с 1-кратным смещением. Для схемы 410 с 1-кратным смещением пилот-сигнал FDM передается в одном наборе из P поддиапазонов. P поддиапазонов в наборе однородно распределены по общему числу S поддиапазонов, так что последовательные поддиапазоны в наборе отделены промежутком в $D=S/P$ поддиапазонов. Таким образом, набор содержит поддиапазоны $s_1, D+s_1, 2D+s_1$ и т.д., где начальный индекс поддиапазона s_1 может быть любым целым значением между 1 и D . Пилот-сигнал FDM передается по одному набору из P поддиапазонов в каждом периоде символа OFDM, в котором передается пилот-сигнал FDM.

15 Фиг. 4В иллюстрирует примерную схему 420 передачи пилот-сигналов FDM с 2-кратным смещением. Для схемы 420 с 2-кратным смещением пилот-сигнал FDM передается по двум наборам из P поддиапазонов. P поддиапазонов в каждом наборе однородно распределены по общему числу S поддиапазонов. P поддиапазонов в первом наборе также смещены от P поддиапазонов во втором наборе на $D/2$ поддиапазонов. Первый набор содержит поддиапазоны $s_2, D+s_2, 2D+s_2$ и т.д., а второй поддиапазон содержит поддиапазоны $s'_2, D+s'_2, 2D+s'_2$ и т.п. Начальный индекс поддиапазона s_2 может быть любым целым значением между 1 и $D/2$, а индекс s'_2 может быть $s'_2=s_2+D/2$. Пилот-сигнал FDM может передаваться по двум наборам поддиапазонов в чередующихся периодах символов, к примеру, по первому набору поддиапазонов в нечетных периодах символов и по второму набору поддиапазонов в четных периодах символов.

30 Фиг. 4С иллюстрирует примерную схему 430 передачи пилот-сигналов FDM с 3-кратным смещением. Для схемы 430 с 3-кратным смещением пилот-сигнал FDM передается по трем наборам из P поддиапазонов. P поддиапазонов в каждом наборе однородно распределены по общему числу S поддиапазонов. P поддиапазонов в каждом наборе также смещены от P поддиапазонов в каждом из двух других наборов примерно на $D/3$ поддиапазонов. Первый набор содержит поддиапазоны $s_3, D+s_3, 2D+s_3$ и т.д., второй набор содержит поддиапазоны $s'_3, D+s'_3, 2D+s'_3$ и т.д., а третий набор содержит поддиапазоны $s''_3, D+s''_3, 2D+s''_3$ и т.д. Начальный индекс поддиапазона s_3 может быть любым целым значением между 1 и $[D/3]$, индекс s'_3 может быть $s'_3=s_3+[D/3]$, а индекс s''_3 может быть $s''_3=s_3+2*[D/3]$, где $[x]$ обозначает оператор взятия наибольшего целого числа, обеспечивающий целое значение, которое равно или больше x . Пилот-сигнал FDM может циклически проходить через три набора поддиапазонов, к примеру, передаваться по первому набору поддиапазонов в периоде символа n , затем по второму набору поддиапазонов в периоде символа $n+1$, затем по третьему набору поддиапазонов в периоде символа $n+2$, а затем снова по первому набору поддиапазонов в периоде символа $n+3$ и т.д.

45 Фиг. 4А-4С иллюстрируют три примерных пилот-сигнала со смещением. Пилот-сигнал со смещением, передаваемый в нескольких наборах поддиапазонов (к примеру, как показано на фиг. 4В или 4С), дает терминалу возможность (1) дискретизировать полосу пропускания системы на большее число поддиапазонов в частотной области и (2) получать оценку канала более высокого качества. В общем, пилот-сигнал FDM может передаваться по любому числу наборов поддиапазонов, и каждый набор может содержать любое число поддиапазонов. Пилот-сигнал FDM

также может передаваться с различными конфигурациями смещения, которые указывают, какой диапазон следует использовать для пилот-сигнала FDM в каждом периоде символа. Например, пилот-сигнал FDM может передаваться в четырех наборах поддиапазонов для 4-кратного смещения в D наборах поддиапазонов для полного смещения и т.д.

Фиг. 5 иллюстрирует импульсную характеристику 500 беспроводного канала с избыточным разбросом задержек, который является разбросом задержек, большим длины циклического префикса. Импульсная характеристика канала состоит из Q канальных отводов с индексами 1-Q, где $Q > C$, когда имеется избыточный разброс задержек. Первые C канальных отводов определяются как магистральный канал, а оставшиеся Q-C канальных отводов - как избыточный канал. Принимаемый OFDM-символ в терминале образован суперпозицией передаваемого OFDM-символа, умноженного на каждый из Q канальных отводов. Циклический префикс длины C позволяет захватывать всю энергию канальных отводов от 1 до C. Этот циклический префикс не захватывает энергию канальных отводов от C+1 до Q.

Избыточный разброс задержек вызывает межсимвольные помехи. Каждый OFDM-символ вызывает помехи для последующего OFDM-символа вследствие избыточных канальных отводов от C+1 до Q. Каждый OFDM-символ также принимает помехи от предыдущего OFDM-символа вследствие избыточных канальных отводов. Межсимвольные помехи могут быть уменьшены за счет увеличения длины циклического префикса, к примеру, до $C=Q$.

Избыточный разброс задержек также ухудшает производительность оценки канала. Если пилот-сигнал FDM передан в P поддиапазонах, то оценка импульсной характеристики канала с P канальных отводов может быть получена на основе этого пилот-сигнала FDM. В типовом случае P выбирается равным C.

В этом случае избыточные канальные отводы от C+1 до Q не могут оцениваться вследствие недостаточного числа степеней свободы. Кроме того, импульсная характеристика беспроводного канала дискретизируется с пониженной частотой в частотной области посредством P поддиапазонов пилот-сигналов. Эта дискретизация с пониженной частотой приводит к помехе наложения спектров избыточного канала во временной области, так что отвод C+1 избыточного канала проявляется на отводе 1 магистрального канала, отвод C+2 избыточного канала проявляется на отводе 2 магистрального канала и т.д. Каждый отвод избыточного канала с помехой наложения спектров вызывает ошибку оценки соответствующего отвода магистрального канала. Ухудшение качества оценки канала вследствие избыточного разброса задержек может быть снижено посредством передачи пилот-сигнала FDM по большему числу поддиапазонов с использованием смещения. Длина оценки канальной импульсной характеристики (R) зависит от общего числа поддиапазонов, используемых для пилот-сигнала FDM, к примеру, $R=P$ для 1-кратного смещения $R=2P$ для 2-кратного смещения и $R=3P$ для 3-кратного смещения. Пилот-сигнал со смещением обеспечивает возможность дискретизации Найквиста беспроводного канала даже при наличии избыточного разброса задержек и, следовательно, позволяет избежать оценки канала с помехой наложения спектров. В общем, большее смещение позволяет приемному устройству получать оценку канальной импульсной характеристики большей длины, которая позволяет уменьшить степень ухудшения оценки канала.

Длина циклического префикса и смещение пилот-сигнала может выбираться на основе различных факторов, к примеру параметров структуры системы (к примеру,

полосы пропускания системы, общего числа поддиапазонов и т.д.), типов передачи, предполагаемых зон покрытия для передач и т.д. Длина циклического префикса и смещение пилот-сигнала также может выбираться на основе различных метрик эффективности. Одной такой метрикой является кумулятивная функция распределения (CDF) отношения "полезной" принимаемой энергии к тепловому шуму и помехам, которое также называется отношением "сигнал/помеха и шум" (SNR).
 Полезная принимаемая энергия является суммой (1) энергии канала, которая попадает в пределы циклического префикса (CP), и (2) энергии канала, которая может быть собрана с использованием пилот-сигнала со смещением. Помехи образованы энергией канала за пределами циклического префикса, которая не может быть собрана с использованием пилот-сигнала со смещением.

SNR для различных пилот-сигналов со смещением может быть выражено следующим образом:

$$SNR_{1x} = \frac{RxPowerInsideCP}{RxPowerOutsideCP}, \quad (1)$$

$$SNR_{2x} = \frac{RxPowerInsideCP + RxPowerCollectedwith2xStaggering}{N_0 + RxPower - RxPowerInsideCP - RxPowerCollectedwith2xStaggering},$$

$$SNR_{3x} = \frac{RxPowerInsideCP + RxPowerCollectedwith3xStaggering}{N_0 + RxPower - RxPowerInsideCP - RxPowerCollectedwith3xStaggering},$$

$$SNR_{4x} = \frac{RxPower}{N_0},$$

где SNR_{1x} , SNR_{2x} и SNR_{3x} - это SNR для 1-, 2- и 3-кратного смещения соответственно; SNR_{ideal} - это SNR наилучшего сценария, когда захватывается вся принимаемая энергия; а N_0 - это мощность шума, которая предположительно равняется $N_0 - 2,16 \cdot 10^{-13}$ Вт.

В наборе уравнений (1) Rx Power - это общая принимаемая мощность в терминале. Rx Power Inside CP - это сумма принимаемой мощности от центральной базовой станции плюс значения мощности от других базовых станций, для которых задержки на распространение до терминала меньше циклического префикса. Rx Power Outside CP - это сумма значений принимаемой мощности от всех базовых станций, для которых задержки на распространение до терминала больше циклического префикса. Rx Power Collected with 2x (или 3x) Staggering" - это сумма значений мощности от всех базовых станций, собранная с помощью пилот-сигнала с 2- или 3-кратным смещением. Эта собранная мощность основана на допущении, что если задержка на распространение от данной базовой станции до терминала меньше длины смещения (которая является произведением коэффициента смещения на длину циклического префикса), то вся принимаемая энергия для этой базовой станции может быть собрана. Например, принимаемая мощность, собранная при 2-кратном смещении, может быть выражена как:

$$RxPowerCollectedwith2xStaggering = \sum_{BS(i)} RxPowerfromBS(i) \cdot \left(1 - \frac{delay(i) - CPL}{FFTsize}\right)^2, \quad \text{урав}$$

нение (2)

где $delay(i)$ - это задержка на распространение от базовой станции I , а CPL - это длина циклического префикса. Суммирование в уравнении (2) осуществляется для всех базовых станций с задержками на распространение меньшими или равными длине 2-кратного смещения или в два раза превышающими длину циклического префикса.

В наборе уравнений (1) SNR_{1x} , SNR_{2x} , SNR_{3x} и SNR_{ideal} - это случайные переменные, которые зависят от местоположения терминала в системе. Эти случайные переменные можно оценить посредством математического моделирования для примерной системы с 19-сотовой 2-уровневой решетчатой структурой, к примеру, как показано затененной областью 212 в глобальной зоне 210 на фиг. 2. Табл. 1 перечисляет некоторые параметры, используемые для математического моделирования.

Таблица 1			
Параметр	Символ		Значение
Частота дискретизации	f_s		5,4 МГц
Период дискретизации	T_s	$T_s=1/f_s$	185,19 нс
Общее число поддиапазонов	S		1024
Число защитных поддиапазонов	G		136
Число используемых поддиапазонов	U	$U=S-G$	888
Число поддиапазонов пилот-сигналов	P		128
Длина циклического префикса	c		108 выборков
Длительность циклического префикса	T_{cp}	$T_{cp}=c \cdot T_s$	20 мкс
Длительность окна	T_w	$T_w=W \cdot T_s$	4,074 мкс
Общая длительность символа OFDM	T_{ofdm}	$T_{ofdm}=(S+C+W) \cdot T_s$	213,71 мкс

Математическое моделирование выполнялось для значений мощности эффективного изотропного излучателя (EIRP) в 2 кВт и 10 кВт, что соответствует мощности передачи в 53 дБ мВт и 60 дБ мВт соответственно при усилении передающей антенны, равном 10 дБ. Моделирование также выполнялось для различных радиусов сотовой ячейки. Моделирование выполнялось для длин циклического префикса в 108, 154, 194 и 237 выборков, что соответствует 20 мкс, 29 мкс, 36 мкс и 44 мкс соответственно для примерной системы, показанной в табл. 1.

Для каждой различной комбинации EIRP, радиуса сотовой ячейки и длины циклического префикса моделирование выполнялось при большом числе реализаций в различных размещениях зоны покрытия центральной базовой станции в 2-уровневой структуре. Затенение отличается для каждой реализации и определяется на основе случайной переменной затенения. SNR_{1x} , SNR_{2x} , SNR_{3x} и SNR_{ideal} определяются для каждой реализации. Для простоты многолучевое распространение при моделировании не учитывается. Мощность, принимаемая в терминале от каждой базовой станции, представляет собой мощность, принимаемую посредством прямого луча. Она равна мощности, передаваемой от этой базовой станции, за вычетом потерь на трассе распространения дБ. Общая принимаемая мощность в терминале равна сумме принимаемых мощностей для всех базовых станций в 2-уровневой структуре. CDF получается для каждой из четырех случайных переменных SNR_{1x} , SNR_{2x} , SNR_{3x} и SNR_{ideal} на основе значений SNR, полученных для всех реализаций этой случайной переменной.

Метрика эффективности "SNR для покрытия в 95%" используется для количественной оценки эффективности каждой случайной переменной. Величина SNR для покрытия в 95%, равная γ для данной случайной переменной, означает, что 95% реализаций этой случайной переменной достигают значения SNR, равного γ или лучше. Например, параметр SNR для покрытия 95% для случайной переменной SNR_{ideal} может быть выражен как:

$$\Pr(\text{SNR}_{\text{ideal}} \geq \text{SNR}_{\text{ideal}}^{95\%}) = 0,95, \quad (3)$$

где $\text{SNR}_{\text{ideal}}^{95\%}$ - это SNR для покрытия 95% для случайной переменной $\text{SNR}_{\text{ideal}}$, а $\Pr(x)$ означает вероятность возникновения x .

5 Следующее соотношение можно установить для четырех случайных переменных:

$$\text{SNR}_{1x}^{95\%} \leq \text{SNR}_{2x}^{95\%} \leq \text{SNR}_{3x}^{95\%} \leq \text{SNR}_{\text{ideal}}^{95\%} \quad (4)$$

Разность в значениях SNR для покрытия 95% четырех случайных переменных указывает, (1) является ли данный циклический префикс достаточно длинным и (2)
 10 получены ли какие-либо улучшения за счет смещения пилот-сигнала.

Фиг. 6А-6Е иллюстрируют результаты математического моделирования. Один
 чертеж предусмотрен для каждой отдельной комбинации EIRP и радиуса сотовой
 ячейки, которая моделировалась. Каждый чертеж включает в себя четыре столбчатые
 15 диаграммы для четырех различных длин циклического префикса. Каждая столбчатая
 диаграмма иллюстрирует SNR для покрытия 95% для каждой из трех случайных
 переменных SNR_{1x} , SNR_{2x} и SNR_{3x} для конкретной комбинации EIRP, радиуса сотовой
 ячейки и длины циклического префикса. В каждой столбчатой диаграмме SNR для
 20 покрытия 95% случайной переменной SNR_{1x} (т.е. $\text{SNR}_{1x}^{95\%}$) - это значение SNR,
 соответствующее верху прямоугольника с перекрестной штриховкой, SNR для
 покрытия 95% случайной переменной SNR_{2x} (т.е. $\text{SNR}_{2x}^{95\%}$) - это значение SNR,
 соответствующее верху зачерненного прямоугольника, а значение SNR для
 25 покрытия 95% случайной переменной SNR_{3x} (т.е. $\text{SNR}_{3x}^{95\%}$) - это значение SNR,
 соответствующее верху прямоугольника с горизонтальной штриховкой. На каждом
 чертеже максимальное значение для вертикальной оси соответствует $\text{SNR}_{\text{ideal}}^{95\%}$, который
 является SNR для покрытия 95%, если циклический префикс имеет достаточную длину
 для захвата принимаемой энергии.

30 На каждой столбиковой диаграмме зачерненного прямоугольника нет, если $\text{SNR}_{2x}^{95\%} =$
 $\text{SNR}_{1x}^{95\%}$, и горизонтально заштрихованного прямоугольника нет, если $\text{SNR}_{3x}^{95\%} = \text{SNR}_{2x}^{95\%}$.
 Высота зачерненного прямоугольника указывает величину улучшения, достигаемого
 при 2-кратном смещении в сравнении с 1-кратным смещением. Высота горизонтально
 35 заштрихованного прямоугольника указывает величину улучшения, достигаемого
 при 3-кратном смещении в сравнении с 2-кратным смещением. Совместная высота
 зачерненного прямоугольника и горизонтально заштрихованного прямоугольника
 указывает величину улучшения, достигаемого при 3-кратном смещении в сравнении
 с 1-кратным смещением. Отсутствие зачерненного прямоугольника указывает
 40 отсутствие улучшения при 2-кратном смещении. Отсутствие горизонтально
 заштрихованного прямоугольника указывает отсутствие улучшения при 3-кратном
 смещении. Для данного смещения пилот-сигнала улучшение в SNR с большей длиной
 циклического префикса представлено посредством изменения высоты
 45 прямоугольников для этого смещения пилот-сигнала по четырем столбиковым
 диаграммам на данном чертеже. Например, улучшение SNR при больших длинах
 циклического префикса для 1-кратного смещения представлено изменениями высоты
 прямоугольников с перекрестной штриховкой по четырем столбиковым диаграммам.

Фиг. 6А, 6В и 6С показывают SNR для покрытия 95% при EIRP 2 кВт и радиусах
 50 сотовых ячеек 2 км, 3 км и 5 км соответственно. Столбиковые диаграммы на этих
 чертежах показывают, что (1) большая длина циклического префикса повышает
 эффективность для радиусов сотовых ячеек 4 км и 5 км и (2) 2-кратное или 3-кратное

смещение каналов должно быть использовано для достижения $SNR_{ideal}^{95\%}$.

Фиг. 6D и 6E показывают SNR для покрытия 95% при EIRP в 10 кВт и радиуса сотовых ячеек 3 км и 6 км соответственно. Столбиковые диаграммы на этих чертежах указывают, что (1) циклический префикс может быть увеличен примерно со 108 выборок (20 мкс) до 151 выборки (29 мкс) при радиусе сотовой ячейки примерно 3 км, и (2) длина циклического префикса в 108 выборок имеет определенные потери относительно $SNR_{ideal}^{95\%}$ даже при 3-кратном смещении.

Результаты моделирования, показанные на фиг. 6A-6E, приведены для конкретной структуры системы, конкретной модели распространения и конкретной структуры приемного устройства. Различные результаты могут быть получены при различных структурах и различных моделях. В общем, разброс задержек возрастает по мере увеличения радиуса сотовой ячейки, и большая длина циклического префикса может использоваться для большего разброса задержек, чтобы улучшать SNR. Смещение пилот-сигнала повышает эффективность во многих случаях.

Фиг. 7 иллюстрирует примерную 4-уровневую структуру 700 суперкадра, который может использоваться для передачи данных, пилот-сигналов и служебных сигналов. Ось времени передачи делится на суперкадры, причем каждый суперкадр имеет заранее определенную длительность, например одну секунду. Для показанного на фиг. 7 варианта осуществления каждый суперкадр включает в себя (1) поле заголовка пилот-сигналов TDM и служебной/управляющей информации и (2) поле данных для данных трафика и пилот-сигналов FDM. Пилот-сигнал TDM может использоваться для синхронизации (к примеру, обнаружения суперкадров, оценки частоты ошибок и достижения синхронизации). Пилот-сигналы TDM и FDM могут использоваться для оценки канала. Служебная информация для каждого суперкадра позволяет передавать различные параметры передач в этом суперкадре (к примеру, длины циклических префиксов, используемые при различных передачах, таких как локальные передачи и передачи широкого охвата). Поле данных каждого суперкадра разделяется на K внешних кадров равного размера для упрощения передачи данных, при этом $K > 1$. Каждый внешний кадр разделяется на N кадров, и каждый кадр дополнительно разделяется на T временных интервалов, где $N > 1$ и $T > 1$. Суперкадр, внешний кадр и временной интервал также могут обозначаться другими терминами.

Описанные в данном документе способы передачи также могут применяться в системах, которые используют множество методов радиосвязи. Например, эти способы могут применяться в системе, которая использует (1) метод радиосвязи с расширенным спектром, такой как W-CDMA, cdma2000 или какой-либо другой вариант множественного доступа с кодовым разделением каналов и прямым расширением спектра (DS-CDMA) для речевых и пакетных данных (2) и метод радиосвязи с множеством несущих, такой как OFDM для данных широкополосной передачи.

Фиг. 8 иллюстрирует примерную структуру 800 кадра для системы дуплекса с временным разделением каналов (TDD), которая поддерживает W-CDMA и OFDM. Временная линия передачи делится на кадры. Каждый кадр имеет длительность 10 и дополнительно делится на 15 временных интервалов, которым назначаются индексы от 1 до 15. Каждый временной интервал имеет длительность 0,667 мс и включает в себя 2560 кодовых элементов. Каждый кодовый элемент имеет длительность 0,26 мкс при ширине полосы системы 3,84 МГц.

В примере, показанном на фиг. 8, временной интервал 1 используется для интервала W-CDMA нисходящей линии связи, временные интервалы 2-6 используются

для интервалов OFDM нисходящей линии связи, временной интервал 7 используется для интервала W-CDMA восходящей линии связи, а временные интервалы 8-15 используются для интервалов OFDM нисходящей линии связи. Для каждого интервала W-CDMA данные одного или более физических каналов могут разделяться по каналам с различными ортогональными (к примеру, OVSF) последовательностями, спектрально расширяться с помощью кодов скремблирования, объединяться во временной области и передаваться во всем временном интервале. Для каждого интервала OFDM нисходящей линии связи L OFDM-символов могут генерироваться для данных, которые должны передаваться в этом временном интервале, при этом $L > 1$. Например, $L=3$ OFDM-символов могут передаваться в каждом интервале OFDM нисходящей линии связи, и каждый OFDM-символ может генерироваться на основе параметров структуры, показанных в табл. 1, и выбранной длины циклического префикса.

Для системы дуплекса с частотным разделением каналов (FDD), которая поддерживает W-CDMA и OFDM, нисходящая и восходящая линия связи передаются одновременно по отдельным полосам частот. Каждый временной интервал в нисходящей линии связи может использоваться для W-CDMA или OFDM.

Структура 800 кадра на фиг. 8 может быть встроена в структуру 700 суперкадра на фиг. 7. Например, каждый суперкадр может включать в себя четыре внешних кадра ($K=4$), каждый внешний кадр может включать в себя 32 кадра ($N=32$), а каждый кадр может включать в себя 15 временных интервалов ($T=15$). Если каждый кадр имеет длительность 10 мс, то каждый внешний кадр имеет длительность 320 мс, а каждый суперкадр имеет длительность примерно 1,28 секунды.

Фиг. 7 и 8 иллюстрируют примерные структуры суперкадра и кадра. Описанные способы могут использоваться для других систем и структур суперкадра и кадра.

Для каждого временного интервала, используемого при широкополосной передаче, зона покрытия передачи, осуществляемой в этом временном интервале, зависит от числа соседних базовых станций, осуществляющих ту же передачу. Если множество соседних станций выполняют одну передачу, то передача может считаться предназначенной для одночастотной сети (SFN), терминал может принимать передачу от множества базовых станций и зона покрытия для передачи будет большой. В отличие от этого, если одна или несколько базовых станций осуществляют данную передачу, то зона покрытия передачи будет небольшой.

Конфигурируемая длина циклического префикса может выбираться несколькими способами. В варианте осуществления длины циклического префикса для различных передач выбираются на основе ожидаемых зон покрытия этих передач. Ожидаемая зона покрытия передачи - это зона, в которой терминал может принимать данную передачу при определенном минимальном качестве сигнала или выше. Ожидаемая зона покрытия и максимальный ожидаемый разброс задержек связаны так, что большая ожидаемая зона покрытия соответствует большему максимальному ожидаемому разбросу задержек. Большая длина циклического префикса может выбираться для (1) широкополосной передачи, осуществляемой множеством соседних базовых станций, или (2) передачи, предназначенной для конкретного пользователя передаваемой базовой станцией с большой зоной покрытия. Длины циклического префикса могут выбираться на основе доступной информации о развертывании базовых станций в системе и информации о диспетчеризации осуществляемых передач. В другом варианте осуществления длина циклического префикса может выбираться для каждой отдельной передачи на основе ожидаемой

зоны покрытия этой передачи. Во всех вариантах осуществления выбранные длины циклического префикса могут передаваться терминалам посредством служебных сигналов или какого-либо другого средства.

5 Конфигурируемая длина циклического префикса может быть статической, полустатической или динамической. Длина циклического префикса для локальных передач и передач широкого охвата может быть статической или полустатической, к
10 примеру, если эти передачи осуществляются в стационарные или относительно статические временные интервалы. Длина циклического префикса также может выбираться динамически на основе изменений в локальной передаче широкого охвата. Например, в каждом суперкадре длина циклического префикса может выбираться для
15 каждого временного интервала суперкадра на основе зоны покрытия передачи, осуществляемой в этом временном интервале. Большая длина циклического префикса может выбираться для каждого временного интервала с передачей, имеющей большую зону покрытия. Меньшая длина циклического префикса может выбираться для каждого временного интервала с передачей, имеющей меньшую зону покрытия.

В системе может использоваться стационарный или конфигурируемый пилот-сигнал со смещением. Стационарный пилот-сигнал со смещением может выбираться на
20 основе структуры системы и предполагаемых рабочих характеристик. Конфигурируемый пилот-сигнал со смещением может выбираться из нескольких пилот-сигналов со смещением (к примеру, 1-, 2-, 3-кратного и т.д.) на основе предполагаемых зон покрытия или максимальных ожидаемых разбросов задержек для
25 осуществляемых передач. Например, меньшее смещение пилот-сигнала может использоваться для локальной передачи с меньшей зоной покрытия и большее смещение пилот-сигнала может использоваться для передачи широкого охвата с большей зоной покрытия.

Фиг. 9 иллюстрирует процесс 900 передачи данных таким образом, чтобы снизить
30 отрицательное воздействие разброса задержек. Сначала оценивается максимальный ожидаемый разброс задержек для передачи данных на основе типа передачи данных, размера зоны покрытия передачи данных и/или других факторов (этап 912). Передача данных может быть широкоэмитальной передачей, передачей для конкретного пользователя или какой-либо другой передачей. Тип передачи может быть
35 локальным, широкого охвата и т.д.

Длина циклического префикса выбирается из нескольких возможных длин циклического префикса на основе максимального ожидаемого разброса задержек для
40 передачи данных (этап 914). Например, меньшая длина циклического префикса может выбираться, если передача данных является локальной передачей, и большая длина циклического префикса может выбираться, если передача данных является передачей широкого охвата. Меньшая длина циклического префикса также может выбираться, если передача данных имеет меньшую зону покрытия, и большая длина циклического префикса может выбираться, если передача данных имеет большую зону покрытия.
45 Выбранная длина циклического префикса может передаваться терминалам, принимающим передачу данных (этап 916). Передача данных обрабатывается на основе выбранной длины циклического префикса (этап 918). Каждый OFDM-символ, сформированный для передачи данных, включает в себя циклический префикс
50 выбранной длины.

Фиг. 10 иллюстрирует процесс 1000 передачи данных таким образом, чтобы снизить отрицательное вредное воздействие разброса задержек. Процесс 1000 может использоваться, к примеру, со структурами суперкадра и кадра, показанными на фиг.

7 и 8.

Сначала определяются ожидаемые зоны покрытия для множества передач, которые должны осуществляться в нескольких временных интервалах суперкадра (этап 1012). Длина циклического префикса для этих передач выбирается на основе ожидаемых зон
 5 покрытия (этап 1014). Длина циклического префикса для каждой передачи может выбираться из набора разрешенных длин циклического префикса на основе ожидаемой зоны покрытия этой передачи смещения пилот-сигнала, используемого для передачи, и т.д. Например, меньшая длина циклического префикса может выбираться
 10 для каждой локальной передачи и большая длина префикса может выбираться для каждой передачи широкого охвата. Выбранные длины циклического префикса могут передаваться терминалам, к примеру, в блоке служебных сигналов суперкадра (этап 1016). Передачи обрабатываются на основе выбранной длины циклического префикса (этап 1018). OFDM-символы генерируются для каждой передачи на основе
 15 длины циклического префикса, выбранной для этой передачи.

Процесс 1000 может выполняться периодически, к примеру, в каждом суперкадре. В этом случае выполняется определение того, был ли начат новый суперкадр (этап 1020). Если ответ "Да", то процесс возвращается к этапу 1012, чтобы выбрать
 20 длины циклического префикса для передач, которые должны передаваться в новом суперкадре. Длины циклического префикса также могут выбираться во временных интервалах, отличных от каждого суперкадра.

Фиг. 11 иллюстрирует блок-схему одной базовой станции 110 и одного терминала 120. В базовой станции 110 процессор 1110 пилот-сигналов передачи (TX)
 25 генерирует пилот-сигнал TDM и пилот-сигнал FDM на основе выбранного смещения пилот-сигнала. Процессор 1120 TX-данных обрабатывает (к примеру, кодирует, перемежает и выполняет символьное преобразование) данных трафика и генерирует символы данных, которые являются символами модуляции данных трафика.
 30 OFDM-модулятор 1122 выполняет OFDM-модуляцию данных и символов пилот-сигнала (к примеру, как показано на фиг. 3) и генерирует OFDM-символы, имеющие выбранные длины циклического префикса. Передающее устройство (TMTR) 1126 преобразует (к примеру, преобразует в аналоговую форму, фильтрует, усиливает и преобразует с повышением частоты) OFDM-символы и генерирует модулированный
 35 сигнал, который передается антенной 1128.

В терминале 120 антенна 1152 принимает модулированные сигналы, передаваемые базовой станцией 110 и другими базовыми станциями в системе. Приемное устройство (RCVR) 1154 преобразует, оцифровывает и обрабатывает принимаемый
 40 сигнал из антенны 1152 и обеспечивает поток входных выборок. OFDM-демодулятор 1160 выполняет OFDM-демодуляцию входных выборок (к примеру, комплементарную к OFDM-модуляции, показанной на фиг. 3), и выдает принятые символы пилот-сигнала в блок 1162 оценки канала и символы данных - в детектор 1164. Блок 1162 оценки канала получает оценку канальной импульсной
 45 характеристики и/или оценку канальной частотной характеристики на основе принятых символов пилот-сигнала. Детектор 1164 выполняет обнаружение (к примеру, выравнивание) принимаемых символов данных с помощью оценки канала из блока 1162 оценки канала и выдает оценки символов данных, которые являются
 50 оценками передаваемых символов данных. Процессор 1170 данных приема (RX) обрабатывает (к примеру, выполняет обратное символьное преобразование, обратное перемежение и декодирование) оценки символов данных и выдает декодированные данные. В общем, обработка в терминале 120 является комплементарной по

отношению к обработке в базовой станции 110.

Контроллеры 1130 и 1180 управляют работой базовой станции 110 и терминала 120 соответственно. Запоминающие устройства 1132 и 1182 сохраняют программный код и данные, используемые контроллерами 1130 и 1180, соответственно. Контроллер 1130 и/или блок 1134 диспетчеризации выполняет диспетчеризацию передачи по нисходящей линии связи и выделяет системные ресурсы (к примеру, временные интервалы) назначенным передачам.

Описанные в данном документе способы передачи могут использоваться для передачи по нисходящей линии связи, как описано выше. Эти способы также могут использоваться для передачи по восходящей линии связи.

Описанные в данном документе способы передачи могут быть реализованы различными средствами. Например, эти способы могут быть реализованы в аппаратных средствах, программном обеспечении или их сочетании. При реализации в аппаратных средствах процессоры, используемые для выбора конфигурируемых параметров (к примеру, длины циклического префикса и/или смещения пилот-сигналов), и процессоры, используемые для обработки передаваемых данных, могут быть реализованы в одной или более специализированных интегральных схемах (ASIC), процессорах цифровых сигналов (DSP), устройствах цифровой обработки сигналов (DSPD), программируемых логических устройствах (PLD), программируемых пользователем матричных БИС (FPGA), процессорах, контроллерах, микроконтроллерах, микропроцессорах, электронных устройствах, других электронных блоках, предназначенных для выполнения описанных функций, или их сочетании. Процессоры, используемые для приема передачи, также могут быть реализованы в одной или более ASIC, DSP, процессорах, электронных устройствах и т.д.

При реализации в программном обеспечении способы могут быть реализованы с помощью модулей (к примеру, процедур, функций и т.п.), которые выполняют описанные в данном документе функции. Программные коды могут быть сохранены в запоминающем устройстве (к примеру, в запоминающем устройстве 1132 или 1182 на фиг. 11) и исполняться процессором (к примеру, контроллером 1130 и 1180). Запоминающее устройство может быть реализовано в процессоре или внешним образом по отношению к процессору, причем во втором случае оно может быть связано с процессором с помощью различных средств, известных в данной области техники.

Предшествующее описание раскрытых вариантов осуществления предоставлено для того, чтобы дать возможность любому специалисту в данной области техники создавать или использовать настоящее изобретение. Различные модификации в этих вариантах осуществления должны быть очевидными для специалистов в данной области техники, а описанные в данном документе общие принципы могут быть применены к другим вариантам осуществления без отступления от сущности и объема изобретения. Таким образом, настоящее изобретение не ограничивается описанными вариантами осуществления, а должно соответствовать самому широкому объему, согласованному с раскрытыми принципами и новыми признаками.

Формула изобретения

1. Устройство для обработки множества передач, содержащее контроллер для определения ожидаемых зон покрытия для множества передач, которые должны передаваться во множестве временных интервалов, и выбора длин циклического

префикса для множества передач на основе ожидаемых зон покрытия, причем контроллер определяет, является ли каждая из множества передач локальной передачей или передачей широкого охвата; и

5 модулятор для обработки множества передач на основе выбранной длины циклического префикса.

2. Устройство по п.1, в котором контроллер определяет ожидаемые зоны покрытия и выбирает длины циклического префикса в каждом временном интервале заранее определенной длительности.

10 3. Устройство по п.1, в котором контроллер выбирает длину циклического префикса из множества длин циклического префикса для каждой из множества передач на основе ожидаемой зоны покрытия передачи.

15 4. Устройство по п.1, в котором контроллер выбирает первую длину циклического префикса для каждой локальной передачи из множества передач и выбирает вторую длину циклического префикса для каждой передачи широкого охвата из множества передач, при этом вторая длина циклического префикса больше первой длины циклического префикса.

20 5. Устройство по п.1, в котором контроллер выбирает длины циклического префикса для множества передач дополнительно на основе пилот-сигнала мультиплексирования с ортогональным частотным разделением каналов (FDM), передаваемого с множеством передач.

25 6. Устройство по п.1, в котором контроллер выбирает пилот-сигнал со смещением из множества пилот-сигналов со смещениями на основе ожидаемых зон покрытия, прием модулятор дополнительно обрабатывает выбранный пилот-сигнал со смещением.

30 7. Устройство по п.1, в котором модулятор генерирует символы мультиплексирования с ортогональным частотным разделением каналов (OFDM) для каждой из множества передач на основе длины циклического префикса, выбираемой для передачи.

8. Способ передачи данных в системе беспроводной связи, содержащий этапы, на которых:

35 определяют ожидаемые зоны покрытия для множества передач, которые должны передаваться во множестве временных интервалов;

определяют, является ли каждая из множества передач локальной передачей или передачей широкого охвата;

40 выбирают длины циклического префикса для множества передач на основе ожидаемых зон покрытия; и

обрабатывают множество передач на основе выбранных длин циклического префикса.

9. Способ по п.8, дополнительно содержащий этапы, на которых:

45 определяют ожидаемые зоны покрытия и выбирают длины циклического префикса в каждом временном интервале заранее определенной длительности.

10. Способ по п.8, в котором выбор длин циклического префикса для множества передач содержит этапы, на которых:

50 выбирают первую длину циклического префикса для каждой

локальной передачи из множества передач, и

выбирают вторую длину циклического префикса для каждой передачи широкого охвата из множества передач, при этом вторая длина циклического префикса больше первой длины циклического префикса.

11. Способ по п.8, в котором обработка множества передач на основе выбранных длин циклического префикса содержит

генерирование символов мультиплексирования с ортогональным частотным разделением каналов (OFDM) для каждой из множества передач на основе длины циклического префикса, выбираемой для передачи.

12. Устройство для обработки множества передач, содержащее:

средство для определения ожидаемых зон покрытия для множества передач, которые должны передаваться во множестве временных интервалов;

средство для определения, является ли каждая из множества передач локальной передачей или передачей широкого охвата;

средство для выбора длин циклического префикса для множества передач на основе ожидаемых зон покрытия, и

средство для обработки множества передач на основе выбранной длины циклического префикса.

13. Устройство по п.12, дополнительно содержащее средство для определения ожидаемых зон покрытия и выбора длин циклического префикса в каждом временном интервале заранее определенной длительности.

14. Устройство по п.12, в котором средство для выбора длин циклического префикса для множества передач содержит:

средство для выбора первой длины циклического префикса для каждой локальной передачи из множества передач и

средство для выбора второй длины циклического префикса для каждой передачи широкого охвата из множества передач, при этом вторая длина циклического префикса больше первой длины циклического префикса.

15. Устройство по п.12, в котором средство для обработки множества передач на основе выбранной длины циклического префикса содержит:

средство для генерирования символов мультиплексирования с ортогональным частотным разделением каналов (OFDM) для каждой из множества передач на основе длины циклического префикса, выбираемой для передачи.

16. Способ передачи данных в системе беспроводной связи, содержащий этапы, на которых:

выбирают длину циклического префикса для передачи данных из множества длин циклического префикса на основе максимального ожидаемого разброса задержек для передачи данных;

оценивают максимальный ожидаемый разброс задержек для передачи данных на основе типа передачи данных; и

обрабатывают передачу данных на основе выбранной длины циклического префикса.

17. Способ передачи данных в системе беспроводной связи, содержащий этапы, на которых:

выбирают длину циклического префикса для передачи данных из множества длин циклического префикса на основе максимального ожидаемого разброса задержек для передачи данных;

оценивают максимальный ожидаемый разброс задержек для передачи данных на основе ожидаемой зоны покрытия для передачи данных; и

обрабатывают передачу данных на основе выбранной длины циклического префикса.

18. Способ передачи данных в системе беспроводной связи, содержащий этапы, на которых:

выбирают длину циклического префикса для передачи данных из множества длин циклического префикса на основе максимального ожидаемого разброса задержек для

передачи данных, причем выбор длины циклического префикса содержит:

выбор первой длины циклического префикса из множества длин циклического

префикса, если передача данных является локальной передачей, и

выбор второй длины циклического префикса из множества длин циклического префикса, если передача данных является передачей широкого охвата,

при этом вторая длина циклического префикса больше первой длины циклического префикса; и

обрабатывают передачу данных на основе выбранной длины циклического префикса.

19. Способ по п.16, в котором обработка передачи данных на основе выбранной длины циклического префикса содержит генерирование символов мультиплексирования с ортогональным частотным разделением каналов (OFDM) для передачи данных на основе выбранной длины циклического префикса.

20. Способ по п.16, дополнительно содержащий:

широковещательную передачу данных к множеству приемников.

21. Способ по п.16, дополнительно содержащий передачу данных к конкретному приемнику.

22. Устройство для обработки множества передач, содержащее контроллер для приема сигнализации, по меньшей мере, для

одной длины циклического префикса, выбираемой для, по меньшей мере, одной передачи, осуществляемой, по меньшей мере, в одном временном интервале, при этом, по меньшей мере, одна длина циклического префикса выбирается на основе ожидаемой зоны покрытия для, по меньшей мере, одной передачи, причем каждая из, по меньшей мере, одной передачи является локальной передачей или передачей широкого охвата; и

демодулятор для приема и обработки, по меньшей мере, одной передачи на основе, по меньшей мере, одной длины циклического префикса.

23. Устройство по п.22, в котором первая длина циклического префикса выбрана для каждой локальной передачи, вторая длина циклического префикса выбрана для каждой передачи широкого охвата, при этом вторая длина циклического префикса больше первой длины циклического префикса.

24. Устройство по п.22, в котором контроллер принимает сигнализацию для, по меньшей мере, одной длины циклического префикса в каждом из множества временных интервалов, при этом каждый временной интервал имеет заранее определенную длительность.

25. Устройство по п.22, в котором демодулятор принимает символы мультиплексирования с ортогональным частотным разделением каналов (OFDM) для каждой из, по меньшей мере, одной передачи и удаляет циклические префиксы в принимаемых символах OFDM для каждой передачи на основе длины циклического префикса, выбранной для передачи.

26. Устройство по п.22, дополнительно содержащее блок оценки канала для приема пилот-сигнала со смещением, переданного с помощью, по меньшей мере, одной передачи, и получения оценки канала на основе принятого пилот-сигнала со смещением, и

детектор для выполнения обнаружения, по меньшей мере, одной передачи с помощью оценки канала.

27. Способ приема данных в системе беспроводной связи, содержащий этапы, на которых:

5 принимают сигнализацию, по меньшей мере, для одной длины циклического префикса, выбираемой для, по меньшей мере, одной передачи, передаваемой, по меньшей мере, в одном временном интервале, при этом, по меньшей мере, одна длина циклического префикса выбирается на основе ожидаемой зоны покрытия для, по
10 меньшей мере, одной передачи, причем каждая из, по меньшей мере, одной передачи является локальной передачей или передачей широкого охвата; и

обрабатывают, по меньшей мере, одну передачу на основе, по меньшей мере, одной длины циклического префикса.

28. Способ по п.27, дополнительно содержащий
15 прием сигнализации для, по меньшей мере, одной длины циклического префикса и обработку, по меньшей мере, одной передачи в каждом из множества временных интервалов, при этом

каждый временной интервал имеет заранее определенную длительность.

29. Способ по п.27, в котором обработка, по меньшей мере, одной передачи
20 содержит

прием символов мультиплексирования с ортогональным частотным разделением каналов (OFDM) для каждой из, по меньшей мере, одной передачи, и

удаление циклических префиксов в принимаемых символах OFDM для каждой
25 передачи на основе длины циклического префикса, выбранной для передачи.

30. Устройство для обработки множества передач, содержащее средство для приема сигнализации, по меньшей мере, для одной длины циклического префикса,
30 выбираемой, по меньшей мере, для одной передачи, передаваемой, по меньшей мере, в одном временном интервале, при этом, по меньшей мере, одна длина циклического префикса выбирается на основе ожидаемой зоны покрытия для, по меньшей мере, одной передачи, причем каждая из, по меньшей мере, одной передачи является локальной передачей или передачей широкого охвата; и

35 средство для обработки, по меньшей мере, одной передачи на основе, по меньшей мере, одной длины циклического префикса.

31. Устройство по п.30, дополнительно содержащее
40 средство для приема сигнализации, по меньшей мере, для одной длины циклического префикса и обработки, по меньшей мере, одной передачи в каждом из множества временных интервалов, при этом

каждый временной интервал имеет заранее определенную длительность.

32. Устройство по п.30, в котором средство для обработки, по меньшей мере, одной передачи содержит:

45 средство для приема символов мультиплексирования с ортогональным частотным разделением каналов (OFDM) для каждой из, по меньшей мере, одной передачи, и

средство для удаления циклических префиксов в принимаемых символах OFDM для каждой передачи на основе длины циклического префикса, выбранной для передачи.

33. Машиночитаемый носитель, содержащий инструкции, сохраненные на нем, для
50 обработки множества передач, причем инструкции содержат код для определения ожидаемых зон покрытия для множества передач, которые должны передаваться во множестве временных интервалов;

код для определения, является ли каждая из множества передач локальной

передачей или передачей широкого охвата;

код для выбора длин циклического префикса для множества передач на основе ожидаемых зон покрытия; и

5 код для обработки множества передач на основе выбранных длин циклического префикса.

10

15

20

25

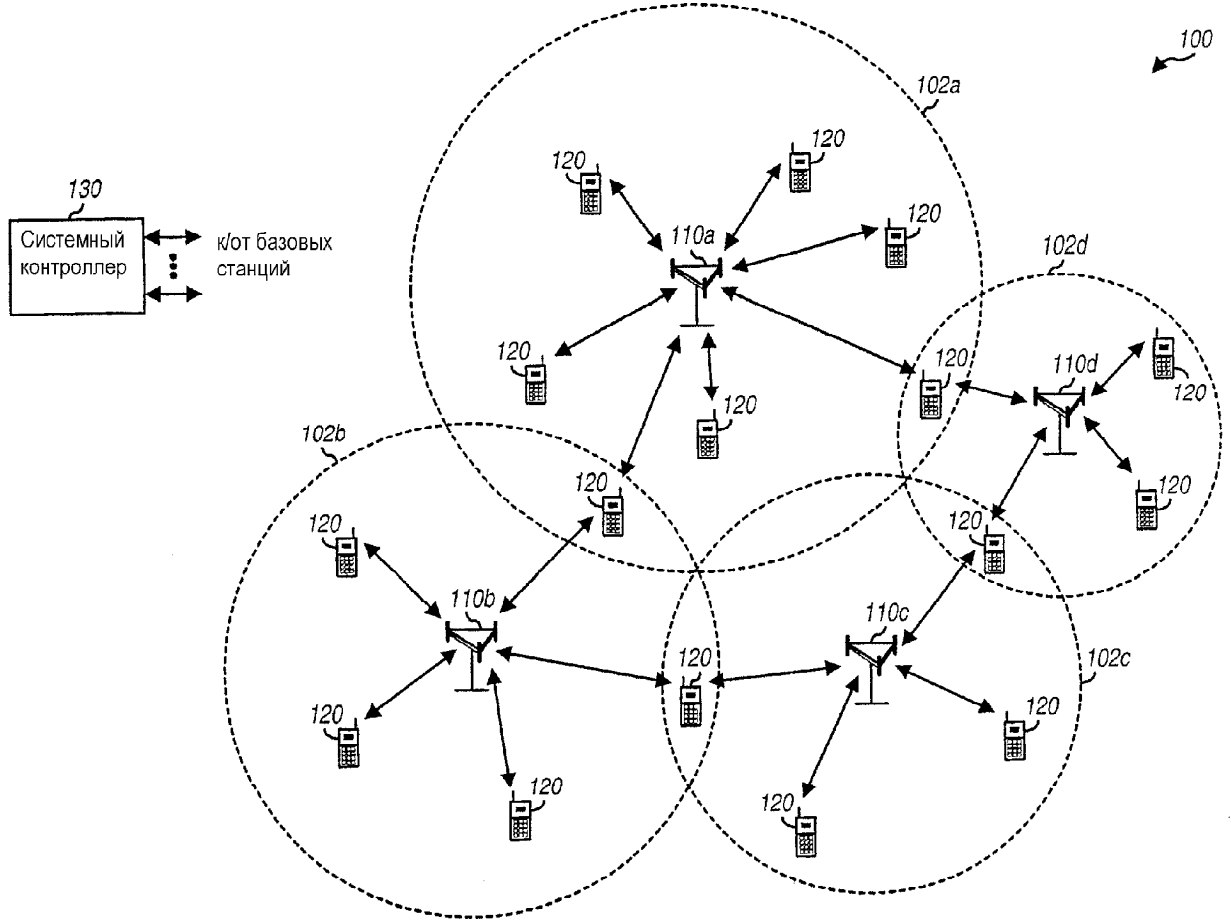
30

35

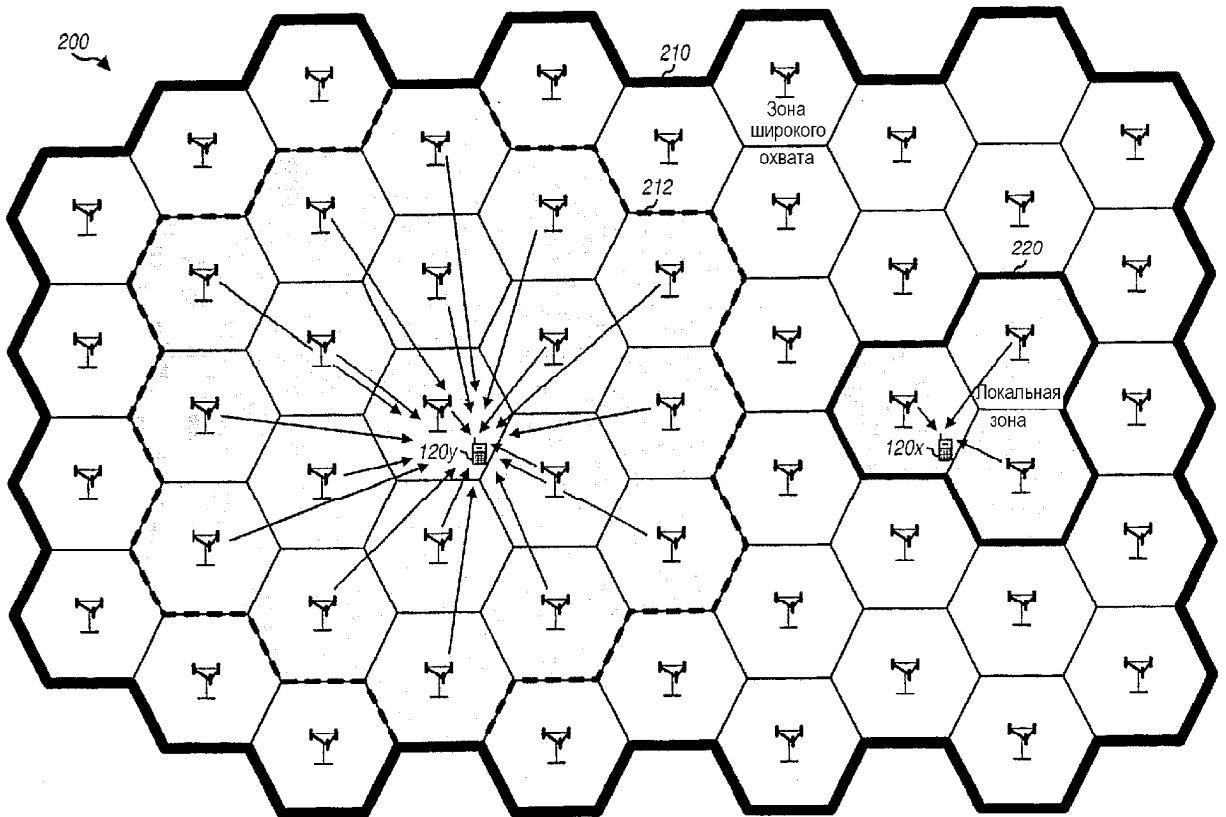
40

45

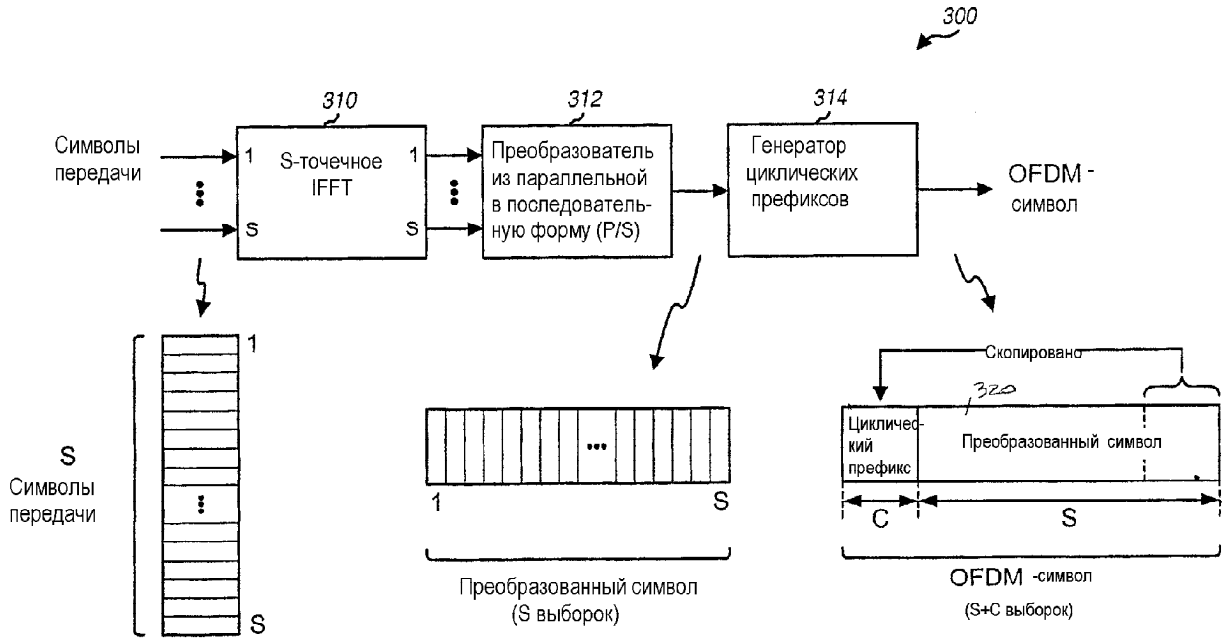
50



ФИГ. 1



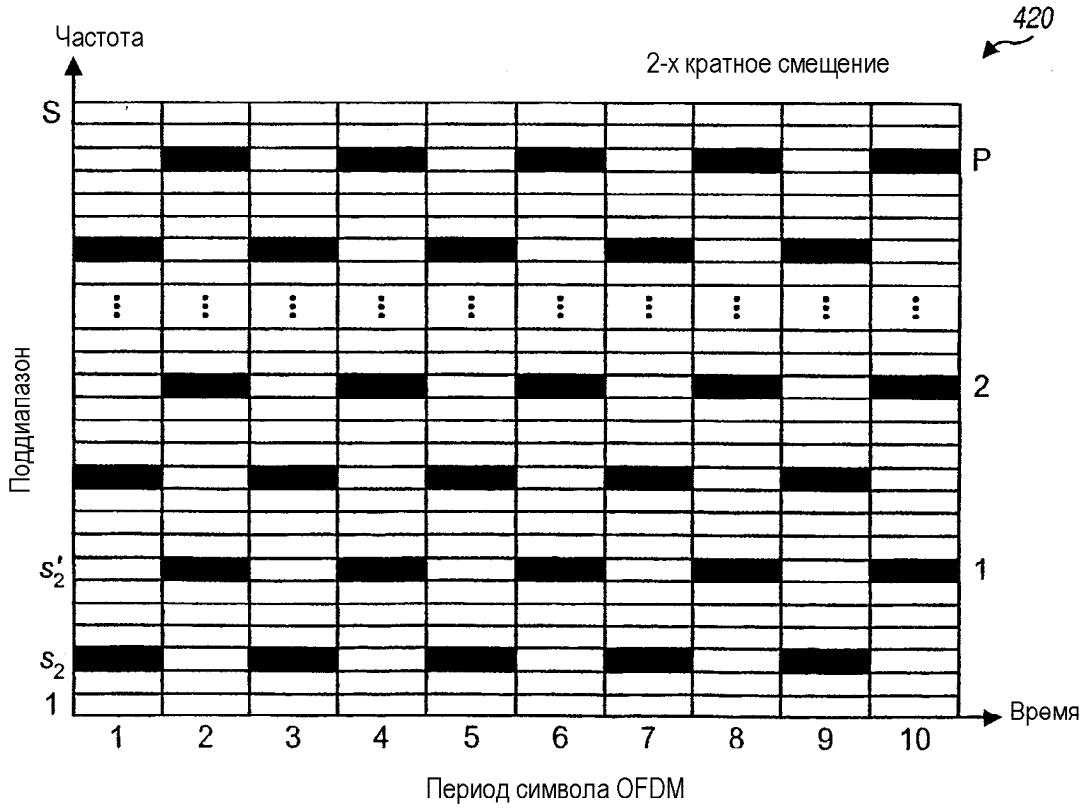
ФИГ. 2



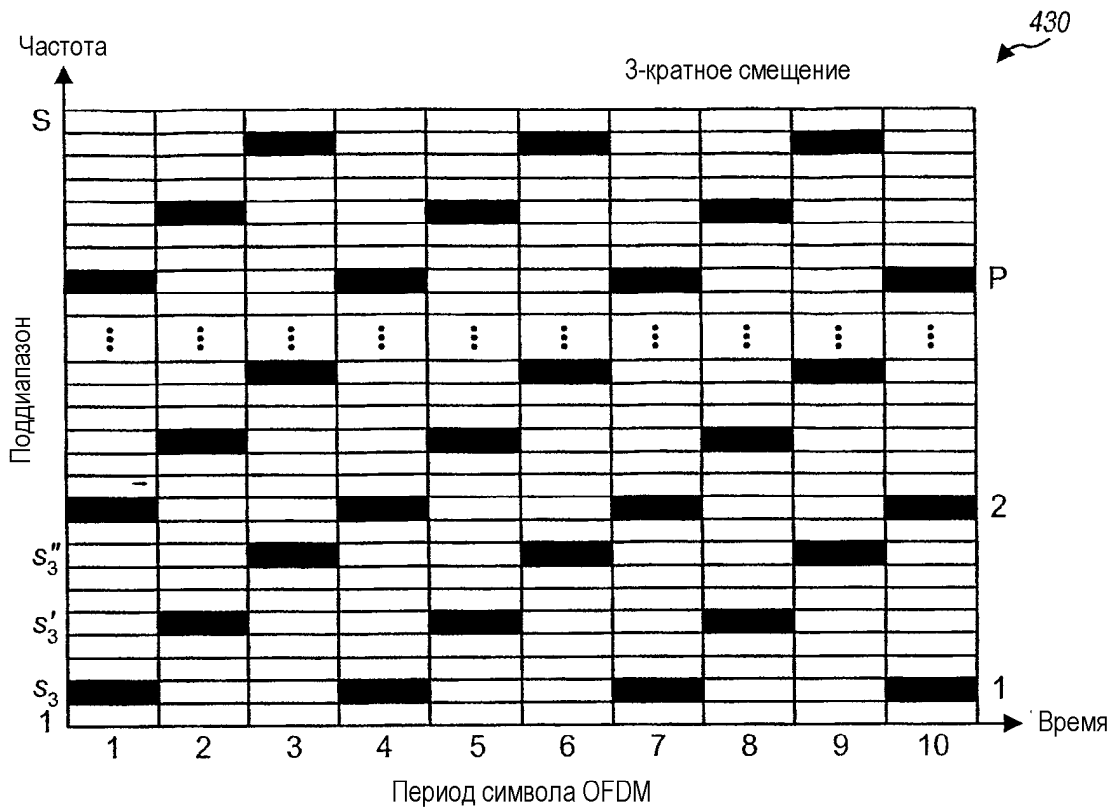
ФИГ. 3



ФИГ. 4А



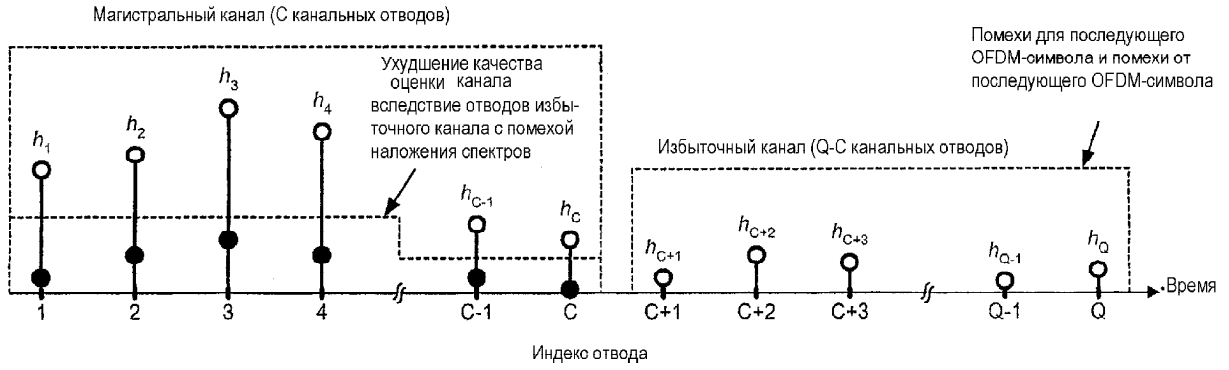
ФИГ. 4В



ФИГ. 4С

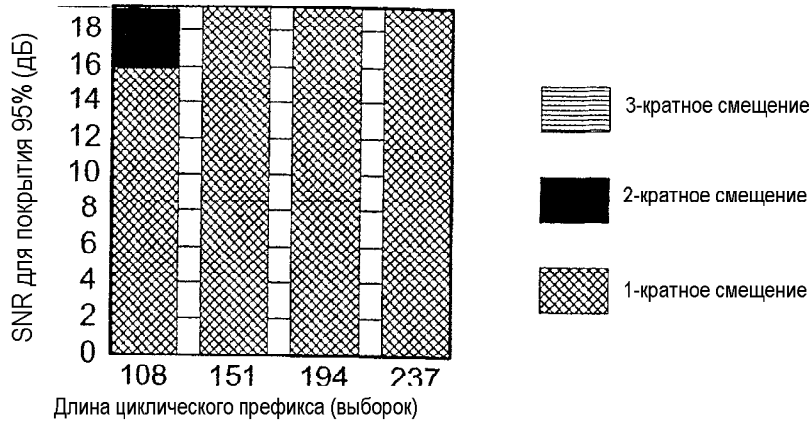
Канальная импульсная характеристика
(при Q канальных отводов)

500



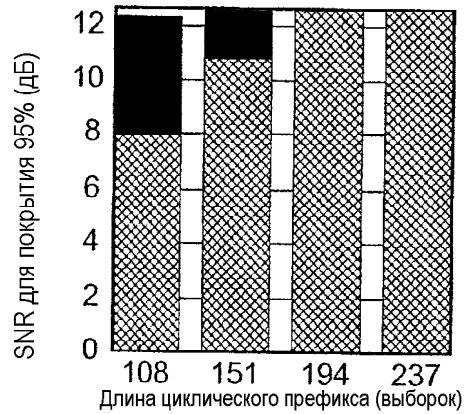
ФИГ. 5

EIRP = 2 кВт, Радиус сотовой ячейки = 2 км



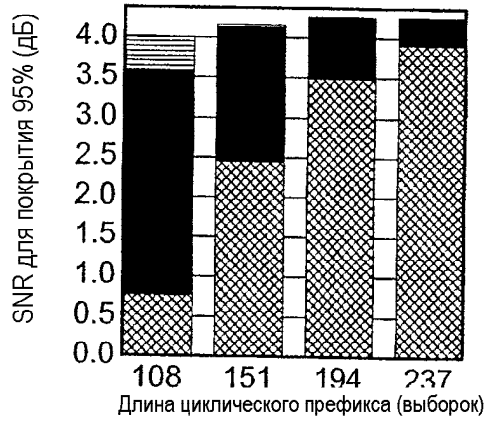
ФИГ. 6А

EIRP = 2 кВт, Радиус сотовой ячейки = 3 км



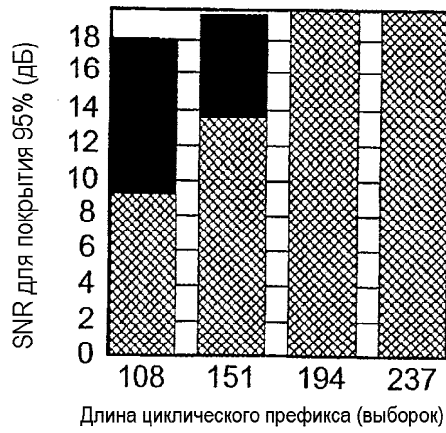
ФИГ. 6В

EIRP = 2 кВт, Радиус сотовой ячейки = 5 км



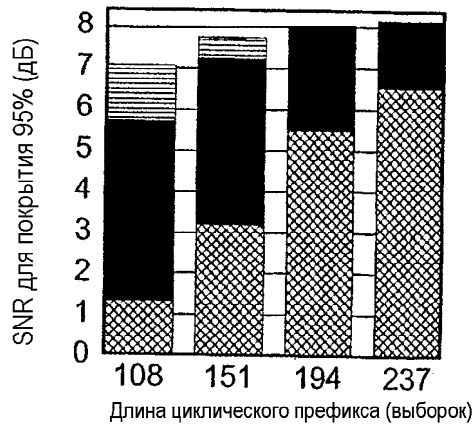
ФИГ. 6С

EIRP = 10 кВт, Радиус сотовой ячейки = 3 км

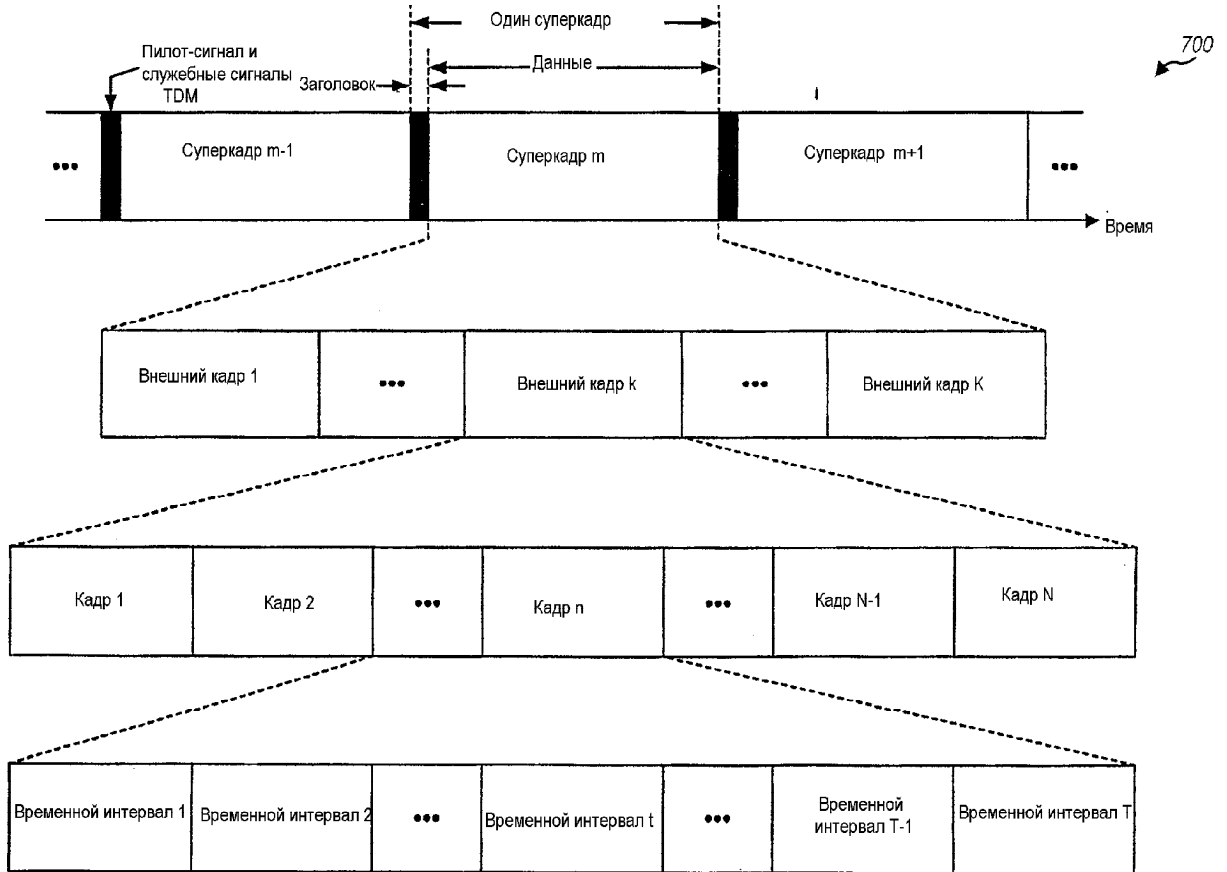


ФИГ. 6D

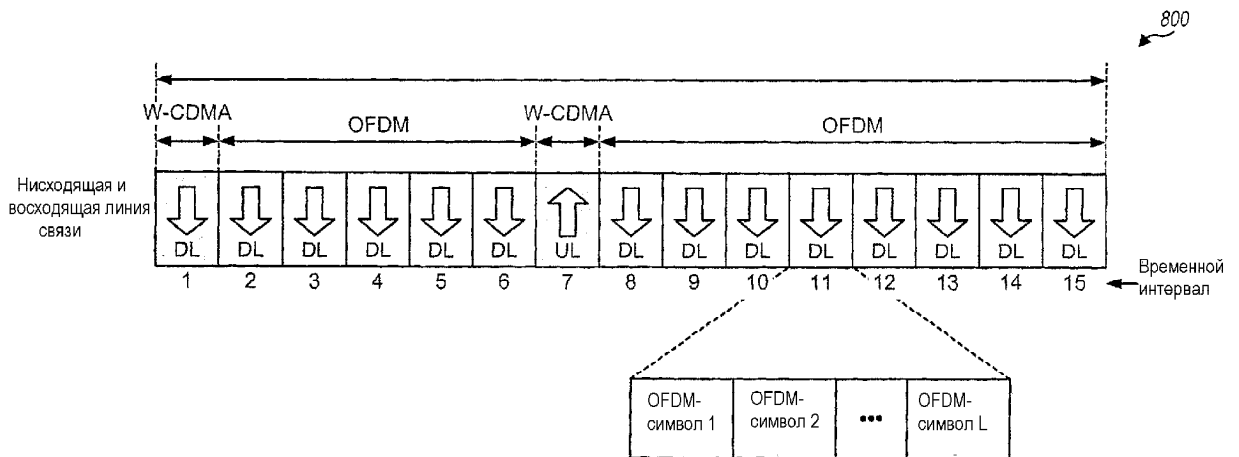
EIRP = 10 кВт, Радиус сотовой ячейки = 6 км



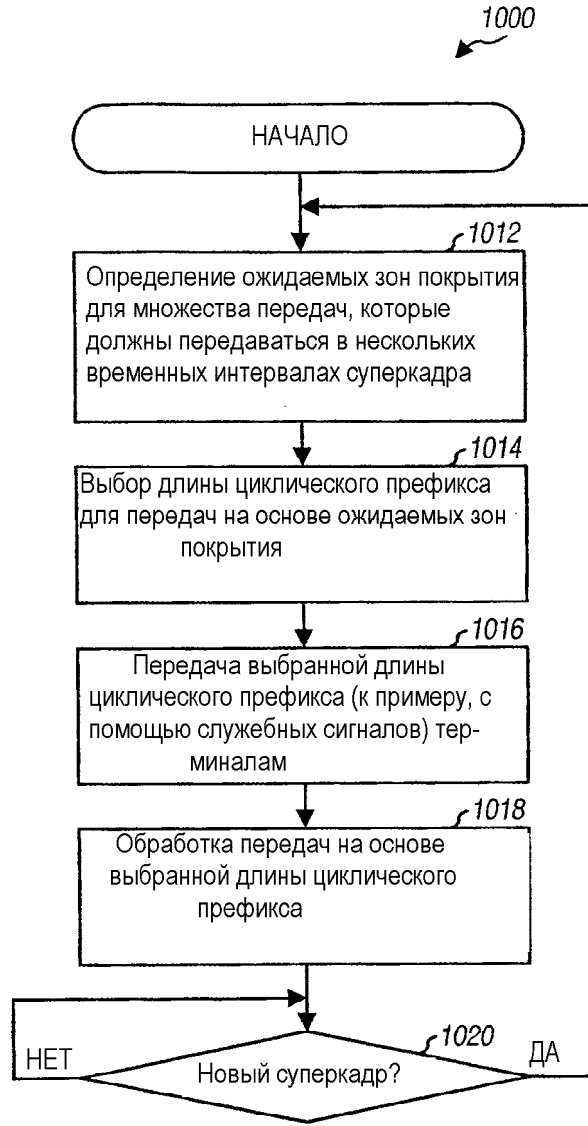
ФИГ. 6E



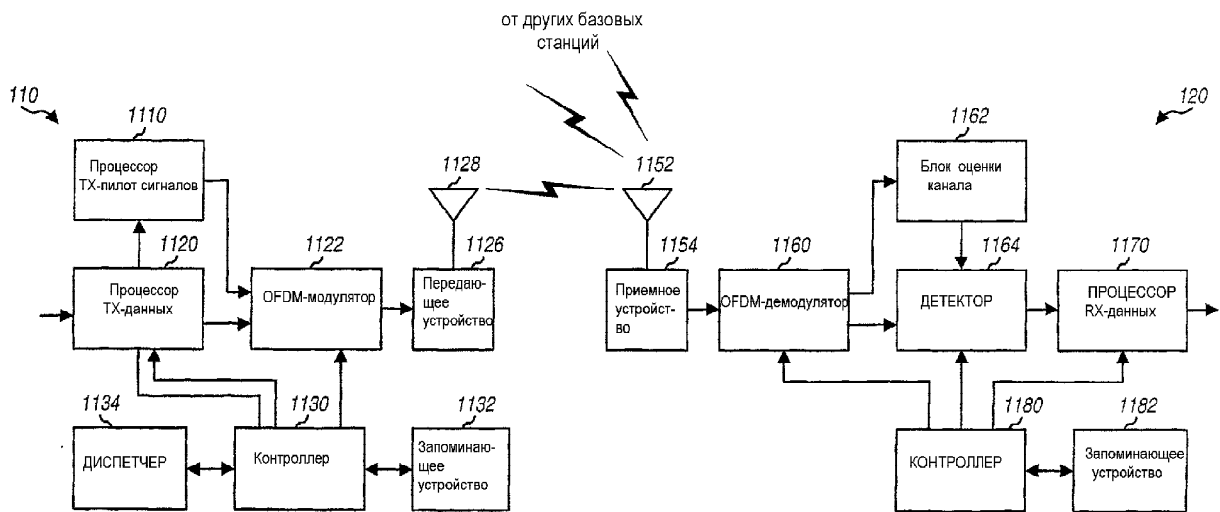
ФИГ. 7



ФИГ. 8



ФИГ. 10



ФИГ. 11