



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

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ(21)(22) Заявка: **2009133352/09, 06.02.2008**(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
06.02.2008

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:
06.02.2007 US 60/888,494
05.02.2008 US 12/026,370(43) Дата публикации заявки: **10.04.2011 Бюл. № 10**(45) Опубликовано: **10.11.2011 Бюл. № 31**(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: **QUALCOMM EUROPE:"R1-070434:**
Precoding Details for DL MIMO" 3GPP, 1-January
2007, XP002494263 3Gpp TSG-RAN
WG1#47BIS, Sorrento, Italy Retrieved from the
Internet: URL: [http:](http://www.3gpp.org/ftp/tsg_ran/wg1_1/TSGR1_47bis/Docs/R1-070434.zip)
//www.3gpp.org/ftp/tsg_ran/wg1_1/TSGR1_47bis/
Docs/R1-070434.zip>[retrieved on 2008-09-01].
RU 2208297 C2, 10.07.2003. WO 2005/117321 A,
08.12.2005. WO 2006/121381 A, 16.11.2006. WO
02/25857 A, 28.03.2002.(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на
национальной фазе: **07.09.2009**(86) Заявка РСТ:
US 2008/053233 (06.02.2008)(87) Публикация заявки РСТ:
WO 2008/098093 (14.08.2008)Адрес для переписки:
129090, Москва, ул.Б.Спасская, 25, стр.3,
ООО "Юридическая фирма Городисский и
Партнеры", пат.пов. Ю.Д.Кузнецову

(72) Автор(ы):

КИМ Биоунг-Хоон (US),
МАЛЛАДИ Дурга Прасад (US),
ЧЖАН Сяоя (US)

(73) Патентообладатель(и):

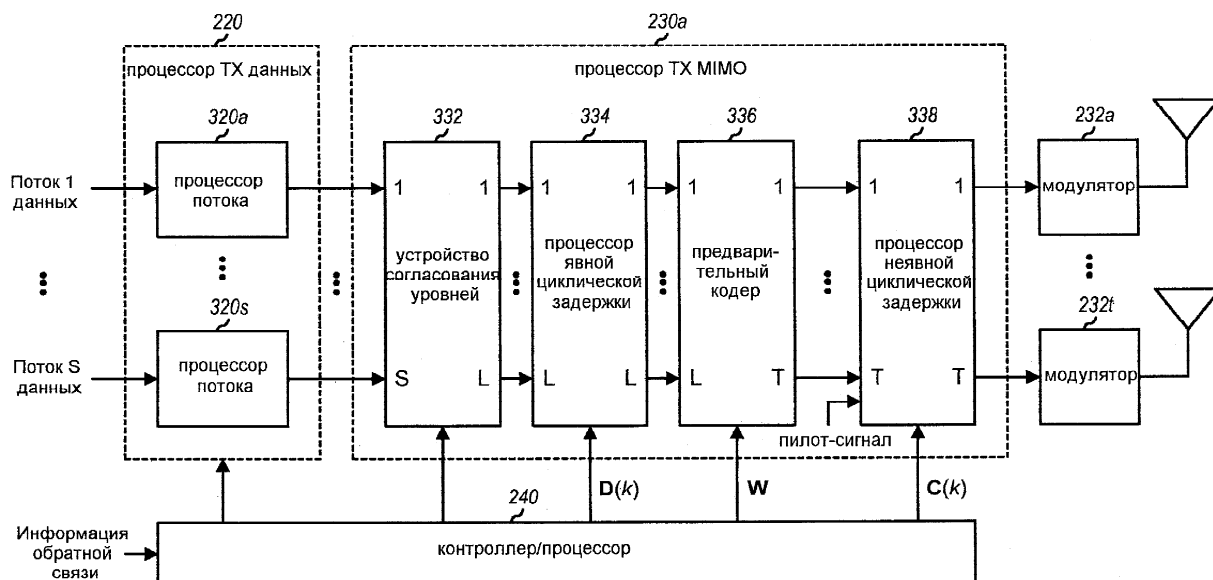
КВЭЛКОММ ИНКОРПОРЕЙТЕД (US)**(54) МИМО ПЕРЕДАЧА С ЯВНОЙ И НЕЯВНОЙ ЦИКЛИЧЕСКОЙ ЗАДЕРЖКОЙ**

(57) Реферат:

Изобретение относится к беспроводной
связи. Описаны способы для передачи данных,
использующие комбинацию явной циклической
задержки и неявной циклической задержки.Передачик может выполнять первую
обработку для разнесения с циклической
задержкой (или обработку явной циклической
задержки) на основании первого набора
значений циклической задержки, известных

приемнику. Передатчик может выполнять предварительное кодирование на основании матрицы предварительного кодирования как перед, так и после обработки явной циклической задержки. Передатчик может выполнять вторую обработку для разнесения с циклической задержкой (или обработку неявной циклической задержки) на основании второго набора значений циклической задержки, неизвестных приемнику. Передатчик может выполнять обработку как явной циклической задержки, так и неявной

циклической задержки для данных и может выполнять только обработку неявной циклической задержки для пилот-сигнала. Один объект может выбирать первый набор значений циклической задержки и информировать другой объект. Передатчик может самостоятельно выбирать второй набор значений циклической задержки без информирования приемника. Техническим результатом является улучшение пропускной способности и надежности. 8 н. и 38 з.п. ф-лы. 10 ил.



Фиг.3А



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(12) ABSTRACT OF INVENTION(21)(22) Application: **2009133352/09, 06.02.2008**(24) Effective date for property rights:
06.02.2008

Priority:

(30) Priority:
06.02.2007 US 60/888,494
05.02.2008 US 12/026,370(43) Application published: **10.04.2011 Bull. 10**(45) Date of publication: **10.11.2011 Bull. 31**(85) Commencement of national phase: **07.09.2009**(86) PCT application:
US 2008/053233 (06.02.2008)(87) PCT publication:
WO 2008/098093 (14.08.2008)

Mail address:

129090, Moskva, ul.B.Spaskaja, 25, str.3, OOO
"Juridicheskaja firma Gorodisskij i Partnery",
pat.pov. Ju.D.Kuznetsovu

(72) Inventor(s):

KIM Bioung-Khoon (US),
MALLADI Durga Prasad (US),
ChZhAN Sjaosja (US)

(73) Proprietor(s):

KVEhLKOMM INKORPOREJTED (US)**(54) MIMO TRANSMISSION WITH EXPLICIT AND IMPLICIT CYCLIC DELAY**

(57) Abstract:

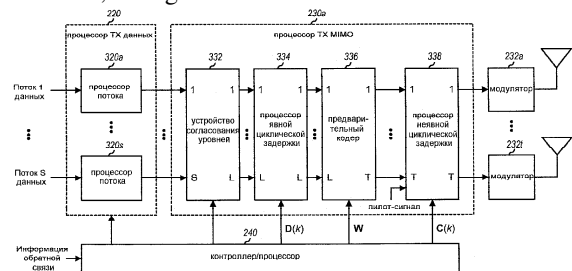
FIELD: information technology.

SUBSTANCE: techniques for transmitting data using a combination of explicit cyclic delay and implicit cyclic delay are described. A transmitter may perform first processing for cyclic delay diversity (or explicit cyclic delay processing) based on a first set of cyclic delay values known to a receiver. The transmitter may perform precoding based on a precoding matrix either before or after the explicit cyclic delay processing. The transmitter may perform second processing for cyclic delay diversity (or implicit cyclic delay processing) based on a second set of cyclic delay values unknown to the receiver. The transmitter may perform both explicit and implicit cyclic delay processing for data and may

perform only implicit cyclic delay processing for pilot signal. One object may select the first set of cyclic delay values and inform the other object. The transmitter may autonomously select the second set of cyclic delay values without informing the receiver.

EFFECT: high throughput and reliability.

46 cl, 9 dwg



Фиг.3А

Данная заявка притязает на приоритет предварительной заявки США № 60/888494, озаглавленной «EFFICIENT CYCLIC DELAY DIVERSITY BASED PRECODING», поданной 06 февраля 2007 г., права на которую принадлежат заявителю настоящей заявки, и включенной сюда в качестве ссылки.

ОБЛАСТЬ ТЕХНИКИ

Настоящее изобретение относится, главным образом, к связи и, более конкретно, к способам для передачи данных в системе беспроводной связи.

ПРЕДШЕСТВУЮЩИЙ УРОВЕНЬ ТЕХНИКИ

Системы беспроводной связи широко используются, чтобы обеспечить различный контент связи, такой как голос, пакетные данные, сообщения, широко вещание и так далее. Эти беспроводные системы могут быть системами множественного доступа, позволяющими поддерживать многих пользователей путем распределения доступных системных ресурсов. Примеры таких систем множественного доступа включают в себя системы Множественного Доступа с Кодовым Разделением (CDMA), системы Множественного Доступа с Временным Разделением (TDMA), системы Множественного Доступа с Частотным Разделением (FDMA), Ортогональные FDMA (OFDMA) системы и системы FDMA с единственной Несущей (SC-FDMA).

Система беспроводной связи может поддерживать передачу с многими входами и многими выходами (MIMO). Для MIMO, передатчик может применять множество (T) передающих антенн для передачи данных приемнику, оборудованному множеством (R) принимающих антенн. Множество передающих и принимающих антенн формируют MIMO канал, который может быть использован для повышения пропускной способности и/или улучшения надежности. Например, передатчик может передавать до T потоки данных одновременно от T передающих антенн, чтобы улучшить пропускную способность. Альтернативно передатчик может передавать единственный поток данных со всех T передающих антенн, чтобы улучшить надежность. В любом случае желательно посылать MIMO передачу таким образом, чтобы достичь хороших характеристик.

СУЩНОСТЬ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Здесь описаны способы для передачи данных, использующие комбинацию явной циклической задержки и неявной циклической задержки. Циклическая задержка может быть получена применением пилообразного фазового скачка ко всем поднесущим в частотной области или циклическим перемещением отсчетов во временной области. Для явной циклической задержки разный пилообразный фазовый скачок может быть применен ко всем поднесущим для каждой антенны, а пилообразные фазовые скачки для всех антенн известны приемнику. Приемник может выполнять дополнительную обработку, чтобы принимать во внимание явную циклическую задержку. Для неявной циклической задержки разный пилообразный фазовый скачок может быть применен ко всем поднесущим для каждой антенны, а пилообразные фазовые скачки для всех антенн не известны приемнику. Передатчик может передавать пилот-сигнал с той же самой неявной циклической задержкой. Приемник может принимать во внимание неявную циклическую задержку на основании оценки канала, выведенной из пилот-сигнала.

В одном варианте осуществления передатчик может выполнять первоначальную обработку для разных циклических задержек (или обработку явной циклической задержки) на основании первого набора значений циклической задержки, известных приемнику. Передатчик может выполнять предварительное кодирование на основании матрицы предварительного кодирования как перед, так и после обработки

явной циклической задержки. Передатчик может выполнять вторичную обработку для разных циклических задержек (или обработку неявной циклической задержки) на основании второго набора значений циклической задержки, не известных приемнику. Передатчик может выполнять обработку как явной, так и неявной циклической задержки для данных и может выполнять только обработку неявной циклической задержки для пилот-сигнала. Один объект (например, передатчик или приемник) может выбирать задержку среди множества задержек (которые могут включать в себя нулевую задержку, маленькую задержку и большую задержку) и может посылать выбранную задержку другому объекту (например, приемнику или передатчику). Первый набор значений циклической задержки может быть определен на основании выбранной задержки. Передатчик может автоматически (например, псевдослучайно) выбрать второй набор циклических задержек без информирования приемника.

Различные аспекты и признаки раскрытия описаны ниже более подробно.

КРАТКИЙ ПЕРЕЧЕНЬ ЧЕРТЕЖЕЙ

Фиг.1 показывает систему беспроводной связи с множественным доступом.

Фиг.2 показывает блок-схему Узла В и UE.

Фиг.3А и 3В представляют две схемы передающего (TX) MIMO процессора.

Фиг.4 представляет циклическую задержку во временной области.

Фиг.5 представляет схему приемного (RX) MIMO процессора.

Фиг.6 представляет процесс передачи данных.

Фиг.7 представляет устройство для передачи данных.

Фиг.8 представляет процесс приема данных.

Фиг.9 представляет устройство для приема данных.

ПОДРОБНОЕ ОПИСАНИЕ

Описанные здесь способы могут быть использованы для различных систем беспроводной связи, таких как CDMA, TDMA, FDMA, OFDMA, SC-FDMA и других систем. Термины «системы» и «сеть» часто используются как взаимозаменяемые. Система CDMA может осуществлять радиотехнологию, такую как Универсальный Наземный Радио Доступ (UTRA), cdma2000, и т.д. UTRA включает в себя широкополосный-CDMA (W-CDMA) и другие варианты CDMA. cdma2000 охватывает IS-2000, IS-95 и IS-856 стандарты. TDMA система может осуществлять радиотехнологию, такую как Глобальная Система для Мобильной Связи (GSM). Система OFDMA может осуществлять радиотехнологию, такую как Выделенная UTRA (E-UTRA), Ультра Мобильная Широкополосная (UMB), IEEE 802.11 (Wi-Fi), IEEE 802.16 (WiMAX), IEEE 802.20, Flash-OFDMA® и т.д. UTRA и E-UTRA являются частью Универсальной Мобильной Системы Телекоммуникации (UMTS). 3GPP Долгосрочной Эволюции (LTE) представляет собой планируемый выпуск UMTS, которая использует E-UTRA. UTRA, E-UTRA, UMTS, LTE и GSM описаны в документах организации, называющейся «3rd Generation Partnership Project» (3GPP). cdma2000 и UMB описаны в документах организации, называющийся «3rd Generation Partnership Project 2» (3GPP2). Эти различные радиотехнологии и стандарты известны в технике.

Фиг.1 показывает систему 100 беспроводной связи множественного доступа с множеством Узлов Bs 110 и множеством UE 120. Узел В может быть фиксированной станцией, которая связывается с UE и может также рассматриваться как выделенный Узел В (eNB), базовая станция, точка доступа и т.д. Каждый Узел В 110 обеспечивает зону действия связи для конкретной географической области. UE 120 могут быть рассредоточены по всей системе и каждое UE может быть стационарным или мобильным. UE может также быть рассмотрено как мобильная станция, терминал,

терминал доступа, абонентское устройство, станция и т.д. UE может быть сотовым телефоном, персональным цифровым секретарем (PDA), беспроводным модемом, беспроводным устройством связи, портативным устройством, ноутбуком, беспроводным телефоном и т.д. UE может связываться Узлом В посредством передачи данных по нисходящей или восходящей линиям связи. Нисходящая линия (или прямая линия) относится к линии связи от Узлов Bs до UE, а восходящая линия связи (или обратная линия) относится к линии связи от UE до Узлов Bs.

Фиг.2 показывает блок-схему модели Узла В 110 и UE 120, которые представляют собой один из Узлов В и одно из UE с Фиг.1, узел В 110 оборудован множеством (Т) антенн 234a-234f. UE 120 оборудован множеством (R) антенн 232a-252g. Каждая из антенн 234 и 252 может быть рассмотрена как физическая антенна.

В Узле В 110 процессор 220 TX данных может принимать данные от источника 212 данных, обрабатывать (например, кодировать или согласовывать символы) данные на основании одной или больше схем модулирования и схем кодирования и обеспечивать символы данных. Как здесь использовано, символ данных представляет собой символ для данных, пилотный символ представляет собой символ для пилот-сигнала и символ может быть действительной или комплексной величиной. Символы данных и пилотные символы могут быть символами модуляции из схемы модуляции, такой как PSK или QAM. Пилот-сигнал - это данные, которые известны *априори* Узлу В и UE. Процессор 230 TX MIMO может обрабатывать символы данных и пилотные символы, как описано ниже, и передавать Т выходящих потоков символов Т модуляторам (MOD) 232a-232t. Каждый модулятор 232 может обрабатывать свой выходной поток символов (например, для OFDMA), чтобы получить выходящий поток отсчетов. Каждый модулятор 232 может затем приводить в нужное состояние (например, преобразовывать в аналоговую форму, фильтровать, усиливать и преобразовывать с повышением частоты) свой выходной поток отсчетов и генерировать сигнал нисходящей линии связи. Т сигналы нисходящей линии связи от модуляторов 232a-232t могут быть переданы через антенны 234a-234t соответственно.

На UE 120, R антенны 252a-252g могут принимать Т сигналов нисходящей линии связи от Узла В 110, и каждая антенна 252 может обеспечить принятый сигнал присоединенному демодулятору (DEMOD) 254. Каждый демодулятор 254 может приводить в нужное состояние (например, фильтровать, усиливать, преобразовывать с понижением частоты и оцифровывать) свой принятый сигнал, чтобы получить отсчеты и затем может обрабатывать отсчеты (например, для OFDM), чтобы получить принятые символы. Каждый демодулятор 254 может предоставлять принятые символы данным RX MIMO процессору 260 и предоставлять принятые пилотные символы каналному процессору 294. Канальный процессор 294 может оценивать ответ MIMO канала от Узла В 110 для UE 120 на основании принятых пилотных символов и предоставлять оценку MIMO канала для RX MIMO процессора 260. RX MIMO процессор 260 может выполнять MIMO обнаружение по принятым символам данных на основании оценки MIMO канала и предоставлять обнаруженные символы, которые представляют собой оценку переданных символов данных. RX процессор данных 270 может обрабатывать (например, восстанавливать символ или декодировать) определенные символы и предоставлять декодированные данные приемнику данных 272.

UE 120 может оценивать условия канала и генерировать информацию об обратной связи, которая может содержать различные типы информации, как описано ниже. Информация об обратной связи и данные от источника 278 данных могут быть

обработаны (например, закодированы и согласованы символы) с помощью процессора 280 данных TX, пространственно обработаны с помощью процессора 282 TX MIMO и затем обработаны с помощью модуляторов 254a-254t, чтобы генерировать R сигналов восходящей линии связи, которые могут быть переданы через антенны 252a-252r. В узле В 110 R сигналы восходящей линии связи от UE 120 могут быть приняты антеннами 234a-234t, обработаны демодуляторами 232a-232t, пространственно обработаны RX MIMO процессором 236, и затем обработаны (например, символы восстановлены и декодированы) процессором 238 RX данных, чтобы вернуть информацию об обратной связи и данные, посланные UE 120. Контроллер/процессор 240 может управлять передачей для UE 120, основанной на информации об обратной связи.

Контроллеры/процессоры 240 и 290 могут направлять обработку на Узел И 110 и UE 120 соответственно. Запоминающие устройства 242 и 292 могут сохранять и программировать коды для Узла В 110 и UE 120 соответственно. Планировщик 244 может назначать UE 120 и/или другие UE для передачи данных по нисходящей линии связи и/или восходящей линии связи на основании информации об обратной связи, принятой от всех UE.

Способы, описанные здесь, могут быть использованы для MIMO передачи по нисходящей линии связи так же, как и по восходящей линии связи. Для ясности, некоторые аспекты способов описаны ниже для MIMO передачи по нисходящей линии связи в LTE. LTE использует мультиплексирование с ортогональным разделением частоты на нисходящей линии связи и мультиплексирование с разделением частоты одной несущей (SC-FDM) на восходящей линии связи. OFDM и SC-FDM разделяют полосу пропускания системы на множество (K) ортогональных поднесущих, которые также обобщенно указываются как тоны, бины и т.д. Каждая поднесущая может быть промодулирована данными. В общем случае модулирующие символы отправляются в частотную область с OFDM и во временную область с SC-FDM.

Узел В 110 может передавать L символов данных одновременно через L уровней на каждой поднесущей в каждый период символа, где в общем случае $L \geq 1$. Уровень может соответствовать одному пространственному размеру для каждой поднесущей, используемой для передачи. Узел В 110 может передавать данные, используя различные схемы передачи.

В одном аспекте MIMO передача может быть отправлена в комбинации с явной циклической задержкой и неявной циклической задержкой. MIMO передача затем может быть отправлена с использованием предварительного кодирования. Явная циклическая задержка, неявная циклическая задержка и предварительное кодирование могут быть выполнены различным образом.

В одном варианте осуществления Узел В 110 может обрабатывать символы данных для каждой поднесущей k, как указано далее:

$$\mathbf{y}_d(k) = \mathbf{C}(k) \mathbf{W} \mathbf{D}(k) \mathbf{U} \mathbf{d}(k),$$

Уравнение (1),

где $\mathbf{d}(k)$ - это $L \times 1$ вектор, содержащий L символов данных, которые должны быть отправлены через L уровней на поднесущей k за один период символов,

$\mathbf{U}$ - это $L \times L$ матрица согласования уровней - с - виртуальной антенной,

$\mathbf{D}(k)$ - это $L \times L$ матрица явной циклической задержки для поднесущей k,

$\mathbf{W}$ - это $T \times L$ матрица предварительного кодирования,

$\mathbf{C}(k)$ - это $T \times T$ матрица неявной циклической задержки для поднесущей k,

$\mathbf{y}_d(k)$ - это $T \times 1$ вектор, содержащий T выходных символов для данных для T

передающих антенн на поднесущей k за один период символов.

Узел В 110 может обрабатывать пилотные символы для каждой поднесущей k , как указано ниже:

5

$$\mathbf{y}_p(k) = \mathbf{C}(k)\mathbf{p}(k),$$

Уравнение (2),

где $\mathbf{p}(k)$ - это $T \times 1$ вектор, содержащий T пилотных символов, которые должны быть отправлены на поднесущей k за один период символов,

10

$\mathbf{y}_p(k)$ - это $T \times 1$ вектор, содержащий T выходных символов для пилот-сигнала для T передающих антенн на поднесущей k за один период символов.

Уравнения (1) и (2) предназначены для поднесущей k . Та же самая обработка может быть выполнена для каждой поднесущей, используемой для передачи. В приведенном здесь описании матрица может иметь один или множество столбцов.

15

Матрица предварительного кодирования $\mathbf{W}$ может быть использована для формирования T виртуальных антенн с T физическими антеннами 234a-234t. Каждая виртуальная антенна может быть сформирована с одним столбцом из $\mathbf{W}$. Символ данных может быть умножен на один столбец из $\mathbf{W}$ и может затем быть отправлен на одну виртуальную антенну и все физические антенны. $\mathbf{W}$ может быть основана на

20

Фурье-матрице или какой-либо другой матрице. $\mathbf{W}$ может быть выбрана из набора матриц предварительного кодирования.

Матрица согласования «уровень - с - виртуальной антенной» может быть использована, чтобы согласовать символы данных для L уровней с L виртуальными антеннами, выбранными из T доступных виртуальных антенн. $\mathbf{U}$ может быть

25

определено на основании согласования уровня с виртуальной антенной, выбранного для использования. $\mathbf{U}$ может также быть единичной матрицей $\mathbf{I}$ с единицами по диагонали и нулями в других местах. Те же самые или другие матрицы согласования могут быть использованы для $\mathbf{K}$ поднесущих.

30

Матрица $\mathbf{D}(k)$ явной циклической задержки может быть использована, чтобы получить разнесение с циклической задержкой, которое может обеспечить увеличение формирования диаграммы направленности, увеличение частотного выборочного распределения и/или увеличение разнесения. $\mathbf{D}(k)$ может также быть использована, чтобы достигнуть перестановки уровней, что может иметь определенные

35

преимущества. $\mathbf{D}(k)$ может также быть получена на основании задержки, выбранной из набора задержек, что может включать в себя задержку большую, чем длина циклического префикса.

$\mathbf{C}(k)$ матрица неявной циклической задержки может также быть использована, чтобы получить разнесение с циклической задержкой. $\mathbf{C}(k)$ может быть сформирована различными путями и может быть ограничена, чтобы быть меньше, чем длина циклического префикса.

40

В варианте, показанном в Уравнении (1), предварительное кодирование с $\mathbf{W}$ выполнено после обработки явной циклической задержки с $\mathbf{D}(k)$. Явная циклическая задержка, таким образом, применяется к виртуальным антеннам, сформированным матрицей $\mathbf{W}$ предварительного кодирования (вместо физических антенн). Эта схема может быть использована для большой задержки.

45

Фиг.3А показывает блок-схему TX MIMO процессора 230a, который выполняет Уравнения (1) и (2) и представляет собой одну схему TX MIMO процессора 230 на Узле В 110 на Фиг.2. Внутри процессора 220 TX данных процессоры 320a - 320s S потока могут принимать S потоков данных от источника 212, где $S \geq 1$. Каждый процессор 320 потока может кодировать, чередовать, скремблировать и согласовывать символы

50

своего потока данных, чтобы получить символы. Каждый поток данных может переносить один транспортный блок или пакет за каждый временной интервал передачи (TTI). Каждый процессор 320 потока может обрабатывать свой транспортный блок, чтобы получить кодовое слово и может затем согласовывать кодовое слово с блоком символов модуляции. Термины «поток данных», «транспортный блок», «пакет» и «кодовое слово» могут быть использованы взаимозаменяемо. Процессоры 320a-320s могут обеспечивать S потоков символов данных.

Внутри TX MIMO процессора 230a, устройство 332 согласования уровня может согласовывать символы данных для S потоков данных с L виртуальными антеннами, выбранными для использования. В одной схеме устройство 332 согласования может согласовывать символы данных для S потоков данных с L уровнями и может затем устанавливать соответствие символов данных для L уровней с поднесущими и виртуальными антеннами, использованными для передачи. Процессор 334 явной циклической задержки может перемножать согласованные символы для каждой поднесущей с матрицей $D(k)$ явной циклической задержки. Предварительный кодер 336 может перемножать символы от процессора 334 для каждой поднесущей с матрицей W предварительного кодирования, чтобы получить предварительно кодированные символы для этой поднесущей. Процессор 338 неявной циклической задержки может принять предварительно кодированные символы от предварительного кодера 336 и пилотные символы и может перемножать символы для каждой поднесущей с матрицей $C(k)$ неявной циклической задержки, чтобы получить выходные символы. Процессор 338 может предоставить T выходных символов для T модуляторов 232a - 232t.

Каждый модулятор 232 может выполнять OFDM модуляцию для соответствующего выходного потока символов. Внутри каждого модулятора 232, K выходных символов, которые должны быть отправлены на K полных поднесущих за один период OFDM символов, могут быть преобразованы с K-точечным обратным преобразованием Фурье (IDFT), чтобы получить полезную часть, содержащую K отсчетов временной области. Каждый отсчет временной области представляет собой комплексную величину, которая должна быть передана за один период символа. Последние C отсчеты полезной части могут быть скопированы и присоединены к фронту полезной части, чтобы сформировать OFDM символ, содержащий K+C отсчеты. Скопированная часть рассматривается как циклический префикс и используется для борьбы с внутрисимвольной интерференцией (ISI), вызванной частотным избирательным затуханием. Каждый модулятор 232 может дополнительно обрабатывать свой поток отсчетов, чтобы генерировать сигнал нисходящей линией связи.

Контроллер/процессор 240 может принимать информацию об обратной связи от UE 120 и генерировать элементы управления для процессора 320 потока данных и устройства 332 согласования уровня. Контроллер/процессор 240 может также предоставлять матрицу $D(k)$ явной циклической задержки процессору 334, матрицу W предварительного кодирования предварительному кодеру 336 и матрицу $C(k)$ неявной циклической задержки процессору 338.

В другой схеме Узел В 110 может обрабатывать символы данных для каждой поднесущей k как указано ниже:

$$y_d(k) = C(k) D(k) W u_d(k),$$

Уравнение (3),

где $D(k)$ - это TxT матрица явной циклической задержки для поднесущей k . Узел

в 110 может обрабатывать пилотные символы для каждой поднесущей k , как показано в уравнении (2).

В схеме показанной Уравнением (3), обработка матрицы явной циклической задержки $\mathbf{D}(k)$ выполняется после предварительного кодирования с $\mathbf{W}$. Явная циклическая задержка, таким образом, применяется к физическим антеннам вместо виртуальных антенн. Эта схема может быть использована для нулевой задержки и небольшой задержки.

Фиг.3В показывает блок-схему TX MIMO процессор 230b, который выполняет уравнения (2) и (3) и является другой схемой TX MIMO процессора 230 в узле В 110 на Фиг.2. Внутри TX MIMO процессора 230b, устройство 342 согласования уровня может согласовывать символы данных для S потоков данных с L виртуальными антеннами, выбранными для использования. Предварительный кодер 344 может перемножать согласованные символы для каждой поднесущей с матрицей $\mathbf{W}$ предварительного кодирования и формирует предварительно кодированные символы для этой поднесущей. Процессор 346 явной циклической задержки может перемножать предварительно кодированные символы для каждой поднесущей с матрицей $\mathbf{D}(k)$ явной циклической задержки. Процессор 348 неявной циклической задержки может принимать символы от процессора 346 и пилотные символы и может перемножать символы для каждой поднесущей с $\mathbf{C}(k)$ матрицей неявной циклической задержки, чтобы получать выходные символы. Процессор 348 может предоставлять T потоки выходных символов T модуляторам 232a-232t.

В еще одной схеме Узел В 110 может обрабатывать пилотные символы для каждой поднесущей k как указано ниже:

$$\mathbf{y}_p(k) = \mathbf{C}(k) \mathbf{V} \mathbf{p}(k),$$

Уравнение (4),

где $\mathbf{V}$ - это $T \times T$ унитарная матрица. Унитарная матрица $\mathbf{V}$ характеризуется свойствами $\mathbf{V}^H \mathbf{V} = \mathbf{I}$ и $\mathbf{V} \mathbf{V}^H = \mathbf{I}$, которые означают, что столбцы $\mathbf{V}$ ортогональны друг другу, ряды $\mathbf{V}$ также ортогональны друг другу, и каждый столбец, и каждый ряд имеют единичную мощность. $\mathbf{V}$ может быть основана на Фурье-матрице или некотором другом типе матриц. Схема в Уравнении (4) позволяет передавать пилот-сигнал через все T физические антенны. Схема может быть использована для пилотного канала (CPICH), синхронизирующего канала (SCH) и/или другого канала.

Различные типы матриц предварительного кодирования могут быть использованы для схем, показанных в Уравнениях (1) и (3). В одной схеме набор Q матриц предварительного кодирования может быть определен, как указано ниже:

$$\mathbf{W}_i = \mathbf{A}_i \mathbf{F} \text{ для } i=0, \dots, Q-1$$

Уравнение (5),

где $\mathbf{F}$ - это Фурье-матрица,

$\mathbf{A}_i$ - это i -тая матрица с фазовым смещением, и

$\mathbf{W}_i$ - это i -тая матрица предварительного кодирования.

Элементы $T \times T$ Фурье-матрицы $\mathbf{F}$ могут быть выражены как:

$$f_{u,v} = e^{-j2\pi \frac{u-v}{T}} \text{ для } u=0, \dots, T-1 \text{ и } v=0, \dots, T-1,$$

Уравнение (6),

где $f_{u,v}$ - это элемент в u -том ряду и v -том столбце Фурье-матрицы.

В одной модели матрица $\mathbf{A}_i$ с фазовым смещением может быть выражена как:

$$\Lambda_i = \begin{bmatrix} e^{j\lambda_{i,0}} & 0 & \dots & 0 \\ 0 & e^{j\lambda_{i,1}} & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & e^{j\lambda_{i,r-1}} \end{bmatrix}, \quad \text{Уравнение (7),}$$

где $\lambda_{i,v}$ - это фаза v -той антенны в i -той матрице с фазовым смещением. Q разных матриц с фазовым смещением может быть определено с разными фазами $\lambda_{i,v}$ и/или с помощью вращения одной или более базовых матриц.

Для схемы, показанной в Уравнении (5), Q разных $T \times T$ матриц предварительного кодирования $\mathbf{W}_i$ может быть определено на основании Фурье-матрицы $\mathbf{F}$ и Q разных матриц с фазовым смещением Λ_i . Набор матриц предварительного кодирования может также быть определен с другими унитарными матрицами вместо, или в дополнение, к Фурье-матрице. Набор матриц предварительного кодирования может также включать в себя единичную матрицу $\mathbf{I}$, которая может быть использована для передачи каждого уровня по одной физической антенне. Для передачи по выбранной виртуальной антенне могут быть подсчитаны разные комбинации столбцов (или подматриц) Q матриц предварительного кодирования, и L столбцов матрицы $\mathbf{W}_i$ предварительного кодирования, которые обеспечивают наилучшее выполнение, которое может быть получено в качестве матрицы $\mathbf{W}$ предварительного кодирования, где в общем случае $1 \leq L \leq T$.

В одной схеме набор матриц явной циклической задержки может быть определен для набора задержек. Каждая задержка может быть связана с V фазовыми скачками для V антенн, где антенна 0 может иметь нулевой фазовый скачок. Если обработка явной циклической задержки выполняется перед предварительным кодированием, как показано на Фиг.3А, то тогда $V=L$, где V антенн соответствует L выбранным виртуальным антеннам. Если обработка явной циклической задержки выполняется после предварительного кодирования, как показано на Фиг.3В, то тогда $V=T$, и V антенн соответствует T физическим антеннам. Размер матрицы $\mathbf{D}(k)$ явной циклической задержки может, таким образом, зависеть от того, выполнена ли обработка явной циклической задержки перед или после предварительного кодирования. Для ясности, большая часть последующего описания допускает, что обработка явной циклической задержки выполняется перед предварительным кодированием, как показано на Фиг.3А, и $\mathbf{D}(k)$ имеет размер $L \times L$.

В одной схеме набор матриц явной циклической задержки может быть определен как:

$$\mathbf{D}(k) = \begin{bmatrix} 1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & e^{-j\frac{2\pi\tau_m k}{K}} & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & e^{-j\frac{2\pi(L-1)\tau_m k}{K}} \end{bmatrix}, \quad \text{Уравнение (1),}$$

где τ_m - это m -ая задержка, которая представляет собой интервал задержки между последующими антеннами, и

$\mathbf{D}(k)$ - матрица явной циклической задержки для m -й задержки.

В схеме, показанной в Уравнении (8), значение $\tau_{m,v}$ циклической задержки и

фазового скачка $\theta_{m,v}$ каждой антенны v может быть выражено как:

$$\tau_{m,v} = \tau_m \cdot v, \text{ для } v=0, \dots, L-1, \text{ и} \quad \text{Уравнение (9)}$$

$$\theta_{m,v} = \frac{2\pi}{K} \tau_m \cdot v \text{ для } v=0, \dots, L-1, \quad \text{Уравнение (10)}$$

Схема в Уравнении (8) использует единый интервал τ_m для значений циклической задержки разных антенн. Единый интервал задержки может уменьшить сигнализацию служебных сигналов, поскольку значения циклической задержки всех L антенн может быть определено на основании одного τ_m значения.

В одной схеме набор $M=3$ задержек может быть определен, чтобы включать в себя следующее:

$$\tau_0 = 0, \text{ для нулевой задержки,} \quad \text{Уравнение (11)}$$

$$\tau_1 = 2, \text{ для небольшой задержки, и} \quad \text{Уравнение (12)}$$

$$\tau_2 = \frac{K}{L} \text{ для большой задержки} \quad \text{Уравнение (13)}$$

Небольшая задержка может быть использована, чтобы улучшить диаграмму формирования луча и коэффициент усиления частотной избирательной диспетчеризации, и может быть особенно полезна для канала с низкой мобильностью, с низкой геометрией, с низким рангом и т.д. Большая задержка может быть использована, чтобы увеличить передачу коэффициента разнесения, и может быть подходящим для высокомобильного канала (например, для мобильного UE, движущегося со скоростью 30 км/час или быстрее), канала с высокой геометрией, канала с высоким рангом, с более грубой обратной связью по времени и частоте, и т.д. Большая задержка может обеспечить подобное выполнение в качестве нулевой задержки в низкомобильном канале, что может повысить надежность системы, когда информация об обратной связи идет с шумом. Геометрия относится к отношению сигнал/шум/и взаимные помехи (SING). Низкая геометрия может соответствовать низким SINGs, а высокая геометрия может соответствовать высоким SINGs. Ранг относится к числу виртуальных антенн, выбранных для использования, и также рассматривается как порядок пространственного мультиплексирования. В одной схеме нулевая задержка или небольшая задержка может быть использована для передачи с рангом-1, а большая задержка может быть использована для передачи с рангом-2 или высшей передачи. Обработка разнесения с циклическими задержками с большой задержкой может корректировать SINGs L уровней, используемых для передачи данных.

В общем случае матрицы явной циклической задержки могут быть определены для любого количества задержек и любой конкретной задержки. Например, матрицы явной циклической задержки могут быть определены для небольшой задержки величиной $\tau_1 = 1$ или какого-либо другого значения, для большой задержки, меньшей чем K/L или какого-либо другого значения или большей чем K/L и т.д. Значения циклической задержки для разных антенн могут иметь единый интервал, как показано в Уравнениях (8) и (9). Значения циклической задержки для разных антенн могут иметь также неодинаковый интервал. В общем случае, небольшая задержка может быть любым значением, меньшим, чем длина циклического префикса, а большая задержка

может быть любым значением, большим, чем длина циклического префикса.

В одной схеме матрица $C(k)$ неявной циклической задержки может быть определена как:

$$C(k) = \begin{bmatrix} 1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & e^{-j\frac{2\pi\zeta_1 k}{K}} & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & e^{-j\frac{2\pi\zeta_{T-1} k}{K}} \end{bmatrix}, \quad \text{Уравнение (14)}$$

где ζ_1 - это значение неявной циклической задержки для физической антенны t .

Фазовый скачок θ_t каждой физической антенны t может быть выражен как:

$$\theta_t = \frac{2\pi}{K} \zeta_t, \quad \text{для } t=0, \dots, T-1 \quad \text{Уравнение (15),}$$

где $\theta_0 = \zeta_0 = 0$.

В общем случае любой набор значений неявной циклической задержки может быть использован для T физических антенн. Значения неявной циклической задержки могут быть псевдослучайными значениями или могут быть значениями выбранными, чтобы получить хорошее выполнение. Значения неявной циклической задержки должны быть короче, чем длина C циклического префикса, как указано ниже:

$$-C < \zeta_t < C \quad \text{для } t=0, \dots, T-1. \quad \text{Уравнение (16)}$$

Ограничение в Уравнении (16) может гарантировать, что оценка канала, основанная на пилот-сигнале, переданном с неявной циклической задержкой, не чрезмерно ухудшается из-за эффекта наложения.

В одной схеме значение ζ_t неявной циклической задержки для каждой физической антенны может быть задано с помощью целого числа отсчетов. В этой схеме неявная циклическая задержка может быть получена применением $C(k)$ в частотной области или циклическим смещением полезной части во временной области, как описано ниже. В другой схеме значение неявной циклической задержки ζ_t для каждой физической антенны может быть задано с помощью не целого числа отсчетов.

В одной схеме базовый набор T разных значений неявной циклической задержки может быть определен. Например, базовый набор может включать в себя значения циклической задержки $0, 1, 2, \dots, T-1$. Значения неявной циклической задержки для физических антенн от 0 до $T-1$ или ζ_t для $t=0, \dots, T-1$ могут затем быть взяты из базового набора псевдослучайным образом. Эта схема может гарантировать, что T разных псевдослучайно выбранных значений циклической задержки применены к T физическим антеннам.

Значения неявной циклической задержки для T физических антенн могут также быть определены и выбраны другими способами. Значения неявной циклической задержки могут быть статическими значениями, которые не изменяются во времени, полустатическими значениями, которые могут изменяться медленно во времени, или динамическими значениями, которые могут изменяться часто, например каждый период символа, каждый временной интервал множества периодов символа, каждый подкадр множества интервалов времени и т.д.

Для схемы, показанной в Уравнении (1) обработка для символов данных с большой

задержкой, показанная в Уравнении (13), может быть выражена как:

$$\begin{matrix} 5 \\ \\ \\ \end{matrix} \begin{bmatrix} y_{d,0}(k) \\ y_{d,1}(k) \\ \vdots \\ y_{d,T-1}(k) \end{bmatrix} = \underbrace{\begin{bmatrix} 1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & e^{-j\frac{2\pi\zeta_1 k}{K}} & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & e^{-j\frac{2\pi\zeta_{T-1} k}{K}} \end{bmatrix}}_{C(k)} W \underbrace{\begin{bmatrix} 1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & e^{-j\frac{2\pi\zeta_1 k}{L}} & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & e^{-j\frac{2\pi(L-1)k}{L}} \end{bmatrix}}_{D(k)} U \underbrace{\begin{bmatrix} d_0(k) \\ d_1(k) \\ \vdots \\ d_{L-1}(k) \end{bmatrix}}_{d(k)} \quad \text{Уравнение (17)}$$

Обработка для пилотных символов может быть выражена как:

$$\begin{matrix} 10 \\ \\ 15 \end{matrix} \begin{bmatrix} y_{p,0}(k) \\ y_{p,1}(k) \\ \vdots \\ y_{p,T-1}(k) \end{bmatrix} = \underbrace{\begin{bmatrix} 1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & e^{-j\frac{2\pi\zeta_1 k}{K}} & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & e^{-j\frac{2\pi\zeta_{T-1} k}{K}} \end{bmatrix}}_{C(k)} \underbrace{\begin{bmatrix} p_0(k) \\ p_1(k) \\ \vdots \\ p_{p,-1}(k) \end{bmatrix}}_{p(k)} \quad \text{Уравнение (18)}$$

Матрица $C(k)$ неявной циклической задержки может применяться в частотной области, как показано в Уравнении (1), и может быть функцией поднесущей k . $C(k)$ обеспечивает фазовый скачок (т.е. линейное фазовое смещение) по всем K поднесущим на каждой физической антенне. Крутизна фазового скачка может быть разной для разных антенн, антенна 0 может иметь нулевой фазовый скачок. Применение фазового скачка в частотной области эквивалентно выполнению циклического смещения полезной части OFDM символа во временной области.

Фиг.4 показывает пример применения неявной циклической задержки во временной области. В этом примере $T=4$ и ζ_i для каждой физической антенны задается целым числом отсчетов. Полезная часть OFDM символа для антенны 0 может быть циклически смещена нулевыми отсчетами, полезная часть OFDM символа для антенны 1 может быть циклически смещена ζ_1 отсчетами, полезная часть OFDM символа для антенны 2 может быть циклически смещена ζ_2 отсчетами, и полезная часть OFDM символа для антенны 3 может быть циклически смещена ζ_3 отсчетами. ζ_1 , ζ_2 и ζ_3 могут быть псевдослучайными значениями или могут быть представлены иным путем.

Матрицы $D(k)$ и $C(k)$ могут быть использованы, чтобы поддержать различные задержки, включающие в себя нулевую задержку, небольшую задержку, большую задержку и единообразный или не единообразный интервал в числе значений циклической задержки для разных антенн. Эти матрицы могут также уменьшать сложность оценки (для выбора задержки из всех возможных задержек) и сигнализацию служебных сигналов (для уведомления выбранной задержки). Задержка может быть выбрана различными путями.

В одной схеме Узел В может выбирать явную задержку для каждого UE и может отправлять выбранную задержку UE. В другой схеме Узел В может выбирать явную задержку для всех UE, обслуживаемых Узлом В и может распространять или посылать выбранную задержку этим UE. В еще одной схеме Узел В может ограничивать набор задержек по-разному для каждого ранга, чтобы уменьшить сложность вычисления UE так же, как служебные сигналы обратной связи. Например, только нулевая задержка допустима для ранга 1, для ранга 2 могут быть допустимы обе задержки - нулевая и

большая, и т.д.

В одной схеме UE может оценивать разные возможные матрицы предварительного кодирования и разные возможные задержки, основанные на выполнении метрики, и может выбирать матрицу предварительного кодирования и задержку с лучшей выполненной метрикой. Для каждой возможной комбинации матрицы предварительного кодирования $\mathbf{W}_i$ и задержки τ_m UE может вычислить эффективную оценку $\mathbf{H}_{\text{eff}}(k)$ MIMO канала на основании оценки $\mathbf{H}(k)$ MIMO канала, матрицу предварительного кодирования $\mathbf{W}_i$ и матрицу явной циклической задержки $\mathbf{D}_m(k)$. UE может оценить разные гипотезы, соответствующие разным подматрицам $\mathbf{W}_{i,s}$ для другой комбинации виртуальных антенн (т.е. другой поднабор $\mathbf{H}_{\text{eff}}(k)$ столбцов), которые могут быть использованы для передачи данных. UE может оценить набор SINRs для каждой гипотезы на основании $\mathbf{H}_{\text{eff}}(k)$, технику определения MIMO, используемую UE, и одинаковое распределение доступной мощности передачи по всем виртуальным антеннам для этой гипотезы. UE может тогда согласовывать емкость на основании функции емкости и может аккумулировать емкости всех K поднесущих для всех виртуальных антенн для каждой гипотезы, чтобы получить суммарную емкость для этой гипотезы. После оценки всех гипотез для всех возможных комбинаций матрицы предварительного кодирования и значения явной циклической задержки UE может выбрать лучшую гипотезу для лучшей комбинации матрицы предварительного кодирования и задержки с самой большой суммарной емкостью. UE может послать матрицу $\mathbf{W}_i$ предварительного кодирования и задержку для лучшей гипотезы в качестве матрицы $\mathbf{W}$ предварительного кодирования и задержки для использования для передачи данных. Матрица $\mathbf{W}$ предварительного кодирования может содержать L лучших столбцов $\mathbf{W}_i$ для L выбранных виртуальных антенн.

UE может также определять S SINRs из S потоков данных, чтобы послать на L выбранных виртуальных антенн. SINR каждого потока данных может быть определен на основании SINRs поднесущих и виртуальных антенн для потока данных. UE может также определять значения индикатора (CQI) качества S канала на основании SINRs S потока данных. Значение CQI может содержать среднее SINR, схему модуляции и кодирования (MCS), формат пакета, формат транспорта и т.д. UE может посылать S CQI значений для S потоков данных или может посылать базовое значение CQI и дифференциальное значение CQI. Базовое значение CQI может отражать SINR потока данных, декодированного первым, и дифференциальное значение CQI может отражать разницу между SINRs двух потоков данных.

В одной схеме Узел В может произвольно выбирать значение неявной циклической задержки для каждой физической антенны. Узел В может посылать пилотный символ и символы данных с одной и той же обработкой неявной циклической задержки, а UE может оценивать ответ MIMO канала на основании этих пилотных символов. В этом случае оценка MIMO канала могла бы включать в себя действительный ответ MIMO канала и матрицы неявной циклической задержки, применяемые Узлом В. Фазовый сдвиг, вызванный матрицами неявной циклической задержки, может быть воспринят как часть флуктуации MIMO канала с помощью UE, и UE не нужно знать значение неявной циклической задержки каждой антенны. Передавая пилот-сигнал с матрицами неявной циклической задержки, Узел В может произвольно выбирать и изменять значения неявной циклической задержки, и это изменение было бы очевидно для UE.

Используя небольшое число явных задержек (например, нулевую задержку, небольшую задержку и большую задержку) с единым интервалом задержки среди L виртуальных антенн, сигнальные служебные сигналы между Узлом В и UE и/или

выбор сложности на UE может быть снижена. Узел В может выбирать и применять различные значения неявной циклической задержки без обязательного информирования UE.

Фиг.5 показывает блок-схему модели RX MIMO процессора 260 и процессор 270 RX данных на UE 120 на Фиг.2. Принятые пилотные символы от демодуляторов 254a - 254g могут быть выражены как:

$$\mathbf{r}_p(k) = \mathbf{H}(k)\mathbf{C}(k)\mathbf{p}(k), \text{ или} \quad \text{Уравнение (19)}$$

$$\mathbf{r}_p(k) = \mathbf{H}(k)\mathbf{C}(k)\mathbf{V}\mathbf{p}(k) \quad \text{Уравнение (20),}$$

где $\mathbf{H}(k)$ - это $R \times T$ MIMO канальная матрица для поднесущей k , и $\mathbf{r}_p(k)$ - это $R \times 1$ вектор, содержащий R принятых пилотных символов для R приемных антенн на поднесущей k за один период символа.

Уравнение (19) может быть применено, если пилотные символы передаются, как показано в Уравнении (2). Уравнение (20) может быть применено, если пилотные символы передаются, как показано в Уравнении (4).

Устройство 294 оценки канала может выводить оценку MIMO канала на основании принятых пилотных символов. Оценка MIMO канала может быть выражена как:

$$\mathbf{H}_{\text{est}}(k) = \mathbf{H}(k)\mathbf{C}(k), \text{ или} \quad \text{Уравнение (21)}$$

$$\mathbf{H}_{\text{est}}(k) = \mathbf{H}(k)\mathbf{C}(k)\mathbf{V}, \quad \text{Уравнение (22),}$$

где $\mathbf{H}_{\text{est}}(k)$ - это оцененная $R \times T$ MIMO канальная матрица для поднесущей k . Для упрощения, Уравнения (21) и (22) предполагают отсутствие ошибки оценки канала. Оценка MIMO канала может включать в себя набор матриц оцененных MIMO каналов для всех поднесущих, использованных в передаче. Как показано в Уравнениях (21) и (22), оценка $\mathbf{H}_{\text{est}}(k)$ MIMO канала включает в себя реальный MIMO канал $\mathbf{H}(k)$ так же, как матрицу $\mathbf{C}(k)$ неявной циклической задержки и унитарную матрицу $\mathbf{V}$ (при наличии), используемых для пилот-сигнала.

Внутри RX MIMO процессора 260 устройство 510 вычисления может принимать оценку $\mathbf{H}_{\text{est}}(k)$ MIMO канала от устройства 294 оценки канала и матрицу $\mathbf{W}$ предварительного кодирования и матрицу $\mathbf{D}(k)$ явной циклической задержки, выбранные для использования. Если пилот-сигнал передается, как показано в Уравнении (4), то тогда процессор 260 может удалить унитарную матрицу $\mathbf{V}$, используемую для пилот-сигнала как указано далее $\mathbf{H}_{\text{eff}}(k) = \mathbf{H}_{\text{est}}(k) \mathbf{V}^H$.

Устройство 510 может вычислить оценку эффективного MIMO канала, как указано ниже:

$$\mathbf{H}_{\text{eff}}(k) = \mathbf{H}_{\text{est}}(k)\mathbf{D}(k)\mathbf{W}\mathbf{U}, \text{ или} \quad \text{Уравнение (23)}$$

$$\mathbf{H}_{\text{eff}}(k) = \mathbf{H}_{\text{est}}(k)\mathbf{D}(k)\mathbf{U}, \quad \text{Уравнение (24),}$$

где $\mathbf{H}_{\text{eff}}(k)$ - это $R \times L$ матрица эффективного MIMO канала для поднесущей k . $\mathbf{H}_{\text{eff}}(k)$ - это эффективный MIMO канал, обнаруженный с помощью символов данных и предназначенный для L виртуальных антенн для передачи данных.

Уравнение (23) может быть использовано, если Узел В выполняет предварительное кодирование и обработку явной циклической задержки, как показано в Уравнении (1). Уравнение (24) может быть использовано, если Узел В выполняет предварительное кодирование и обработку явной циклической задержки как показано в Уравнении (3). Устройство 510 может тогда вычислить матрицу $\mathbf{M}(k)$ пространственного фильтра для каждой поднесущей k на основании $\mathbf{H}_{\text{eff}}(k)$ и в соответствии с минимальным

значением квадратичной ошибки (MMSE), линейной (LMMSE), сфокусированной на нуле (ZF), или некоторой другой техникой MIMO определения.

MIMO детектор 512 может получить R принятых потоков символов данных от R демодуляторов 254a - 254g. MIMO детектор 512 может выполнить MIMO обнаружение по R принятым потокам символов данных с матрицей $\mathbf{M}(k)$ пространственного фильтра для каждой поднесущей k и обеспечивать L обнаруженных потоков символов для L выбранных виртуальных антенн. Устройство 514 восстановления уровней может восстанавливать L обнаруженных потоков символов путем дополнительного согласования, выполненного с помощью устройства 332 согласования уровней на Фиг.3А или устройства 342 согласования уровней на Фиг.3В и может обеспечивать S восстановленных потоков символов для S потоков данных.

Процессор 270 RX данных включает в себя процессоры 520a - 520s S потоков. Каждый процессор 520 потока может восстановить символ, дешифровать, объединить и декодировать свой восстановленный поток символов и обеспечить поток декодированных данных.

Фиг.6 показывает схему процесса 600 для передачи данных в системе беспроводной связи. Процесс 600 может быть выполнен с помощью передатчика, такого как Узел В, UE и т.д. Для процесса 600 передатчик может выполнять первую обработку для разнесения с циклической задержкой (или обработку явной циклической задержки) на основании первого набора значений циклической задержки (например, $\tau_{m,0} - \tau_{m,L-1}$), известных приемнику передачи данных (блок 612). Передатчик может выполнять предварительное кодирование на основании матрицы $\mathbf{W}$ предварительного кодирования, как перед, так и после первой обработки для разнесения с циклической задержкой (блок 614). Передатчик может выполнять вторую обработку для разнесения с циклической задержкой (или обработку неявной циклической задержки) на основании второго набора значений циклической задержки (например, $\zeta_0 - \zeta_{T-1}$), неизвестных приемнику (блок 616).

Передатчик может выполнять первую и вторую обработку для разнесения с циклической задержкой для данных, например, как показано в Уравнении (1) или (3). Передатчик может выполнять только вторую обработку для разнесения с циклической задержкой для пилот-сигнала, как показано в Уравнении (2) или (4). Передатчик может обрабатывать пилот-сигнал с унитарной матрицей $\mathbf{V}$ значений циклической задержки, которая не применяется к данным. Передатчик может выполнять первую обработку для разнесения с циклической задержкой в частотной области, например, с помощью применения матрицы $\mathbf{D}(k)$ явной циклической задержки для каждой поднесущей k . Передатчик может выполнять вторую обработку для разнесения с циклической задержкой во временной области, например, с помощью циклического смещения отсчетов полезной части, как показано на Фиг.4.

В одной схеме передатчик может принимать информацию об обратной связи, указывающую одну из множества задержек, которые могут включать в себя нулевую задержку, небольшую задержку и большую задержку, показанные в Уравнениях (11) - (13). Передатчик может определять первый набор значений циклической задержки на основании задержки, указанной информацией об обратной связи. В другой модели передатчик может выбрать задержку среди множества задержек и может посылать выбранную задержку приемнику. Передатчик может затем определять первый набор значений циклической задержки на основании выбранной задержки. Передатчик может самостоятельно (например, псевдослучайно) выбирать значения циклической задержки во втором наборе без необходимости

информировать приемник и может вынуждать эти значения циклической задержки быть короче, чем длина циклического префикса.

Фиг.7 показывает схему устройства 700 для передачи данных в системе беспроводной связи. Устройство 700 включает в себя средство для выполнения первой обработки для разнесения с циклической задержкой на основании первого набора значений циклической задержки, известных приемнику передачи данных (712), средство для выполнения предварительного кодирования на основании матрицы предварительного кодирования как перед, так и после первой обработки для разнесения с циклической задержкой (модуль 714) и средство для выполнения второй обработки для разнесения с циклической задержкой на основании второго набора значений циклической задержки, не известных приемнику (модуль 716).

Фиг.8 показывает схему процесса 800 для приема данных в системе беспроводной связи. Процесс 800 может быть выполнен приемником, таким как UE, Узлом В и т.д. Для процесса 800, приемник может принимать передачу данных, отправленную с разнесением с циклической задержкой на основании первого набора значений циклической задержки (например, $\tau_{m,0} - \tau_{m,L-1}$), известных приемнику, и второго набора значений циклической задержки (например, $\zeta_0 - \zeta_{T-1}$), не известных приемнику (блок 812). Приемник может принимать пилотную передачу, отправленную с разнесением с циклической задержкой на основании второго набора значений циклической задержки (блок 814). Приемник может выводить оценку ММО канала на основании принятой пилотной передачи (блок 816). Пилотная передача может быть отправлена с унитарной матрицей $\mathbf{V}$, не используемой для передачи данных. В этом случае оценка ММО канала может быть дополнительно выведена на основании унитарной матрицы $\mathbf{V}$. Оценка ММО канала может содержать множество матриц $\mathbf{H}_{\text{est}}(k)$ ММО канала для множества поднесущих.

Приемник может выполнять ММО обнаружение для передачи принятых данных на основании оценки ММО канала и первого набора значений циклической задержки (блок 818). В одной схеме блока 818 приемник может обнаруживать множество матриц $\mathbf{D}(k)$ циклической задержки для множества поднесущих на основании первого набора значений циклической задержки. Приемник может выводить множество матриц $\mathbf{M}(k)$ пространственного фильтра для множества поднесущих на основании множества матриц $\mathbf{D}(k)$ циклической задержки, множества матриц $\mathbf{H}_{\text{est}}(k)$ ММО канала и матриц $\mathbf{W}$ предварительного кодирования, используемых для передачи данных. Приемник может затем выполнять ММО обнаружение для принятой передачи данных на основании множества матриц пространственного фильтра.

Приемник может оценивать выполнение (например, полную пропускную способность системы) множества матриц предварительного кодирования и может отправлять информацию об обратной связи, указывающую выбранную матрицу предварительного кодирования. Передача данных может быть отправлена с предварительным кодированием на основании выбранной матрицы предварительного кодирования. Приемник может выполнять ММО обнаружение для принятой передачи данных дополнительно на основании матрицы предварительного кодирования. Приемник может также оценивать множество задержек (например, нулевую задержку, небольшую задержку и большую задержку) и может посылать информацию об обратной связи, указывающую выбранную задержку. Первый набор значений циклической задержки может быть определен на основании выбранной задержки. Приемник может также совокупно оценивать множество матриц предварительного кодирования и множество задержек.

Фиг.9 показывает схему устройства 900 для приема данных в системе беспроводной связи. Устройство 900 включает в себя средство для приема передачи данных, отправленной с разнесением с циклической задержкой на основании первого набора значений циклической задержки, известных приемнику, и второго набора значений циклической задержки, не известных приемнику (модуль 912), средство для приема пилотной передачи, отправленной с разнесением с циклической задержкой на основании только второго набора значений циклической задержки (модуль 914), средство для выведения оценки ММО канала на основании принятой пилотной передачи (модуль 916) и средство для выполнения ММО обнаружения для принятой передачи данных на основании оценки ММО канала и первого набора значений циклической задержки (модуль 918).

Эти модули, показанные на Фиг. 7 и 9, могут содержать процессоры, электронные устройства аппаратного обеспечения, электронные компоненты, логические схемы, запоминающие устройства и т.д. или любые их комбинации.

В значительной части приведенного выше описания обработка разнесения с циклической задержкой с $C(k)$ - неявная, и $C(k)$ не известна UE. В другой модели обработка разнесения с циклической задержкой с $C(k)$ - явная, и $C(k)$ известна (например, сообщена) UE. Символы данных могут быть обработаны с $C(k)$ тем же самым способом независимо от того, явная ли $C(k)$ или не явная. Пилотные символы могут быть обработаны с $C(k)$, если она не явная (как описано выше) и может или не может быть обработана с $C(k)$, если она явная.

Специалисты в данной области техники смогут понять, что информация и сигналы могут быть представлены, используя любые варианты разных технологий и техник. Например, данные, команды, информация, сигналы, биты, символы и чипы, которые могут быть показаны по всему вышеприведенному описанию, могут быть представлены с помощью напряжений, токов, магнитных полей или частиц, оптических полей или частиц или их любыми комбинациями.

Специалисты в данной области техники дополнительно оценят, что различные иллюстративные логические блоки, модули и этапы алгоритмов, описанные в связи с приведенным здесь раскрытием, могут быть осуществлены в виде электронного аппаратного обеспечения, компьютерного программного обеспечения или комбинации их обоих. Чтобы ясно проиллюстрировать эту взаимозаменяемость программного и аппаратного обеспечения, различные иллюстративные компоненты, блоки, модули, схемы и этапы были описаны выше главным образом на функциональном уровне. Осуществляются ли такие выполняемые функции аппаратно или программно, зависит от конкретного применения и схемных ограничений, налагаемых на всю систему. Специалисты могут осуществить описанные функции различными путями для каждого конкретного применения, но такие осуществленные решения не могут быть истолкованы как выходящие за рамки настоящего раскрытия.

Различные иллюстративные логические блоки, модули и схемы, описанные в связи с приведенным здесь раскрытием, могут быть осуществлены или выполнены процессором общего назначения, цифровым сигнальным процессором (DSP), интегральной схемой специального назначения (ASIC), программируемой вентильной матрицей (FPGA) или другим программируемым логическим устройством, логическим элементом на дискретных элементах или транзисторной логике, дискретными компонентами аппаратного обеспечения или их любыми комбинациями, сконструированными для выполнения функций, описанных здесь. Процессор общего назначения может быть микропроцессором, но в другом варианте процессор может

быть любым обычным процессором, контроллером, микроконтроллером или конечным автоматом. Процессор может быть также выполнен как комбинация вычислительных устройств, например, комбинацией DSP и микропроцессора, множества микропроцессоров, одним или более микропроцессоров совместно с
5 оболочкой DSP или любой другой такой конфигурацией.

Этапы способа или алгоритма, описанные здесь в связи с раскрытием, могут быть осуществлены непосредственно в аппаратном обеспечении, в модуле программного обеспечения, выполняемого процессором или в комбинации их обоих. Модуль
10 программного обеспечения может постоянно храниться в RAM-памяти, флэш-памяти, ROM-памяти, EPROM-памяти, EEPROM-памяти, регистрах, жестком диске, съемном диске, CD-ROM, или в любой другой форме устройства памяти, известной в технике. Типичное устройство памяти соединено с процессором, так что процессор может считывать информацию с или записывать информацию на устройство памяти.
15 В альтернативном варианте устройство памяти может быть встроено в процессор. Процессор и устройство памяти могут постоянно находиться в ASIC. ASIC может находиться в пользовательском терминале. В альтернативном варианте процессор и устройство памяти могут находиться как отдельные элементы в пользовательском
20 терминале.

В одной или более типичной схемах описанные функции могут быть воплощены в аппаратном обеспечении, программном обеспечении, встроенном программном обеспечении или в любой их комбинации. Если они воплощены в программном
25 обеспечении, то функции могут быть сохранены или переданы через одну или более команды или коды на компьютерно-читаемом носителе. Компьютерно-читаемый носитель включает в себя как компьютерный носитель памяти, так и носитель связи, включающий в себя любые носители, которые облегчают передачу компьютерной программы от одного места в другое. Носитель памяти могут быть любым
30 подходящим носителем, который может быть доступен для компьютера общего назначения или специального назначения. К примеру, а не для ограничения, такой компьютерно-читаемый носитель может содержать RAM, ROM, EEPROM, CD-ROM или другое оптическое дисковое запоминающее устройство, магнитное дисковое
35 запоминающее устройство, или другой магнитный носитель, или любой другой носитель, который может быть использован, чтобы переносить или хранить требуемое программное кодирующее средство в форме команд или структур данных и доступ к которому может быть осуществлен с помощью компьютера общего назначения или
40 специального назначения или с помощью процессора общего назначения или специального назначения. Также любое соединение является должным образом обозначенным компьютерно-читаемым носителем. Например, если программное обеспечение передано от вебсайта, сервера или другого удаленного источника, использующего коаксиальный кабель, оптико-волоконный кабель, витую пару,
45 цифровую абонентскую линию (DSL) или беспроводные технологии, такие как инфракрасные, радио и микроволновые, тогда коаксиальный кабель, оптико-волоконный кабель, витая пара, цифровая абонентская линия (DSL) или беспроводные технологии такие как инфракрасные, радио и микроволновые включены в
определение носителя. Магнитный диск и немагнитный диск, как они использованы
50 здесь, включают в себя компакт-диск (CD), лазерный диск, оптический диск, цифровой многофункциональный диск (DVD), гибкий магнитный диск и blu-ray диск, в которых диски обычно воспроизводят данные магнитным способом, в то время как немагнитные диски воспроизводят данные лазером оптическим способом.

Комбинации вышеупомянутых дисков должны быть также включены в объем компьютерно-читаемого носителя.

Предыдущее описание раскрытия предназначено, чтобы дать возможность любому специалисту в данной области техники выполнить или использовать это раскрытие.

Различные модификации раскрытия могут очевидны специалистам в данной области техники. И основные принципы, определенные здесь, могут быть применены к другим вариантам без отхода от сущности или объема раскрытия. Таким образом, раскрытие предназначено не для ограничения примеров и вариантов осуществления, описанных здесь, но для соответствия самому широкому содержанию объема, согласующемуся с принципами и новыми признаками, раскрытыми здесь.

Формула изобретения

1. Устройство для беспроводной связи, которое содержит:

по меньшей мере, один процессор, сконфигурированный для выполнения первой обработки для разнесения с циклической задержкой на основании первого набора значений циклической задержки, известных приемнику передачи данных, и для выполнения второй обработки для разнесения с циклической задержкой, на основании второго набора значений циклической задержки, неизвестных приемнику; и запоминающее устройство, соединенное, по меньшей мере, с одним процессором.

2. Устройство по п.1, в котором, по меньшей мере, один процессор сконфигурирован для выполнения первой и второй обработки для разнесения с циклической задержкой для данных и для выполнения только второй обработки для разнесения с циклической задержкой для пилот-сигнала.

3. Устройство по п.1, в котором, по меньшей мере, один процессор сконфигурирован для выполнения первой обработки для разнесения с циклической задержкой в частотной области и для выполнения второй обработки для разнесения с циклической задержкой в частотной области или во временной области.

4. Устройство по п.1, в котором первый набор значений циклической задержки соответствует первой циклической задержке, более длинной, чем длина циклического префикса, и в котором второй набор значений циклической задержки соответствует второй циклической задержке, более короткой, чем длина циклической задержки.

5. Устройство по п.1, в котором, по меньшей мере, один процессор сконфигурирован для приема информации об обратной связи, указывающей одну из множества задержек от приемника, и для определения первого набора значений циклической задержки на основании задержки, указанной с помощью информации об обратной связи.

6. Устройство по п.1, в котором первый набор значений циклической задержки соответствует отсутствию задержки, или небольшой задержке, меньшей, чем длина циклического префикса, или большой задержке, большей, чем длина циклического префикса.

7. Устройство по п.1, в котором, по меньшей мере, один процессор сконфигурирован для выбора задержки среди множества задержек для отправки выбранной задержки приемнику и для определения первого набора значений циклической задержки на основании выбранной задержки.

8. Устройство по п.1, в котором, по меньшей мере, один процессор сконфигурирован для самостоятельного выбора значений циклической задержки во втором наборе без информирования приемника.

9. Устройство по п.1, в котором, по меньшей мере, один процессор

сконфигурирован для определения значений циклической задержки во втором наборе на основании информации об обратной связи от приемника.

10. Устройство по п.1, в котором, по меньшей мере, один процессор сконфигурирован для выполнения предварительного кодирования на основании на матрицы предварительного кодирования после первой обработки для разнесения с циклической задержкой и перед второй обработкой для разнесения с циклической задержкой.

11. Устройство по п.1, в котором, по меньшей мере, один процессор сконфигурирован для выполнения предварительного кодирования на основании матрицы предварительного кодирования перед первой обработкой для разнесения с циклической задержкой.

12. Устройство по п.2, в котором, по меньшей мере, один процессор сконфигурирован для обработки пилот-сигнала с унитарной матрицей, не применяемой к данным.

13. Способ беспроводной связи, содержащий:

выполнение первой обработки для разнесения с циклической задержкой на основании первого набора значений циклической задержки, известных приемнику передачи данных; и

выполнение второй обработки для разнесения с циклической задержкой на основании второго набора значений циклической задержки, неизвестных приемнику.

14. Способ по п.13, дополнительно содержащий:

выполнение первой и второй обработки для разнесения с циклической задержкой для данных; и

выполнение только второй обработки для разнесения с циклической задержкой для пилот-сигнала.

15. Способ по п.13, в котором выполнение первой обработки для разнесения с циклической задержкой содержит выполнение первой обработки для разнесения с циклической задержкой в частотной области и в котором выполнение второй обработки для разнесения с циклической задержкой содержит выполнение второй обработки для разнесения с циклической задержкой в частотной области или во временной области.

16. Способ по п.13, дополнительно содержащий:

прием информации об обратной связи, указывающей одну из множества задержек от приемника; и

определение первого набора значений циклической задержки на основании задержки, указанной информацией об обратной связи.

17. Способ по п.13, дополнительно содержащий:

самостоятельный выбор значений циклической задержки во втором наборе без информирования приемника.

18. Способ по п.13, дополнительно содержащий:

выполнение предварительного кодирования на основании матрицы предварительного кодирования либо перед, либо после первой обработки для разнесения с циклической задержкой и перед второй обработкой для разнесения с циклической задержкой.

19. Устройство для беспроводной связи, содержащее:

средство для выполнения первой обработки для разнесения с циклической задержкой на основании первого набора значений циклической задержки, известной приемнику передачи данных; и

средство для выполнения второй обработки для разнесения с циклической задержкой на основании второго набора значений циклической задержки, неизвестных приемнику.

20. Устройство по п.19, дополнительно содержащее:

средство для выполнения первой и второй обработки для разнесения с циклической задержкой для данных; и

средство для выполнения только второй обработки для разнесения с циклической задержкой для пилот-сигнала.

21. Устройство по п.19, в котором средство для выполнения первой обработки для разнесения с циклической задержкой содержит средство для выполнения первой обработки для разнесения с циклической задержкой в частотной области, и в котором средство для выполнения второй обработки для разнесения с циклической задержкой содержит средство для выполнения второй обработки для разнесения с циклической задержкой в частотной области или во временной области.

22. Устройство по п.19, дополнительно содержащее:

средство для приема информации об обратной связи, указывающей одну из множества задержек от приемника; и

средство определения первого набора значений циклической задержки на основании задержки, указанной информацией об обратной связи.

23. Устройство по п.19, дополнительно содержащее:

средство для самостоятельного выбора значений циклической задержки во втором наборе без информирования приемника.

24. Устройство по п.19, дополнительно содержащее:

средство для выполнения предварительного кодирования на основании матрицы предварительного кодирования либо перед, либо после первой обработки для разнесения с циклической задержкой и перед второй обработкой для разнесения с циклической задержкой.

25. Машиночитаемый носитель, содержащий команды, которые при выполнении машиной, заставляют машину выполнять операции, включающие в себя:

выполнение первой обработки для разнесения с циклической задержкой на основании первого набора значений циклической задержки, известных приемнику передачи данных; и

выполнение второй обработки для разнесения с циклической задержкой на основании второго набора значений циклической задержки, неизвестных приемнику передачи данных.

26. Машиночитаемый носитель по п.25, который при выполнении машиной заставляет машину выполнять операции, дополнительно включающие в себя:

выполнение первой и второй обработки для разнесения с циклической задержкой для данных; и

выполнение только второй обработки для разнесения с циклической задержкой для пилот-сигнала.

27. Машиночитаемый носитель по п.25, который при выполнении машиной заставляет машину выполнять операции, дополнительно включающие в себя:

выполнение первой обработки для разнесения с циклической задержкой в частотной области; и

выполнение второй обработки для разнесения с циклической задержкой в частотной области или во временной области.

28. Устройство для беспроводной связи, содержащее:

по меньшей мере, один процессор, сконфигурированный для выполнения первой обработки для разнесения с циклической задержкой на основании первого набора значений циклической задержки, известных приемнику передачи данных, и для выполнения второй обработки для разнесения с циклической задержкой на основании
 5 второго набора значений циклической задержки, известных приемнику, и устройство памяти, соединенное, по меньшей мере, с одним процессором.

29. Устройство по п.28, в котором, по меньшей мере, один процессор сконфигурирован для выполнения первой и второй обработки для разнесения с
 10 циклической задержкой для данных и для пропуска первой и второй обработки для разнесения с циклической задержкой для пилот-сигнала.

30. Устройство для беспроводной связи, содержащее:

по меньшей мере, один процессор, сконфигурированный для приема передачи данных, отправленной с разнесением с циклической задержкой на основании первого
 15 набора значений циклических задержек, известных приемнику и на основании второго набора значений циклических задержек, неизвестных приемнику, для приема передачи пилот-сигнала, отправленной с разнесением с циклической задержкой на основании только второго набора значений циклической задержки, для выведения оценки
 20 многовходного многовыходного (ММО) канала на основании принятой передачи пилот-сигнала и для выполнения ММО обнаружения для принятой передачи данных на основании оценки ММО канала и первого набора значений циклической задержки;
 и

устройство памяти, соединенное, по меньшей мере, с одним процессором.

31. Устройство по п.30, в котором, по меньшей мере, один процессор сконфигурирован для оценки характеристик множества матриц предварительного кодирования, для отправки информации об обратной связи, указывающей матрицу
 30 предварительного кодирования, выбранную среди множества матриц предварительного кодирования, и для выполнения ММО обнаружения для принятой передачи данных, дополнительно основанной на выбранной матрице предварительного кодирования, и в котором передача данных отправляется с предварительным кодированием на основании выбранной матрицы предварительного кодирования.

32. Устройство по п.30, в котором, по меньшей мере, один процессор сконфигурирован для получения множества ММО канальных матриц для множества поднесущих для оценки ММО канала на основании принятой передачи пилот-сигнала, для определения множества матриц циклической задержки для множества
 40 поднесущих на основании первого набора значений циклических задержек, для выведения множества матриц пространственного фильтра для множества поднесущих на основании множества матриц циклической задержки и множества ММО канальных матриц, и для выполнения ММО обнаружения для принятой передачи данных на основании множества матриц пространственного фильтра.

33. Устройство по п.32, в котором, по меньшей мере, один процессор сконфигурирован для выведения множества матриц пространственного фильтра, дополнительно основанных на матрице предварительного кодирования, используемой
 45 для передачи данных.

34. Устройство по п.30, в котором, по меньшей мере, один процессор сконфигурирован для оценки характеристик множества задержек, для отправки информации об обратной связи, указывающей задержку, выбранную среди множества задержек, и в котором первый набор значений циклической задержки определяется на
 50

основании выбранной задержки.

35. Устройство по п.30, в котором первый набор значений циклических задержек соответствует первой циклической задержке, более длинной, чем длина циклического префикса, и в котором второй набор значений циклической задержки соответствует

36. Устройство по п.30, в котором, по меньшей мере, один процессор сконфигурирован для вывода оценки ММО канала, дополнительно основанного на единичной матрице, используемой для передачи пилот-сигнала, а не для передачи

37. Способ беспроводной связи, содержащий прием передачи данных, посланной с разнесением с циклической задержкой на основании первого набора значений циклической задержки, известных приемнику, и второго набора значений циклической задержки, неизвестных приемнику; прием передачи пилот-сигнала, посланной с разнесением с циклической задержкой на основании только второго набора значений циклической задержки; вывод оценки многовходного многовыходного (ММО) канала на основании принятой передачи пилот-сигнала; и

выполнение ММО обнаружения для принятой передачи данных на основании оценки ММО канала и первого набора значений циклической задержки.

38. Способ по п.37, в котором выполнение ММО обнаружения содержит:

определение множества матриц циклической задержки для множества поднесущих на основании первого набора значений циклической задержки,

выведение множества матриц пространственного фильтра для множества поднесущих на основании множества матриц циклической задержки и множества ММО канальных матриц для оценки ММО канала, и

выполнение ММО обнаружения для принятой передачи данных на основании множества матриц пространственного фильтра.

39. Способ по п.38, в котором выведение множества матриц пространственного фильтра содержит выведение множества матриц пространственного фильтра, дополнительно основанное на матрице предварительного кодирования, используемой для передачи данных.

40. Способ по п.37, дополнительно содержащий:

оценку характеристик множества матриц предварительного кодирования; и

отправку информации об обратной связи, указывающей матрицу предварительного кодирования, выбранную среди множества матриц предварительного кодирования, в котором передача данных посылается с предварительным кодированием, основанным на матрице предварительного кодирования, и в котором ММО обнаружение для принятой передачи данных дополнительно выполняется на основании выбранной матрицы предварительного кодирования.

41. Способ по п.37, дополнительно содержащий:

оценку характеристик множества задержек; и

отправку информации об обратной связи, указывающую задержку, выбранную среди множества задержек, и в котором первый набор значений циклической задержки определяется на основании выбранной задержки.

42. Устройство для беспроводной связи, содержащее:

средство для приема отправленной передачи данных с разнесением с циклической задержкой на основании первого набора значений циклической задержки, известных приемнику, и второго набора значений циклической задержки, неизвестных приемнику;

средство для приема передачи пилот-сигнала, отправленной с разнесением с циклической задержкой на основании только второго набора значений циклической задержки;

5 средство для выведения оценки многовходного многовыходного (MIMO) канала на основании принятой передачи пилот-сигнала; и

средство для выполнения MIMO обнаружения для принятой передачи данных на основании оценки MIMO канала и первого набора значений циклической задержки.

10 43. Устройство по п.42, в котором средство для выполнения MIMO обнаружения содержит:

средство для определения множества матриц циклической задержки для множества поднесущих на основании первого набора значений циклической задержки,

15 средство для выведения множества матриц пространственного фильтра для множества поднесущих на основании множества матриц циклической задержки и множества MIMO канальных матриц для оценки MIMO канала, и

средство для выполнения MIMO обнаружения для принятой передачи данных на основании множества матриц пространственного фильтра.

20 44. Устройство по п.43, в котором средство для выведения множества матриц пространственного фильтра содержит средство для выведения множества матриц пространственного фильтра, дополнительно основанного на матрице предварительного кодирования, используемой для передачи данных.

45. Устройство по п.42, дополнительно содержащее:

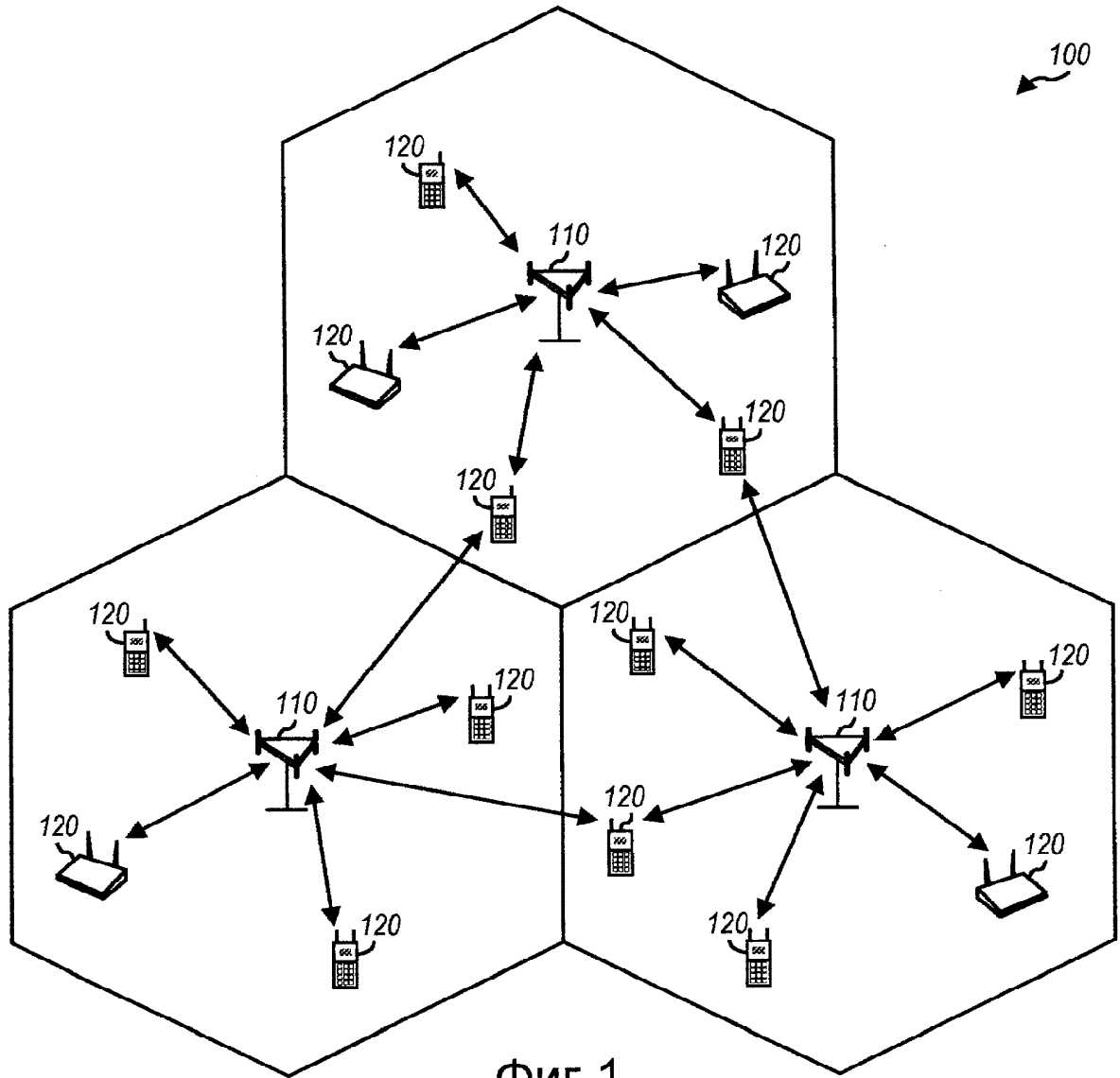
25 средство для оценки характеристик множества матриц предварительного кодирования; и

30 средство для отправки информации об обратной связи, указывающей матрицу предварительного кодирования, выбранную среди множества матриц предварительного кодирования, в котором передача данных отправляется с предварительным кодированием на основании выбранной матрицы предварительного кодирования, и в котором MIMO обнаружение для принятой передачи данных выполняется на основании матрицы предварительного кодирования.

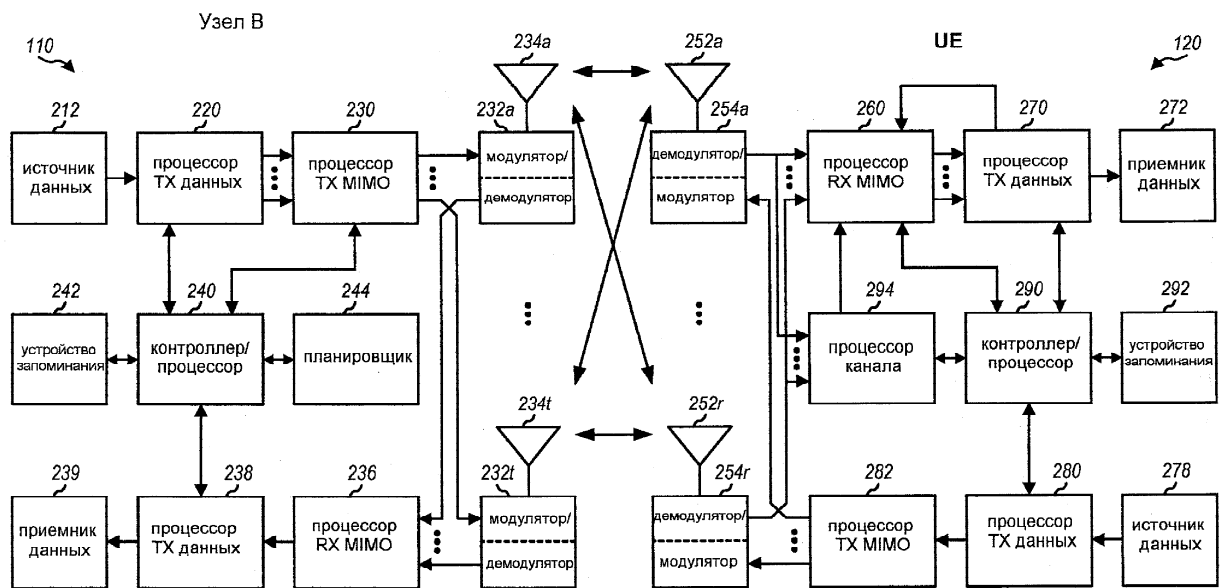
46. Устройство по п.42, дополнительно содержащее:

35 средство для оценки характеристик множества задержек; и

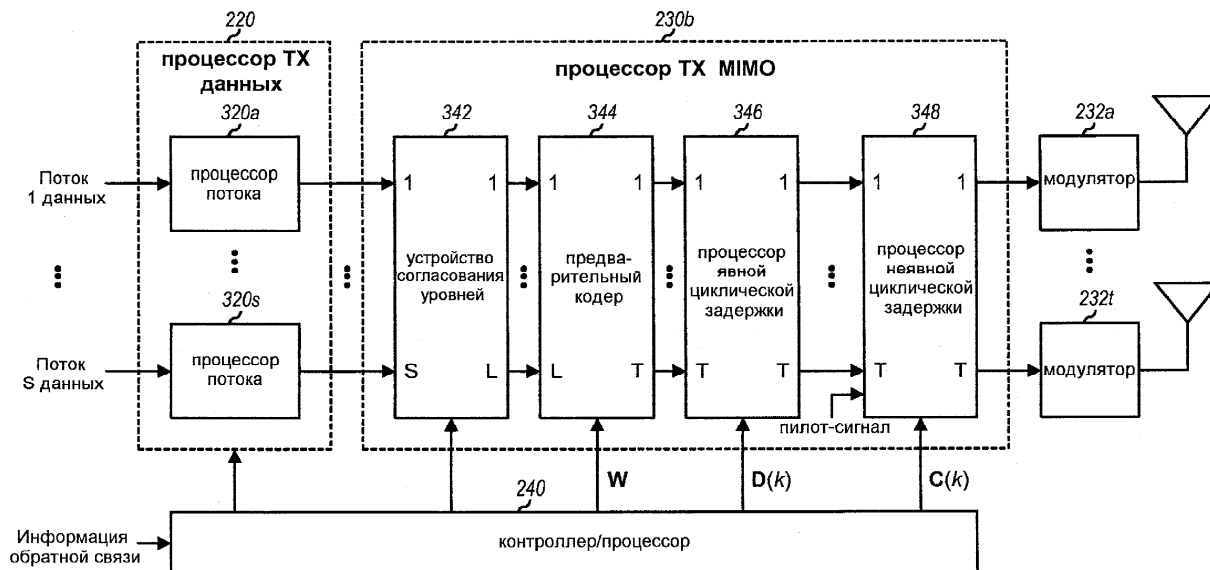
средство для отправки информации об обратной связи, указывающее задержку, выбранную среди множества задержек, и в котором первый набор значений циклической задержки определяется на основании выбранной задержки.



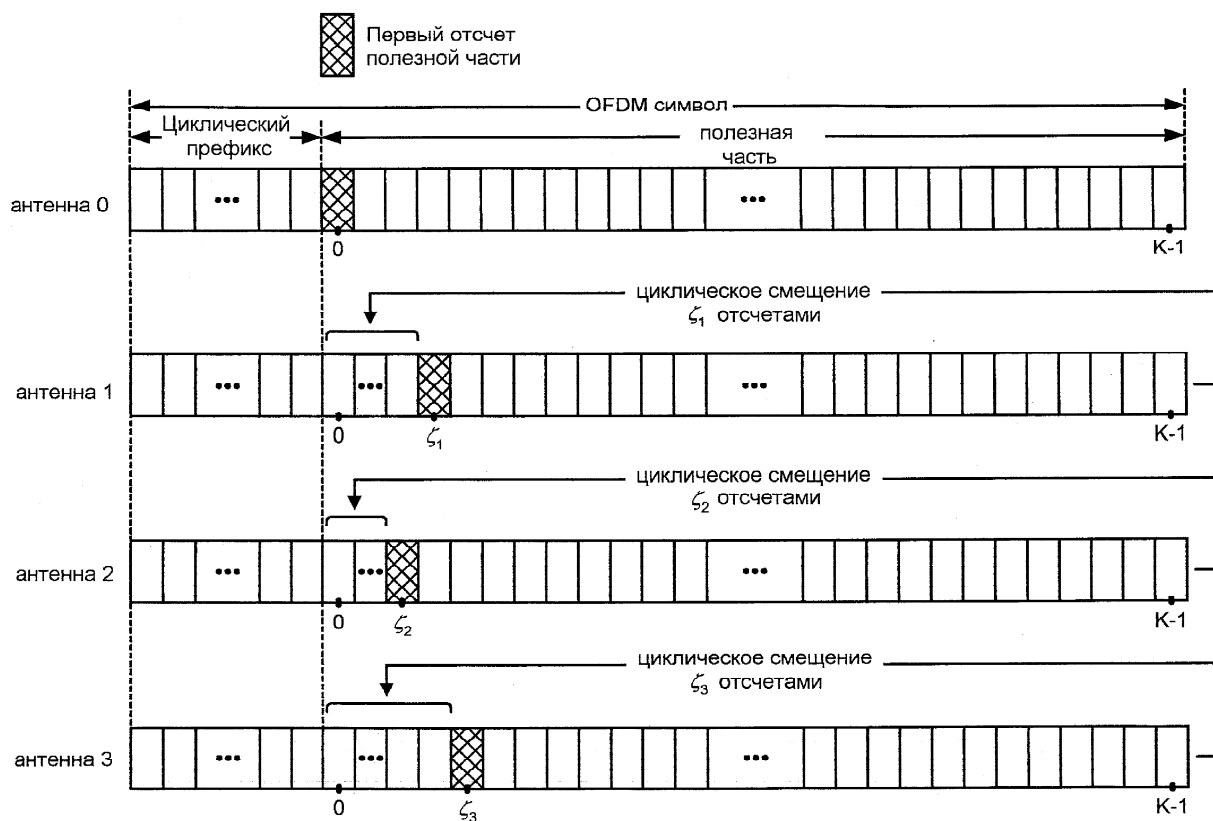
Фиг. 1



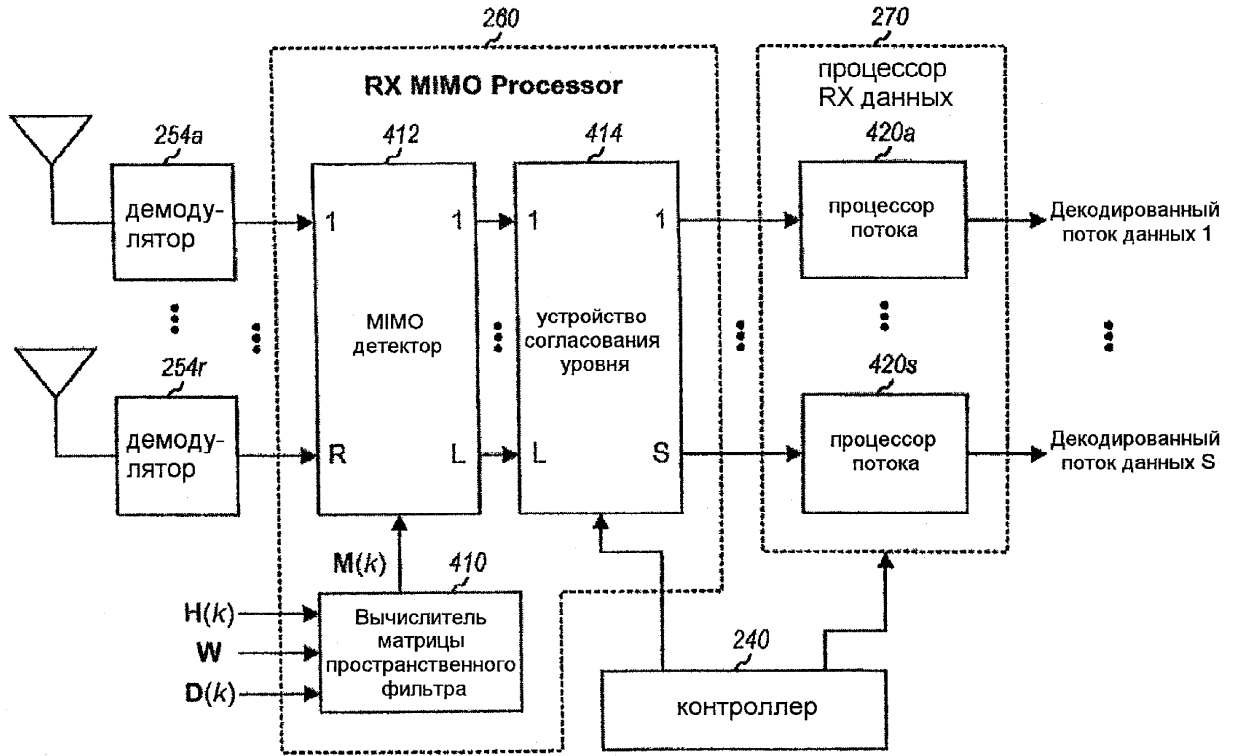
Фиг. 2



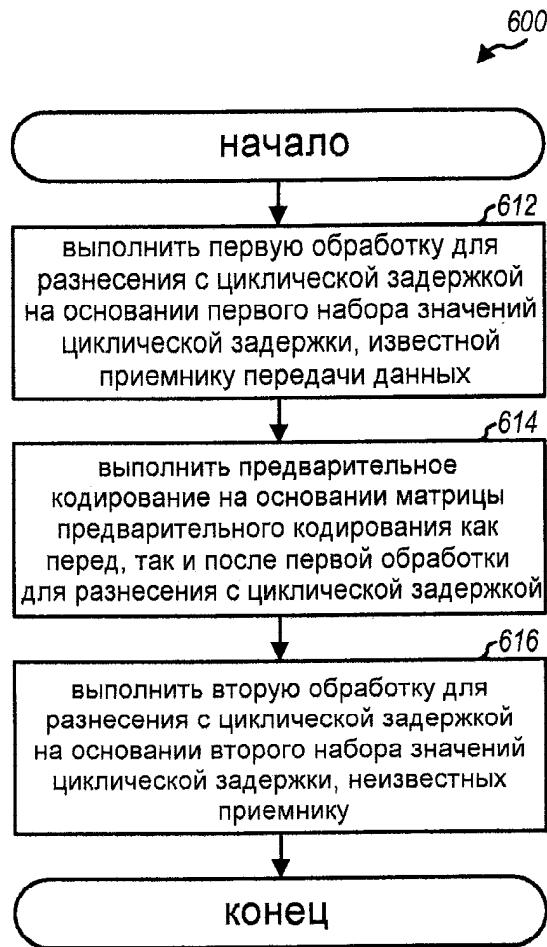
Фиг.3В



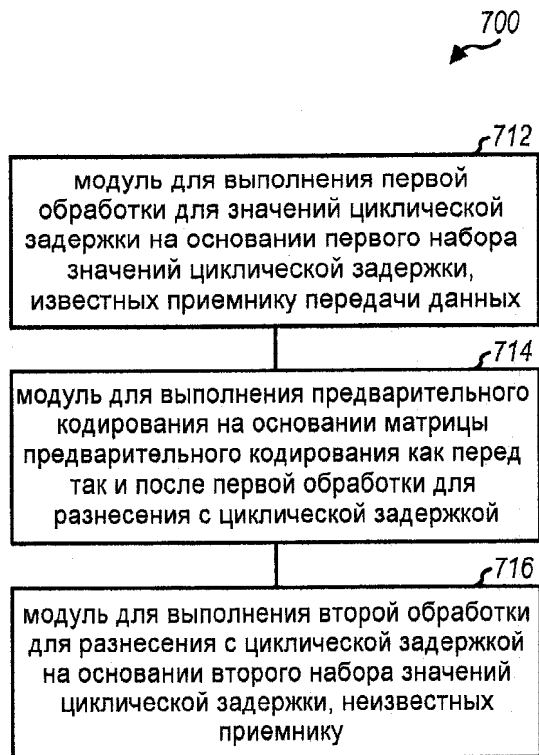
Фиг.4



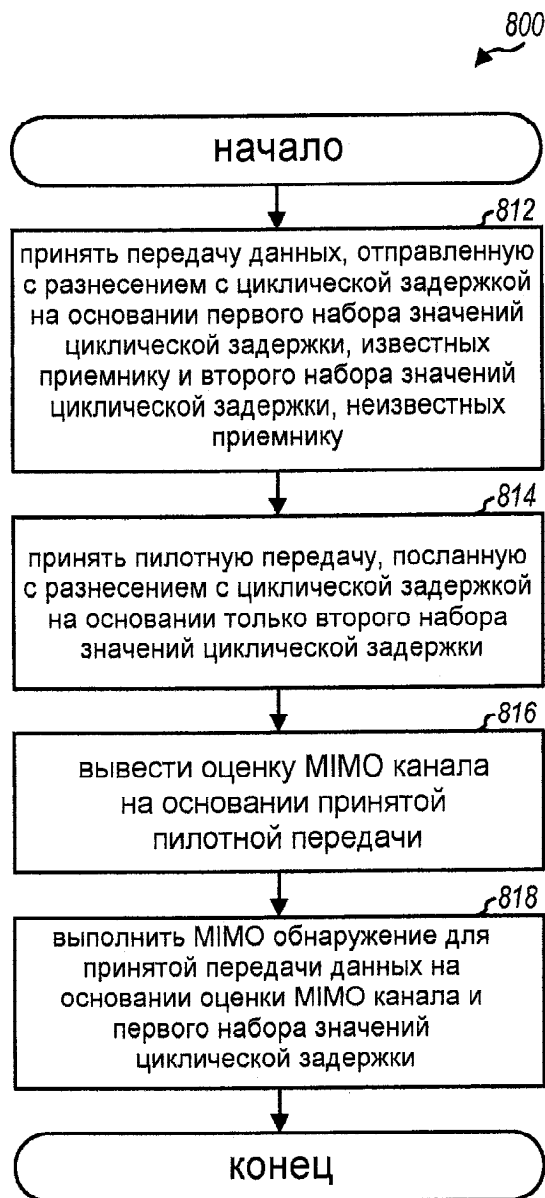
Фиг. 5



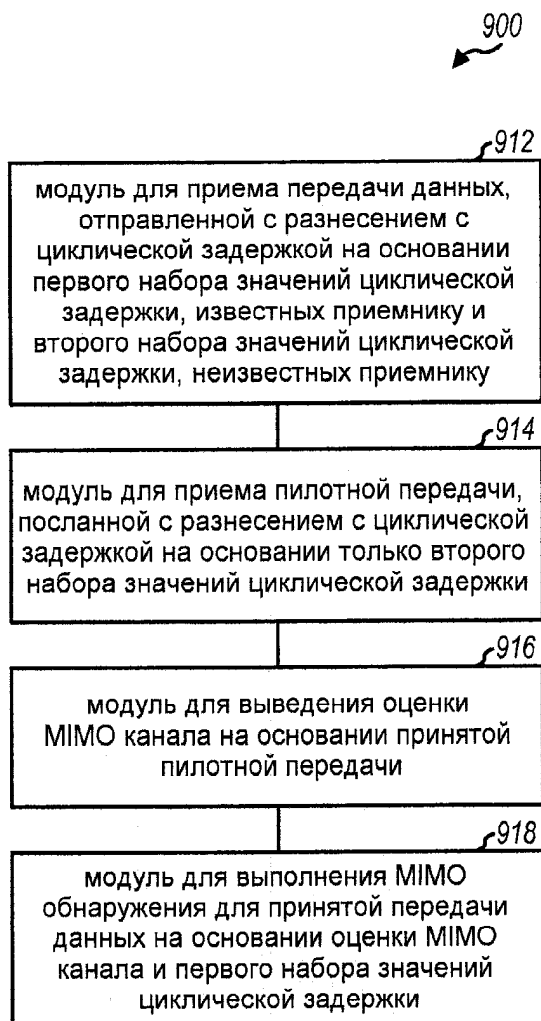
Фиг. 6



Фиг.7



Фиг.8



Фиг.9