



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК

H04B 7/0417 (2006.01); H04B 7/0456 (2006.01); H04B 7/0478 (2006.01); H04B 7/0486 (2006.01); H04B 7/0639 (2006.01); H04L 5/0023 (2006.01)

(21)(22) Заявка: 2015155046, 05.06.2014

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
05.06.2014

Дата регистрации:  
25.12.2017

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:  
05.06.2013 US 61/831,151

(43) Дата публикации заявки: 13.07.2017 Бюл. № 20

(45) Опубликовано: 25.12.2017 Бюл. № 36

(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на  
национальной фазе: 11.01.2016

(86) Заявка РСТ:  
KR 2014/005001 (05.06.2014)

(87) Публикация заявки РСТ:  
WO 2014/196823 (11.12.2014)

Адрес для переписки:  
125009, Москва, а/я 332, ООО "Инэврика"

(72) Автор(ы):

КИМ Хёнтхэ (KR),  
ПАК Ханчжон (KR)

(73) Патентообладатель(и):

ЭЛ ДЖИ ЭЛЕКТРОНИКС ИНК. (KR)

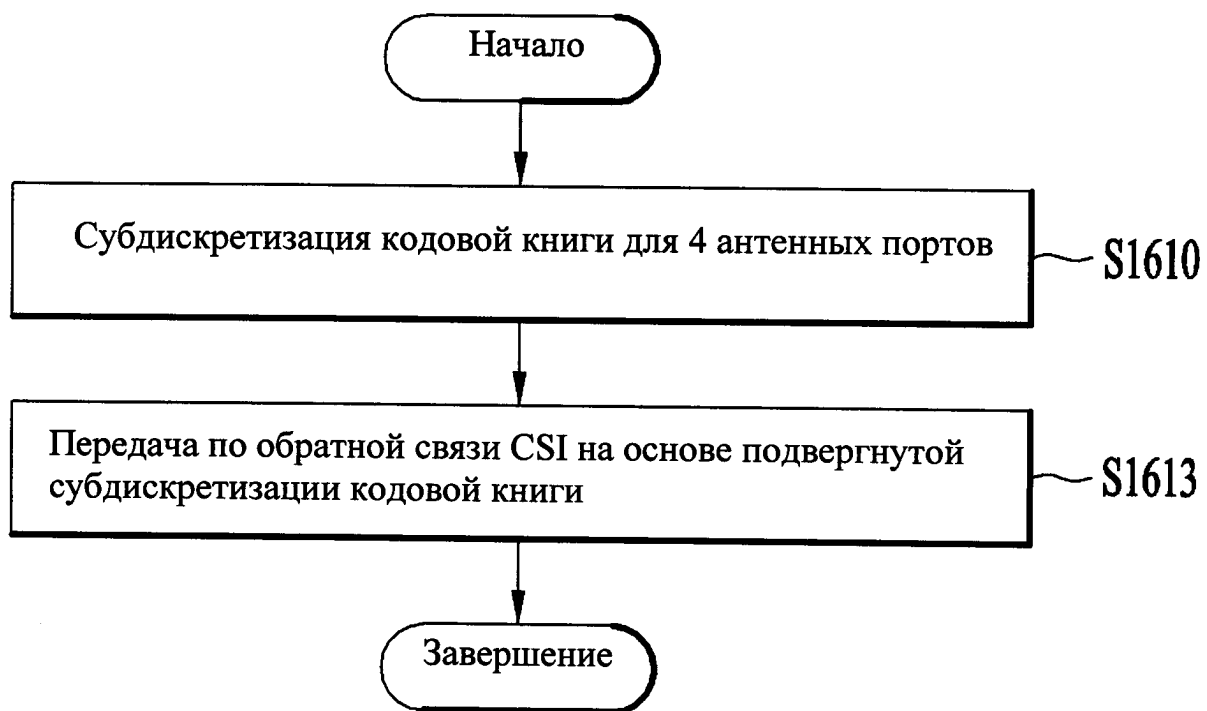
(56) Список документов, цитированных в отчете  
о поиске: CN 102368698 A, 07.03.2012. WO  
2011/082832 A1, 14.07.2011. CN 102468929 A,  
23.05.2012. RU 2424616 C2, 20.07.2012. RU  
2438251 C2, 27.12.2011.

(54) СПОСОБ И УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ О СОСТОЯНИИ КАНАЛА В СИСТЕМЕ БЕСПРОВОДНОЙ СВЯЗИ

(57) Реферат:

Изобретение относится к системе беспроводной связи. Технический результат изобретения заключается в увеличении эффективности передачи информации о состоянии канала связи. Способ для терминала для передачи информации о состоянии канала (CSI) в системе беспроводной связи содержит этапы режима сообщения отчета для четырех антенных портов: совместное кодирование индикатора ранга (индикатор RI) и первого индикатора матрицы предварительного кодирования (индикатора PMI)

в одно значение кодирования; и передача информации о состоянии канала, содержащей упомянутое значение кодирования, при этом, если индикатор RI равен 1, то индекс кодовой книги может иметь такое же значение, как и упомянутое значение кодирования, и если индикатор RI равен 2, то упомянутый индекс кодовой книги может быть меньше, чем упомянутое значение кодирования на 8. 2 н. и 8 з.п. ф-лы, 17 ил., 10 табл.



Фиг. 16



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC

*H04B 7/0417* (2006.01); *H04B 7/0456* (2006.01); *H04B 7/0478* (2006.01); *H04B 7/0486* (2006.01); *H04B 7/0639* (2006.01); *H04L 5/0023* (2006.01)

(21)(22) Application: **2015155046, 05.06.2014**(24) Effective date for property rights:  
**05.06.2014**Registration date:  
**25.12.2017**

Priority:

(30) Convention priority:  
**05.06.2013 US 61/831,151**(43) Application published: **13.07.2017** Bull. № 20(45) Date of publication: **25.12.2017** Bull. № 36(85) Commencement of national phase: **11.01.2016**(86) PCT application:  
**KR 2014/005001 (05.06.2014)**(87) PCT publication:  
**WO 2014/196823 (11.12.2014)**Mail address:  
**125009, Moskva, a/ya 332, OOO "Inevrika"**

(72) Inventor(s):

**KIM Hyungtae (KR),  
PARK Hanjun (KR)**

(73) Proprietor(s):

**LG ELECTRONICS INC. (KR)**(54) **METHOD AND DEVICE FOR TRANSMITTING CHANNEL STATE INFORMATION IN WIRELESS COMMUNICATION SYSTEM**

(57) Abstract:

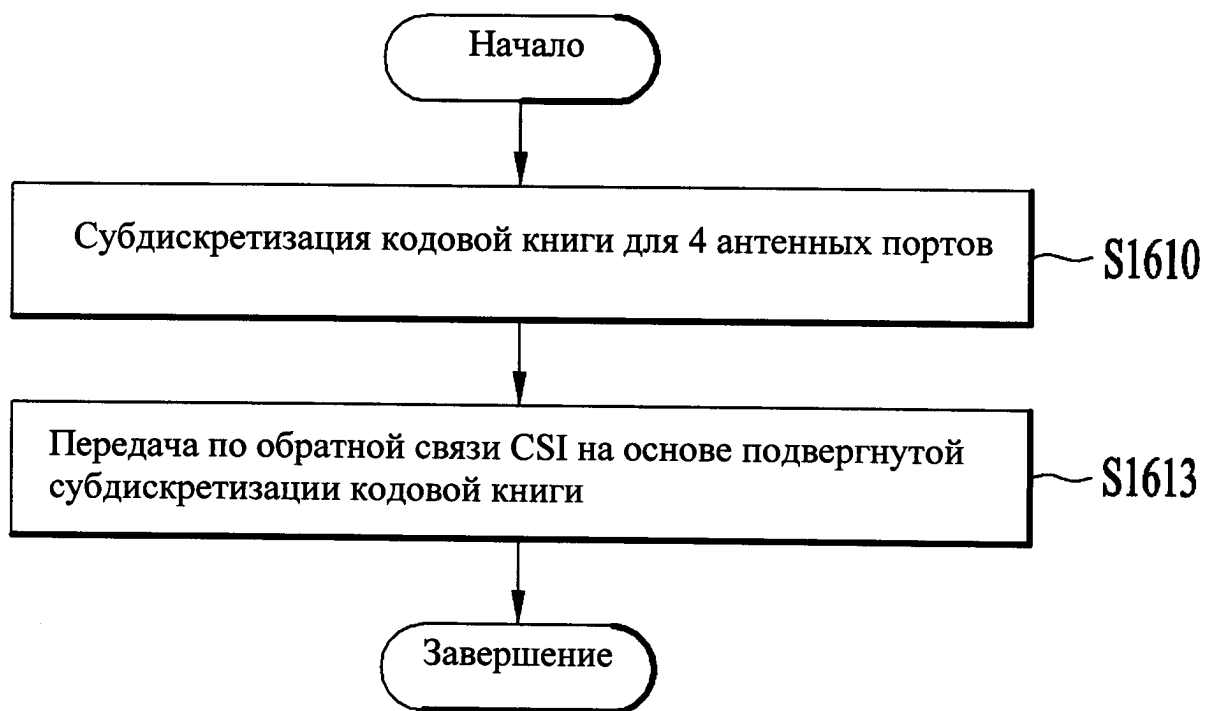
FIELD: radio engineering, communication.

SUBSTANCE: method for the terminal for transmitting the channel state information (CSI) in the wireless communication system comprises the steps of the report reporting mode for the four antenna ports: co-coding the rank indicator (RI indicator) and the first indicator of the precoding matrix (PMI indicator) into one encoding value; and transmitting channel state

information containing the said encoding value, wherein if the indicator RI is 1, then the codebook index can have the same value as the said encoding value, and if the indicator RI is 2, the said codebook index may be less than the coding value mentioned at 8.

EFFECT: increasing the efficiency of transmitting communication channel state information.

10 cl, 17 dwg, 10 tbl



Фиг. 16

[Область изобретения]

[1] Настоящее изобретение относится к системе беспроводной связи, и в частности, к способу и устройству для передачи информации о состоянии канала с использованием совместного кодирования в системе беспроводной связи.

[Предшествующий уровень техники]

[2] Система связи стандарта Долговременного усовершенствования Партнерского проекта по системам 3-го поколения (3rd generation partnership project long term evolution, 3GPP LTE) будет описана ниже как типовая система подвижной связи, для которой применимо настоящее изобретение.

[3] На Фиг. 1 представлена схема, схематически изображающая структуру сети усовершенствованной универсальной системы подвижной связи (E-UMTS) как типовой системы радиосвязи. Система E-UMTS является усовершенствованием традиционной системы UMTS и ее базовая стандартизация в настоящее время проводится в 3GPP. Система E-UMTS может в целом называться как система долговременного усовершенствования (LTE). Для подробной информации по техническим спецификациям системы UMTS и системы E-UMTS, обращайтесь к Версии 7 и Версии 8 "Партнерский проект по системам 3-го поколения; Группа по техническим спецификациям сети радиодоступа".

[4] Как показано на Фиг. 1, система E-UMTS включает в себя пользовательское оборудование (UE), усовершенствованный узел связи eNB (или eNode Bs или базовые станции), и шлюз доступа (AG), который размещается в конце сети (E-UTRAN) и подключается к внешней сети. Станции eNBs могут одновременно передавать несколько потоков данных для службы ширококонтентной передачи, службы многоадресной передачи и/или службы одноадресной передачи.

[5] Одна или более ячеек могут существовать в одной станции eNB. Ячейка настраивается для использования одной из полос частот шириной 1.25, 2.5, 5, 10, 15 и 20 МГц, чтобы предоставлять услугу по передаче по нисходящей линии связи и восходящей линии связи для нескольких единиц UE. Различные ячейки могут устанавливаться, чтобы предоставлять полосы частот различной ширины. Станция eNB управляет передачей данных и приемом данных для множества единиц UE. Станция eNB передает информацию планирования нисходящей линии связи по отношению к нисходящим данным для уведомления соответствующего UE о частотно-временной области, в которой данные будут передаваться, информацию о кодировании, размере данных и информацию, связанную с гибридным автоматическим запросом на повторную передачу (HARQ). В дополнение, станция eNB передает информацию планирования восходящей линии связи по отношению к данным восходящей линии связи для соответствующего UE, чтобы информировать UE о доступной частотно-временной области, кодировании, размере данных, и информацию, связанную с гибридным автоматическим запросом на повторную передачу (HARQ). Интерфейс для передачи пользовательского трафика или трафика управления может использоваться между станциями eNB. Базовая сеть (core network, CN) может включать в себя узел AG, сетевой узел для регистрации пользователя UE и т.п. Узел AG управляет мобильностью UE на основе области слежения (TA), при этом одна область TA включает в себя множество ячеек.

[6] Хотя технология радиосвязи была разработана до LTE на основе широкополосного множественного доступа с кодовым разделением (система WCDMA), требования и ожидания пользователей и поставщиков продолжают увеличиваться. В дополнение, поскольку другие технологии радиодоступа продолжают разрабатываться,

новая технология требуется, чтобы сохранять конкурентоспособность в будущем. Например, требуются снижение стоимости на бит, увеличение доступности услуги, гибкое использование полосы частот, простая структура, открытый интерфейс и приемлемое энергопотребление пользователем UE.

[7] Технология много входов много выходов (Multiple-input multiple-output, MIMO) относится к способу увеличения эффективности передачи и приема данных посредством использования нескольких передающих антенн и нескольких приемных антенн вместо одной передающей антенны и одной приемной антенны. То есть, технология MIMO увеличивает емкость или улучшает качество работы с использованием нескольких антенн на передающей стороне или приемной стороне системы беспроводной связи. Технология MIMO может также называться как технология использования нескольких антенн.

[8] Для поддержки передачи с помощью нескольких антенн, матрица предварительного кодирования для соответствующего распределения передаваемой информации в соответствии с ситуацией канала и т.д. может применяться для каждой антенны.

[Раскрытие изобретения]

[Техническая проблема]

[9] Задачей настоящего изобретения, разработанного для решения упомянутой проблемы, являются способ и устройство для передачи информации о состоянии канала в системе беспроводной связи.

[10] Следует понимать, что как вышеупомянутое общее описание, так и следующее подробное описание настоящего изобретения являются примерными и пояснительными и предназначены для дополнительного пояснения изобретения, как заявлено в формуле изобретения.

[Техническое решение]

[11] Задача изобретения может быть достигнута посредством предоставления способа для передачи информации о состоянии канала (далее, информация CSI) с использованием пользовательского оборудования в системе беспроводной связи, упомянутый способ, включающий совместное кодирование индикатора ранга (rank indicator, RI) и первого индикатора матрицы предварительного кодирования (PMI) в одно значение кодирования в режиме сообщения отчета для 4 антенных портов, и передачи информации о состоянии канала, включающей в себя упомянутое значение кодирования, при этом, когда RI составляет 1, индекс кодовой книги имеет то же значение, как упомянутое значение кодирования, и когда RI составляет 2, индекс кодовой книги имеет значение меньше, чем упомянутое значение кодирования на 8.

[12] В другом аспекте настоящего изобретения, предлагаемого здесь, предлагается пользовательское оборудование для передачи информации о состоянии канала (CSI) в системе беспроводной связи, пользовательское оборудование включает в себя радиочастотный блок (RF) и процессор, при этом процессор конфигурируется, для совместного кодирования индикатора ранга (RI) и первого индикатора матрицы предварительного кодирования (PMI) в одно значение кодирования в режиме сообщения отчета для 4 антенных портов и для передачи информации о состоянии канала, включающей в себя упомянутое значение кодирования, при этом, когда RI составляет 1, индекс кодовой книги имеет то же значение, как упомянутое значение кодирования, а когда RI составляет 2, индекс кодовой книги имеет значение меньше, чем упомянутое значение кодирования, на 8.

[13] Следующие особенности могут обычно применяться в упомянутых выше

вариантах осуществления настоящего изобретения.

[14] Когда индикатор RI равен 1, упомянутое значение кодирования может быть равным одному из целых чисел от 0 до 7.

5 [15] Когда RI равен 2, упомянутое значение кодирования может быть равным одному из целых чисел от 8 до 15.

[16] Когда RI равен 3, значение кодирования может быть равно 16.

[17] Когда RI составляет 4, значение кодирования может быть равно 17.

10 [18] Первый индикатор PMI может соответствовать индикатору PMI широкополосной передачи и долговременной передачи и может использоваться для определения финального индикатора PMI вместе со вторым индикатором PMI для субполосной передачи и кратковременной передачи.

15 [19] Режим сообщения отчета может быть первым субрежимом режима 1-1 физического восходящего канала управления (physical uplink control channel, PUCCH) для сообщения индикатора PMI и индикатора качества канала (CQI) широкополосной передачи.

[20] Следует понимать, что как вышеупомянутое общее описание, так и следующее подробное описание настоящего изобретения являются примерными и предназначены для предоставления дополнительного пояснения изобретения, как заявлено в формуле изобретения.

20 [Полезные эффекты]

[21] В соответствии с вариантами осуществления настоящего изобретения, предлагаются способ и устройство для эффективной передачи информации о состоянии канала с использованием совместного кодирования в системе беспроводной связи.

25 [22] Специалистам в данной области техники очевидно, что эффекты, которые могут быть получены с помощью настоящего изобретения, не ограничиваются тем, что было конкретно описано здесь выше, и другие преимущества настоящего изобретения будут более ясно понятны из последующего подробного описания, взятого в соединении с прилагаемыми чертежами.

[Описание чертежей]

30 [23] Прилагаемые чертежи, которые включаются для предоставления дополнительного понимания упомянутого изобретения, иллюстрируют варианты осуществления изобретения и вместе с упомянутым описанием служат для пояснения принципов изобретения.

На чертежах:

35 [24] на Фиг. 1 представлена схема, схематически изображающая структуру сети усовершенствованной универсальной системы подвижной связи (E-UMTS) как типовой системы радиосвязи;

40 [25] на Фиг. 2 представлена схема, иллюстрирующая плоскость управления и плоскость пользователя протокола радиointерфейса между UE и усовершенствованной универсальной наземной сетью радиодоступа (E-UTRAN) на основе стандарта сети радиодоступа Партнерского проекта по системам 3-го поколения (3GPP);

[26] на Фиг. 3 представлена схема, изображающая физические каналы, используемые в 3GPP системе и обычный способ передачи сигнала с ее использованием;

45 [27] на Фиг. 4 представлена схема, иллюстрирующая пример структуры радиокадра, используемого в системе долговременного усовершенствования (LTE);

[28] на Фиг. 5 представлена схема, иллюстрирующая канал управления, включаемый в область управления субкадра в радиокадре нисходящей линии связи;

[29] на Фиг. 6 представлена схема, иллюстрирующая структуру субкадра восходящей

линии связи, используемую в системе LTE;

[30] на Фиг. 7 показана конфигурация обычной системы связи со многими входами и многими выходами (система MIMO);

5 [31] Фиг. с 8 по 11 иллюстрируют периодическое сообщение информации о состоянии канала (CSI);

[32] на Фиг. 12 представлена схема, иллюстрирующая периодическое сообщение информации о состоянии канала, рассматриваемой в системе LTE-A;

[33] на Фиг. 13 представлена схема, иллюстрирующая обратную связь CSI в субрежиме 1 режима 1-1 на Фиг. 8;

10 [34] на Фиг. 14 представлена схема, иллюстрирующая обратную связь CSI в субрежиме 2 режима 1-1 на Фиг. 8;

[35] на Фиг. 15 представлена схема, иллюстрирующая обратную связь CSI в режиме 2-1 на Фиг. 8;

15 [36] на Фиг. 16 представлена блок-схема способа сообщения информации о состоянии канала в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения; и

[37] на Фиг. 17 представлена схема, иллюстрирующая базовую станцию BS и пользовательское оборудование UE, для которых вариант осуществления настоящего изобретения является применимым.

[Лучший пример осуществления]

20 [38] Здесь далее, структуры, операции и другие особенности настоящего изобретения будут ясно понятны из вариантов осуществления настоящего изобретения, примеры которых описываются со ссылкой на прилагаемые чертежи. Упомянутые варианты осуществления, которые будут описаны ниже, являются примерами, в которых технические особенности настоящего изобретения являются применимыми для системы 3GPP.

[39] Хотя варианты осуществления настоящего изобретения будут описаны на основе системы LTE и системы LTE-A (LTE-Advanced), система LTE и система LTE-A являются только примерами и варианты осуществления настоящего изобретения могут применяться ко всем системам связи, соответствующим упомянутому выше определению. 30 В дополнение, хотя варианты осуществления настоящего изобретения будут здесь описаны на основе режима дуплекса с частотным разделением (FDD), режим FDD является только примером и варианты осуществления настоящего изобретения могут легко изменяться и применяться к режиму H-FDD (Half-FDD) или режиму дуплекса с временным разделением (TDD).

35 [40] Фиг. 2 является видом, иллюстрирующим структуры плоскости управления и плоскости пользователя протокола радиointерфейса между UE и системой E-UTRAN на основе спецификации сети радиодоступа 3GPP. Плоскость управления относится к пути, через который передаются сообщения управления, используемые пользовательским оборудованием (UE) и сетью, для управления вызовом. Плоскость пользователя 40 относится к пути, через который передаются данные, генерируемые на уровне приложений, например, речевые данные или пакетные данные сети Интернет.

[41] Физический уровень первого уровня предоставляет услугу передачи информации для верхнего уровня с использованием физического канала. Физический уровень соединяется с уровнем контроля доступа к среде (MAC) верхнего уровня через 45 транспортный канал. Данные передаются между уровнем MAC и физическим уровнем через транспортный канал. Через физический канал также передаются данные между физическим уровнем передающей стороны и физическим уровнем приемной стороны. Физический канал использует время и частоту как радиоресурсы. Более конкретно,



физический канал модулируется с использованием схемы множественного доступа с ортогональным частотным разделением (OFDMA) на нисходящей линии связи и модулируется с использованием схемы множественного доступа с частотным разделением с одной несущей (SC-FDMA) на восходящей линии связи.

5 [42] Уровень MAC второго уровня предоставляет услугу для уровня управления радиолинией (RLC) верхнего уровня через логический канал. Уровень RLC второго уровня поддерживает надежную передачу данных. Функционирование уровня RLC может осуществляться посредством функционального блока в пределах уровня MAC. Уровень протокола сходимости пакетных данных (PDCP) второго уровня выполняет  
10 функцию сжатия заголовка для уменьшения ненужной информации управления для эффективной передачи пакета протокола сети Интернет (Internet Protocol, IP) такого как: пакет IPv4 или пакет IPv6, по радиоинтерфейсу, имеющему относительно узкую ширину полосы пропускания.

[43] Уровень управления радиоресурсами (RRC), который размещается на самой  
15 нижней части третьего уровня, определяется только в плоскости управления. Уровень RRC управляет логическими каналами, транспортными каналами и физическими каналами в отношении конфигурации, повторной конфигурации и освобождения радионесущих. Радионесущие относятся к услуге, предоставляемой вторым уровнем для передачи данных между UE и сетью. С этой целью, уровень RRC пользовательского  
20 оборудования (UE) и уровень RRC сети обмениваются сообщениями RRC.

Пользовательское оборудование (UE) находится в подключенном режиме RRC, если соединение RRC было установлено между уровнем RRC радиосети и уровнем RRC  
пользовательского оборудования (UE). Иначе, UE находится в режиме ожидания RRC. Уровень без доступа (Non-Access Stratum, NAS), размещаемый на верхнем уровне уровня  
25 RRC, выполняет такие функции как управление сеансом и управление мобильностью.

[44] Одна ячейка станции eNB устанавливается, чтобы использовать одно из значений ширины полосы пропускания, такое как 1.25, 2.5, 5, 10, 15 и 20 МГц, чтобы предоставить  
услугу передачи нисходящей линии связи и восходящей линии связи для множества  
единиц UE. Различные ячейки могут устанавливаться, чтобы предоставлять различные  
30 значения ширины полосы пропускания.

[45] Транспортные каналы нисходящей линии связи для передачи данных от сети к UE включают в себя широковещательный канал (Broadcast Channel, BCH) для передачи  
системной информации, пейджинговый канал (Paging Channel, PCH) для передачи  
пейджинговых сообщений, и нисходящий совместно используемый канал (SCH) для  
35 передачи сообщений пользовательского трафика или сообщений управления. Сообщения пользовательского трафика или сообщения управления услуги многоадресной или широковещательной передачи по нисходящей линии связи могут передаваться через  
нисходящий канал SCH или могут передаваться через дополнительный нисходящий канал многоадресной передачи (MCH). Кроме того, транспортные каналы восходящей  
40 линии связи для передачи данных от UE в сеть включают в себя канал случайного доступа (RACH) для передачи начальных сообщений управления и восходящий канал SCH для передачи сообщений пользовательского трафика или сообщений управления. Логические каналы, которые размещаются на верхнем уровне транспортных каналов и отображаются в транспортные каналы, включают в себя широковещательный канал  
управления (BCCH), пейджинговый канал управления (PCCH), общий канал управления (CCCH), канал управления многоадресной передачи (MCCH), и канал трафика  
45 многоадресной передачи (MTCH).

[46] На Фиг. 3 показана схема, иллюстрирующая физические каналы, используемые

в системе 3GPP, и общий способ передачи сигналов, с ее использованием.

[47] Пользовательское оборудование (UE) выполняет первоначальный поиск ячейки, такой как установление синхронизации со станцией eNB, когда включается питание или UE переходит в новую ячейку (этап S301). Пользовательское оборудование (UE) может принимать первичный канал синхронизации (Primary Synchronization Channel, P-SCH) и вторичный канал синхронизации (Secondary Synchronization Channel, S-SCH) от станции eNB, устанавливать синхронизацию со станцией eNB, и получать такую информацию, как идентификатор ячейки (ID). После этого, пользовательское оборудование (UE) может принимать физический широкополосный канал (BCH) от станции eNB, чтобы получать широкополосную информацию в пределах упомянутой ячейки. Кроме того, пользовательское оборудование (UE) может принимать опорный сигнал нисходящей линии связи (DL RS) на начальном этапе поиска ячейки, чтобы подтвердить состояние канала нисходящей линии связи.

[48] После завершения начального поиска ячейки, пользовательское оборудование (UE) может принимать физический управляющий канал нисходящей линии связи (Physical Downlink Control Channel, PDCCH) и совместно используемый физический канал нисходящей линии связи (PDSCH) в соответствии с информацией, передаваемой по управляющему каналу PDCCH для получения более подробной системной информации (этап S302).

[49] Кроме того, если пользовательское оборудование (UE) получает первоначальный доступ к станции eNB или если радиоресурсы для передачи сигналов отсутствуют, пользовательское оборудование (UE) может выполнять процедуру случайного доступа (этапы с S303 по S306) по отношению к станции eNB. С этой целью, пользовательское оборудование (UE) может передавать индивидуальную последовательность через физический канал случайного доступа (PRACH) как преамбулу (этапы с S303 и S305), и принимать ответное сообщение на преамбулу через управляющий канал PDCCH и канал PDSCH, в соответствии с этим (этапы с S304 и S306). В случае конфликта на канале RACH, может дополнительно выполняться процедура разрешения конфликта.

[50] Пользовательское оборудование (UE), которое выполняет упомянутые выше процедуры, может принимать канал PDCCH/PDSCH (этап S307) и передавать физический совместно используемый канал восходящей линии связи (PUSCH)/физический канал управления восходящей линии связи (PUCCH) (этап S308) в соответствии с общей процедурой передачи сигналов восходящей линии связи / нисходящей линии связи. Конкретно, пользовательское оборудование (UE) принимает информацию управления нисходящей линии связи (DCI) через канал управления PDCCH. Информация DCI включает в себя такую информацию управления как информацию о назначении ресурсов для пользовательского оборудования (UE) и имеет различные форматы в соответствии с целью использования.

[51] Кроме того, информация управления, передаваемая пользовательским оборудованием (UE) на станцию eNB через восходящую линию связи или принимаемая пользовательским оборудованием (UE) от станции eNB через нисходящую линию связи, включает в себя нисходящий/восходящий сигнал подтверждения/негативного подтверждения (ACK/NACK), индикатор качества канала (CQI), индикатор матрицы предварительного кодирования (PMI), индикатор ранга (RI) и т.п. В случае системы 3GPP LTE, пользовательское оборудование (UE) может передавать такую информацию управления как CQI/PMI/RI через канал PUSCH и/или через канал PUCCH.

[52] На Фиг. 4 показана схема, иллюстрирующая структуру радиокадра, используемого в системе LTE.

[53] Как показано на Фиг. 4, радиокадр имеет длительность 10 мс (327200 Ts) и включает в себя 10 субкадров равного размера. Каждый из субкадров имеет длительность 1 мс и включает в себя два слота. Каждый из слотов имеет длительность 0,5 мс (15360 Ts). В этом случае, Ts обозначает время дискретизации и представлено

5 посредством соотношения  $T_s = 1/(15 \text{ кГц} \times 2048) = 3.2552 \times 10^{-8}$  (около 33 нс). Каждый слот включает в себя множество OFDM-символов во временной области и включает в себя множество ресурсных блоков (RB) в частотной области. В системе LTE, один ресурсный блок включает в себя 12 поднесущих  $\times$  7 (или 6) OFDM-символов. Интервал времени передачи (Transmission Time Interval, TTI), который является единицей времени  
10 для передачи данных, может определяться в единицах одного или более субкадров. Описанная выше структура радиокадра является чисто примерной, и различные модификации могут быть сделаны в количестве субкадров, включаемых в радиокадр, числе слотов, включаемых в субкадр, числе OFDM-символов, включаемых в слот.

15 [54] На Фиг. 5 представлена схема, иллюстрирующая каналы управления, содержащиеся в области управления одного субкадра в радиокадре нисходящей линии связи.

[55] Как показано на Фиг. 5, один субкадр включает в себя 14 OFDM-символов. Символы с первого по третий из 14 OFDM-символов могут использоваться как область управления и оставшиеся от 11 до 13 OFDM-символов могут использоваться в области  
20 данных, в соответствии с конфигурацией субкадра. На Фиг. 5, сигналы с R1 по R4 представляют опорные сигналы (RS) или пилотные сигналы для антенн с 0 по 3, соответственно. Сигналы RS являются фиксированными для заранее определенного шаблона в пределах субкадра независимо от области управления и области данных. Каналы управления назначаются в области управления для тех ресурсов, для которых  
25 сигнал RS не назначается. Каналы трафика назначаются в области данных для тех ресурсов, для которых сигналы RS не назначаются. Упомянутые каналы управления, назначаемые для области управления, включают в себя физический канал индикатора формата управления (Physical Control Format Indicator Channel, PCFICH), физический  
30 канал индикатора гибридного автоматического запроса на повторную передачу данных (Physical Hybrid-ARQ Indicator Channel, PHICH), физический канал управления нисходящей линии связи (Physical Downlink Control Channel, PDCCH) и т.д.

[56] Физический канал индикатора формата управления (PCFICH) информирует пользовательское оборудование (UE) о числе OFDM-символов на субкадр, используемых для управляющего канала PDCCH. Канал PCFICH размещается в первом OFDM-символе  
35 и устанавливается перед каналом PHICH и каналом PDCCH. Канал PCFICH состоит из 4 групп ресурсных элементов (REG) и каждая из групп REG распределяется в области управления на основе идентификатора ID ячейки. Одна группа REG включает в себя 4 ресурсных элемента (RE). Ресурсный элемент (RE) указывает минимальный физический ресурс, определяемый как одна поднесущая  $\times$  один OFDM-символ. Значение для канала PCFICH указывает значения от 1 до 3 или значения от 2 до 4 в зависимости от ширины  
40 полосы пропускания и модулируется посредством квадратурной фазовой модуляции (QPSK).

[57] Физический канал индикатора гибридного автоматического запроса на повторную передачу данных (PHICH) используется для передачи сигнала HARQ ACK/  
45 NACK для передачи восходящей линии связи. То есть, канал PHICH указывает канал, через который передается информация ACK/NACK нисходящей линии связи для HARQ восходящей линии связи. Канал PHICH включает в себя одну группу REG и скремблируется индивидуально для конкретной ячейки. Сигнал ACK/NACK указывается

посредством 1 бита и модулируется посредством двоичной фазовой модуляции (BPSK). Спектр модулированного сигнала ACK/NACK расширяется с использованием коэффициента расширения (SF) SF=2 или 4. Множество каналов PHICH, которые отображаются на тот же ресурс, составляет группу PHICH. Число каналов PHICH, мультиплексируемых для группы PHICH, определяется в зависимости от числа коэффициентов SF. PHICH (группа) повторяется три раза, чтобы получить выигрыш от разнесения в частотной области и/или во временной области.

[58] Физический канал управления нисходящей линии связи (PDCCH) назначается для первых  $n$  OFDM-символов субкадра. В этом случае,  $n$  является целым числом больше чем 1 и указывается посредством канала PCFICH. Канал управления PDCCH состоит из одного или более элементов канала управления (Control Channel Elements, CCE). Канал PDCCH информирует каждое UE или группу UE об информации, связанной с назначением ресурсов пейджингового канала (PCH) и нисходящего совместно используемого канала (DL-SCH), предоставления планирования восходящей линии связи, информации гибридного автоматического запроса на повторную передачу (HARQ) и т.д. Таким образом, станция eNB и UE передают и принимают данные, отличающиеся от индивидуальной информации управления или индивидуальных служебных данных, через канал PDSCH.

[59] Информация, указывающая для какого отдельного UE или нескольких единиц UE данные PDSCH должны передаваться, информация, указывающая как несколько единиц UE должны получить данные PDSCH, и информация, указывающая как несколько единиц UE должны выполнить декодирование, содержится в канале PDCCH. Например, предполагается, что конкретный канал PDCCH является CRC маскируемым каналом с помощью временного идентификатора радиосети (RNTI) "A", и информация "B" о данных, которые передаются с использованием радиоресурсов (например, расположение частоты), и информация "C" о транспортном формате (например, размер блока передачи, схема модуляции, информация кодирования, и т.д.), передается через конкретный субкадр. В этом случае, UE, размещаемое в ячейке, отслеживает канал PDCCH с использованием своей собственной информации RNTI. Если одна или более единиц UE, имеющих RNTI 'A', присутствуют, то единицы пользовательского оборудования (UE) принимают канал PDCCH и принимают канал PDSCH, указываемый посредством 'B' и 'C' через принятую информацию канала PDCCH.

[60] Фиг. 6 иллюстрирует структуру субкадра восходящей линии связи, используемого в системе LTE.

[61] Как показано на Фиг. 6, субкадр восходящей линии связи делится на область, в которую назначается канал PUSCH для передачи информации управления, и на область, в которую назначается канал PUSCH для передачи пользовательских данных. Канал PUSCH назначается в середине субкадра, тогда как канал PUSCH назначается на обоих концах области данных в частотной области. Информация управления, передаваемая по каналу PUSCH, включает в себя подтверждение ACK/NACK, индикатор CQI, представляющий состояние нисходящего канала связи, индикатор RI для системы MIMO (Много входов много выходов), запрос планирования (SR), указывающий запрос для назначения восходящих ресурсов, и т.д. Канал PUSCH пользовательского оборудования (UE) занимает один ресурсный блок (RB) на различной частоте в каждом слоте субкадра. То есть, два блока RB, назначены для канала PUSCH со скачком по частоте через границу слота. В частности, Фиг. 6 иллюстрирует пример, в котором каналы PUSCH для  $m=0$ ,  $m=1$ ,  $m=2$ , и  $m=3$  назначаются в субкадре.

[62] Система MIMO

[63] Далее, будет описана система ММО. Технология ММО относится к способу использования нескольких передающих антенн и нескольких приемных антенн для повышения эффективности передачи/приема данных. А именно, множество антенн используется на передающей стороне или приемной стороне системы беспроводной связи так, что пропускная способность может быть увеличена и характеристики могут быть улучшены. В этом описании технология ММО может также называться как 'много антенн'.

[64] Технология ММО не зависит от одного антенного пути для того, чтобы принять целое сообщение. Вместо этого, технология ММО собирает множество фрагментов данных, принимаемых через несколько антенн, объединяет фрагменты данных и формирует полные данные. Использование технологии ММО может повысить зону покрытия системы, а также повысить скорость передачи в пределах области ячейки конкретного размера или гарантирует конкретную скорость передачи данных. Технология ММО может широко использоваться в терминалах систем подвижной связи и узлах ретрансляции. Технология ММО может преодолеть ограничения передачи ограниченного количества данных в системе подвижной связи на основе одной антенны.

[65] Конфигурация общей системы связи ММО показана на Фиг. 7. Передающая сторона оборудована NT передающими (Tx) антеннами и приемная сторона оборудована NR приемными (Rx) антеннами. Если множество антенн используется, как на передающей стороне, так и на приемной стороне, то теоретическая пропускная способность передачи по каналу возрастает в отличие от случая, где только либо передающая сторона или приемная сторона использует множество антенн. Увеличение пропускной способности передачи по каналу пропорционально числу антенн, и таким образом достигается увеличение скорости передачи и частотной эффективности. Если максимальная скорость передачи с использованием одной антенны равна  $R_0$ , то скорость передачи с использованием многих антенн может быть теоретически увеличена произведением максимальной скорости передачи  $R_0$  на коэффициент  $R_i$  увеличения скорости передачи. Коэффициент  $R_i$  увеличения скорости передачи представлен следующим уравнением 1, где  $R_i$  принимает наименьшее значение из NT и NR.

[66] [Уравнение 1]

$$[67] R_i = \min(N_T, N_R)$$

[68] Например, система связи ММО с четырьмя передающими (Tx) антеннами и четырьмя приемными (Rx) антеннами может теоретически достигать четырехкратного увеличения в скорости передачи, по отношению к системе с одной антенной. Поскольку теоретическое увеличение пропускной способности системы ММО было проверено в середине 1990-х годов, многие технологии для существенного увеличения скорости передачи данных находились в процессе разработки. Некоторые из технологий были уже включены в различные стандарты беспроводных систем связи, например системы подвижной связи 3-го поколения (3G mobile communications) и локальные беспроводные сети (WLAN) следующего поколения.

[69] Активные исследования, проводящиеся до настоящего времени, относящиеся к технологии ММО, были сфокусированы на нескольких различных аспектах, включающих в себя исследования в области теории информации, относящиеся к вычислению пропускной способности систем связи ММО в средах различных каналов и в средах множественного доступа, исследования в области измерений беспроводных каналов и получения моделей систем ММО, и исследования в области технологий пространственно-временной обработки сигналов для улучшения надежности передачи

и скорости передачи.

[70] Чтобы описать способ передачи информации в системе MIMO подробно, математическая модель этой системы приводится ниже. Как показано на Фиг. 7, предполагается, что имеются NT Tx антенн и NR Rx антенн. В случае передачи сигнала, максимальное число передаваемых фрагментов информации составляет NT при условии, что NT Tx антенн используются так, что информация передачи (передающаяся информация) может быть представлена посредством вектора, представленного посредством следующего уравнения 2:

[71] [Уравнение 2]

$$[72] \mathbf{s} = [s_1, s_2, \dots, s_{N_T}]^T$$

[73] Кроме того, отдельные фрагменты  $s_1, s_2, \dots, s_{N_T}$  информации передачи могут иметь различные мощности передачи. В этом случае, если отдельные мощности передачи обозначаются посредством  $P_1, P_2, \dots, P_{N_T}$ , информация передачи, имеющая регулируемые уровни мощности передачи, может быть представлена посредством вектора, представленного следующим уравнением 3:

[74] [Уравнение 3]

$$[75] \hat{\mathbf{s}} = [\hat{s}_1, \hat{s}_2, \dots, \hat{s}_{N_T}]^T = [P_1 s_1, P_2 s_2, \dots, P_{N_T} s_{N_T}]^T$$

[76] Вектор  $\hat{\mathbf{s}}$  передачи с управлением мощностью информации передачи может быть выражен следующим образом, с использованием диагональной матрицы P мощности передачи:

[77] [Уравнение 4]

$$[78] \hat{\mathbf{s}} = \begin{bmatrix} P_1 & & & 0 \\ & P_2 & & \\ & & \ddots & \\ 0 & & & P_{N_T} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} s_1 \\ s_2 \\ \vdots \\ s_{N_T} \end{bmatrix} = \mathbf{P} \mathbf{s}$$

[79]

[80] NT передающихся сигналов  $x_1, x_2, \dots, x_{N_T}$ , предназначенных для фактической передачи, могут конфигурироваться посредством умножения вектора  $\hat{\mathbf{s}}$  управления мощностью передающейся информации на весовую матрицу W. В этом случае, упомянутая весовая матрица W адаптирована для соответствующего распределения информации передачи для отдельных антенн в соответствии с ситуациями канала передачи. Сигналы  $x_1, x_2, \dots, x_{N_T}$  могут быть представлены посредством следующего Уравнения 5 с использованием вектора X в Уравнении 5,  $w_{ij}$  относится к весовому коэффициенту между i-й Tx антенной и j-й информацией и W является весовой матрицей, которая может также называться как матрица предварительного кодирования.

[81] [Уравнение 5]

$$[82] \mathbf{X} = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_i \\ \vdots \\ x_{N_T} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} w_{11} & w_{12} & \cdots & w_{1N_T} \\ w_{21} & w_{22} & \cdots & w_{2N_T} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ w_{i1} & w_{i2} & \cdots & w_{iN_T} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ w_{N_T1} & w_{N_T2} & \cdots & w_{N_TN_T} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \hat{s}_1 \\ \hat{s}_2 \\ \vdots \\ \hat{s}_j \\ \vdots \\ \hat{s}_{N_T} \end{bmatrix} = \mathbf{W}\hat{\mathbf{s}} = \mathbf{W}\mathbf{P}\mathbf{s}$$

[83] Обычно, физический смысл ранга матрицы канала может представлять собой максимальное число различных фрагментов информации, которое может быть передано в данном канале. Соответственно, поскольку ранг матрицы канала определяется как наименьшее число из числа строк или столбцов, которые являются независимыми друг от друга, ранг матрицы не превышает число строк или столбцов. Ранг матрицы канала  $\mathbf{H}$ ,  $\text{rank}(\mathbf{H})$ , ограничивается следующим образом.

[84] [Уравнение 6]

$$[85] \text{rank}(\mathbf{H}) \leq \min(N_T, N_R)$$

[86] Каждая единица различной информации, передаваемой с использованием технологии ММО, определяется как 'поток передачи' или просто 'поток'. Упомянутый 'поток' может называться как 'уровень'. Число потоков передачи не превышает значение ранга канала, которое является максимальным числом различных фрагментов передаваемой информации. Соответственно, матрица  $\mathbf{H}$  канала может указываться посредством следующего Уравнения 7:

[87] [Уравнение 7]

$$[88] \# \text{ of streams} \leq \text{rank}(\mathbf{H}) \leq \min(N_T, N_R)$$

[89] где обозначение '# of streams' обозначает число потоков. Следует отметить, что один поток может передаваться через одну или более антенн.

[90] Могут быть различные способы, чтобы позволить одному или более потокам соответствовать многим антеннам. Эти способы могут быть описаны следующим образом в соответствии с типами технологии ММО. Случай, где один поток передается через много антенн может быть назван пространственным разнесением, и случай, где много потоков передаются через много антенн может быть назван пространственным мультиплексированием. Также возможно гибридное конфигурирование пространственного разнесения и пространственного мультиплексирования.

[91] Обратная связь CSI

[92] Теперь дается описание сообщения с отчетом об информации о состоянии канала (CSI). В текущем стандарте LTE, схема передачи ММО классифицируется на схему ММО с открытой петлей, которая работает без CSI, и схему ММО с замкнутой петлей, которая работает на основе CSI. В частности, в соответствии с системой ММО с замкнутой петлей, каждая станция eNB и пользовательское оборудование (UE) могут быть способны выполнить формирование лучей диаграммы направленности (beamforming) на основе информации CSI, чтобы получить выигрыш мультиплексирования ММО антенн. Чтобы получить информацию CSI от пользовательского оборудования (UE), станция eNB назначает канал PUSCH или канал PUSCH чтобы дать команду пользовательскому оборудованию (UE) передать по обратной связи информацию CSI для сигнала нисходящей линии связи.

[93] Информация CSI делится на три типа информации: индикатор ранга (RI), индикатор матрицы предварительного кодирования (PMI), и индикатор качества канала (CQI). Во-первых, RI представляет информацию о ранге канала, как описано выше, и указывает число потоков, которые могут быть приняты через один и тот же частотно-временной ресурс. Поскольку RI определяется по долговременному замиранию канала, RI может, как правило, передаваться по обратной связи при цикле более длинном, чем цикл для PMI или CQI.

[94] Во-вторых, индикатор PMI равен значению, отражающему пространственную характеристику канала, и указывает индекс матрицы предварительного кодирования станции eNB, предпочтительный для пользовательского оборудования (UE), на основании критерия отношения мощности сигнала к мощности помех плюс шум (SINR). Последнее, индикатор CQI является информацией, указывающей уровень мощности канала, и указывает прием критерия SINR, получаемого, когда станция eNB использует PMI.

[95] В усовершенствованной системе связи, такой как система LTE-A, дополнительно получается многопользовательское разнесение с использованием многих передающих антенн и многих приемных антенн для многих пользователей (Multi-User MIMO, MU-MIMO). Поскольку помехи между единицами UE, мультиплексируемыми в антенной области, существуют в схеме MU-MIMO, точность CSI может сильно подвергаться воздействию не только помех единицы UE, которая сообщила информацию CSI, но также помех других мультиплексируемых единиц UE. Поэтому, чтобы правильно выполнить работу схемы MU-MIMO, необходимо сообщить CSI, имеющую точность выше, чем точность схемы MIMO с одним пользователем (Single User-MIMO, SU-MIMO).

[96] Соответственно, стандарт LTE-A определил, что итоговый индикатор PMI должен отдельно разрабатываться в W1, который является индикатором PMI долговременной и/или широкополосной передачи, и W2, который является индикатором PMI кратковременной и/или субполосной передачи.

[97] Например, схема преобразования иерархической кодовой книги, конфигурирующей один итоговый индикатор PMI из числа W1 и W2, может использовать долговременную ковариационную матрицу канала как указано в Уравнении 8:

[98] [Уравнение 8]

$$[99] \mathbf{W} = \text{norm}(\mathbf{W1} \mathbf{W2})$$

[100] В Уравнении 8, матрица W2 индикатора PMI кратковременной передачи указывает кодовую комбинацию (словосочетание) кодовой книги, конфигурируемой для отражения информации канала кратковременной передачи, W обозначает кодовую комбинацию итоговой кодовой книги, и  $\text{norm}(\mathbf{A})$  указывает матрицу, в которой норма каждого столбца матрицы A нормирована к 1.

[101] Подробные конфигурации W1 и W2 показаны в Уравнении 9:

[102] [Уравнение 9]

[103]

$$\mathbf{W1}(i) = \begin{bmatrix} \mathbf{X}_i & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & \mathbf{X}_i \end{bmatrix}, \text{ где } \mathbf{X}_i \text{ это матрица размера } N_t/2 \text{ на } M$$



**$r$  столбцов**

$$\mathbf{W2}(j) = \begin{bmatrix} \mathbf{e}_M^k & \mathbf{e}_M^l & \mathbf{e}_M^m \\ \alpha_j \mathbf{e}_M^k & \beta_j \mathbf{e}_M^l & \dots \gamma_j \mathbf{e}_M^m \end{bmatrix}$$

(если  $\text{rank}=r$ ), где  $1 \leq k, l, m \leq M$  и числа  $k, l, m$  являются целыми числами.

[104] где  $N_t$  равно числу  $T_x$  антенн,  $M$  равно числу столбцов матрицы  $X_i$ , указывающим, что матрица  $X_i$  включает в себя всего  $M$  кандидатов векторов-столбцов.  $\mathbf{e}_M^k$ ,  $\mathbf{e}_M^l$ , и  $\mathbf{e}_M^m$  обозначают  $k$ -й,  $l$ -й и  $m$ -й векторы-столбцы матрицы  $X_i$ , в которой только  $k$ -й,  $l$ -й и  $m$ -й элементы среди  $M$  элементов не равны 0 при этом другие элементы равны 0, соответственно. Значения  $\alpha_j$ ,  $\beta_j$  и  $\gamma_j$  являются комплексными значениями, каждое из которых имеет единичную норму и указывает, что когда  $k$ -й,  $l$ -й, и  $m$ -й векторы-столбцы матрицы  $X_i$  выбраны, применяется ротация фазы для векторов-столбцов. При этом,  $i$  является целым числом, больше чем 0, обозначающим индекс индикатора PMI, указывающий  $W1$ , и  $j$  является целым числом, больше чем 0, обозначающим индекс индикатора PMI, указывающий  $W2$ .

[105] В Уравнении 9, конфигурации кодовой книги предназначены, чтобы отражать корреляционные свойства канала, генерируемые при использовании антенн с перекрестной поляризацией и когда пространство между антеннами является плотным, например, когда расстояние между смежными антеннами меньше чем половина длины волны сигнала. Антенны с перекрестной поляризацией могут классифицироваться на горизонтальную антенную группу и вертикальную антенную группу. Каждая антенная группа имеет характеристики однородной линейной решетки антенны (ULA) и упомянутые две группы являются расположенными совместно.

[106] Соответственно, корреляция между антеннами каждой группы имеет характеристики того же линейного приращения фазы и корреляция между группами антенн имеет характеристики вращения фазы. Следовательно, поскольку кодовая книга является значением, получаемым посредством квантования канала, необходимо разработать такую кодовую книгу, чтобы отражались характеристики канала. Для удобства описания, кодовое слово  $\text{rank}-1$ , генерируемое посредством упомянутых выше конфигураций, показано следующим образом:

[107] [Уравнение 10]

$$\mathbf{W1}(i) * \mathbf{W2}(j) = \begin{bmatrix} \mathbf{X}_i(k) \\ \alpha_j \mathbf{X}_i(k) \end{bmatrix}$$

[109] В Уравнении 10, кодовое слово выражается как вектор размерности  $N_T \times 1$  (где  $N_T$  равно количеству  $T_x$  антенн) и структурируется с помощью верхнего вектора  $\mathbf{X}_i(k)$  и нижнего вектора  $\alpha_j \mathbf{X}_i(k)$ , которые показывают характеристики корреляции горизонтальной антенной группы и вертикальной антенной группы, соответственно.  $\mathbf{X}_i(k)$  предпочтительно выражается как вектор, имеющий характеристики линейного приращения фазы посредством отражения характеристик корреляции между антеннами

каждой группы антенн и может быть матрицей DFT, как показательный пример.

[110] Как описано выше, информация CSI в системе LTE включает в себя, но не ограничивается этим, CQI, PMI, и RI. В соответствии с режимом передачи каждой единицы UE, передаются все или некоторые из информации CQI, PMI, и RI.

5 Периодическая передача информации CSI называется как периодическое сообщение с отчетом, а передача информации CSI по запросу станции eNB называется как аperiodическое сообщение с отчетом. При аperiodическом сообщении с отчетом, бит запроса, включаемый в информацию планирования восходящей линии связи, передаваемый посредством станции eNB, передается на пользовательское оборудование (UE). Затем, пользовательское оборудование (UE) передает информацию CSI с учетом собственного режима передачи на станцию eNB через восходящий канал данных (PUSCH) восходящей линии связи. При периодическом сообщении с отчетом, период информации CSI и смещение в период сообщается в единице субкадров, используя полустатическую схему, через сигнал более высокого уровня на каждую единицу UE. Пользовательское оборудование (UE) передает информацию CSI с учетом режима передачи на станцию eNB через канал управления восходящей линии связи (PUCCH). Если имеются восходящие данные в субкадре, в котором информация CSI передается, то информация CSI передается через восходящий канал данных (PUSCH) вместе с данными восходящей линии связи. Станция eNB передает информацию синхронизации передачи, подходящую для каждой единицы UE, для пользовательского оборудования (UE) с учетом состояния канала каждой единицы UE и ситуации распределения UE в ячейке. Упомянутая информация синхронизации передачи включает в себя период и смещение, необходимые для передачи информации CSI, и может передаваться для каждого UE через сообщение RRC.

25 [111] Фигуры с 8 по 11 иллюстрируют периодическое сообщение с отчетом информации CSI в системе LTE.

[112] Как показано на Фиг. 8, имеется четыре CQI режима сообщения с отчетом в системе LTE. В частности, CQI режимы сообщения с отчетом могут разделяться на режимы CQI широкополосной передачи (WideBand, WB) и режимы CQI субполосной передачи (SubBand, SB) в соответствии с типом обратной связи CQI. Упомянутые CQI режимы сообщения с отчетом могут также разделяться на режимы без PMI и режимы с одним PMI в зависимости от того, PMI передается или нет. Каждой единице UE предоставляется информация, в которой содержится период и смещение, через RRC сигнализацию, чтобы периодически сообщать информацию CQI.

35 [113] Фиг. 9 иллюстрирует пример передачи информации CSI, когда UE принимает информацию, указывающую {период '5' и смещение '1'}, через сигнализацию. Как показано на Фиг. 9, после приема информации, указывающей период '5' и смещение '1', пользовательское оборудование (UE) передает CSI в блоке 5 субкадров со смещением одного субкадра в порядке возрастания индекса субкадра, считаемом от 0, начиная от первого субкадра. Хотя информация CSI передается в основном через канал PUCCH, но, если канал PUSCH для передачи данных присутствует в той же точке времени передачи, то информация CSI передается через канал PUSCH вместе с данными. Индекс субкадра дается как сочетание системного номера кадра (или индекса радиокadra)  $nf$  и индекса слота  $ns$  (от 0 до 19). Поскольку один субкадр включает в себя два слота, индекс субкадра может определяться как  $10 \times nf + \text{floor}(ns/2)$  при этом «floor()» указывает функцию «floor».

[114] Типы передачи индикатора CQI включают в себя тип передачи только индикатора WB CQI (широкополосной передачи) и тип передачи обоих индикаторов

WB CQI и SB CQI. В типе передачи только индикатора WB CQI, информация о индикаторе CQI для всех полос передается в субкадрах, соответствующих каждому периоду передачи индикатора CQI. Кроме того, в том случае, в котором информация индикатора PMI должна передаваться в соответствии с типом обратной связи PMI, как показано на Фиг. 8, информация индикатора PMI передается вместе с информацией индикатора CQI. В типе передачи обоих индикаторов WB CQI и SB CQI, индикаторы WB CQI и SB CQI передаются поочередно.

[115] На Фиг. 10 показана система, в которой системная ширина полосы пропускания состоит из 16 блоков RB. Предполагается, что системная ширина полосы пропускания включает в себя две части ширины полосы пропускания (BP) - BP0 и BP1, каждая из которых состоит из двух субполос (SubBands, SB) SB0 и SB1 и каждая SB включает в себя 4 блока RB. Упомянутое выше предположение является примером и число частей BP и размер каждой SB может изменяться с изменением размера системной ширины полосы пропускания. Число субполос (SB) составляющих каждую часть BP может отличаться в соответствии с числом блоков RB, числом частей BP и размером каждой SB.

[116] В типе передачи CQI при передаче обоих индикаторов WB CQI и SB CQI, индикатор WB CQI передается в первом субкадре передачи CQI и индикатор SB CQI лучшего SB состояния SB0 и SB1 в BP0 передается в следующем субкадре передачи CQI вместе с индексом соответствующей субполосы SB (например, индикатор выбора субполосы (индикатор SSI)). После этого, индикатор SB CQI лучшего SB состояния SB0 и SB1 в BP1 и индекс соответствующей SB передаются в следующем субкадре передачи CQI. Таким образом, индикатор CQI каждой части BP последовательно передается после передачи индикатора WB CQI. Индикатор CQI каждой части BP может последовательно передаваться от одного до четырех раз в течение интервала между интервалами передачи двух индикаторов WB CQI. Например, если индикатор CQI каждой BP передается один раз в течение временного интервала между двумя индикаторами WB CQI, то индикаторы CQI могут передаваться в следующем порядке

**WB CQI  $\Rightarrow$  BP0 CQI  $\Rightarrow$  BP1 CQI  $\Rightarrow$  WB CQI.** Если CQI каждой BP передается четыре раза в течении временного интервала между двумя индикаторами WB CQI, то индикаторы CQI могут передаваться в следующем порядке

**WB CQI  $\Rightarrow$  BP0 CQI  $\Rightarrow$  BP1 CQI  $\Rightarrow$  BP0**

**CQI  $\Rightarrow$  BP1 CQI  $\Rightarrow$  BP0 CQI  $\Rightarrow$  BP1 CQI  $\Rightarrow$  BP0 CQI  $\Rightarrow$  BP1 CQI  $\Rightarrow$  WB CQI.**

Информация о том, сколько раз каждый индикатор BP CQI передается, сообщается более высоким уровнем (уровнем RRC).

[117] На Фиг. 11(a) показан пример передачи через сигнализацию обоих WB CQI и SB CQI когда UE принимает информацию, указывающую {период '5' и смещение '1'}. Как показано на Фиг. 11(a), индикатор CQI может передаваться только в субкадрах, соответствующих сообщенному периоду и смещению независимо от типа.

[118] На Фиг. 11(b) показан пример передачи сигналов RI в дополнение к примеру, показанному на Фиг. 11(a). Информация RI может быть сообщена как сочетание кратного из периода передачи WB CQI и смещения в течение периода передачи, из верхнего уровня (например, уровня RRC). Смещение информации RI сообщается с использованием значения относительно смещения индикатора CQI. Например, если смещение индикатора CQI равно '1' и смещение RI равно '0', то RI имеет то же смещение, что индикатор CQI. Значение смещения RI определяется как 0 или отрицательное число. Более конкретно, на Фиг. 11(b) предполагается, что в среде, идентичной среде Фиг. 11

(а), период передачи RI является кратным 1 периода передачи WB CQI и RI смещение равно '-1'. Поскольку период передачи RS является кратным 1 периода передачи WB CQI, период передачи RS и период передачи WB CQI по существу одинаковы. Поскольку смещение RI составляет '-1', информация RI передается на основе значения '-1' (т.е. индекс 0 субкадра) относительно смещения T индикатора CQI на Фиг. 11(а). Если смещение RI составляет '0', то передачи субкадров WB CQI и RI перекрываются. В этом случае, индикатор WB CQI игнорируется и передается индикатор RI.

[119] На Фиг. 12 показана схема, иллюстрирующая периодическое сообщение информации о состоянии канала, рассматриваемое в системе LTE-A. Когда станция eNB имеет 8 передающих антенн, в случае режима 2-1, параметр индикации типа предварительного кодирования (precoder type indication, PTI), как индикатор из 1 бита, может устанавливаться, и периодический режим сообщения данных, подразделяемый на два типа, может рассматриваться в соответствии со значением PTI, как показано на Фиг. 12. На рисунке, W1 и W2 указывают иерархическую кодовую книгу, описываемую на основании Уравнений 8 и 9, представленных выше. Когда обе матрицы W1 и W2 определены, W1 и W2 объединяются для определения полной формы матрицы предварительного кодирования W.

[120] Как показано на Фиг. 12, в случае периодического сообщения с отчетом, различные элементы информации, соответствующие Отчету 1, Отчету 2 и Отчету 3 сообщаются с различными периодичностями повторения. Отчет 1 сообщает RI и PTI значение из 1 бита. Отчет 2 сообщает широкополосную матрицу W1 широкополосной передачи (WB) (в случае PTI=0) или WB W2 и WB CQI (в случае PTI=1). Отчет 3 сообщает WB W2 и WB CQI (в случае PTI=0) или субполосную (SB) W2 и SB CQI (в случае PTI=1).

[121] В Отчете 2 и Отчете 3, индекс субкадра передается в субкадре (для удобства, называемом как первый набор субкадра), который удовлетворяет значению  $(10 \cdot n_f + \text{floor}(n_s/2) - N \text{ смещение}, \text{CQI}) \bmod (N_c) = 0$ . N смещение CQI соответствует значению смещения для передачи PMI/CQI иллюстрируемой на Фиг. 9. В дополнение, Nc указывает интервал субкадра между смежными Отчетом 2 или Отчетом 3. На Фиг. 12 показан случай N смещения, CQI=1 и Nc=2, при этом первый набор субкадра конфигурируется с использованием субкадров с нечетным индексом. Значение  $n_f$  указывает системный номер кадра (или индекс радиокadra), и значение  $n_s$  указывает индекс слота в радиокadre. Функция floor() указывает функцию округления вниз и mod B указывает остаток, полученный путем деления A на B.

[122] Отчет 2 размещается на некоторых субкадрах в первом наборе субкадра, и Отчет 3 размещается на оставшихся субкадрах. Более подробно, Отчет 2 размещается на субкадре, в котором индекс субкадра удовлетворяет  $(10 \cdot n_f + \text{floor}(n_s/2) - N \text{ смещение}, \text{CQI}) \bmod (N \cdot N_c) = 0$ . Соответственно, Отчет 2 передается каждый интервал  $N \cdot N_c$ , и передача Отчета 3 заполняется в один или более первых субкадров между смежным Отчетом 2. В случае PTI=0,  $N=M$  и M определяется через сигнализацию верхнего уровня. Фиг. 12 иллюстрирует случай M=2. Когда PTI=1,  $N=J \cdot K+1$ , K определяется через сигнализацию верхнего уровня, и J является числом частей ширины полосы пропускания (BP). Фиг. 12 иллюстрирует случай J=3 и K=1.

[123] Отчет 1 передается в субкадре, в котором индекс субкадра удовлетворяет  $(10 \cdot n_f + \text{floor}(n_s/2) - N \text{ смещение}, \text{CQI} - N \text{ смещение}, \text{RI}) \bmod (M \cdot (J \cdot K + 1) \cdot N_c) = 0$ , и MRI определяется через сигнализацию верхнего уровня. N смещение, RI указывает относительное значение смещения для информации RI, и Фиг. 12 иллюстрирует случай MRI=2 и N смещение, RI=-1. В соответствии с N смещением, RI=-1, точки времени

передачи Отчета 1 и Отчета 2 не перекрываются друг с другом. Когда UE вычисляет RI, W1, и W2, RI, W1, и W2 связаны между собой и вычисляются. Например, W1 и W2 вычисляются в соответствии с RI, и W2 вычисляется в соответствии с W1. Когда оба отчета Отчет 2 и Отчет 3 передаются после Отчета 1, станция eNB может знать итоговую матрицу W из матриц W1 и W2.

[124] На Фиг. 13 показана схема, иллюстрирующая обратную связь CSI в субрежиме 1 режима 1-1 на Фиг. 8.

[125] Когда режим 1-1 обратной связи по каналу PUSCH использует двойную кодовую книгу, присутствуют субрежим 1 и субрежим 2. На Фиг. 13 показан субрежим 1. Широкополосная W2 и широкополосная CQI устанавливаются на смещение 1 и периодичность 2 и RI и W1 устанавливаются на смещение 0 и периодичность 16.

[126] В случае 8Tx кодовой книги, как показано ниже в Таблице 1, RI и W1 подвергаются совместному кодированию в 5 бит, при этом в этом случае, и W1 подвергается субдискретизации как показано ниже в Таблице 1 для того, чтобы уменьшить размеры значений полезной нагрузки RI и W1, чтобы сообщать информацию с более низкой скоростью кодирования. Поскольку RI обозначается при помощи остальных PMI и CQI, кодирование должно выполняться с низкой скоростью кодирования для того, чтобы предотвратить возникновение ошибки декодирования в RI.

[127] [Таблица 1]

| гипотезы | RI              | значения             |
|----------|-----------------|----------------------|
| 0-7      | 1               | {0,2,4,6,8,10,12,14} |
| 8-15     | 2               | {0,2,4,6,8,10,12,14} |
| 16-17    | 3               | {0,2}                |
| 18-19    | 4               | {0,2}                |
| 20-21    | 5               | {0,2}                |
| 22-23    | 6               | {0,2}                |
| 24-25    | 7               | {0,2}                |
| 26       | 8               | {0}                  |
| 27-31    | зарезервировано | не доступно          |

[128] На Фиг. 14 показана схема, иллюстрирующая обратную связь CSI в субрежиме 2 режима 1-1 на Фиг. 8.

[129] Как описано выше, когда режим 1-1 обратной связи по каналу PUSCH использует структуру двойной кодовой книги, присутствуют субрежим 1 и субрежим 2. На Фиг. 14 показан пример субрежима 2. Матрицы W1/W2 для широкополосной передачи и CQI широкополосной передачи устанавливаются со смещением 1 и периодичностью 2. Индикатор RI устанавливается со смещением 0 и периодичностью 16.

[130] Информация CSI передается на станцию eNB через PUSCH формата 2. То есть, информация CSI может передаваться в 11 битах, как размер полезной нагрузки PUSCH формата 2. Соответственно, кодовая книга требует субдискретизации так, чтобы полезная нагрузка типа 2 с не превышала в целом 11 бит. С этой целью, в 8Tx кодовой

книге, W1 и W2 подвергаются субдискретизации для отчета типа 2 с, как показано в Таблице 2 ниже.

**[131] [Таблица 2]**

| RI | PMI для W1 |                              | PMI для W2 |                            | всего |
|----|------------|------------------------------|------------|----------------------------|-------|
|    | #бит       | значения                     | #бит       | значения                   | #бит  |
| 1  | 3          | {0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14}, | 1          | {0, 2}                     | 4     |
| 2  | 3          | {0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14}  | 1          | {0, 1}                     | 4     |
| 3  | 1          | {0, 2}                       | 3          | {0, 1, 2, 3, 8, 9, 10, 11} | 4     |
| 4  | 1          | {0, 1}                       | 3          | {0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7}   | 4     |
| 5  | 2          | {0, 1, 2, 3}                 | 0          | {0}                        | 2     |
| 6  | 2          | {0, 1, 2, 3}                 | 0          | {0}                        | 2     |
| 7  | 2          | {0, 1, 2, 3}                 | 0          | {0}                        | 2     |
| 8  | 0          | {0}                          | 0          | {0}                        | 0     |

[132] 8Tx W1 для ранга 1 и 8Tx W1 для ранга 2 являются одними и теми же. В дополнение, i-й PMI и (i+1)-й PMI матрицы W1 совместно используют два перекрывающихся вектора DFT. Как таковые, два вектора DFT могут перекрываться между смежными индикаторами PMI, таким образом более точно передавая по обратной связи информацию о канале. Однако, из-за ограниченного ресурса PUSCH, индикатор PMI четных W1 может ограничиваться четным номером и подвергаться субдискретизации как показано в Таблице 2 выше. Перекрывающиеся векторы DFT между четными индикаторами PMI отсутствуют, но пользовательское оборудование (UE) может представить всего 32 вектора DFT, используя подвергаемую субдискретизации W1, таким образом, минимизируя ухудшение характеристик.

[133] На Фиг. 15 показана схема, иллюстрирующая обратную связь CSI в режиме 2-1 на Фиг. 8.

[134] Когда режим 2-1 обратной связи PUSCH использует структуру двойной кодовой книги, два способа определяются в соответствии со значением PTI. На Фиг. 15(a) показан случай, в котором индикатор PTI равен 0, и на Фиг. 15(b) показан случай, в котором PTI равен 1. Как показано на Фиг. 15(a), W1 широкополосной передачи сообщается с периодичностью 8 субкадров в ресурсе обратной связи PUSCH со смещением 1 и периодичностью 2, и W2 широкополосной передачи и CQI сообщаются в оставшемся ресурсе. RI и PTI устанавливаются с периодичностью 16 и смещением 0. На Фиг. 15(b), когда PTI устанавливается на 1, сообщаются W2 субполосной передачи и CQI субполосной передачи и L-битная информация, указывающая индекс субполосы.

[135] На Фиг. 15(b), в типе 1a отчета, в котором W2 субполосной передачи и CQI субполосной передачи и L-битная информация, указывающая индекс субполосы, сообщаются вместе, 8Tx кодовая книга W2 подвергается субдискретизации как показано на Таблице 3 ниже. Информация в 11 битах, как размер полезной нагрузки PUSCH формата 2, может передаваться через субдискретизацию. В Таблице 2, W2 кодовое слово ранга 2 сообщает только 0, 2, 4 и 6. Эти значения выполняют функцию выбора одного луча из группы лучей, составляющих W1, для общей итоговой кодовой книги. Например, когда W1 конфигурируется в соответствии со следующим уравнением 11, то, если выбирается кодовое слово (кодовая комбинация) 0 из W2, итоговая кодовая

книга  $W$  определяется как  $W = \begin{bmatrix} w_{11} & w_{11} \\ w_{11} & -w_{11} \end{bmatrix}$ , используя только  $w_{11}$ . В Уравнении 11

ниже,  $w_{11}$ ,  $w_{12}$ ,  $w_{13}$ , и  $w_{14}$  указывают вектор-столбец размерности  $4 \times 1$ .

[136] [Уравнение 11]

$$W1 = \begin{bmatrix} [w_{11} \ w_{12} \ w_{13} \ w_{14}] & 0 \\ 0 & [w_{11} \ w_{12} \ w_{13} \ w_{14}] \end{bmatrix}$$

[137] Подобным образом, когда выбирается кодовое слово 2 из  $W2$ , итоговая кодовая книга  $W$  определяется, используя только  $w_{12}$ , когда выбирается кодовое слово 4 из  $W2$ , итоговая кодовая книга  $W$  определяется, используя только  $w_{13}$ , и когда выбирается кодовое слово 6 из  $W2$ , итоговая кодовая книга  $W$  определяется, используя только  $w_{14}$ .

[138] Таблица 3 ниже изображает субдискретизацию кодовой книги в режиме 2-1 PUSCH. Обозначение  $\bmod$  указывает операцию по модулю.

[139] [Таблица 3]

| RI | Соотношение между значением второго PMI и индексом $i_2$ кодовой книги |   |
|----|--|---|
|    | Значение второго PMI   | Индекс $i_2$ кодовой книги                                      |
|    | $I_{PMI2}$   |   |
| 1  | 0-15   | $I_{PMI2}$  |
| 2  | 0-3  | $2I_{PMI2}$   |
| 3  | 0-3  | $8 \cdot \lfloor I_{PMI2} / 2 \rfloor + (I_{PMI2} \bmod 2) + 2$ |
| 4  | 0-3  | $2I_{PMI2}$   |
| 5  | 0  | 0   |
| 6  | 0  | 0   |
| 7  | 0  | 0   |
| 8  | 0  | 0   |

[140] Тип сообщения CSI может устанавливаться как один из различных типов. Например, теперь будет описан тип сообщения CSI, определенный в версии 10 стандарта LTE. Тип 1 сообщения отчета поддерживает обратную связь по CQI для выбора субполос UE. Тип 1a сообщения отчета поддерживает обратную связь по CQI субполосной передачи и второму PMI. Тип 2, Тип 2b, и Тип 2с сообщения отчета поддерживают обратную связь по CQI широкополосной передачи и PMI. Тип 2a сообщения отчета поддерживает обратную связь по PMI широкополосной передачи. Тип 3 сообщения отчета поддерживает обратную связь по RI. Тип 4 сообщения отчета поддерживает обратную связь по CQI широкополосной передачи. Тип 5 сообщения отчета поддерживает обратную связь по RI и PMI широкополосной передачи. Тип 6 reporting поддерживает обратную связь по RI и по PTI.

[141] 4Tx кодовая книга

[142] 4Tx кодовая книга может быть представлена посредством умножения двух

матриц следующим образом.

[143] [Уравнение 12]

$$\mathbf{W} = \mathbf{W}_1 \cdot \mathbf{W}_2$$

[144] Здесь, внутренний предварительный кодер  $w_1$  и внешний предварительный кодер  $w_2$  могут представлять свойства канала широкополосной передачи / долговременной передачи и свойства канала, субполосной передачи / кратковременной передачи соответственно. Матрица  $w_1$  может задаваться следующим образом.

[145] [Уравнение 13]

$$\mathbf{W}_1 = \begin{bmatrix} \mathbf{X}_n & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & \mathbf{X}_n \end{bmatrix}, \quad n = 0, 1, \dots, 15$$

[146] Здесь,  $\mathbf{X}_n$  может задаваться следующим образом.

[147] [Уравнение 53]

$$\mathbf{X}_n = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ q_1^n & q_1^{n+8} & q_1^{n+16} & q_1^{n+24} \end{bmatrix} \quad \text{где } q_1 = e^{j2\pi/32}$$

[148] Кодовая книга  $w_2$  для ранга 1 может задаваться следующим образом.

[149] [Уравнение 14]

$$\mathbf{W}_{2,n} \in \left\{ \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} \mathbf{Y} \\ \alpha(i)\mathbf{Y} \end{bmatrix}, \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} \mathbf{Y} \\ j\alpha(i)\mathbf{Y} \end{bmatrix}, \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} \mathbf{Y} \\ -\alpha(i)\mathbf{Y} \end{bmatrix}, \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} \mathbf{Y} \\ -j\alpha(i)\mathbf{Y} \end{bmatrix} \right\}$$

$$\mathbf{Y} = \mathbf{e}_i \in \{\mathbf{e}_1, \mathbf{e}_2, \mathbf{e}_3, \mathbf{e}_4\} \text{ и } \alpha(i) = q_1^{2(i-1)}$$

[150] Кодовая книга  $w_2$  для ранга 2 может задаваться следующим образом.

[151] [Уравнение 15]

$$\mathbf{W}_{2,n} \in \left\{ \frac{1}{2} \begin{bmatrix} \mathbf{Y}_1 & \mathbf{Y}_2 \\ \mathbf{Y}_1 & -\mathbf{Y}_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{2} \begin{bmatrix} \mathbf{Y}_1 & \mathbf{Y}_2 \\ j\mathbf{Y}_1 & -j\mathbf{Y}_2 \end{bmatrix} \right\} >$$

$$(\mathbf{Y}_1, \mathbf{Y}_2) = (\mathbf{e}_i, \mathbf{e}_k) \in \{(\mathbf{e}_1, \mathbf{e}_1), (\mathbf{e}_2, \mathbf{e}_2), (\mathbf{e}_3, \mathbf{e}_3), (\mathbf{e}_4, \mathbf{e}_4), (\mathbf{e}_1, \mathbf{e}_2), (\mathbf{e}_2, \mathbf{e}_3), (\mathbf{e}_1, \mathbf{e}_4), (\mathbf{e}_2, \mathbf{e}_4)\}$$

[152] Здесь,  $\mathbf{e}_n$  является вектором выбора из 4 элементов со всеми нулевыми значениями кроме  $n$ -го элемента со значением 1.

[153] В Уравнении 14, матрица  $\mathbf{W}_2$  конфигурируется посредством вертикального объединения двух векторов  $\mathbf{Y}$ , и нижние  $\mathbf{Y}$  векторы умножаются на одно из значений из следующих: 1, -1,  $j$ , и  $-j$ , чтобы компенсировать поворот фазы между группой горизонтальных лучей и группой вертикальных лучей в антенне с Х-поляризацией. Обычно, значения 1, -1,  $j$ , и  $-j$  называются совместным векторным коэффициентом.

Аналогично, в Уравнении 15, (1, -1) и ( $j$ ,  $-j$ ) рассматриваются как совместный векторный коэффициент.

[154] Далее, индекс матрицы  $\mathbf{W}_1$  определяется как  $i1$ , и  $i1$  является таким же, как индекс  $n$  матрицы  $\mathbf{W}_1$  в упомянутом выше уравнении 4Tx кодовой книги.



[155] Индекс матрицы W2 определяется как показано в следующей таблице.

**[156] [Таблица 4]**

| Индекс W2 | W2 для ранга 1  | W2 для ранга 2  |
|-----------|---|---|
| 0         | $\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} \mathbf{e}_1 \\ q_1^0 \mathbf{e}_1 \end{bmatrix}$   | $\frac{1}{2} \begin{bmatrix} \mathbf{e}_1 & \mathbf{e}_1 \\ \mathbf{e}_1 & -\mathbf{e}_1 \end{bmatrix}$   |
| 1         | $\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} \mathbf{e}_1 \\ jq_1^0 \mathbf{e}_1 \end{bmatrix}$  | $\frac{1}{2} \begin{bmatrix} \mathbf{e}_1 & \mathbf{e}_1 \\ j\mathbf{e}_1 & -j\mathbf{e}_1 \end{bmatrix}$ |
| 2         | $\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} \mathbf{e}_1 \\ -q_1^0 \mathbf{e}_1 \end{bmatrix}$  | $\frac{1}{2} \begin{bmatrix} \mathbf{e}_2 & \mathbf{e}_2 \\ \mathbf{e}_2 & -\mathbf{e}_2 \end{bmatrix}$   |
| 3         | $\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} \mathbf{e}_1 \\ -jq_1^0 \mathbf{e}_1 \end{bmatrix}$ | $\frac{1}{2} \begin{bmatrix} \mathbf{e}_2 & \mathbf{e}_2 \\ j\mathbf{e}_2 & -j\mathbf{e}_2 \end{bmatrix}$ |
| 4         | $\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} \mathbf{e}_2 \\ q_1^2 \mathbf{e}_2 \end{bmatrix}$   | $\frac{1}{2} \begin{bmatrix} \mathbf{e}_3 & \mathbf{e}_3 \\ \mathbf{e}_3 & -\mathbf{e}_3 \end{bmatrix}$   |
| 5         | $\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} \mathbf{e}_2 \\ jq_1^2 \mathbf{e}_2 \end{bmatrix}$  | $\frac{1}{2} \begin{bmatrix} \mathbf{e}_3 & \mathbf{e}_3 \\ j\mathbf{e}_3 & -j\mathbf{e}_3 \end{bmatrix}$ |
| 6         | $\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} \mathbf{e}_2 \\ -q_1^2 \mathbf{e}_2 \end{bmatrix}$  | $\frac{1}{2} \begin{bmatrix} \mathbf{e}_4 & \mathbf{e}_4 \\ \mathbf{e}_4 & -\mathbf{e}_4 \end{bmatrix}$   |

|    |   |   |
|----|---|---|
| 7  | $\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} \mathbf{e}_2 \\ -jq_1^2 \mathbf{e}_2 \end{bmatrix}$ | $\frac{1}{2} \begin{bmatrix} \mathbf{e}_4 & \mathbf{e}_4 \\ j\mathbf{e}_4 & -j\mathbf{e}_4 \end{bmatrix}$ |
| 8  | $\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} \mathbf{e}_3 \\ q_1^4 \mathbf{e}_3 \end{bmatrix}$   | $\frac{1}{2} \begin{bmatrix} \mathbf{e}_1 & \mathbf{e}_2 \\ \mathbf{e}_1 & -\mathbf{e}_2 \end{bmatrix}$   |
| 9  | $\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} \mathbf{e}_3 \\ jq_1^4 \mathbf{e}_3 \end{bmatrix}$  | $\frac{1}{2} \begin{bmatrix} \mathbf{e}_1 & \mathbf{e}_2 \\ j\mathbf{e}_1 & -j\mathbf{e}_2 \end{bmatrix}$ |
| 10 | $\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} \mathbf{e}_3 \\ -q_1^4 \mathbf{e}_3 \end{bmatrix}$  | $\frac{1}{2} \begin{bmatrix} \mathbf{e}_2 & \mathbf{e}_3 \\ \mathbf{e}_2 & -\mathbf{e}_3 \end{bmatrix}$   |
| 11 | $\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} \mathbf{e}_3 \\ -jq_1^4 \mathbf{e}_3 \end{bmatrix}$ | $\frac{1}{2} \begin{bmatrix} \mathbf{e}_2 & \mathbf{e}_3 \\ j\mathbf{e}_2 & -j\mathbf{e}_3 \end{bmatrix}$ |
| 12 | $\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} \mathbf{e}_4 \\ q_1^6 \mathbf{e}_4 \end{bmatrix}$   | $\frac{1}{2} \begin{bmatrix} \mathbf{e}_1 & \mathbf{e}_4 \\ \mathbf{e}_1 & -\mathbf{e}_4 \end{bmatrix}$   |
| 13 | $\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} \mathbf{e}_4 \\ jq_1^6 \mathbf{e}_4 \end{bmatrix}$  | $\frac{1}{2} \begin{bmatrix} \mathbf{e}_1 & \mathbf{e}_4 \\ j\mathbf{e}_1 & -j\mathbf{e}_4 \end{bmatrix}$ |
| 14 | $\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} \mathbf{e}_4 \\ -q_1^6 \mathbf{e}_4 \end{bmatrix}$  | $\frac{1}{2} \begin{bmatrix} \mathbf{e}_2 & \mathbf{e}_4 \\ \mathbf{e}_2 & -\mathbf{e}_4 \end{bmatrix}$   |
| 15 | $\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} \mathbf{e}_4 \\ -jq_1^6 \mathbf{e}_4 \end{bmatrix}$ | $\frac{1}{2} \begin{bmatrix} \mathbf{e}_2 & \mathbf{e}_4 \\ j\mathbf{e}_2 & -j\mathbf{e}_4 \end{bmatrix}$ |

[157] Первый пример осуществления изобретения

[158] Первый пример осуществления настоящего изобретения относится к способу субдискретизации кодовой книги в субрежиме 1 режима 1-1 обратной связи канала PUSCH.

[159] В соответствии с первым вариантом осуществления настоящего изобретения способ совместного кодирования индикатора RI и субдискретизированной матрицы W1 в типе 5 отчета может применяться как показано ниже в Таблице 5. Всего 17 условий (гипотез в таблицах) присутствуют и таким образом могут быть представлены в 5 битах, и индекс RI и W1 для каждой гипотезы показан ниже в Таблице 5. Например, 0-я гипотеза относится к RI=1 и индексу 0 матрицы W1 и первая гипотеза относится к RI=1 и индексу 1 матрицы W1. W1 кодовая книга для рангов 3 и 4 является единичной матрицей, и таким образом отдельное сообщение для W1 не требуется. В таблице 5 ниже, случай, в котором RI равен 2 может быть представлен посредством значения, получаемого путем вычитания 8 из гипотезы.

[160] [Таблица 5]

| гипотезы | RI | Индекс W1                                       |
|----------|----|---|
| 0-7      | 1  | {0,1,2,3,4,5,6,7}                               |
| 8-15     | 2  | {0,1,2,3,4,5,6,7}                               |
| 16       | 3  | Отсутствует (W1 является<br>единичной матрицей) |
| 17       | 4  |   |

[161] Подобно 8Тх кодовой книге матрицы W1, 4Тх кодовая книга матрицы W1, предложенная в Уравнении 13, имеет несколько перекрывающихся значений. Например, сравним 0-е кодовое слово матрицы W1 и 8-е кодовое слово матрицы W1, Xn каждого кодового слова конфигурируется с помощью одного и того же набора векторов.

Например, Xn 0-го кодового слова матрицы W1 равно  $\mathbf{X}_0 = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ q_1^0 & q_1^8 & q_1^{16} & q_1^{24} \end{bmatrix}$  и Xn

8-го кодового слова матрицы W1 равно  $\mathbf{X}_8 = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ q_1^8 & q_1^{16} & q_1^{24} & q_1^0 \end{bmatrix}$ , и таким образом

видно, что Xn каждого кодового слова конфигурируется с помощью того же вектора-столбца. Эта особенность является такой же как в случае i-го кодового слова матрицы W1 и (i+8)-го кодового слова матрицы W1. Соответственно, когда W1 подвергается субдискретизации в 3 бита, то будет эффективным удалить перекрывающуюся W1. В способе субдискретизации Таблицы 5 только кодовые слова от 0 до 7 подвергаются субдискретизации, чтобы не было перекрытия W1 с учетом этой особенности.

[162] Возможно выполнить субдискретизацию, используя только кодовые слова с 8-го по 15-е вместо кодовых слов с 0-го по 7-е. В таблице 5 используется этот же принцип. Поскольку используется тот же принцип субдискретизации, то отличается только индекс, но характеристики кодовой книги не изменяются.

[163] В качестве другого способа, 4-битная полезная нагрузка может передаваться в типе 5 отчета с тем, чтобы повысить вероятность правильного декодирования на приеме. В этом случае, способ совместного кодирования RI и субдискретизированной матрицы W1 может применяться для Таблицы 6 см. ниже. Всего 9 гипотез присутствуют и, таким образом, могут быть представлены в 4 битах, при этом индекс RI и W1 для каждой гипотезы показан в Таблице 6 ниже. Например, 0-я гипотеза относится к RI=1 и W1 с индексом 0 и первая гипотеза относится к RI=1 и W1 с индексом 2. W1 кодовая книга для рангов 3 и 4 является единичной матрицей, и таким образом отдельная сигнализация для W1 не требуется.

[164] [Таблица 6]

| гипотезы | RI | Индекс W1                |
|----------|----|--------------------------|
| 0-3      | 1  | {0,2,4,6}                |
| 4-7      | 2  | {0,2,4,6}                |
| 8        | 3  | Отсутствует (W1 является |
| 9        | 4  | единичной матрицей)      |

[165] Способ субдискретизации по Таблице 6 может описываться в терминах двух этапов. Сначала, подобно таблице 5, удаляются перекрывающиеся кодовые слова матрицы W1. Затем выполняется субдискретизация, чтобы распределить с равным интервалом значения, включаемые во второй ряд  $X_n$ , из оставшихся значений {0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7},

в  $(q_1)^k = e^{j2\pi k/32}$ , где  $k=0, 1, 2, \dots, 31$ . Как таковая, субдискретизация выполняется

для распределения значений с равным интервалом в  $(q_1)^k$ , предотвращая таким образом лучи W1 от концентрации в конкретном направлении на пространстве кодовой книги. Соответственно, ухудшение характеристик кодовой книги вызываемое субдискретизацией, можно уменьшить.

[166] Возможно выполнить субдискретизацию, используя только кодовое слово {1, 3, 5, 7} вместо кодового слова {0, 2, 4, 6}. В таблице 6 используется тот же принцип. Поскольку используется тот же принцип субдискретизации, то отличается только индекс, но характеристики кодовой книги не изменяются.

[167] В таблице 5, W1 индексы при рангах 1 и 2 являются теми же. Подобным образом, в таблице 6, W1 индексы при рангах 1 и 2 являются теми же. В дополнение, способы субдискретизации в Таблице 5 и в Таблице 6 могут смешиваться и конфигурироваться. Например, W1 ранга 1 может использовать значения Таблицы 5 и W1 ранга 2 может использовать значения Таблицы 6. В этом случае, ранги 1 и 2 имеют 8 и 4 гипотезы, соответственно, и передача типа 5 отчета возможна с использованием 4 бит.

[168] Второй пример осуществления изобретения

[169] Второй пример осуществления настоящего изобретения относится к способу субдискретизации кодовой книги в субрежиме 2 режима 1-1 обратной связи канала PUSCH.

[170] В соответствии со вторым примером осуществления настоящего изобретения, способ субдискретизации матриц W1/W2 в типе 2 с отчета может применяться как показано в Таблице 7 ниже. Например, только одно из значений {0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7} может сообщаться как W1 индекс при ранге 1 и только одно из значений {0, 2} может сообщаться как W2 индекс. W1 кодовая книга для рангов 3 и 4 идентична матрице, и таким образом разделять сигнализацию для матрицы W1 не требуется.

[171] [Таблица 7]

| Ri | PMI для W1 |  | PMI для W2 |  | всего |
|----|------------|--|------------|--|-------|
|    | #бит       | значения                                     | #бит       | значения   | #бит  |
| 1  | 3          | {0,1,2,3,4,5,6,7}                            | 1          | {0, 2}   | 4     |
| 2  | 3          | {0,1,2,3,4,5,6,7}                            | 1          | {0, 1}   | 4     |
| 3  | 0          | Отсутствует (W1 является единичной матрицей) | 4          | {0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15} | 4     |
| 4  | 0          | Отсутствует (W1 является единичной матрицей) | 4          | {0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15} | 4     |

[172] В таблице 7, матрица W1 подвергается субдискретизации, используя тот же способ как выше в таблице 5. Упомянутый способ субдискретизации матрицы W2 является тем же, как в случае 8Tx. Матрица W2 подвергается субдискретизации, как показано в Таблице 7, так, что вектор выбора W2 может фиксироваться на e1 и может выбираться только совместный векторный коэффициент W2. В этом случае, даже если W1 конфигурируется с помощью значений {0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7}, вектор выбора W2 фиксируется только на e1. Соответственно, итоговая матрица предварительного кодирования, генерируемая посредством умножения W1 и W2, 16 раз использует только передний с 0-го вектора по 7-й вектор среди 32 векторов 2x32 DFT матрицы с дополнительной дискретизацией.

[173] Когда субдискретизация выполняется, как показано в Таблице 7, матрица предварительного кодирования сосредоточена на определенном направлении на пространстве кодовой книги, таким образом, вызывая ухудшения характеристик. Чтобы преодолеть эту проблему, может применяться Таблица 8 см. ниже.

[174] [Таблица 8]

| Ri | PMI для W1 |  | PMI для W2 |  | всего |
|----|------------|--|------------|--|-------|
|    | #бит       | значения                                     | #бит       | значения   | #бит  |
| 1  | 3          | {0,4,8,12,16,20,24,28}                       | 1          | {0, 2}   | 4     |
| 2  | 3          | {0,4,8,12,16,20,24,28}                       | 1          | {0, 1}   | 4     |
| 3  | 0          | Отсутствует (W1 является единичной матрицей) | 4          | {0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15} | 4     |
| 4  | 0          | Отсутствует (W1 является единичной матрицей) | 4          | {0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15} | 4     |

[175] В качестве другого способа, в типе 2 с отчета, способ субдискретизации матриц W1/W2 может применяться, как показано ниже в Таблице 9. В таблицах 7 и 8, матрицы W1 и W2 представлены в 3 битах и 1 бите, соответственно, но в таблице 9, матрицы W1 и W2 представлены в 2 битах и 2 битах, соответственно, так что W2 обеспечивает степень свободы для выбора вектора выбора, а также совместного векторного коэффициента. То есть e3, а также e1 могут выбираться как вектор выбора. Вектор из W1, выбираемый

как  $e_1$ , и вектор из  $W_1$ , выбираемый как  $e_3$ , являются ортогональными друг другу. Когда избирательность по частоте высокая, вектор  $e_1$  или  $e_3$  может выбираться в  $W_2$  как информация субполосной передачи, так чтобы точно осуществлять обратную связь по направлению канала, если возможно.

[176] [Таблица 9]

| R1 | PMI для W1 |  | PMI для W2 |  | всего |
|----|------------|--|------------|--|-------|
|    | #бит       | значения                                     | #бит       | значения   | #бит  |
| 1  | 2          | {0,2,4,6}                                    | 2          | {0, 2, 8, 10}  | 4     |
| 2  | 2          | {0,2,4,6}                                    | 2          | {0, 1, 4, 5}   | 4     |
| 3  | 0          | Отсутствует (W1 является единичной матрицей) | 4          | {0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15} | 4     |
| 4  | 0          | Отсутствует (W1 является единичной матрицей) | 4          | {0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15} | 4     |

[177] В таблице 9, матрица  $W_1$  подвергается субдискретизации, используя тот же способ, как и в таблице 6. Матрица  $W_2$  подвергается субдискретизации, как показано в Таблице 9, так, чтобы выбрать  $e_1$  и  $e_3$  как вектор выбора  $W_2$ . В этом случае, даже если  $W_1$  конфигурируется со значениями {0, 2, 4, 6}, только векторы  $e_1$  и  $e_3$  вместо векторов  $e_1$ ,  $e_2$ ,  $e_3$ , и  $e_4$  могут выбираться как вектор выбора  $W_2$ . Соответственно, итоговая матрица предварительного кодирования, генерируемая посредством умножения матриц  $W_1$  и  $W_2$ , 16 раз использует только вектор с неравномерным распределением среди 32 векторов  $2 \times 32$  DFT матрицы с дополнительной дискретизацией. То есть, только {0, 2, 4, 6, 16, 18, 20, 22} DFT векторы используются.

[178] Когда субдискретизация выполняется, как показано в Таблице 9, матрица предварительного кодирования может быть сосредоточена на определенном направлении на пространстве кодовой книги, что ухудшает характеристики. Чтобы преодолеть эту проблему, субдискретизация может выполняться, как показано ниже в Таблице 10. В таблице 10 ниже, итоговая матрица предварительного кодирования, генерируемая посредством умножения матриц  $W_1$  и  $W_2$ , может 16 раз использовать {0, 4, 8, 12, 16, 20, 24, 28} векторы с равномерно распределенными значениями среди 32 векторов  $2 \times 32$  DFT матрицы с дополнительной дискретизацией.

[179] [Таблица 10]

| RI | PMI для W1 |  | PMI для W2 |  | всего |
|----|------------|--|------------|--|-------|
|    | #бит       | значения                                     | #бит       | значения   | #бит  |
| 1  | 2          | {0,4,8,12}                                   | 2          | {0, 2, 8, 10}  | 4     |
| 2  | 2          | {0,4,8,12}                                   | 2          | {0, 1, 4, 5}   | 4     |
| 3  | 0          | Отсутствует (W1 является единичной матрицей) | 4          | {0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15} | 4     |
| 4  | 0          | Отсутствует (W1 является единичной матрицей) | 4          | {0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15} | 4     |

[180] В таблице 10 выше, когда ранг матрицы равен 1 и 2, значение {0, 4, 8, 12}, как индекс кодовой книги W1, может быть выведено посредством умножения на четыре индекса  $I_{PMI1}$  первого индикатора PMI с одним из значений от 0 до 3.

[181] В дополнение, в таблице 10, когда ранг матрицы равен 1, значение {0, 2, 8, 10} как индекс кодовой книги W2, может быть выведено посредством применения индекса  $I_{PMI2}$  второго PMI с одним из значений от 0 до 3 в следующем уравнении.

[182] [Уравнение 15]

$$2I_{PMI2} + 4 \cdot \lfloor I_{PMI2} / 2 \rfloor$$

[183] В дополнение, в таблице 10, когда ранг матрицы равен 2, значение {0, 1, 4, 5}, как индекс кодовой книги W2, может быть выведено посредством применения индекса  $I_{PMI2}$  второго PMI с одним из значений от 0 до 3 в следующем уравнении.

[184] [Уравнение 16]

$$I_{PMI2} + 2 \cdot \lfloor I_{PMI2} / 2 \rfloor$$

[185] Третий пример осуществления изобретения

[186] Третий пример осуществления настоящего изобретения относится к другому примеру упомянутой выше 4Tx кодовой книги из Уравнений с 12 по 15, и даже, если используется кодовая книга третьего варианта осуществления настоящего изобретения, то первый и второй варианты осуществления настоящего изобретения могут применяться. Упомянутая выше кодовая книга из Уравнений с 12 по 15 и кодовая книга в соответствии с третьим вариантом осуществления настоящего изобретения являются теми же кроме некоторых кодовых слов (9, 10, 11, 12, 13, 14, 15) матрицы W2 при ранге 2. Соответственно, когда кодовая книга в соответствии с третьим примером осуществления настоящего изобретения подвергается субдискретизации в соответствии с первым или вторым вариантом осуществления настоящего изобретения, подвергаемые субдискретизации кодовые книги являются такими же.

[187] 4Tx кодовая книга в соответствии с третьим вариантом осуществления настоящего изобретения может быть представлена посредством умножения двух матриц следующим образом.

[188] [Уравнение 17]

$$\mathbf{W} = \mathbf{W}_1 \cdot \mathbf{W}_2$$

[189] Здесь, внутренний предварительный кодер  $w_1$  и внешний предварительный кодер  $w_2$  могут представлять свойства канала широкополосной передачи /  
долговременной передачи и свойства канала субполосной передачи / кратковременной передачи, соответственно. Матрица  $w_1$  может задаваться следующим образом.

[190] [Уравнение 18]

$$\mathbf{W}_1 = \begin{bmatrix} \mathbf{X}_n & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & \mathbf{X}_n \end{bmatrix}, \quad n = 0, 1, \dots, 15$$

[191] Здесь,  $X_n$  может задаваться следующим образом.

[192] [Уравнение 53]

$$\mathbf{X}_n = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ q_1^n & q_1^{n+8} & q_1^{n+16} & q_1^{n+24} \end{bmatrix} \text{ где } q_1 = e^{j2\pi/32}$$

[193] Кодовая книга  $w_2$  для ранга 1 может задаваться следующим образом.

[194] [Уравнение 19]

$$\mathbf{W}_{2,n} \in \left\{ \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} \mathbf{Y} \\ \alpha(i)\mathbf{Y} \end{bmatrix}, \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} \mathbf{Y} \\ j\alpha(i)\mathbf{Y} \end{bmatrix}, \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} \mathbf{Y} \\ -\alpha(i)\mathbf{Y} \end{bmatrix}, \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} \mathbf{Y} \\ -j\alpha(i)\mathbf{Y} \end{bmatrix} \right\},$$

$$\mathbf{Y} = \mathbf{e}_i \in \{\mathbf{e}_1, \mathbf{e}_2, \mathbf{e}_3, \mathbf{e}_4\} \text{ и } \alpha(i) = q_1^{2(i-1)}$$

[195] Кодовая книга  $w_2$  для ранга 2 может задаваться следующим образом.

[196] [Уравнение 20]

$$\mathbf{W}_{2,n} \in \left\{ \frac{1}{2} \begin{bmatrix} \mathbf{Y}_1 & \mathbf{Y}_2 \\ \mathbf{Y}_1 & \mathbf{Y}_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{2} \begin{bmatrix} \mathbf{Y}_1 & \mathbf{Y}_2 \\ \mathbf{Y}_1 & -\mathbf{Y}_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{2} \begin{bmatrix} \mathbf{Y}_1 & \mathbf{Y}_2 \\ -\mathbf{Y}_1 & \mathbf{Y}_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{2} \begin{bmatrix} \mathbf{Y}_1 & \mathbf{Y}_2 \\ -\mathbf{Y}_1 & -\mathbf{Y}_2 \end{bmatrix} \right\} (\mathbf{Y}_1, \mathbf{Y}_2) \in \{(\mathbf{e}_2, \mathbf{e}_4)\}$$

и

$$\mathbf{W}_{2,n} \in \left\{ \frac{1}{2} \begin{bmatrix} \mathbf{Y}_1 & \mathbf{Y}_2 \\ \mathbf{Y}_1 & -\mathbf{Y}_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{2} \begin{bmatrix} \mathbf{Y}_1 & \mathbf{Y}_2 \\ j\mathbf{Y}_1 & -j\mathbf{Y}_2 \end{bmatrix} \right\} (\mathbf{Y}_1, \mathbf{Y}_2) \in \{(\mathbf{e}_1, \mathbf{e}_1), (\mathbf{e}_2, \mathbf{e}_2), (\mathbf{e}_3, \mathbf{e}_3), (\mathbf{e}_4, \mathbf{e}_4)\}$$

и

$$\mathbf{W}_{2,n} \in \left\{ \frac{1}{2} \begin{bmatrix} \mathbf{Y}_1 & \mathbf{Y}_2 \\ \mathbf{Y}_2 & -\mathbf{Y}_1 \end{bmatrix} \right\} (\mathbf{Y}_1, \mathbf{Y}_2) \in \{(\mathbf{e}_1, \mathbf{e}_3), (\mathbf{e}_2, \mathbf{e}_4), (\mathbf{e}_3, \mathbf{e}_1), (\mathbf{e}_4, \mathbf{e}_2)\}$$

[197] Здесь,  $\mathbf{e}_n$  является вектором выбора из 4 элементов со всеми нулями кроме  $n$ -го элемента со значением 1.

[198] Индекс  $W1$  определяется как  $i1$ , и  $i1$  является таким же, как индекс  $n$  матрицы  $W1$  в упомянутом выше уравнении 4Tx кодовой книги.

[199] В дополнение, индекс  $W2$  определяется, как показано в следующей таблице.



**[200]** [Таблица 4]

| Индекс W2 | W2 для ранга 1  | W2 для ранга 2  |
|-----------|---|---|
| 0         | $\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} \mathbf{e}_1 \\ q_1^0 \mathbf{e}_1 \end{bmatrix}$   | $\frac{1}{2} \begin{bmatrix} \mathbf{e}_1 & \mathbf{e}_1 \\ \mathbf{e}_1 & -\mathbf{e}_1 \end{bmatrix}$   |
| 1         | $\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} \mathbf{e}_1 \\ jq_1^0 \mathbf{e}_1 \end{bmatrix}$  | $\frac{1}{2} \begin{bmatrix} \mathbf{e}_1 & \mathbf{e}_1 \\ j\mathbf{e}_1 & -j\mathbf{e}_1 \end{bmatrix}$ |
| 2         | $\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} \mathbf{e}_1 \\ -q_1^0 \mathbf{e}_1 \end{bmatrix}$  | $\frac{1}{2} \begin{bmatrix} \mathbf{e}_2 & \mathbf{e}_2 \\ \mathbf{e}_2 & -\mathbf{e}_2 \end{bmatrix}$   |
| 3         | $\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} \mathbf{e}_1 \\ -jq_1^0 \mathbf{e}_1 \end{bmatrix}$ | $\frac{1}{2} \begin{bmatrix} \mathbf{e}_2 & \mathbf{e}_2 \\ j\mathbf{e}_2 & -j\mathbf{e}_2 \end{bmatrix}$ |

|    |   |   |
|----|---|---|
| 4  | $\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} \mathbf{e}_2 \\ q_1^2 \mathbf{e}_2 \end{bmatrix}$   | $\frac{1}{2} \begin{bmatrix} \mathbf{e}_3 & \mathbf{e}_3 \\ \mathbf{e}_3 & -\mathbf{e}_3 \end{bmatrix}$   |
| 5  | $\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} \mathbf{e}_2 \\ jq_1^2 \mathbf{e}_2 \end{bmatrix}$  | $\frac{1}{2} \begin{bmatrix} \mathbf{e}_3 & \mathbf{e}_3 \\ j\mathbf{e}_3 & -j\mathbf{e}_3 \end{bmatrix}$ |
| 6  | $\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} \mathbf{e}_2 \\ -q_1^2 \mathbf{e}_2 \end{bmatrix}$  | $\frac{1}{2} \begin{bmatrix} \mathbf{e}_4 & \mathbf{e}_4 \\ \mathbf{e}_4 & -\mathbf{e}_4 \end{bmatrix}$   |
| 7  | $\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} \mathbf{e}_2 \\ -jq_1^2 \mathbf{e}_2 \end{bmatrix}$ | $\frac{1}{2} \begin{bmatrix} \mathbf{e}_4 & \mathbf{e}_4 \\ j\mathbf{e}_4 & -j\mathbf{e}_4 \end{bmatrix}$ |
| 8  | $\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} \mathbf{e}_3 \\ q_1^4 \mathbf{e}_3 \end{bmatrix}$   | $\frac{1}{2} \begin{bmatrix} \mathbf{e}_2 & \mathbf{e}_4 \\ \mathbf{e}_2 & \mathbf{e}_4 \end{bmatrix}$    |
| 9  | $\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} \mathbf{e}_3 \\ jq_1^4 \mathbf{e}_3 \end{bmatrix}$  | $\frac{1}{2} \begin{bmatrix} \mathbf{e}_2 & \mathbf{e}_4 \\ \mathbf{e}_2 & -\mathbf{e}_4 \end{bmatrix}$   |
| 10 | $\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} \mathbf{e}_3 \\ -q_1^4 \mathbf{e}_3 \end{bmatrix}$  | $\frac{1}{2} \begin{bmatrix} \mathbf{e}_2 & \mathbf{e}_4 \\ -\mathbf{e}_2 & \mathbf{e}_4 \end{bmatrix}$   |
| 11 | $\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} \mathbf{e}_3 \\ -jq_1^4 \mathbf{e}_3 \end{bmatrix}$ | $\frac{1}{2} \begin{bmatrix} \mathbf{e}_2 & \mathbf{e}_4 \\ -\mathbf{e}_2 & -\mathbf{e}_4 \end{bmatrix}$  |

|    |    |   |   |
|----|----|---|---|
| 5  | 12 | $\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} \mathbf{e}_4 \\ q_1^6 \mathbf{e}_4 \end{bmatrix}$   | $\frac{1}{2} \begin{bmatrix} \mathbf{e}_1 & \mathbf{e}_3 \\ \mathbf{e}_3 & -\mathbf{e}_1 \end{bmatrix}$ |
| 10 | 13 | $\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} \mathbf{e}_4 \\ jq_1^6 \mathbf{e}_4 \end{bmatrix}$  | $\frac{1}{2} \begin{bmatrix} \mathbf{e}_2 & \mathbf{e}_4 \\ \mathbf{e}_4 & -\mathbf{e}_2 \end{bmatrix}$ |
| 15 | 14 | $\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} \mathbf{e}_4 \\ -q_1^6 \mathbf{e}_4 \end{bmatrix}$  | $\frac{1}{2} \begin{bmatrix} \mathbf{e}_3 & \mathbf{e}_1 \\ \mathbf{e}_1 & -\mathbf{e}_3 \end{bmatrix}$ |
| 20 | 15 | $\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} \mathbf{e}_4 \\ -jq_1^6 \mathbf{e}_4 \end{bmatrix}$ | $\frac{1}{2} \begin{bmatrix} \mathbf{e}_4 & \mathbf{e}_2 \\ \mathbf{e}_2 & -\mathbf{e}_4 \end{bmatrix}$ |

[201] Со ссылкой на Фиг. 16, способ сообщения отчета информации о состоянии канала будет описан в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения.

[202] При выполнении операции S161, UE сообщает индикатор RI и первый индикатор PMI вместе и осуществляет совместное кодирования индикатора RI и первого индикатора PMI в одно значение кодирования в режиме сообщения отчета для 4 антенных портов.

[203] В деталях этот способ совместного кодирования является тем же, как и способ совместного кодирования, описанный в первом варианте осуществления настоящего изобретения, и таким образом его подробное описание будет опущено.

[204] При выполнении операции S163, сообщается информация о состоянии канала, включающая в себя значение кодирования.

[205] Здесь, когда индикатор RI равен 1, индекс кодовой книги имеет то же значение, как и упомянутое значение кодирования, и когда индикатор RI равен 2, индекс кодовой книги имеет значение, которое меньше, чем индекс кодирования, на 8. Более подробно, когда индикатор RI равен 1, упомянутое значение кодирования может иметь значение одного из целых чисел от 0 до 7, когда индикатор RI равен 2, упомянутое значение кодирования может иметь значение одного из целых чисел от 8 до 15, когда индикатор RI равен 3, упомянутое значение кодирования может иметь значение 16, и когда индикатор RI равен 4, упомянутое значение кодирования может иметь значение 17.

[206] По отношению к способу передачи информации о состоянии канала, упомянутые выше различные варианты осуществления настоящего изобретения применяются независимо, или два или более вариантов осуществления применяются одновременно, и излишние описания частей опущены для ясности.

[207] В дополнение, та же идея, как предложенная в настоящем изобретении, может также применяться для восходящей MIMO передачи и приема для MIMO передачи между BS и ретранслятором (в транзитной восходящей линии и транзитной нисходящей

линии) и MIMO передача между ретранслятором и UE (в восходящей линии доступа и нисходящей линии доступа).

[208] Станция BS и пользовательское оборудование UE, для которых применимы варианты осуществления настоящего изобретения

[209] На Фиг. 17 показана схема, иллюстрирующая станцию BS 110 и пользовательское оборудование UE 120, для которых вариант осуществления настоящего изобретения является применимым.

[210] Когда ретрансляция включена в систему беспроводной связи, связь по транзитной линии выполняется между станцией BS и ретранслятором, и связь по линии доступа выполняется между ретранслятором и пользовательским оборудованием (UE). Соответственно, станция BS или пользовательское оборудование (UE), иллюстрируемое на чертеже, могут заменяться ретранслятором в случае необходимости.

[211] Как показано на Фиг. 17, система беспроводной связи включает в себя станцию BS 1710 и UE 1720. Станция BS 1710 включает в себя процессор 1712, память 1714, и радиочастотный (RF) блок 1716. Процессор 1712 может конфигурироваться для осуществления процедур и/или способов, предлагаемых настоящим изобретением. Память 1714 подключена к процессору 1712 и хранит различную информацию, связанную с работой процессора 1712. RF-блок 1716 подключен к процессору 1712 и передает и/или принимает радиосигнал. Пользовательское оборудование (UE) 1720 включает в себя процессор 1722, память 1724, и RF-блок 1726. Процессор 1722 может конфигурироваться для осуществления процедур и/или способов, предлагаемых настоящим изобретением. Память 1724 подключена к процессору 1722 и хранит различную информацию, связанную с работой процессора 1722. RF-блок 1726 подключен к процессору 1722 и передает и/или принимает радиосигнал. Станция BS 1710 и/или пользовательское оборудование (UE) 1720 могут иметь отдельную антенну или несколько антенн. Упомянутые варианты осуществления настоящего изобретения, описанные здесь, являются сочетаниями элементов и особенностей настоящего изобретения. Элементы или особенности могут рассматриваться отдельными, если иное не упоминается. Каждый элемент или особенность может осуществляться на практике без объединения с другими элементами или особенностями. Кроме того, вариант осуществления настоящего изобретения может быть построен посредством объединения частей из элементов и/или особенностей. Порядок операций, описанный в вариантах осуществления настоящего изобретения, может быть изменен. Некоторые конструкции любого одного варианта осуществления могут включаться в другой вариант осуществления и могут замещаться соответствующими конструкциями другого варианта осуществления. Это очевидно специалистам в данной области техники, что пункты формулы изобретения, которые явно не цитируются друг в друге в прилагаемой формуле изобретения, могут присутствовать в сочетании, как вариант осуществления настоящего изобретения или включаться, как новый пункт формулы изобретения, путем последующего изменения формулы изобретения после подачи заявки.

[212] В упомянутых вариантах осуществления настоящего изобретения, конкретная операция, описанная как выполняемая станцией BS, может выполняться верхним узлом станции BS. А именно, очевидно, что в сети, содержащей множество сетевых узлов, включающих в себя станцию BS, различные операции, выполняемые для связи с UE, могут выполняться посредством станции BS или сетевых узлов, отличающихся от станции BS. Термин 'BS' может заменяться фиксированной станцией, узлом Node B, eNode B (eNB), точкой доступа и т.д.

[213] Варианты осуществления в соответствии с настоящим изобретением могут

осуществляться с помощью различных средств, например, аппаратного обеспечения, встроенного программного обеспечения, программного обеспечения или их сочетания. При конфигурации аппаратного обеспечения, упомянутые варианты осуществления настоящего изобретения могут осуществляться посредством одной или более из

5 следующих: специализированные интегральные схемы (ASIC), цифровые сигнальные процессоры (DSP), устройства цифровой обработки сигналов (DSPD), программируемых логических устройств (PLD), программируемые вентильные матрицы (FPGA), процессоры, контроллеры, микроконтроллеры, микропроцессоры и т.д.

[214] При конфигурации встроенного программного обеспечения, и программного

10 обеспечения, упомянутые варианты осуществления настоящего изобретения могут осуществляться любыми представителями из следующих: модули, процедуры или функции, которые выполняют функции или операции, описанные выше. Программный код может храниться в памяти и затем выполняться процессором.

[215] Блок памяти может размещаться внутри или вне процессора для передачи и

15 приема данных к и от процессора через различные средства, которые хорошо известны.

[216] Специалистам в данной области техники очевидно, что различные модификации и вариации могут быть сделаны в настоящем изобретении без отклонения от идеи или области действия изобретения. Таким образом, предполагается, что настоящее изобретение покрывает модификации и вариации этого изобретения условия, что они

20 находятся в пределах области действия прилагаемых пунктов формулы изобретения и их эквивалентов.

#### Промышленная применимость

[217] Описанные выше варианты осуществления настоящего изобретения могут применяться в системе беспроводной связи, такой как пользовательское оборудование

25 (user equipment, UE), ретранслятор, базовая станция (base station, BS), и т.д.

#### (57) Формула изобретения

1. Способ передачи отчета с информацией о состоянии канала (CSI) пользовательским оборудованием в системе беспроводной связи, способ, содержащий этапы:

30 совместное кодирование индикатора ранга матрицы (далее, индикатора RI) и первого индикатора матрицы предварительного кодирования (далее, индикатора PMI) в одно кодовое значение, для режима передачи отчета с конкретной информацией о состоянии канала (CSI) для 4 антенных портов, при этом поле передачи отчета, указывающее это кодовое значение, имеет размер 5 бит и это кодовое значение равно целому числу в

35 диапазоне от 0 до 17;

передача отчета с этим кодовым значением через это поле передачи отчета, при этом:

индикатор ранга RI и первый индикатор матрицы предварительного кодирования PMI совместно кодируют в кодовое значение таким образом, что удовлетворяются

40 следующие условия,

когда кодовое значение представляет собой целое число в диапазоне от 0 до 7, то индикатор RI равен 1 и индекс кодовой книги для первого индикатора PMI равен этому же кодовому значению,

когда кодовое значение представляет собой целое число в диапазоне от 8 до 15, то индикатор RI равен 2 и индекс кодовой книги равен кодовому значению минус 8,

45

когда кодовое значение равно 16, то индикатор RI равен 3 и первая матрица предварительного кодирования, соответствующая первому индикатору PMI, представляет собой единичную матрицу, и

когда кодовое значение равно 17, то индикатор RI равен 4 и первая матрица предварительного кодирования, соответствующая первому индикатору PMI, представляет собой единичную матрицу.

2. Способ по п. 1, в котором, когда кодовое значение представляет собой целое число в диапазоне от 0 до 15, то индекс кодовой книги для первого индикатора PMI, связанный с этим первым индикатором PMI, находится только среди 8 индексов кодовых книг из 16 индексов кодовых книг.

3. Способ по п. 1, в котором 8 индексов кодовых книг соответствуют целым числам в диапазоне от 0 до 7.

4. Способ по п. 1, дополнительно содержащий передачу отчета со вторым индикатором PMI и индикатором качества широкополосного канала (CQI) в другом субкадре, ином, чем этот субкадр.

5. Способ по п. 4, в котором итоговую матрицу предварительного кодирования определяют на основе первого индикатора PMI и второго индикатора PMI.

6. Пользовательское оборудование для передачи отчета с информацией о состоянии канала (CSI) в системе беспроводной связи, упомянутое пользовательское оборудование, содержащее:

радиочастотный блок (RF); и

процессор, функционально связанный с радиочастотным блоком и выполненный с возможностью:

совместного кодирования индикатора ранга матрицы (индикатора RI) и первого индикатора матрицы предварительного кодирования (индикатора PMI) в одно кодовое значение для режима передачи отчета с конкретной информацией о состоянии канала (CSI) для 4 антенных портов, при этом поле передачи отчета, указывающее это кодовое значение, имеет размер 5 бит, и это кодовое значение равно целому числу в диапазоне от 0 до 17;

передачи отчета с этим кодовым значением через это поле передачи отчета,

при этом индикатор ранга RI и первый индикатор матрицы предварительного кодирования PMI совместно кодируют в кодовое значение таким образом, что

удовлетворяются следующие условия,

когда кодовое значение представляет собой целое число в диапазоне от 0 до 7, то индикатор RI равен 1 и индекс кодовой книги для первого индикатора PMI равен этому же кодовому значению,

когда кодовое значение представляет собой целое число в диапазоне от 8 до 15, то индикатор RI равен 2 и индекс кодовой книги равен кодовому значению минус 8,

когда кодовое значение равно 16, то индикатор RI равен 3 и первая матрица предварительного кодирования, соответствующая первому индикатору PMI, представляет собой единичную матрицу, и

когда кодовое значение равно 17, то индикатор RI равен 4 и первая матрица предварительного кодирования, соответствующая первому индикатору PMI, представляет собой единичную матрицу.

7. Пользовательское оборудование по п. 6, в котором, когда кодовое значение представляет собой целое число в диапазоне от 0 до 15, то индекс кодовой книги для первого индикатора PMI, связанный с этим первым индикатором PMI, находится только среди 8 индексов кодовых книг из 16 индексов кодовых книг.

8. Пользовательское оборудование по п. 7, в котором 8 индексов кодовых книг соответствуют целым числам в диапазоне от 0 до 7.

9. Пользовательское оборудование по п. 6, указанный процессор дополнительно

выполнен с возможностью передачи отчета со вторым индикатором PMI и индикатором качества широкополосного канала (CQI) в другом субкадре, ином, чем этот субкадр.

10. Пользовательское оборудование по п. 9, в котором итоговую матрицу предварительного кодирования определяют на основе первого индикатора PMI и  
5 второго индикатора PMI.

10

15

20

25

30

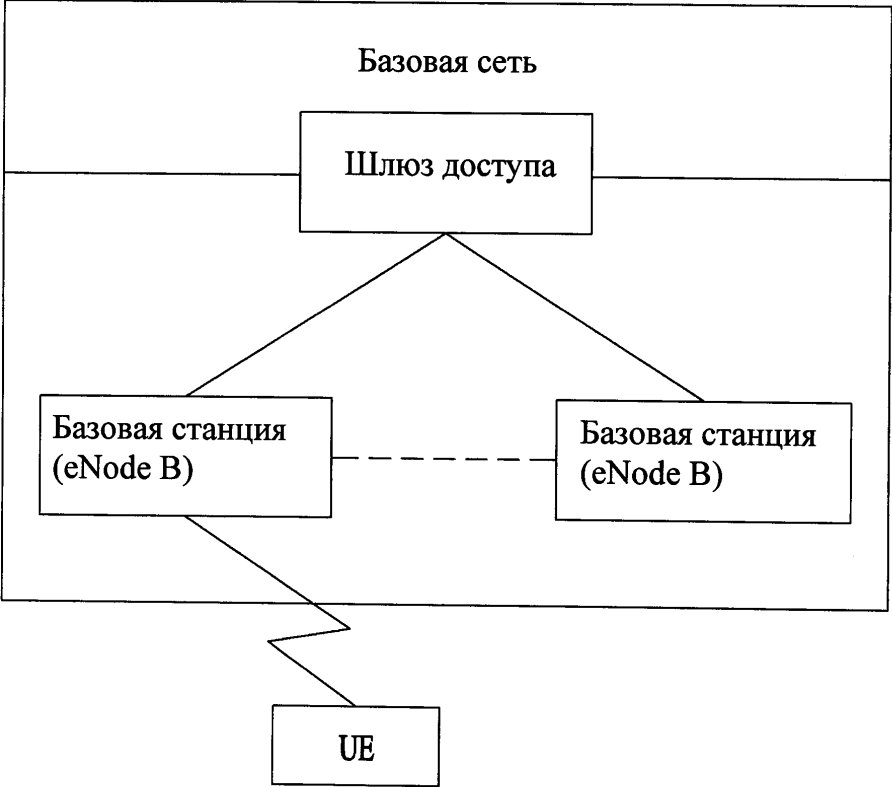
35

40

45

1

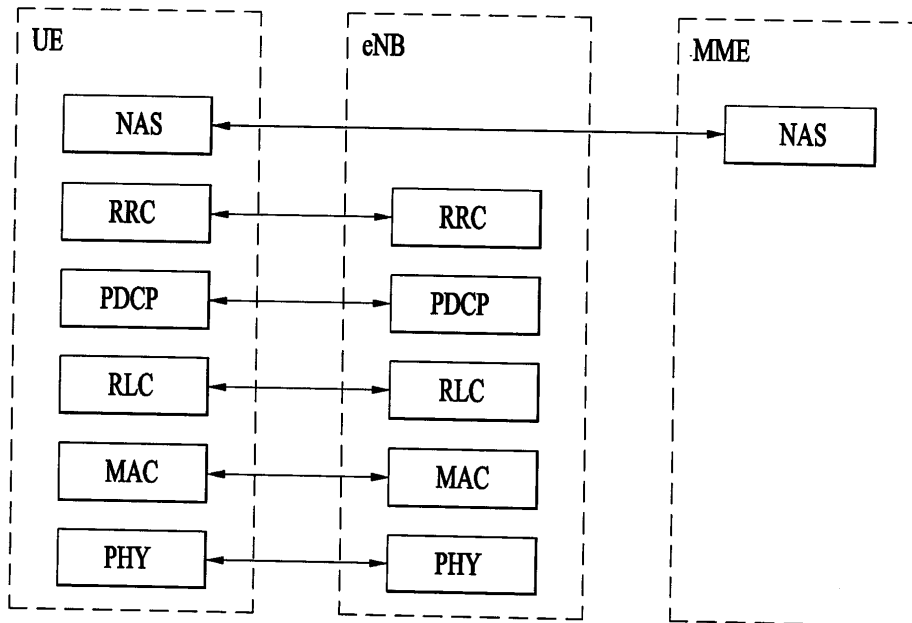
Фиг. 1  
E-UMTS



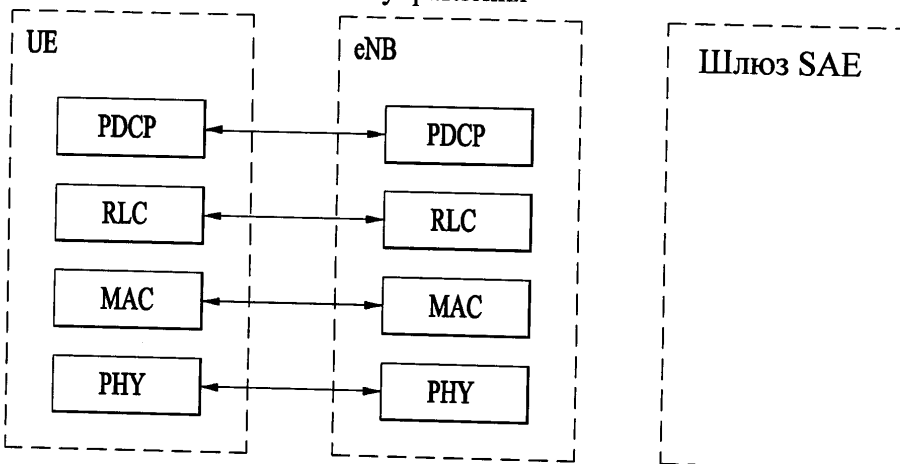
2



Фиг. 2

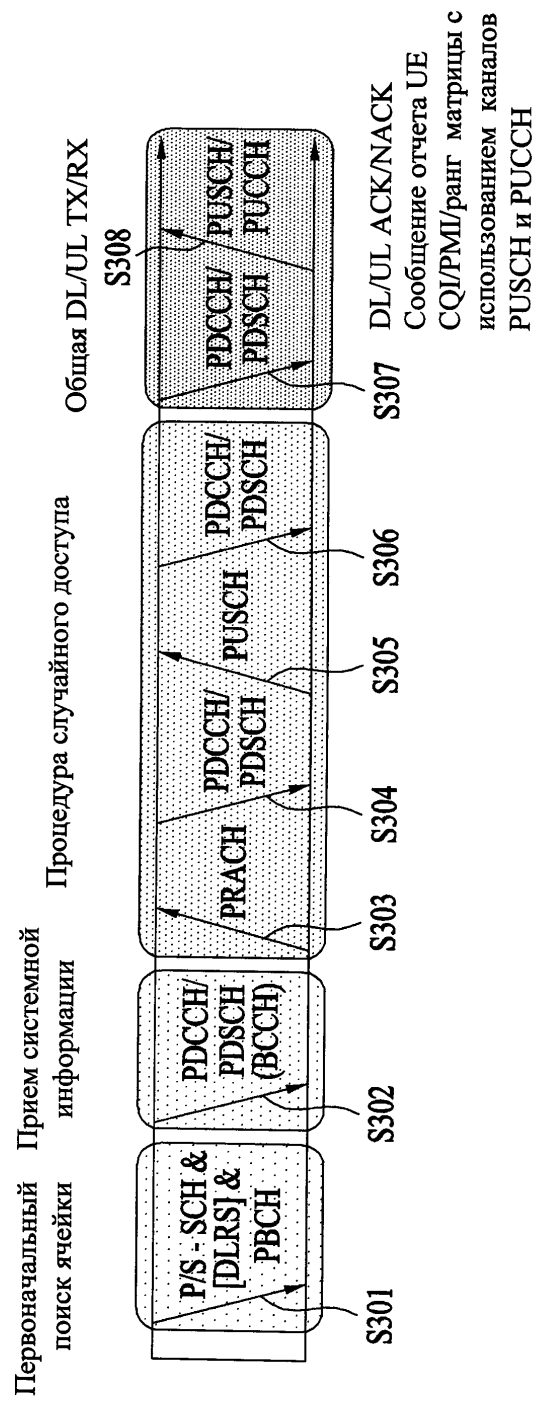


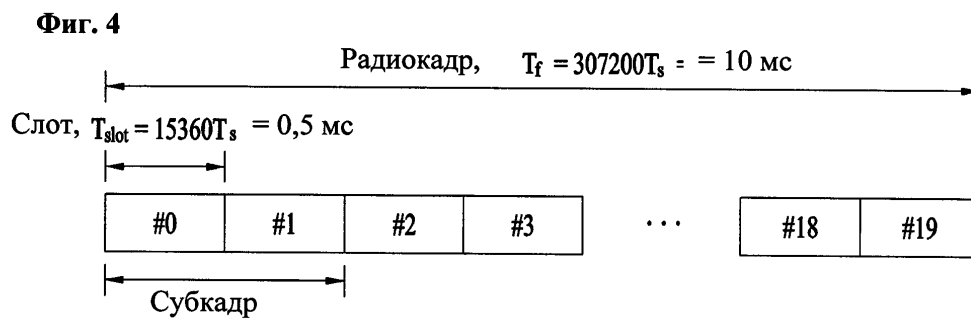
(a) Стек протокола плоскости управления



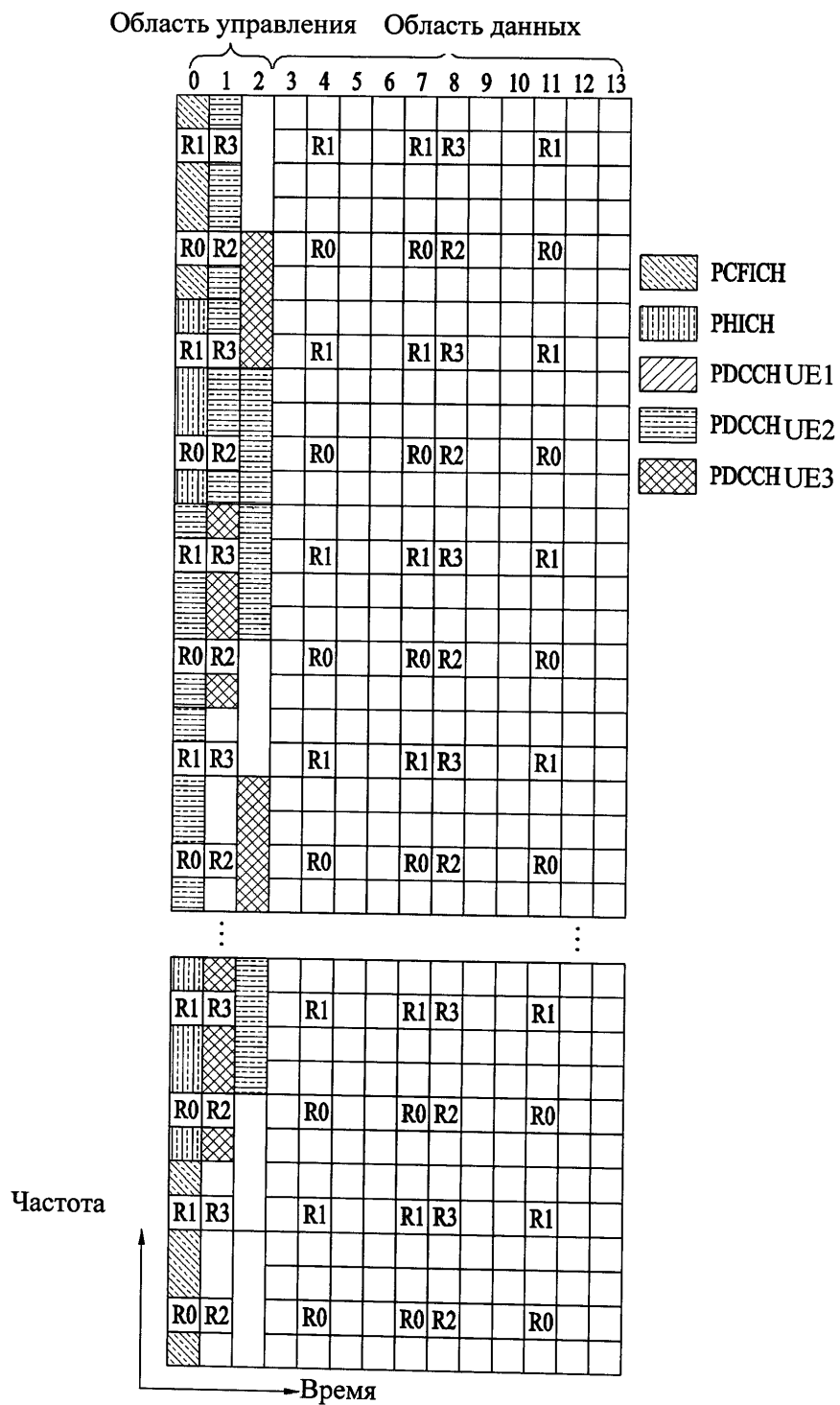
(b) Стек протокола плоскости пользователя

Фиг. 3

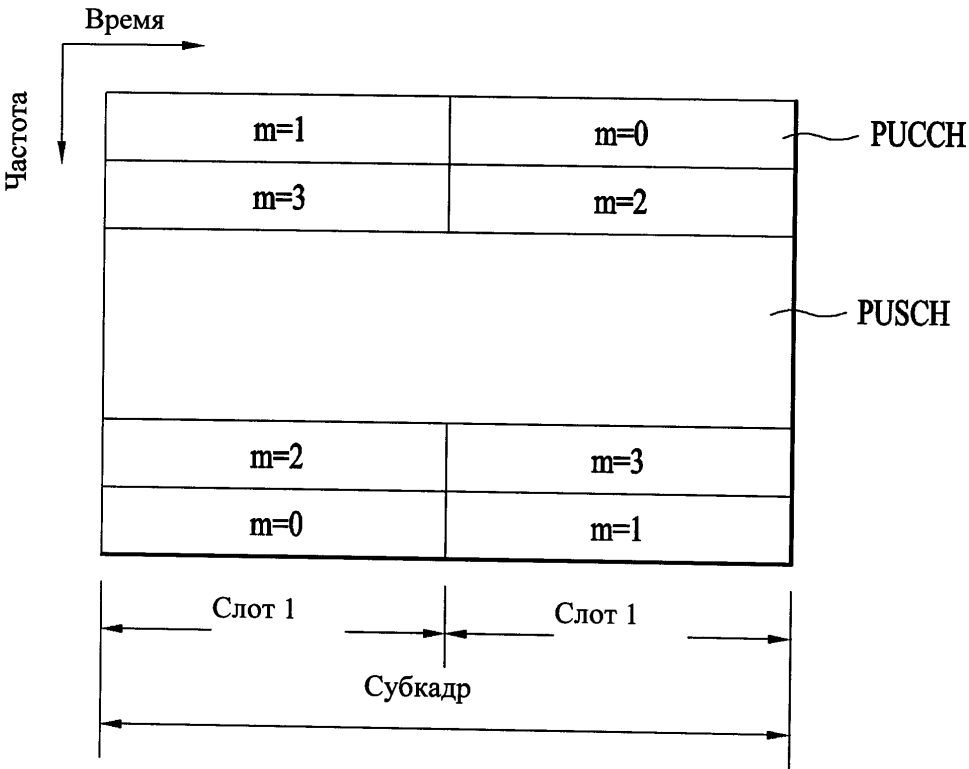




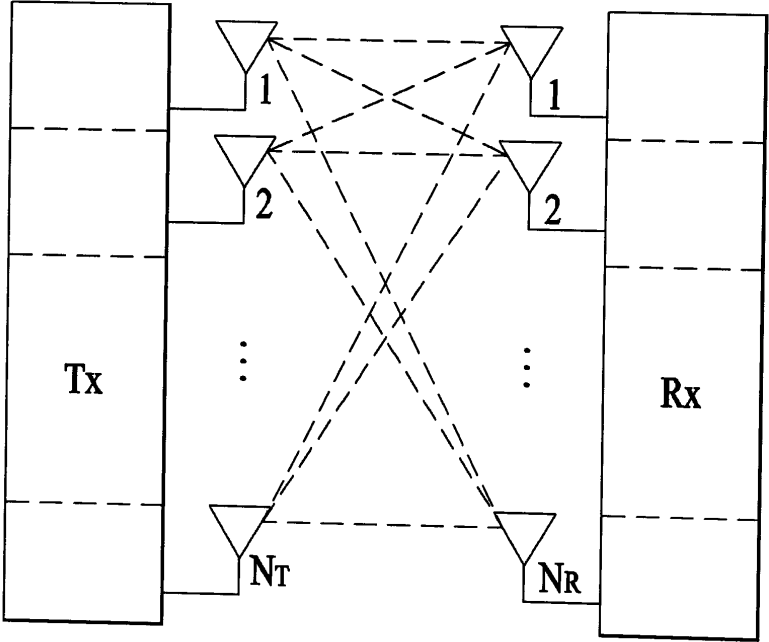
Фиг. 5



Фиг. 6



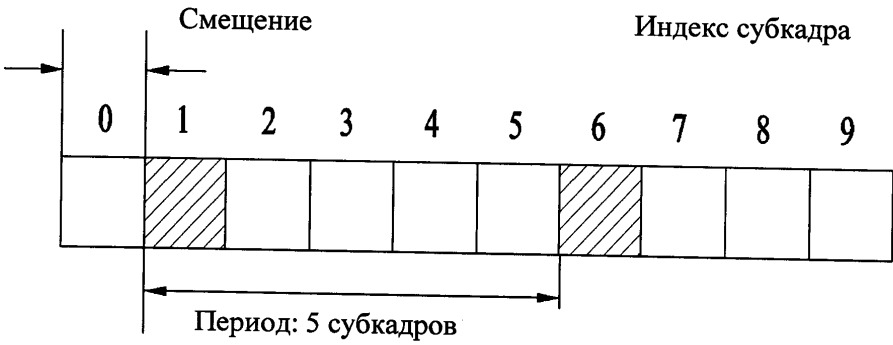
Фиг. 7



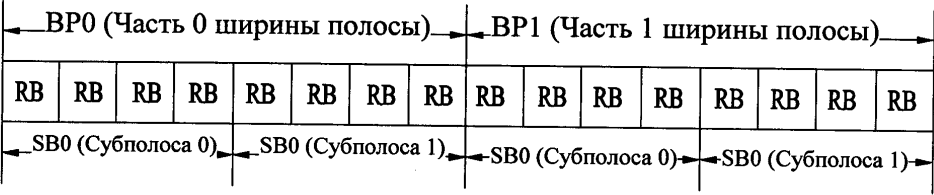
Фиг. 8

| Режим сообщения CQI             |  | Тип PMI обратной связи |           |
|---------------------------------|--|------------------------|-----------|
|                                 |  | Нет PMI                | Один PMI  |
| Тип PUSCH CQI<br>обратной связи | Широкополосный<br>(широкополосный CQI) | Режим 1-0              | Режим 1-1 |
|                                 | Выбираемый UE<br>(субполосный CQI)     | Режим 2-0              | Режим 2-1 |

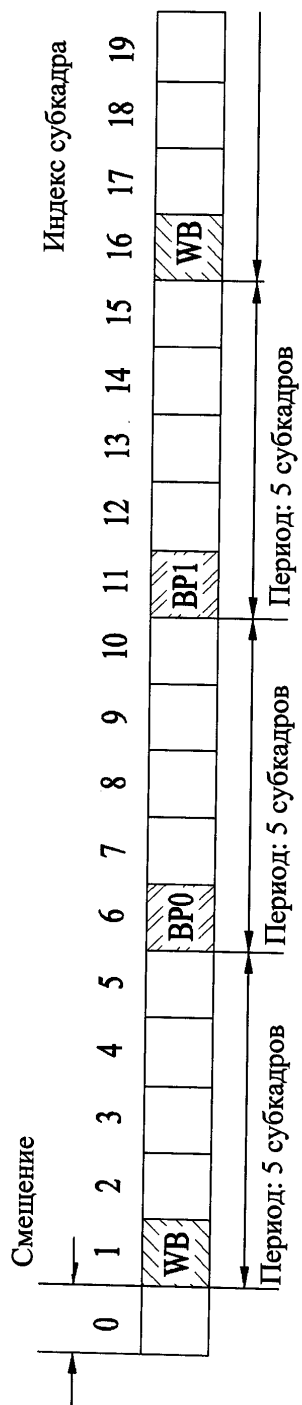
Фиг. 9



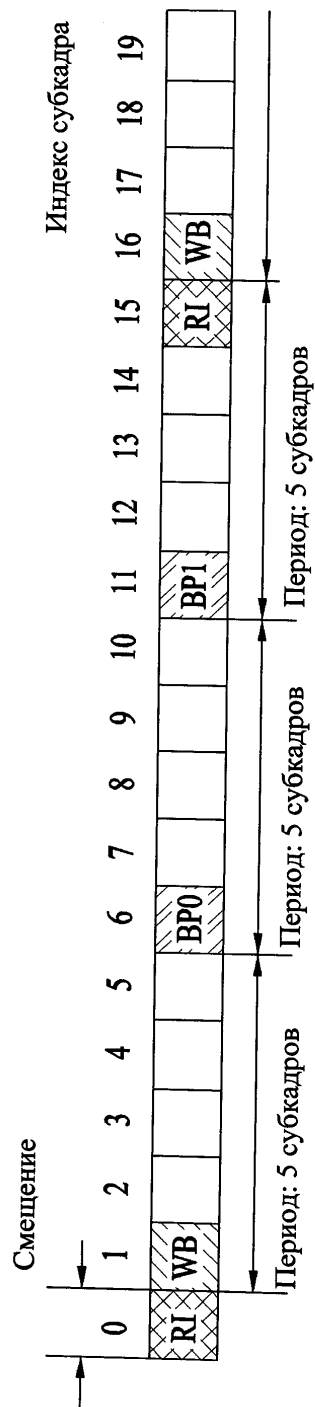
Фиг. 10



**Фиг. 11**



(a) только индикатор качества канала (CQI)

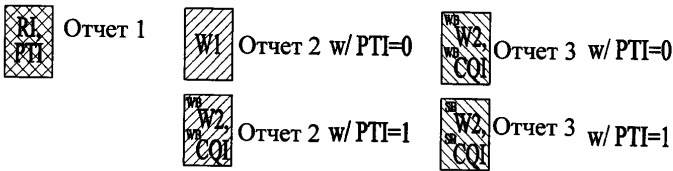
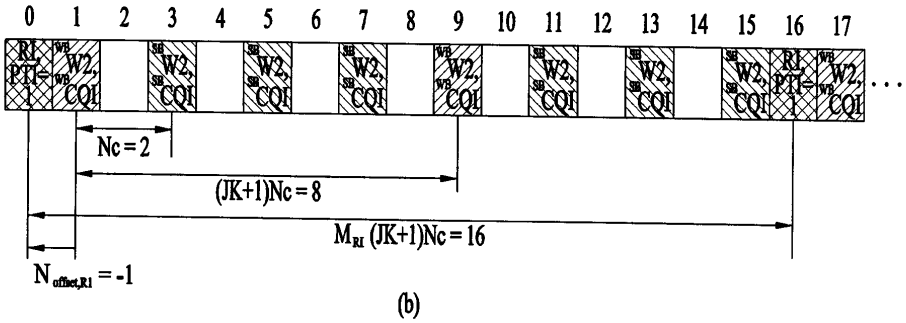
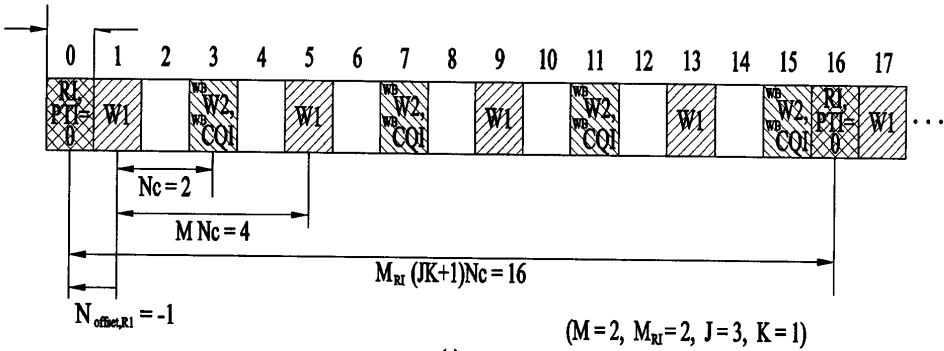


(b) CQI и индикатор ранга (RI)



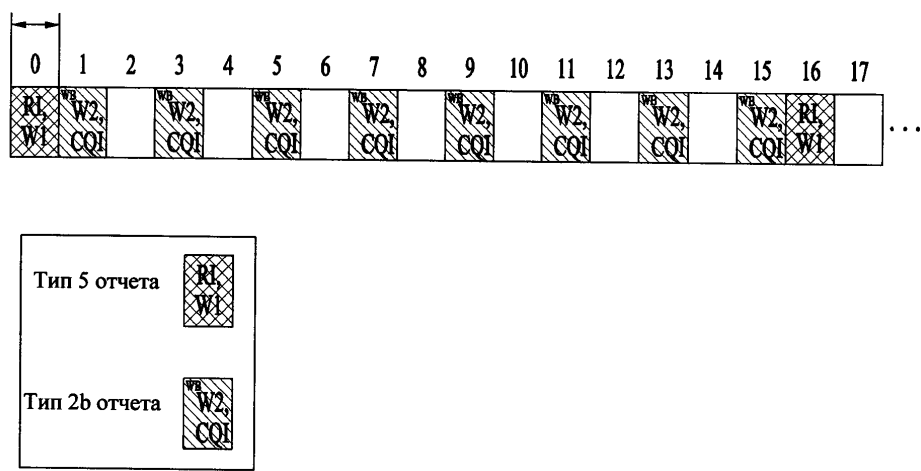
Фиг. 12

Субкадр



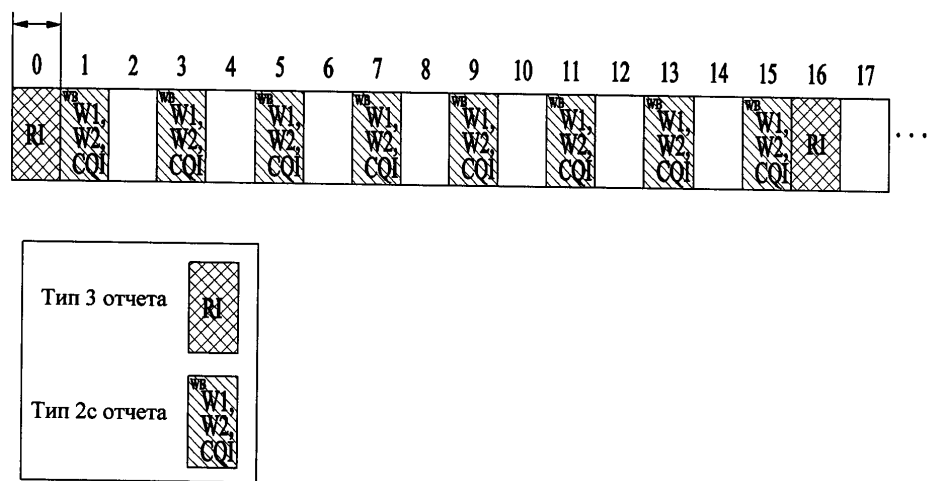
Фиг. 13

Субкадр

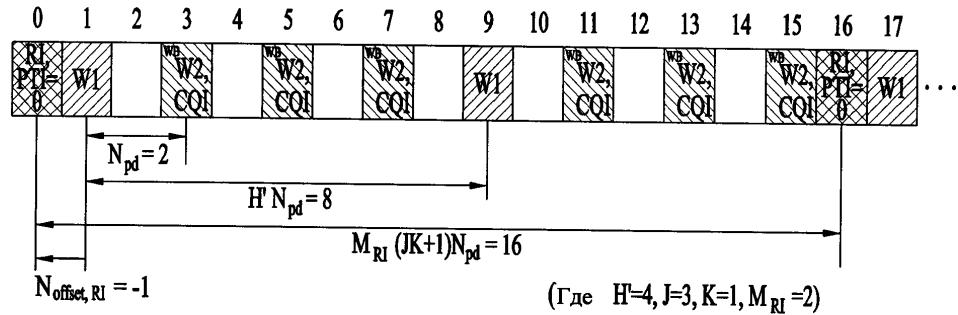


Фиг. 14

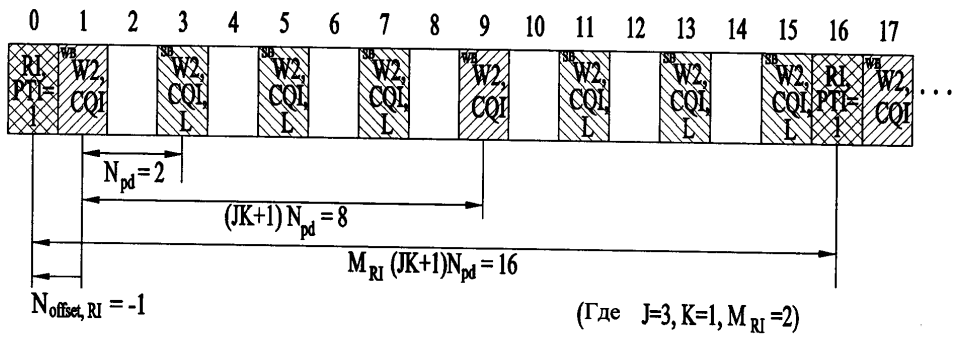
Субкадр



Фиг. 15

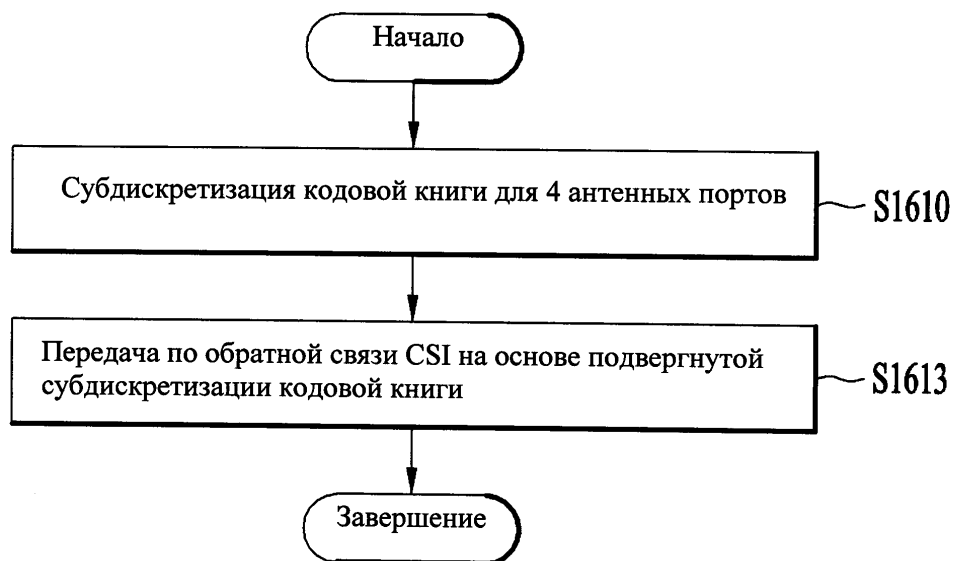


(a)



(b)

Фиг. 16



Фиг. 17

