

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2012117734/08, 30.09.2010

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
30.09.2010

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:

01.10.2009 US 61/247,589;

17.06.2010 US 12/817,476

(43) Дата публикации заявки: 20.11.2013 Бюл. № 32

(45) Опубликовано: 10.10.2015 Бюл. № 28

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: US 2009/0052405 A1, 26.02.2009. US
2009/0060060 A1, 05.03.2009. WO 2009/002087
A1, 31.12.2008. WO 2007/137280 A2, 29.11.2007.
EP 2019496 A1, 28.01.2009(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на
национальной фазе: 02.05.2012(86) Заявка РСТ:
IB 2010/054424 (30.09.2010)(87) Публикация заявки РСТ:
WO 2011/039725 (07.04.2011)

Адрес для переписки:

129090, Москва, ул. Б. Спасская, 25, строение 3,
ООО "Юридическая фирма Городисский и
Партнеры"

(72) Автор(ы):

ЙЕНГРЕН Джордж (SE),

РАХМАН Мухаммад Имадур (SE)

(73) Патентообладатель(и):

ТЕЛЕФОНАКТИЕБОЛАГЕТ ЛМ

ЭРИКССОН (ПАБЛ) (SE)

(54) СООБЩЕНИЕ ОБРАТНОЙ СВЯЗИ И ОБРАБОТКА СВЯЗИ С МНОГИМИ СТЕПЕНЯМИ
ДЕТАЛИЗАЦИИ ДЛЯ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО КОДИРОВАНИЯ В СИСТЕМАХ СВЯЗИ

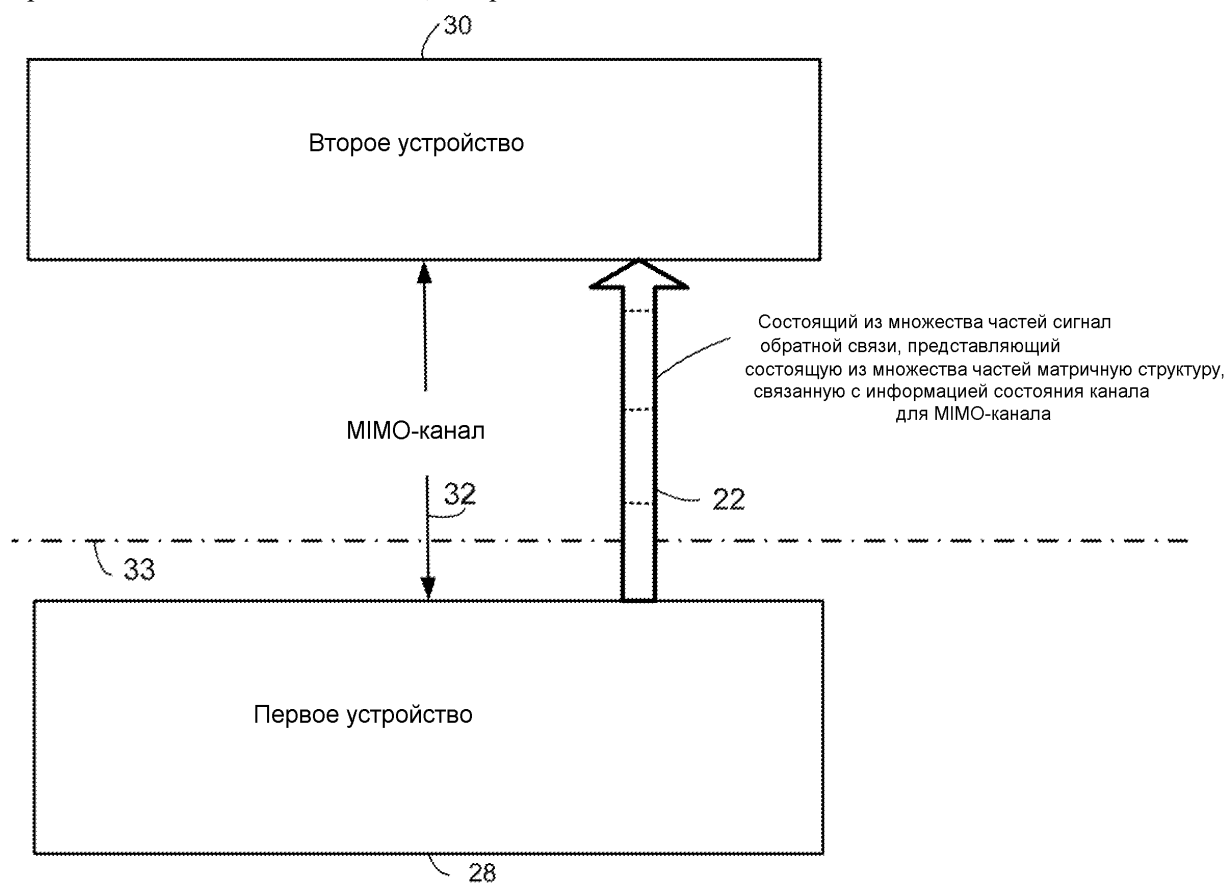
(57) Реферат:

Изобретение относится к области радиосвязи. Технический результат - повышение ортогонализации каналов при ММО-передаче при сохранении разумных издержек служебной информации, особенно при предварительном кодировании на основе кодовых книг. Способ в первом устройстве для сообщения информации обратной связи во второе устройство для воздействия на содержимое матрицы предварительного кодера, которая используется вторым устройством при предварительном

кодировании информации, которая переносится по каналу со многими входами и многими выходами (ММО) в первое устройство, причем способ содержит этапы, на которых: формируют состоящий из множества частей сигнал обратной связи, представляющий состоящую из множества частей матричную структуру предварительного кодера, которая связана с информацией состояния канала для ММО-канала; и передают во второе устройство, по меньшей мере, две различные части состоящего из множества частей сигнала

обратной связи с двумя соответствующими различными степенями детализации передачи во

времени и/или по частоте. 6 н. и 53 з.п. ф-лы, 13 ил.



ФИГ.4А

RU 2 5 6 5 0 0 1 C 2

RU 2 5 6 5 0 0 1 C 2



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**(21)(22) Application: **2012117734/08, 30.09.2010**(24) Effective date for property rights:
30.09.2010

Priority:

(30) Convention priority:

01.10.2009 US 61/247,589;**17.06.2010 US 12/817,476**(43) Application published: **20.11.2013 Bull. № 32**(45) Date of publication: **10.10.2015 Bull. № 28**(85) Commencement of national phase: **02.05.2012**

(86) PCT application:

IB 2010/054424 (30.09.2010)

(87) PCT publication:

WO 2011/039725 (07.04.2011)

Mail address:

**129090, Moskva, ul. B. Spasskaja, 25, stroenie 3,
OOO "Juridicheskaja firma Gorodisskij i Partnery"**

(72) Inventor(s):

JENGREN Dzhordzh (SE),**RAKhMAN Mukhammad Imadur (SE)**

(73) Proprietor(s):

**TELEFONAKTIEBOLAGET LM EHRICSSON
(PABL) (SE)**(54) **FEEDBACK MESSAGE AND PROCESSING OF COMMUNICATION WITH MULTIPLE DETAILING LEVELS FOR PRE-CODING IN COMMUNICATION SYSTEMS**

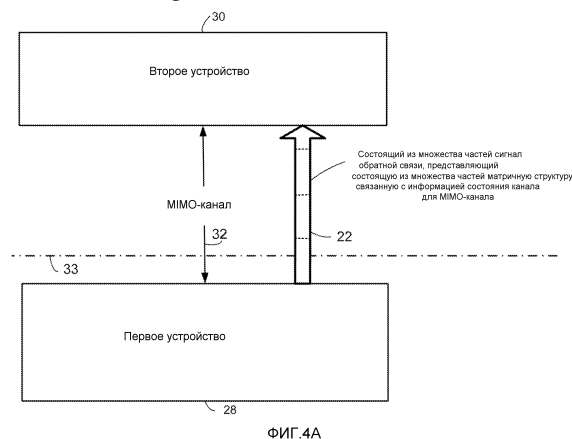
(57) Abstract:

FIELD: radio engineering, communication.

SUBSTANCE: invention relates to radio communication. The method in the first device for messaging of feedback information to the second device for action on a content of the pre-coding matrix which is used by the second device for pre-coding of information which is transmitted through the channel with multiple inputs and multiple outputs (MIMO) to the first device, and the method comprises the stages during which: a feedback signal is formed which consists of a set of parts representing a matrix structure of pre-coder consisting of a set of parts which is related to the information on state of the channel for the MIMO channel; and to the second device, at least, two different parts of the feedback signal are transmitted which consist of multiple parts with two corresponding various levels of detailing of time and/or frequency transmission.

EFFECT: improvement of orthogonalization of channels at MIMO transmission with keeping of reasonable expenses of service information, especially at pre-coding on the basis of code books.

59 cl, 13 dwg



Данная заявка притязает на приоритет и преимущество по предварительной заявке на патент США 61/247,589, поданной 1 октября 2009 года, которая полностью содержится в данном документе по ссылке.

ОБЛАСТЬ ТЕХНИКИ, К КОТОРОЙ ОТНОСИТСЯ ИЗОБРЕТЕНИЕ

5 Эта технология относится к сообщению обратной связи и обработке с обратной связью для схем пространственного мультиплексирования, предоставляемых, например, в радиосвязи.

УРОВЕНЬ ТЕХНИКИ

В типичной системе сотовой радиосвязи беспроводные терминалы (также известные
10 как мобильные станции и/или модули пользовательского оборудования (UE)) осуществляют связь через сеть радиодоступа (RAN) с одной или более базовых сетей. Сеть радиодоступа (RAN) покрывает географическую область, которая разделяется на области сот, при этом каждая область соты обслуживается посредством базовой станции, например, базовой радиостанции (RBS), которая в некоторых сетях также
15 может называться, например, "узлом В" (NodeB) (UMTS) или "усовершенствованным узлом В" (eNodeB) (LTE). Сота является географической областью, в которой покрытие радиосвязью предоставляется посредством оборудования базовой радиостанции в узле базовой станции. Каждая сота идентифицируется посредством идентификационных данных в локальной области радиосвязи, которые передаются в широкоэмитерном
20 режиме в соте. Базовые станции осуществляют связь по радиоинтерфейсу, работающему на радиочастотах, с модулями пользовательского оборудования (UE) в пределах дальности базовых станций.

В некоторых версиях сети радиодоступа, несколько базовых станций типично подключаются (например, посредством наземных линий или микроволн) к контроллеру
25 радиосети (RNC). Контроллер радиосети, также иногда называемый контроллером базовой станции (BSC), контролирует и координирует различные действия множества базовых станций, подключенных к нему. Контроллеры радиосети типично подключаются к одной или более базовых сетей.

Универсальная система мобильной связи (UMTS) является системой мобильной связи
30 третьего поколения, которая является развитием глобальной системы мобильной связи (GSM). UTRAN по существу является сетью радиодоступа с использованием широкополосного множественного доступа с кодовым разделением каналов для модулей пользовательского оборудования (UE).

На форуме, известном как партнерский проект третьего поколения (3GPP),
35 поставщики услуг связи предлагают и согласуют стандарты для сетей третьего поколения и UTRAN, в частности, и исследуют вопросы по повышенной скорости передачи данных и пропускной способности радиостанции. Партнерский проект третьего поколения (3GPP) взял на себя ответственности по дополнительному усовершенствованию технологий сетей радиодоступа на основе UTRAN и GSM.
40 Технические требования для усовершенствованной сети универсального наземного радиодоступа (E-UTRAN) являются действующими в партнерском проекте третьего поколения (3GPP). Усовершенствованная сеть универсального наземного радиодоступа (E-UTRAN) содержит стандарт долгосрочного развития (LTE) и стандарт развития архитектуры системы (SAE).

45 Стандарт долгосрочного развития (LTE) является разновидностью технологии 3GPP-радиодоступа, в которой узлы базовых радиостанций подключаются к базовой сети (через шлюзы доступа, или AGW), а не к узлам контроллеров радиосети (RNC). В общем, в LTE функции узла контроллера радиосети (RNC) распределяются между узлами

базовых радиостанций (усовершенствованным узлом В в LTE) и AGW. Также, сеть радиодоступа (RAN) LTE-системы имеет по существу "плоскую" архитектуру, содержащую узлы базовых радиостанций, без отправки сообщений в узлы контроллеров радиосети (RNC).

5 В последнее десятилетие беспроводная связь по каналам, имеющим множество передающих и множество приемных антенн, привлекает большой интерес. Технология со многими входами и многими выходами (MIMO) заключается в использовании множества антенн как в передатчике, так и в приемнике, чтобы повышать производительность связи. Многоантенные технологии могут значительно повышать скорости передачи данных и надежность системы беспроводной связи.

10 Производительность, в частности, повышается, если как передатчик, так и приемник содержат множество антенн, что приводит к каналу связи со многими входами и многими выходами (MIMO), и такие системы и/или связанные технологии обычно упоминаются как MIMO.

15 Основным компонентом в LTE-стандарте является поддержка развертываний MIMO-антенн и связанных с MIMO технологий. Одной из функциональных возможностей в LTE версии 8 является поддержка схемы пространственного мультиплексирования с возможно зависимым от канала предварительным кодированием (см. работу Love, D.J., Heath, R.W., Jr., "Limited feedback unitary precoding for spatial multiplexing systems", IEEE Transactions on Information Theory, том 51, издание 8, стр. 2967-2976, август 2005 года, раскрытие сущности, которой содержится в данном документе по ссылке). Схема пространственного мультиплексирования предназначена для стандартов высокоскоростной передачи данных в предпочтительных состояниях канала. Примерная иллюстрация схемы пространственного мультиплексирования предоставляется на фиг.

25 1.

Как видно на фиг. 1, векторы s символов переноса информации умножаются на матрицу $W_{N_T \times r}$ предварительного кодера NTx. Матрица зачастую выбирается так, что она соответствует характеристикам канальной MIMO-матрицы $H_{N_R \times N_T}$. Каждый из r символов в векторе s соответствует уровню, и r упоминается как ранг передачи. LTE использует мультиплексирование с ортогональным частотным разделением каналов (OFDM), и, следовательно, принимаемый вектор y_k $N_R \times 1$ для определенного элемента частотно-временных ресурсов с индексом k , при условии отсутствия межсотовых помех, моделируется посредством:

35
$$y_k = H W_{N_T \times r} s_k + e_k \quad (1),$$

где e_k является вектором шума, полученным в качестве реализации случайного процесса.

Предварительный кодер $W_{N_T \times r}$ может быть выбран из предварительно определенного и конечного множества исчисляемых предварительных кодеров, известных как для усовершенствованного узла В, так и для UE, так называемой кодовой книги. Это ограничивает усовершенствованный узел В в выборе предварительного кодера и обычно связано с сообщением обратной связи из UE, которое рекомендует предварительный кодер для усовершенствованного узла В. Другая альтернатива состоит в том, чтобы давать полную свободу усовершенствованному узлу В при определении предварительного кодера, так называемом предварительном кодировании не на основе кодовых книг. Посредством использования выделенных пилотных сигналов, также известных как специфичные для UE опорные сигналы (RS), UE не нуждается в сведениях

о том, какой предварительный кодер использован в передаче, и, в отличие от предварительного кодирования на основе кодовых книг, отсутствует эффект квантования. Комбинации подходов на основе кодовых книг и не на основе кодовых книг также являются возможными. Например, сообщение обратной связи может быть
 5 основано на кодовых книгах, в то время как передача не основана на кодовых книгах посредством использования RS, специфичного для UE. Второй подход соответствует текущей работе по стандартизации для Rel-10 LTE.

Как уже упомянуто, UE, на основе измерений канала в прямой линии связи, может передавать рекомендации в базовую станцию относительно подходящего
 10 предварительного кодера для использования, включающие в себя рекомендуемый ранг передачи. В случае предварительного кодирования на основе кодовых книг UE может выполнять полный поиск по всем предварительным кодерам в кодовой книге, чтобы находить тот кодер, который дает наилучшую производительность, например, прогнозируемую пропускную способность, и затем возвращать индекс, указывающий
 15 на наилучший предварительный кодер, в усовершенствованный узел В. Один предварительный кодер, который, как предполагается, покрывает большую полосу пропускания (широкополосное предварительное кодирование), может быть сообщен по обратной связи. Также может быть преимущественным сопоставлять изменения частоты канала и вместо этого возвращать сообщение по частотно-избирательному
 20 предварительному кодированию, например, по нескольким предварительным кодерам, по одному на каждую подполосу.

Зависимое от канала предварительное кодирование, как описано выше, типично требует значительной поддержки передачи служебных сигналов, в частности, для частотно-избирательного предварительного кодирования. Требуются не только
 25 служебные сигналы обратной связи в обратной линии связи (т.е. от UE к усовершенствованному узлу В в LTE), как упомянуто выше, но типично также и служебные сигналы в прямой линии связи (т.е. от усовершенствованного узла В к UE в LTE) необходимы, чтобы указывать, какой предварительный кодер фактически использован в передаче по прямой линии связи, поскольку передатчик прямой линии
 30 связи (т.е. усовершенствованный узел В) может не быть уверен в получении корректного сообщения по предварительному кодеру из приемника (прямой линии связи) (т.е. UE).

Кодированные биты, исходящие из идентичного блока информационных битов, упоминаются как "кодовое слово". Это также является терминологией, используемой в LTE для того, чтобы описывать вывод из одного HARQ-процесса, обслуживающего
 35 конкретный транспортный блок, и содержит турбокодирование, согласование скорости, перемежение и т.д. Кодовое слово затем модулируется и распределяется по антеннам. Такое преобразованное кодовое слово зачастую также упоминается как "кодовое слово", когда отсутствует риск путаницы.

Может быть целесообразным передавать данные из нескольких кодовых слов сразу, что также известно как передача с множеством кодовых слов. Первое (модулированное)
 40 кодовое слово может, например, отображаться на первые две антенны, а второе кодовое слово - на две оставшиеся антенны в системе с четырьмя передающими антеннами. В вышеуказанном контексте предварительного кодирования кодовые слова отображаются на уровни вместо прямого отображения на физические антенны.

В области высокоскоростной многоантенной передачи, одной из самых важных характеристик состояний канала является так называемый ранг канала. Грубо говоря, ранг канала может варьироваться от одного до минимального числа передающих и
 45 приемных антенн. При рассмотрении в качестве примера системы 4x2, т.е. системы с

четырьмя антеннами на стороне передатчика и двумя антеннами на стороне приемника, максимальный ранг канала равняется двум. Ранг канала варьируется во времени по мере того, как быстрое затухание изменяет каналные коэффициенты. Кроме того, он определяет то, сколько уровней и, в конечном счете, также, сколько кодовых слов
 5 может быть успешно передано одновременно. Следовательно, если ранг канала равен одному в момент передачи двух кодовых слов, отображаемых на два отдельных уровня, существует большая вероятность того, что два сигнала, соответствующие кодовым словам, создают такие сильные помехи, что оба из кодовых слов ошибочно детектируются в приемнике.

10 В сочетании с предварительным кодированием, адаптивное кодирование к рангу канала включает в себя использование числа уровней, равного рангу канала. В простейших из случаев каждый уровень должен соответствовать конкретной антенне. Но число кодовых слов может отличаться от числа уровней, аналогично LTE. В таком случае возникает проблема того, как отображать кодовые слова на уровни. При
 15 рассмотрении текущего рабочего допущения для случая 4 передающих антенн в LTE в качестве примера, максимальное число кодовых слов ограничивается двумя, в то время как вплоть до четырех уровней могут быть переданы. Используется фиксированное зависимое от ранга отображение согласно фиг. 2.

20 Схема и относительное размещение антенн имеют сильное влияние на производительность системы. Разумеется, имеется множество различных возможностей. Естественное ограничение состоит в том, чтобы сохранять полный размер матрицы как можно меньшим при поддержании хорошей производительности. Совпадающие по поляризации, близко расположенные антенны зачастую приводят к
 25 коррелированному затуханию, что упрощает достижение усиления решетки через формирование диаграммы направленности, но с другой стороны, уменьшает вероятность преимущественного использования передач с высоким рангом, которые зачастую предпочитают некоррелированное затухание.

Другой способ получать некоррелированное затухание и фактически также ограничивать помехи между уровнями при сохранении размера антенной решетки
 30 небольшим состоит в том, чтобы передавать по ортогональным поляризациям посредством использования совместно размещенной и кросс-поляризованной пары антенн. Фиг. 3 иллюстрирует, посредством вертикальных строк, восемь антенн, при этом две кросс-поляризованные антенны из пары обычно иллюстрируются посредством "X", чтобы учитывать ориентации поляризаций в ± 45 градусов. Комбинация
 35 ортогональных и близко расположенных антенн является перспективным расположением решетки для случаев режима передачи 4 и 8. Как также проиллюстрировано на фиг. 3, посредством использования пар кросс-поляризованных антенн близко друг к другу (порядка 0,5-1 длины волны), размер матрицы сохраняется небольшим, в то время как, по меньшей мере, вплоть до передач для ранга 2 хорошо
 40 собирается посредством передачи по ортогональным поляризациям, тогда как достижение усиления решетки упрощается посредством небольшого расстояния между кросс-полюсами.

В конкретном примере по фиг. 3 два общих опорных сигнала (CRS), например, CRS#1 и CRS#2, могут использоваться для ортогональных поляризаций, так что оценка канала
 45 упрощается в приемнике прямой линии связи. Но опорные сигналы могут, при доступности, конечно, также отображаться другими способами на антенной решетке. Например, если восемь опорных сигналов доступны, они могут подключаться к отдельной антенне. В Rel-10 LTE это может быть общим сценарием, поскольку в таком

случае предусмотрена поддержка до восьми специфичных для соты антенных портов и их соответствующих опорных сигналов.

В случае традиционной обратной связи предварительного кодера размер кодовой книги непосредственно определяет объем издержек служебной информации.

- 5 Следовательно, желательно стремиться к максимально возможно небольшой кодовой книге. С другой стороны, небольшая кодовая книга обычно подразумевает более низкую производительность. Эта проблема становится более явной по мере того, как число передающих антенн увеличивается вследствие необходимости в большей кодовой книге для того, чтобы покрывать увеличение количества степеней свободы, которые
10 могут использоваться для передачи. Издержки служебной информации являются, в частности, большими, когда частотно-избирательное предварительное кодирование используется, и тем самым несколько предварительных кодеров, покрывающих полосу пропускания, сообщаются по обратной связи. Такой тип предварительного кодирования типично требуется, чтобы отслеживать затухание по частоте, чтобы обеспечивать то,
15 что передаваемые сигналы конструктивно суммируются на стороне приемника и также ортогонализируют канал для хорошего разделения уровней.

- Следствием большой кодовой книги и/или частотно-избирательного предварительного кодирования также является высокая вычислительная сложность для выбора предварительного кодера, который выполняется на стороне UE для
20 обратной связи предварительного кодера, который должен использоваться для передач по нисходящей линии связи или на стороне усовершенствованного узла В в случае предварительно кодированных передач из UE в восходящей линии связи или в случае предварительного кодирования не на основе кодовых книг. Возникает сопутствующий существенный и растущий объем сложных математических расчетов по мере того, как
25 матрицы предварительного кодера растут.

- Процедура определения кодовой книги или предварительного кодера также может плохо выполняться для конкретного расположения антенной решетки. Согласование свойств предварительного кодера с конкретным расположением антенн, следовательно, важно, поскольку оно позволяет поддерживать высокую производительность, при этом
30 одновременно уменьшать издержки служебной информации. Чтобы повышать преимущества многограновой передачи и уменьшать обязательные требования к усовершенствованным приемникам, ортогонализация канала играет важную роль. Тем не менее, при обычном предварительном кодировании на основе кодовых книг, аналогично настоящему LTE версии 8, эффект ортогонализации пренебрежимо мал
35 вследствие очень небольшого числа предварительных кодеров в ранге 2 для передачи в режиме 2 Tx и в ранге 2, 3 и 4 для передачи в режиме 4 Tx. В то же время, оно считается подходящим для того, чтобы поддерживать разумные издержки служебной информации.

СУЩНОСТЬ ИЗОБРЕТЕНИЯ

- Технология, раскрытая в данном документе, уменьшает проблемы, к примеру,
40 описанные выше, посредством введения структуры в матрицы предварительного кодера, причем различные части структуры могут быть обновлены с различными степенями детализации во времени и/или по частоте на основе обратной связи, соответствующей различным упомянутым частям. В случае предварительного кодирования на основе кодовых книг служебные сигналы с обратной связью могут непосредственно
45 соответствовать различным частям предварительного кодера. Аналогично, такая передача служебных сигналов с многими степенями детализации также может применяться к потенциальной передаче служебных сигналов по прямой линии связи в первое устройство, например, в беспроводной терминал или беспроводной терминал

(UE).

В одном из аспектов, технология, раскрытая в данном документе, относится к способу работы первого устройства, которое сообщает информацию обратной связи во второе устройство. Первое устройство является устройством такого типа, которое принимает информацию, которая предварительно кодирована во втором устройстве до передачи из второго устройства по каналу со многими входами и многими выходами (MIMO) в первое устройство. В примерных вариантах осуществления и режимах, способ содержит формирование состоящего из множества частей сигнала обратной связи, представляющего состоящую из множества частей матричную структуру, которая связана с информацией состояния канала для канала; и передачу во второе устройство, по меньшей мере, двух различных частей состоящего из множества частей сигнала обратной связи с двумя соответствующими различными степенями детализации передачи во времени и/или по частоте.

В другом из аспектов, технология, раскрытая в данном документе, относится к способу работы сети связи, которая содержит первое устройство и второе устройство. В примерных вариантах осуществления и режимах, способ содержит передачу информации, которая предварительно кодирована во втором устройстве, по каналу с многими выходами (MIMO) в первое устройство; в первом устройстве, формирование состоящего из множества частей сигнала обратной связи, представляющего состоящую из множества частей матричную структуру, которая связана с информацией состояния канала для канала; передачу посредством первого устройства во второе устройство, по меньшей мере, двух различных частей состоящего из множества частей сигнала обратной связи с двумя соответствующими различными степенями детализации передачи во времени и/или по частоте; и использование состоящего из множества частей сигнала обратной связи во втором устройстве, чтобы влиять на предварительное кодирование информации, передаваемой по каналу в первое устройство.

В другом из аспектов, технология, раскрытая в данном документе, относится к способу работы узла связи. В примерных вариантах осуществления и режимах, способ содержит использование предварительного кодера для того, чтобы преобразовывать информацию, которая передается по каналу со многими входами и многими выходами (MIMO) в устройство-получатель; прием состоящего из множества частей сигнала обратной связи из устройства-получателя, причем сигнал обратной связи представляет состоящую из множества частей матричную структуру, связанную с информацией состояния канала для канала, при этом, по меньшей мере, две различные части состоящего из множества частей сигнала обратной связи принимаются с двумя соответствующими различными степенями детализации передачи во времени и/или по частоте; использование состоящего из множества частей сигнала обратной связи во втором устройстве, чтобы влиять на предварительное кодирование дополнительной информации, передаваемой по каналу в устройство-получатель. В примерной реализации, способ дополнительно содержит отправку команды формата обратной связи в устройство-получатель, причем команда формата сконфигурирована, чтобы указывать соответствующие различные степени детализации передачи.

Согласно примерным вариантам осуществления либо режимам или реализациям одного или более способов, раскрытых в данном документе, различные части состоящего из множества частей сигнала обратной связи соответствуют различным матрицам. Состоящая из множества частей матричная структура включает в себя, по меньшей мере, составляющие матрицы.

Согласно примерным вариантам осуществления либо режимам или реализациям

одного или более способов, раскрытых в данном документе, состоящая из множества частей матричная структура содержит матричную структуру предварительного кодера для предварительного кодера, который извлекается из информации состояния канала. В качестве неограничивающей примерной реализации, по меньшей мере, одна часть

5 состоящей из множества частей матричной структуры является частью или представляет, по меньшей мере, часть кодовой книги. В некоторых таких реализациях, матрица предварительного кодера может быть получена в качестве кронекерова произведения двух матриц, содержащих состоящую из множества частей матричную структуру, например, кронекерова произведения поляризационной матрицы и вектора

10 формирования диаграммы направленности. Например, матрица, используемая посредством второго устройства для ранга r передачи и N_T передающих антенн, может представляться как кронекерово произведение $W^{(r)} = W_{\text{pol}}^{(r)} \odot w_{\text{BF}}$, при этом матрица $W_{\text{pol}}^{(r)}$ поляризационного предварительного кодера $2 \cdot r$ регулирует относительные

15 фазы между двумя ортогональными поляризациями, тогда как вектор w_{BF} формирования диаграммы направленности $\frac{N_T}{2} \cdot 1$ регулирует относительные фазы в каждой из двух групп близко расположенных совпадающих по поляризации антенн.

20 Согласно примерным вариантам осуществления либо режимам или реализациям одного или более способов, раскрытых в данном документе, состоящая из множества частей матричная структура содержит канальную корреляционную матрицу. В некоторых примерных реализациях, канальная корреляционная матрица содержит блочно-диагональную матрицу, и первая составляющая матрица канальной

25 корреляционной матрицы представляет, по меньшей мере, один блок, а вторая составляющая матрица канальной корреляционной матрицы представляет относительные фазы и амплитуду блоков.

В одном из аспектов, технология, раскрытая в данном документе, относится к устройству, которое сообщает информацию обратной связи во второе устройство с

30 использованием состоящего из множества частей сигнала обратной связи, представляющего состоящую из множества частей матричную структуру, которая связана с информацией состояния канала для канала со многими входами и многими выходами (MIMO), при этом, по меньшей мере, две различные части состоящего из множества частей сигнала обратной связи передаются во второе устройство с двумя

35 соответствующими различными степенями детализации передачи во времени и/или по частоте. В примерном варианте осуществления и реализации, первое устройство содержит приемник, сконфигурированный, чтобы принимать информацию, которая предварительно кодирована во втором устройстве до передачи из второго устройства по каналу в первое устройство; формирователь, сконфигурированный, чтобы

40 формировать состоящий из множества частей сигнал обратной связи; и передатчик, который передает во второе устройство, по меньшей мере, две различные части состоящего из множества частей сигнала обратной связи с двумя соответствующими различными степенями детализации передачи во времени и/или по частоте.

В другом из аспектов, технология, раскрытая в данном документе, относится к сети

45 связи, которая содержит первое устройство и второе устройство. Первое устройство сконфигурировано, чтобы сообщать информацию обратной связи во второе устройство с использованием состоящего из множества частей сигнала обратной связи, представляющего состоящую из множества частей матричную структуру, которая связана с информацией состояния канала для канала со многими входами и многими

выходами (MIMO), при этом, по меньшей мере, две различные части состоящего из множества частей сигнала обратной связи передаются во второе устройство с двумя соответствующими различными степенями детализации передачи во времени и/или по частоте. Второе устройство сконфигурировано, чтобы использовать состоящий из множества частей сигнал обратной связи, чтобы влиять на предварительное кодирование дополнительной информации, передаваемой по каналу в первое устройство. В 5 примерном варианте осуществления и реализации, второе устройство содержит предварительный кодер, сконфигурированный, чтобы преобразовывать информацию, которая должна быть передана во второе устройство; и передатчик второго устройства, который передает предварительно кодированную информацию по каналу в первое 10 устройство. Первое устройство содержит приемник, сконфигурированный, чтобы принимать предварительно кодированную информацию по каналу из первого устройства; формирователь, сконфигурированный, чтобы формировать состоящий из множества частей сигнала обратной связи; и передатчик первого устройства, который 15 передает во второе устройство, по меньшей мере, две различные части состоящего из множества частей сигнала обратной связи с двумя соответствующими различными степенями детализации передачи во времени и/или по частоте. Второе устройство дополнительно содержит контроллер предварительного кодера, сконфигурированный, чтобы использовать состоящий из множества частей сигнал обратной связи, чтобы 20 влиять на предварительное кодирование дополнительной информации, передаваемой по каналу в первое устройство.

В другом из аспектов, технология, раскрытая в данном документе, относится к узлу связи, который принимает состоящий из множества частей сигнал обратной связи из устройства-получателя. Сигнал обратной связи представляет состоящую из множества 25 частей матричную структуру, связанную с информацией состояния канала для канала со многими входами и многими выходами (MIMO), по которому узел передает предварительно кодированную информацию в устройство-получатель. По меньшей мере, две различные части состоящего из множества частей сигнала обратной связи принимаются с двумя соответствующими различными степенями детализации передачи 30 во времени и/или по частоте. Узел использует состоящий из множества частей сигнал обратной связи, чтобы влиять на предварительное кодирование дополнительной информации, передаваемой по каналу в устройство-получатель. В примерном варианте осуществления и реализации, узел содержит предварительный кодер, сконфигурированный, чтобы преобразовывать информацию, которая передается по 35 каналу в устройство-получатель; приемник, который принимает состоящий из множества частей сигнал обратной связи; и контроллер предварительного кодера, сконфигурированный, чтобы использовать состоящий из множества частей сигнал обратной связи во втором устройстве, чтобы влиять на предварительное кодирование дополнительной информации, передаваемой по каналу в устройство-получатель. В 40 примерном варианте осуществления, контроллер предварительного кодера дополнительно сконфигурирован, чтобы формировать команду формата обратной связи в устройство-получатель, причем команда формата сконфигурирована, чтобы указывать соответствующие различные степени детализации передачи.

В одном или более вариантах осуществления, описанных в данном документе, состоящая из множества частей матричная структура содержит матричную структуру 45 предварительного кодера для предварительного кодера, который извлекается из информации состояния канала. В одном или более вариантах осуществления, описанных в данном документе, по меньшей мере, одна часть состоящей из множества частей

матричной структуры является частью или представляет, по меньшей мере, часть кодовой книги. В некоторых таких реализациях, матрица предварительного кодера может быть получена в качестве кронекерова произведения двух матриц, содержащих состоящую из множества частей матричную структуру, например, кронекерова произведения поляризационной матрицы и вектора формирования диаграммы направленности. Например, матрица, используемая посредством второго устройства для ранга r передачи и N_T передающих антенн, может представляться как кронекерово произведение $W^{(r)} = W_{\text{pol}}^{(r)} \odot w_{\text{BF}}$, при этом матрица $W_{\text{pol}}^{(r)}$ поляризационного предварительного кодера $2 \cdot r$ регулирует относительные фазы между двумя ортогональными поляризациями, тогда как вектор w_{BF} формирования диаграммы направленности $\frac{N_T}{2} \cdot 1$ регулирует относительные фазы в каждой из двух групп близко расположенных совпадающих по поляризации антенн.

В одном или более вариантах осуществления, описанных в данном документе, состоящая из множества частей матричная структура содержит канальную корреляционную матрицу. В некоторых примерных реализациях, канальная корреляционная матрица содержит блочно-диагональную матрицу, и первая составляющая матрица канальной корреляционной матрицы представляет, по меньшей мере, один блок, а вторая составляющая матрица канальной корреляционной матрицы представляет относительные фазы и амплитуду блоков.

В определенных вариантах осуществления и режимах, первое устройство является беспроводным терминалом, а второе устройство является узлом базовой станции. В другом примерном варианте осуществления и режиме, первое устройство и второе устройство являются беспроводными терминалами, которые поддерживают связь (например, произвольно организуемую ближнюю связь) друг с другом.

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ

Вышеприведенные и другие цели, признаки и преимущества изобретения должны быть очевидными из нижеследующего более подробного описания предпочтительных вариантов осуществления, как проиллюстрировано на прилагаемых чертежах, на которых ссылки с номером означают идентичные части на различных представлениях. Чертежи необязательно начерчены в масштабе, вместо этого акцент делается на понятности иллюстрирования принципов изобретения.

Фиг. 1 является схематичным видом структуры передачи схемы предварительно кодированного пространственного мультиплексирования в стандарте долгосрочного развития (LTE).

Фиг. 2 является схематическим видом, показывающим отображение кодовых слов на уровни для четырехантенной системы с предварительным кодированием.

Фиг. 3 является схематическим видом, иллюстрирующим расположение кросс-поляризованных антенн для примера восьми передающих антенн.

Фиг. 4А является схематичным видом системы связи, показывающим передачу состоящего из множества частей сигнала обратной связи из первого устройства во второе устройство.

Фиг. 4В является схематичным видом системы связи, показывающим подробнее выбранные компоненты первого устройства и второго устройства, при этом первое устройство передает состоящий из множества частей сигнал обратной связи во второе устройство.

Фиг. 5 является схематическим видом, показывающим примерный формат состоящего

из множества частей сигнала обратной связи согласно примерному варианту осуществления.

Фиг. 6 является схематичным видом системы связи, показывающим передачу состоящего из множества частей сигнала обратной связи из первого устройства во второе устройство, а также передачу конфигурационного сообщения из второго устройства в первое устройство.

Фиг. 7А является схематическим видом, иллюстрирующим примерный сценарий различной степени детализации передачи во времени различных частей состоящего из множества частей сигнала обратной связи.

Фиг. 7В является схематическим видом, иллюстрирующим примерный сценарий различной степени детализации передачи различных частей состоящего из множества частей сигнала обратной связи относительно подполос частот.

Фиг. 8 является схематическим видом, иллюстрирующим использование общего состоящего из множества частей сигнала обратной связи для воздействия на содержимое двух различных частей матрицы предварительного кодера.

Фиг. 9 является схематическим видом, показывающим индексы, которые предоставляют значения для различных частей предварительного кодера.

Фиг. 10 является схематическим видом, иллюстрирующим использование состоящего из множества частей сигнала обратной связи для воздействия на содержимое части матрицы поляризационного предварительного кодера и части вектора модуля формирования диаграммы направленности матрицы предварительного кодера на основе кодовых книг.

Фиг. 11 является схематическим видом, иллюстрирующим использование состоящего из множества частей сигнала обратной связи для оценки канала для воздействия на содержимое части матрицы поляризационного предварительного кодера и части вектора модуля формирования диаграммы направленности матрицы предварительного кодера не на основе кодовых книг.

Фиг. 12 является схематическим видом, иллюстрирующим использование состоящего из множества частей сигнала обратной связи, в котором разность относительных фаз и амплитуд между двумя поляризациями захватывается посредством оценки коэффициента масштабирования согласно сценариям с высокой корреляцией, который моделирует соотношение между диагональными и недиагональными элементами.

Фиг. 13 является схематичным видом системы связи, содержащей передающий узел/устройство, содержащий предварительный кодер, и приемный узел/устройство с формирователем состоящих из множества частей сигналов обратной связи.

ПОДРОБНОЕ ОПИСАНИЕ

В последующем описании, в целях пояснения, а не ограничения, конкретные подробности, такие как конкретные архитектуры, интерфейсы, технологии и т.д., излагаются для того, чтобы предоставлять полное понимание настоящего изобретения. Тем не менее, специалистам в данной области техники должно быть очевидным, что настоящее изобретение может осуществляться на практике в других вариантах осуществления, которые отступают от этих конкретных подробностей. Т.е. специалисты в данной области техники должны иметь возможность разрабатывать различные компоновки, которые, хотя не описаны или показаны явно в данном документе, осуществляют принципы изобретения и включаются в его сущность и объем. В некоторых случаях, подробные описания известных устройств, схем и способов опускаются с тем, чтобы не затруднять понимание описания настоящего изобретения необязательными подробностями. Все заявления в данном документе, касающиеся

принципов, аспектов и вариантов осуществления изобретения, а также его конкретных примеров, предназначены содержать в себе структурные и функциональные эквиваленты. Дополнительно, эти эквиваленты должны включать в себя как известные в данный момент эквиваленты, так и эквиваленты, разрабатываемые в будущем, т.е. любые разрабатываемые элементы, которые выполняют эту функцию, вне зависимости от структуры.

Таким образом, например, специалисты в данной области техники должны принимать во внимание, что блок-схемы в данном документе могут представлять концептуальные виды иллюстративной схемы или других функциональных модулей, осуществляющих принципы технологии. Аналогично, следует принимать во внимание, что все блок-схемы последовательности операций, блок-схемы, схемы переходов состояния, псевдокод и т.п. представляют различные процессы, которые могут быть представлены большей частью на машиночитаемом носителе и тем самым исполнены посредством компьютера или процессора, независимо от того, показан или нет в явной форме такой компьютер или процессор.

Функции различных элементов, включающих в себя функциональные блоки, в том числе, но не только, функциональные блоки, помеченные или описанные как "компьютер", "процессор" или "контроллер", могут предоставляться с помощью аппаратного обеспечения, таких как схемное аппаратное обеспечение и/или аппаратное обеспечение, выполненное с возможностью исполнения программного обеспечения в форме кодированных инструкций, сохраненных на машиночитаемом носителе. Таким образом, такие функции и проиллюстрированные функциональные блоки должны пониматься как аппаратно реализованные и/или компьютерно-реализованные и тем самым машинореализованные.

С точки зрения аппаратной реализации, функциональные блоки могут включать в себя или охватывать, без ограничения, аппаратное обеспечение на базе процессора цифровых сигналов (DSP), процессор с сокращенным набором команд, аппаратную (например, цифровую или аналоговую) схему, в том числе, но не только, специализированную интегральную схему(ы) [ASIC] и (при необходимости) конечные автоматы, выполненные с возможностью выполнения таких функций.

С точки зрения компьютерной реализации, компьютер, в общем, понимается как содержащий один или более процессоров или один или более контроллеров, и термины "компьютер" и "процессор", и "контроллер" могут использоваться взаимозаменяемо в данном документе. При предоставлении посредством компьютера или процессора, или контроллера, функции могут предоставляться посредством одного выделенного компьютера или процессора, или контроллера, посредством одного совместно используемого компьютера или процессора, или контроллера, либо посредством множества отдельных компьютеров или процессоров, или контроллеров, некоторые из которых могут быть совместно использованы или распределены. Кроме того, использование термина "процессор" или "контроллер" также должно истолковываться как означающее другое аппаратное обеспечение, выполненное с возможностью осуществления таких функций и/или исполнения программного обеспечения, такое как примерное аппаратное обеспечение, изложенное выше.

Фиг. 4А показывает характерную систему 20 связи и передачу состоящего из множества частей сигнала 22 обратной связи из первого устройства 28 во второе устройство 30. Второе устройство 30 передает предварительно кодированную информацию 29 в первое устройство 28 по ММО-каналу 32. ММО-канал 32 предусмотрен по радиointерфейсу 33. Второе устройство 30 принимает из первого

устройства 28 состоящий из множества частей сигнал 22 обратной связи (MPFS). Состоящий из множества частей сигнал 22 обратной связи (MPFS) представляет состоящую из множества частей матричную структуру. В примерных вариантах осуществления, каждая часть в состоящем из множества частей сигнале 22 обратной связи имеет прямое соответствие "один-к-одному" с каждой частью в состоящей из множества частей матричной структуре. Состоящая из множества частей матричная структура связана с информацией состояния канала (CSI) для ММО-канала 32. Как поясняется в данном документе, различные части состоящего из множества частей сигнала 22 обратной связи передаются из первого устройства 28 во второе устройство 30 с соответствующей различной степенью детализации во времени и/или по частоте.

Фиг. 4В подробнее показывает определенные аспекты первого устройства 28 и второго устройства 30 согласно примерному неограничивающему варианту осуществления. Второе устройство 30 передает предварительно кодированную информацию 29 в первое устройство 28 по ММО-каналу 32. Второе устройство 30 содержит передатчик 34; формирователь 36 кадров; и приемник 38. Формирователь 36 кадров содержит предварительный кодер 40 и контроллер 42 матриц предварительного кодера. Приемник 38 сконфигурирован, чтобы принимать из первого устройства состоящий из множества частей сигнал 22 обратной связи (MPFS). Состоящий из множества частей сигнал 22 обратной связи (MPFS) представляет состоящую из множества частей матричную структуру, которая связана с информацией состояния канала для ММО-канала 32. Различные части состоящего из множества частей сигнала 22 обратной связи передаются из первого устройства 28 во второе устройство 30 с соответствующей различной степенью детализации во времени и/или по частоте. Контроллер 42 матриц предварительного кодера сконфигурирован, чтобы использовать состоящий из множества частей сигнал 22 обратной связи, чтобы влиять на содержимое матрицы предварительного кодера, используемой посредством предварительного кодера 40.

Как дополнительно показано на фиг. 4В, первое устройство 28 принимает, по нисходящей линии связи по каналу 32 из второго устройства 30, предварительно кодированную информацию 29. В примерном варианте осуществления по фиг. 4В, первое устройство 28 содержит формирователь 52 состоящих из множества частей сигналов обратной связи и передатчик 54. Формирователь 52 состоящих из множества частей сигналов обратной связи сконфигурирован, чтобы формировать состоящий из множества частей сигнал 22 обратной связи. Как указано выше, состоящий из множества частей сигнал 22 обратной связи (MPFS) представляет состоящую из множества частей матричную структуру, которая связана с информацией состояния канала для ММО-канала 32 и сконфигурирована, чтобы влиять на содержимое матрицы 40 предварительного кодера, используемой посредством второго устройства 30. Состоящий из множества частей сигнал 22 обратной связи содержит, по меньшей мере, две различные части, сконфигурированные, чтобы передачи с двумя соответствующими различными степенями детализации передачи во времени и/или по частоте. Передатчик 54 сконфигурирован, чтобы передавать состоящий из множества частей сигнал 22 обратной связи по восходящей линии связи по каналу 32 во второе устройство 30, при этом, по меньшей мере, две различные части состоящего из множества частей сигнала 22 обратной связи передаются с двумя соответствующими различными степенями детализации передачи.

В примерном неограничивающем варианте осуществления, первое устройство 28 может принимать форму беспроводного терминала (например, беспроводного

терминала (UE)), а второе устройство 30 может принимать форму узла базовой станции. В других вариантах осуществления, первое устройство 28 и второе устройство 30 могут принимать другие формы. Например, первое устройство может принимать форму узла базовой станции, а второе устройство может принимать форму беспроводного терминала. В качестве еще одного примера, первое устройство и второе устройство могут быть двумя беспроводными терминалами в режиме произвольно организуемой ближней связи.

Как указано выше, состоящий из множества частей сигнал 22 обратной связи (MPFS) представляет состоящую из множества частей матричную структуру, которая связана с информацией состояния канала (CSI) для MIMO-канала 32. Состоящая из множества частей матричная структура содержит множество, например, по меньшей мере, две составляющие матрицы. Таким образом, состоящий из множества частей сигнал 22 обратной связи содержит, по меньшей мере, две различные части.

Упрощенный состоящий из множества частей сигнал 22 обратной связи из двух частей показывается на фиг. 5. Состоящий из множества частей сигнал 22 обратной связи по фиг. 5 показан как содержащий первую часть 64 состоящего из множества частей сигнала обратной связи (MPFS) и вторую часть 66 состоящего из множества частей сигнала обратной связи (MPFS). Следует понимать, что число частей состоящего из множества частей сигнала 22 обратной связи может превышать две. Различные части состоящего из множества частей сигнала 22 обратной связи могут быть основаны на различных или отдельных сообщениях/определениях, выполняемых посредством первого устройства 28.

Поскольку состоящая из множества частей матричная структура связана с информацией состояния канала (CSI) для MIMO-канала 32, по меньшей мере, одна, и возможно больше его частей представляет матрицу, которая связана с информацией состояния канала. Например, в отношении примера по фиг. 5, как первая часть 64, так и вторая часть 66 могут содержать матрицы, связанные с информацией состояния канала. Альтернативно, одна из первой части 64 и второй части 66 может содержать матрицу, тогда как другая может содержать информацию, относящуюся к каналу в другой форме, например, индекс или другой индикатор, который ссылается, указывает, или представляет составляющую матрицу состоящей из множества частей матричной структуры, причем сама составляющая матрица связана с информацией состояния канала. Таким образом, состоящий из множества частей сигнал 22 обратной связи, "представляющий" матрицу(ы), при использовании в данном документе охватывает или содержит состоящий из множества частей сигнал 22 обратной связи, фактически состоящий из матрицы либо индекса или другого индикатора, который ссылается, указывает или представляет составляющую матрицу состоящей из множества частей матричной структуры. Также, при использовании в данном документе "состоящая из множества частей матричная структура" охватывает структуру, содержащую, по меньшей мере, две матрицы. Термин "матрица" может охватывать вектор, а не скаляр. Таким образом, например, состоящая из множества частей матричная структура может содержать первую часть, которая сформирована посредством одной или более матриц, и вторую часть, которая сформирована посредством одной или более других матриц. В качестве другого примера, состоящая из множества частей матричная структура может содержать первую часть, которая сформирована посредством одной или более матриц, и вторую часть, которая сформирована посредством матрицы, которая является вектором.

"Связанность с информацией состояния канала" при использовании в данном

документе может охватывать или содержать одну или более частей состоящего из множества частей сигнала 22 обратной связи (MPFS), фактически содержащих информацию состояния канала или содержащих фактическую матрицу(ы) предварительного кодера, которую первое устройство 28 извлекает из информации состояния канала. Кроме того, "информация состояния канала" может включать в себя или выражаться посредством, но не только, канальных матриц и/или их корреляций.

Таким образом, согласно некоторым примерным вариантам осуществления либо режимам или реализациям, различные части состоящего из множества частей сигнала обратной связи могут соответствовать (например, иметь соответствие "один-к-одному") различным матрицам, содержащим состоящую из множества частей матричную структуру. Состоящая из множества частей матричная структура тем самым включает в себя составляющие матрицы. Кроме того, состоящая из множества частей матричная структура может быть сконфигурирована различными способами.

Например, согласно некоторым примерным вариантам осуществления либо режимам или реализациям, состоящая из множества частей матричная структура может содержать матричную структуру предварительного кодера для предварительного кодера, который извлекается из информации состояния канала. В качестве неограничивающей примерной реализации предварительного кодера, по меньшей мере, одна часть состоящей из множества частей матричной структуры является частью или представляет, по меньшей мере, часть кодовой книги. В некоторых таких реализациях, матрица предварительного кодера может быть получена в качестве кронекерова произведения двух матриц, содержащих состоящую из множества частей матричную структуру, например, кронекерова произведения поляризационной матрицы и вектора формирования диаграммы направленности. Например, матрица, используемая посредством второго устройства для ранга r передачи и N_T передающих антенн, может представляться как кронекерово произведение $W^{(r)} = W_{\text{pol}}^{(r)} \odot w_{\text{BF}}$, при этом матрица $W_{\text{pol}}^{(r)}$ поляризационного предварительного кодера $2 \times r$ регулирует относительные фазы между двумя ортогональными поляризациями, тогда как вектор w_{BF} формирования диаграммы направленности $\frac{N_T}{2} \times 1$ регулирует относительные фазы в каждой из двух групп близко расположенных совпадающих по поляризации антенн.

В качестве другого примера, согласно некоторым примерным вариантам осуществления либо режимам или реализациям, состоящая из множества частей матричная структура содержит канальную корреляционную матрицу. В некоторых примерных реализациях канальной корреляции, канальная корреляционная матрица содержит блочно-диагональную матрицу, и первая составляющая матрица канальной корреляционной матрицы представляет, по меньшей мере, один блок, а вторая составляющая матрица канальной корреляционной матрицы представляет относительные фазы и амплитуду блоков. Примеры вышеприведенного предоставляются и дополнительно поясняются ниже.

В отношении вышеуказанного, специалист в данной области техники понимает, что, когда первое устройство 28 отправляет состоящий из множества частей сигнал 22 обратной связи, который включает в себя обратную связь предварительного кодера (например, в форме матриц предварительного кодера или, по меньшей мере, частей кодовой книги предварительного кодера), первое устройство 28 определяет подходящее свойство передачи для второго устройства 30 для гипотетической передачи, при этом обратная связь предварительного кодера основана на свойствах канала. С другой

стороны, когда первое устройство 28 отправляет состоящий из множества частей сигнал 22 обратной связи, который пытается представлять канал 32, второе устройство 30 предположительно использует сообщенную информацию состояния канала для определения подходящего свойства передачи, например, матриц(ы) предварительного кодера.

Как показано на фиг. 4В, часть служебных сигналов с обратной связью технологии, описанной в данном документе, может формулироваться как введение сигнала f обратной связи, который может выражаться как функция от двух или более частей $f^{(1)}$, $f^{(2)}$, ..., $f^{(K)}$ сигнала, т.е.:

$$f = f(f^{(1)}, f^{(2)}, \dots, f^{(K)}),$$

где эти части сигнала могут быть переданы по линии обратной связи с различными степенями детализации во времени и/или по частоте. Фактически, в примерном варианте осуществления второго устройства 30, показанного на фиг. 6 как содержащего формирователь 56 конфигурационных сообщений, степени детализации могут быть конфигурируемыми посредством второго устройства 30 посредством отправки конфигурационного сообщения 59 в первое устройство 28, например, $f^{(1)}$, сконфигурированного для обновления каждые 80 мс широкополосным способом, тогда как $f^{(2)}$ сконфигурировано для обновления каждые десять мс частотно-избирательным способом (например, каждую восьмую пару блоков ресурсов (RB)). Это применяет оба указанных элемента к предварительно кодированным передачам на основе кодовых книг, а также не на основе кодовых книг. Фиг. 6 дополнительно показывает, что первое устройство 28 содержит приемник 58, который принимает, например, конфигурационное сообщение 59 и который применяет любую служебную информацию, принимаемую по нисходящей линии связи, к обработчику 60 сигналов.

Фиг. 7А иллюстрирует то, как различные части 64, 66 состоящего из множества частей сигнала 22 обратной связи могут быть переданы из первого устройства 28 во второе устройство 30 с двумя соответствующими различными степенями детализации передачи. Фиг. 7А иллюстрирует передачу различных частей состоящего из множества частей сигнала 22 обратной связи с различными степенями детализации передачи во времени; фиг. 7В иллюстрирует передачу различных частей состоящего из множества частей сигнала 22 обратной связи с различной степенью детализации относительно полосы частот. Как фиг. 7А, так и фиг. 7В описываются в качестве примера относительно технологии стандарта долгосрочного развития (LTE), в котором субкадр с длительностью на 1 мс передается по множеству подполос частот.

В неограничивающем примере по фиг. 7А одна часть состоящего из множества частей сигнала 22 обратной связи передается каждые $j \cdot N$ субкадров (где j и N являются целыми числами, и $N > 1$), в то время как другая часть состоящего из множества частей сигнала 22 обратной связи передается каждый j -тый субкадр. Фиг. 7А тем самым иллюстрирует примерный случай, в котором $j=1$, и в котором информация, содержащая первую часть 64 состоящего из множества частей сигнала 22 обратной связи, передается каждые N субкадров, а информация, содержащая вторую часть 66 состоящего из множества частей сигнала 22 обратной связи, передается каждый субкадр. Например, при условии, что кадр имеет N субкадров, для первого субкадра первого кадра первая часть 64₁₋₁ и вторая часть 66₁₋₁ состоящего из множества частей сигнала 22 обратной связи передаются во время T_1 , но для субкадров 1-2 1- N первого кадра только вторые части 66 состоящего из множества частей сигнала 22 обратной связи передаются в

соответствующие времена T_2 T_N , соответственно. Аналогично, для первого субкадра второго кадра первая часть 64_{2-1} и вторая часть 66_{2-1} состоящего из множества частей сигнала 22 обратной связи передаются во время T_{N+1} , но для субкадров 2-2 $2-N$ второго кадра только вторые части 66 состоящего из множества частей сигнала 22 обратной связи передаются в соответствующие времена T_{N+2} T_{2N} , соответственно. Следует понимать, что целое число N не обязательно должно выбираться равным числу субкадров на каждый кадр, хотя показано таким на иллюстрации фиг. 7А для удобства. В других случаях N может выбираться так, что оно меньше или больше числа субкадров в кадре. Тем не менее, по меньшей мере, в некоторых вариантах осуществления, N равняется 8, так что первая часть 64 состоящего из множества частей сигнала обратной связи (MPFS) планируется (например, в соответствии с конфигурационным сообщением 59) так, что она обновляется каждые 80 миллисекунд широкополосным способом, а вторая часть 66 состоящего из множества частей сигнала обратной связи (MPFS) планируется так, что она обновляется каждые 10 миллисекунд частотно-избирательным способом.

В неограничивающем примере по фиг. 7В одна часть состоящего из множества частей сигнала 22 обратной связи передается каждые $h \cdot N$ подполос частот (где h и N являются целыми числами, и $N > 1$), в то время как другая часть состоящего из множества частей сигнала 22 обратной связи передается каждую h -тую подполосу частот. Фиг. 7В иллюстрирует примерный случай, в котором $h=1$, и в котором информация, содержащая первую часть 64 состоящего из множества частей сигнала 22 обратной связи, передается один раз каждые N подполос частот (например, только в одной подполосе частот на субкадр на неограничивающей иллюстрации по фиг. 7В), а информация, содержащая вторую часть 66 состоящего из множества частей сигнала 22 обратной связи, передается в каждой подполосе частот субкадра. Например, при условии, что субкадр имеет N подполос частот, первая часть 64_{1-1} и вторая часть 66_{1-1} состоящего из множества частей сигнала 22 обратной связи передаются для первой подполосы частот, но для других подполос частот субкадра только вторая часть 66 состоящего из множества частей сигнала 22 обратной связи передается. Следует понимать, что целое число N не обязательно должно выбираться равным числу подполос частот на каждый субкадр, хотя показано таким на иллюстрации фиг. 7В для удобства. В других случаях N может выбираться так, что оно меньше или больше числа подполос частот в субкадре.

В примерном режиме и варианте осуществления, по существу проиллюстрированном посредством фиг. 8, различные части состоящего из множества частей сигнала обратной связи используются для того, чтобы влиять на соответствующие части матрицы предварительного кодера на основе кодовых книг. Например, первая часть 64 состоящего из множества частей сигнала 22 обратной связи показана как влияющая на первую часть 40(1) матрицы предварительного кодера, а вторая часть 66 состоящего из множества частей сигнала 22 обратной связи показана как влияющая на вторую часть 40(2) матрицы предварительного кодера.

В отношении вышеуказанного, для предварительного кодирования на основе кодовых книг, "f" фактически соответствует матрице предварительного кодера, перечисляемой посредством двух или более индексов предварительного кодера. Следовательно, выражение $f = f\{f^{(1)}, f^{(2)}, \dots, f^{(K)}\}$ альтернативно может записываться в форме:

$$W = W\{W_{k_1}^{(1)}, W_{k_2}^{(2)}, \dots, W_{k_K}^{(K)}\},$$

где $k_1, \dots, k_K$ являются индексами, дающими значения различных частей

предварительного кодера (см. фиг. 9). Фактически, эти индексы могут рассматриваться как указывающие на части матрицы из меньших "кодовых книг". С другой стороны, эти индексы или эквивалентные сигналы могут быть сконфигурированы сообщаться с различными степенями детализации во времени/по частоте.

Конкретная используемая структура должна тщательно выбираться, чтобы обеспечивать преимущества из признака сообщения/передачи служебных сигналов со многими степенями детализации. Два неограничивающих примера теперь предоставляются для конфигураций с четырьмя передающими и восемью передающими антеннами для близко расположенных кросс-полусов. Для такого расположения, предварительные кодеры, подчиняющиеся кронекеровой структуре, являются подходящими. Это дает матрицу тензорного произведения относительно стандартного выбора базиса. Следовательно, предварительный кодер для ранга r передачи и N_T передающих антенн может записываться в качестве кронекерова произведения:

$$\mathbf{W}^{(r)} = \mathbf{W}_{\text{pol}}^{(r)} \odot \mathbf{w}_{\text{BF}},$$

где матрица $\mathbf{W}_{\text{pol}}^{(r)}$ поляризационного предварительного кодера $2 \cdot r$ регулирует относительные фазы между двумя ортогональными поляризациями, тогда как вектор $\mathbf{w}_{\text{BF}}$ формирования диаграммы направленности $\frac{N_T}{2} \cdot 1$ регулирует относительные фазы в каждой из двух групп близко расположенных совпадающих по поляризации антенн. Для ранга 2 передачи каждый уровень/поток затем должен подвергаться отдельной поляризации. Поляризационный предварительный кодер служит, чтобы увеличивать усиление решетки, а также стремиться к ортогонализации канала, который создает помехи между уровнями.

Фиг. 10 показывает случай, в котором различные части (например, первая часть 64 и вторая часть 66) состоящего из множества частей сигнала 22 обратной связи не ссылаются на другие части или индексы предварительного кодера, аналогично обратной связи на основе кодовых книг, а вместо этого различные части состоящего из множества частей сигнала 22 обратной связи больше подходят для других типов обратной связи, таких как обратная связь не на основе кодовых книг. В случае, показанном на фиг. 10, предварительный кодер 40 показан как содержащий матрицу 70 поляризационного предварительного кодера и вектор 72 формирования диаграммы направленности. В варианте осуществления и режиме по фиг. 10, первая часть 74, по меньшей мере, из двух различных частей состоящего из множества частей сигнала обратной связи используется для того, чтобы влиять на матрицу 70 поляризационного предварительного кодера для предварительного кодера, а вторая часть 76, по меньшей мере, из двух различных частей состоящего из множества частей сигнала обратной связи используется для того, чтобы влиять на вектор 72 формирования диаграммы направленности предварительного кодера 40.

Как показано в качестве примера на фиг. 11, обратная связь не на основе кодовых книг может, например, соответствовать прямой/явной обратной связи из каналов, при этом, вместо индекса предварительного кодера, может быть сообщена по обратной связи оценка канальной матрицы или ее соответствующая корреляция. В предварительно кодированных передачах не на основе кодовых книг вектор $\mathbf{w}_{\text{BF}}$ формирования диаграммы направленности может быть определен из долгосрочной статистики корреляции канала. Долгосрочная статистика зачастую является практически постоянной по частоте, так что целесообразно только медленно сообщать

широкополосный тип информации для его определения. С другой стороны, поляризационный предварительный кодер $\mathbf{W}_{\text{pol}}^{(r)}$ основывается на сообщении с частыми обновлениями во временной и в частотной области, поскольку каналы, соответствующие различным ориентациям поляризации, зачастую быстро независимо затухают и варьируются по относительной фазе по полосе пропускания.

Таким образом, обратная связь из первого устройства 28 может (например) соответствовать корреляциям канала сообщения для одной или обеих из групп, совпадающих по поляризации антенн или среднему корреляций двух групп. Это может соответствовать сообщению частей корреляционной матрицы:

$$\mathbf{R}_H = E[\mathbf{H}^H \mathbf{H}],$$

где оператор математического ожидания может заменяться посредством примерной оценки, взятой для некоторых частот и/или во времени в зависимости от сконфигурированной степени детализации. При условии, что каналы, соответствующие передающим антеннам для каждой группы, размещаются в последовательных столбцах

в канальной матрице $\mathbf{H}$, один или оба, или некоторое среднее обоих из блоков $\frac{N_T}{2} \cdot \frac{N_T}{2}$

на диагонали $\mathbf{R}_H$ должны сообщаться. Разность относительных фаз и амплитуд между двумя поляризациями может захватываться посредством оценки коэффициента масштабирования согласно сценариям с высокой корреляцией, который моделирует соотношение между диагональными и недиагональными элементами. Фиг. 12 показывает эту реализацию. Степень детализации сообщения этой последней части типично должна отслеживать мгновенный канал, но поскольку эта часть является только одним параметром (при условии ранга 1 передачи), значительное сокращение издержек служебной информации достигается по сравнению с передачей всей корреляционной матрицы со сверхвысокой степенью детализации.

В случае обратной связи предварительного кодирования на основе кодовых книг матрица предварительного кодера разлагается на кронекерову структуру, приведенную выше. Как видно из:

$$\mathbf{W}_{k,l}^{(r)} = \mathbf{W}_{\text{pol},l}^{(r)} \odot \mathbf{w}_{\text{BF},k},$$

индексы k и l могут быть сообщены по обратной связи с различной степенью детализации, причем первый может, в общем, сообщаться с более грубой степенью детализации во времени/по частоте, чем второй.

Векторы формирования диаграммы направленности могут соответствовать сетке лучей на основе, например, потенциально циклически сдвинутых DFT-матриц, и тем самым могут принимать форму:

$$[\mathbf{W}_{\text{DFT}}]_{mn} = \exp\left(j \frac{2\pi}{N_{\text{Tx, group}}} m \frac{n}{Q}\right), \quad m = 0, 1, \dots, N_{\text{Tx, group}} - 1, \quad n = 0, 1, \dots, Q N_{\text{Tx, group}} - 1$$

$$[\mathbf{W}_{\text{rot}}]_{mn} = \exp\left(j \frac{\pi}{Q N_{\text{Tx, group}}} m^2\right),$$

$$\mathbf{w}_{\text{BF},k} = \mathbf{W}_{\text{rot}} \mathbf{w}_{\text{DFT},k}, \quad k = 0, 1, \dots, Q N_{\text{Tx, group}} - 1$$

где Q является коэффициентом избыточной дискретизации, который зачастую задается равным 2, и $N_{\text{Tx, group}}$ представляет число передающих антенн в интересующей группе антенн.

Поляризационный предварительный кодер для ранга 1 может принимать форму:

$$W_{pol,l}^{(1)} = \begin{bmatrix} 1 \\ \exp(j\theta_l) \end{bmatrix}, \quad 0 \leq \theta_l < 2\pi,$$

а для ранга 2:

$$W_{pol,l}^{(2)} = \begin{bmatrix} \cos(\varphi_l) & \sin(\varphi_l) \\ \sin(\varphi_l)\exp(j\theta_l) & -\cos(\varphi_l)\exp(j\theta_l) \end{bmatrix}, \quad 0 \leq \varphi_l < \pi/2, \quad 0 \leq \theta_l < \pi$$

Как видно, поляризационный предварительный кодер ранга 2 является (потенциально масштабированной) унитарной матрицей, параметризованной с точки зрения φ и θ . Набор пар этих параметров (соответствующих индексу l) может выбираться, чтобы
 10 рассчитывать кодовую книгу для поляризационного предварительного кодера. Например, LTE Rel-8 предоставляет поддержку для двух предварительных кодеров с рангом передачи два, содержащих элементы:

$$\left\{ \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{bmatrix}, \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ j & -j \end{bmatrix} \right\}$$

15 Эти два предварительных кодера могут эквивалентно быть представлены с помощью $\varphi_l = \pi/4, \theta_l = 0$ и $\varphi_l = \pi/4, \theta_l = j$, соответственно. Поскольку поляризационный предварительный кодер должен покрывать только две размерности вместо всех $2N_T$ действительных степеней свободы, меньше матриц предварительного кодера
 20 необходимо для точного представления степеней свободы, чем в случае, когда все $2N_T$ размерности должны быть квантованы. Это является, в частности, важным, поскольку поляризационный предварительный кодер должен сообщаться частотно-избирательным способом, и тем самым значительно влияет на общие издержки служебной информации.

Этот тип параметризации также может быть использован для того, чтобы
 25 дифференцированно кодировать передачу служебных сигналов множества поляризационных предварительных кодеров. Дифференцированное кодирование в области значений параметра вместо исходной области значений предварительного кодера целесообразно, поскольку поддержание унитарного свойства становится простым, и тем самым обеспечивает то, что предварительный кодер принадлежит
 30 грассманову многообразию. Это может использоваться, например, для частотно-избирательного сообщения предварительного кодера или захватывать изменения во времени состояния поляризации.

Для вышеприведенного примера кронекерова предварительного кодера и
 35 предварительного кодера на основе кодовых книг, передача служебных сигналов k и l также может выполняться в прямой линии связи и, аналогично сообщению обратной связи с различными степенями детализации, типично соответствует степеням детализации, сконфигурированным для сообщения. Также можно увеличивать число
 40 уровней прямым способом посредством рассмотрения больших унитарных поляризационных предварительных кодеров. Естественно, число параметров, описывающих унитарную матрицу, в таком случае с большой вероятностью возрастает.

Фиг. 13 показывает примерный вариант осуществления, который иллюстрирует то, как, относительно одного или обоих из второго устройства 30 и первого устройства 28, один или более вышеприведенных вариантов осуществления и другие варианты
 45 осуществления, охватываемые настоящим, могут быть реализованы с использованием компьютера (например, с помощью процессора или контроллера, поскольку такие термины широко применяются в данном документе). В частности, для второго устройства 30-13 примерного варианта осуществления по фиг. 13 формирователь 36 кадров с контроллером 42 матриц предварительного кодера реализуются посредством

или реализуются в компьютере 80. В дополнение к содержанию формирователя 36 кадров, компьютер 80 также предоставляет характеристику обработки сигнала через
 5 обработчик 82 сигналов. Обработчик 82 сигналов интерпретирует и обрабатывает сигналы, отправляемые по восходящей линии связи из первого устройства 28 во второе устройство 30 по каналу 32 после того, как такие сигналы восходящей линии связи
 10 обработаны посредством процессора 84 сигналов восходящей линии связи (UL) (который также может представляться посредством компьютера 80).

Фиг. 13 дополнительно показывает предварительный кодер 40 как принимающий входные сигналы из уровней 86 входных сигналов, причем параллельный вывод из
 10 уровней 86 входных сигналов формирует вектор s , который вводится в предварительный кодер 40. Вывод предварительного кодера 40 применяется к модулям 88 обратного преобразования Фурье (IFFT). Выводы модулей 88 обратного преобразования Фурье (IFFT) в свою очередь применяются к секции 89 передатчика и приемника. В примерном
 15 варианте осуществления, секция 89 передатчика и приемника содержит вышеуказанные передатчик 34 и приемник 38, а также процессор 84 сигналов восходящей линии связи (UL) и антенные порты 90. Выводы модулей 88 обратного преобразования Фурье (IFFT) применяются к соответствующим входным контактам антенных портов 90. Выходные контакты антенных портов 90 подключаются к процессору 84 сигналов восходящей
 20 линии связи (UL).

Компьютер 80, который содержит формирователь 36 кадров, дополнительно
 20 включает в себя запоминающее устройство 92. Запоминающее устройство 92 может содержать различные формы запоминающего устройства, такие как оперативное запоминающее устройство (RAM) 94; постоянное запоминающее устройство 96; и
 25 запоминающее устройство 98 программ (в котором выполняемые прикладные программы и т.п. могут быть сохранены).

Фиг. 13 дополнительно показывает контроллер 42 матриц предварительного кодера как содержащий модуль 100 зависимого от степени детализации обновления. Модуль
 100 зависимого от степени детализации обновления может работать так, что он обновляет предварительный кодер 40, например, любым из способов различных
 30 вариантов осуществления, описанных в данном документе, в том числе, но не только, вариантов осуществления по фиг. РС, фиг. 8, фиг. 10, фиг. 11 и фиг. 12.

Фиг. 13 также показывает первое устройство 28-13 как содержащее приемную и передающую секцию 102, которая охватывает вышеуказанный передатчик 54 и
 35 формирователь 56 конфигурационных сообщений. Детектор 102 опорных сигналов определения местоположения содержит антенные порты 104, имеющие входные контакты, подключенные к секции 106 обработки сигналов восходящей линии связи, и выходные контакты, подключенные к секции 108 обработки сигналов нисходящей
 40 линии связи.

Как также показано на фиг. 13, формирователь 109 сигналов первого устройства 28,
 40 а также обработчик 110 сигналов нисходящей линии связи состоят, или реализуются посредством компьютера 112. Обработчик 110 сигналов нисходящей линии связи в свою очередь содержит канальный анализатор 114. Канальный анализатор 114
 45 подключается к части формирователя 52 состоящих из множества частей сигналов обратной связи формирователя 109 сигналов.

Компьютер 112, который содержит первое устройство 28, дополнительно включает в себя запоминающее устройство 120. Запоминающее устройство 120 может содержать
 различные формы запоминающего устройства, такие как оперативное запоминающее устройство (RAM) 124; постоянное запоминающее устройство 126; и запоминающее

устройство 128 программ (в котором выполняемые прикладные программы и т.п. могут быть сохранены). Определенные характерные модули ввода-вывода для первого устройства 28 проиллюстрированы как клавишная панель 130; устройство 132 аудиоввода (например, микрофон); устройство 134 видеоввода (например, камеру);
 5 устройство видеовывода (например, дисплей 136); и устройство 138 аудиовывода (например, динамик).

В других вариантах осуществления, аспекты технологии, раскрытой в данном документе относительно формирования и использования состоящего из множества частей сигнала обратной связи, могут быть реализованы в аппаратном обеспечении,
 10 к примеру, посредством аппаратной схемы, в том числе, но не только, специализированной интегральной схемы (ASIC).

Технология, описанная в данной заявке, может преимущественно уменьшать издержки служебной информации и при этом поддерживает хорошую производительность и ограничивает вычислительную сложность посредством недопущения передачи в
 15 служебных сигналах пространственных свойств для всего канала со сверхвысокой степенью детализации, предписываемой посредством самого ресурсоемкого компонента свойства канала. В частности, технология включает в себя в некоторых вариантах осуществления использование кронекеровой структуры, в которой две различные части сообщаются или передаются в служебных сигналах с различными степенями детализации
 20 в сочетании с кластеризованными расположениями решетки, в которых группы антенн близко расположены и демонстрируют высокую корреляцию, тогда как корреляция между группами зачастую является низкой либо посредством различных поляризаций, либо посредством большого разнесения между группами. В случае предварительного кодирования на основе кодовых книг параметризованное представление унитарного
 25 поляризационного предварительного кодера может быть использовано, упрощая дифференциальное кодирование предварительного кодера, тем самым уменьшая издержки служебной информации.

В примерной реализации, в которой радиointерфейс является каналом, имеющим влияние, описанное посредством канальной матрицы, и в котором состоящий из
 30 множества частей сигнал обратной связи содержит оценку или корреляцию канальной матрицы, способ дополнительно содержит использование посредством второго устройства первой части, состоящего из множества частей сигнала обратной связи как соответствующего коэффициенту масштабирования, который моделирует соотношения между диагональными и недиагональными субматрицами канальной корректирующей
 35 матрицы для воздействия на матрицу поляризационного предварительного кодера для предварительного кодера, и использование посредством второго устройства второй части, состоящего из множества частей сигнала обратной связи как соответствующей долгосрочной статистике корреляции канала для воздействия на вектор формирования диаграммы направленности предварительного кодера.

40 Хотя терминология из 3GPP LTE использована в данном документе просто в качестве иллюстрации, это не ограничивает объем технологии, описанной здесь. Другие беспроводные системы, включающие в себя WCDMA, WiMAX, UMB и GSM, также могут извлекать выгоду из использования технологии, раскрытой в данном документе.

Терминология, используемая в данном документе, не должна строго
 45 интерпретироваться. Например, при использовании в данном документе, термин "нисходящая линия связи" также может охватывать прямую линию связи, а термин "восходящая линия связи" также может охватывать обратную линию связи.

Такая терминология, как базовая станция и беспроводной терминал или беспроводной

терминал (UE), должна считаться неограничивающей и не подразумевает определенное иерархическое соотношение между двумя элементами. В общем, "базовая станция" может рассматриваться как первое устройство, а беспроводной терминал может рассматриваться как второе устройство, и эти два устройства осуществляют связь друг с другом по некоторому радиоканалу. Как пояснено выше, как первое устройство, так и второе устройство могут быть беспроводными терминалами. В любом варианте осуществления, беспроводной терминал может быть мобильной станцией или модулем пользовательского оборудования (UE), к примеру, мобильным телефоном ("сотовым" телефоном) и переносным компьютером с поддержкой беспроводной связи (например, мобильным терминалом), и тем самым могут быть предусмотрены, например, портативные, карманные, переносные, включенные в компьютер или установленные в автомобиле мобильные устройства, которые обмениваются речью и/или данными с сетью радиодоступа.

Хотя вышеприведенное описание содержит множество особенностей, они должны истолковываться не в качестве ограничения объема изобретения, а в качестве простого предоставления иллюстраций некоторых предпочтительных в настоящее время вариантов осуществления. Следовательно, следует принимать во внимание, что объем настоящего изобретения полностью охватывает другие варианты осуществления, которые могут быть очевидными для специалистов в данной области техники, и что объем настоящего изобретения не должен, соответственно, быть ненадлежаще ограничен. Ссылка на элемент в единственном числе не предназначена означать "один и только один", если в явной форме не указано иное, а вместо этого "один или более". Все структурные, химические и функциональные эквиваленты элементам вышеописанного предпочтительного варианта осуществления, которые известны специалистам в данной области техники, настоящим явно охватываются. Кроме того, необязательно устройству или способу разрешать каждую искомую для решения проблему посредством настоящего изобретения, поскольку она настоящим охватывается.

Формула изобретения

1. Способ в первом устройстве для сообщения информации обратной связи во второе устройство для воздействия на содержимое матрицы предварительного кодера, которая используется вторым устройством при предварительном кодировании информации, которая переносится по каналу со многими входами и многими выходами (MIMO) в первое устройство, причем способ содержит этапы, на которых:

- формируют состоящий из множества частей сигнал обратной связи, представляющий состоящую из множества частей матричную структуру предварительного кодера, которая связана с информацией состояния канала для MIMO-канала; и

- передают во второе устройство, по меньшей мере, две различные части состоящего из множества частей сигнала обратной связи с двумя соответствующими различными степенями детализации передачи во времени и/или по частоте,

причем упомянутые две различные части состоящего из множества частей сигнала обратной связи воздействуют на различные составляющие части матрицы упомянутого предварительного кодера, причем каждая из упомянутых различных составляющих частей является матрицей или вектором матрицы упомянутого предварительного кодера,

причем первое устройство является устройством такого типа, которое выполнено с возможностью приема информации, которая предварительно кодируется во втором

устройстве до передачи из второго устройства по каналу ММО в первое устройство.

2. Способ по п. 1, дополнительно содержащий этап, на котором принимают из второго устройства команду формата обратной связи, сконфигурированную, чтобы указывать соответствующие различные степени детализации передачи.

5 3. Способ по п. 1, в котором матричную структуру предварительного кодера получают в качестве кронекерова произведения двух матриц, содержащих состоящую из множества частей матричную структуру.

4. Способ по п. 1, в котором упомянутые две различные части состоящего из множества частей сигнала обратной связи воздействуют на различные части матрицы
10 предварительного кодера, основанной на кодовой книге.

5. Способ по п. 1, в котором первая часть из упомянутых двух различных частей состоящего из множества частей сигнала обратной связи воздействует на поляризационную матрицу, а вторая часть из упомянутых двух различных частей состоящего из множества частей сигнала обратной связи воздействует на вектор
15 формирования диаграммы направленности матрицы предварительного кодера.

6. Способ по п. 5,
в котором матричная структура предварительного кодера содержит поляризационную матрицу и вектор формирования диаграммы направленности, и
в котором матрица для ранга r передачи и N_T передающих антенн представляет
20 кронекерово произведение $W^{(r)} = W_{pol}^{(r)} \odot W_{BF}$, в котором матрица $W_{pol}^{(r)}$ поляризационного предварительного кодера $2 \times r$ регулирует относительные фазы между двумя группами антенн, а вектор w_{BF} формирования диаграммы направленности $\frac{N_T}{2} - 1$ регулирует
25 относительные фазы в каждой из двух групп антенн.

7. Способ по п. 1, в котором состоящая из множества частей матричная структура представляет канальную корреляционную матрицу.

8. Способ по п. 7, в котором канальная корреляционная матрица содержит блочную диагональ, и первая составляющая матрица канальной корреляционной матрицы
30 представляет, по меньшей мере, один блок, а вторая составляющая матрица канальной корреляционной матрицы представляет относительные фазы и амплитуды блоков.

9. Способ по п. 1, в котором в результате различных степеней детализации передачи обе из различных частей состоящего из множества частей сигнала обратной связи передают в некоторые моменты времени и/или на некоторых частотах, но только одну
35 часть состоящего из множества частей сигнала обратной связи передают в другие моменты времени и/или на других частотах.

10. Способ работы сети связи, содержащей первое устройство и второе устройство, при этом способ содержит этапы, на которых:

- передают информацию, которая была предварительно кодирована во втором устройстве, по каналу со многими входами и многими выходами (ММО) в первое устройство;
40

- в первом устройстве формируют состоящий из множества частей сигнал обратной связи, представляющий состоящую из множества частей матричную структуру предварительного кодера, которая связана с информацией состояния канала для ММО-канала;
45

- передают посредством первого устройства во второе устройство, по меньшей мере, две различные части состоящего из множества частей сигнала обратной связи с двумя соответствующими различными степенями детализации передачи во времени и/или по

частоте; и

- используют состоящий из множества частей сигнал обратной связи во втором устройстве, чтобы воздействовать на содержимое матрицы предварительного кодера, которая используется для предварительного кодирования информации, передаваемой по ММО-каналу в первое устройство,

причем упомянутые две различные части состоящего из множества частей сигнала обратной связи воздействуют на различные составляющие части матрицы упомянутого предварительного кодера, причем каждая из упомянутых различных составляющих частей является матрицей или вектором матрицы упомянутого предварительного кодера,

причем первое устройство является устройством такого типа, которое выполнено с возможностью приема информации, которая предварительно кодируется во втором устройстве до передачи из второго устройства по каналу ММО в первое устройство.

11. Способ по п. 10, дополнительно содержащий этап, на котором отправляют посредством второго устройства в первое устройство команду формата обратной связи, сконфигурированную, чтобы указывать соответствующие различные степени детализации передачи.

12. Способ по п. 10, в котором матричную структуру предварительного кодера получают в качестве кронекерова произведения двух матриц, содержащих состоящую из множества частей матричную структуру.

13. Способ по п. 10, в котором упомянутые две различные части состоящего из множества частей сигнала обратной связи воздействуют на различные части матрицы предварительного кодера, основанной на кодовой книге.

14. Способ по п. 10, в котором первая часть из упомянутых двух различных частей состоящего из множества частей сигнала обратной связи воздействует на

поляризационную матрицу, а вторая часть из упомянутых двух различных частей состоящего из множества частей сигнала обратной связи воздействует на вектор формирования диаграммы направленности матрицы предварительного кодера.

15. Способ по п. 14,

в котором матричная структура предварительного кодера содержит

поляризационную матрицу и вектор формирования диаграммы направленности, и

в котором матрица для ранга r передачи и N_T передающих антенн представляет кронекерово произведение $W^{(r)} = W_{pol}^{(r)} \odot w_{BF}$, в котором матрица $W_{pol}^{(r)}$ поляризационного предварительного кодера $2 \times r$ регулирует относительные фазы между двумя группами

антенн, а вектор w_{BF} формирования диаграммы направленности $\frac{N_T}{2}$ регулирует относительные фазы в каждой из двух групп антенн.

16. Способ по п. 10, в котором состоящая из множества частей матричная структура представляет канальную корреляционную матрицу.

17. Способ по п. 16, в котором канальная корреляционная матрица содержит блочную диагональ, и первая составляющая матрица канальной корреляционной матрицы представляет, по меньшей мере, один блок, а вторая составляющая матрица канальной корреляционной матрицы представляет относительные фазы и амплитуды блоков.

18. Способ по п. 10, в котором в результате различных степеней детализации передачи обе из различных частей состоящего из множества частей сигнала обратной связи передают в некоторые моменты времени и/или на некоторых частотах, но только одну часть состоящего из множества частей сигнала обратной связи передают в другие моменты времени и/или на других частотах.

19. Способ работы узла связи, при этом способ содержит этапы, на которых:

- используют предварительный кодер, содержащий матрицу предварительного кодера, чтобы преобразовывать информацию, которая передается по каналу со многими входами и многими выходами (MIMO) в устройство-получатель, которое принимает преобразованную информацию;

- принимают состоящий из множества частей сигнал обратной связи из устройства-получателя, причем сигнал обратной связи представляет состоящую из множества частей матричную структуру, связанную с информацией состояния канала для MIMO-канала, при этом, по меньшей мере, две различные части состоящего из множества частей сигнала обратной связи принимают с двумя соответствующими различными степенями детализации передачи во времени и/или по частоте; и

- используют состоящий из множества частей сигнал обратной связи во втором устройстве, чтобы воздействовать на предварительное кодирование дополнительной информации, передаваемой по MIMO-каналу в устройство-получатель,

причем упомянутые две различные части состоящего из множества частей сигнала обратной связи воздействуют на различные составляющие части матрицы упомянутого предварительного кодера, причем каждая из упомянутых различных составляющих частей является матрицей или вектором матрицы упомянутого предварительного кодера.

20. Способ по п. 19, дополнительно содержащий этап, на котором отправляют команду формата обратной связи в устройство-получатель, причем команда формата сконфигурирована, чтобы указывать соответствующие различные степени детализации передачи.

21. Способ по п. 19, в котором матричную структуру предварительного кодера получают в качестве кронекерова произведения двух матриц, содержащих состоящую из множества частей матричную структуру.

22. Способ по п. 19, в котором упомянутые две различные части состоящего из множества частей сигнала обратной связи воздействуют на различные части матрицы предварительного кодера, основанной на кодовой книге.

23. Способ по п. 19, в котором первая часть из упомянутых двух различных частей состоящего из множества частей сигнала обратной связи воздействует на поляризационную матрицу, а вторая часть из упомянутых двух различных частей состоящего из множества частей сигнала обратной связи воздействует на вектор формирования диаграммы направленности матрицы предварительного кодера.

24. Способ по п. 23,

в котором матричная структура предварительного кодера содержит поляризационную матрицу и вектор формирования диаграммы направленности, и в котором матрица для ранга r передачи и N_T передающих антенн представляет

кронекерово произведение $W^{(r)} = W_{\text{pol}}^{(r)} \odot W_{\text{BF}}$, в котором матрица $W_{\text{pol}}^{(r)}$ поляризационного предварительного кодера $2 \times r$ регулирует относительные фазы между двумя группами антенн, а вектор w_{BF} формирования диаграммы направленности $\frac{N_T}{2} - 1$ регулирует относительные фазы в каждой из двух групп антенн.

25. Способ по п. 19, в котором состоящая из множества частей матричная структура представляет канальную корреляционную матрицу.

26. Способ по п. 25, в котором канальная корреляционная матрица содержит блочную диагональ, и первая составляющая матрица канальной корреляционной матрицы представляет, по меньшей мере, один блок, а вторая составляющая матрица канальной

корреляционной матрицы представляет относительные фазы и амплитуды блоков.

27. Способ по п. 19, в котором в результате различных степеней детализации передачи обе из различных частей состоящего из множества частей сигнала обратной связи передают в некоторые моменты времени и/или на некоторых частотах, но только одну часть состоящего из множества частей сигнала обратной связи передают в другие моменты времени и/или на других частотах.

28. Первое устройство, сконфигурированное с возможностью сообщения информации обратной связи во второе устройство с использованием состоящего из множества частей сигнала обратной связи, представляющего состоящую из множества частей матричную структуру предварительного кодера, которая связана с информацией состояния канала для канала со многими входами и многими выходами (MIMO), при этом, по меньшей мере, две различные части состоящего из множества частей сигнала обратной связи передаются во второе устройство с двумя соответствующими различными степенями детализации передачи во времени и/или по частоте,

причем упомянутые две различные части состоящего из множества частей сигнала обратной связи воздействуют на различные составляющие части матрицы упомянутого предварительного кодера второго устройства, причем каждая из упомянутых различных составляющих частей является матрицей или вектором матрицы упомянутого предварительного кодера,

причем первое устройство является устройством такого типа, которое выполнено с возможностью приема информации, которая предварительно кодируется во втором устройстве до передачи из второго устройства по каналу MIMO в первое устройство.

29. Первое устройство по п. 28, при этом первое устройство содержит:

- приемник, сконфигурированный, чтобы принимать информацию, которая была предварительно кодирована во втором устройстве до передачи из второго устройства по каналу в первое устройство;

- формирователь, сконфигурированный, чтобы формировать состоящий из множества частей сигнал обратной связи; и

- передатчик, сконфигурированный, чтобы передавать во второе устройство, по меньшей мере, две различные части состоящего из множества частей сигнала обратной связи с двумя соответствующими различными степенями детализации передачи во времени и/или по частоте.

30. Первое устройство по п. 29, в котором приемник дополнительно сконфигурирован, чтобы принимать из второго устройства команду формата обратной связи,

сконфигурированную, чтобы указывать соответствующие различные степени детализации передачи.

31. Первое устройство по п. 28, в котором состоящая из множества частей матричная структура предварительного кодера содержит матричную структуру предварительного кодера, и предварительный кодер извлекается из информации состояния канала.

32. Первое устройство по п. 28, в котором сигнал обратной связи содержит кронекерово произведение двух матриц, содержащих состоящую из множества частей матричную структуру предварительного кодера.

33. Первое устройство по п. 28, в котором упомянутые две различные части состоящего из множества частей сигнала обратной связи воздействуют на различные части матрицы предварительного кодера, основанной на кодовой книге.

34. Первое устройство по п. 28, в котором первая часть из упомянутых двух различных частей состоящего из множества частей сигнала обратной связи воздействует на поляризационную матрицу, а вторая часть из упомянутых двух различных частей

состоящего из множества частей сигнала обратной связи воздействует на вектор формирования диаграммы направленности матрицы предварительного кодера.

35. Первое устройство по п. 34,

в котором матричная структура предварительного кодера содержит
 5 поляризационную матрицу и вектор формирования диаграммы направленности, и
 в котором матрица для ранга r передачи и N_T передающих антенн представляет
 кронекерово произведение $W^{(r)} = W_{pol}^{(r)} \odot w_{BF}$, в котором матрица $W_{pol}^{(r)}$ поляризационного
 предварительного кодера $2 \times r$ регулирует относительные фазы между двумя группами
 10 антенн, а вектор w_{BF} формирования диаграммы направленности $\frac{N_T}{2} + 1$ регулирует
 относительные фазы в каждой из двух групп антенн.

36. Первое устройство по п. 28, в котором состоящая из множества частей матричная
 структура предварительного кодера содержит канальную корреляционную матрицу.

15 37. Первое устройство по п. 36, в котором канальная корреляционная матрица
 является блочной диагональю, и первая составляющая матрица канальной
 корреляционной матрицы представляет, по меньшей мере, один блок, а вторая
 составляющая матрица канальной корреляционной матрицы представляет
 относительные фазы и амплитуду блоков.

20 38. Первое устройство по п. 28, в котором в результате различных степеней
 детализации передачи обе из различных частей состоящего из множества частей сигнала
 обратной связи передаются в некоторые моменты времени и/или на некоторых частотах,
 но только одна часть состоящего из множества частей сигнала обратной связи
 передается в другие моменты времени и/или на других частотах.

25 39. Сеть связи, содержащая:

- первое устройство, сконфигурированное, чтобы сообщать информацию обратной
 связи во второе устройство с использованием состоящего из множества частей сигнала
 обратной связи, представляющего состоящую из множества частей матричную структуру
 предварительного кодера, которая связана с информацией состояния канала для канала
 30 со многими входами и многими выходами (MIMO), при этом, по меньшей мере, две
 различные части состоящего из множества частей сигнала обратной связи передаются
 во второе устройство с двумя соответствующими различными степенями детализации
 передачи во времени и/или по частоте, и

- второе устройство, содержащее предварительный кодер и сконфигурированное,
 35 чтобы использовать состоящий из множества частей сигнал обратной связи, чтобы
 воздействовать на предварительное кодирование, посредством предварительного
 кодера, дополнительной информации, передаваемой по MIMO-каналу в первое
 устройство;

причем упомянутые две различные части состоящего из множества частей сигнала
 40 обратной связи воздействуют на различные составляющие части матрицы упомянутого
 предварительного кодера, причем каждая из упомянутых различных составляющих
 частей является матрицей или вектором матрицы упомянутого предварительного кодера,

причем первое устройство является устройством такого типа, которое выполнено
 с возможностью приема информации, которая предварительно кодируется во втором
 45 устройстве до передачи из второго устройства по каналу MIMO в первое устройство.

40. Сеть по п. 39,

в которой предварительный кодер второго устройства сконфигурирован, чтобы
 преобразовывать информацию, которая должна быть передана во второе устройство,

в которой второе устройство содержит передатчик второго устройства, сконфигурированный, чтобы передавать предварительно кодированную информацию по ММО-каналу в первое устройство, и

в которой первое устройство содержит:

- 5 - приемник, сконфигурированный, чтобы принимать предварительно кодированную информацию по ММО-каналу из второго устройства;
- формирователь, сконфигурированный, чтобы формировать состоящий из множества частей сигнал обратной связи; и
- передатчик первого устройства, сконфигурированный, чтобы передавать во второе устройство упомянутые, по меньшей мере, две различные части состоящего из множества частей сигнала обратной связи с двумя соответствующими различными степенями детализации передачи во времени и/или по частоте, и

в которой второе устройство дополнительно содержит контроллер предварительного кодера, сконфигурированный, чтобы использовать состоящий из множества частей сигнал обратной связи, чтобы воздействовать на предварительное кодирование дополнительной информации, передаваемой по ММО-каналу в первое устройство.

41. Сеть по п. 39, в которой состоящая из множества частей матричная структура предварительного кодера содержит матричную структуру предварительного кодера, и предварительный кодер извлекается из информации состояния канала.

20 42. Сеть по п. 39, в которой сигнал обратной связи содержит кронекерово произведение двух матриц, содержащих состоящую из множества частей матричную структуру предварительного кодера.

43. Сеть по п. 39, в которой упомянутые две различные части состоящего из множества частей сигнала обратной связи воздействуют на различные части матрицы предварительного кодера, основанной на кодовой книге.

44. Сеть по п. 39, в которой первая часть из упомянутых двух различных частей состоящего из множества частей сигнала обратной связи воздействует на поляризационную матрицу, а вторая часть из упомянутых двух различных частей состоящего из множества частей сигнала обратной связи воздействует на вектор формирования диаграммы направленности матрицы предварительного кодера.

45. Сеть по п. 44, в которой матричная структура предварительного кодера содержит поляризационную матрицу и вектор формирования диаграммы направленности, и в которой матрица для ранга r передачи и N_T передающих антенн представляет кронекерово произведение $W^{(r)} = W_{pol}^{(r)} \odot w_{BF}$, в котором матрица $W_{pol}^{(r)}$ поляризационного предварительного кодера $2 \times r$ регулирует относительные фазы между двумя группами антенн, а вектор w_{BF} формирования диаграммы направленности $\frac{N_T}{2} \times 1$ регулирует относительные фазы в каждой из двух групп антенн.

46. Сеть по п. 39, в которой состоящая из множества частей матричная структура предварительного кодера содержит канальную корреляционную матрицу.

47. Сеть по п. 46, в которой канальная корреляционная матрица является блочной диагональю, и первая составляющая матрица канальной корреляционной матрицы представляет, по меньшей мере, один блок, а вторая составляющая матрица канальной корреляционной матрицы представляет относительные фазы и амплитуду блоков.

48. Сеть по п. 39, в которой в результате различных степеней детализации передачи обе из различных частей состоящего из множества частей сигнала обратной связи

передаются в некоторые моменты времени и/или на некоторых частотах, но только одна часть состоящего из множества частей сигнала обратной связи передается в другие моменты времени и/или на других частотах.

49. Узел связи, сконфигурированный, чтобы принимать состоящий из множества частей сигнал обратной связи из устройства-получателя, причем сигнал обратной связи представляет состоящую из множества частей матричную структуру предварительного кодера, связанную с информацией состояния канала для канала со многими входами и многими выходами (MIMO), по которому упомянутый узел связи передает предварительно кодированную информацию в устройство-получатель, при этом, по меньшей мере, две различные части состоящего из множества частей сигнала обратной связи принимаются с двумя соответствующими различными степенями детализации передачи во времени и/или по частоте,

причем упомянутый узел связи содержит предварительный кодер и сконфигурирован, чтобы использовать состоящий из множества частей сигнал обратной связи, чтобы воздействовать на предварительное кодирование дополнительной информации, передаваемой по MIMO-каналу в устройство-получатель, и

причем упомянутые две различные части состоящего из множества частей сигнала обратной связи воздействуют на различные составляющие части матрицы упомянутого предварительного кодера упомянутого узла, причем каждая из упомянутых различных составляющих частей является матрицей или вектором матрицы упомянутого предварительного кодера.

50. Узел по п. 49,

в котором предварительный кодер сконфигурирован, чтобы преобразовывать информацию, которая передается по MIMO-каналу в устройство-получатель, и

причем узел связи дополнительно содержит:

- приемник, сконфигурированный, чтобы принимать состоящий из множества частей сигнал обратной связи; и

- контроллер предварительного кодера, сконфигурированный, чтобы использовать состоящий из множества частей сигнал обратной связи в узле связи, чтобы воздействовать на предварительное кодирование дополнительной информации, передаваемой по MIMO-каналу в устройство-получатель.

51. Узел по п. 50, в котором контроллер предварительного кодера дополнительно сконфигурирован, чтобы формировать команду формата обратной связи в устройство-получатель, причем команда формата сконфигурирована, чтобы указывать соответствующие различные степени детализации передачи.

52. Узел по п. 49, в котором состоящая из множества частей матричная структура предварительного кодера содержит матричную структуру предварительного кодера, и предварительный кодер извлекается из информации состояния канала.

53. Узел по п. 49, в котором сигнал обратной связи содержит кронекерово произведение двух матриц, содержащих состоящую из множества частей матричную структуру предварительного кодера.

54. Узел по п. 49, в котором упомянутые две различные части состоящего из множества частей сигнала обратной связи воздействуют на различные части матрицы предварительного кодера, основанной на кодовой книге.

55. Узел по п. 49, в котором первая часть из упомянутых двух различных частей состоящего из множества частей сигнала обратной связи воздействует на поляризационную матрицу, а вторая часть из упомянутых двух различных частей состоящего из множества частей сигнала обратной связи воздействует на вектор

формирования диаграммы направленности матрицы предварительного кодера.

56. Узел по п. 55,

в котором матричная структура предварительного кодера содержит поляризационную матрицу и вектор формирования диаграммы направленности, и
 5 в котором матрица для ранга r передачи и N_T передающих антенн представляет кронекерово произведение $W^{(r)} = W_{pol}^{(r)} \odot w_{BF}$, в котором матрица $W_{pol}^{(r)}$ поляризационного предварительного кодера $2 \times r$ регулирует относительные фазы между двумя группами
 10 антенн, а вектор w_{BF} формирования диаграммы направленности $\frac{N_T}{2} \times 1$ регулирует относительные фазы в каждой из двух групп антенн.

57. Узел по п. 49, в котором состоящая из множества частей матричная структура предварительного кодера содержит канальную корреляционную матрицу.

58. Узел по п. 57, в котором канальная корреляционная матрица является блочной
 15 диагональю, и первая составляющая матрица канальной корреляционной матрицы представляет, по меньшей мере, один блок, а вторая составляющая матрица канальной корреляционной матрицы представляет относительные фазы и амплитуду блоков.

59. Узел по п. 49, в котором в результате различных степеней детализации передачи
 20 обе из различных частей состоящего из множества частей сигнала обратной связи передаются в некоторые моменты времени и/или на некоторых частотах, но только одна часть состоящего из множества частей сигнала обратной связи передается в другие моменты времени и/или на других частотах.

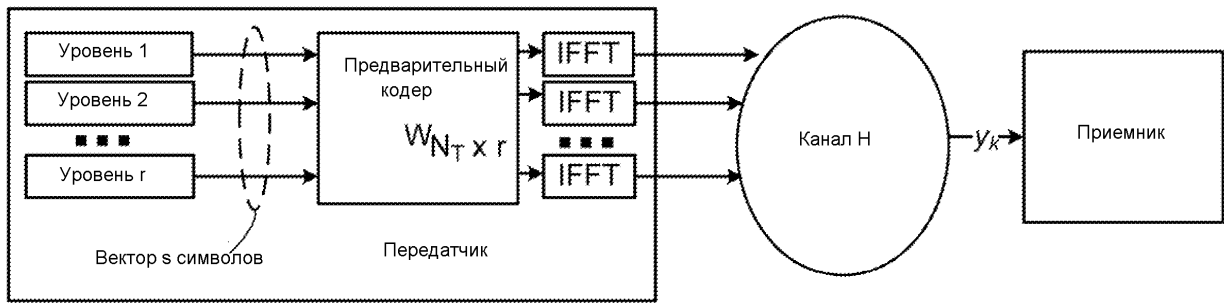
25

30

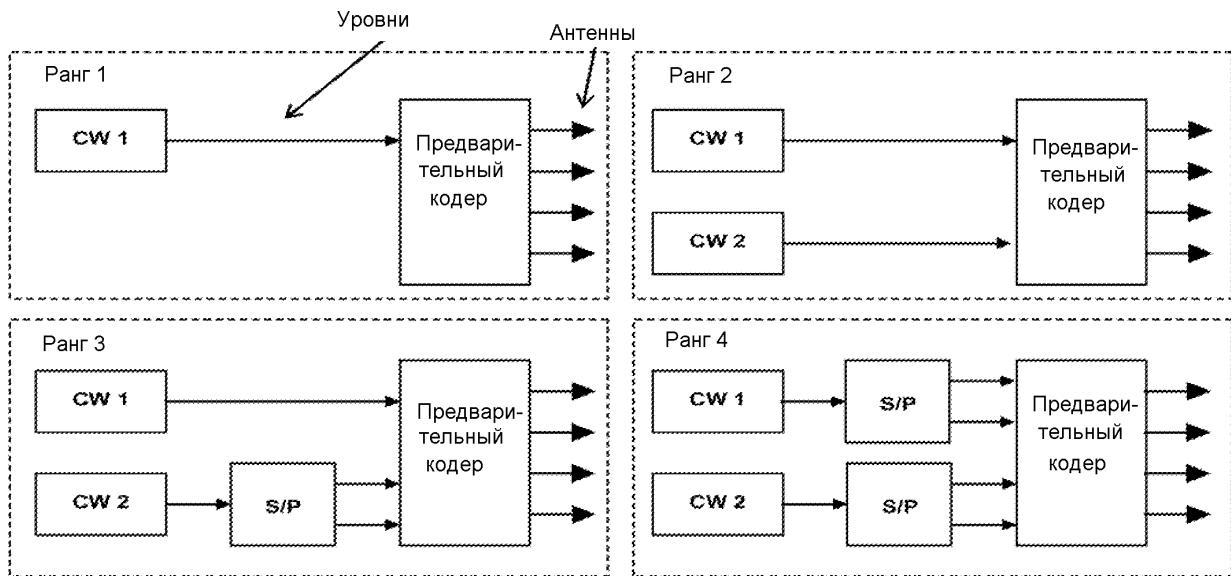
35

40

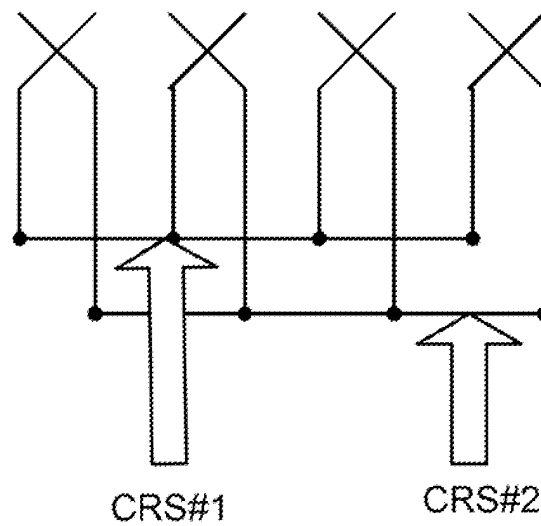
45



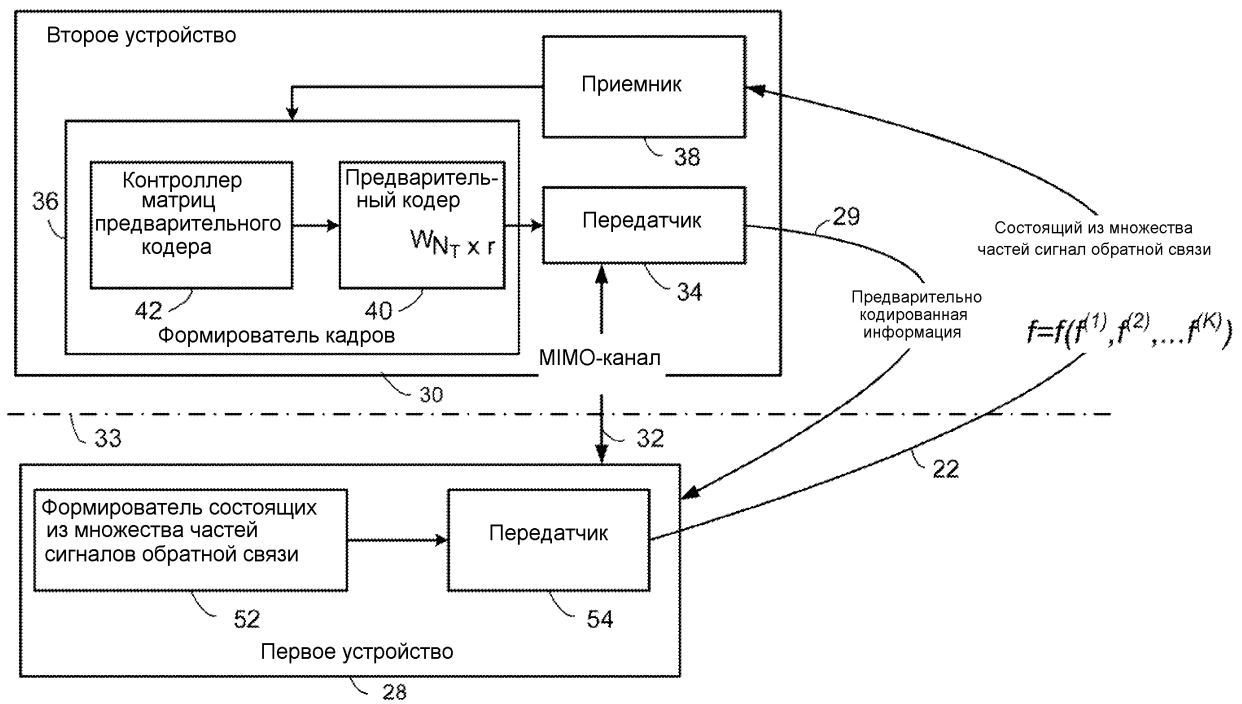
ФИГ.1



ФИГ.2



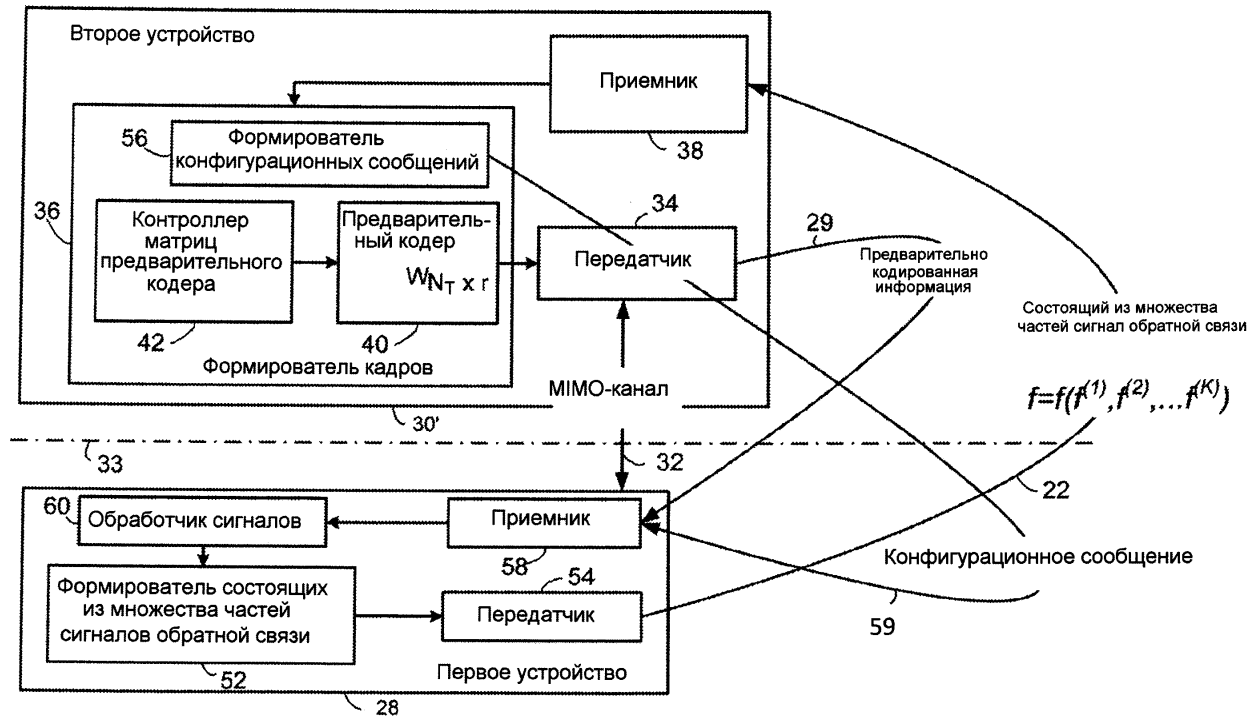
ФИГ.3



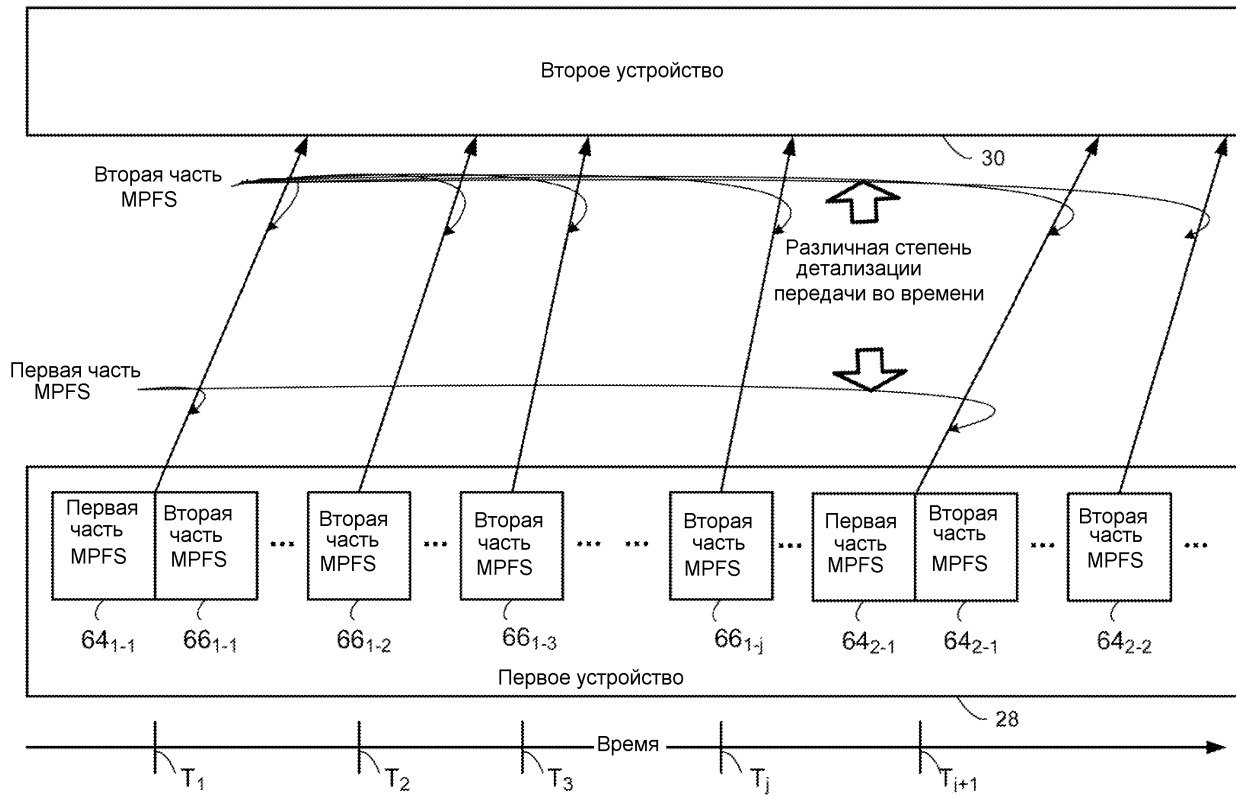
ФИГ.4В



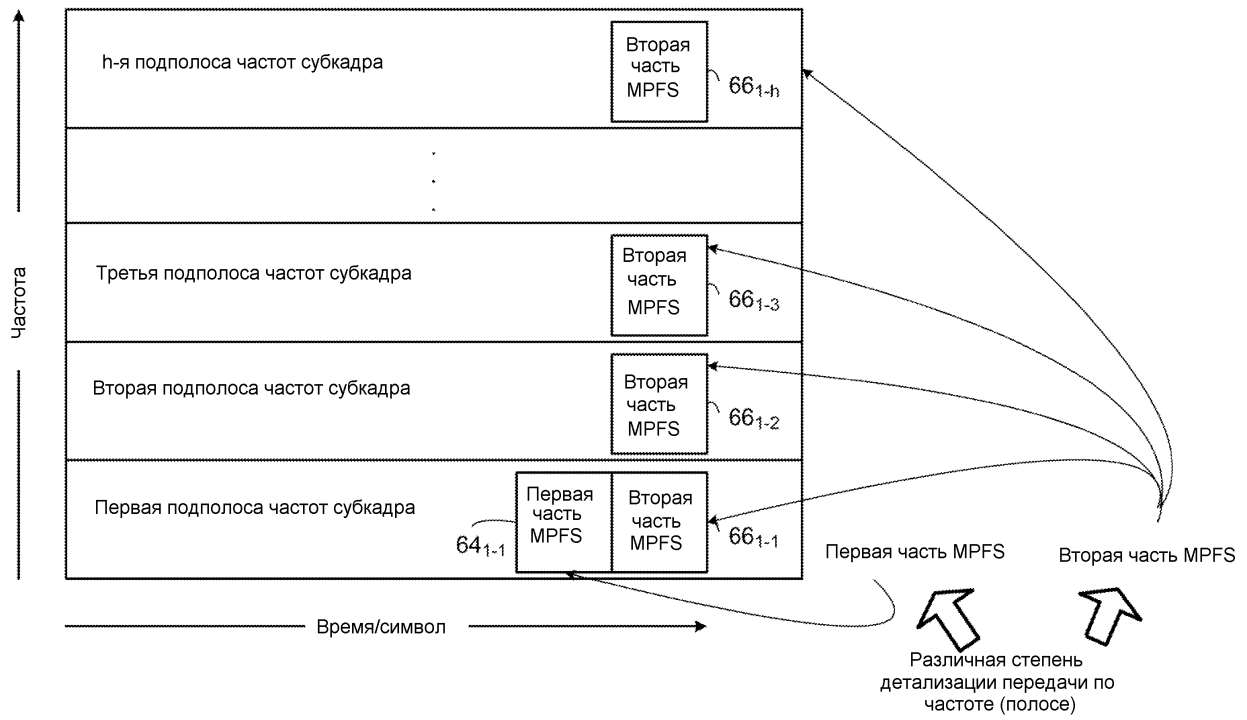
ФИГ.5



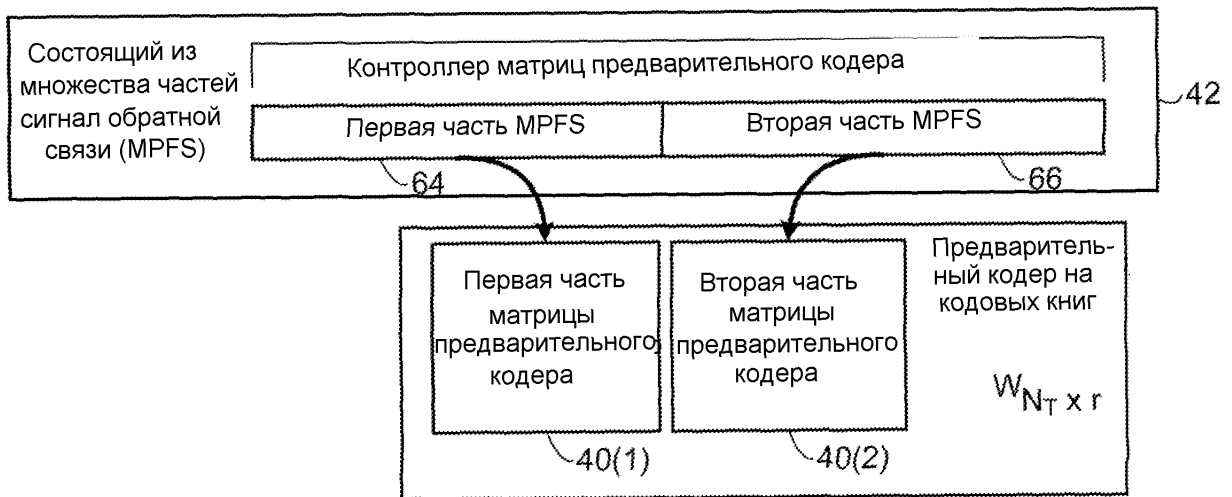
ФИГ.6



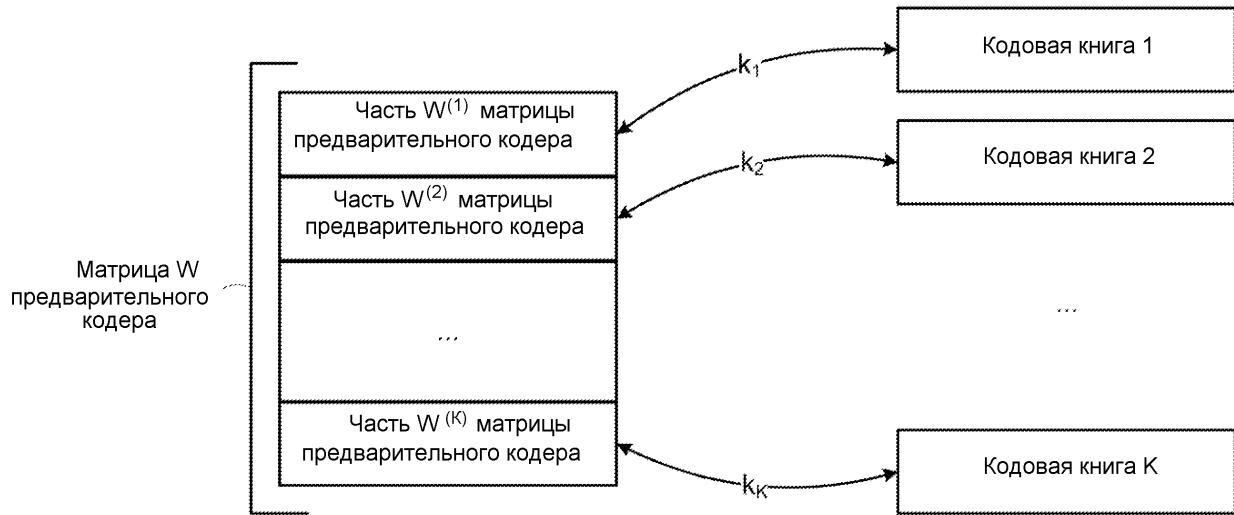
ФИГ.7А



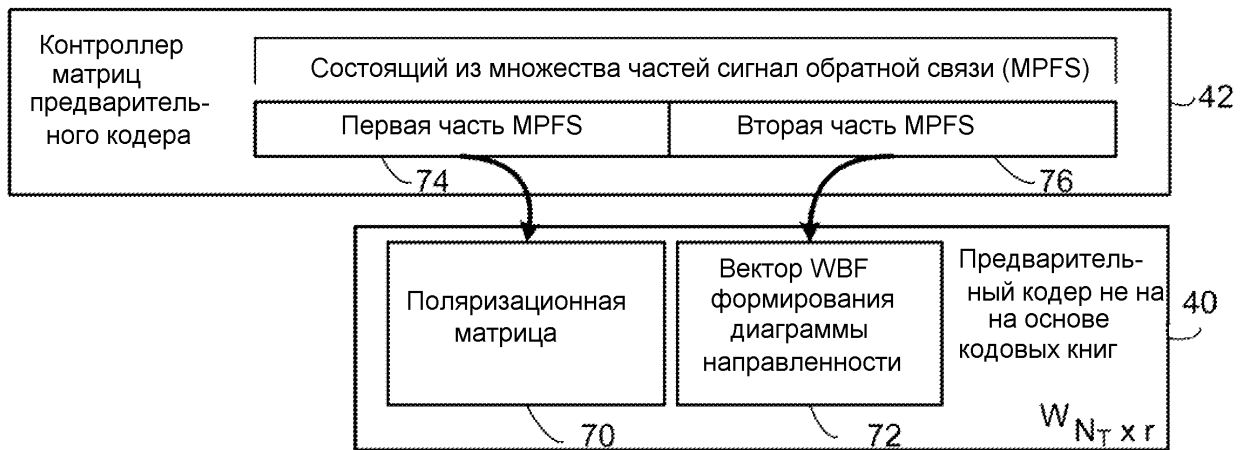
ФИГ.7В



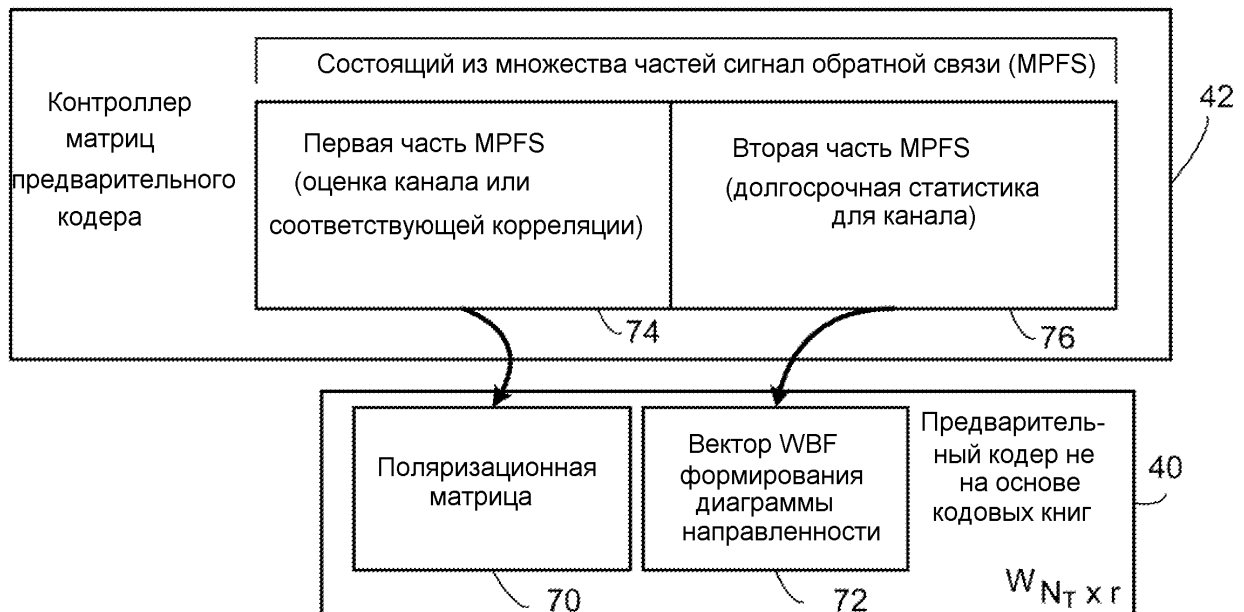
ФИГ.8



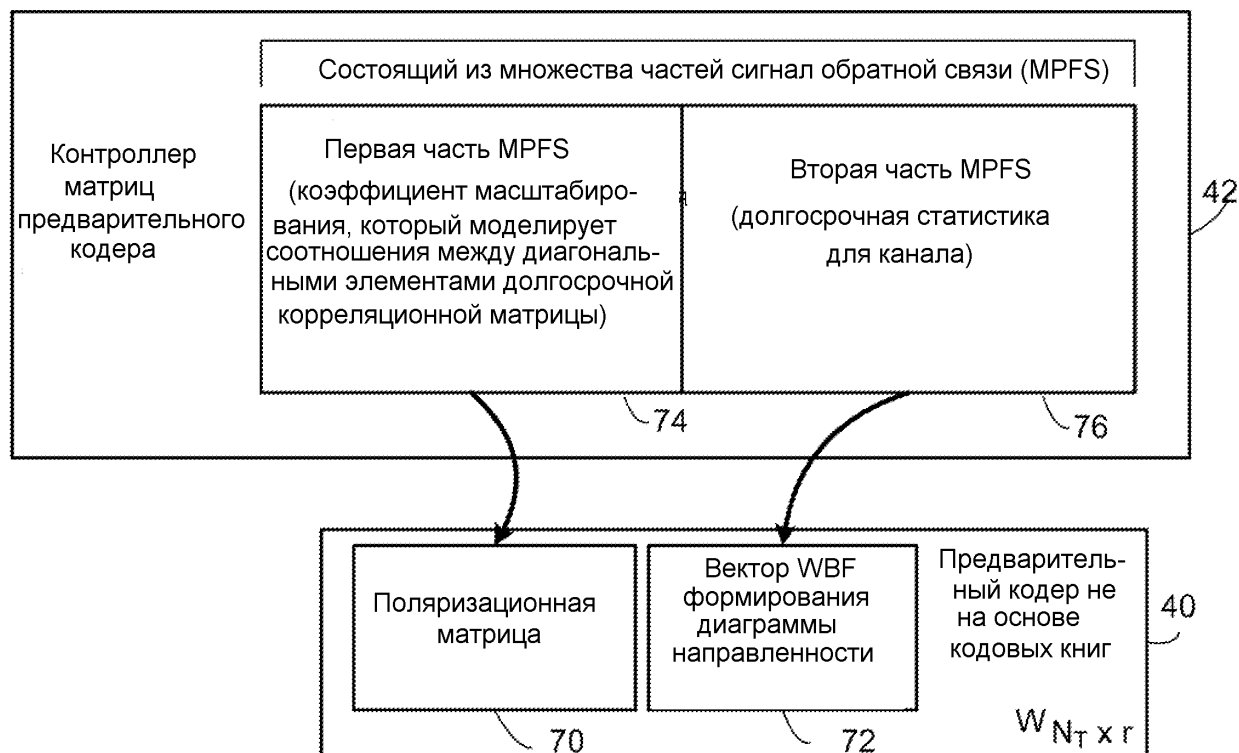
ФИГ.9



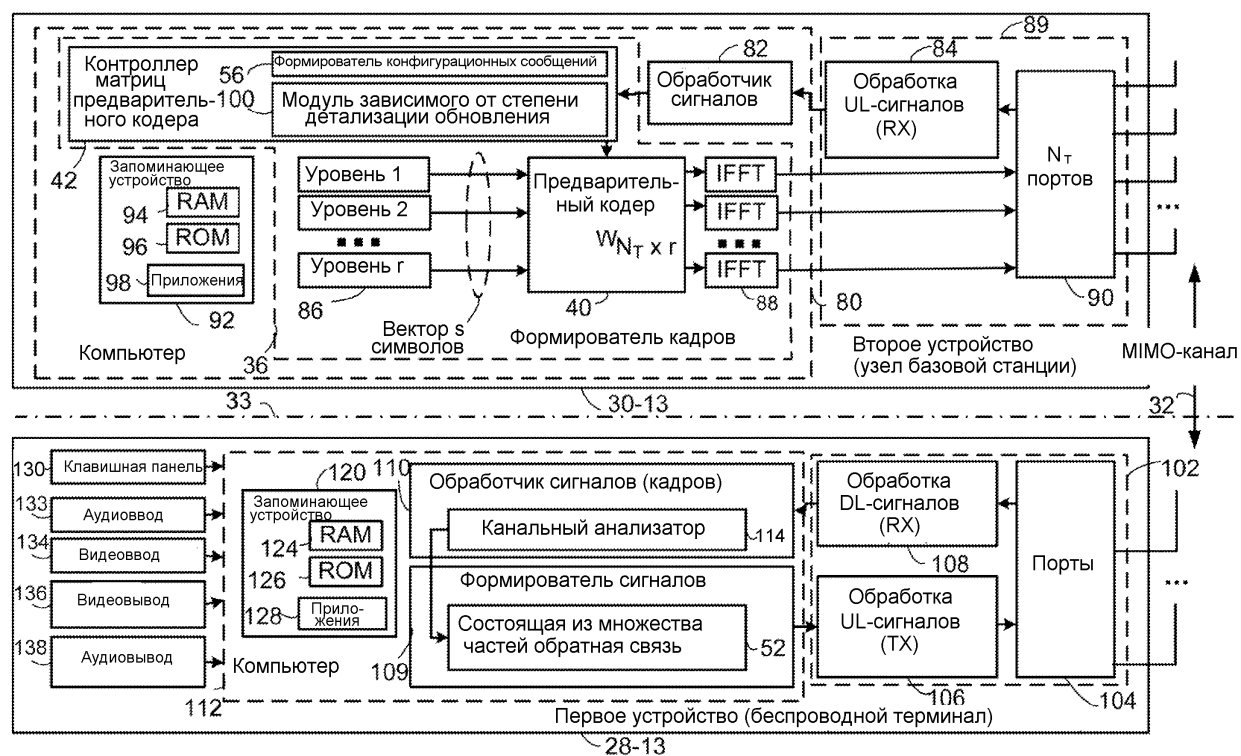
ФИГ.10



ФИГ.11



ФИГ.12



ФИГ.13