



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2012110305/08, 02.09.2010

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
02.09.2010

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:
02.09.2009 US 61/239,111

(43) Дата публикации заявки: 10.10.2013 Бюл. № 28

(45) Опубликовано: 20.11.2014 Бюл. № 32

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: US 2008285667 A1, 20.11.2008 (см.
прод.)(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на
национальной фазе: 02.04.2012(86) Заявка РСТ:
CA 2010/001368 (02.09.2010)(87) Публикация заявки РСТ:
WO 2011/026231 (10.03.2011)

Адрес для переписки:

129090, Москва, ул. Б.Спасская, 25, стр.3, ООО
"Юридическая фирма Городисский и
Партнеры", пат.пов. Ю.Д.Кузнецову, рег. N 595

(72) Автор(ы):

НИКОПУРДЕЙЛАМИ Хосейн (CA),
ЮАНЬ Цзюнь (CA),
ФОН Мо-Хань (CA),
БАЛАЙ Мохаммадхади (CA)

(73) Патентообладатель(и):

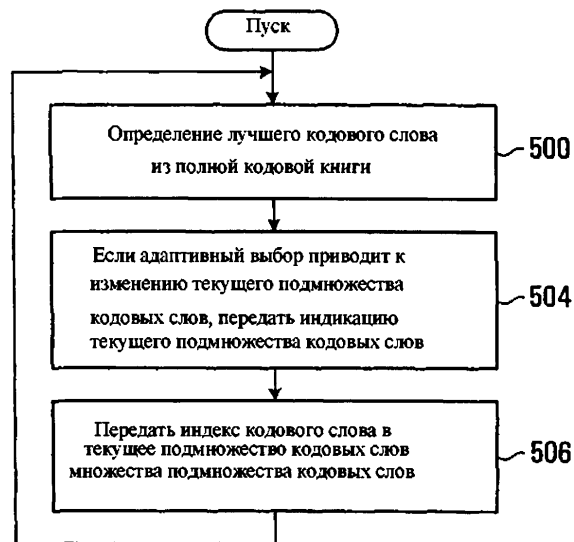
ЭППЛ ИНК (US)

(54) УСТРОЙСТВО И СПОСОБ КОДИРОВАНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СОКРАЩЕННОЙ
КОДОВОЙ КНИГИ С АДАПТИВНОЙ УСТАНОВКОЙ В ИСХОДНОЕ ПОЛОЖЕНИЕ

(57) Реферат:

Изобретение относится к средствам кодирования с использованием сокращенной кодовой книги с адаптивной установкой в исходное положение. Технический результат заключается в снижении объема информации, передаваемой от приемной стороны передающей стороне. В условиях обратной связи в канале ММО из кодовой книги выбирается кодовое слово. Чтобы уменьшить передачу сигналов, кодовые слова организуются в подмножества кодовых слов. Приемник передает сигнал индекса

кодового слова в текущее подмножество кодовых слов, ранее сообщенных передатчику. Текущее подмножество кодовых слов адаптивно выбирается на основе порогового критерия. Например, если лучшее кодовое слово из текущего подмножества кодовых слов близко не совпадает с лучшим кодовым словом в полной кодовой книге, делается переключение в подмножестве кодовых слов. 3 н. и 17 з.п. ф-лы, 22 ил.



Фиг.16

(56) (продолжение):

US 2009129502 A1, 21.05.2009 WO 2006117665 A1, 09.11.2006 WO 2008115036 A1, 25.09.2008 US 2008227495 A1, 18.09.2008 RU 2223555 C2, 27.05.2003



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: 2012110305/08, 02.09.2010

(24) Effective date for property rights:
02.09.2010

Priority:

(30) Convention priority:
02.09.2009 US 61/239,111

(43) Application published: 10.10.2013 Bull. № 28

(45) Date of publication: 20.11.2014 Bull. № 32

(85) Commencement of national phase: 02.04.2012

(86) PCT application:
CA 2010/001368 (02.09.2010)(87) PCT publication:
WO 2011/026231 (10.03.2011)

Mail address:

129090, Moskva, ul. B.Spasskaja, 25, str.3, OOO
"Juridicheskaja firma Gorodisskij i Partnery",
pat.pov. Ju.D.Kuznetsovu, reg.N 595

(72) Inventor(s):

NIKOPURDEJLAMI Khosejn (CA),
JuAN' Tszjun' (CA),
FON Mo-Khan' (CA),
BALAJ Mokhammadkhadi (CA)

(73) Proprietor(s):

EhPPL INK (US)

(54) **APPARATUS AND METHOD FOR ENCODING USING REDUCED CODEBOOK WITH ADAPTIVE RESETTING**

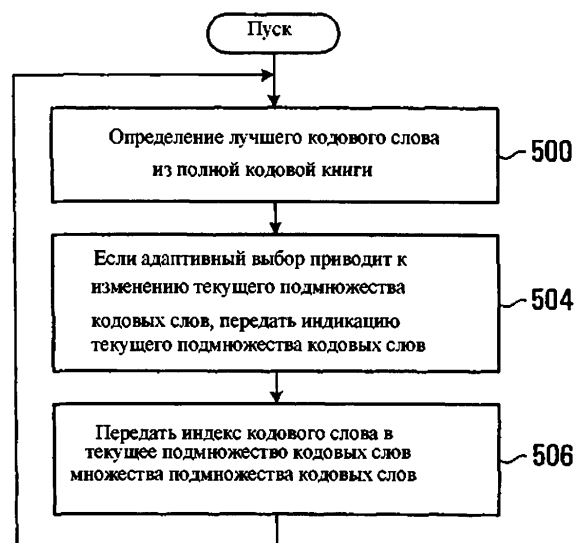
(57) Abstract:

FIELD: physics, computer engineering.

SUBSTANCE: invention relates to means of encoding using a reduced codebook with adaptive resetting. A codeword is selected from a codebook in feedback MIMO channel conditions. To reduce signalling, codewords are organised into codeword subsets. A receiver signals an index of a codeword into a current codeword subset previously made known to the transmitter. The current codeword subset is adaptively selected based on a threshold criterion. For example, if the best codeword from the current codeword subset is not sufficiently similar to the best codeword in the full codebook, a switch is made in the codeword subset.

EFFECT: reducing the amount of information transmitted from the receiving side to the transmitting side.

20 cl, 22 dwg



Фиг. 16

ОБЛАСТЬ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Настоящая заявка относится к системам и способам кодирования, используя сокращенную кодовую книгу с адаптивной установкой в исходное положение, например, для использования в системах беспроводной связи.

ИЗВЕСТНЫЙ УРОВЕНЬ ТЕХНИКИ

В документе с описанием системы IEEE 802.16m-08/003M от 15-го апреля 2008 года, говорится, что:

Этот стандарт [802.16m] изменяет спецификацию беспроводной связи MAN-OFDMA IEEE 802.16, чтобы обеспечить новый радиоинтерфейс для работы в лицензируемых полосах частот. Это соответствует требованиям сотового уровня IMT следующего поколения мобильных сетей. Это изменение также поддерживает существующее беспроводное оборудование MAN-QFDMA.

При этом стандарт преследует следующую цель:

i. Цель настоящего стандарта состоит в том, чтобы обеспечить повышение производительности, необходимое для поддержки будущих усовершенствованных услуг и приложений, таких как описаны в отчете ITU-R M.2072 Международного союза электросвязи (ITU).

Коммуникационная среда, обеспечивающая обратную связь при множественном входе - множественном выходе (MIMO), доказала свои преимущества. В ранних системах, в которых использовалась обратная связь, весовые коэффициенты создавались в приемнике MIMO на основе условия канала. Кодовое слово передавалось обратно с приемника MIMO на передатчик, который применяет весовые коэффициенты к соответствующим сигналам, передаваемым с различных антенн передатчика MIMO. Весовые коэффициенты обеспечивают эффективное предискажение передаваемых сигналов, чтобы вызвать обратный эффект в канале передачи. Соответственно, сигналы, полученные в антеннах приемника MIMO, будут близки тем, которые будут приняты, через свободный канал невзвешивания. К сожалению, условия канала часто, если не постоянно, изменяются, и весовые коэффициенты, представляющие условия канала, являются информационно емкими. В свете ограниченной полосы пропускания, доступной для обратной связи, обеспечение весовых коэффициентов для изменения условий канала стало невыполнимым.

Чтобы уменьшить полосу пропускания, требуемую для обеспечения обратной связи для канала MIMO, разработчики разработали кодовые книги, которые хранятся в передатчике MIMO и в приемнике MIMO. Кодовые книги включают кодовые слова, которые указывают на предопределенные весовые коэффициенты (которые могут включать информацию об амплитуде и фазе). Эти предопределенные весовые коэффициенты конфигурируются, чтобы покрыть диапазон возможных условий канала через постоянное число дискретных весовых коэффициентов. Каждое из кодовых слов в кодовой книге связано с индексом кодового слова. В процессе работы приемник MIMO будет систематически определять условия канала и выбирать наиболее подходящее кодовое слово в зависимости от условий канала. Вместо того чтобы посылать кодовое слово, которое включает весовые коэффициенты, приемник MIMO передает индекс кодового слова передатчику MIMO по соответствующему каналу обратной связи. Передатчик MIMO получит индекс кодового слова, извлечет весовые коэффициенты соответствующего кодового слова и применит эти весовые коэффициенты к сигналам, которые будут переданы от различных передающих антенн.

Число кодовых слов в кодовой книге влияет на полосу пропускания, требуемую для обратной связи и улучшения производительности, связанное с использованием обратной

связи. К сожалению, по мере увеличения числа кодовых слов полоса пропускания, требуемая для возврата индекса кодового слова передатчику ММО от приемника ММО, увеличивается. Совместное использование кодовых книг и обеспечение индекса кодового слова вместо множества весовых коэффициентов в качестве обратной связи обеспечивает улучшение производительности по сравнению с системами, использующими все весовые коэффициенты в виде обратной связи.

Фигуры 7-13 настоящей заявки соответствуют фигурам 1-7 IEEE 802.16m-08/003r1.

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Цели и признаки настоящей заявки станут очевидными для обычных специалистов из анализа следующего описания определенных примеров воплощения изобретения со ссылками на сопроводительные чертежи и приложения.

Согласно одной цели настоящего изобретения оно обеспечивает способ, содержащий: относительное множество кодовых слов полной кодовой книги и множество подмножеств кодового слова, причем каждое подмножество кодового слова содержит соответствующее множество кодовых слов полной кодовой книги; при этом выполняются следующие операции: определение лучшего кодового слова из полной кодовой книги; адаптивный выбор подмножества кодовых слов из множества кодовых слов как текущего подмножества кодовых слов на основе порогового критерия между (а) самым последним выбранным текущим подмножеством кодовых слов и (b) другим подмножеством кодовых слов, которое содержит лучшее кодовое слово из полной кодовой книги; адаптивный выбор результатов изменений в текущем подмножестве кодовых слов, передавая индикацию текущего подмножества кодовых слов; передачу индекса кодового слова в пределах текущего подмножества кодовых слов из множества кодовых слов.

Согласно другой цели настоящего изобретения оно обеспечивает устройство, содержащее: приемник, связанный с множеством антенн; передатчик, связанный с множеством антенн, и память, содержащую подмножества кодовых слов; селектор подмножества, основанный на пороговом критерии, который инициирует устройство на выполнение способа, содержащего: относительно множества кодовых слов полной кодовой книги и множества подмножеств кодового слова, каждое подмножество кодовых слов содержит соответствующее множество кодовых слов полной кодовой книги; при этом выполняются следующие операции: определение лучшего кодового слова из полной кодовой книги; адаптивный выбор подмножества кодовых слов из множества кодовых слов как текущего подмножества кодовых слов, выбирая на основе порогового критерия между (а) самым последним выбранным текущим подмножеством кодовых слов и (b) другим подмножеством кодовых слов, которое содержит лучшее кодовое слово из полной кодовой книги; адаптивный выбор результатов изменений в текущем подмножестве кодовых слов с передачей индикации текущего подмножества кодовых слов; передачу индекса кодового слова в текущее подмножество кодовых слов множества подмножества кодовых слов.

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ

Ниже описываются примеры воплощения настоящего изобретения со ссылками на приложенные чертежи, на которых:

Фигура 1 - блок-схема универсальной сотовой системы связи;

Фигура 2 - блок-схема примерной базовой станции, которая могла бы быть использована для реализации некоторых примеров воплощения настоящего изобретения;

Фигура 3 - блок-схема примерного беспроводного терминала, который мог бы быть использован для реализации некоторых примеров воплощения настоящего изобретения;

Фигура 4 - блок-схема примерной ретрансляционной станции, которая могла бы быть использована для реализации некоторых примеров воплощения настоящего изобретения;

Фигура 5 - блок-схема логического построения примерной архитектуры передатчика OFDM, которая могла бы быть использована для реализации некоторых примеров воплощения настоящего изобретения;

Фигура 6 - блок-схема логического построения примерной архитектуры приемника OFDM, которая могла бы быть использована для реализации некоторых примеров воплощения настоящего изобретения;

Фигура 7 представляет собой фигуру 1 IEEE 802.16m-08/003r1 как пример общей сетевой архитектуры;

Фигура 8 представляет собой фигуру 2 IEEE 802.16m-08/003r1 как пример общей сетевой архитектуры ретрансляционной станции;

Фигура 9 представляет собой фигуру 3 IEEE 802.16m-08/003r1 как эталонная модель системы;

Фигура 10 представляет собой фигуру 4 IEEE 802.16m-08/003r1, структура протокола 802.16m IEEE;

Фигура 11 представляет собой фигуру 5 IEEE 802, плоскость обработки потока данных 16m 08/003r1 MS/ES, IEEE 802;

Фигура 12 представляет собой фигуру 6 IEEE 802, плоскость управления потока данных 16m 08/003r1 MS/ES, IEEE 802;

Фигура 13 представляет собой фигуру 7 IEEE 802.16m-08/003r1 - схематическое представление архитектуры основного протокола для поддержки системы с несколькими несущими, и соответствующее фигуре 7 документа IEEE 802.16m-08/003r1.

Фигура 14 - блок-схема системы ММО;

Фигура 15 - табличное представление ряда кодовых слов и соответствующих индексов кодового слова;

Фигура 16 - табличное представление кодовых слов и связанных подмножеств кодовых слов;

Фигура 17 - табличное представление подмножества кодовых слов;

Фигура 18 - блок-схема способа передачи индексов кодового слова;

Фигуры 19 и 20 - блок-схемы двух способов передачи индексов кодового слова;

Фигура 21 - блок-схема способа получения индексов кодового слова; и

Фигура 22 - блок-схема приемника.

ПОДРОБНОЕ ОПИСАНИЕ

На фигуре 1 показан центр управления базовой станцией (BSC) 10, который управляет беспроводной связью в пределах множества ячеек 12, которые обслуживаются соответствующими базовыми станциями (BS) 14. В некоторых конфигурациях каждая ячейка дополнительно делится на множество секторов или зон 13 (не показаны). В целом, каждая базовая станция 14 облегчает связь с мобильными станциями (MS), используя схему цифровой модуляции при ортогональном частотном уплотнении каналов (OFDM) и/или беспроводные терминалы 16, которые в пределах ячейки 12 связаны с соответствующей базовой станцией 14. Перемещение мобильных станций 16 относительно базовых станций 14 приводит к существенным изменениям условий работы канала. Как показано на чертеже, базовые станции 14 и мобильные станции 16 могут включать многократные антенны, чтобы обеспечить пространственное разнесение каналов при связи. В некоторых конфигурациях ретрансляционные станции 15 могут облегчить связь между базовыми станциями 14 и мобильными станциями 16. Мобильные

станции 16 могут быть перенаправлены от любой из ячеек 12 к другой ячейке 12 сектора или зоны 13 (не показано), к базовой станции 14 или к ретрансляционной станции 15. В некоторых конфигурациях базовые станции 14 связаны друг с другом и с другой сетью, такой как базовая сеть или Интернет (не показаны) по транспортной сети связи 11. В некоторых конфигурациях центр управления базовой станцией 10 не является необходимым.

На фигуре 2 приведен пример базовой станции 14. Базовая станция 14 обычно включает систему управления 20, групповой процессор 22, передатчик 24, приемник 26, многократные передающие антенны 28 и сетевой интерфейс 30. Приемник 26 получает радиочастотные сигналы, переносящие информацию от одной или нескольких удаленных передатчиков мобильных станций 16 (показаны на фигуре 3) и ретрансляционных станций 15 (показаны на фигуре 4). Малошумящий усилитель и фильтр (не показаны) могут быть использованы для усиления сигнала и удаления широкополосных помех из полученного сигнала для его последующей обработки. Схема преобразования с понижением частоты и оцифровки (не показана) затем преобразует полученный отфильтрованный сигнал с понижением частоты до сигнала промежуточной или групповой частоты, который затем оцифровывается в один или несколько цифровых потоков.

Групповой процессор 22 обрабатывает оцифрованные потоки, чтобы извлечь информационные биты или биты данных, переданные в принятом сигнале. Эта обработка обычно включает операции демодуляции, декодирования и исправления ошибок. Групповой процессор 22 обычно реализуется в виде одного или нескольких процессоров цифровых сигналов (DSP) или специализированных интегральных схем (ASIC). Затем информация передается через беспроводную сеть и сетевой интерфейс 30 или передается на другую мобильную станцию 16, обслуживаемую базовой станцией 14, либо прямо, либо с помощью одной из ретрансляционных станций 15.

На стороне передачи групповой процессор 22 получает оцифрованные данные, которые могут представлять собой речь, данные или управляющую информацию, от сетевого интерфейса 30 под управлением системы управления 20 и формирует кодированные данные для передачи. Кодированные данные поступают на передатчик 24, где они модулируются одним или несколькими сигналами несущей, имеющими требуемую частоту или частоты передачи. Усилитель мощности (не показан) усиливает модулированные сигналы несущей до уровня, подходящего для передачи, и передает модулированные сигналы несущей передающим антеннам 28 через соответствующую цепь (не показана). Модуляция и обработка сигналов описываются ниже более подробно.

На фигуре 3 представлен пример мобильного терминала 16. Так же как и базовая станция 14, мобильный терминал 16 включает систему управления 32, групповой процессор 34, передатчик 36, приемник 38, многократные приемные антенны 40 и пользовательский интерфейс 42. Приемник 38 получает радиочастотные сигналы, переносящие информацию от одного или несколько базовых станций 14 и от ретрансляционных станций 15. Малошумящий усилитель и фильтр (не показаны) могут использоваться для усиления сигнала и удаления широкополосных помех из сигнала для его последующей обработки. Схема преобразования с понижением частоты и оцифровки (не показана) затем преобразует полученный отфильтрованный сигнал с понижением частоты в сигнал промежуточной или групповой частоты, который затем оцифровывается в один или несколько цифровых потоков.

Групповой процессор 34 обрабатывает оцифрованные потоки, чтобы извлечь информационные биты или биты данных, переданные в сигнале. Эта обработка обычно

включает операции демодуляции, декодирования и исправления ошибок. Групповой процессор 34 обычно реализуется в одном или нескольких процессорах цифровых сигналов (DSP) и в специализированных интегральных схемах (ASIC).

При передаче групповой процессор 34 получает оцифрованные данные, которые могут представлять собой речь, видео, данные или управляющую информацию, из системы управления 32 в кодированном виде. Кодированные данные поступают к передатчику 136, который используется модулятором для модулирования одного или нескольких сигналов несущей в требуемую частоту или частоты передачи. Усилитель мощности (не показан) усиливает модулированные сигналы несущей до уровня, подходящего для передачи, и передает модулированный сигнал несущей антеннам 130 через согласующую цепь (не показана). Как известно специалистам в данной области, могут использоваться различные способы модуляции и обработки для передачи сигнала между мобильными станциями 16 и базовыми станциями 14 непосредственно или через ретрансляционную станцию.

При модуляции OFDM полоса передачи делится на множество ортогональных несущих. Каждая несущая модулируется согласно передаваемым цифровым данным. Поскольку OFDM делит полосу передачи на множество несущих, полоса пропускания на одну несущую уменьшается и время модуляции на несущую увеличивается. Поскольку множество несущих передается параллельно, скорость передачи цифровых данных, или символов, на любой данной несущей ниже, чем когда используется одиночная несущая.

Модуляция OFDM включает использование быстрого обратного преобразования Фурье (IFFT) передаваемой информации. При демодуляции на принятом сигнале выполняется быстрое преобразование Фурье (FFT), чтобы восстановить переданную информацию. Практически IFFT и FFT обеспечиваются цифровой обработкой сигналов, включающей обратное дискретное преобразование Фурье (IDFT) и дискретное преобразование Фурье (DFT) соответственно. Таким образом, типичный признак модуляции OFDM заключается в том, что ортогональные несущие формируются для многократных полос в пределах канала передачи. Модулируемые сигналы являются цифровыми сигналами, имеющими относительно низкую скорость передачи и способными к удержанию в пределах их соответствующих полос. Отдельные несущие не модулируются непосредственно цифровыми сигналами. Вместо этого все несущие модулируются сразу обработкой IFFT.

При работе OFDM предпочтительно используется по меньшей мере для передачи сигналов по нисходящей линии связи от базовых станций 14 к мобильным станциям 16. Каждая из базовых станций 14 имеет "n" передающих антенн 28 ($n \geq 1$) и каждая из мобильных станций 16 имеет "m" приемных антенн 40 ($m \geq 1$). Отметим, что соответствующие антенны могут использоваться для приема и передачи с помощью соответствующих дуплексеров или переключателей и называются так только для ясности изложения.

Когда используются ретрансляционные станции 15, OFDM предпочтительно используется для передачи сигналов по нисходящей линии связи от базовых станций 14 к ретрансляционным станциям и от ретрансляционных станций к мобильным станциям 16.

На фигуре 4 показана примерная ретрансляционная станция 15. Аналогично базовым станциям 14 и мобильным станциям 16, ретрансляционная станция 15 имеет систему управления 132, групповой процессор 134, передатчик 136, приемник 138, многократные антенны 130 и ретранслятор 142. Ретранслятор 142 позволяет ретрансляционной станции

15 установить связь между одной из базовых станций 14 и одной из мобильных станций 16. Приемник 138 получает радиочастотные сигналы, переносящие информацию от одной или нескольких базовых станций 14 и мобильных станций 16. Малошумящий усилитель и фильтр (не показаны) могут быть использованы для усиления сигнала и
 5 удаления широкополосной помехи из сигнала, предназначенного для последующей обработки. Преобразование с понижением частоты и схема оцифровки (не показаны) преобразуют полученный отфильтрованный сигнал с понижением частоты до сигнала промежуточной или групповой частоты, и указанный сигнал затем оцифровывается в один или несколько цифровых потоков.

10 Групповой процессор 134 обрабатывает цифровые потоки, чтобы извлечь информационные биты или биты данных, переданные в сигнале. Эта обработка обычно включает операции демодуляции, декодирования и исправления ошибок. Групповой процессор 134 обычно реализуется в одном или нескольких процессорах цифровых сигналов (DSP) и специализированных интегральных схемах (ASIC).

15 Для передачи групповой процессор 134 получает оцифрованные данные, которые могут представлять собой речь, видео, данные или управляющую информацию, от системы управления 132 и кодирует эти данные для передачи. Кодированные данные выводятся к передатчику 136, где они используется модулятором, чтобы модулировать один или несколько сигналов несущей на желательной частоте или частотах передачи.

20 Усилитель мощности (не показан) усиливает модулированные сигналы несущей до уровня, подходящего для передачи, и передает модулированный сигнал несущей антеннам 130 через согласующую цепь (не показана). Как известно специалистам в данной области, могут использоваться различные способы модуляции и обработки для передачи сигнала между мобильными станциями 16 и базовыми станциями 14 прямо
 25 или косвенно через ретрансляционные станции 15, как описано выше.

На фигуре 5 представлена логическая архитектура передачи OFDM, описание которой приводится ниже. Как показано на фигуре 1, первоначально центр управления базовой станцией 10 посылает данные, которые будут переданы различными мобильными станциями 16 на базовые станции 14, либо прямо, либо с помощью одной из
 30 ретрансляционных станций 15. Базовые станции 14 могут использовать индикаторы качества канала (CQI), связанные с мобильными станциями 16, чтобы запланировать данные для передачи и выбрать соответствующее кодирование и модуляцию для передачи запланированных данных. CQI может быть получено непосредственно от мобильных терминалов 16 или определено на базовой станции 14 на основе информации,
 35 предоставленной мобильными терминалами 16. В любом случае CQI для каждого из мобильных терминалов 16 является функцией степени, до которой амплитуда (или отклик) канала изменяется в диапазоне частот OFDM.

Запланированные данные 44 представляют собой поток битов, и этот поток скремблирован способом, уменьшающим отношение пикового значения мощности к
 40 среднему, связанного с данными, используя логику скремблирования данных 46. Контроль циклическим избыточным кодом (CRC) для скремблированных данных определяется и добавляется к скремблированным данным, используя логику добавления CRC 48. После этого выполняется кодирование канала, используя кодер канала 50, чтобы эффективно добавить избыточность к данным и облегчить восстановление и
 45 исправление ошибок на мобильных станциях 16. Кодирование канала для конкретной мобильной станции 16 выполняется на основе CQI, связанного с определенной мобильной станцией. В некоторых реализациях кодер канала 50 использует известные способы турбо кодирования. Кодированные данные затем обрабатываются логикой

согласования уровня 52, чтобы компенсировать расширение данных, связанное с кодированием.

Логика перемежителя битов 54 систематически переупорядочивает биты в закодированных данных, чтобы минимизировать потерю последовательных битов данных. Переупорядоченные биты данных систематически отображаются в соответствующие символы в зависимости от выбранной модуляции основной полосы частот логикой отображения 56. Предпочтительно используется квадратурная амплитудная модуляция (QAM) или квадратурная фазовая модуляция (QPSK). Степень модуляции выбирается на основе CQI, связанного с определенной мобильной станцией, как обсуждено выше со ссылкой на фигуры 14-29. Символы могут систематически переупорядочиваться, используя символ логику чередования 58, чтобы дополнительно поддержать целостность переданного сигнала при периодической потере данных, вызванной частотным замиранием.

На данном этапе группы битов были преобразованы в символы, представляющие расположения в амплитудной и фазовой совокупности. Когда требуется пространственное разнесение, блоки символов обрабатываются пространственно-временным блочным кодом (STC) логического кодера 60, который изменяет символы способом, делающим переданные сигналы более стойкими к помехам и легче декодируемыми на мобильных станциях 16. Логический кодер STC 60 обрабатывает входящие символы и обеспечивает "n" выходов, соответствующих числу передающих антенн 28 базовой станции 14. Система управления 20 и/или групповой процессор 22, описанный выше со ссылкой на фигуру 5, обеспечивают управляющий сигнал отображения для управления кодером STC. Предположим, что на данном этапе символы для "n" выходов являются репрезентативными для данных, которые будут переданы и могут быть восстановлены мобильными станциями 16.

Для настоящего примера предположим, что базовая станция 14 имеет две передающие антенны 28 ($n=2$), и логический кодер STC 60 обеспечивает два выходных потока символов. Соответственно, каждый из выходных потоков символов, выдаваемый логическим кодером STC 60, передается по соответствующему процессору IFFT 62, показанному отдельно для простоты понимания. Специалисты в данной области понимают, что для такой обработки цифровых сигналов можно использовать один или несколько процессоров. Каждый процессор 62 IFFT будет предпочтительно работать на символах, обеспеченных для этой цели, чтобы выполнить преобразование Фурье. Выход процессора IFFT 62 обеспечивает символы во временном интервале. Символы во временном интервале группируются во фреймы, каждый из которых связан с префиксом префиксной вставкой 64. Каждый из результирующих сигналов преобразуется с повышением частоты в цифровой области в промежуточную частоту и преобразуется в аналоговый сигнал с соответствующим цифровым преобразованием с повышением частоты (DUC) и цифроаналоговую схему преобразования (D/A) 66. Полученные аналоговые сигналы затем одновременно модулируются на требуемой радиочастоте (RF), усиливаются и передаются через схему RF 68 и передающие антенны 28 на одну из мобильных станций 16. Отметим, что среди поднесущих разнесены пилот-сигналы, известные от одной из намеченных мобильных станций 16. Мобильные станции 16, которые подробно обсуждены ниже, будут использовать пилот-сигналы для оценки канала.

Обратимся теперь к фигуре 6, иллюстрирующей прием переданных сигналов одной из мобильных станций 16 либо непосредственно от одной из базовых станций 14, либо с помощью ретрансляционной станции 15. По прибытии переданных сигналов на

каждую из приемных антенн 40 мобильной станции 16 эти сигналы демодулируются и усиливаются соответствующей схемой RF 70. Для ясности подробно описывается только один из этих двух путей получения сигналов. Аналого-цифровой преобразователь и схема преобразования с понижением частоты (A/D) 72 оцифровывают и преобразуют аналоговый сигнал с понижением частоты для последующей цифровой обработки. Результирующий оцифрованный сигнал может использоваться автоматической схемой управления усилением (AGC) 74 для регулирования усиления усилителей в схеме RF 70 на основе уровня полученного сигнала.

Первоначально оцифрованный сигнал обеспечивается для логики синхронизации 76, выполняющей функцию грубой синхронизации 78 для буферизации нескольких символов OFDM и вычисления автокорреляции между двумя последовательными символами OFDM. Полученный указатель времени, соответствующий максимуму результата корреляции, определяет окно поиска точной синхронизации, которое используется функцией точной синхронизации 80 для определения стартовой позиции кадров на основе заголовков. Выход функции точной синхронизации 80 облегчает сбор кадров логикой цикловой синхронизации 84. Надлежащая цикловая синхронизация важна для того, чтобы последующая обработка FFT обеспечивала точное преобразование от временного интервала до частотной области. Алгоритм точной синхронизации основан на корреляции между полученными пилот-сигналами, переносимыми заголовками, и местной копией известных плотных данных. После цикловой синхронизации префикс символа OFDM удаляется логикой удаления префикса 86, и результирующие выборки передаются функции сдвига/исправления частоты 88, которая компенсирует системный сдвиг частоты, вызванный рассогласованием гетеродинов передатчика и приемника. Предпочтительно логика синхронизации 76 включает функцию оценки сдвига частоты и времени 82, которая использует заголовки для оценки сдвига частоты и сдвига времени в переданном сигнале и обеспечивает эти оценки для функции сдвига/исправления частоты 88, чтобы должным образом обработать символы OFDM.

На данном этапе символы OFDM во временном интервале готовы к преобразованию в частотной области функцией обработки FFT 90. Результатом является ряд символов частотной области, которые передаются функции обработки 92. Функция обработки 92 извлекает рассеянные пилот-сигналы, используя функцию 94 для извлечения рассеянных пилот-сигналов, определяет оценку канала на основе извлеченных пилот-сигналов, используя функцию оценки канала 96, и обеспечивает отклик канала для всех поднесущих, используя функцию реконструкции канала 98. Чтобы определить отклик канала для каждой из поднесущих, пилот-сигнал, в основном, состоит из множества опорных символов, которые рассеиваются среди символов данных по всем поднесущим OFDM по времени и частоте в известном шаблоне. Далее на фигуре 6 логика обработки сравнивает полученные опорные символы с опорными символами, которые ожидаются в определенных поднесущих в определенное время, для определения отклика канала для поднесущих, в которых были переданы опорные символы. Результаты интерполируются, чтобы оценить отклик канала для большинства, если не для всех, остающихся поднесущих, для которых не были обеспечены опорные символы. Фактические и интерполированные отклики канала используются для оценки полного отклика канала, который включает отклики канала для большинства, если не для всех, поднесущих в канале OFDM.

Символы частотной области и информация о реконструкции канала, которые получены из откликов канала для каждого приемного тракта, передаются в декодер

STC 100, который обеспечивает декодирование STC на обоих приемных трактах, чтобы восстановить переданные символы. Информация о реконструкции канала обеспечивает информацию о коррекции декодеру STC 100, достаточную, чтобы удалить эффекты канала передачи при обработке соответствующих символов частотной области.

5 Восстановленные символы перемещаются назад в определенном порядке, используя логику 102 дечередования символа, который соответствует логике 58 чередования символа передатчика. Дечередующиеся символы затем демодулируются или передаются в соответствующий поток битов 104. Биты затем дечередуются, используя логику дечередования 106, которая соответствует логике 54 чередования битов архитектуры
10 передатчика. Дечередующиеся биты затем обрабатываются логикой рассогласования уровня 108 и передаются логике декодера канала 110, чтобы восстановить первоначально скремблированные данные и контрольную сумму CRC. Соответственно, логика CRC 112 удаляет контрольную сумму CRC, проверяет скремблированные данные обычным образом и передает их логике дескремблирования 114 для дескремблирования,
15 используя известный код дескремблирования базовой станции, чтобы получить первоначально переданные данные как данные 116.

Параллельно с восстановлением данных 116 идентификатор CQI или по меньшей мере информация, достаточная, для создания CQI в каждой из базовых станций 14, определяется и передается на каждую из базовых станций. Как отмечено выше, CQI
20 может быть функцией отношения несущей к помехе (CR), так же как степени, до которой отклик канала изменяется через различные поднесущие в частотном диапазоне OFDM. Для этого примера воплощения усиление канала для каждой поднесущей в частотном диапазоне OFDM, используемом для передачи информации, сравнивается относительно друг друга для определения степени, до которой усиление канала
25 изменяется в частотном диапазоне OFDM. Хотя известно много способов измерения степени изменения, любой способ должен вычислить стандартное отклонение усиления канала для каждой поднесущей по всему диапазону частот OFDM, используемому для передачи данных. В некоторых примерах воплощения ретрансляционная станция может работать с разделением времени, используя только одно радиоустройство или
30 альтернативно включать множество радиоустройств.

На фигурах 1-6 представлен один конкретный пример системы связи, которая может быть использована в примерных воплощениях настоящего изобретения. Следует понимать, что примеры воплощения изобретения могут быть реализованы с системами связи, имеющими архитектуру, которая отличается от конкретного примера, но которая
35 работает способом, не противоречащим описанным здесь вариантам воплощения изобретения.

Фигуры 7-13 настоящего изобретения соответствуют фигурам 1-7 IEEE 802.16m-08/003r1.

Описание этих фигур в IEEE 802. 16m-08/003r1 включено здесь в качестве ссылки.

40 Описанные ниже примеры воплощения предоставляют специалистам в данной области необходимую информацию, чтобы осуществить изобретение на практике, и иллюстрируют лучший способ осуществления изобретения. После чтения следующего описания со ссылками на сопроводительные чертежи специалисты в данной области поймут концепции изобретения и другие цели изобретения, подробно не описанные
45 здесь. Следует понимать, что эти концепции и цели изобретения находятся в пределах контекста изобретения и приложенной формулы изобретения.

Примеры воплощения настоящего изобретения могут в некоторых случаях быть использованы для улучшения производительности системы связи с множественным

входом - множественным выходом (MIMO). Как показано на фигуре 14, передатчик MIMO 202 имеет множество передающих антенн 204, от которых сигналы MIMO передаются по каналу передачи MIMO к приемнику MIMO 206. Сигналы MIMO могут быть кодированы пространственно-временными сигналами (STC), которые

5 определяются как пространственно-разнесенные сигналы или пространственно-мультиплексированные сигналы. Как таковые сигналы, переданные от различных передающих антенн 204, могут быть теми же самыми или различными сигналами. Сигналы MIMO передаются в приемник MIMO от множества приемных антенн 208.

В замкнутом цикле MIMO (CL-MIMO) матрица канала определяется в приемнике,

10 таком как мобильный терминал, и она квантуется в кодовое слово в предопределенной кодовой книге, причем индекс кодового слова возвращается к передатчику базовой станции. Такая кодовая книга C, показанная на фигуре 15, обеспечивается в передатчике MIMO 202, так же как и в приемнике MIMO 206. Кодовая книга C будет включать M кодовых слов c_i , где i - уникальный индекс кодового слова для каждого кодового слова

15 c_i . Индекс является просто любым идентификатором кодового слова. Вместо того чтобы передавать само кодовое слово, может быть передан индекс кодового слова i , предполагая, что оба конца передачи знают о связи между кодовыми словами и индексами, исходное кодовое слово может быть восстановлено.

Предлагаемый подход состоит в том, чтобы уменьшить количество сигналов,

20 необходимых для передачи индексов кодового слова с приемника на передатчик. Этот подход основан на ожидании, что каждый раз, когда определяется матрица канала и выбирается новое кодовое слово из определенного кодового слова, матрица канала и связанное с ней кодовое слово будут примерно соответствовать предыдущей матрице канала и связанному кодовому слову. Однако следует понимать, что описанные здесь

25 подходы могут быть использованы для передачи и других типов информации.

В последующих подробных примерах предполагается, что индексы являются просто целыми числами и что передаются двоичные представления индексов, но также могут использоваться и другие формы для индексов. В этом примере имеется 64 кодовых

30 слова C_j ($M=64$), и индексы кодового слова являются просто целыми числами i в диапазоне от нуля до $M-1$.

В некоторых примерах воплощения каждое кодовое слово определяет весовые коэффициенты, применимые к сигналам MIMO, и может соответствовать матрицам канала или векторам, чтобы применяться в сигналах MIMO до передачи от

35 соответствующих антенн 204 передатчика MIMO 202. В некоторых примерах воплощения каждое кодовое слово определяет предварительное кодирование, примененное в передатчике MIMO 202.

Обратимся теперь к фигуре 16, на которой описан способ выполнения операций, например, приемником MIMO. Способ выполняется на основе множества кодовых

40 слов полной кодовой книги и множества подмножеств кодового слова, при этом каждое подмножество кодовых слов содержит соответствующее множество кодовых слов полной кодовой книги. Стадии 500, 504, 506 выполняются для каждого множества периодов, каждый из которых может, например, относиться к соответствующему каналу обратной связи MIMO.

Лучшее кодовое слово из полной кодовой книги определяется на стадии 500. Затем

45 на стадии 502 подмножество кодовых слов адаптивно выбирается из множества подмножеств кодовых слов как текущее подмножество кодовых слов по выбору на основе порогового критерия между (a) самым последним выбранным текущим подмножеством кодовых слов и (b) другим подмножеством кодовых слов, которое

содержит лучшее кодовое слово из полной кодовой книги. На стадии 504 осуществляется адаптивный выбор результатов изменений в текущем подмножестве кодовых слов и передается индикация текущего подмножества кодовых слов. На стадии 506 передается индекс кодового слова в текущее подмножество кодовых слов из множества кодовых

5 слов.

В некоторых примерах воплощения адаптивный выбор включает определение, принадлежит ли лучшее кодовое слово из полной кодовой книги также последнему выбранному подмножеству кодовых слов, и если это так, выбирается самое последнее выбранное подмножество кодовых слов как текущее подмножество кодовых слов.

10 В некоторых примерах воплощения адаптивный выбор дополнительно включает, (произвольно, если лучшее кодовое слово из полной кодовой книги не принадлежит также последнему выбранному подмножеству кодовых слов):

выбор лучшего кодового слова из последнего выбранного подмножества кодовых слов;

15 если лучшее кодовое слово из последнего выбранного подмножества кодовых слов и лучшее кодовое слово из полной кодовой книги вместе удовлетворяют пороговому критерию, выбирается текущее подмножество кодовых слов как последнее выбранное текущее подмножество кодовых слов; в противном случае выбирается текущее подмножество кодовых слов как подмножество кодовых слов, которое содержит лучшее

20 кодовое слово из полной кодовой книги.

В некоторых примерах воплощения лучшее кодовое слово из последнего выбранного текущего подмножества кодовых слов и лучшее кодовое слово из полной кодовой книги вместе удовлетворяют пороговому критерию, когда корреляция между лучшим кодовым словом из последнего выбранного текущего подмножества кодовых слов и

25 лучшим кодовым словом из полной кодовой книги выше определенного порога.

В некоторых примерах воплощения каждое подмножество кодовых слов имеет соответствующий уникальный идентификатор, и передача индикации текущего подмножества кодовых слов содержит передачу уникального идентификатора, связанного с текущим подмножеством кодовых слов. Примеры воплощения, описанные

30 ниже, не используют кодовых слов заголовка.

В некоторых примерах воплощения для каждого подмножества кодовых слов имеется соответствующее кодовое слово заголовка, принадлежащее полной кодовой книге или грубому подмножеству полного кодового слова. Передача индикации текущего подмножества кодовых слов содержит передачу индекса соответствующего кодового

35 слова заголовка текущего подмножества кодовых слов в полной кодовой книге или грубого подмножества. Примеры воплощения, описанные ниже, являются примерами использования заголовков кодовых слов.

В некоторых примерах воплощения соответствующее подмножество кодовых слов S_i создается для каждого кодового слова c_i полной кодовой книги C , как показано на

40 фигуре 17. Кодовые слова в подмножестве кодовых слов S_i будут отличаться при переходе от одного подмножества кодовых слов S_i к другому. В другом примере

воплощения вместо создания подмножества кодовых слов S_i для каждого кодового слова c_i полной кодовой книги C соответствующее подмножество кодовых слов S_i

45 создается для каждого кодового слова c_i грубого подмножества полной кодовой книги.

В любом случае кодовое слово, для которого имеется соответствующее подмножество кодовых слов, упоминается здесь как кодовое слово заголовка. Грубое подмножество содержит некоторые из кодовых слов полной кодовой книги C . В конкретном примере

грубое подмножество могло бы содержать N из M кодовых слов полной кодовой книги. N может быть, например, $1/8 \times M$.

Подмножество кодовых слов S_i для кодового слова c_i содержит L кодовых слов c_j , которые выбираются из всех кодовых слов в кодовой книге C . В некоторых примерах воплощения кодовые слова c_j в подмноестве кодовых слов S_i являются кодовыми словами L из полной кодовой книги, которые лучше всего коррелируются с кодовым словом c_i , как определено критерием корреляции. Кодовые слова в каждом подмноестве кодовых слов индексируются, используя соответствующие индексы подмноества. Каждое кодовое слово имеет индекс в полной кодовой книге C (или грубом подмноестве), который однозначно определяет кодовое слово среди всех других кодовых книг полной кодовой книги C (или грубого подмноества), и индекс подмноества для подмноества кодовых слов, которому принадлежит кодовое слово и который однозначно определяет кодовое слово среди других кодовых слов подмноества кодовых слов. Каждый индекс кодового слова полной кодовой книги C (или грубого подмноества) в действительности указывает на соответствующее подмножество кодовых слов.

В первом примере рассмотрим полную кодовую книгу с шестнадцатью кодовыми словами, грубую кодовую книгу, содержащую четыре кодовых слова из полной кодовой книги, с каждым кодовым словом текущей кодовой книги, указывающим на соответствующее подмножество кодовых слов, содержащих четыре кодовых слова полной кодовой книги. Полная кодовая книга содержит 16 кодовых слов $CA0, CA1, CA2, CA3, CB1, CB2, CB3, CC0, CC1, CC2, CC3, CD0, CD1, CD2, CD3$. Грубое подмножество включает четыре кодовых слова из полной кодовой книги, а именно $CA1, CB1, CC1$ и $CD1$, и соответствующие подмноества кодовых слов могут быть определены как:

подмножество кодовых слов для $CA1$: от $CA0$ до $CA3$;

подмножество кодовых слов для $CB1$: от $CB0$ до $CB3$;

подмножество кодовых слов для $CC1$: от $CC0$ до $CC3$;

подмножество кодовых слов для $CD1$: от $CD0$ до $CD3$.

Когда должен быть передан индекс кодового слова в грубом подмноестве, могут быть использованы два бита для выбора между $CA1, CB1, CC1, CD1$. Когда должен быть передан индекс кодового слова в подмноестве кодовой книги, могут быть использованы два бита для выбора кодового слова из текущего подмноества кодовых слов, а именно подмножество кодовых слов, соответствующее грубому кодовому слову, для которого был передан последний индекс. Например, если новым грубым кодовым словом было $CA1$, то могут быть использованы два бита для выбора между $CA0, CA1, CA2, CA3$.

Второй пример будет теперь описан со ссылкой на фигуру 18. Определяется подмножество кодовых слов S_7 , которое соответствует кодовому слову c_7 , чтобы включить $L=8$ кодовых слов c_j . L кодовых слов имеет соответствующие индексы кодового слова подмноества $0 \dots, 7$. Кодовые слова c_j в подмноестве кодовых слов S_7 являются восемью кодовыми словами, которые лучше всего коррелируются с кодовым словом c_7 , как определено критерием корреляции. В этом примере определяется подмножество кодовых слов S_7 , связанное с кодовым словом c_7 , чтобы включить кодовые слова $c_3, c_{13}, c_{16}, c_{25}, c_{37}, c_{41}, c_{49}$ и c_{60} .

В некоторых примерах воплощения, например, которые имеют место в первом

примере, каждое кодовое слово полной кодовой книги (или грубое подмножество), для которого определяется соответствующее подмножество кодовых слов, включается в соответствующее подмножество кодовых слов. В первом примере СА1 имеет соответствующее подмножество кодовых слов, содержащее кодовые слова СА0, СА1, СА2, СА3 и СА1, включается в соответствующее подмножество кодовых слов.

В некоторых примерах воплощения, например, которые имеют место во втором примере, каждое кодовое слово полной кодовой книги (или грубое подмножество), для которого определяется соответствующее подмножество кодовых слов, не обязательно включается в соответствующее подмножество кодовых слов. Конкретно c_7 имеет соответствующее подмножество кодовых слов $c_3, c_{13}, c_{16}, c_{25}, c_{37}, c_{41}, c_{49}$, а c_{60} и c_7 не включены в соответствующее подмножество кодовых слов.

Как указано выше, в некоторых примерах воплощения подмножества кодовых слов S_i создаются идентификацией L кодовых слов c_j , которые лучше всего коррелируются с кодовым словом c_i , как определено некоторым критерием корреляции. Специалисты в данной области знакомы с различными методами определения кодовых слов c_i, c_j , которые обладают наилучшей корреляцией. Например, идентификация кодовых слов c_i, c_j , имеющих наилучшую корреляцию, может быть определена, используя нормализованный критерий, определенный как:

$$\langle c_i, c_j \rangle = \frac{c_i^* c_j}{\|c_i\| * \|c_j\|}.$$

В некоторых примерах воплощения, где соответствующее подмножество кодовой книги определяется для каждого кодового слова полной кодовой книги, индекс подмножества, который используется для идентификации каждого из кодовых слов c_j подмножества кодовых слов S_j , потребует $\log_2(L)$ битов, тогда как индекс полной кодовой книги требует $\log_2(M)$ битов. Здесь имеется экономия с точки зрения количества битов, требуемых для обратной связи индекса кодового слова, которое зависит от того, насколько L меньше M .

В одном примере воплощения, где соответствующее подмножество кодовой книги определяется для каждого кодового слова грубого подмножества, имеющего N кодовых слов из M кодовых слов полной кодовой книги, индекс подмножества, который используется для идентификации каждого из кодовых слов c_j подмножества кодовых слов S_j , потребует $\log_2(L)$ битов, тогда как индекс грубого подмножества требует $\log_2(N)$ битов.

В описанном выше примере число кодовых слов в подмножестве кодовых слов (L) в восемь раз меньше числа кодовых слов в полной кодовой книге $S(M)$. Кодовая книга S , включающая подмножества кодовых слов, имеется в передатчике ММО 202, так же как в приемнике ММО 206. Кодовая книга S , в основном, является фиксированной, и если имеется изменение в кодовой книге S в передатчике ММО 202, должны быть сделаны соответствующие изменения в приемнике ММО 206, чтобы гарантировать, что кодовые книги S останутся теми же самыми.

В некоторых примерах воплощения приемник ММО 206 первоначально идентифицирует условия канала ММО и ищет полную кодовую книгу S для первого кодового слова по условию канала ММО, которое является лучшим кодовым словом полной кодовой книги S . Затем приемник ММО 206 передает индекс первого кодового слова в полной кодовой книге назад передатчику ММО 202 как сообщение обратной

связи. Передатчик ММО 202 будет использовать индекс кодового слова, чтобы идентифицировать первое кодовое слово и использовать его при взвешивании и/или предварительном кодировании сигналов ММО, которые будут переданы приемнику ММО 206. Для последующих примеров обратной связи приемник ММО либо передаст индекс, соответствующий выбранному кодовому слову подмножества кодовых слов, соответствующего кодового слова полной кодовой книги (или грубой кодовой книги), для которой был передан последний индекс, либо индекс, соответствующий недавно выбранному кодовому слову, определенному из поиска всей кодовой книги С (или грубой кодовой книги). Первоначально подмножество кодовых слов, соответствующее кодовому слову полной кодовой книги (или грубой кодовой книги), для которого индекс был последним, будет подмножеством кодовых слов первого кодового слова. Однако время от времени, как определено адаптацией, выполняемой приемником ММО, передается индекс недавно выбранного кодового слова, определенного из поиска по всей кодовой книге С (или грубой кодовой книге). Подмножество кодовых слов последнего выбранного кодового слова из полной кодовой книги С (или грубой кодовой книги) используется для передачи индекса кодового слова подмножества.

Следующий подход предпринимается, чтобы определить, отправить ли индекс, соответствующий выбранному кодовому слову из подмножества кодовых слов, или отправить индекс кодового слова из полной кодовой книги С (или грубого подмножества). Отметим, что это - конкретный пример стадии 502 фигуры 16 в том смысле, что если передается индекс кодового слова в текущем подмножестве кодовых слов, то самое последнее текущее подмножество кодовых слов выбирается как текущее подмножество кодовых слов. Если вместо этого индекс кодового слова в полной кодовой книге (или грубом подмножестве) выбирается как текущее подмножество кодовых слов или как подмножество кодовых слов другого подмножества кодовых слов, которое содержит лучшее кодовое слово из полной кодовой книги.

Условия обновления канала

Сначала приемник ММО 206 снова идентифицирует условия канала для канала ММО.

Идентификация кодового слова из полной кодовой книги (или грубого подмножества)

Производится поиск полной кодовой книги С (или грубой кодовой книги), и из М кодовых слов кодовой книги С (или N кодовых слов грубого подмножества) приемник ММО 206 выбирает лучшее кодовое слово (в дальнейшем "второе кодовое слово"). Индекс второго кодового слова в полной кодовой книге (или грубом подмножестве) доступен для передачи назад передатчику ММО 202 в виде обратной связи. Однако, как описано ниже, фактически это может или не может быть передано.

Идентификация кодового слова из подмножества кодовых слов

Приемник ММО 206 проводит поиск лучшего кодового слова, которое принадлежит подмножеству кодовых слов, связанному с кодовым словом полной кодовой книги (или грубого подмножества), для которого недавно был передан индекс.

Из L кодовых слов подмножества кодовых слов приемник ММО 206 выбирает лучшее кодовое слово (в дальнейшем "третье кодовое слово"). Индекс третьего кодового слова в подмножестве кодовых слов доступен для передачи назад передатчику ММО 202 в виде обратной связи. Однако, как описано ниже, этот индекс фактически может или не может быть передан.

В случае передачи индекса кодового слова в подмножество кодовых слов передатчик ММО 202 будет использовать этот индекс для идентификации второго кодового слова из подмножества кодовых слов, связанного с недавно переданным индексом кодового

слова в полной кодовой книге (или грубом подмножестве). Как только будет получено третье кодовое слово, обеспечиваются соответствующие весовые коэффициенты/прекодирование для сигналов ММО, передаваемых приемнику ММО 206 от передатчика ММО 202.

5 Применение порогового критерия

Затем пороговый критерий применяется ко второму кодовому слову и третьему кодовому слову, чтобы выбрать второе кодовое слово или третье кодовое слово. Например, это может включать применение порогового критерия ко второму кодовому слову и к третьему кодовому слову. Например, если они в достаточной мере подобны, по определению соответствующего порогового критерия, например критерия корреляции, выбирается третье кодовое слово и индекс третьего кодового слова в текущем подмножестве кодовых слов (а именно в подмножестве кодовых слов, соответствующих кодовому слову полной/грубой кодовой книги, для которой недавно был передан индекс); в противном случае выбирается второе кодовое слово, и передается индекс второго кодового слова в полной/грубой кодовой книге так же, как и указание, что передаваемый индекс взят из полной кодовой книги (или грубого подмножества), и что это кодовое слово из полной кодовой книги (или грубого подмножества), для которого недавно был передан индекс, должно быть обновлено, чтобы быть вторым кодовым словом, и, соответственно, текущее подмножество кодовых слов должно быть переоформлено как подмножество, которое соответствует второму кодовому слову.

В конкретном примере используется метрика корреляции, которая является той же самой, что и метрика, используемая выбранным подмножеством кодовых слов. В конкретном приведенном выше примере метрика корреляции была критерием нормализованного промежуточного произведения, определяемого как:

$$25 \quad \langle c_i, c_j \rangle = \frac{c_i^* c_j}{\|c_i\| * \|c_j\|}.$$

Если нормализованное промежуточное произведение второго кодового слова и третьего кодового слова превышает порог, то пороговый критерий удовлетворяется, и передается индекс третьего кодового слова в подмножестве кодовых слов, в противном случае передается индекс второго кодового слова в полной кодовой книге (или грубом подмножестве).

Альтернативно, если они являются достаточно различными по определенному соответствующему критерию, такому как критерий корреляции, выбирается второе кодовое слово, и передается индекс второго кодового слова в полной/грубой кодовой книге, в противном случае выбирается третье кодовое слово и передается индекс третьего кодового слова в текущем подмножестве кодовых слов (а именно в подмножестве кодовых слов, соответствующих кодовым словам полной/грубой кодовой книги, для которой недавно был передан индекс). Если передается индекс второго кодового слова, также передается указание, что индекс передается из полной кодовой книги (или грубой кодовой книги); это также указывает на то, что кодовое слово из полной/грубой кодовой книги, для которой недавно был передан индекс, должно быть обновлено, чтобы быть вторым кодовым словом, и, соответственно, текущее подмножество кодовых слов должно быть перезагружено как подмножество, которое соответствует второму кодовому слову.

В конкретном примере используется метрика корреляции, которая является той же самой, что и используемая в первоначально выбранном подмножестве кодовых слов. В приведенном выше конкретном примере метрика корреляции была критерием

нормализованного промежуточного произведения, определенного как:

$$\langle c_i, c_j \rangle = \frac{c_i^* c_j}{\|c_i\| * \|c_j\|}.$$

- 5 Если нормализованное промежуточное произведение второго кодового слова и третьего кодового слова ниже порога, то пороговый критерий удовлетворяется, и передается индекс второго кодового слова в полной кодовой книге (или грубом подмножестве), в противном случае передается индекс третьего кодового слова в текущем подмножестве кодовых слов.
- 10 В еще одном примере воплощения, который приводит к передаче того же самого индекса, но который несколько уменьшает время поиска, вычисляется второе кодовое слово (в полной или грубой кодовой книге), и если это кодовое слово принадлежит текущему подмножеству кодовых слов, то по определению было бы выбрано то же самое кодовое слово, если должен быть проведен поиск текущего подмножества кодовых
- 15 слов и, по существу, не нужно искать текущее подмножество кодовых слов. Скорее, индекс второго кодового слова в текущем подмножестве кодовых слов ищется и передается как обратная связь. Как правило, индекс второго кодового слова в текущем подмножестве кодовых слов будет отличаться от индекса второго кодового слова в полной или грубой кодовой книге. Если второе кодовое слово не принадлежит текущему
- 20 подмножеству кодовых слов S_i , то способ продолжается, как в ранее описанном примере воплощения, с определением кодового слова в подмножестве кодовых слов и применением порогового критерия, чтобы выбрать между вторым кодовым словом и третьим кодовым словом.
- 25 На фигуре 19 представлена блок-схема, иллюстрирующая способ, обеспеченный примером воплощения изобретения. В частности, он может быть реализован в приемнике ММО, например приемнике ММО 206, с передачей информации обратной связи приемнику ММО. В более общем смысле эти способы могут использоваться всякий раз, когда должны быть переданы идентификационные данные кодового слова, используя индексы. Блок-схема и описание предполагают, что каждое кодовое слово
- 30 полной кодовой книги имеет соответствующее подмножество кодовых слов. Однако этот способ также может быть применен к грубой кодовой книге кодовых слов. Операция начинается с выбора первого кодового слова из поиска по полной кодовой книге (стадия 252). Это может быть сделано, например, на основе оценки канала, но слово также может быть выбрано на основе любых соответствующих критериев выбора.
- 35 Затем передается индекс первого кодового слова (стадия 254). Способ продолжается с выбором второго кодового слова из поиска по полной кодовой книге (стадия 256). Затем выполняется поиск текущего подмножества кодовых слов для третьего кодового слова (стадия 262). При поиске третьего кодового слова применяются те же самые критерии выбора, которые были применены приписке второго кодового слова. Затем
- 40 адаптивно определяется, следует ли передать индекс второго кодового слова в полной кодовой книге или передать индекс третьего кодового слова в текущем подмножестве кодовых слов (стадия 264). После этого в зависимости от указанного определения передается индекс третьего кодового слова в текущем подмножестве кодовых слов (стадия 266) или индекс второго кодового слова в полной кодовой книге (стадия 268).
- 45 В конкретном примере стадия 264 включает сравнение второго кодового слова и третьего кодового слова, и если они достаточно совпадают, передается индекс третьего кодового слова в текущем подмножестве кодовых слов (стадия 266), в противном случае передается индекс второго кодового слова в полной кодовой книге (стадия 268).

Дополнительно, текущее подмножество кодовых слов не будет изменяться до передачи нового индекса полной кодовой книги. Когда передается индекс полной кодовой книги (и становится последним переданным индексом кодового слова в полной кодовой книге), текущее подмножество кодовой книги соответственно обновляется (стадия 270).

5 После любой из стадий способа 466, 270 способ переходит на стадию 256.

На фигуре 20 представлена блок-схема, иллюстрирующая способ, обеспеченный одним примером воплощения изобретения. Например, способ может быть реализован в приемнике ММО, таком как приемник ММО 206, для передачи информации обратной связи приемнику ММО. В более широком смысле эти способы могут использоваться
10 всякий раз, когда идентификационные данные кодового слова должны быть переданы с помощью индексов. Блок-схема и описание предполагают, что каждое кодовое слово полной кодовой книги имеет соответствующее подмножество кодовых слов. Однако этот способ также может быть применен к грубой кодовой книге кодовых слов.

Операция начинается с выбора первого кодового слова из поиска по полной кодовой книге (стадия 302). Например, это может быть сделано на основе оценки канала, но в
15 более широком смысле это может быть выбрано на основе любых соответствующих критериев выбора. Затем передается индекс первого кодового слова (стадия 304).

Способ продолжается путем выбора второго кодового слова из поиска по полной кодовой книге (стадия 306). Снова это может быть сделано на основе оценки канала,
20 но в более широком смысле, выбор может быть сделан на основе любых соответствующих критериев выбора. Если второе кодовое слово принадлежит текущему подмножеству кодовых слов (а именно подмножеству кодовых слов, соответствующих кодовому слову полной кодовой книги, для которой недавно был передан индекс) (путь «да» стадии 308), то определяется и передается индекс второго кодового слова в текущем

25 подмножестве кодовых слов (стадия 310). Если второе кодовое слово не принадлежит текущему подмножеству кодовых слов (путь «нет» стадии 308), поиск текущего подмножества кодовых слов делается для третьего кодового слова (стадия 312). Те же самые критерии выбора применяются при поиске третьего кодового слова, который уже был применен для поиска второго кодового слова. Затем адаптивно определяется,
30 передать ли индекс второго кодового слова в полной кодовой книге или передать индекс третьего кодового слова в текущем подмножестве кодовых слов (стадия 314).

После этого в зависимости от указанного определения передается либо индекс третьего кодового слова в текущем подмножестве кодовых слов (стадия 316), либо индекс второго кодового слова в полной кодовой книге (стадия 318). В конкретном примере
35 стадия 314 включает сравнение второго кодового слова и третьего кодового слова (стадия 314), и если они в достаточной мере совпадают, передается индекс третьего кодового слова в текущем подмножестве кодовых слов (стадия 316), в противном случае передается индекс второго кодового слова в полной кодовой книге (стадия 318).

Дополнительно текущее подмножество кодовых слов не будет изменяться до передачи нового индекса полной кодовой книги. Когда передается индекс полной кодовой книги (и становится последним переданным индексом кодового слова в полной кодовой книге), текущее подмножество кодовой книги соответственно обновляется (стадия 320).
40 После любой из стадий способа 310, 316, 320 способ переходит на стадию 308.

На фигуре 21 представлена блок-схема другого способа, обеспеченного примером воплощения изобретения. Блок-схема и описание предполагают, что каждое кодовое слово полной кодовой книги имеет соответствующее подмножество кодовых слов. Однако этот способ также может быть использован с грубым подмножеством. В конкретном примере этот способ может быть реализован в передатчике ММО, таком
45

как передатчик ММО 202. В более широком смысле эти способы могут использоваться всякий раз, когда идентификационные данные кодового слова должны быть переданы с помощью индексов. Операция начинается с приема индекса кодового слова для кодового слова в полной кодовой книге С (стадия 400). Получается кодовое слово из 5 полной кодовой книги С на основе индекса кодового слова (стадия 402). В примерах воплощения, где кодовые слова представляют собой весовые коэффициенты или предварительное кодирование, применяемое к сигналам ММО, передаваемые передатчиком ММО, текущее подмножество кодовых слов преобразуется в подмножество кодовых слов, связанных с кодовым словом полной кодовой книги.

10 В некоторых примерах воплощения длина первого индекса в битах используется для индексации кодового слова в подмножестве кодовых слов, и длина второго индекса в битах используется для индексации кодового слова в полной кодовой книге. Поскольку в подмножестве кодовых слов имеется меньше кодовых слов, первая длина может быть меньше второй длины. Например, индекс p -bit может быть передан для кодового слова 15 в подмножестве кодовых слов, и индекс m -бит может быть передан для кодового слова в полной кодовой книге.

Приемник (в более широком смысле устройство, которое используется для кодирования кодовых слов) передаст информацию, из которой может быть сделано определение, является данный индекс индексом кодового слова в полной кодовой книге 20 в противоположность индексу кодового слова в текущем подмножестве кодовых слов. В некоторых примерах воплощения эта информация отправляется каждый раз, когда передается индекс кодового слова в полной кодовой книге, но возможны и другие варианты воплощения, хотя они могут быть менее эффективными. Например, один бит может быть передан с каждым индексом, что указывает на тип этого индекса, а именно 25 индекс для передачи в полную кодовую книгу или в подмножество кодовой книги.

Если индекс p -bit используется для подмножества кодовых слов, то имеется 2^P уникальных индексов p -bit. В некоторых примерах воплощения определяется подмножество кодовых слов, содержащее до 2^P-1 кодовых слов (используя до 2^P-1 30 индексов), и оставшийся индекс p -bit указывает, что следующий индекс является индексом кодового слова из полной кодовой книги. Это может, например, быть нулевым индексом или любым другим предопределенным индексом. Затем передается индекс кодового слова из полной кодовой книги, и текущее подмножество кодовой книги обновляется как подмножество кодовой книги, связанное с этим кодовым словом.

35 В конкретном примере, чтобы указать на переход в подмножество кодовых слов, приемник передает сообщение обратной связи, которое содержит оставшийся индекс p -bit плюс индекс m -bit, представляющий нормальное кодирование кодового слова, принадлежащего всей кодовой книге, при этом предполагается, что целая кодовая книга содержит до 2^m кодовых слов.

40 Этот механизм может быть применен к динамическому или адаптивному возврату в исходное положение. При динамическом возврате в исходное положение подмножество кодовых слов переключается каждый раз, когда лучшее кодовое слово из общего кодового слова не принадлежит текущему подмножеству кодовых слов.

Механизм переключения подмножества - грубая кодовая книга

45 В некоторых из вышеупомянутых примеров воплощения в определенный отрезок времени приемник ММО передает кодовое слово из грубого подмножества полной кодовой книги, а в другой отрезок времени ММО передает индекс кодового слова от подмножества кодовых слов, связанного с кодовым словом грубого подмножества

полной кодовой книги, для которой недавно был передан индекс. После передачи индекса кодового слова из грубой кодовой книги текущее подмножество кодовых слов преобразуется как подмножество кодовых слов, связанное с кодовым словом грубой кодовой книги.

5 В некоторых примерах воплощения длина первого индекса в битах используется для индексации кодового слова в подмножестве кодовых слов, и длина второго индекса в битах используется для индексации кодового слова в полной кодовой книге. В подмножестве кодовых слов может быть больше или меньше кодовых слов, чем в грубом подмножестве. Например, индекс r -bit может быть передан для кодового слова в
10 подмножестве кодовых слов и индекс k -bit может быть передан для кодового слова в грубом подмножестве.

Приемник (в более широком смысле устройство, которое кодирует кодовые слова) передаст информацию, из которой может быть сделан вывод, является ли данный индекс кодового слова в грубой кодовой книге противоположным индексу кодового слова в
15 текущем подмножестве кодовых слов. В некоторых примерах воплощения это сообщение отправляется каждый раз, когда передается индекс кодового слова в полной кодовой книге, но возможны и другие варианты воплощения, хотя они могут быть менее эффективными. Например, с каждым индексом может быть передан одиночный бит, который указывает, какой это индекс, а именно индекс в грубой кодовой книге или
20 индекс в подмножестве кодовой книги.

Если используется индекс r -bit для подмножества кодовых слов, то имеется 2^P уникальных индексов r -bit. В некоторых примерах воплощения подмножество кодовых слов определяется как содержащее до $2^P - 1$ кодовых слов (используя $2^P - 1$ индексов), и
25 оставшийся индекс r -bit используется для указания, что следующий индекс является индексом кодового слова из грубой кодовой книги. Например, это может быть нулевым индексом или любым другим predetermined индексом. Затем передается индекс кодового слова из полной кодовой книги, и текущее подмножество кодовой книги обновляется как подмножество кодовой книги, связанное с этим кодовым словом.

30 В конкретном примере, чтобы указать на переход в подмножество кодовых слов, приемник передает сообщение обратной связи, которое содержит оставшийся индекс r -bit плюс индекс k -bit, представляющий нормальное кодирование кодового слова, принадлежащего грубой кодовой книге, где предполагается, что грубая кодовая книга содержит до 2^k кодовых слов.

35 Этот механизм может быть применен к динамическому или адаптивному возврату в исходное положение. С динамическим возвратом в исходное положение подмножество кодовых слов преобразуется каждый раз, когда лучшее кодовое слово из общего кодового слова не принадлежит текущему подмножеству кодовых слов.

В вышеописанных примерах воплощения каждый индекс, поступающий от приемника,
40 связан с кодовым словом из полной кодовой книги. Этот индекс является индексом в полной кодовой книге/грубой кодовой книге или индексом в текущем подмножестве кодовых слов. Всякий раз, когда переданный индекс является индексом кодового слова в полной кодовой книге/грубой кодовой книге, текущее подмножество кодовых слов переходит в подмножество кодовых слов, связанное с кодовым словом в полной кодовой
45 книге/грубой кодовой книге. Для примеров воплощения грубого подмножества каждое кодовое слово грубого подмножества может рассматриваться как кодовое слово заголовка для связанного подмножества кодовых слов. Для случая, когда подмножество кодовых слов определяется для каждого кодового слова полной кодовой книги, каждое

кодовое слово полной кодовой книги может рассматриваться как кодовое слово заголовка для связанного подмножества кодовых слов. Оба типа примеров воплощения могут все вместе упоминаться как примеры воплощения, которые используют кодовые слова заголовка.

5 В другом классе примеров воплощения кодовые слова заголовка не используются. Скорее, определяется ряд подмножеств кодовых слов, когда кодовые слова данного подмножества относительно близки друг другу, например, используя заранее
 10 определенный критерий корреляции. Приемник выбирает лучшее кодовое слово из полной кодовой книги и определяет, какому подмножеству кодовой книги оно принадлежит. Приемник затем передает передатчику указание, какое подмножество кодовой книги используется. Это указание само по себе не является индикацией любого
 15 определенного кодового слова в подмножестве кодовой книги, а скорее просто указывает на подмножество кодовой книги в целом. Оно становится "текущим подмножеством кодовой книги". Приемник затем возвращает передатчику индекс
 20 лучшего кодового слова в текущем подмножестве кодовой книги. В следующий раз, когда должна быть осуществлена обратная связь, из полной кодовой книги выбирается лучшее кодовое слово, и выбирается лучшее кодовое слово из текущего подмножества кодовых слов. Если лучшее кодовое слово из текущего подмножества кодовых слов достаточно близко лучшему кодовому слову из полной кодовой книги, как определено
 25 пороговым критерием, передается индекс лучшего кодового слова текущего подмножества кодовых слов. В противном случае приемник возвращает указание относительно другого подмножества кодовой книги, которое должно стать новым текущим подмножеством кодовой книги, а именно подмножеством кодовой книги, которому принадлежит лучшее кодовое слово, выбранное из полной кодовой книги,
 30 сопровождаемое индексом лучшего кодового слова в новом текущем подмножестве кодовой книги.

В некоторых таких примерах воплощения, когда осуществляется передача индексов в подмножества кодовой книги, конкретный индекс резервируется для указания, что
 35 следующая обратная связь относится к переходу в текущем подмножестве кодовой книги. Альтернативно, это может быть передано любым другим способом.

Например, предполагая наличие в кодовой книге $2(N_1+N_2)$ кодовых слов, их можно разделить на $2^{A_{N_1}}$ подмножества кодовых слов по критериям корреляции, каждый из
 35 которых имеет $2^{A_{N_2}}$ элементов. Биты N_1 могут быть использованы для сигнала, определяющего текущее подмножество кодовых слов, а биты N_2 могут быть использованы для индексации конкретного кодового слова в текущем подмножестве кодовых слов. При этом подходе биты N_1 могут рассматриваться как грубый индекс, и биты $+N_2$ могут рассматриваться как дифференциальный индекс.

Пороговый критерий для переключения между подмножествами кодовых слов для
 40 этих примеров воплощения может быть тем же самым, что и описанный ранее для примеров воплощения, в которых используются кодовые слова заголовка. Например, переключение может быть выполнено, когда лучшее кодовое слово из полной кодовой книги отличается от лучшего кодового слова из текущего подмножества кодовых слов на больше, чем пороговую величину, или наоборот переключение не может быть
 45 выполнено, когда лучшее кодовое слово из полной кодовой книги подобно лучшему кодовому слову из текущего подмножества кодовых слов, например, как определено критерием корреляции, превышающим порог.

Следует отметить, что тот любой модуль, компонент или устройство, которое выполняет команды, может иметь доступ к считываемым компьютером носителям,

таким как компьютерная среда или устройства хранения данных (съемный и/или несъемный носитель), такой как магнитный диск, оптический диск или магнитная лента. Компьютерная среда может включать энергозависимые и энергонезависимые, съемные и несъемные носители, реализованные по любому способу или технологии для хранения информации, такие как машиночитаемая среда, блоки данных, программные модули или другие хранилища данных. Примеры машиночитаемой среды включают RAM, ROM, EEPROM, флэш-память или другой тип памяти, CD-ROM, цифровые универсальные диски (DVD) или другое оптическое хранилище, магнитные кассеты, магнитную ленту, магнитные диски или другие магнитные устройства хранения, или любой другой носитель, который может быть использован для хранения желательной информации, и к которому могут получить доступ приложение, модуль или оба. Любые такие компьютерные носители могут быть частью устройства или соединены с ним. Любой описанный здесь модуль или приложение могут быть реализованы, используя считываемые компьютером и исполнимые команды, которые могут быть сохранены в компьютере или на машиночитаемых носителях.

Фигура 22 является блок-схемой приемника, в основном, обозначенного позицией 600. Приемник 600 имеет по меньшей мере одну антенну 602 и по меньшей мере одно радиоустройство 604. Приемник имеет память 606, содержащую подмножества кодовой книги 608 согласно описанному здесь любому примеру воплощения. Приемник имеет селектор подмножества 610, который выполняет выбор подмножества на основе порогового критерия, например, используя один из способов, описанных здесь.

В зависимости от вышеупомянутого описания возможны многочисленные модификации и изменения настоящего изобретения. Следовательно, нужно понимать, что в объеме прилагаемой формулы изобретения оно может быть осуществлено иначе, чем как конкретно описано здесь.

Формула изобретения

1. Способ кодирования, согласно которому в отношении множества кодовых слов полной кодовой книги и множества поднаборов кодовых слов, где каждый поднабор кодовых слов содержит соответствующую совокупность кодовых слов полной кодовой книги, повторяющимся образом выполняются этапы, на которых:

определяют лучшее кодовое слово из полной кодовой книги на основе соответствующих критериев выбора;

выполняют адаптивный выбор поднабора кодовых слов из множества поднаборов кодовых слов в качестве текущего поднабора кодовых слов посредством выбора на основе порогового критерия между (a) наиболее недавно выбранным текущим поднабором кодовых слов и (b) другим поднабором кодовых слов, который содержит упомянутое лучшее кодовое слово из полной кодовой книги;

если результатом адаптивного выбора является изменение в текущем поднаборе кодовых слов, передают указание текущего поднабора кодовых слов;

передают индекс кодового слова в текущем поднаборе кодовых слов из множества поднаборов кодовых слов.

2. Способ по п.1, в котором адаптивный выбор дополнительно содержит этап, на котором определяют, принадлежит ли лучшее кодовое слово из полной кодовой книги также наиболее недавно выбранному текущему поднабору кодовых слов, и, если это так, выбирают наиболее недавно выбранный текущий поднабор кодовых слов в качестве текущего поднабора кодовых слов.

3. Способ по п.2, в котором адаптивный выбор дополнительно содержит этапы, на

которых:

если лучшее кодовое слово из полной кодовой книги не принадлежит наиболее недавно выбранному текущему поднабору кодовых слов:

выбирают лучшее кодовое слово из наиболее недавно выбранного текущего поднабора кодовых слов на основе соответствующих критериев выбора;

если лучшее кодовое слово из наиболее недавно выбранного текущего поднабора кодовых слов и лучшее кодовое слово из полной кодовой книги вместе удовлетворяют пороговому критерию, выбирают текущий поднабор кодовых слов в качестве наиболее недавно выбранного текущего поднабора кодовых слов, в противном случае выбирают текущий поднабор кодовых слов в качестве поднабора кодовых слов, который содержит лучшее кодовое слово из полной кодовой книги.

4. Способ по п.1, в котором адаптивный выбор дополнительно содержит этапы, на которых:

выбирают лучшее кодовое слово из наиболее недавно выбранного текущего поднабора кодовых слов на основе соответствующих критериев выбора;

если лучшее кодовое слово из наиболее недавно выбранного текущего поднабора кодовых слов и лучшее кодовое слово из полной кодовой книги вместе удовлетворяют пороговому критерию, выбирают текущий поднабор кодовых слов в качестве наиболее недавно выбранного текущего поднабора кодовых слов, в противном случае выбирают текущий поднабор кодовых слов в качестве поднабора кодовых слов, который содержит лучшее кодовое слово из полной кодовой книги.

5. Способ по п.4, в котором лучшее кодовое слово из наиболее недавно выбранного текущего поднабора кодовых слов и лучшее кодовое слово из полной кодовой книги вместе удовлетворяют пороговому критерию, когда корреляция между лучшим кодовым словом из наиболее недавно выбранного текущего поднабора кодовых слов и лучшим кодовым словом из полной кодовой книги выше заданного порога.

6. Способ по п.5, в котором корреляция вычисляется, используя критерий нормированного скалярного произведения.

7. Способ по п.1, в котором каждый поднабор кодовых слов имеет соответствующий уникальный идентификатор, при этом при передаче указания текущего поднабора кодовых слов передают уникальный идентификатор, связанный с текущим поднабором кодовых слов.

8. Способ по п.1, в котором для каждого поднабора кодовых слов имеется соответствующее кодовое слово заголовка, принадлежащее полной кодовой книге, при этом при передаче указания текущего поднабора кодовых слов передают индекс соответствующего кодового слова заголовка текущего поднабора кодовых слов в полной кодовой книге.

9. Способ по п.8, дополнительно содержащий этап, на котором передают информацию, из которой может быть определено, является ли переданный индекс индексом кодового слова в полной кодовой книге или индексом кодового слова в текущем поднаборе кодовых слов.

10. Способ по п.9, в котором для каждого кодового слова текущего поднабора кодовых слов индекс кодового слова представляет собой N-битовый индекс, при этом N-битовый индекс, который не используется ни для одного из кодовых слов текущего поднабора кодовых слов, используется для указания того, является ли переданный индекс индексом для полной кодовой книги или индексом для текущего поднабора кодовых слов.

11. Способ по п.1, в котором для каждого поднабора кодовых слов имеется

соответствующее кодовое слово заголовка, принадлежащее неполному поднабору полной кодовой книги, при этом при передаче указания текущего поднабора кодовых слов передают индекс соответствующего кодового слова заголовка текущего поднабора кодовых слов в неполном поднаборе полной кодовой книги.

5 12. Способ по п.11, дополнительно содержащий этап, на котором передают информацию, из которой может быть определено, является ли переданный индекс индексом кодового слова в неполном поднаборе полной кодовой книги или индексом кодового слова в текущем поднаборе кодовых слов.

10 13. Способ по п.12, в котором для каждого кодового слова текущего поднабора кодовых слов индекс кодового слова представляет собой N-битовый индекс, при этом N-битовый индекс, который не используется ни для одного из кодовых слов текущего поднабора кодовых слов, используется для указания того, является ли переданный индекс индексом кодового слова в полной кодовой книге или индексом кодового слова в текущем поднаборе кодовых слов.

15 14. Способ по п.1, дополнительно содержащий этапы, на которых:
принимают сигналы, закодированные пространственно-временным кодированием, от передатчика ММО;

определяют информацию о канале для канала ММО;

каждый раз при выполнении выбора лучшего кодового слова из полной кодовой 20 книги или из поднабора кодовой книги лучшее кодовое слово выбирают из полной кодовой книги или из поднабора кодовой книги на основе информации о канале для канала ММО.

15 15. Способ по п.14, в котором кодовые слова кодовой книги определяют весовые коэффициенты для их применения к сигналам, которые будут переданы от передатчика ММО.

16. Устройство кодирования, содержащее:

приемную схему, связанную с множеством антенн;

передающую схему, связанную с множеством антенн; и

память, содержащую поднаборы кодовых слов;

30 средство выбора поднабора на основе порогового критерия, которое предписывает устройству выполнять способ, согласно которому в отношении множества кодовых слов полной кодовой книги и множества поднаборов кодовых слов, где каждый поднабор кодовых слов содержит соответствующую совокупность кодовых слов полной кодовой книги, повторяющимся образом выполняются следующие операции:

35 определение лучшего кодового слова из полной кодовой книги на основе соответствующих критериев выбора;

адаптивный выбор поднабора кодовых слов из множества кодовых слов в качестве текущего поднабора кодовых слов посредством выбора на основе порогового критерия между (а) наиболее недавно выбранным текущим поднабором кодовых слов и (b)

40 другим поднабором кодовых слов, который содержит упомянутое лучшее кодовое слово из полной кодовой книги;

передача указания текущего поднабора кодовых слов, если результатом адаптивного выбора является изменение в текущем поднаборе кодовых слов;

передача индекса кодового слова в текущем поднаборе кодовых слов из множества 45 поднаборов кодовых слов.

17. Устройство по п.16, при этом устройство представляет собой мобильную станцию.

18. Устройство по п.16, в котором каждый поднабор кодовых слов имеет соответствующий уникальный идентификатор, при этом устройство передает указание

текущего поднабора кодовых слов путем передачи уникального идентификатора, связанного с текущим поднабором кодовых слов.

19. Устройство по п.16, в котором для каждого поднабора кодовых слов имеется соответствующее кодовое слово заголовка, принадлежащее полной кодовой книге, при этом устройство передает указание текущего поднабора кодовых слов путем передачи индекса соответствующего кодового слова заголовка текущего поднабора кодовых слов в полной кодовой книге.

20. Машиночитаемый носитель, на котором сохранены одна или более команд, которые при их исполнении приемником предписывают приемнику выполнять способ по любому одному из пп.1-15.

15

20

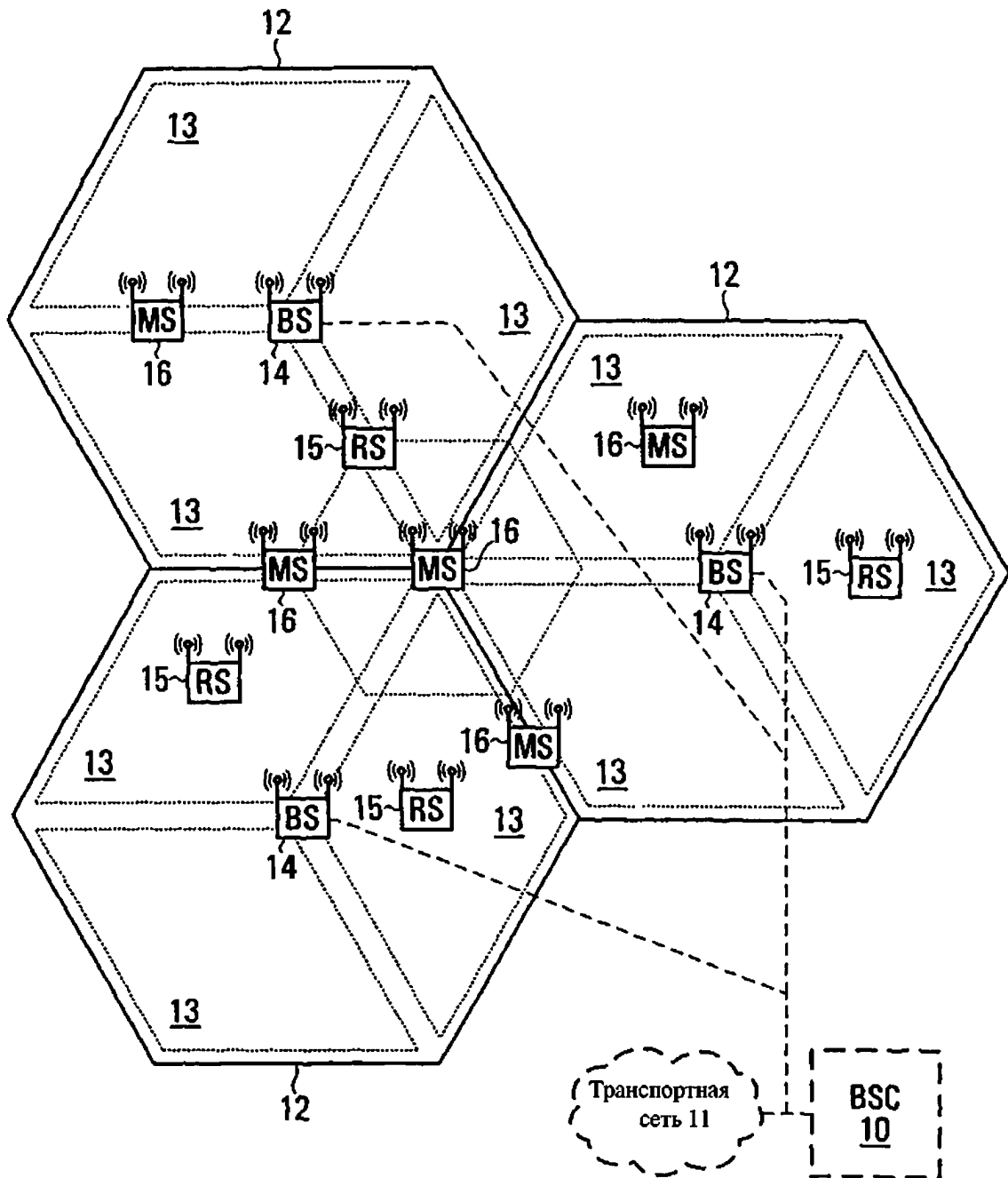
25

30

35

40

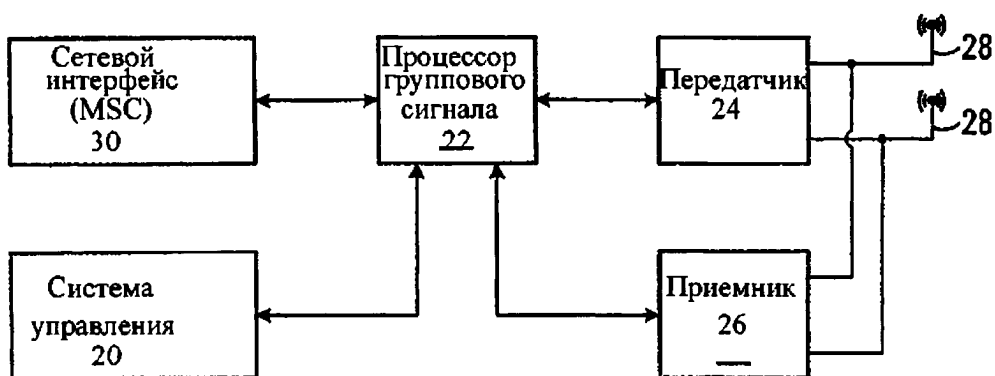
45



Фиг. 1

14 ↗

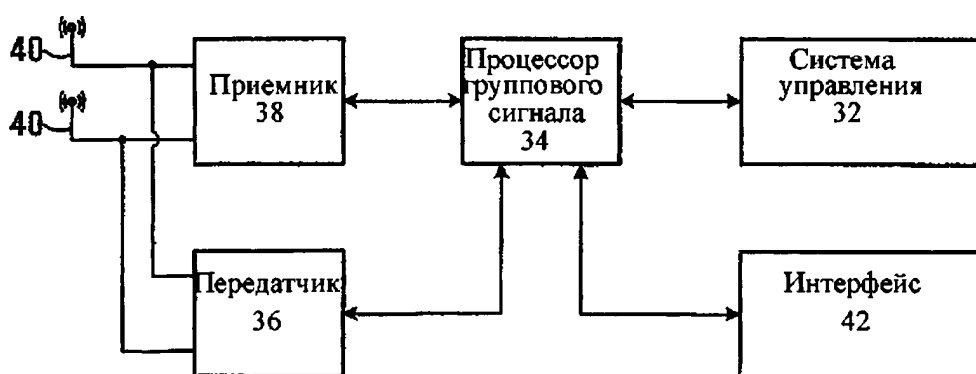
Базовая станция



Фиг.2

16 ↗

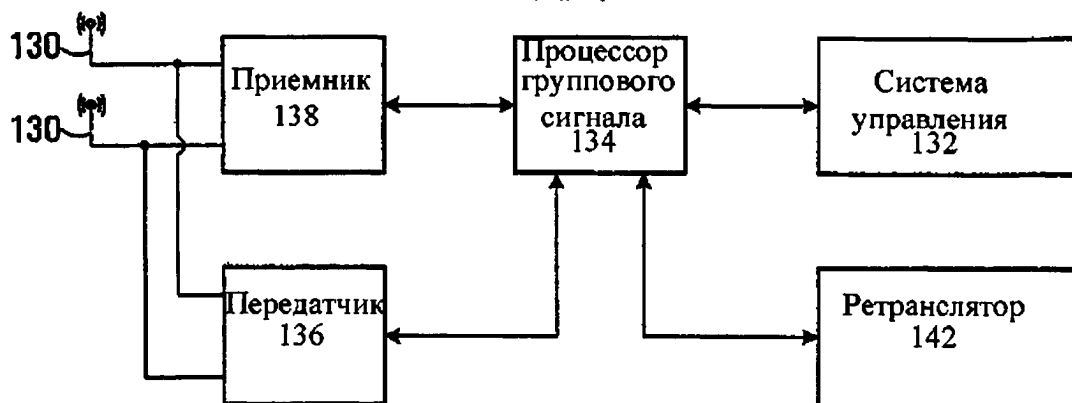
Мобильная станция



Фиг.3

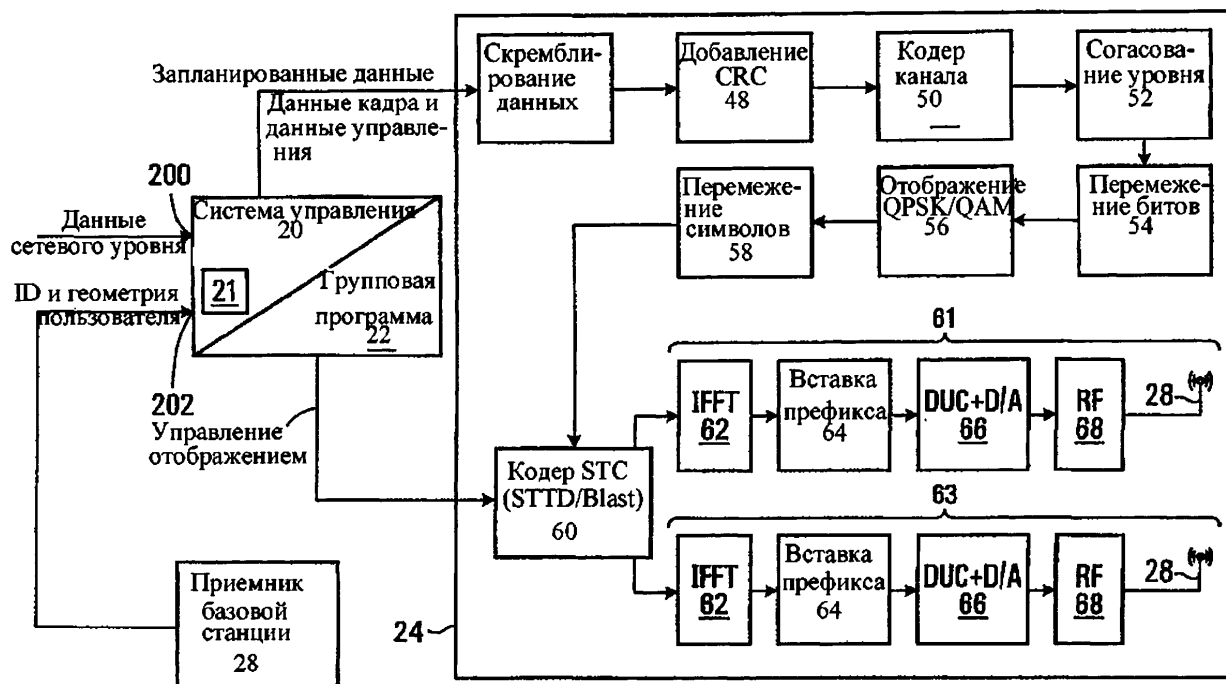
15 ↗

Ретрансляционная станция



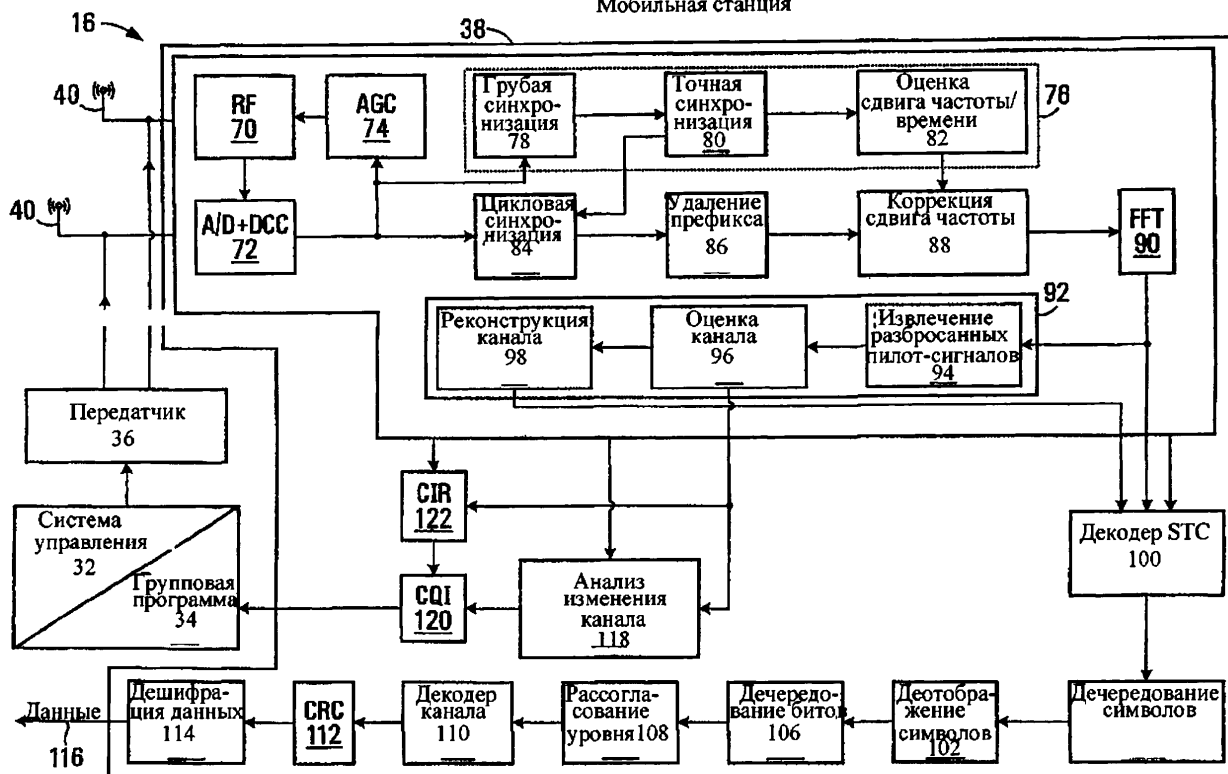
Фиг.4

Базовая станция

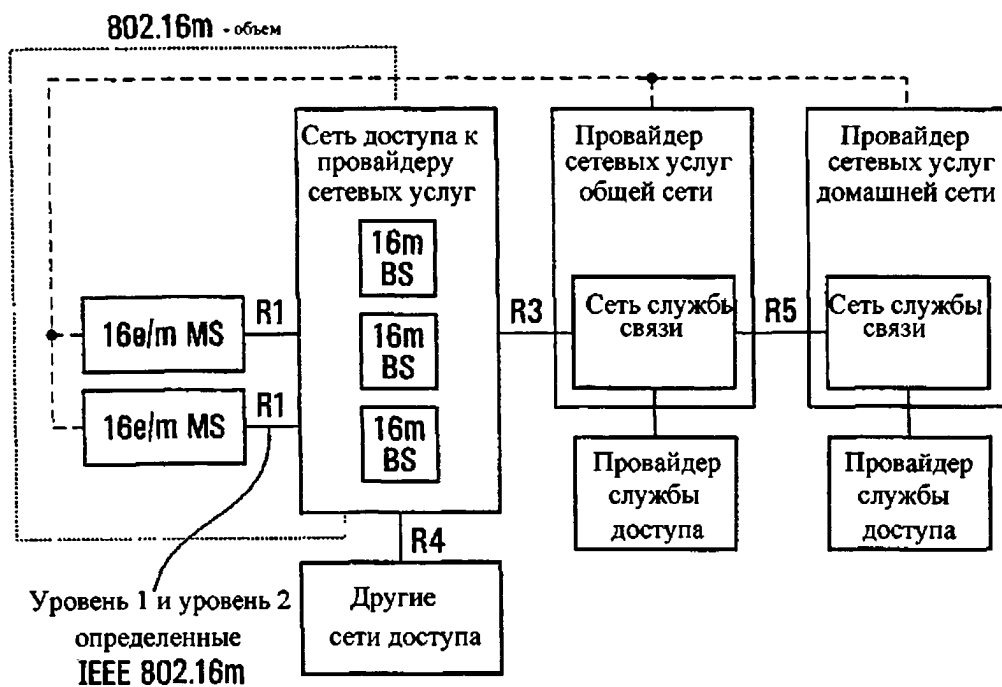


ФИГ.5

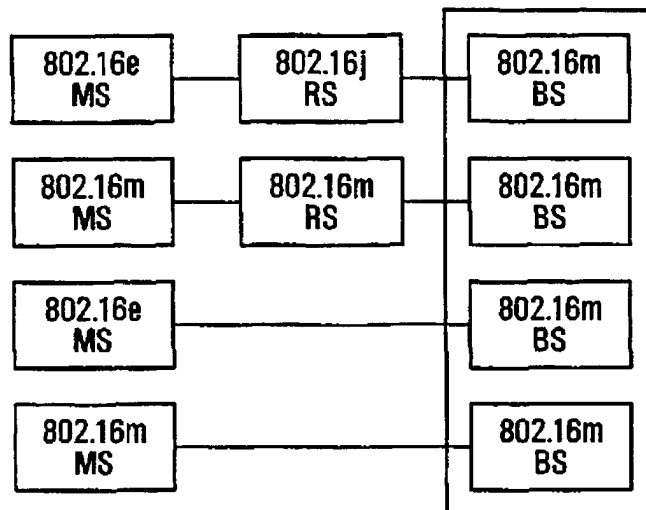
Мобильная станция



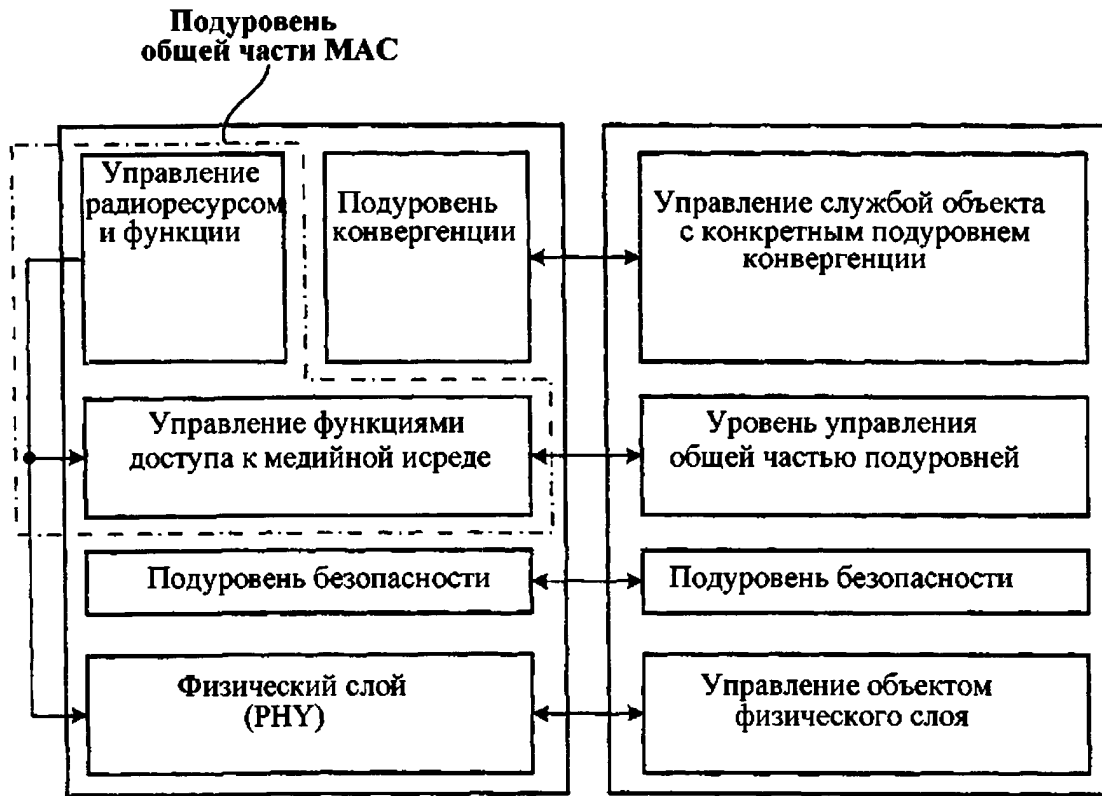
ФИГ.6



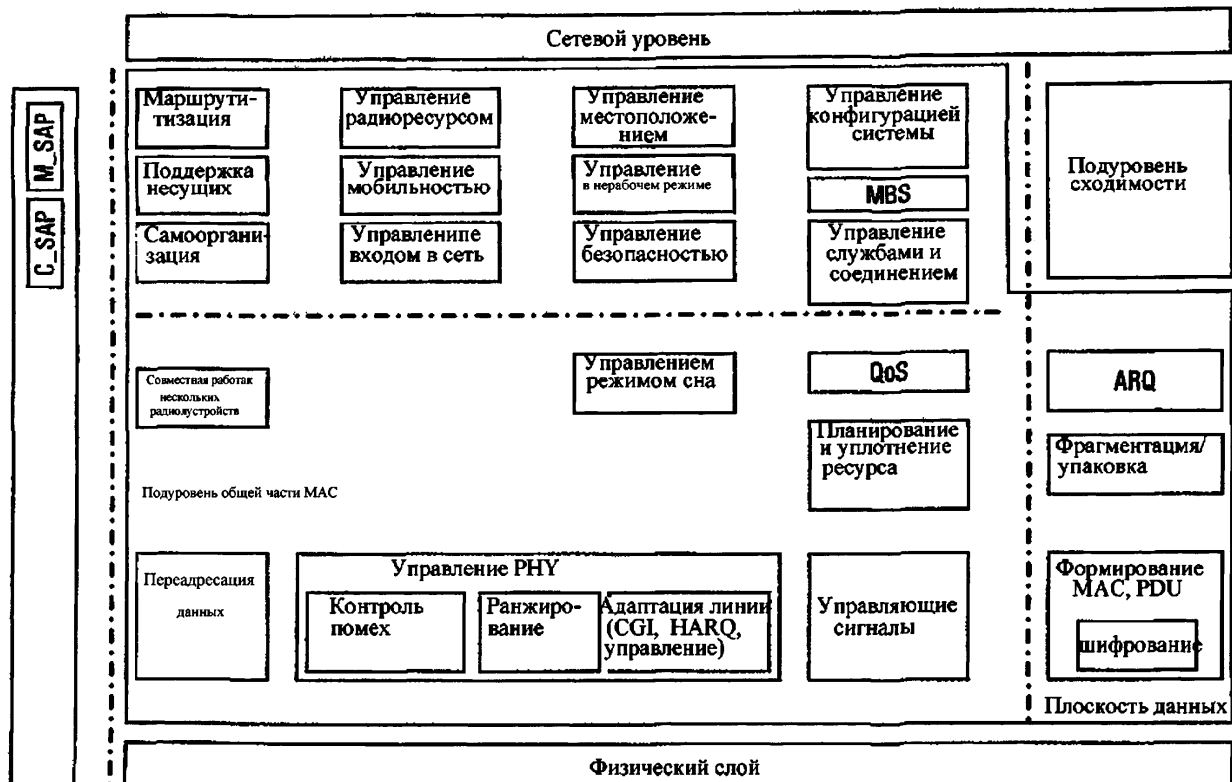
Фиг. 7



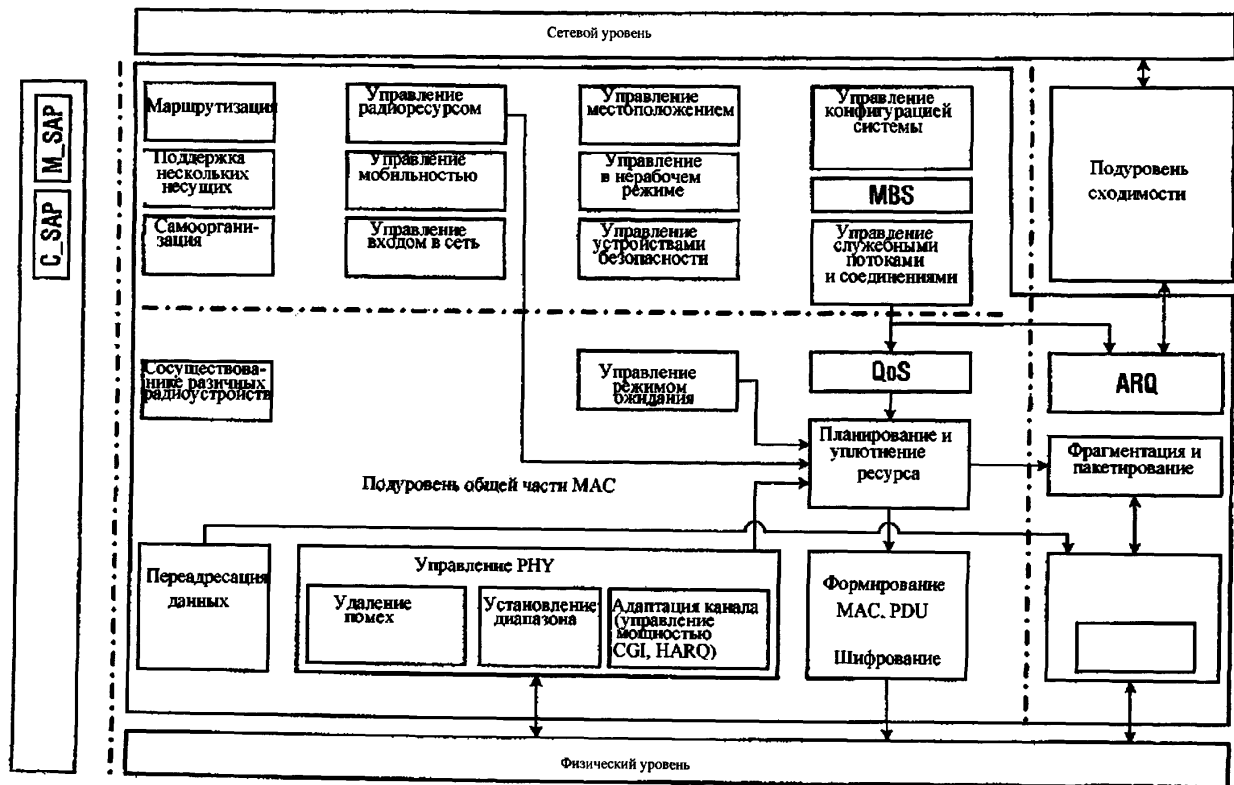
Фиг. 8



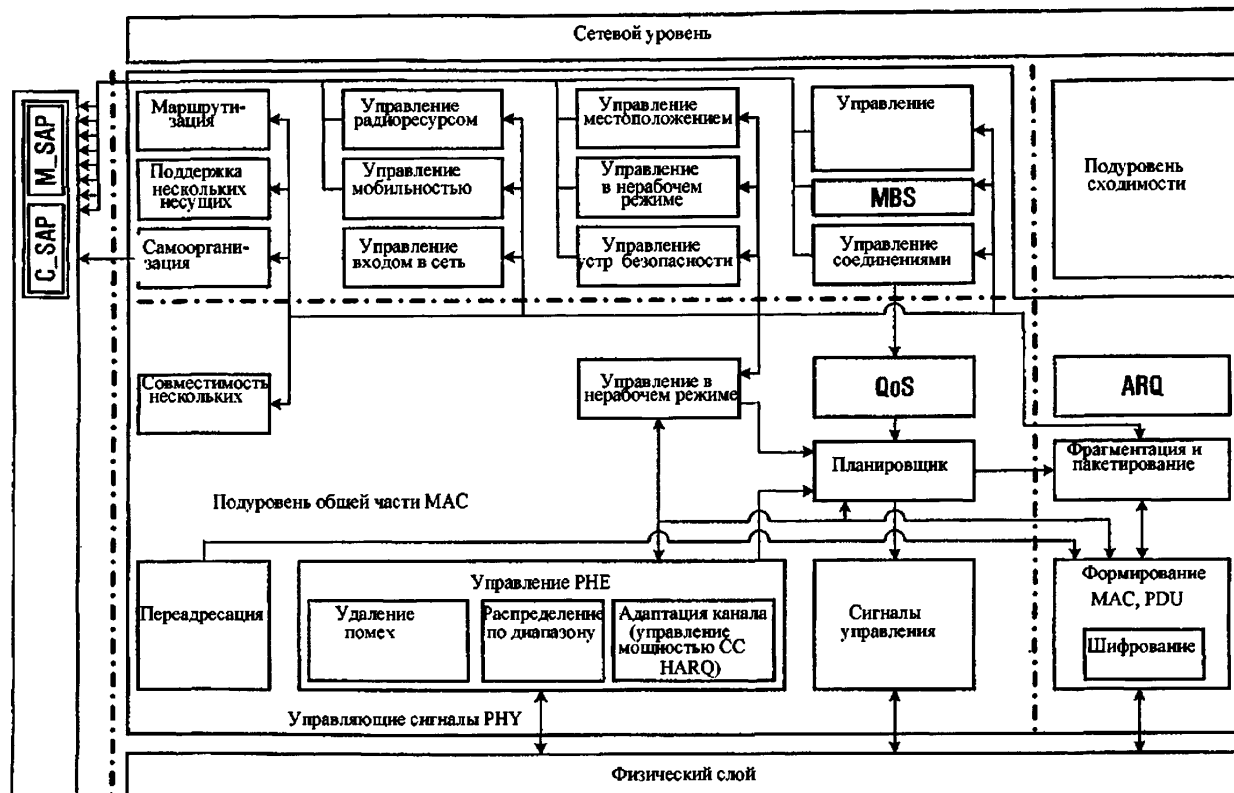
Фиг.9



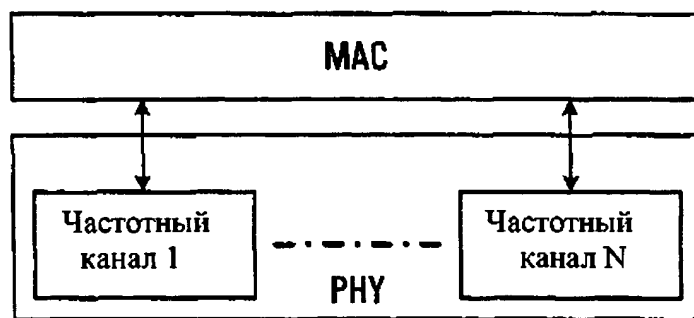
Фиг.10



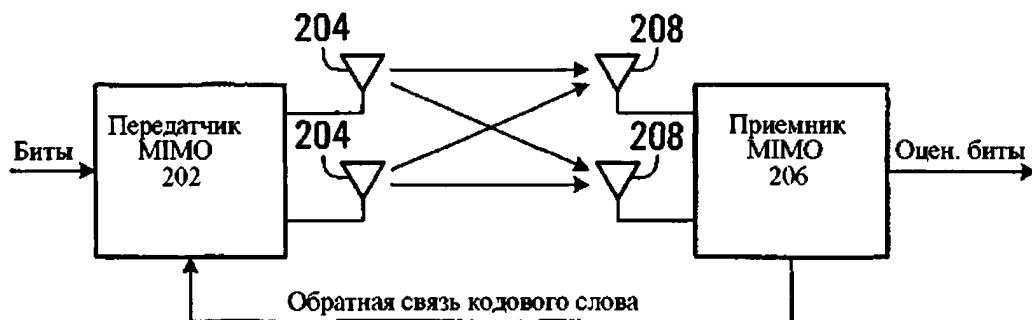
Фиг.11



Фиг.12



Фиг.13



Фиг.14

Кодовая книга C	
Индекс кодового слова	Кодовое слово C_i
0	C_0
1	C_1
2	C_2
3	C_3
4	C_4
⋮	⋮
59	C_{59}
60	C_{60}
61	C_{61}
62	C_{62}
63	C_{63}

$i = 0, 1, 2, \dots M-1; M=64$

Фиг.15

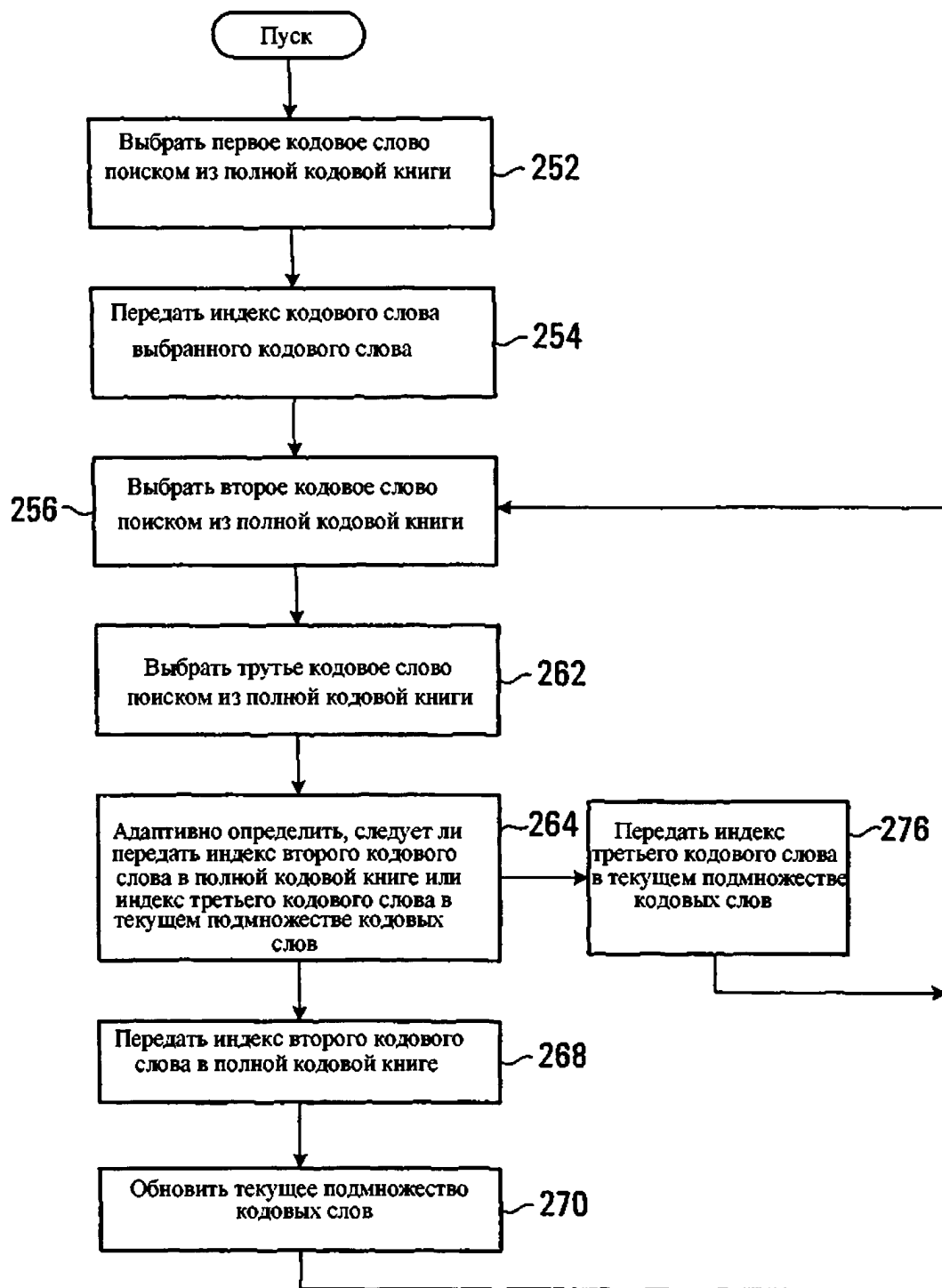
Кодовая книга С		
Индекс кодового слова i	Кодовое слово C_i	Подмножество кодового слова S_i
0	C_0	S_0
1	C_1	S_1
2	C_2	S_2
3	C_3	S_3
4	C_4	S_4
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
59	C_{59}	S_{59}
60	C_{60}	S_{60}
61	C_{61}	S_{61}
62	C_{62}	S_{62}
63	C_{63}	S_{63}

$i = 0, 1, 2, \dots M-1; M=64$

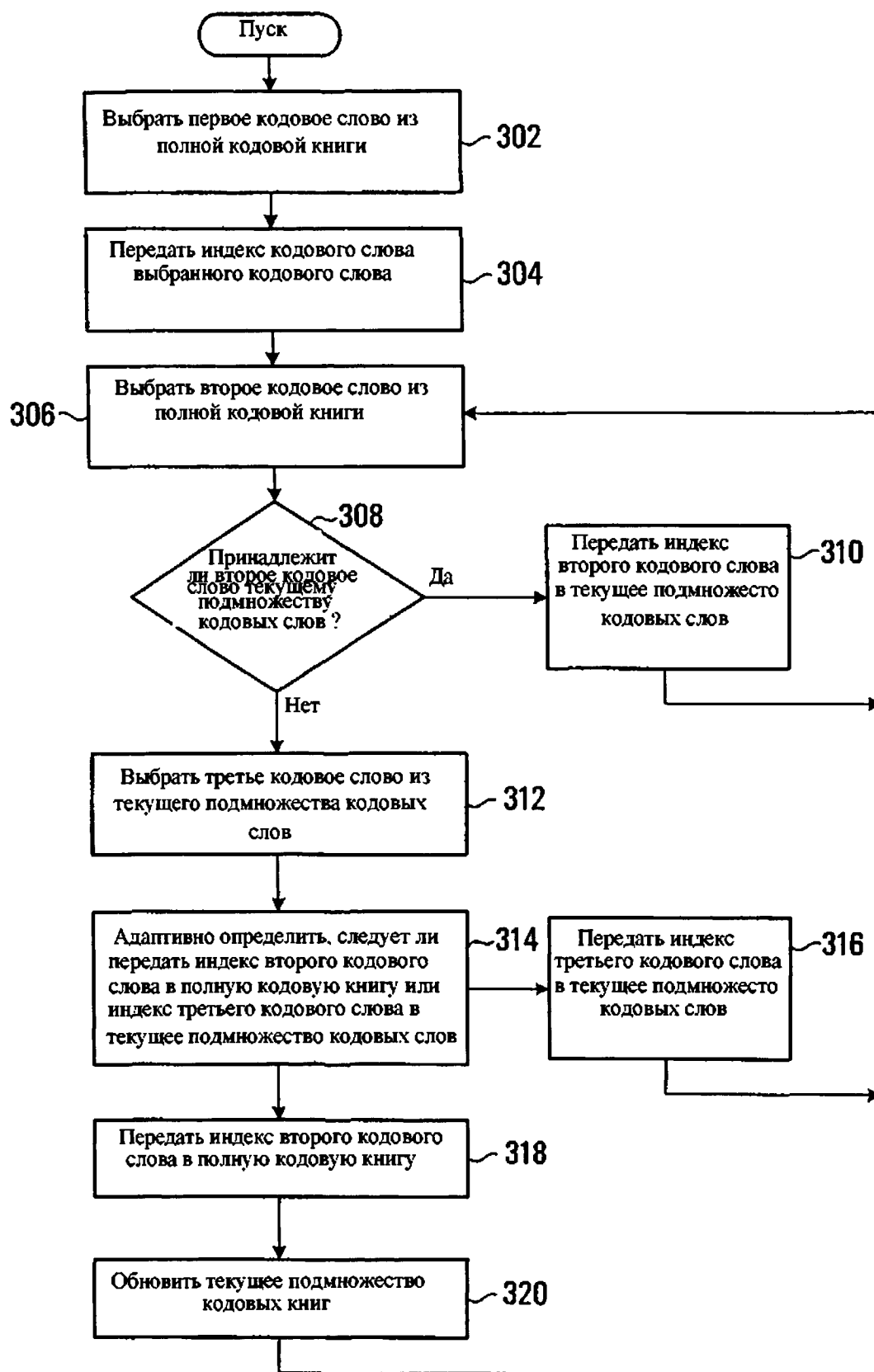
Фиг.17

Кодовая книга С	
Индекс кодового слова	Кодовое слово C_i
0	C_3
1	C_{13}
2	C_{16}
3	C_{25}
4	C_{37}
5	C_{41}
6	C_{49}
7	C_{60}

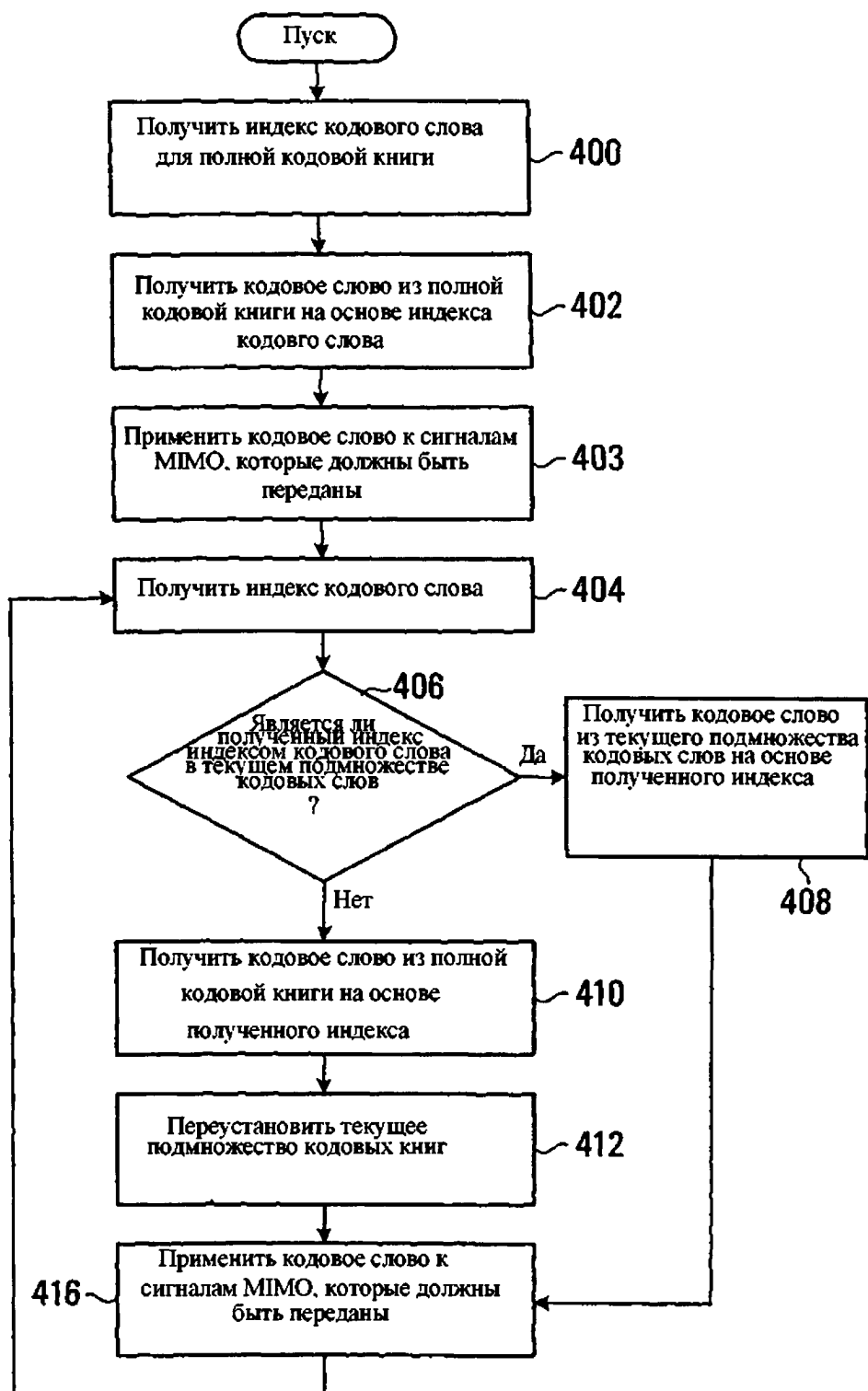
Фиг.18



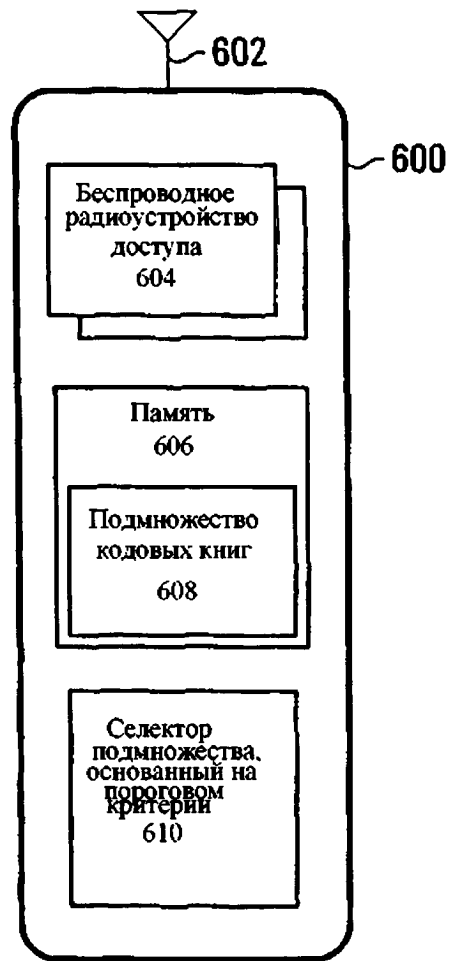
Фиг.19



Фиг.20



Фиг.21



Фиг.22