



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: 2006102146/09, 26.07.2004

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
26.07.2004(30) Конвенционный приоритет:
26.07.2003 KR 10-2003-0051830

(43) Дата публикации заявки: 10.06.2006

(45) Опубликовано: 27.12.2007 Бюл. № 36

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: RU 2048701 C1, 20.11.1995. RU 2107394
C1, 20.03.1998. US 2003002594 A, 02.01.2003.
EP 1330050 A2, 23.07.2003.(85) Дата перевода заявки РСТ на национальную фазу:
25.01.2006(86) Заявка РСТ:
KR 2004/001875 (26.07.2004)(87) Публикация РСТ:
WO 2005/011146 (03.02.2005)

Адрес для переписки:
129010, Москва, ул. Б.Спасская, 25, стр.3,
ООО "Юридическая фирма Городисский и
Партнеры", пат.пов. Г.Б. Егоровой, рег.№ 513

(72) Автор(ы):

ЧАЕ Чан-Биунг (KR),
СУХ Чанг-Хо (KR),
Чо Янг-Квон (KR),
КИМ Биунг-Юн (KR),
РО Дзунг-Мин (KR)

(73) Патентообладатель(и):

САМСУНГ ЭЛЕКТРОНИКС КО., ЛТД. (KR)

(54) СИСТЕМА И СПОСОБ ДЛЯ ПЕРЕДАЧИ/ПРИЕМА СИГНАЛА В СИСТЕМЕ МОБИЛЬНОЙ СВЯЗИ, ИСПОЛЬЗУЮЩЕЙ СХЕМУ АДАПТИВНОЙ АНТЕННОЙ РЕШЕТКИ СО МНОЖЕСТВОМ ВХОДОВ И МНОЖЕСТВОМ ВЫХОДОВ

(57) Реферат:

Изобретения относятся к системе мобильной связи, использующей схему адаптивной антенной решетки со множеством входов и множеством выходов. Первый приемник вычисляет весовое значение приема с использованием сжатого сигнала, полученного из сигнала приема, для формирования луча приема первого приемника и вычисляет весовое значение передачи с использованием вычисленного весового значения приема для формирования луча передачи второго передатчика, формируя информацию обратной связи, включающую в себя весовое значение передачи. Первый передатчик передает

информацию обратной связи во второй приемник. Второй приемник принимает информацию обратной связи, и второй передатчик определяет весовое значение передачи из информации обратной связи, принятой во втором приемнике, и формирует луч передачи, соответствующий выявленному весовому значению передачи, для передачи сигнала путем применения луча передачи к сигналу. Техническим результатом является обеспечение системы и способа передачи/приема в системе мобильной связи с использованием двухэтапного способа создания весового значения. 6 н. и 11 з.п. ф-лы, 12 ил.



ФИГ. 4



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(51) Int. Cl.
H04B 7/02 (2006.01)
H04B 7/04 (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: 2006102146/09, 26.07.2004
(24) Effective date for property rights: 26.07.2004
(30) Priority:
26.07.2003 KR 10-2003-0051830
(43) Application published: 10.06.2006
(45) Date of publication: 27.12.2007 Bull. 36
(85) Commencement of national phase: 25.01.2006
(86) PCT application:
KR 2004/001875 (26.07.2004)
(87) PCT publication:
WO 2005/011146 (03.02.2005)
Mail address:
129010, Moskva, ul. B.Spasskaja, 25, str.3,
OOO "Juridicheskaja firma Gorodisskij i
Partnery", pat.pov. G.B. Egorovoj, reg.№ 513

(72) Inventor(s):
ChAE Chan-Biung (KR),
SUKh Chang-Kho (KR),
Cho Jang-Kvon (KR),
KIM Biung-Jun (KR),
RO Dzung-Min (KR)
(73) Proprietor(s):
SAMSUNG EhLEKTRONIKS KO., LTD. (KR)

RU 2 3 1 3 9 0 4 C 2

RU 2 3 1 3 9 0 4 C 2

(54) **SYSTEM AND METHOD FOR TRANSFERRING/RECEIVING A SIGNAL IN MOBILE COMMUNICATION SYSTEM WHICH USES ADAPTIVE ANTENNA ARRAY CIRCUIT WITH A SET OF INPUTS AND SET OF OUTPUTS**

(57) Abstract:
FIELD: mobile communication system which uses adaptive antenna array circuit with a set of inputs and a set of outputs.
SUBSTANCE: in accordance to the invention, first receiver computes receipt value with usage of compressed signal received from receipt signal, to generate receipt beam of first receiver and computes weight value of transmission with usage of computed weight value of receipt to generate transmission beam of second transmitter, generating check connection information, which includes weight value of transmission. First transmitter transmits check connection information to second receiver. Second receiver receives check connection information, and second transmitter determines weight value of transmission from check connection information received in second receiver, and generates transmission beam which corresponds to weight

transmission value, to transmit the signal by applying transmission beam to the signal.

EFFECT: provision of system and method for transmitting/receiving in mobile communication system using two-stage method for creating a weight value.

6 cl, 12 dwg



Фиг. 4

Приоритет

Данная заявка заявляет приоритет заявки на «Систему и способ для передачи/приема сигнала в системе мобильной связи, использующей схему адаптивной антенной решетки со множеством входов и множеством выходов», поданной в Корейское агентство по интеллектуальной собственности 26 июля 2003 г. за № 2003-51830, содержание которой включено в настоящее описание посредством ссылки.

Область техники

Настоящее изобретение относится к системе мобильной связи, в частности, к системе и способу для передачи/приема сигнала в системе мобильной связи, использующей схему адаптивной антенной решетки со множеством входов и множеством выходов.

Описание уровня техники

Системы связи с услугами передачи пакетов были разработаны как системы мобильной связи следующего поколения. Такие системы связи с услугами передачи пакетов передают импульсные пакетные данные на совокупность мобильных станций и способны передавать большие объемы данных. В последнее время были разработаны различные системы связи с услугами передачи пакетов для обеспечения высокоскоростной услуги передачи пакетов. 3GPP (проект сотрудничества по 3-му поколению), консорциум, ставящий своей задачей выработку стандартов асинхронной телекоммуникационной системы, предложил схему высокоскоростного пакетного доступа на нисходящей линии связи (ниже именуемую просто "HSDPA") для обеспечения высокоскоростной услуги передачи пакетов. Кроме того, 3GPP2 (проект 2 сотрудничества по 3-му поколению), консорциум, ставящий своей задачей выработку стандартов синхронной телекоммуникационной системы, предложил схему 1xEV-DO/V (1x Evolution Data Only/Voice) для обеспечения высокоскоростной услуги передачи пакетов. Обе схемы, HSDPA и 1xEV-DO/V, предусматривают использование высокоскоростной услуги передачи пакетов для обеспечения простой передачи услуг сети Интернет, например, веб-услуги. При обеспечении такой высокоскоростной услуги передачи пакетов пиковую пропускную способность, а также среднюю пропускную способность нужно оптимизировать для облегчения передачи пакетных данных и канальных данных, например речи.

В частности, чтобы система связи, использующая схему HSDPA (ниже именуемую просто "система связи HSDPA"), могла осуществлять высокоскоростную передачу пакетных данных, обеспечены три новые схемы для системы связи HSDPA. Эти три новые схемы включают в себя схему адаптивной модуляции и кодирования (ниже именуемую просто "AMC"), схему гибридного автоматического запроса повторной передачи (ниже именуемую просто "HARQ") и схему быстрого выбора сотовой ячейки (ниже именуемую просто "FAC"). Благодаря использованию схемы AMC, схемы HARQ и схемы FCS скорость передачи данных системы связи HSDPA повышается. Система связи HSDPA описана здесь в порядке примера, и для повышения скорости передачи данных можно обеспечить систему связи, использующую схему 1xEV-DO/V (ниже именуемую просто "система связи 1xEV-DO/V"). Для повышения производительности системы связи 1xEV-DO/V нужно повышать ее скорость передачи данных. Помимо вышеуказанных новых схем, а именно схемы AMC, схемы HARQ и схемы FCS, для увеличения скорости передачи данных и, одновременно, преодоления ограничения назначенной ширины полосы можно использовать схему со множеством антенн. Такая схема со множеством антенн использует пространственную область для преодоления ограничения по ресурсам ширины полосы в частотной области.

Ниже описана схема со множеством антенн.

Прежде всего, система мобильной связи построена так, что она осуществляет связь с совокупностью мобильных станций через базовую станцию. Если базовая станция осуществляет высокоскоростную передачу данных на мобильные станции, может иметь место явление замирания, обусловленное характеристиками радиоканала. Для преодоления явления замирания была предложена схема разнесения передающих антенн, которая является схемой со множеством антенн. Согласно схеме разнесения передающих антенн сигналы передаются через, по меньшей мере, две антенны, что позволяет

минимизировать потери данных при передаче, обусловленные явлением замирания, и, таким образом, увеличить скорость передачи данных.

В общем случае, в отличие от среды проводного канала среда радиоканала, существующая в системе мобильной связи, зависит от различных параметров, например, помехи многолучевого распространения, затенения, ослабления волн, шума и взаимных помех. В этих условиях радиоканал может принимать сигнал, который искажен относительно исходного сигнала передачи. Явление замирания, обусловленное помехой многолучевого распространения, тесно связано с подвижностью мобильной станции, и радиоканал может принимать сигнал передачи, смешанный с сигналом помехи вследствие явления замирания. Таким образом, сигнал, приходящий по радиоканалу, искажен относительно исходного сигнала передачи, в результате чего производительность системы мобильной связи снижается.

Явление замирания может приводить к искажению амплитуды и фазы сигнала, принимаемого по радиоканалу, поэтому явление замирания оказывается главным фактором, препятствующим высокоскоростной передаче данных в среде радиоканала. Для решения проблемы замирания были проведены разнообразные и обширные исследования. Для того чтобы осуществлять высокоскоростную передачу данных в системе мобильной связи, необходимо минимизировать потери, обусловленные характеристиками канала мобильной связи, в том числе явлением замирания, и взаимными помехами от других пользователей. Для предотвращения нестабильности связи, вызванной явлением замирания, в системе мобильной связи применяются различные схемы разнесения. Одной такой схемой разнесения является схема пространственного разнесения, предусматривающая использование множества антенн.

Для эффективного решения проблемы замирания была предложена схема разнесения передающих антенн. Согласно схеме разнесения передающих антенн радиоканал принимает совокупность сигналов передачи, испытывающих замирание, для коррекции искажений сигналов, обусловленных явлением замирания. Схема разнесения передающих антенн включает в себя схему временного разнесения, схему частотного разнесения, схему многолучевого разнесения и схему пространственного разнесения. Чтобы осуществлять высокоскоростную передачу данных, система мобильной связи должна снижать замирание, которое оказывает неблагоприятное влияние на производительность системы мобильной связи. Явление замирания может приводить к снижению амплитуды сигнала от нескольких децибел до десятков децибел. Таким образом, схема разнесения используется для решения проблемы замирания. Например, схема множественного доступа с кодовым разделением (далее именуемая «МДКР») предусматривает использование многоотводного приемника, реализующего функцию разнесения путем использования разброса задержки канала. В данном случае, многоотводный приемник представляет собой приемник с разнесенным приемом, способный принимать многолучевой сигнал. Однако многоотводный приемник с разнесенным приемом имеет тот недостаток, что он не может получать требуемый выигрыш за счет разнесения, если канал имеет сравнительно небольшой разброс задержки.

Схема временного разнесения позволяет эффективно бороться с пакетными ошибками, возникающими в среде радиоканала, путем использования схем перемежения и кодирования. Обычно схема временного разнесения используется в канале с доплеровским разбросом. Однако, согласно вышеупомянутой схеме временного разнесения, эффект разнесения снижается в канале с низкоскоростным доплеровским разбросом. Схема пространственного разнесения обычно используется в канале, имеющем относительно небольшой разброс задержки. Например, схема пространственного разнесения используется в канале внутри помещения или канале для пешехода, являющемся каналом с низкоскоростным доплеровским разбросом. Согласно схеме пространственного разнесения для получения выигрыша за счет разнесения используются, по меньшей мере, две антенны. Если сигнал, переданный через одну антенну, ослабляется вследствие явления замирания, то сигнал, переданный через другую антенну, принимается в канале,

что обеспечивает выигрыш за счет разнесения. При этом схема пространственного разнесения подразделяется на схему разнесения приемных антенн, в которой используется совокупность приемных антенн, схему разнесения передающих антенн, в которой используется совокупность передающих антенн, и схему со множеством входов и множеством выходов (ниже именуемую просто ММО), в которой используются совокупность приемных антенн и совокупность передающих антенн.

Ниже описана схема адаптивной антенной решетки ММО (ниже именуемой просто "ММО-ААА"), которая является одной из схем разнесения передающих/приемных антенн.

Согласно схеме ММО-ААА сигналы принимаются через антенную решетку, включающую в себя совокупность приемных антенн, и заранее определенные весовые векторы применяются к сигнальным векторам принятых сигналов таким образом, чтобы можно было максимизировать интенсивность полезных сигналов, переданных в приемник в конкретном направлении передачи, и минимизировать интенсивность любых нежелательных сигналов, переданных в приемник в ненадлежащем направлении передачи. Кроме того, приемник передает в передатчик сигнал после вычисления весового вектора передачи для сигнала, так что луч сигнала, переданного в приемник из передатчика, может быть эффективно воссоздан. Таким образом, согласно вышеупомянутой схеме ММО-ААА при приеме сигнала в приемнике максимально усиливается только необходимый сигнал, и сигнал излучается по направлению к приемнику с максимальной интенсивностью, что позволяет повышать качество речи и увеличивать зоны обслуживания.

Хотя вышеописанную схему ММО-ААА можно приспособить к различным системам мобильной связи, использующим схему множественного доступа с частотным разделением (ниже именуемую просто "МДЧР") или схему множественного доступа с кодовым разделением (ниже именуемую просто "МДКР"), для удобства объяснения, схема ММО-ААА описана ниже применительно к системе мобильной связи, использующей схему МДКР (ниже именуемую просто "система мобильной связи МДКР").

Ниже, со ссылкой на фиг.1 описаны элементы передатчика и приемника системы мобильной связи МДКР.

На фиг.1 показана блок-схема передатчика и приемника обычной системы мобильной связи МДКР.

Прежде, чем перейти к объяснению фиг.1, отметим, что нижеследующее описание базируется на предположении о том, что в системе мобильной связи МДКР применяется схема ММО-ААА. Соответственно, передатчик и приемник должны иметь совокупность передающих антенн и совокупность приемных антенн. Однако, согласно фиг.1, передатчик и приемник не имеют отдельных передающих антенн и приемных антенн, но одни и те же антенны используются для передатчика и приемника согласно схеме временного разделения с использованием дуплектора. Кроме того, согласно фиг.1 используется N антенн. Кроме того, передатчик и приемник могут быть базовой станцией или мобильной станцией.

Ниже описан передатчик системы мобильной связи МДКР.

Согласно фиг.1 передатчик включает в себя кодер 101, перемежитель 103, генератор 105 луча передачи, сигнальный процессор 107, совокупность блоков расширения по спектру, включающую в себя блоки расширения по спектру с первого по N-й 111, 121,.... и 131, и N процессоров радиочастоты (РЧ) с первого по N-й РЧ-процессор 113, 123,.... и 133. Кроме того, дуплектор 140 обычно используется для передатчика и приемника, и N антенн с первой по N-ю антенну 141, 143,.... и 145 также обычно используются для передатчика и приемника.

Прежде всего, если созданы данные, подлежащие передаче, то данные поступают на кодер 101. Кодер 101 кодирует данные с использованием заранее определенного метода кодирования и выводит сигнал на перемежитель 103. Здесь метод кодирования включает в себя метод турбокодирования или метод сверточного кодирования. Получив сигнал от кодера 101, перемежитель 103 перемежает сигнал посредством заранее определенного метода перемежения для предотвращения пакетной ошибки и выводит сигнал на генератор

105 луча передачи. Здесь сигнал, выводимый из перемежителя 103, обозначается z_k' . Затем сигнальный процессор 107 вычисляет весовое значение на основании сигнала z_k' , выводимого из перемежителя 103, и выводит сигнал на генератор 105 луча передачи. Затем генератор 105 луча передачи генерирует луч передачи на основании сигнала z_k' , выводимого из перемежителя 103, и весового значения, вычисленного в сигнальном процессоре 107, и выводит луч передачи в блоки расширения по спектру с первого по N-й 111, 121,.... и 131. Таким образом, генератор 105 луча передачи принимает сигнал, выводимый из перемежителя 103, создает луч передачи и передает луч передачи на каждый из блоков расширения по спектру с первого по N-й 111, 121,.... и 131 таким образом, чтобы луч передачи можно было передавать через каждую из антенн с первой по N-ю 141, 143,.... и 145. Процедура создания луча передачи не имеет непосредственного отношения к настоящему изобретению, поэтому подробное описание опущено.

Множество сигналов, выводимых из генератора 105 луча передачи, обозначается " y_k ". Таким образом, y_k' - это множество сигналов, генерируемых генератором 105 луча передачи и отображаемых на k-ю антенну.

Первый блок 111 расширения по спектру принимает сигнал y_1' , выводимый из генератора 105 луча передачи, и расширяет по спектру сигнал y_1' с использованием заранее определенного кода расширения. После этого, первый блок 111 расширения по спектру выводит сигнал y_1' на первый РЧ-процессор 113. Получив сигнал от первого блока 111 расширения по спектру, первый РЧ-процессор 113 осуществляет РЧ-обработку сигнала и выводит сигнал на дуплексор 140. При этом каждый из РЧ-процессоров включает в себя усилитель, преобразователь частоты, фильтр и аналого-цифровой преобразователь для обработки РЧ-сигналов. Кроме того, второй блок 121 расширения по спектру принимает сигнал y_2' , выводимый из генератора 105 луча передачи, и расширяет по спектру сигнал y_2' с использованием заранее определенного кода расширения. После этого второй блок 121 расширения по спектру выводит сигнал y_2' на второй РЧ-процессор 123. Получив сигнал из второго блока 121 расширения по спектру, второй РЧ-процессор 123 осуществляет РЧ-обработку сигнала и выводит сигнал на дуплексор 140. Таким же образом, N-й блок 131 расширения по спектру принимает сигнал y_N' , выводимый из генератора 105 луча передачи, и расширяет по спектру сигнал y_N' с использованием заранее определенного кода расширения. После этого N-й блок 131 расширения по спектру выводит сигнал y_N' на N-й РЧ-процессор 133. Получив сигнал из N-го блока 131 расширения по спектру, N-й РЧ-процессор 133 осуществляет РЧ-обработку сигнала и выводит сигнал на дуплексор 140.

Дуплексор 140 управляет операциями передачи/приема сигнала путем планирования момента передачи и момента приема сигнала под управлением контроллера (не показан). Кроме того, антенны с первой по N-ю 141, 143,.... и 145 могут действовать как передающие антенны (пер. ант.) или приемные антенны (пр. ант.) согласно операциям передачи/приема сигнала дуплексора 140.

Ниже описан приемник базовой станции системы мобильной связи МДКР.

Приемник включает в себя N РЧ-процессоров с первого по N-й процессоры 151, 161,.... и 171, N блоков поиска многолучевых сигналов с первого по N-й 153, 163,...., 173, соответствующих РЧ-процессорам, L отводов с первого по L-й 180-1, 180-2,...., 180-L для обработки сигналов, относящихся к L многолучевых каналов, поиск которых осуществляют блоки поиска многолучевых сигналов, блок 191 объединения многолучевых сигналов, выводимых из L отводов, обращенный перемежитель 193 и декодер 195.

Сигналы, переданные совокупностью передатчиков, принимаются N антеннами по радиоканалу многолучевого распространения с замиранием. Дуплексор 140 выводит сигнал, принятый на первую антенну 141, на первый РЧ-процессор 151. Получив сигнал от дуплексора 140, первый РЧ-процессор 151 осуществляет РЧ-обработку сигнала для преобразования сигнала в цифровой сигнал базовой полосы. Затем первый РЧ-процессор 151 направляет цифровой сигнал базовой полосы на первый блок 153 поиска многолучевых сигналов. Получив цифровой сигнал базовой полосы от первого РЧ-

процессора 151, первый блок 153 поиска делит цифровой сигнал базовой полосы на L многолучевых компонентов и выводит многолучевые компоненты на отводы с первого по L-й 180-1, 180-2, ..., 180-L, соответственно. При этом каждый из отводов с первого по L-й 180-1, 180-2, ..., 180-L взаимно-однозначно отображается на каждый из L

5 многолучевых каналов для обработки многолучевых компонентов. Поскольку количество L многолучевых каналов нужно учитывать в связи с каждым сигналом, принятым через N приемных антенн, обработку сигнала нужно производить в отношении $N \times L$ сигналов. Из $N \times L$ сигналов, сигналы, имеющие один и тот же луч, выводятся на один и тот же отвод.

Кроме того, дуплексор 140 выводит сигнал, принятый через вторую антенну 143, на 10 второй РЧ-процессор 161. Получив сигнал от дуплексора 140, второй РЧ-процессор 161 осуществляет РЧ-обработку сигнала для преобразования сигнала в модулирующий цифровой сигнал. Затем второй РЧ-процессор 161 направляет цифровой сигнал базовой полосы на второй блок 163 поиска многолучевых сигналов. Получив цифровой сигнал базовой полосы от второго РЧ-процессора 161, второй блок 163 поиска многолучевых 15 сигналов делит модулирующий цифровой сигнал на количество L многолучевых компонентов и выводит многолучевые компоненты на отводы с первого по L-й 180-1, 180-2, ..., 180-L, соответственно.

Таким же образом, дуплексор 140 выводит сигнал, принятый через N-ю антенну 145, на N-й РЧ-процессор 171. Получив сигнал от дуплексора 140, N-й РЧ-процессор 171 20 осуществляет РЧ-обработку для преобразования сигнала в цифровой сигнал базовой полосы. Затем N-й РЧ-процессор 171 направляет цифровой сигнал базовой полосы на N-й блок 173 поиска многолучевых сигналов. Получив цифровой сигнал базовой полосы от N-го РЧ-процессора 171, N-й блок 173 поиска многолучевых сигналов делит цифровой сигнал базовой полосы на L многолучевых компонентов и выводит многолучевые компоненты на 25 отводы с первого по L-й 180-1, 180-2, ..., 180-L, соответственно.

Таким образом, из сигналов, принятых N антеннами, L многолучевых сигналов поступают на один и тот же отвод. Например, первые многолучевые сигналы антенн с первой по N-ю 141 - 145 поступают на первый отвод 180-1, и L-е многолучевые сигналы антенн с первой по N-ю 141 - 145 поступают на L-й отвод 180-L. При этом отводы с 30 первого по L-й 180-1 - 180-L имеют одинаковую структуру и функциональные возможности, несмотря на то, что разные сигналы вводятся/выводятся на/из отводы с первого по L-й 180-1 - 180-L. Поэтому ниже, в порядке примера, описана структура и принцип работы только первого отвода 180-1.

Первый отвод 180-1 включает в себя N блоков снятия расширения по спектру (сжатия) с 35 первого по N-й 181, 182, ..., и 183, соответствующих N блокам поиска многолучевых сигналов, сигнальный процессор 184, который принимает сигналы, выводимые из блоков сжатия с первого по N-й 181 - 183, и вычисляет их весовые значения, для создания луча приема на основании весовых значений, вычисленных сигнальным процессом 184.

Прежде всего, первый многолучевой сигнал, выводимый из первого блока 153 поиска 40 многолучевого сигнала, поступает на первый блок 181 сжатия. Получив первый многолучевой сигнал, первый блок 181 сжатия снимает расширение по спектру первого многолучевого сигнала с использованием заранее определенного кода сжатия, выводит первый многолучевой сигнал на сигнальный процессор 184 и генератор 185 луча приема. При этом код сжатия идентичен коду расширения, используемому в каждом передатчике, и 45 процесс сжатия называется «временной обработкой». Кроме того, первый многолучевой сигнал, выводимый из второго блока 163 поиска многолучевого сигнала, поступает на второй блок 182 сжатия. Получив первый многолучевой сигнал, второй блок 182 сжатия снимает расширение по спектру первого многолучевого сигнала с использованием заранее определенного кода сжатия и выводит первый многолучевой сигнал на сигнальный 50 процессор 184 и генератор 185 луча приема. Таким же образом, первый многолучевой сигнал, выводимый из N-го блока 173 поиска многолучевого сигнала, поступает на N-й блок 183 сжатия. Получив первый многолучевой сигнал, N-й блок 183 сжатия снимает расширение по спектру первого многолучевого сигнала с использованием заранее

определенного кода сжатия и выводит первый многолучевой сигнал на сигнальный процессор 184 и генератор 185 луча приема.

Сигнальный процессор 184 принимает сигналы, выводимые из каждого из блоков сжатия с первого по N-й 181 - 183, и вычисляет множество весовых значений \underline{w}_k для создания
5 луча приема. Здесь, множество первых многолучевых сигналов, выводимых из блоков поиска многолучевых сигналов с первого по N-й 153-173, обозначается как " \underline{x}_k ". Таким образом, \underline{x}_k представляет множество первых многолучевых сигналов, принятых в k-й момент через антенны с первой по N-ю 141-145. Все первые многолучевые сигналы, образующие множество \underline{x}_k первых многолучевых сигналов, являются векторными
10 сигналами. Кроме того, \underline{w}_k представляет множество весовых значений, подлежащих применению к каждому из первых многолучевых сигналов, принятых в k-й момент через антенны с первой по N-ю 141-145. Все весовые значения, образующие множество \underline{w}_k весовых значений, являются векторными сигналами.

Кроме того, множество сжатых сигналов из первых многолучевых сигналов, образующих
15 множество \underline{x}_k первых многолучевых сигналов, обозначается как \underline{y}_k . В данном случае, \underline{y}_k представляет множество сжатых сигналов из первых многолучевых сигналов, принятых в k-й момент через антенны с первой по N-ю 141-145. Все сжатые сигналы, образующие множество \underline{y}_k сжатых сигналов, являются векторными сигналами. Для удобства объяснения, термин «множество» ниже не будет употребляться. Заметим, что параметры,
20 имеющие знак подчеркивания, представляют множество конкретных элементов.

Кроме того, поскольку блоки сжатия с первого по N-й 181-183 снимают расширение первых многолучевых сигналов \underline{x}_k с использованием заранее определенного кода сжатия, мощность полезного сигнала, принимаемого в надлежащем направлении передачи, можно усилить за счет выигрыша от обработки по сравнению с мощностью сигнала помехи.

При этом, как описано выше, сжатые сигналы \underline{y}_k из первых многолучевых сигналов \underline{x}_k поступают на сигнальный процессор 184. Сигнальный процессор 184 вычисляет весовые значения \underline{w}_k на основании сжатых сигналов \underline{y}_k из первых многолучевых сигналов \underline{x}_k и выводит весовые значения \underline{w}_k на генератор 185 луча приема. Таким образом, сигнальный процессор 184 вычисляет количество N весовых значений \underline{w}_k , примененных к первым
25 многолучевым сигналам \underline{x}_k , выводимым из антенн с первой по N-ю 141-145, с использованием сжатых сигналов \underline{y}_k из N первых многолучевых сигналов \underline{x}_k . Генератор 185 луча приема принимает сжатые сигналы \underline{y}_k из N первых многолучевых сигналов \underline{x}_k и N весовых значений \underline{w}_k . Кроме того, генератор 185 луча приема создает луч приема с использованием N весовых значений \underline{w}_k . После этого, генератор 185 луча приема выводит
30 сигнал в качестве выходного сигнала z_k первого отвода 180-1, объединяя сжатые сигналы \underline{y}_k из N первых многолучевых сигналов \underline{x}_k с весовыми значениями \underline{w}_k лучей приема. При этом, выходной сигнал z_k первого отвода 180-1 можно представить в уравнении (1) следующим образом:

$$z_k = \underline{w}_k^H \underline{y}_k \quad (1)$$

40 В вышеприведенном уравнении (1) участвует эрмитово-сопряженный оператор, т.е. комплексно-сопряженный и транспонированный оператор. Кроме того, z_k , т.е. множество выходных сигналов z_k , выводимых из N отводов приемника, в конце концов, поступает на блок 191 объединения многолучевых сигналов.

Хотя, для примера, была описана работа только первого отвода 180-1, другие отводы
45 могут действовать таким же образом, как первый отвод 180-1. Таким образом, блок 191 объединения многолучевых сигналов принимает сигналы, выводимые из отводов с первого по L-й, объединяет сигналы друг с другом посредством многолучевой схемы и выводит сигналы на обращенный переключатель 193. Обращенный переключатель 193 принимает сигналы, выводимые из блока 191 объединения многолучевых сигналов, снимает
50 переключение сигналов согласно заранее определенному методу снятия переключения, соответствующему методу переключения, используемому в передатчике, и выводит сигналы в декодер 195. Получив сигналы из обращенного переключателя 193, декодер 195 декодирует сигналы согласно методу декодирования, соответствующему методу

кодирования, используемому в передатчике, и выводит сигналы в качестве окончательных данных приема.

Сигнальный процессор 184 вычисляет весовые значения w_k согласно заранее определенному алгоритму, чтобы минимизировать среднеквадратическую ошибку (ниже именуемую просто "СКО") сигнала, переданного с нужного передатчика. Кроме того, генератор 185 луча приема создает луч приема с использованием весовых значений w_k , вычисленных сигнальным процессором 184. Процесс создания луча приема, позволяющий минимизировать СКО, также называется «пространственной обработкой». Поэтому, при использовании схемы ММО-ААА в системе мобильной связи одновременно производится временная обработка и пространственная обработка, что называется «пространственно-временной обработкой».

При этом, как отмечено выше, сигнальный процессор 184 вычисляет весовые значения w_k , способные максимизировать усиление схемы ММО-ААА, согласно заранее определенному алгоритму, принимая многолучевые сигналы до того, как многолучевые сигналы подвергаются сжатию и после сжатия многолучевых сигналов на каждом отводе. Таким образом, весовые значения w_k , способные максимизировать усиление схемы ММО-ААА, вычисляются в передатчике согласно заранее определенному алгоритму. Сигнальный процессор 184 и генератор 105 луча передачи действуют для достижения минимальной СКО. В последнее время были проведены исследования, касающиеся алгоритма вычисления весовых значений для минимизации СКО. Согласно алгоритму вычисления весовых значений для минимизации СКО ошибка уменьшается на основе опорного сигнала. Если опорного сигнала не существует, то алгоритм может обеспечить схему постоянного модуля (ниже именуемую просто "СМ") и схему, определяемую решением (ниже именуемую просто "DD") вслепую.

Однако алгоритм минимизации СКО посредством опорного сигнала неприменим, если канал существует в среде быстрого замирания. Например, если канал существует в среде быстрого замирания, такой как канал быстрого замирания, или в среде модуляции высокого порядка, например, 16-КАМ, то с помощью этого алгоритма трудно получить СКО, имеющую минимальное значение, необходимое системе. Даже если с помощью этого алгоритма можно получить минимальную СКО, эта минимальная СКО будет иметь сравнительно большое значение. Если минимальная СКО определена со сравнительно большим значением, выигрыш, ожидаемый в связи с применением схемы ММО-ААА к системе мобильной связи, может быть значительно снижен, что неприемлемо для системы связи с высокоскоростной передачей данных. Кроме того, поскольку передатчик и приемник должны вычислять весовые значения для создания луча передачи и луча приема, соответственно, вычисление весовых значений может быть сопряжено с высокой нагрузкой.

Сущность изобретения

Итак, настоящее изобретение призвано решать, по меньшей мере, вышеупомянутые проблемы уровня техники и задачей настоящего изобретения является обеспечение системы и способа передачи/приема сигналов в системе мобильной связи, использующей схему адаптивной антенной решетки со множеством входов и множеством выходов.

Другой задачей настоящего изобретения является обеспечение системы и способа регулировки весового значения передатчика с использованием информации весового значения передатчика в системе мобильной связи, использующей схему адаптивной антенной решетки со множеством входов и множеством выходов.

Еще одной задачей настоящего изобретения является обеспечение системы и способа передачи/приема сигналов в системе мобильной связи, использующей схему адаптивной антенной решетки со множеством входов и множеством выходов, с использованием двухэтапного способа создания весового значения.

Для решения этих задач, согласно одному аспекту настоящего изобретения, предусмотрена система для передачи/приема сигналов в системе мобильной связи, использующей схему адаптивной антенной решетки со множеством входов и множеством

выходов, причем система включает в себя блок сжатия для создания сжатого сигнала путем сжатия сигнала приема, сигнальный процессор для вычисления весового значения приема на основании сжатого сигнала для создания луча приема приемника и вычисления весового значения передачи на основании вычисленного весового значения приема для

5 создания луча передачи соответствующего передатчика, генератор информации обратной связи для создания информации обратной связи, включающей в себя весовое значение передачи, и передатчик для передачи информации обратной связи в приемник.

Для решения этих задач, согласно другому аспекту настоящего изобретения, предусмотрена система для передачи/приема сигналов в системе мобильной связи,

10 использующей схему адаптивной антенной решетки со множеством входов и множеством выходов, причем система включает в себя приемник для приема информации обратной связи, переданной с соответствующего передатчика, процессор информации обратной связи для получения весового значения передачи из информации обратной связи для создания луча передачи соответствующего передатчика, генератор луча передачи для

15 создания луча передачи, соответствующего полученному весовому значению передачи, в результате чего луч передачи применяется к сигналу, подлежащему передаче в соответствующий приемник, и передатчик для передачи сигнала на соответствующий приемник путем применения луча передачи к сигналу.

Для решения этих задач, согласно еще одному аспекту настоящего изобретения, предусмотрена система мобильной связи, использующая схему адаптивной антенной решетки со множеством входов и множеством выходов, причем система мобильной связи

20 включает в себя первое устройство, включающее в себя первый передатчик и первый приемник, и второе устройство, включающее в себя второй передатчик и второй приемник. Первый приемник создает сжатый сигнал путем сжатия сигнала приема, вычисляет весовое значение приема на основании сжатого сигнала для создания луча приема первого

25 приемника и вычисляет весовое значение передачи на основании вычисленного весового значения приема для создания луча передачи второго передатчика, тем самым создавая информацию обратной связи, включающую в себя весовое значение передачи, первый передатчик передает информацию обратной связи на второй приемник, второй приемник

30 принимает информацию обратной связи, и второй передатчик определяет весовое значение передачи из информации обратной связи, принятой во втором приемнике, и создает луч передачи, соответствующий полученному весовому значению передачи, чтобы передавать сигнал путем применения луча передачи к сигналу.

Для решения этих задач, согласно еще одному аспекту настоящего изобретения, предусмотрен способ передачи/приема сигналов в системе мобильной связи,

35 использующей схему адаптивной антенной решетки со множеством входов и множеством выходов, причем способ включает в себя этапы, на которых создают посредством приемника сжатый сигнал путем сжатия сигнала приема, вычисляют посредством приемника весовое значение приема на основании сжатого сигнала для создания луча

40 приема приемника и вычисляют посредством приемника весовое значение передачи с использованием вычисленного весового значения приема для создания луча передачи соответствующего передатчика, создают посредством приемника информацию обратной связи, включающую в себя весовое значение передачи, и передают посредством передатчика информацию обратной связи на соответствующий приемник.

Для решения этих задач, согласно еще одному аспекту настоящего изобретения, предусмотрен способ передачи/приема сигналов в системе мобильной связи,

45 использующей схему адаптивной антенной решетки со множеством входов и множеством выходов, причем способ включает в себя этапы, на которых принимают посредством приемника информацию обратной связи, переданную с передатчика, определяют

50 посредством передатчика весовое значение передачи из информации обратной связи для создания луча передачи передатчика и создают луч передачи, соответствующий полученному весовому значению передачи, и передают сигнал в приемник путем применения луча передачи к сигналу посредством передатчика.

Для решения этих задач, согласно еще одному аспекту настоящего изобретения, предусмотрен способ передачи/приема сигналов в системе мобильной связи, включающий в себя первое устройство, имеющее первый передатчик и первый приемник, и второе устройство, имеющее второй передатчик и второй приемник, причем первое и второе устройства используют схему адаптивной антенной решетки со множеством входов и множеством выходов, причем способ включает в себя этапы, на которых создают посредством первого приемника сжатый сигнал путем сжатия сигнала приема, вычисляют весовое значение приема на основании сжатого сигнала для создания луча приема первого приемника и вычисляют посредством первого приемника весовое значение передачи на основании вычисленного весового значения приема для создания луча передачи второго передатчика, создают посредством первого передатчика информацию обратной связи, включающую в себя весовое значение передачи, передают информацию обратной связи на второй приемник, принимают посредством второго приемника информацию обратной связи, переданную с первого передатчика, и определяют посредством второго передатчика весовое значение передачи из информации обратной связи, принятой во втором приемнике, создают посредством второго передатчика луч передачи, соответствующий выявленному весовому значению передачи, и передают посредством второго передатчика сигнал в первый приемник путем применения луча передачи к сигналу.

Краткое описание чертежей

Вышеописанные и другие задачи, признаки и преимущества настоящего изобретения явствуют из нижеследующего подробного описания, приведенного совместно с прилагаемыми чертежами, на которых:

фиг.1 - блок-схема общей системы мобильной связи МДКР;

фиг.2 - блок-схема передатчика и приемника базовой станции системы мобильной связи МДКР, осуществляющих функции согласно одному варианту осуществления настоящего изобретения;

фиг.3 - блок-схема передатчика и приемника мобильной станции системы мобильной связи, осуществляющих функции согласно одному варианту осуществления настоящего изобретения;

фиг.4 - блок-схема сигнального процессора, осуществляющего функции согласно одному варианту осуществления настоящего изобретения;

фиг.5 - логическая блок-схема процедуры передачи/приема данных с использованием схемы MIMO-AAA согласно одному варианту осуществления настоящего изобретения;

фиг.6 - логическая блок-схема процедуры приема сигнала для приемника базовой станции согласно одному варианту осуществления настоящего изобретения;

фиг.7 - график схемы DD, когда в системе мобильной связи используется схема ДФМн;

фиг.8 - график условия перехода от этапа сведения сигнала к этапу стабилизации сигнала согласно одному варианту осуществления настоящего изобретения;

фиг.9 - график характеристической кривой двухэтапного способа создания весового значения, отвечающего настоящему изобретению, в соответствии с количеством приемных антенн базовой станции;

фиг.10 - блок-схема передатчика базовой станции и приемника базовой станции системы мобильной связи ОМЧР, осуществляющей функции согласно одному варианту осуществления настоящего изобретения;

фиг.11 - блок-схема передатчика мобильной станции и приемника мобильной станции системы мобильной связи ОМЧР, осуществляющей функции согласно одному варианту осуществления настоящего изобретения.

Подробное описание предпочтительного варианта осуществления

Ниже описаны предпочтительные варианты осуществления настоящего изобретения со ссылкой на прилагаемые чертежи. В нижеследующем описании настоящего изобретения подробное описание известных функций и конфигураций опущено, чтобы не затенять сущность настоящего изобретения.

Прежде, чем перейти к объяснению настоящего изобретения, опишем модель сигнала,

принимаемого в приемнике системы мобильной связи, использующей схему множественного доступа с кодовым разделением (МДКР). Приемник может включать в себя приемник базовой станции или приемник мобильной станции, способный принимать сигнал. Здесь, приемник базовой станции использован в качестве примера для описания модели принятого сигнала.

Приемник базовой станции включает в себя приемную антенную решетку, имеющую совокупность приемных антенн. Кроме того, хотя настоящее изобретение применимо к различным системам мобильной связи, использующим схему множественного доступа с частотным разделением (МДЧР), схему множественного доступа с временным разделением (МДВР), схему МДКР или схему ортогонального мультиплексирования с частотным разделением (ОМЧР), для удобства объяснения, настоящее изобретение описано в связи с системой мобильной связи, использующей схему МДКР, и системой мобильной связи, использующей схему ОМЧР (ниже именуемую просто "система мобильной связи ОМЧР").

Прежде всего, сигнал, переданный с заранее определенной мобильной станции, находящийся в сотовой ячейке, расположенной в зоне обслуживания базовой станции, т.е. сигнал, переданный с передатчика m -й мобильной станции, выражается следующим образом в уравнении (2).

$$s_m(t) = \sqrt{P_m} b_m(t) c_m(t) \quad (2)$$

В вышеприведенном уравнении (2) $s_m(t)$ представляет сигнал передачи m -й мобильной станции, P_m представляет мощность передачи m -й мобильной станции, $b_m(t)$ представляет битовую последовательность пользовательской информации для m -й мобильной станции и $c_m(t)$ представляет пользовательскую последовательность кодов расширения для m -й мобильной станции, имеющую период T_c кодовых элементов.

Сигнал передачи, переданный передатчиком мобильной станции, принимается в приемнике базовой станции через многолучевой векторный канал. Параметры канала для многолучевого векторного канала могут изменяться со сравнительно низкой скоростью относительно периода T_b битов. Предполагается, что параметры канала поддерживаются постоянными в течение заранее определенных периодов битов. Таким образом, комплексный сигнал базовой полосы, принятый на приемнике базовой станции через первый многолучевой канал m -й мобильной станции, выражается согласно уравнению (3). Заметим, что принятый сигнал, выраженный уравнением (3), является сигналом радиочастоты (RF), который был принят в приемнике базовой станции и преобразован с понижением частоты в сигнал базовой полосы.

$$\underline{x}_{m1}(t) = \alpha_{m1} e^{j\phi_{m1}} b_m(t - \tau_{m1}) c_m(t - \tau_{m1}) \underline{a}_{m1} \quad (3)$$

В вышеприведенном уравнении (3) $\underline{x}_{m1}(t)$ представляет множество комплексных сигналов базовой полосы, принятых в приемнике через первый многолучевой канал m -й мобильной станции, α_{m1} представляет коэффициент ослабления при замирании для первого многолучевого канала m -й мобильной станции, ϕ_{m1} представляет сдвиг фазы для первого многолучевого канала m -й мобильной станции, τ_{m1} представляет задержку по времени для первого многолучевого канала m -й мобильной станции и \underline{a}_{m1} представляет множество откликов решетки (ОР) для первого многолучевого канала m -й мобильной станции. Поскольку приемник базовой станции включает в себя N приемных антенн, сигнал, переданный с m -й мобильной станции, может быть принят в приемнике через N приемных антенн, так что приемник принимает N сигналов через первый многолучевой канал m -й мобильной станции. Таким образом, N комплексных сигналов базовой полосы, принятых в приемнике через первый многолучевой канал m -й мобильной станции, могут образовывать множество комплексных сигналов базовой полосы. Для удобства объяснения, ниже термин «множество» опущен. Заметим, что параметры, имеющие знак подчеркивания, представляют множество конкретных элементов.

Если используется применяемая в настоящее время линейная антенная решетка, отклики решетки \underline{a}_{ml} можно выразить следующим образом:

$$\underline{a}_{ml} = \left[1 \quad e^{j2\pi \frac{d}{\lambda} \sin \theta_{ml}} \quad \dots \quad e^{j2\pi \frac{d}{\lambda} (N-1) \sin \theta_{ml}} \right]^T \quad (4)$$

В вышеприведенном уравнении (4) d представляет расстояние между приемными антеннами, λ представляет длину волны в используемом частотном диапазоне, N представляет количество приемных антенн и θ_{ml} представляет направление прихода (НП) для первого многолучевого канала m -й мобильной станции.

Кроме того, если предположить, что количество мобильных станций, находящихся в сотовой ячейке, находящейся в зоне обслуживания базовой станций, равно "M" и может существовать L многолучевых каналов, соответствующих M мобильным станциям, то сигнал, принятый в базовой станции, может включать в себя не только сигналы, переданные с каждой из мобильных станций, но также аддитивный белый шум. Сигнал выражается следующим образом:

$$\underline{x}(t) = \sum_{m=1}^M \sum_{l=1}^L \underline{x}_{ml}(t) + \underline{n}(t) \quad (5)$$

В вышеприведенном уравнении (5) $\underline{n}(t)$ представляет множество сигналов аддитивного белого шума, добавленных к сигналам передачи, переданным из M мобильных станций.

Среди этих сигналов приема, удовлетворяющих уравнению (5), полезные сигналы, необходимые базовой станции, обозначаются как \underline{x}_{11} . Здесь \underline{x}_{11} может представлять сигналы, переданные из первой мобильной станции через первый многолучевой канал. Поскольку полезные сигналы, необходимые базовой станции, обозначаются как \underline{x}_{11} , все сигналы, за исключением \underline{x}_{11} , считаются сигналами помехи и шумом. Таким образом, уравнение (5) можно заменить уравнением (6).

$$\underline{x}(t) = \alpha_{11} e^{j\theta_{11}} b_1(t - \tau_{11}) c_1(t - \tau_{11}) \underline{a}_{11} + \underline{i}(t) + \underline{n}(t) \quad (6)$$

В вышеприведенном уравнении (6) $\underline{i}(t)$ представляет сигналы помехи. Сигналы помехи можно представить следующим образом:

$$\underline{i}(t) = \sum_{l=2}^L \underline{x}_{1l}(t) + \sum_{m=2}^M \sum_{l=1}^L \underline{x}_{ml}(t) \quad (7)$$

В вышеприведенном уравнении (7), выражающем сигналы помехи, хотя первый член уравнения выражает полезные сигналы передачи мобильной станции, требуемые базовой станцией, первый член уравнения выражает нежелательные сигналы межлучевой помехи, переданные через многолучевые каналы. Кроме того, второй член уравнения (7) выражает сигналы помехи множественного доступа, обусловленной другими мобильными станциями.

Кроме того, $\underline{x}(t)$ подвергается сжатию с использованием кода сжатия $c_1(t - \tau_{11})$, заданного на отводе, т.е. на первом отводе ($l=1$), существующем в соответствующем многолучевом канале соответствующей канальной карты приемника базовой станции, т.е. канальной карты ($m=1$), назначенной первой мобильной станции. В результате сжатия сигналов $\underline{x}(t)$ получаются сигналы $\underline{y}(t)$. Сигналы $\underline{y}(t)$ выражены уравнением (8). Код сжатия $c_1(t - \tau_{11})$ идентичен коду расширения $c_1(t - \tau_{11})$, используемому в передатчике мобильной станции для передачи сигнала. Кроме того, базовая станция имеет совокупность приемников, структура которых описана со ссылкой на фиг. 1. Здесь, каждый из приемников называется "канальной картой", и одна канальная карта назначается одной мобильной станции. Кроме того, как уже описано со ссылкой на фиг. 1, канальная карта имеет совокупность отводов в соответствии с количеством многолучевых каналов, и имеется взаимно-однозначное соответствие между отводами и многолучевыми сигналами.

$$\underline{y}(k) = \int_{(k-1)T_b + \tau_{11}}^{kT_b + \tau_{11}} \underline{x}(t) c_1^*(t - \tau_{11}) dt \quad (8)$$

В вышеприведенном уравнении (8) k представляет k -й момент дискретизации.

Если сигналы $\underline{y}(t)$ созданы путем сжатия сигналов $\underline{x}(t)$ с использованием кода сжатия $c_1(t - \tau_{11})$, то мощность полезных сигналов, необходимых приемнику базовой станции, может быть усилена в соответствии с выигрышем от обработки G , обеспечиваемым характеристиками блока сжатия. Заметим, что мощность полезных сигналов, необходимых приемнику базовой станции, может быть усилена в соответствии с выигрышем от обработки G , но мощность любых нежелательных сигналов может поддерживаться постоянной. Соответственно, можно получить матрицу корреляции между сигналами приема $\underline{x}(t)$ и сжатыми сигналами приема $\underline{y}(t)$. Для получения матрицы корреляции между сигналами приема $\underline{x}(t)$ и сжатыми сигналами приема $\underline{y}(t)$ выполняется операция дискретизации для сигналов приема $\underline{x}(t)$ в k -й момент дискретизации, и в тот же момент выполняется операция дискретизации для сжатых сигналов $\underline{y}(t)$. В уравнении (9) показаны сигналы дискретизации для сигналов приема $\underline{x}(t)$ в k -й момент дискретизации.

$$\underline{x}(k) = \alpha_{11} e^{j\phi_{11}} \mathbf{b}_{1k} c_{1k} \underline{a}_{11} + \underline{i}_k + \underline{n}_k \quad (9)$$

Матрицу корреляции между сигналами приема $\underline{x}(t)$ и сжатыми сигналами приема $\underline{y}(t)$ можно получить, предположив, что сигналы дискретизации, показанные в уравнении (9), получены дискретизацией сигналов приема $\underline{x}(t)$ в k -й момент дискретизации, совпадающий с моментом дискретизации сжатых сигналов приема $\underline{y}(t)$, и сигналы приема $\underline{x}(t)$ и сигналы приема $\underline{y}(t)$ поддерживают стационарное состояние.

Ниже описан двухэтапный метод минимальной среднеквадратической ошибки (МСКО).

Комплексные сигналы приема, принятые через N приемных антенн в заранее определенный момент времени, т.е. множество комплексных сигналов приема $x_1 - x_N$, принятых через приемные антенны с первой по N -ю и еще не подвергнутых сжатию, заданы как $\underline{x} = [x_1 x_2 \dots x_N]^T$. T - это оператор, представляющий операцию транспонирования. Кроме того, множество комплексных сигналов приема $x_1 - x_N$, принятых через приемные антенны с первой по N -ю и подвергнутых сжатию, заданы как $\underline{y} = [y_1 y_2 \dots y_N]^T$. Сжатые сигналы приема \underline{y} могут состоять из компонентов \underline{s} полезного сигнала, необходимых приемнику базовой станции, и любых нежелательных компонентов \underline{u} сигнала. Уравнение (10) представляет сжатые сигналы приема \underline{y} .

$$\underline{y} = \underline{s} + \underline{u} \quad (10)$$

Кроме того, множество комплексных весовых значений, которое применяется к комплексным сигналам приема $x_1 - x_N$, принятым через N приемных антенн, т.е. множество комплексных весовых значений $w_1 - w_N$, которые будут перемножаться с комплексными сигналами приема $x_1 - x_N$, принятыми через N приемных антенн, соответственно, задается как $\underline{w} = [w_1 w_2 \dots w_N]^T$.

Таким образом, выходные сигналы \underline{z} канальной карты заранее определенного пользователя, т.е. выходные сигналы \underline{z} отводов на канальной карте, назначенной конкретной мобильной станции, можно получить, объединив весовые значения \underline{w} со сжатыми сигналами приема \underline{y} .

$$\underline{z} = \underline{w}^H \underline{y} = \sum_{i=1}^N w_i^* y_i \quad (11)$$

В вышеприведенном уравнении (11) i представляет номер приемных антенн.

Выходные сигналы \underline{z} можно подразделить на компоненты $\underline{w}^H \underline{s}$ полезного сигнала, необходимые приемнику базовой станции, и любые компоненты $\underline{w}^H \underline{u}$ нежелательного сигнала согласно уравнениям (10) и (11). Метод МСК обеспечивает минимизацию ошибки

опорного сигнала и сигнала приема, т.е. метод МСК может минимизировать функцию стоимости $J(\underline{w})$, представленную в уравнении (12).

$$J(\underline{w}) = (e_k)^2 \quad (12)$$

$$e_k = d_k - z_k$$

В вышеприведенном уравнении (12) J - это функция стоимости. Необходимо найти значение \underline{w} , способное минимизировать значение функции стоимости J . Кроме того, e_k представляет разность между принятым сигналом и полезным сигналом, т.е. e_k представляет ошибку, и d_k представляет полезный сигнал. Согласно алгоритму создания луча с использованием неслепого метода в качестве полезного d_k используется пилот-сигнал. Однако настоящее изобретение предлагает алгоритм создания луча с использованием слепого метода, поэтому алгоритм создания луча с использованием неслепого метода ниже не рассматривается.

Согласно уравнению (12) функция стоимости J обеспечена в виде квадратичной выпуклой функции. Таким образом, для максимизации значения функции стоимости J необходимо дифференцировать функцию стоимости J , чтобы приравнять дифференциальное значение функции стоимости J к нулю. Дифференциальное значение функции стоимости J представлено в уравнении (13).

$$\nabla J = -2e_k^* \underline{y}_k \quad (13)$$

Трудно получить оптимальное весовое значение $\underline{w}^{\text{opt}}$ за один раз в условиях фактического канала. Поскольку сжатые сигналы приема \underline{y}_k поступают в каждый заранее определенный период времени, нужно использовать рекурсивное уравнение, например, уравнение (14), показанное ниже, чтобы адаптивно или рекурсивно получить оптимальное весовое значение $\underline{w}^{\text{opt}}$.

$$\underline{w}_{R,k+1} = \underline{w}_{R,k} + \mu \underline{v}_{R,k} \quad (14)$$

В вышеприведенном уравнении (14) k представляет k -й момент, $\underline{w}_{R,k}$ представляет весовое значение, принятое в k -й момент, μ - постоянное значение коэффициента усиления и $\underline{v}_{R,k}$ представляет вектор следа в k -й момент. Вектор следа $\underline{v}_{R,k}$ k -го момента позволяет функции стоимости J иметь дифференциальное значение, сходящееся к минимальному значению, т.е. к нулю. Для удобства объяснения весовое значение, используемое для создания луча передачи передатчика, называется "весовым значением передачи", и весовое значение, используемое для создания луча приема приемника, называется "весовым значением приема".

Таким образом, уравнение (14) представляет процесс обновления весового значения. Когда весовое значение $\underline{w}_{R,k}$, подлежащее использованию в данный момент, задано, весовое значение, полученное путем перехода вперед или перехода назад весового значения $\underline{w}_{R,k}$ в направлении вектора следа $\underline{v}_{R,k}$ с постоянным значением коэффициента усиления, обновляется как следующее весовое значение $\underline{w}_{R,k+1}$, подлежащее использованию в следующий момент.

Кроме того, уравнение (14) можно заменить уравнением (15) ввиду среднеквадратичного значения.

$$\underline{w}_{R,k+1} = \underline{w}_{R,k} - \mu \underline{y}_k e_k^* \quad (15)$$

Настоящее изобретение предлагает устройство и способ обратной связи по весовому значению для создания луча передачи с использованием схемы MIMO-AAA. Кроме того, настоящее изобретение предлагает устройство и способ, позволяющие создавать весовые значения для луча передачи и луча приема посредством двухэтапного способа создания

весового значения.

Здесь, весовое значение передачи $\underline{w}_{T,k}$ представлено следующим образом в уравнении (16).

$$\underline{w}_{T,k+1} = \underline{w}_{T,k} - \mu \underline{z}_k e_k^* \underline{w}_{T,k}^* \quad (16)$$

Согласно уравнению (16) весовое значение передатчика вычисляется в приемнике с использованием восстановленного сигнала. Приемник должен передавать вычисленное весовое значение в передатчик, чтобы передатчик мог его использовать.

Приемник вычисляет весовое значение передатчика с использованием восстановленного сигнала \underline{z}_k , который можно вычислить на основании сжатого сигнала приема и весового значения приема. Таким образом, согласно предпочтительному варианту осуществления настоящего изобретения, весовое значение передатчика, вычисленное приемником, передается в передатчик.

Процедура вычисления весового значения приема описана ниже, со ссылкой на уравнения (17)-(28). Для удобства объяснения, операции расширения по спектру и сжатия при объяснении опущены. Кроме того, параметры, используемые в уравнениях (17)-(28), идентичны параметрам, описанным со ссылкой на фиг.1. Сигнал, обеспеченный прежде, чем луч будет сформирован передатчиком, обозначается как z_k' на фиг.2. Если канал задан как матрица H , то \underline{z}_k будет представлен следующим образом:

$$\underline{z}_k = \underline{H} \underline{w}_T \underline{z}'_k + \underline{n}_k \quad (17)$$

При этом сигнал, принятый посредством генератора луча приема, представлен следующим образом:

$$\underline{z}_k = \underline{w}_R^H \underline{H} \underline{w}_T \underline{z}'_k \quad (18)$$

В вышеприведенном уравнении (18) значение шума опущено для удобства вычисления. В этом случае сигнал ошибки, возникающий в k -й выборке, представлен следующим образом:

$$\begin{aligned} e_k &= d_k - \underline{z}_k \\ &= \underline{w}_{R,k}^H \underline{H} \underline{w}_{T,k} \underline{z}_k \end{aligned} \quad (19)$$

Для получения весового значения передающей антенны вышеприведенное уравнение (19) дифференцируется по \underline{w}_T , в результате чего получается дифференциальное значение ошибки, представленное в уравнении (20).

$$\frac{d\varepsilon_k^2}{d\underline{w}_{T,k}} = -2\varepsilon_k \frac{d\varepsilon_k}{d\underline{w}_{T,k}} \quad (20)$$

В вышеприведенном уравнении (20) значение ошибки ε_k представлено следующим образом:

$$\begin{aligned} \varepsilon_k &= d_k - \underline{w}_{R,k}^H \underline{H} \underline{w}_{T,k} \underline{z}'(k) \\ &= d_k - (\underline{z}'_k^* \underline{H}^H \underline{w}_{R,k})^H \underline{w}_{T,k} \end{aligned} \quad (21)$$

Кроме того, вектор создания луча передачи можно представить следующим образом с использованием уравнения (21).

$$\underline{w}_{T,k+1} = \underline{w}_{T,k} - \mu \varepsilon_k \underline{z}'_k \underline{H}^T \underline{w}_{R,k}^* \quad (22)$$

Кроме того, уравнения (23) и (24) можно получить, преобразуя сигналы приема
5 приемника путем умножения обеих сторон уравнения (22) на $\underline{w}_{T,k}$.

$$\underline{x}_k \underline{w}_{T,k}^H = \underline{H} \underline{z}'_k \underline{w}_{T,k} \underline{w}_{T,k}^H \quad (23)$$

$$\begin{aligned} \underline{H} \underline{z}'_k &= (\underline{x}_k \underline{w}_{T,k}^H) (\underline{w}_{T,k} \underline{w}_{T,k}^H)^{-1} \quad (24) \\ &= (\underline{x}_k \underline{w}_{T,k}^H) (\underline{w}_{T,k}^H)^{-1} (\underline{w}_{T,k})^{-1} \\ &= \underline{x}_k \underline{w}_{T,k}^H \underline{w}_{T,k} \underline{w}_{T,k}^H \\ &= \underline{x}_k \underline{w}_{T,k}^H \end{aligned}$$

Уравнение (22) можно заменить уравнением (25), преобразуя уравнение (22) с
15 использованием уравнения (24).

$$\begin{aligned} \underline{z}'_k \underline{H}^T \underline{w}_{R,k}^* &= \underline{w}_{T,k}^* \underline{x}_k^T \underline{w}_{R,k}^* \quad (25) \\ &= (\underline{w}_{R,k}^* \underline{x}_k \underline{w}_{T,k}^*)^T \\ &= (\underline{w}_{R,k}^H \underline{x}_k \underline{w}_{T,k}^H)^T \\ &= \underline{z}_k \underline{w}_{T,k}^* \end{aligned}$$

25 Наконец, вектор создания луча передачи представлен следующим образом:

$$\underline{w}_{T,k+1} = \underline{w}_{T,k} - 2\mu \varepsilon_k \underline{z}_k \underline{w}_{T,k}^* \quad (26)$$

30 Согласно описанному выше, оптимальное весовое значение $\underline{w}^{\text{opt}}$ является очень важным фактором для создания луча приема. Настоящее изобретение позволяет минимизировать ошибку опорного сигнала и сигнала приема с использованием двухэтапного метода МСК. Согласно настоящему изобретению весовые значения $\underline{w}_{R,k}$ и $\underline{w}_{T,k}$, способные минимизировать значение функции стоимости, описанной
35 со ссылкой на уравнение (12), получают для получения оптимального весового значения $\underline{w}^{\text{opt}}$. Настоящее изобретение предлагает новый способ обнаружения полезного сигнала $d(k)$, как показано в уравнении (12), и предлагает способ подачи весового значения передачи $\underline{w}_{T,k}$ обратно в передатчик после вычисления весового значения передачи $\underline{w}_{T,k}$ с использованием весового значения приема, вычисленного приемником.

40 Согласно настоящему изобретению полезный сигнал $d(k)$ определяется слепым методом. Необходимо обеспечить адаптивную сходимость сигнала приема с использованием конкретного предполагаемого значения. По этой причине полезный сигнал $d(k)$ получают посредством двухэтапного метода МСК. Согласно настоящему изобретению полезный сигнал $d(k)$ можно получить посредством этапа сходимости сигнала и этапа стабилизации сигнала.
45

Ниже описан первый этап двухэтапного метода МСК, т.е. этап сходимости сигнала.

Сначала описана схема постоянных модулей (СМ), которая используется для обеспечения адаптивной сходимости сигнала приема. Схема СМ предложена Годардом и
50 обычно используется для слепого корректора и алгоритма создания луча. При использовании схемы СМ, предложенной Годардом, функция стоимости J выражается следующим образом:

$$J_{Godard} = E \left[\left(|z_n|^p - R_p \right)^2 \right] \quad (27)$$

В вышеприведенном уравнении (27) p - заранее определенное положительное целое число и R_p - модуль Годарда. Здесь, модуль Годарда R_p выражается следующим образом:

$$R_p = \frac{E \left[|z_n|^{2p} \right]}{E \left[|z_n|^p \right]} \quad (28)$$

До сих пор рассматривалась система мобильной связи ОМЧР. Обычно система мобильной связи ОМЧР использует модуляцию сравнительно более высокого порядка, чем квадратурная фазовая манипуляция, поэтому функция стоимости J делится на действительную часть и мнимую часть при вычислении функции стоимости J согласно уравнению (29). Это делается потому, что сигнал передачи и сигнал приема имеют действительные компоненты и мнимые компоненты вследствие модуляции высокого порядка.

$$J = J_R + J_I \quad (29)$$

$$J_R = E \left[\left(z_{n,R}^2 - R_{2,R} \right)^2 \right], \quad J_I = E \left[\left(z_{n,I}^2 - R_{2,I} \right)^2 \right]$$

$$R_{2,R} = \frac{E \left[z_{n,R}^4 \right]}{E \left[z_{n,R}^2 \right]}, \quad R_{2,I} = \frac{E \left[z_{n,I}^4 \right]}{E \left[z_{n,I}^2 \right]}$$

Предположим, что настоящее изобретение использует двухэтапный метод МСК, и p равно 2. Полезный сигнал $d(k)$ определяется как $d(k) = R_{2,R} + jR_{2,I}$. В начальный момент (здесь, $k=0$) значение функции стоимости J предполагается равным нулю ($J=0$). Исходя из вышеприведенного предположения, ниже описана схема СМ, отвечающая настоящему изобретению, со ссылкой на фиг. 12.

На фиг. 12 показан график схемы СМ, используемой в системе мобильной связи, когда $p=2$, $d(k) = R_{2,R} + jR_{2,I}$ и $J=0$ (здесь, $k=0$).

На фиг. 12 показана схема СМ, используемая, когда значение функции стоимости J становится равным нулю в точке, где $k=0$, $p=2$ и $d(k) = R_{2,R} + jR_{2,I}$. Иными словами, когда значение R_2 определяется согласно уравнению (29), в координатной плоскости образуется окружность. Луч, проведенный из центра окружности, пересекает окружность. Принятый сигнал можно определить на основании точки, в которой луч пересекает окружность. Согласно фиг. 12 сигнал z_k , восстановленный на приемнике, проецируется внутрь окружности.

Вышеописанная процедура является этапом сходимости сигнала. Далее описан второй этап двухэтапного метода МСК для получения полезного сигнала $d(k)$, т.е. этап стабилизации сигнала.

Если СКО была сведена к заранее определенному значению на вышеописанном этапе сходимости, этап стабилизации сигнала выполняется для осуществления операции, показанной в уравнении (30). Процесс перехода от этапа сходимости сигнала к этапу стабилизации сигнала описан ниже, поэтому его подробное описание здесь опускается.

$$d_R(k) = \text{Pr}[\text{Re}(z(k))] \quad (30)$$

$$d_I(k) = \text{Pr}[\text{Im}(z(k))]$$

Таким же образом, как на этапе сходимости сигнала, на этапе стабилизации сигнала нужно по отдельности вычислять действительную часть и мнимую часть. В

вышеприведенном уравнении (30) P_T указывает, что сигнал передается, по существу, идентично полезному сигналу $d(k)$ согласно схеме, направляемой решением (ниже именуемой просто "DD"). Согласно схеме DD полезный сигнал $d(k)$ проецируется с приближенным значением координаты по отношению к значению координаты принятого сигнала. Ниже, схема DD описана со ссылкой на фиг.7.

На фиг.7 показан график схемы DD, когда в системе мобильной связи используется схема ДФМн.

Согласно фиг.7 поскольку система мобильной связи использует схему ДФМн (двоичной фазовой манипуляции), если принятый сигнал имеет значение координаты (1.2-0.2) в области I-Q, полезный сигнал $d(k)$ проецируется с приближенным значением координаты 1 после измерения расстояния по отношению к +1 и -1.

Структуры передатчика и приемника базовой станции системы мобильной связи МДКР для осуществления функций, согласно одному варианту осуществления настоящего изобретения, описаны со ссылкой на фиг.2.

На фиг.2 показана блок-схема передатчика и приемника базовой станции системы мобильной связи МДКР, осуществляющих функции согласно одному варианту осуществления настоящего изобретения.

Структуры передатчика и приемника базовой станции для осуществления функций, показанные на фиг.2, согласно одному варианту осуществления настоящего изобретения, идентичны структурам передатчика и приемника базовой станции, показанным на фиг.1, за исключением того, что настоящее изобретение включает в себя генератор 286 информации обратной связи, который дополнительно введен согласно настоящему изобретению, процедуру определения весовых значений сигнального процессора 284 и операцию обратной связи для передачи весового значения, определенного сигнальным процессором 284, на передатчик мобильной станции, соответствующий приемнику базовой станции.

Прежде, чем перейти к объяснению фиг.2, заметим, что нижеследующее описание базируется на предположении о том, что в системе мобильной связи МДКР применяется схема MIMO-AAA. Передатчик и приемник должны иметь совокупность передающих антенн и совокупность приемных антенн, соответственно. Однако согласно фиг.2 передатчик и приемник не имеют отдельных передающих антенн и приемных антенн, но одни и те же антенны используются для передатчика и приемника согласно схеме временного разделения с использованием дуплексора. Кроме того, согласно фиг.2 используется N антенн.

Прежде всего, опишем передатчик базовой станции системы мобильной связи МДКР.

Согласно фиг.2 передатчик базовой станции включает в себя кодер 201, перемежитель 203, генератор 205 луча передачи, сигнальный процессор 207, совокупность блоков расширения по спектру, включающая в себя блоки расширения по спектру с первого по N-й 211, 221,.... и 231, и N процессоров РЧ-радио с первого по N-й 213, 223,... и 233.

Кроме того, дуплексор 240 обычно используется для передатчика и приемника, и N антенн с первой по N-ю 241, 243,... и 245 также обычно используются для передатчика и приемника.

Если созданы данные, подлежащие передаче, то данные поступают на кодер 201. Кодер 201 кодирует данные посредством заранее определенного метода кодирования и выводит сигнал на перемежитель 203. При этом данные, подлежащие передаче, представляют собой данные информации обратной связи, включающие в себя весовое значение передачи $\underline{w}_{T,k}$, созданное сигнальным процессором 284 приемника базовой станции.

Поскольку весовое значение передачи $\underline{w}_{T,k}$ дополнительно описано ниже, его подробное описание здесь опущено. Кроме того, метод кодирования может включать в себя метод турбокодирования или метод сверточного кодирования. Получив сигнал от кодера 201, перемежитель 203 перемежает сигнал посредством заранее определенного метода перемежения во избежание пакетных ошибок и выводит сигнал на генератор 205 луча передачи. Здесь, сигнал, выводимый из перемежителя 203, обозначается как z_k' . Затем, сигнальный процессор 207 вычисляет весовое значение на основании сигнала z_k' ,

выводимого из перемежителя 203, и выводит сигнал на генератор 205 луча передачи. Затем, генератор 205 луча передачи генерирует луч передачи с учетом сигнала z_k' , выводимого из перемежителя 203, и весового значения, вычисленного сигнальным процессором 207, и выводит луч передачи в блоки расширения по спектру с первого по N-й 211, 221,.... и 231, соответственно. Таким образом, генератор 205 луча передачи принимает сигнал, выводимый из перемежителя 203, создает луч передачи и передает луч передачи на каждый из блоков расширения по спектру с первого по N-й 211, 221,.... и 231, что позволяет передавать луч передачи через антенны с первой по N-ю 241, 243,.... и 245.

Процедура создания луча передачи не имеет прямого отношения к настоящему изобретению, поэтому ее подробное описание опущено. Конечно, если приемник базовой станции ранее принял данные информации обратной связи от передатчика мобильной станции, то генератор 205 луча передачи может создать луч передачи с использованием весового значения передачи $w_{T,k}$, содержащегося в данных информации обратной связи.

Процесс создания луча передачи путем приема весового значения передачи $w_{T,k}$ описан ниже, со ссылкой на фиг.3. Множество сигналов, выводимых из генератора 205 луча передачи, обозначено как y_k' . Таким образом, y_k' - это множество сигналов, сформированных генератором 205 луча передачи и отображенных на k-ю антенну.

Первый блок 211 расширения по спектру принимает сигнал y_1' , выводимый из генератора 205 луча передачи, и расширяет по спектру сигнал y_1' с использованием заранее определенного кода расширения. После этого первый блок 211 расширения по спектру выводит сигнал y_1' на первый РЧ-процессор 213. Получив сигнал от первого блока 211 расширения по спектру, первый РЧ-процессор 213 осуществляет РЧ-обработку сигнала и выводит сигнал на дуплексор 240. При этом каждый РЧ-процессор включает в себя усилитель, преобразователь частоты, фильтр и аналого-цифровой преобразователь для обработки РЧ-сигналов. Кроме того, второй блок 221 расширения по спектру принимает сигнал y_2' , выводимый из генератора 205 луча передачи, и расширяет по спектру сигнал y_2' с использованием заранее определенного кода расширения. После этого второй блок 221 расширения по спектру выводит сигнал y_2' на второй РЧ-процессор 223. Получив сигнал от второго блока 221 расширения по спектру, второй РЧ-процессор 223 осуществляет РЧ-обработку сигнала и выводит сигнал на дуплексор 240. Таким же образом, N-й блок 231 расширения по спектру принимает сигнал y_N' , выводимый из генератора 205 луча передачи, и расширяет по спектру сигнал y_N' с использованием заранее определенного кода расширения. После этого N-й блок 231 расширения по спектру выводит сигнал y_N' на N-й РЧ-процессор 233. Получив сигнал от N-го блока расширения по спектру 231, N-й РЧ-процессор 233 осуществляет РЧ-обработку сигнала и выводит сигнал на дуплексор 240. Дуплексор 240 управляет операциями передачи/приема сигнала, планируя момент передачи и момент приема сигнала под управлением контроллера (не показан). Кроме того, антенны с первой по N-ю 241, 243,.... и 245 могут действовать как передающие антенны (пер. ант.) или приемные антенны (пр. ант.) согласно операциям передачи/приема сигнала дуплексора 240.

Ниже описан приемник системы мобильной связи МДКР.

Приемник включает в себя N РЧ-процессоров с первого по N-й 251, 261,.... и 271, N блоков поиска многолучевых сигналов с первого по N-й 253, 263,...., 273, соответствующих РЧ-процессорам, L отводов с первого по L-й 280-1, 280-2,...., 280-L для обработки сигналов, относящихся к L многолучевым каналам, поиск которых осуществляется блоками поиска многолучевых сигналов, блок 291 объединения многолучевых сигналов, выводимых из L отводов, обращенный перемежитель 293 и декодер 295.

Сигналы, переданные совокупностью передатчиков, принимаются N антеннами по многолучевому радиоканалу с замиранием. Дуплексор 240 выводит сигнал, принятый через первую антенну 241, на первый РЧ-процессор 251. Получив сигнал от дуплексора 240, первый РЧ-процессор 251 осуществляет РЧ-обработку сигнала для преобразования

сигнала в цифровой сигнал базовой полосы. Затем первый РЧ-процессор 251 направляет цифровой сигнал базовой полосы в первый блок 253 поиска многолучевых сигналов. Получив цифровой сигнал базовой полосы от первого РЧ-процессора 251, первый блок 253 поиска многолучевых сигналов делит цифровой сигнал базовой полосы на L многолучевых компонентов и выводит многолучевые компоненты на отводы с первого по L -й 280-1, 280-2, ..., 280- L , соответственно. При этом каждый из отводов с первого по L -й 280-1, 280-2, ..., 280- L взаимно-однозначно отображается на каждый из L многолучевых каналов для обработки многолучевых компонентов. Поскольку L многолучевых каналов нужно учитывать в связи с каждым сигналом, принятым через N приемных антенн, обработку сигнала нужно производить в отношении $N \times L$ сигналов. Из $N \times L$ сигналов, относящиеся к одному и тому же лучу, выводятся на один и тот же отвод.

Кроме того, дуплексор 240 выводит сигнал, принятый через вторую антенну 243 на второй РЧ-процессор 261. Получив сигнал от дуплексора 240, второй РЧ-процессор 261 осуществляет РЧ-обработку сигнала для преобразования сигнала в цифровой сигнал базовой полосы. Затем, второй РЧ-процессор 261 направляет цифровой сигнал базовой полосы на второй блок 263 поиска многолучевых сигналов. Получив цифровой сигнал базовой полосы от второго РЧ-процессора 261, второй блок 263 поиска многолучевых сигналов делит цифровой сигнал базовой полосы на L многолучевых компонентов и выводит многолучевые компоненты на отводы с первого по L -й 280-1, 280-2, ..., 280- L , соответственно.

Таким же образом, дуплексор 240 выводит сигнал, принятый через N -ю антенну 245, на N -й РЧ-процессор 271. Получив сигнал от дуплексора 240, N -й РЧ-процессор 271 осуществляет РЧ-обработку сигнала для преобразования сигнала в цифровой сигнал базовой полосы. Затем, N -й РЧ-процессор 271 направляет цифровой сигнал базовой полосы на N -й блок 273 поиска многолучевых сигналов. Получив цифровой сигнал базовой полосы от N -го РЧ-процессора 271, N -й блок 273 поиска делит цифровой сигнал базовой полосы на L многолучевых компонентов и выводит многолучевые компоненты на отводы с первого по L -й 280-1, 280-2, ..., 280- L , соответственно.

Таким образом, среди сигналов, принятых через N антенн, одни и те же многолучевые сигналы из L многолучевых сигналов поступают на один и тот же отвод. Например, первые многолучевые сигналы антенн с первой по N -ю 241 - 245 поступают на первый отвод 280-1, и L -е многолучевые сигналы антенн с первой по N -ую 241 - 245 поступают на L -й отвод 280- L . При этом отводы с первого по L -й 280-1 - 280- L имеют одинаковую структуру и функциональные возможности несмотря на то, что разные сигналы вводятся/выводятся на/из отводов с первого по L -й 280-1 - 280- L . Таким образом, ниже, в порядке примера, описана структура и принцип работы только первого отвода 280-1.

Первый отвод 280-1 включает в себя N блоков сжатия с первого по N -й 281, 282, ..., и 283, соответствующих N блокам поиска многолучевых сигналов, сигнальный процессор 284, который принимает сигналы, выводимые из блоков сжатия с первого по N -й 281 - 283, для вычисления весовых значений приема $\underline{w}_{R,k}$ для создания луча приема и весовых значений передачи $\underline{w}_{T,k}$ передатчика мобильной станции, соответствующего приемнику базовой станции, генератор 285 луча приема для создания луча приема на основании весовых значений приема $\underline{w}_{R,k}$, вычисленных сигнальным процессором 284, и генератор 286 информации обратной связи для создания информации обратной связи, включающей в себя весовые значения передачи $\underline{w}_{T,k}$, вычисленные сигнальным процессором 284.

Прежде всего, первый многолучевой сигнал, выводимый из первого блока 253 поиска многолучевых сигналов, поступает на первый блок 281 сжатия. Получив первый многолучевой сигнал, первый блок 281 сжатия снимает расширение по спектру первого многолучевого сигнала с использованием заранее определенного кода сжатия и выводит первый многолучевой сигнал на сигнальный процессор 284 и генератор 285 луча приема. Кроме того, первый многолучевой сигнал, выводимый из второго блока 263 поиска многолучевых сигналов, поступает на второй блок 282 сжатия. Получив первый многолучевой сигнал, второй блок 282 сжатия снимает расширение по спектру первого

многолучевого сигнала с использованием заранее определенного кода сжатия и выводит первый многолучевой сигнал на сигнальный процессор 284 и генератор 285 луча приема. Таким же образом, первый многолучевой сигнал, выводимый из N-го блока 273 поиска многолучевых сигналов, поступает на N-й блок 283 сжатия. Получив первый многолучевой

5 сигнал, N-й блок 283 сжатия снимает расширение по спектру первого многолучевого сигнала с использованием заранее определенного кода сжатия и выводит первый многолучевой сигнал на сигнальный процессор 284 и генератор 285 луча приема.

Сигнальный процессор 284 принимает сигналы, выводимые из каждого из блоков сжатия с первого по N-й 281 - 283, и вычисляет множество весовых значений приема $\underline{w}_{R,k}$ для

10 создания луча приема. Здесь, множество первых многолучевых сигналов, выводимых из блоков поиска многолучевых сигналов с первого по N-й 253 - 273, обозначается как \underline{x}_k . Таким образом, \underline{x}_k представляет множество первых многолучевых сигналов, принятых в k-й момент через антенны с первой по N-ю 241-245. Все первые многолучевые сигналы, образующие множество \underline{x}_k первых многолучевых сигналов, являются векторными

15 сигналами. Кроме того, $\underline{w}_{R,k}$ представляет множество весовых значений приема, подлежащих применению к каждому из первых многолучевых сигналов, принятых в k-й момент через антенны с первой по N-ю 241-245. Все весовые значения, образующие множество $\underline{w}_{R,k}$ весовых значений приема, являются векторными сигналами.

Кроме того, множество сжатых сигналов из первых многолучевых сигналов, образующих

20 множество \underline{x}_k первых многолучевых сигналов, обозначается как " \underline{y}_k ". В данном случае, \underline{y}_k представляет множество сжатых сигналов из первых многолучевых сигналов, принятых в k-й момент через антенны с первой по N-ю 241-245. Все сжатые сигналы, образующие множество \underline{y}_k сжатых сигналов, являются векторными сигналами. Для удобства объяснения, термин «множество» ниже не употребляется. Заметим, что параметры,

25 имеющие знак подчеркивания, представляют множество конкретных элементов. Кроме того, поскольку блоки сжатия с первого по N-й 281-283 снимают расширение первых многолучевых сигналов \underline{x}_k с использованием заранее определенного кода сжатия, мощность полезного сигнала, принимаемого в надлежащем направлении передачи, можно усилить за счет выигрыша от обработки по сравнению с мощностью сигнала помехи.

При этом, как описано выше, сжатые сигналы \underline{y}_k из первых многолучевых сигналов \underline{x}_k

30 поступают на сигнальный процессор 284. Сигнальный процессор 284 вычисляет весовые значения приема $\underline{w}_{R,k}$ на основании сжатых сигналов \underline{y}_k из первых многолучевых сигналов \underline{x}_k и выводит весовые значения приема $\underline{w}_{R,k}$ на генератор 285 луча приема. Таким образом, сигнальный процессор 284 вычисляет N весовых значений приема $\underline{w}_{R,k}$,

35 примененных к первым многолучевым сигналам \underline{x}_k , выводимым из антенн с первой по N-ю 241-245, с использованием сжатых сигналов \underline{y}_k из N первых многолучевых сигналов \underline{x}_k . Генератор 285 луча приема принимает сжатые сигналы \underline{y}_k из N первых многолучевых сигналов \underline{x}_k и N весовых значений приема $\underline{w}_{R,k}$. Кроме того, генератор 285 луча приема создает луч приема с использованием N весовых значений приема $\underline{w}_{R,k}$. После этого

40 генератор 285 луча приема выводит сигнал в качестве выходного сигнала \underline{z}_k первого отвода 280-1, объединяя сжатые сигналы \underline{y}_k из N первых многолучевых сигналов \underline{x}_k с весовыми значениями приема $\underline{w}_{R,k}$ лучей приема. Кроме того, \underline{z}_k , т.е. множество выходных сигналов \underline{z}_k , выводимых из N отводов приемника базовой станции, в конце концов, поступает на блок 291 объединения многолучевых сигналов. Сигнальный процессор 284

45 вычисляет весовые значения передачи $\underline{w}_{T,k}$ с использованием весовых значений приема $\underline{w}_{R,k}$, после чего выводит весовые значения передачи $\underline{w}_{T,k}$ на генератор 286 информации обратной связи. Таким образом, генератор 286 информации обратной связи создает информацию обратной связи, включающую в себя весовые значения

50 передачи $\underline{w}_{T,k}$. При этом передатчик базовой станции передает информацию обратной связи, созданную генератором 286 информации обратной связи. Например, такая информация обратной связи может передаваться по выделенному физическому каналу (DPCH).

Хотя, для примера, описана работа только первого отвода 280-1, другие отводы могут

действовать таким же образом, как первый отвод 280-1. Таким образом, блок 291 объединения многолучевых сигналов принимает сигналы, выводимые из отводов с первого по L-й, объединяет сигналы друг с другом посредством многолучевой схемы и выводит сигналы на обращенный перемежитель 293. Обращенный перемежитель 293 принимает
5 сигналы, выводимые из блока 291 объединения многолучевых сигналов, снимает перемежение сигналов согласно заранее определенному методу снятия перемежения, соответствующему методу перемежения, используемому в передатчике, и выводит сигналы на декодер 295. Получив сигналы из обращенного перемежителя 293, декодер 295 декодирует сигналы согласно методу декодирования, соответствующему методу
10 кодирования, используемому в передатчике, и выводит сигналы в качестве окончательных данных приема.

На фиг.2 показан случай, когда приемник базовой станции вычисляет весовые значения передачи $w_{T,k}$ и передает весовые значения передачи $w_{T,k}$ в передатчик базовой станции. Однако приемник и передатчик базовой станции можно использовать как приемник и
15 передатчик мобильной станции. Вышеприведенное описание относится к созданию и передаче информации обратной связи со ссылкой на фиг.2.

Структуры передатчика и приемника мобильной станции системы мобильной связи МДКР для осуществления функций согласно одному варианту осуществления настоящего изобретения описаны ниже, со ссылкой на фиг.3.

На фиг.3 показана блок-схема передатчика и приемника мобильной станции системы мобильной связи, осуществляющих функции согласно одному варианту осуществления настоящего изобретения.

Структуры передатчика и приемника базовой станции для осуществления функций, показанные на фиг.3, идентичны структурам передатчика и приемника базовой станции, показанным на фиг.1, за исключением того, что введены процессор 307 информации
25 обратной связи и операция генератора 305 луча передачи, который создает лучи передачи с использованием весовых значений передачи обратной связи.

Нижеследующее описание, со ссылкой на фиг.3, базируется на предположении о том, что в системе мобильной связи МДКР применяется схема MIMO-AAA. Соответственно,
30 передатчик и приемник должны иметь совокупность передающих антенн и совокупность приемных антенн. Согласно фиг.3 передатчик и приемник не имеют отдельных передающих антенн и приемных антенн, но одни и те же антенны используются для передатчика и приемника согласно схеме временного разделения с использованием дуплексора. Кроме того, согласно фиг.3 используется N антенн.

Нижеследующее описание передатчика мобильной станции системы мобильной связи МДКР.

Согласно фиг.3 передатчик включает в себя кодер 301, перемежитель 303, генератор 305 луча передачи, процессор 307 информации обратной связи, совокупность блоков расширения по спектру, включающая в себя блоки расширения по спектру с первого по N-й 311, 321,.... и 331, и N РЧ-процессоров с первого по N-й 313, 323,.... и 333. Кроме
40 того, дуплексор 340 обычно используется для передатчика и приемника, и N антенн с первой по N-ю 341, 343,.... и 345 также обычно используются для передатчика и приемника. Структура и порядок работы кодера 301, перемежителя 303, блоков расширения по спектру с первого по N-й 311, 321,.... и 331 и РЧ-процессоров с первого по N-й 313, 323,.... и 333 идентичны структуре и порядку работы кодера 201,
45 перемежителя 203, блоков расширения по спектру с первого по N-й 211, 221,.... и 231 и РЧ-процессоров с первого по N-й 213, 223,.... и 233, показанных на фиг.2. Поэтому, их подробное описание опущено.

Процессор 307 информации обратной связи анализирует информацию обратной связи, принятую в приемнике мобильной станции, для определения весовых значений
50 передачи $w_{T,k}$, включенных в информацию обратной связи. Кроме того, процессор 307 информации обратной связи передает полученные весовые значения передачи $w_{T,k}$ генератору 305 луча передачи. Процедура приема информации обратной связи в приемнике мобильной станции описана ниже, поэтому здесь подробно не описывается.

Генератор 305 луча передачи создает луч передачи, соответствующий весовым значениям передачи $\underline{w}_{T,k}$.

Ниже описан приемник мобильной станции системы мобильной связи МДКР.

Приемник включает в себя N РЧ-процессоров с первого по N-й 351, 361,.... и 371, N
 5 блоков поиска многолучевых сигналов с первого по N-й 353, 363,...., 373,
 соответствующих РЧ-процессорам, L отводов с первого по L-й 380-1, 380-2,...., 380-L
 для обработки сигналов, связанных с L многолучевыми каналами, поиск которых
 выполняют блоки поиска многолучевых сигналов, блок 391 объединения многолучевых
 сигналов, выводимых из L отводов, обращенный перемежитель 393 и декодер 395. При
 10 этом структура и порядок работы РЧ-процессоров с первого по N-й 351, 361,.... и 371 и
 блоков поиска, многолучевых сигналов с первого по N-й 353, 363,...., 373, отводов с
 первого по L-й 380-1, 380-2,...., 380-L, блока 391 объединения многолучевых сигналов,
 обращенного перемежителя 393 и декодера 395 идентичны структуре и порядку работы РЧ-
 процессоров с первого по N-й 251, 261,.... и 271, блоков поиска многолучевых сигналов
 15 с первого по N-й 253, 263,...., 273, отводов с первого по L-й 280-1, 280-2,...., 280-
 L, блока 291 объединения многолучевых сигналов, обращенного перемежителя 293 и
 декодера 295, показанных на фиг.2. Поэтому, их подробное описание опущено. Данные
 приема, окончательно выводимые из декодера 395, представляют собой информацию
 обратной связи, включающую в себя весовые значения передачи $\underline{w}_{T,k}$, и информация
 20 обратной связи, выводимая из декодера 395, поступает в процессор 307 информации
 обратной связи.

На фиг.3 показан случай, когда приемник мобильной станции принимает информацию
 обратной связи, и передатчик мобильной станции создает луч передачи с использованием
 весовых значений передачи $\underline{w}_{T,k}$, включенных в информацию обратной связи. Однако
 25 приемник и передатчик мобильной станции можно использовать в качестве приемника и
 передатчика базовой станции. Заметим, что вышеприведенное описание относится к
 приему информации обратной связи, включающей в себя весовые значения
 передачи $\underline{w}_{T,k}$, со ссылкой на фиг.3.

Ниже описана структура сигнального процессора со ссылкой на фиг.4.

30 На фиг.4 показана блок-схема сигнального процессора, осуществляющего функции,
 согласно настоящему изобретению.

Для удобства объяснения, только те части приемника базовой станции, которые
 непосредственно относятся к настоящему изобретению, описаны ниже, со ссылкой на
 фиг.4. Поскольку вышеприведенное описание относится к случаю, когда приемник базовой
 35 станции вычисляет весовые значения передачи $\underline{w}_{T,k}$, сигнальный процессор, показанный
 на фиг.4, описан в отношении частей приемника базовой станции. Однако сигнальный
 процессор, показанный на фиг.4, можно использовать в приемнике мобильной станции.

Согласно фиг.4, когда сигналы приема \underline{x}_k поступают на приемник в заранее
 определенный момент (k), блок 410 сжатия снимает расширение по спектру сигналов \underline{x}_k с
 40 использованием заранее определенного кода сжатия и выводит сжатые сигналы приема \underline{u}_k
 на сигнальный процессор 430 и генератор 420 луча приема. Сигнальный процессор 430
 включает в себя вычислитель весового значения 431, память 433 и детектор 435
 сходимости. Для удобства объяснения, сигнальный процессор 430, показанный на фиг.4,
 описан применительно к структуре первого отвода 280-1 приемника базовой станции,
 45 показанного на фиг.2. Таким образом, хотя на фиг.4 показан только один блок 410
 сжатия, блок 410 сжатия может осуществлять операцию, идентичную операции блоков
 сжатия с первого по N-й 281-283 первого отвода 280-1.

Вычислитель 431 весового значения сигнального процессора 430 получает сжатые
 сигналы приема \underline{u}_k , вычисляет весовые значения приема $\underline{w}_{R,k}$ и весовые значения передачи
 50 $\underline{w}_{R,k}$ путем применения заранее определенного постоянного значения коэффициента
 усиления μ , начальных весовых значений $\underline{w}_{R,0}$ и выходных сигналов \underline{z}_k первого отвода 280-
 1, выводимых из генератора 420 луча приема к сжатым сигналам приема \underline{u}_k , и выводит
 вычисленные весовые значения приема $\underline{w}_{R,k}$ и весовые значения передачи $\underline{w}_{T,k}$ в память

433. При этом память 433 осуществляет операцию буферизации весовых значений приема $\underline{w}_{R,k}$ и весовых значений передачи $\underline{w}_{T,k}$, вычисленных вычислителем 431 весового значения, и вычислитель 431 весового значения может использовать весовые значения приема $\underline{w}_{R,k}$ и весовые значения передачи $\underline{w}_{T,k}$, хранящиеся в памяти 433, при обновлении весовых значений приема $\underline{w}_{R,k}$ и весовых значений передачи $\underline{w}_{T,k}$. Таким образом, вычислитель 431 весового значения обновляет весовые значения приема $\underline{w}_{R,k}$ и весовые значения передачи $\underline{w}_{T,k}$ в следующий момент $(k+1)$ с использованием весовых значений приема $\underline{w}_{R,k}$ и весовых значений передачи $\underline{w}_{T,k}$, вычисленных в заранее определенный момент (k) . Кроме того, вычислитель 431 весового значения вычисляет весовые значения приема $\underline{w}_{R,k}$ и весовые значения передачи $\underline{w}_{T,k}$ под управлением детектора 435 сходимости. Таким образом, детектор 435 сходимости может управлять схемой вычисления вычислителя 431 весового значения, когда вычислитель 431 весового значения вычисляет весовые значения приема $\underline{w}_{R,k}$ и весовые значения передачи $\underline{w}_{T,k}$. При этом, весовые значения приема $\underline{w}_{R,k}$ и весовые значения передачи $\underline{w}_{T,k}$ можно вычислять посредством схемы CM или схемы DD. Ниже описана процедура выбора схемы CM или схемы DD с использованием детектора 435 сходимости.

Как отмечено выше, настоящее изобретение позволяет получать полезный сигнал приема $d(k)$ посредством двухэтапного метода МСК, включающего в себя этап сходимости сигнала и этап стабилизации сигнала. Недостатком схемы CM является низкая скорость сходимости сигнала. Кроме того, схема DD не сможет обеспечить сходимость сигнала, если канал находится в среде быстрого замирания, например, является каналом быстрого замирания, или в среде модуляции высшего порядка. Согласно настоящему изобретению схема CM и схема DD используются на этапе сходимости сигнала и этапе стабилизации сигнала в соответствии с его характеристиками, что обеспечивает быструю сходимость сигналов с получением сравнительно малого значения СКО. Этап сходимости сигнала и этап стабилизации сигнала являются очень важными факторами для повышения производительности.

Согласно настоящему изобретению двухэтапный метод МСК делится на этап сходимости сигнала и этап стабилизации сигнала с использованием следующего способа. Прежде всего, СКО определяется как " S_t " во временной области (здесь, $t=1, 2, 3, 4...$). S_t выражает СКО сигнала, принятого в заранее определенный момент времени (t). В этом случае, на основании деления двухэтапного метода МСК на этап сходимости сигнала и этап стабилизации сигнала разность между S_t в данный момент ($t=t$) и S_{t-1} в следующий момент ($t=t-1$) обозначается как " d_t ". Разность d_t между S_t и S_{t-1} удовлетворяет следующему уравнению (31).

$$d_t = \frac{\sum_{i=1}^{l=M} |z_{M^*(t-1)+i} - d_{M^*(t-1)+i}|}{M} - \frac{\sum_{i=1}^{l=M} |z_{M^*(t-2)+i} - d_{M^*(t-2)+i}|}{M} \quad (31)$$

Когда d_t имеет значение, меньшее или равное модулю заранее определенного первого критического значения d_p ($d_t \leq |d_p|$), происходит переход от этапа сходимости сигнала к этапу стабилизации сигнала. Первое критическое значение d_p предварительно установлено в системе мобильной связи ОМЧР на надлежащее значение. В результате, если разность d_t между S_t и S_{t-1} очень мала, то происходит переход от этапа сходимости сигнала к этапу стабилизации сигнала.

Ниже описан переход от этапа сходимости сигнала к этапу стабилизации сигнала, со ссылкой на фиг.8.

На фиг.8 показан график перехода от этапа сходимости сигнала к этапу стабилизации сигнала согласно одному варианту осуществления настоящего изобретения.

Согласно фиг.8, d_t^{before} представляет дифференциальное значение между S_{t-1}^{before} , т.е. СКО сигнала приема в момент $t-1$ предыдущего периода, и S_t^{before} , т.е. СКО сигнала приема в момент t предыдущего периода. Кроме того, d_t^{after} представляет

дифференциальное значение между S_{t-1}^{after} , т.е. СКО сигнала приема в момент $t-1$ текущего периода, и S_t^{after} , т.е. СКО сигнала приема в момент t текущего периода. На фиг.8 на вертикальной оси отложен уровень ошибки и по горизонтальной оси отложено количество повторений. Кроме того, предыдущий период представляет меньшее количество повторений, и текущий период представляет относительно большее количество повторений. Поскольку дифференциальное значение d_t^{before} между S_{t-1}^{before} и S_t^{before} предыдущего периода превышает модуль первого критического значения d_p , этап сходимости сигнала применяется к предыдущему периоду. Кроме того, если дифференциальное значение d_t^{after} между S_{t-1}^{after} и S_t^{after} текущего периода меньше модуля первого критического значения d_p , то определяется, что сходимость сигнала достигнута в текущий период, поэтому происходит переход от этапа сходимости сигнала к этапу стабилизации сигнала в текущий период. Однако если переход от этапа сходимости сигнала к этапу стабилизации сигнала выполняется только на основании модуля первого критического значения d_p , то трудно отличить данную область от начальной области сходимости. По этой причине второе настроечное значение, т.е. второе критическое значение $d_{p_reference}$, задается в целях перехода от этапа сходимости сигнала к этапу стабилизации сигнала. Таким образом, вышеописанный переход между этапами выполняется только, когда дифференциальное значение d_t меньше или равно модулю первого критического значения d_p , и значение S_t меньше второго критического значения $d_{p_reference}$ ($d_t \leq |d_p|, S_t < d_{p_reference}$).

Короче говоря, детектор 435 сходимости, показанный на фиг.4, определяет, сходится ли значение СКО сигнала к заранее определенному первому критическому значению d_p на основании значения разности d_t между S_t и S_{t-1} , и управляет вычислителем 431 весового значения в отношении использования схемы CM или схемы DD путем сравнения значения S_t со вторым критическим значением $d_{p_reference}$. Таким образом, детектор сходимости 435 управляет вычислителем 431 весового значения в отношении использования схемы CM на этапе сходимости сигнала и управляет вычислителем 431 весового значения в отношении использования схемы DD на этапе стабилизации сигнала.

Ниже, со ссылкой на фиг.5, описана процедура передачи/приема данных с использованием схемы MIMO-AAA согласно одному варианту осуществления настоящего изобретения.

На фиг.5 показана логическая блок-схема процедуры передачи/приема данных с использованием схемы MIMO-AAA согласно одному варианту осуществления настоящего изобретения.

Согласно фиг.5 базовая станция 500 осуществляет сжатие сигналов приема (этап 511) и вычисляет весовые значения приема $\underline{w}_{R,k}$ и весовые значения передачи $\underline{w}_{T,k}$ с использованием сжатых сигналов приема (этап 513). Кроме того, базовая станция 500 создает информацию обратной связи, включающую в себя весовые значения передачи $\underline{w}_{T,k}$, и передает информацию обратной связи на мобильную станцию 550 (этап 515). Базовая станция 500 создает луч приема (этап 517). Мобильная станция 550 принимает информацию обратной связи базовой станции 500 (этап 551) и определяет весовые значения передачи $\underline{w}_{T,k}$ из информации обратной связи (этап 553). Мобильная станция 550 создает луч передачи с использованием полученных весовых значений передачи $\underline{w}_{T,k}$ (этап 555). Хотя на фиг.5 показан случай, когда базовая станция 500 передает весовые значения передачи $\underline{w}_{T,k}$ в мобильную станцию 550, и мобильная станция 550 формирует луч передачи с использованием весовых значений передачи $\underline{w}_{T,k}$, возможен случай, когда мобильная станция 550 передает весовые значения передачи $\underline{w}_{T,k}$ в базовую станцию 500, и базовая станция 500 формирует луч передачи с использованием весовых значений передачи $\underline{w}_{T,k}$.

Ниже, со ссылкой на фиг.6, описана процедура приема сигнала приемника базовой станции согласно одному варианту осуществления настоящего изобретения.

Поскольку на фиг.2 показан случай, когда приемник базовой станции создает

информацию обратной связи, процедура приема сигнала приемника базовой станции описана со ссылкой на фиг.6. Та же процедура приема сигнала может быть реализована, если информация обратной связи создается в приемнике мобильной станции. Согласно фиг.6, приемник базовой станции задает начальные весовые значения $\underline{w}_{R,0}$, $\underline{w}_{T,0}$,
 5 постоянное значение коэффициента усиления μ , первое критическое значение d_p и второе критическое значение $d_{p_reference}$ (этап 611). Затем выполняется этап 613. На этапе 613 приемник базовой станции проверяет, завершена ли связь. Если связь завершена, то приемник базовой станции заканчивает процедуру приема сигнала.

Если на этапе 613 определено, что связь не завершена, то выполняется этап 615. На
 10 этапе 615 приемник базовой станции принимает сжатые сигналы y_k , соответствующие сигналам приема x_k . На этапе 617 приемник базовой станции вычисляет z_k , т.е. множество выходных сигналов z_k , выводимых из каждого из отводов, обеспеченных в приемнике базовой станции, с использованием сжатых сигналов y_k и весовых значений приема $\underline{w}_{R,k}$ ($z_k = \underline{w}_{R,k}^H y_k$). Здесь, z_k - множество выходных сигналов отводов,
 15 сформированных посредством луча приема, который сформирован с использованием весовых значений приема $\underline{w}_{R,k}$.

Приемник базовой станции вычисляет выходные сигналы z_k отводов, обеспеченных в приемнике базовой станции, с использованием сжатых сигналов y_k и весовых значений $\underline{w}_{R,k}$
 20 на этапе 617, после чего переходит к этапу 619. Здесь z_k - это множество выходных сигналов отводов, сформированных посредством луча приема, который сформирован с использованием весовых значений $\underline{w}_{R,k}$.

При этом, поскольку приемник базовой станции находится в начальном состоянии, базовая станция может находиться на этапе сходимости сигнала. Таким образом, на этапе
 25 619 приемник базовой станции вычисляет функцию ошибки e_k , которая равна разности между принятым сигналом x_k и полезным сигналом d_k , согласно схеме CM ($e_k = d_{k,CM} - z_k$).

На этап 621 приемник базовой станции вычисляет дифференциальное значение функции стоимости с использованием сжатых сигналов y_k и функции ошибки e_k , ($\nabla J(\underline{w}_{R,k}) = -2e_k^* y_k$).

На этапе 623 приемник базовой станции вычисляет коэффициент формирования луча, т.е. вычисляет весовые значения приема $\underline{w}_{R,k}$ и весовые значения
 30 передачи $\underline{w}_{T,k}$ ($\underline{w}_{R,k} = \underline{w}_{R,k-1} - \mu y_k e_k^*$, $\underline{w}_{T,k} = \underline{w}_{T,k-1} - \mu z_k e_k^* \underline{w}_{T,k}^*$). На этапе 625 приемник базовой станции проверяет, удовлетворяют ли дифференциальное значение d_t между S_t и S_{t-1} и значение S_t условию сходимости сигнала, т.е. проверяет, является ли дифференциальное
 35 значение d_t меньшим или равным первому критическому значению d_p , и значение S_t меньшим второго критического значения $d_{p_reference}$ ($d_t \leq |d_p|, S_t < d_{p_reference}$). Если дифференциальное значение d_t и значение S_t не удовлетворяют условию сходимости сигнала, то, если дифференциальное значение d_t превышает первое критическое значение d_p , или значение S_t больше или равно второму критическому значению $d_{p_reference}$, то
 40 базовая станция переходит к этапу 627. На этапе 627 приемник базовой станции передает вычисленные весовые значения передачи $\underline{w}_{T,k}$ в передатчик мобильной станции, в то же время поддерживая вычисленные весовые значения приема $\underline{w}_{R,k}$. На этапе 629 приемник базовой станции осуществляет задержку на заранее определенный промежуток времени и переходит к этапу 631. В данном случае, задержка на заранее определенный промежуток
 45 времени необходима, чтобы значение, определенное для k-й выборки, можно было использовать для (k+1)-й выборки, т.е. задержка на заранее определенный промежуток времени необходима для учета времени задержки на переход между состояниями. На этапе 631 приемник базовой станции увеличивает на 1 значение k, т.е. происходит переход от данного момента (k) к следующему моменту (k+1), после чего приемник
 50 базовой станции возвращается к этапу 613.

Если же на этапе 625 определено, что дифференциальное значение d_t меньше или равно первому критическому значению d_p , и значение S_t меньше второго критического значения $d_{p_reference}$, то приемник базовой станции переходит к этапу 633. На этапе 633

приемник базовой станции осуществляет задержку на заранее определенный промежуток времени и переходит к этапу 635. Задержка на заранее определенный промежуток времени необходима для учета времени задержки на переход между состояниями. На этапе 635 приемник базовой станции увеличивает на 1 значение k , т.е. происходит переход от
 5 данного момента (k) к следующему моменту ($k+1$), после чего приемник базовой станции возвращается к этапу 637. На этапе 637 приемник базовой станции проверяет, завершена ли связь. Если связь завершена, то приемник базовой станции оканчивает процедуру приема сигнала.

Если же на этапе 637 определено, что связь не завершена, то происходит переход к
 10 этапу 639.

На этапе 639, поскольку приемник базовой станции может находиться на этапе стабилизации сигнала, то приемник базовой станции вычисляет функцию ошибки e_k , которая равна разности между принятым сигналом x_k и полезным сигналом d_k , согласно схеме DD ($e_k = d_{k,DD} - z_k$). На этапе 641 приемник базовой станции вычисляет
 15 дифференциальное значение функции стоимости с использованием сжатых сигналов y и функцию ошибки e_k ($\nabla J(w_{R,k}) = -2e_k^* y_k$). На этапе 643 приемник базовой станции вычисляет коэффициент формирования луча, т.е. вычисляет весовые значения ($w_{R,k} = w_{R,k-1} - \mu y_k e_k^*$, $w_{T,k} = w_{T,k-1} - \mu z_k e_k^* w_{T,k}$). На этапе 645 приемник базовой станции передает вычисленные весовые значения передачи $w_{T,k}$ в передатчик мобильной станции, в то же время поддерживая вычисленные весовые значения приема $w_{R,k}$. После этого, приемник базовой станции возвращается к этапу 633.

Результат моделирования характеристик двухэтапного способа создания весового значения, согласно настоящему изобретению, описан со ссылкой на фиг.9 в случае
 25 использования интеллектуальных антенн в качестве приемных антенн.

На фиг.9 показан график характеристической кривой двухэтапного способа формирования весового значения, отвечающего настоящему изобретению, в соответствии с количеством приемных антенн базовой станции. На фиг.9 показаны диаграммы направленности, представленные, когда в приемнике базовой станции обеспечены шесть
 30 приемных антенн или десять приемных антенн. Например, если заранее определенная мобильная станция находится в положении 57° , то нормированный коэффициент усиления антенны можно повысить на 0.2 за счет использования десяти антенн в приемнике базовой станции по сравнению со случаем, когда в приемнике базовой станции используется шесть антенн. Кроме того, с использованием десяти антенн в приемнике базовой станции, можно
 35 точно сформировать луч приема. С точки зрения пропускной способности системы мобильной связи интенсивность сигнала приема может значительно усиливаться за счет увеличения количества приемных антенн, что позволяет обеспечивать услуги связи с высокой точностью и увеличить пропускную способность системы.

Структуры передатчика базовой станции и приемника базовой станции системы
 40 мобильной связи ОМЧР, осуществляющие функции согласно одному варианту осуществления настоящего изобретения, описаны со ссылкой на фиг.10.

На фиг.10 показана блок-схема базовой станции передатчика и приемника базовой станции системы мобильной связи ОМЧР, осуществляющей функции согласно одному варианту осуществления настоящего изобретения.

Прежде, чем перейти к объяснению фиг.10, заметим, что передатчик базовой станции и
 45 приемник базовой станции, показанные на фиг.10, могут действовать, по существу, таким же образом, что и передатчик базовой станции и приемник базовой станции системы мобильной связи МДКР, описанной со ссылкой на фиг.2, хотя структуры передатчика базовой станции и приемника базовой станции, показанные на фиг.10, отличаются от
 50 структур передатчика базовой станции и приемника базовой станции, показанных на фиг.2. Аналогично передатчику базовой станции и приемнику базовой станции системы мобильной связи МДКР, передатчик базовой станции и приемник базовой станции системы мобильной связи ОМЧР могут вычислять весовые значения приема $w_{R,k}$ и весовые значения передачи $w_{T,k}$ и могут передавать вычисленные весовые значения

передачи $w_{T,k}$ в мобильную станцию. Кроме того, следует заметить, что нижеследующее описание базируется на предположении о том, что в системе мобильной связи ОМЧР применяется схема ММО-ААА. Передатчик и приемник должны иметь совокупность передающих антенн и совокупность приемных антенн, соответственно. Однако, согласно 5 фиг.10, передатчик и приемник не имеют отдельных передающих антенн и приемных антенн, но одни и те же антенны используются для передатчика и приемника согласно схеме временного разделения с использованием дуплексора. Кроме того, согласно фиг.10, используется N антенн.

Ниже описан передатчик базовой станции, обеспеченный в системе мобильной связи 10 ОМЧР.

Согласно фиг.10, передатчик базовой станции включает в себя блок 1011 отображения символов, последовательно-параллельный преобразователь 1013, блок 1015 вставки 15 символов пилот-сигнала, блок 1017 обратного быстрого преобразования Фурье (ОБПФ), параллельно-последовательный преобразователь 1019, блок 1021 вставки защитного интервала, генератор 1023 луча передачи, сигнальный процессор 1022, цифроаналоговый преобразователь 1025 и РЧ-процессор 1027. Кроме того, дуплексор 1029 обычно используется для передатчика базовой станции и приемника базовой станции, N антенн с 20 первой по N-ую 1031, 1033,.... и 1035 также обычно используются для передатчика базовой станции и приемника базовой станции.

Прежде всего, если созданы биты информационных данных, подлежащие передаче, т.е., если созданы данные информации обратной связи, включающие в себя весовые значения 25 передачи $w_{T,k}$, то данные информации обратной связи поступают в блок 1011 отображения символов. Получив данные информации обратной связи, блок 1011 отображения символов модулирует данные информации обратной связи посредством заранее определенного метода модуляции для преобразования символов по отношению к данным информации 30 обратной связи и выводит последовательные символы модуляции на последовательно-параллельный преобразователь 1013. При этом заранее определенный метод модуляции может включать в себя метод КФМн (квадратурной фазовой манипуляции). Получив последовательные символы модуляции от блока 1011 отображения символов, 35 последовательно-параллельный преобразователь 1013 преобразует последовательные символы модуляции в параллельные символы модуляции и выводит параллельные символы модуляции на блок 1015 вставки символов пилот-сигнала. Затем, блок 1015 вставки символов пилот-сигнала вставляет символы пилот-сигнала в параллельные символы модуляции, выводимые из последовательно-параллельного преобразователя 1013, и выводит на блок 1017 ОБПФ параллельные символы модуляции, имеющие символы пилот-сигнала.

Получив сигнал от блока 1015 вставки символов пилот-сигнала, блок 1017 ОБПФ осуществляет N-точечное ОБПФ в отношении сигнала и выводит преобразованный сигнал на параллельно-последовательный преобразователь 1019. Параллельно- 40 последовательный преобразователь 1019 принимает сигнал, выводимый из блока ОБПФ 1017, преобразует параллельный сигнал в последовательный сигнал и выводит последовательный сигнал на блок 1021 вставки защитного интервала. Получив последовательный сигнал от параллельно-последовательного преобразователя 1019, блок 1021 вставки защитного интервала вставляет сигнал защитного интервала в 45 последовательный сигнал и выводит сигнал, включающий в себя сигнал защитного интервала, на сигнальный процессор 1022. Сигнальный процессор 1022 вычисляет весовое значение с учетом сигнала, выводимого из блока 1021 вставки защитного интервала, и выдает сигнал в генератор 1023 луча передачи. Затем генератор 1023 луча передачи генерирует луч передачи с учетом сигнала, выводимого из блока 1021 вставки защитного 50 интервала, и весового значения, вычисленного на сигнальном процессоре 1022, и выводит луч передачи на цифроаналоговый преобразователь 1025, что позволяет передавать луч передачи на каждую из антенн с первой по N-ю 1031, 1033,.... и 1035. Генератор 1023 луча передачи может формировать луч передачи по отдельности, вычисляя весовые

значения для луча передачи. Подробности процедуры формирования луча передачи не имеют прямого отношения к настоящему изобретению, поэтому далее не описываются.

Если приемник базовой станции ранее принял данные информации обратной связи от передатчика мобильной станции, то генератор 1023 луча передачи может сформировать

5 луч передачи с использованием весового значения передачи $w_{T,k}$, содержащегося в данных информации обратной связи. Кроме того, в сигнал, подлежащий передаче, нужно вставлять защитный интервал для предотвращения помехи между предыдущими символами ОМЧР, переданными во время передачи предыдущего символа ОМЧР, и текущими символами ОМЧР, подлежащими передаче во время передачи текущего символа ОМЧР, в системе
10 мобильной связи ОМЧР. Защитный интервал можно вставлять в сигнал посредством метода «циклического префикса», согласно которому заранее определенные последующие выборки символов ОМЧР, обеспеченные во временной области, копируются для вставки в эффективный символ ОМЧР, или посредством метода «циклического постфикса», согласно которому заранее определенные упреждающие выборки символов ОМЧР, обеспеченные во
15 временной области, копируются для вставки в эффективный символ ОМЧР.

Цифроаналоговый преобразователь 1025 принимает сигнал, выводимый из генератора 1023 луча передачи, и преобразует сигнал в аналоговый сигнал. Цифроаналоговый преобразователь 1025 выводит аналоговый сигнал на РЧ-процессор 1027. РЧ-процессор 1027 может включать в себя фильтр и блок выходного каскада для осуществления РЧ-
20 обработки сигнала, выводимого из цифроаналогового преобразователя 1025, что позволяет передавать сигнал в эфир. РЧ-процессор 1027 выводит сигнал в дуплексор 1029. Дуплексор 1029 получает сигнал из РЧ-процессора 1027 и передает сигнал в эфир посредством антенн в соответствующие моменты передачи сигнала.

Ниже описан приемник базовой станции, предусмотренный в системе мобильной связи ОМЧР.
25 ОМЧР.

Приемник базовой станции включает в себя дуплексор 1029, РЧ-процессор 1037, аналого-цифровой преобразователь 1039, генератор 1041 луча приема, сигнальный процессор 1043, блок 1047 удаления защитного интервала, последовательно-
30 параллельный преобразователь 1049, блок 1051 быстрого преобразования Фурье (БПФ), блок 1053 извлечения символов пилот-сигнала, блок 1055 синхронизации и оценки канала, корректор 1057, параллельно-последовательный преобразователь 1059 и блок 1061 снятия отображения символов.

Прежде всего, сигнал, переданный передатчиком мобильной станции, принимается в приемнике базовой станции через антенны приемника базовой станции при передаче по
35 многолучевому каналу, в котором к сигналу добавляется шум. Сигнал, принятый в приемнике базовой станции посредством антенн, поступает на дуплексор 1029. Затем дуплексор 1029 выводит на РЧ-процессор 1037 сигнал, который был принят в приемнике базовой станции посредством антенн в соответствующее время приема сигнала. Получив сигнал от дуплексора 1029, РЧ-процессор 1037 преобразует сигнал с понижением частоты,
40 в результате чего формируется сигнал в диапазоне промежуточных частот, и выводит сигнал, преобразованный с понижением частоты, на аналого-цифровой преобразователь 1039. Аналого-цифровой преобразователь 1039 преобразует аналоговый сигнал, выводимый из РЧ-процессора 1037, в цифровой сигнал и выводит цифровой сигнал на генератор 1041 луча приема и сигнальный процессор 1043. Получив сигнал от аналого-
45 цифрового преобразователя 1039, сигнальный процессор 1043 вычисляет весовые значения приема $w_{R,k}$, после чего вычисляет весовые значения передачи $w_{T,k}$ с использованием весовых значений приема $w_{R,k}$. После этого сигнальный процессор 1043 выводит весовые значения передачи $w_{T,k}$ на генератор 1045 информации обратной связи. Генератор 1045 информации обратной связи создает информацию обратной связи,
50 включающую в себя весовые значения передачи $w_{T,k}$. Информация обратной связи, созданная генератором 1045 информации обратной связи, передается передатчиком базовой станции. Например, такая информация обратной связи может передаваться по выделенному физическому каналу.

При этом сигнал, выводимый из генератора 1041 луча приема, поступает на блок 1047 удаления защитного интервала. Таким образом, блок 1047 удаления защитного интервала получает сигнал от генератора 1041 луча приема для удаления сигнала защитного интервала. После этого блок 1047 удаления защитного интервала выводит сигнал на
5 последовательно-параллельный преобразователь 1049. Последовательно-параллельный преобразователь 1049 преобразует последовательный сигнал, выводимый из блока 1047 удаления защитного интервала, в параллельный сигнал и выдает параллельный сигнал в блок 1051 БПФ. Получив параллельный сигнал от блока 1047 удаления защитного интервала, блок 1047 ОБПФ осуществляет N-точечное ОБПФ в отношении параллельного
10 сигнала и выдает преобразованный сигнал в корректор 1057 и блок 1053 извлечения символов пилот-сигнала. Корректор 1057 получает сигнал, выводимый из блока 1047 ОБПФ, и осуществляет коррекцию канала для этого сигнала. По завершении коррекции канала корректор 1057 выдает сигнал в параллельно-последовательный преобразователь 1059. Параллельно-последовательный преобразователь 1059 принимает параллельный
15 сигнал от корректора 1057 и преобразует параллельный сигнал в последовательный сигнал. Затем параллельно-последовательный преобразователь 1059 выдает последовательный сигнал в блок 1061 снятия отображения символов. Получив сигнал от параллельно-последовательного преобразователя 1059, блок 1061 снятия отображения демодулирует сигнал посредством заранее определенного метода демодуляции,
20 соответствующего методу модуляции, применяемому в передатчике мобильной станции, тем самым, выводя биты информационных данных приема.

Кроме того, сигнал, выводимый из блока 1051 БПФ, поступает в блок 1053 извлечения символов пилот-сигнала. Блок 1053 извлечения символов пилот-сигнала обнаруживает
25 символы пилот-сигнала в сигнале, выводимом из блока 1051 БПФ, и выдает обнаруженные символы пилот-сигнала в блок 1055 синхронизации и оценки канала. Блок 1055 синхронизации и оценки канала осуществляет синхронизацию и оценку канала с использованием символов пилот-сигнала, выводимых из блока 1053 извлечения символов пилот-сигнала, и выводит их данные в корректор 1057.

На фиг.10 показан случай, когда приемник базовой станции вычисляет весовые
30 значения передачи $w_{T,k}$ и передает весовые значения передачи $w_{T,k}$ в передатчик базовой станции. Однако приемник базовой станции и передатчик базовой станции можно использовать как приемник мобильной станции и передатчик мобильной станции, соответственно. Таким образом, следует отметить, что вышеприведенное описание относится к созданию и передаче информации обратной связи, со ссылкой на фиг.10.

Структуры передатчика мобильной станции и приемника мобильной станции системы
35 мобильной связи ОМЧР для осуществления функций согласно одному варианту осуществления настоящего изобретения описаны ниже, со ссылкой на фиг.11.

На фиг.11 показана блок-схема мобильной станции передатчика и приемника мобильной
40 станции системы мобильной связи ОМЧР, осуществляющей функции согласно одному варианту осуществления настоящего изобретения.

Перед описанием фиг.11 следует отметить, что нижеследующее описание базируется на предположении о том, что в системе мобильной связи ОМЧР применяется схема MIMO-
AAA. Соответственно, передатчик и приемник должны иметь совокупность передающих
45 антенн и совокупность приемных антенн, соответственно. Однако, согласно фиг.11, передатчик и приемник не имеют отдельных передающих антенн и приемных антенн, но одни и те же антенны используются для передатчика и приемника согласно схеме временного разделения с использованием дуплексора. Кроме того, согласно фиг.11, используется N антенн.

Нижеследующее описание передатчика мобильной станции, предусмотренный в системе мобильной
50 связи ОМЧР.

Согласно фиг.11 передатчик мобильной станции включает в себя блок 1111 отображения символов, последовательно-параллельный преобразователь 1113, блок 1115 вставки символов пилот-сигнала, блок 1117 ОБПФ, параллельно-последовательный

преобразователь 1119, блок 1121 вставки защитного интервала, генератор 1123 луча передачи, процессор 1125 информации обратной связи, цифроаналоговый преобразователь 1127 и РЧ-процессор 1129. Кроме того, дуплексор 1131 обычно используется для передатчика мобильной станции и приемника мобильной станции, и N антенн с первой по N-ю 1133, 1135,... и 1137 также обычно используются для передатчика мобильной станции и приемника мобильной станции. Принцип работы и структура блока 1111 отображения символов, последовательно-параллельного преобразователя 1113, блока 1115 вставки символов пилот-сигнала, блока 1117 ОБПФ, параллельно-последовательного преобразователя 1119, блока 1121 вставки защитного интервала, генератора 1123 луча передачи, цифроаналогового преобразователя 1127, РЧ-процессора 1129 и дуплексора 1131 идентичны принципу работы и структуре блока 1011 отображения символов, последовательно-параллельного преобразователя 1013, блока 1015 вставки символов пилот-сигнала, блока 1017 ОБПФ, параллельно-последовательного преобразователя 1019, блока 1021 вставки защитного интервала, генератора 1023 луча передачи, цифроаналогового преобразователя 1025, РЧ-процессора 1027 и дуплексора 1029, показанных на фиг.10, поэтому подробное описание опущено.

Процессор 1125 информации обратной связи анализирует информацию обратной связи, полученную в приемнике мобильной станции, для определения весовых значений передачи $\underline{w}_{T,k}$, включенных в информацию обратной связи. Кроме того, процессор 1125 информации обратной связи направляет полученные весовые значения передачи $\underline{w}_{T,k}$ в генератор 1123 луча передачи. Процедура приема информации обратной связи в приемнике мобильной станции описана ниже, потому что здесь ее подробное описание опущено. Генератор 1123 луча передачи формирует луч передачи, соответствующий весовым значениям передачи $\underline{w}_{T,k}$.

Ниже описан приемник мобильной станции системы мобильной связи ОМЧР.

Приемник мобильной станции включает в себя РЧ-процессор 1139, аналого-цифровой преобразователь 1141, генератор 1143 луча приема, сигнальный процессор 1145, блок 1147 удаления защитного интервала, последовательно-параллельный преобразователь 1149, блок 1151 БПФ, блок 1153 извлечения символов пилот-сигнала, блок 1155 синхронизации и оценки канала, корректор 1157, параллельно-последовательный преобразователь 1159 и блок 1161 снятия отображения символов. Принцип работы и структура РЧ-процессора 1139, аналого-цифрового преобразователя 1141, генератора 1143 луча приема, сигнального процессора 1145, блока 1147 удаления защитного интервала, последовательно-параллельного преобразователя 1149, блока 1151 БПФ, блока 1153 извлечения символов пилот-сигнала, блока 1155 синхронизации и оценки канала, корректора 1157, параллельно-последовательного преобразователя 1159 и блока 1161 снятия отображения символов идентичны принципу работы и структуре РЧ-процессора 1037, аналого-цифрового преобразователя 1039, генератора 1041 луча приема, сигнального процессора 1043, блока 1047 удаления защитного интервала, последовательно-параллельного преобразователя 1049, блока 1051 БПФ, блока 1053 извлечения символов пилот-сигнала, блока 1055 синхронизации и оценки канала, корректора 1057, параллельно-последовательного преобразователя 1059 и блока 1061 снятия отображения символов, показанных на фиг.10, поэтому их подробное описание опущено. Данные приема, окончательно выводимые из блока 1161 снятия отображения символов, представляют собой информацию обратной связи, включающую в себя весовые значения передачи $\underline{w}_{T,k}$, и информация обратной связи, выводимая из блока 1161 снятия отображения символов, поступает на процессор 1125 информации обратной связи.

На фиг.11 показан случай, когда приемник мобильной станции принимает информацию обратной связи и передатчик мобильной станции создает луч передачи с использованием весовых значений передачи $\underline{w}_{T,k}$, включенных в информацию обратной связи. Однако приемник мобильной станции и передатчик мобильной станции можно использовать как приемник базовой станции и передатчик базовой станции. Заметим, что вышеприведенное описание относится к приему информации обратной связи, включающей в себя весовые

значения передачи $w_{T,k}$, со ссылкой на фиг.3.

Согласно описанному выше, в соответствии с настоящим изобретением весовые значения можно формировать посредством двухэтапного способа формирования весового значения, согласно которому весовые значения формируются согласно схеме SM на этапе сходимости сигнала, и весовые значения формируются согласно схеме DD на этапе стабилизации сигнала, что позволяет быстро создавать весовые значения, имеющие минимальное значение СКО. Соответственно, можно точно сформировать луч приема, поэтому в приемнике принимаются только полезные сигналы, в результате повышается производительность системы. Кроме того, согласно настоящему изобретению весовые значения передачи, которые формируются в приемнике с использованием весовых значений приема, можно передавать в передатчик, чтобы передатчик мог использовать весовые значения передачи. Соответственно, необходимо, чтобы передатчик осуществлял отдельный процесс вычисления для вычисления весовых значений передачи, что позволяет снизить нагрузку для процесса вычисления.

Хотя изобретение показано и описано со ссылкой на определенные предпочтительные варианты его осуществления, специалисты в данной области могут предложить различные изменения, касающиеся формы и деталей, не выходя за рамки сущности и объема изобретения, определяемые прилагаемой формулой изобретения.

Формула изобретения

1. Способ передачи/приема сигналов в системе мобильной связи, использующей схему адаптивной антенной решетки со множеством входов и множеством выходов, причем способ содержит этапы, на которых

i) формируют в первом приемнике сжатый сигнал путем сжатия сигнала приема,

ii) вычисляют в первом приемнике весовое значение приема на основании сжатого сигнала для формирования луча приема для первого приемника и вычисляют в первом приемнике весовое значение передачи на основе вычисленного весового значения приема для формирования луча передачи для соответствующего первого передатчика,

iii) формируют в первом приемнике информацию обратной связи, включающую в себя весовое значение передачи, и

iv) передают посредством второго передатчика информацию обратной связи на соответствующий второй приемник.

2. Способ по п.1, в котором этап ii) включает в себя подэтапы, на которых

a) вычисляют весовое значение приема так, что луч приема формируется согласно заранее определенному управлению на основании сжатого сигнала, выходного сигнала, сформированного с использованием сигнала приема и луча приема, и весового значения приема,

b) вычисляют весовое значение приема согласно схеме постоянного модуля, если дифференциальное значение ошибки между значением ошибки в данный момент и значением ошибки в предыдущий момент превышает модуль первого, заранее определенного критического значения, или значение ошибки в данный момент больше или равно второму, заранее определенному критическому значению, и

c) вычисляют весовое значение приема согласно схеме, определяемой решением, если дифференциальное значение ошибки между значением ошибки в данный момент и значением ошибки в предыдущий момент меньше или равно модулю первого, заранее определенного критического значения и значение ошибки в данный момент меньше второго, заранее определенного критического значения.

3. Способ по п.1, в котором значение ошибки равно среднеквадратическому значению, выражающему разность между полезным сигналом, требуемым приемнику, и исходным сигналом.

4. Способ по п.1, в котором значение ошибки равно значению среднеквадратической ошибки, выражающему разность между полезным сигналом, требуемым приемнику, и исходным сигналом.

5. Способ передачи/приема сигналов в системе мобильной связи, использующей схему адаптивной антенной решетки с множеством входов и множеством выходов, причем способ содержит этапы, на которых

- i) принимают посредством первого приемника информацию обратной связи, переданную с соответствующего первого передатчика,
- ii) выявляют посредством второго передатчика весовое значение передачи из информации обратной связи, и
- iii) формируют луч передачи второго передатчика, соответствующий полученному весовому значению передачи, и передают посредством второго передатчика сигнал на соответствующий второй приемник с использованием луча передачи.

6. Способ передачи/приема сигналов в системе мобильной связи, включающий в себя первое устройство, имеющее первый передатчик и первый приемник, и второе устройство, имеющее второй передатчик и второй приемник, причем первое и второе устройства используют схему адаптивной антенной решетки со множеством входов и множеством выходов, причем способ содержит этапы, на которых

- i) формируют посредством первого приемника сжатый сигнал путем сжатия сигнала приема,
- ii) вычисляют посредством первого приемника весовое значение приема на основании сжатого сигнала для формирования луча приема первого приемника и вычисляют посредством первого приемника весовое значение передачи на основании вычисленного весового значения приема для формирования луча передачи второго передатчика,
- iii) формируют посредством первого передатчика информацию обратной связи, включающую в себя весовое значение передачи,
- iv) передают посредством первого передатчика информацию обратной связи на второй приемник,
- v) принимают посредством второго приемника информацию обратной связи, переданную с первого передатчика, и
- vi) определяют посредством второго передатчика весовое значение передачи из информации обратной связи, принятой во втором приемнике, формируют посредством второго передатчика луч передачи, соответствующий полученному весовому значению передачи, и передают посредством второго передатчика сигнал в первый приемник с использованием упомянутого сигнала и луча передачи.

7. Способ по п.6, в котором этап ii) включает в себя подэтапы, на которых

a) вычисляют весовое значение приема так, что луч приема формируется согласно заранее определенному управлению на основании сжатого сигнала, выходного сигнала, сформированного с использованием сигнала приема и луча приема, и весового значения приема,

b) вычисляют весовое значение приема согласно схеме постоянного модуля, если дифференциальное значение ошибки между значением ошибки в данный момент и значением ошибки в предыдущий момент превышает модуль первого, заранее определенного критического значения, или значение ошибки в данный момент больше или равно второму, заранее определенному критическому значению, и

c) вычисляют весовое значение приема согласно схеме, определяемой решением, если дифференциальное значение ошибки между значением ошибки в данный момент и значением ошибки в предыдущий момент меньше или равно модулю первого, заранее определенного критического значения и значение ошибки в данный момент меньше второго, заранее определенного критического значения.

8. Способ по п.6, в котором значение ошибки равно среднеквадратическому значению, выражающему разность между полезным сигналом, требуемым первому приемнику, и первоначальным сигналом.

9. Способ по п.6, в котором значение ошибки равно значению среднеквадратической ошибки, выражающему разность между полезным сигналом, требуемым первому приемнику, и первоначальным сигналом.

10. Система для передачи/приема сигналов в системе мобильной связи, использующей схему адаптивной антенной решетки с множеством входов и множеством выходов, причем система содержит блок сжатия для создания сжатого сигнала путем сжатия сигнала приема, сигнальный процессор для вычисления весового значения приема на основании сжатого сигнала для формирования луча приема первого приемника и вычисления весового значения передачи на основании вычисленного весового значения приема для формирования луча передачи для соответствующего первого передатчика,

генератор информации обратной связи для формирования информации обратной связи, включающей в себя весовое значение передачи, и

второй передатчик для передачи информации обратной связи к соответствующему второму приемнику.

11. Система по п. 10, в которой сигнальный процессор принимает сжатый сигнал, выходной сигнал, сформированный с использованием сигнала приема и луча приема, и весовое значение приема для вычисления весового значения приема согласно схеме постоянного модуля, если дифференциальное значение ошибки между значением ошибки в данный момент и значением ошибки в предыдущий момент превышает модуль первого, заранее определенного критического значения, или значение ошибки в данный момент больше или равно второму, заранее определенному критическому значению, и для вычисления весового значения приема согласно схеме, определяемой решением, если дифференциальное значение ошибки между значением ошибки в данный момент и значением ошибки в предыдущий момент меньше или равно модулю первого, заранее определенного критического значения и значение ошибки в данный момент меньше второго, заранее определенного критического значения, причем сигнальный процессор вычисляет весовое значение передачи на основании вычисленного весового значения приема.

12. Система для передачи/приема сигналов в системе мобильной связи, использующей схему адаптивной антенной решетки с множеством входов и множеством выходов, причем система содержит первый приемник для приема информации обратной связи, переданной с соответствующего первого передатчика, процессор информации обратной связи для определения весового значения передачи из информации обратной связи для формирования луча передачи, генератор луча передачи для формирования луча передачи, который соответствует полученному весовому значению передачи и используется для передачи сигнала к соответствующему второму приемнику, и второй передатчик для передачи сигнала к соответствующему приемнику с использованием упомянутого сигнала и луча передачи.

13. Система мобильной связи, использующая схему адаптивной антенной решетки с множеством входов и множеством выходов, причем система мобильной связи содержит первое устройство, включающее в себя первый передатчик и первый приемник, и второе устройство, включающее в себя второй передатчик и второй приемник, при этом первый приемник формирует сжатый сигнал путем сжатия сигнала приема, вычисляет весовое значение приема на основании сжатого сигнала для формирования луча приема первого приемника и вычисляет весовое значение передачи с использованием вычисленного весового значения приема для формирования луча передачи второго передатчика, тем самым, создавая информацию обратной связи, включающую в себя весовое значение передачи, первый передатчик передает информацию обратной связи во второй приемник, второй приемник принимает информацию обратной связи, и второй передатчик определяет весовое значение передачи из информации обратной связи, принятой во втором приемнике, и формирует луч передачи, соответствующий полученному весовому значению передачи, для передачи сигнала с использованием упомянутого сигнала и луча передачи.

14. Система мобильной связи по п. 13, в которой первый приемник включает в себя сигнальный процессор для приема сжатого сигнала, выходного сигнала, сформированного с использованием сигнала приема и луча приема, и весового значения приема для вычисления весового значения приема согласно схеме постоянного модуля, если

дифференциальное значение ошибки между значением ошибки в данный момент и значением ошибки в предыдущий момент превышает модуль первого, заранее определенного критического значения или значение ошибки в данный момент больше или равно второму, заранее определенному критическому значению, и для вычисления

5 весового значения приема согласно схеме, определяемой решением, если дифференциальное значение ошибки между значением ошибки в данный момент и значением ошибки в предыдущий момент меньше или равно модулю первого, заранее определенного критического значения и значение ошибки в данный момент меньше
10 второго, заранее определенного критического значения, причем сигнальный процессор вычисляет весовое значение передачи на основании вычисленного весового значения приема, генератор информации обратной связи для приема весового значения передачи и формирования информации обратной связи, включающий в себя весовое значение передачи, и генератор луча приема для формирования луча приема с использованием весового значения приема.

15 15. Система мобильной связи по п.13, в которой второй передатчик включает в себя процессор информации обратной связи для определения весового значения передачи из информации обратной связи и генератор луча передачи для формирования луча передачи с использованием весового значения передачи.

16. Система мобильной связи по п.13, в которой значение ошибки равно
20 среднеквадратическому значению, выражающему разность между полезным сигналом, требуемым приемнику, и первоначальным сигналом.

17. Система мобильной связи по п.13, в которой значение ошибки равно значению среднеквадратической ошибки, выражающему разность между полезным сигналом, требуемым первому приемнику, и первоначальным сигналом.

25

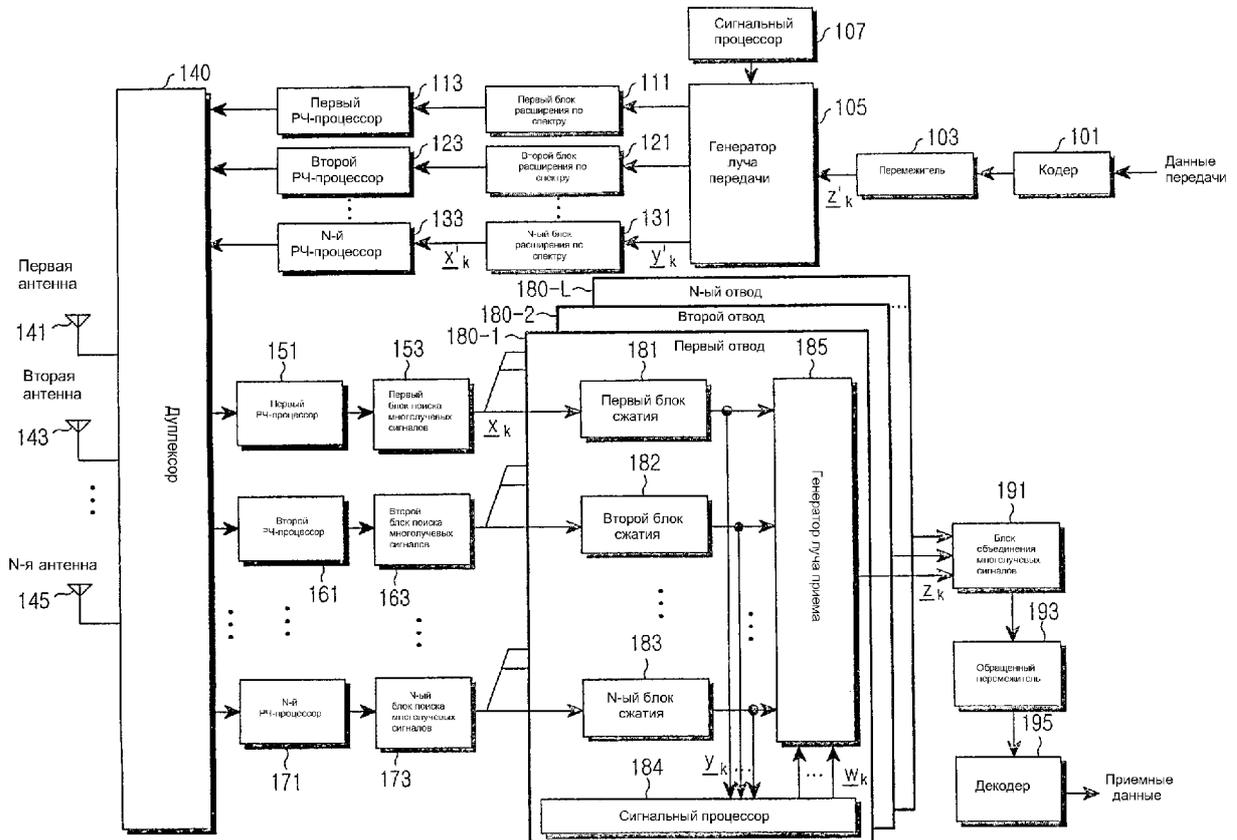
30

35

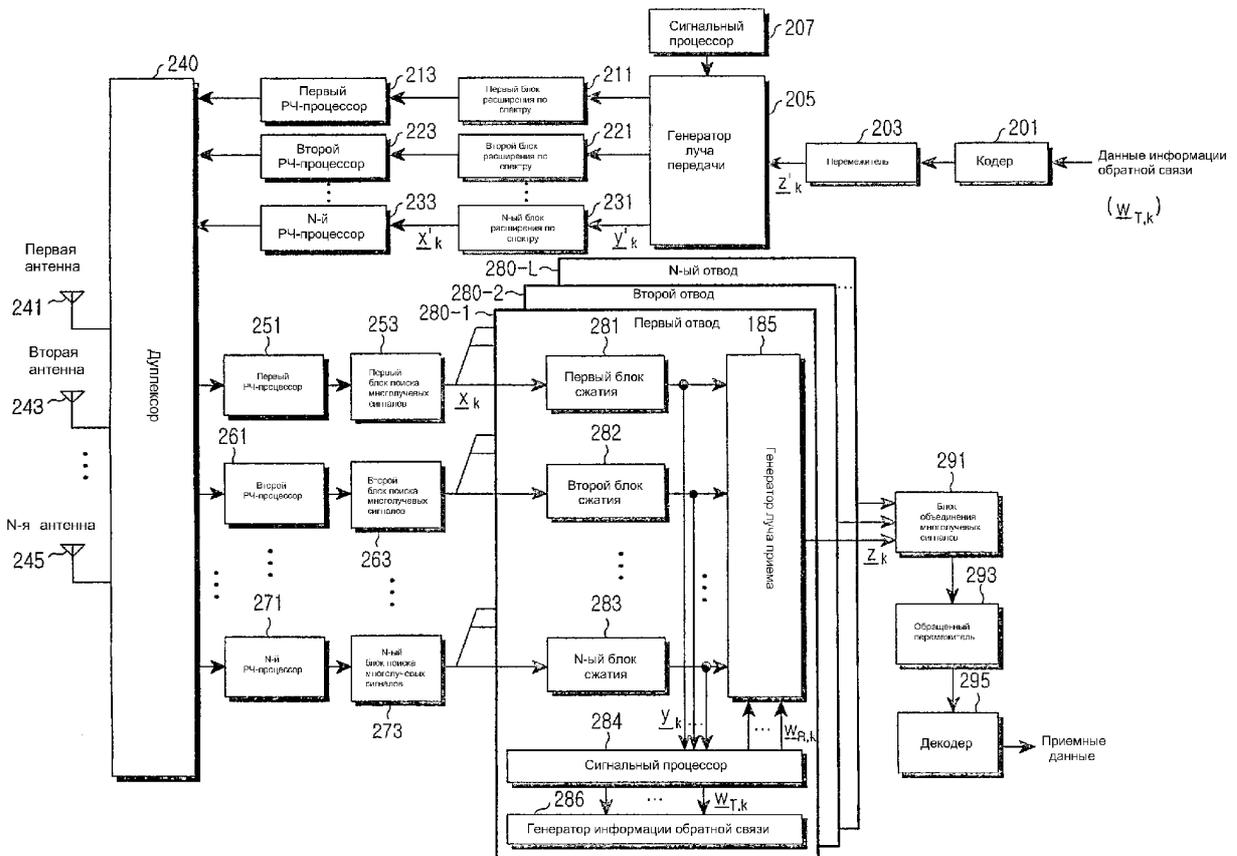
40

45

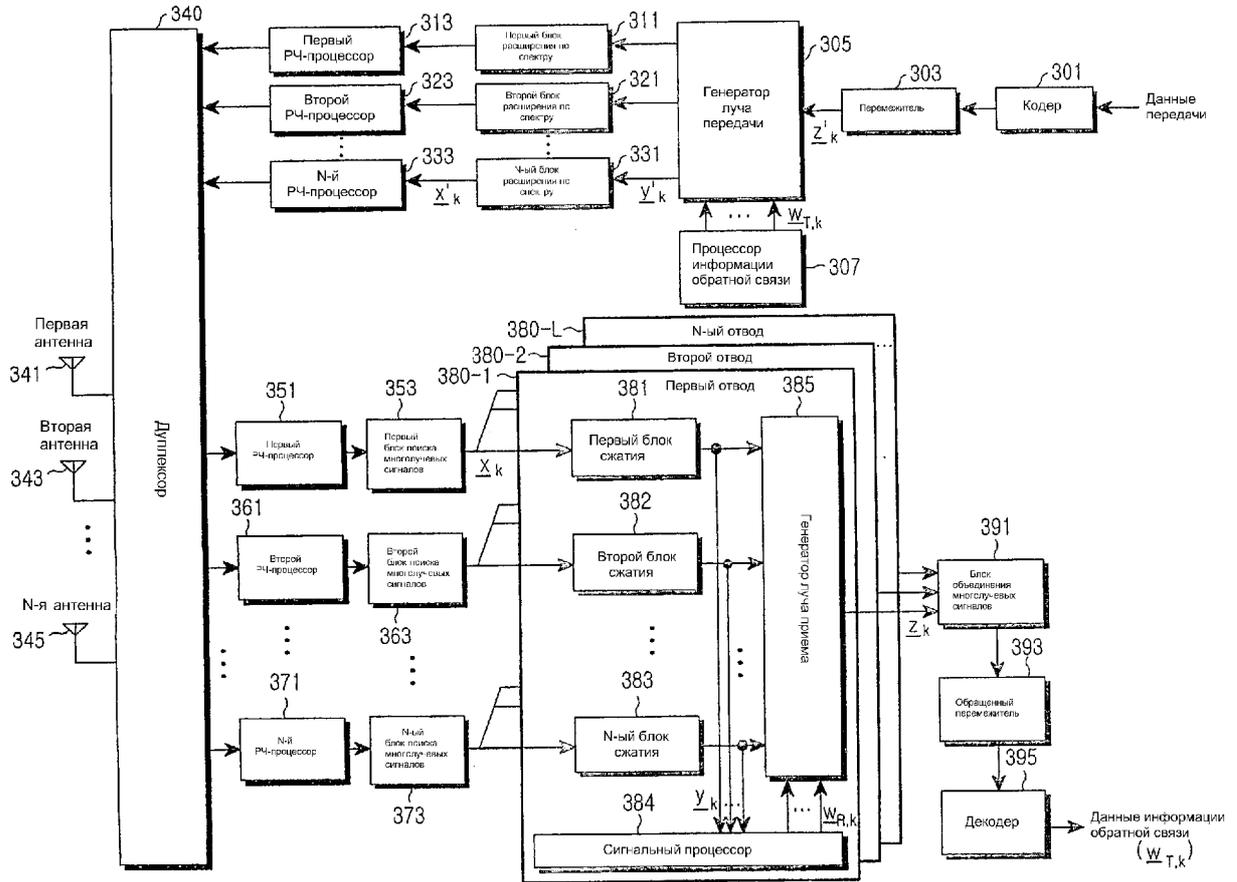
50



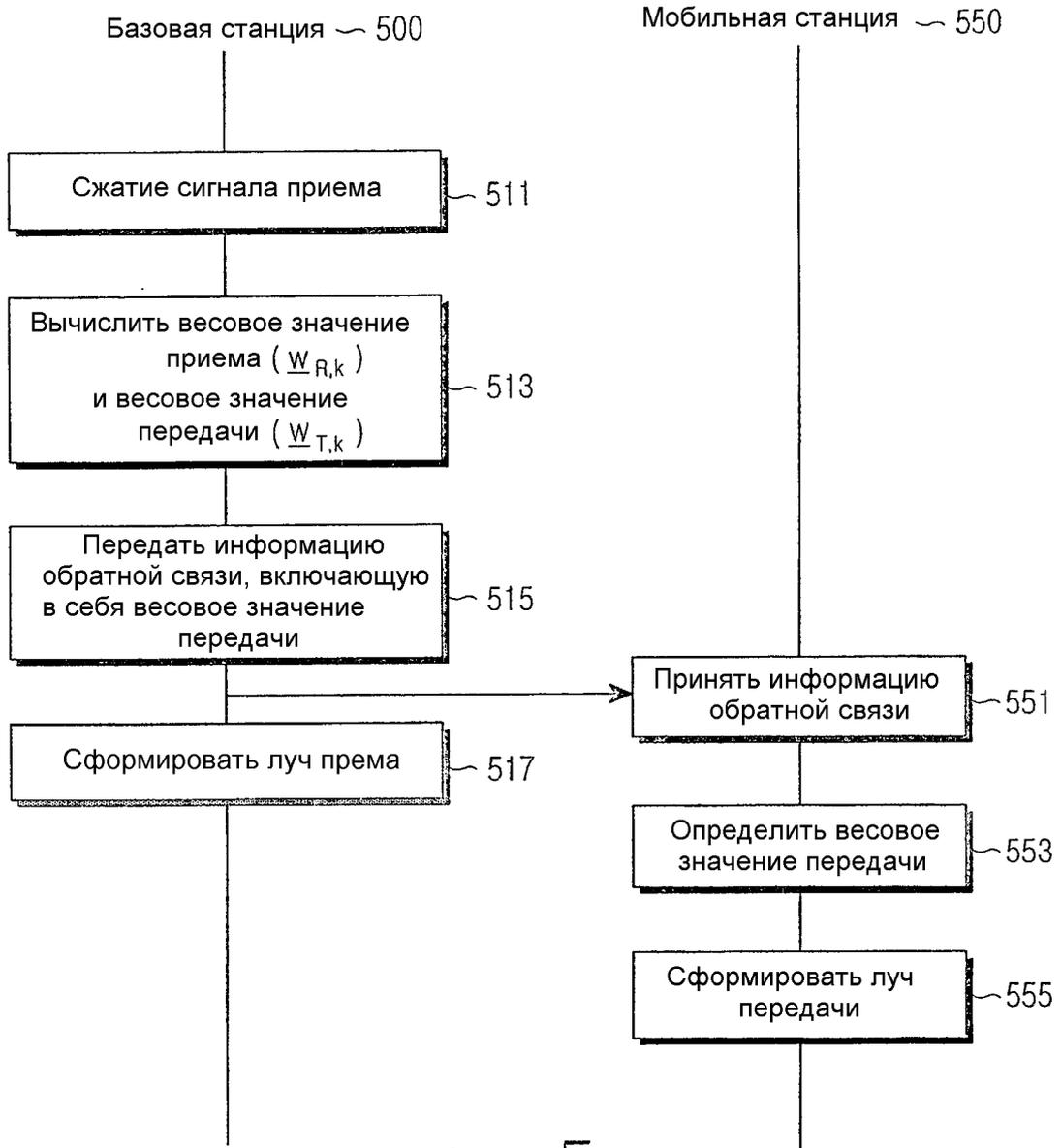
Фиг. 1



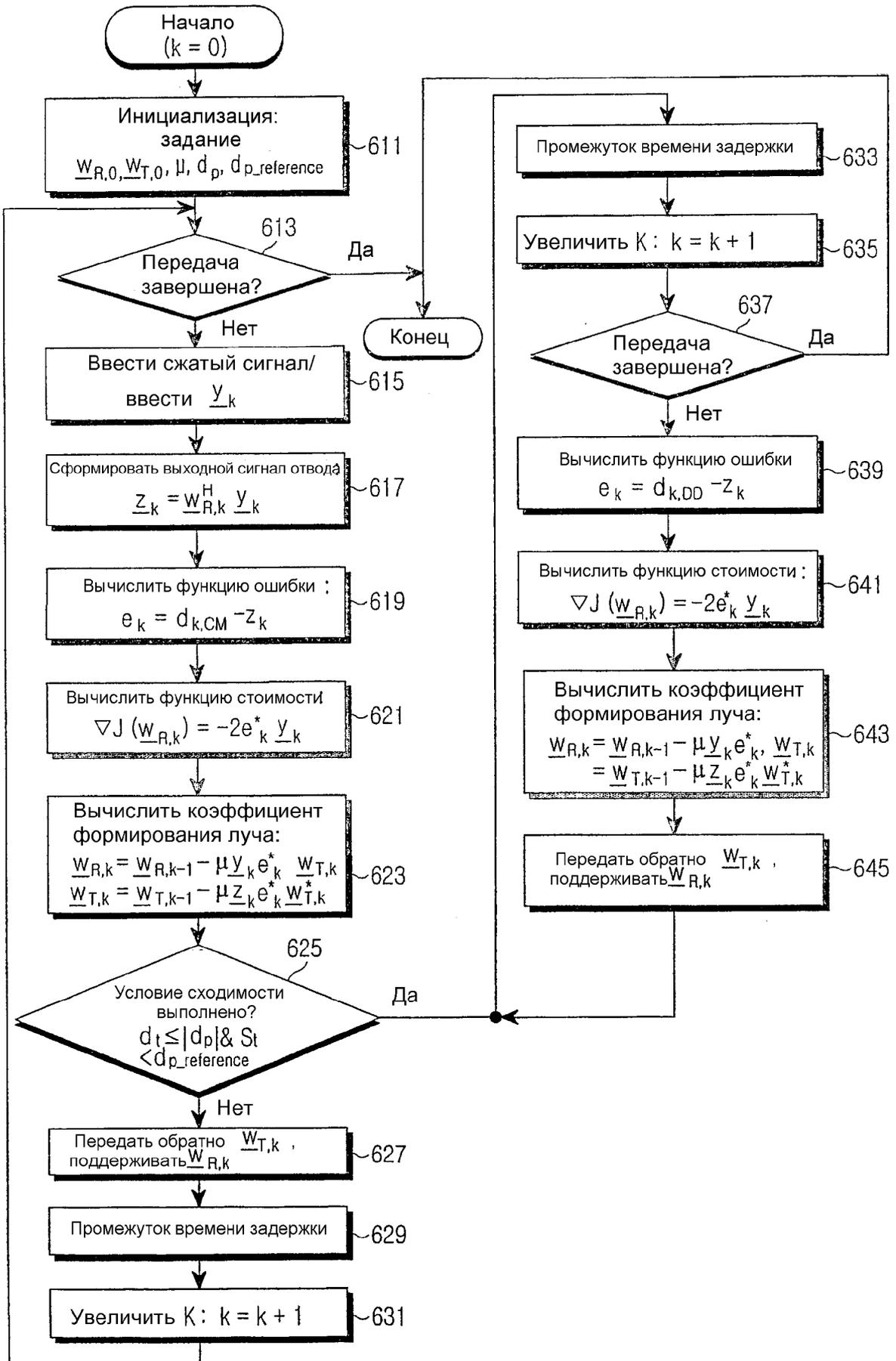
Фиг. 2



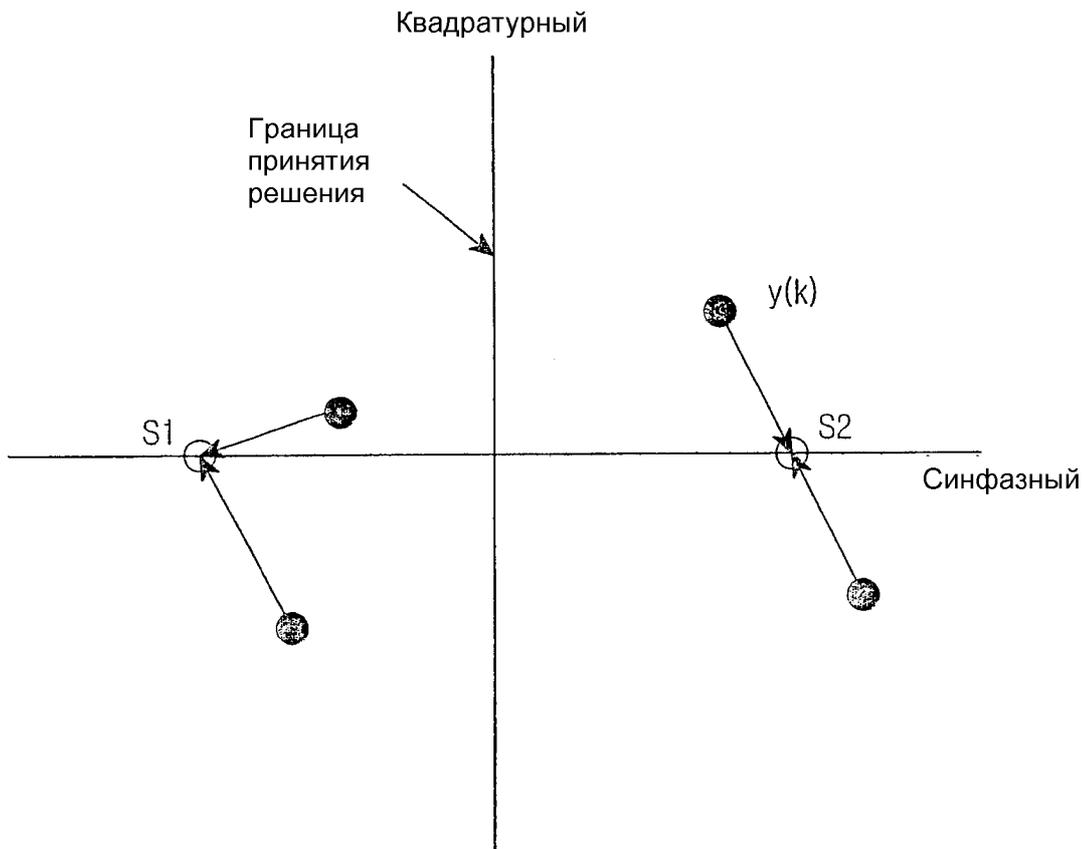
Фиг. 3



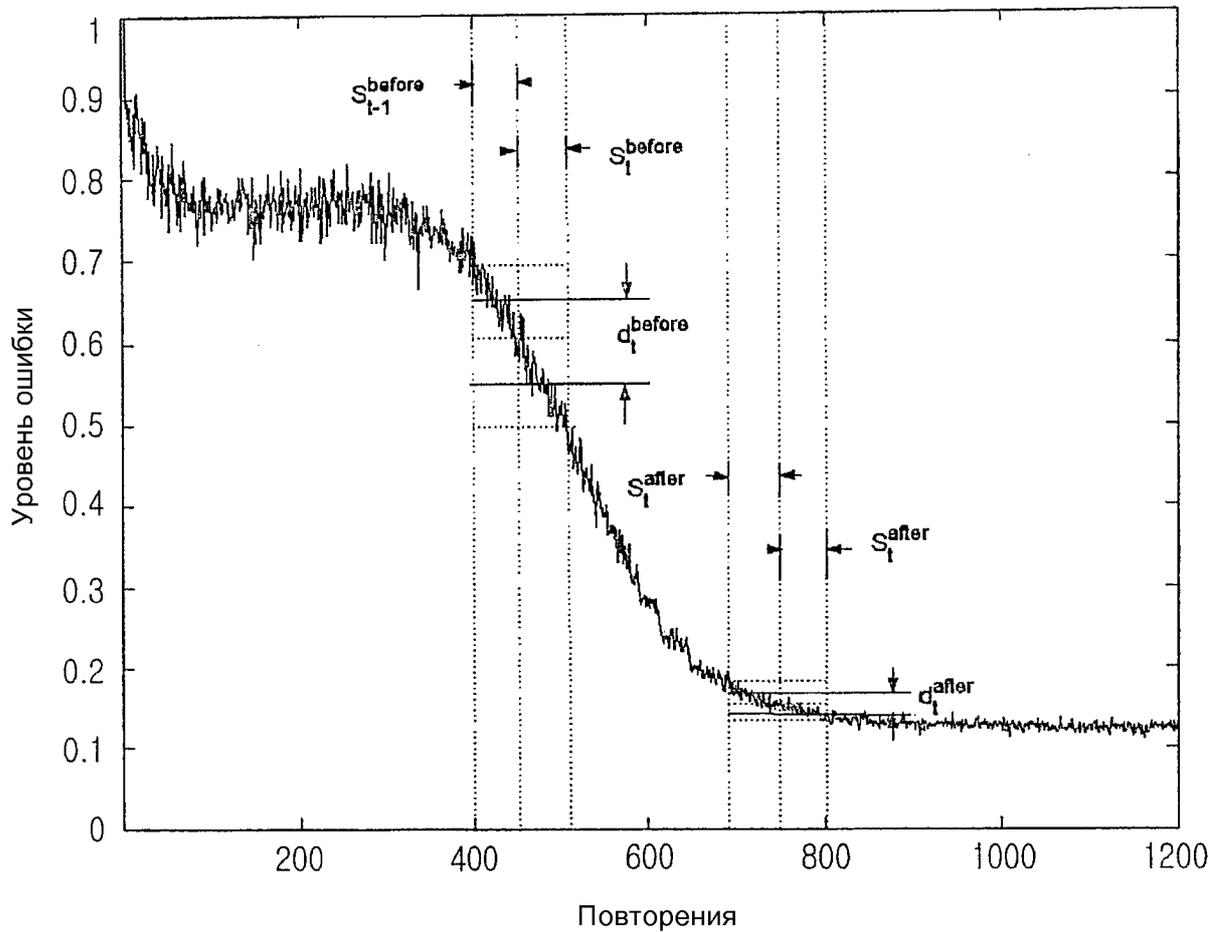
Фиг. 5



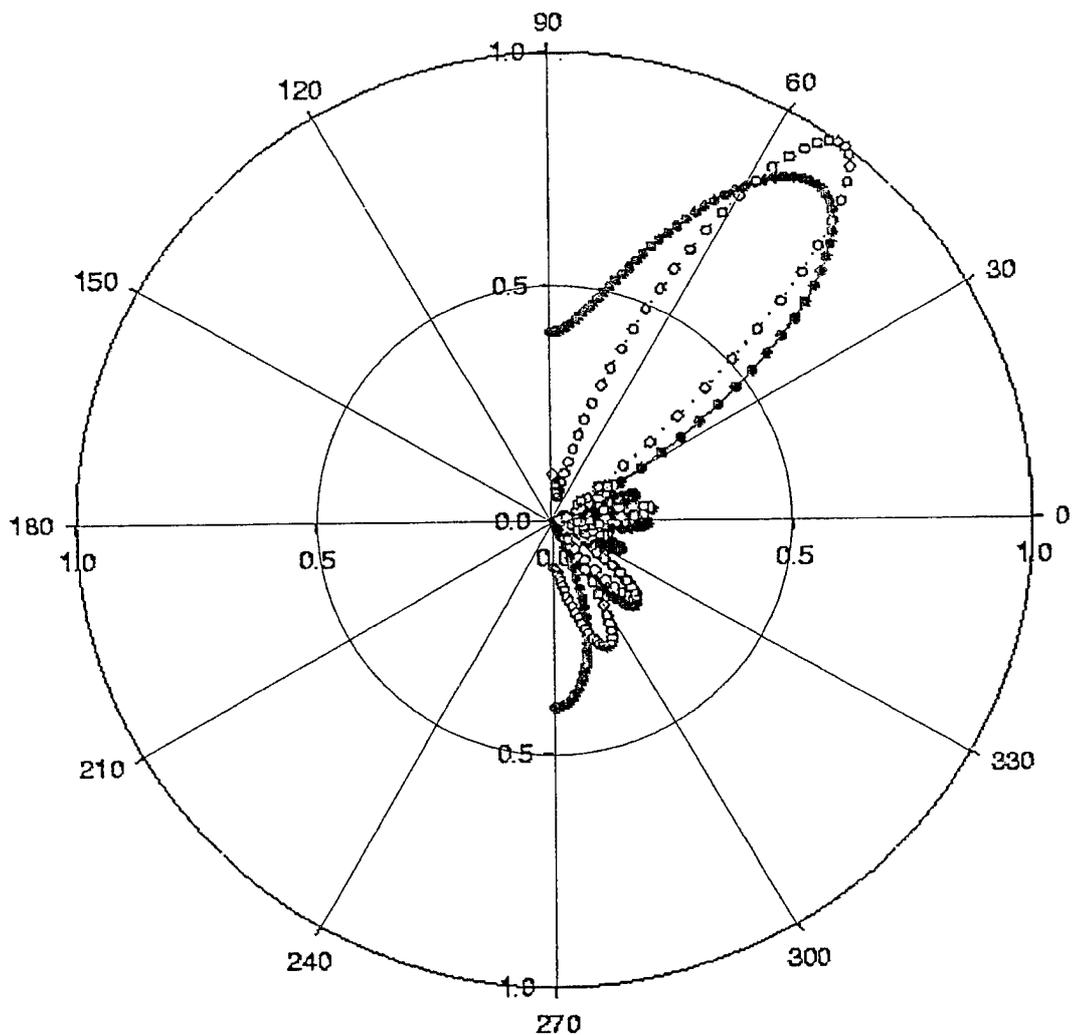
Фиг. 6



Фиг .7

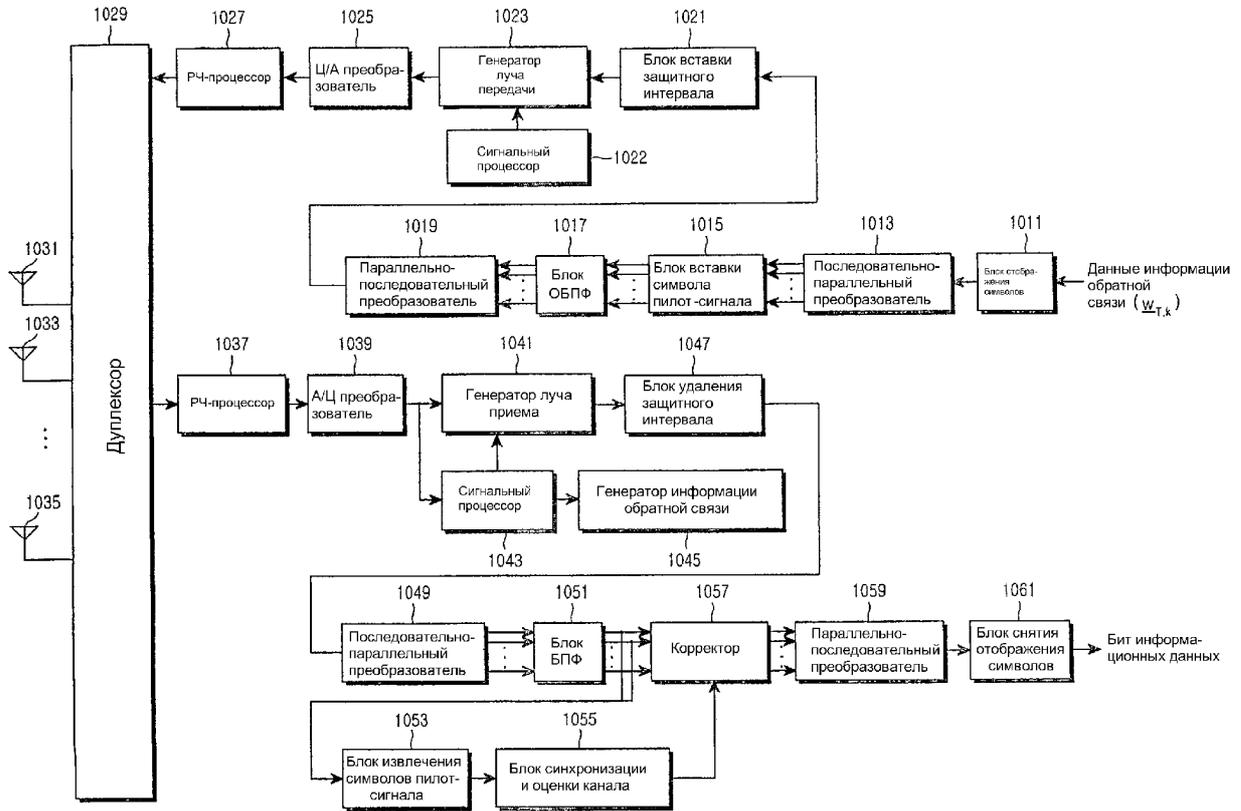


ФИГ. 8

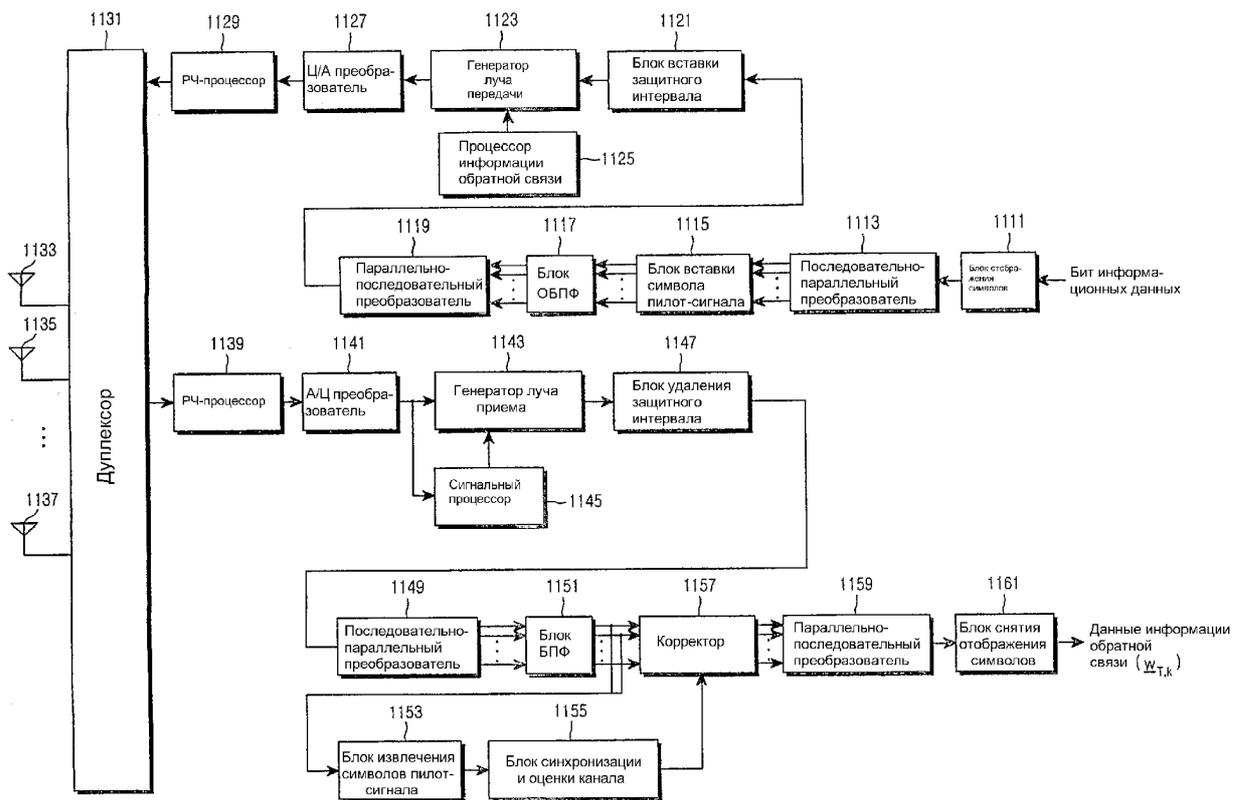


—●— : Шесть приемных антенн
- □ - ; Десять приемных антенн

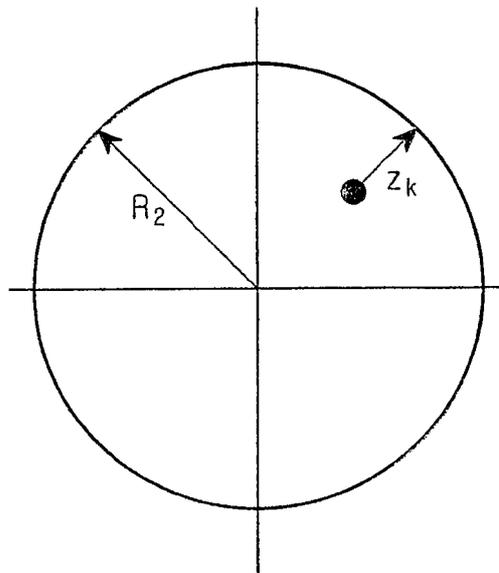
Фиг .9



Фиг.10



Фиг.11



Фиг.12