(19) **RU** (11) **2 107 989** (13) **C1**

(51) МПК[6] **H 04 B 7/04**

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

(21), (22) Заявка: 95109926/09, 24.08.1994

(30) Приоритет: 27.08.1993 US 112.392

(46) Дата публикации: 27.03.1998

(56) Ссылки: US, патент 4901307, кл. H 04 B 7/26, 1990.

(86) Заявка PCT:
US 94/09657 (24.08.94)

(71) Заявитель:
Квэлкомм Инкорпорейтед (US)

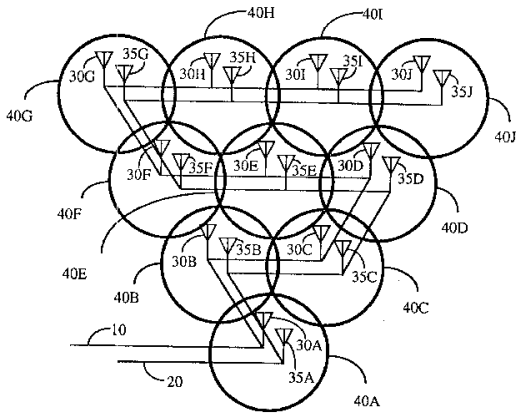
(72) Изобретатель: **Ричард Ф.Дин[US], Франклин П.Антонио[US], Клейн С.Гилхаусен[US], Чарлз И.Уитли III[US]**

(73) Патентообладатель:
Квэлкомм Инкорпорейтед (US)

(54) АНТЕННАЯ СИСТЕМА И БАЗОВАЯ СТАНЦИЯ СИСТЕМЫ СВЯЗИ И СПОСОБ СОЗДАНИЯ В НЕЙ МНОГОЛУЧЕВОГО РАСПРОСТРАНЕНИЯ ПЕРЕДАВАЕМЫХ СИГНАЛОВ

(57) Реферат:

Распределенная антенная система используется в системе для обеспечения многолучевых сигналов, облегчает разнесение сигнала для повышения характеристик системы. Каждый узел антенны содержит более, чем одну антенну. Каждая антенна в общем узле обеспечивает формирование тракта с отличной от других задержкой к базовой станции. 10 с. и 37 з.п. ф-лы, 11 ил.



RU 2107989 C1

RU 2107989 C1

(19) **RU** (11) **2 107 989** (13) **C1**

(51) Int. Cl.[6] **H 04 B 7/04**

RUSSIAN AGENCY
FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21), (22) Application: 95109926/09, 24.08.1994

(30) Priority: 27.08.1993 US 112.392

(46) Date of publication: 27.03.1998

(86) PCT application:
US 94/09657 (24.08.94)

(71) Applicant:
Kvehlkomm Inkorporejted (US)

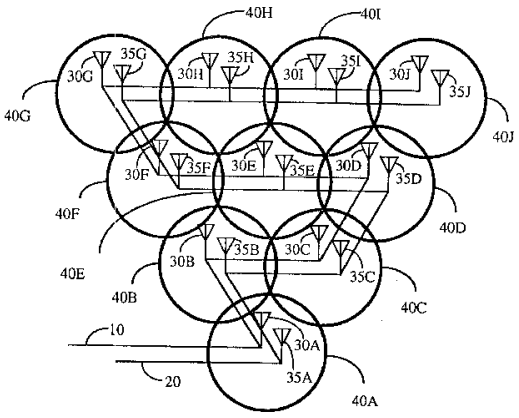
(72) Inventor: Richard F.Din[US],
Franklin P.Antonio[US], Klejn
S.Gilkhausen[US], Charlz I.Uitli III[US]

(73) Proprietor:
Kvehlkomm Inkorporejted (US)

(54) ANTENNA SYSTEM AND BASE STATION OF COMMUNICATION SYSTEM; METHOD FOR PRODUCING MULTIBEAM TRANSMITTED-SIGNAL PROPAGATION IN IT

(57) Abstract:

FIELD: antenna engineering. SUBSTANCE: each antenna assembly has more than one antenna. Each antenna of assembly ensures formation of channel passing signals at delay other than that in other channels. EFFECT: facilitated signal separation to improve system characteristics. 47 cl, 11 dwg



RU 2107989 C1

RU 2107989 C1

Настоящая заявка является частично продолжающейся заявкой совместно рассматриваемой заявки на патент США N 07/849651, поданной 9 марта 1992 г. на "Микросотовую телефонную систему с многостанционным доступом с кодовым разделением каналов и распределенную антенную систему для нее, которая является продолжением заявки на патент США N 07/621118, 1990 г. с тем же названием, и, как таковая, относится к телефонным системам. Настоящее изобретение относится к системам связи, конкретнее, к находящимся в помещении системам связи, включающим в себя сотовые телефоны, службы персональной связи (СПС), учрежденческую радиотелефонную станцию (УТС) и беспроволочные местные радиотелефонные системы. Более конкретно, настоящее изобретение относится к новой и усовершенствованной антенной системе для микросотовых систем связи для обеспечения внутренних связей с использованием сигналов с расширенным спектром.

Уровень техники. Использование методов модуляции многостанционного доступа с кодовым разделением каналов (МДКР) является одним из нескольких путей для обеспечения связи с участием большого числа системных пользователей. В технике известны и другие методы, применяемые в системах связи с многостанционным доступом, такие как расширение спектра за счет скачкообразной перестройки частоты, многостанционный доступ с временным разделением каналов (МДВР), многостанционный доступ с частотным разделением каналов (МДЧР) и методы амплитудной модуляции, такие как модуляция с одной боковой полосой (ОБП) с амплитудным компандированием.

Метод модуляции с расширением спектра в МДКР имеет заметные преимущества над этими методами модуляции для систем связи с многостанционным доступом. Использование метода МДКР в системах связи с многостанционным доступом рассматривается в патенте США N 4901307, 1990 г. на "Систему связи с расширенным спектром с многостанционным доступом" того же патентообладателя, что и в настоящем изобретении.

В вышеупомянутом патенте рассматривается метод многостанционного доступа, при котором большое число пользователей подвижных телефонных систем с приемопередатчиком в каждой из них осуществляют связь через спутниковые ретрансляторы или наземные базовые станции (называемые также станциями сотовых центров, сотовыми центрами или, для краткости, ячейками), используя сигналы связи с расширенным спектром при многостанционном доступе с кодовым разделением каналов (МДКР). При использовании связи с МДКР частотный спектр может использоваться повторно много раз, что позволяет повысить пропускную способность для пользователей системы. Применение МДКР повышает эффективность использования спектра в гораздо более высокой степени, чем при использовании других методов многостанционного доступа.

Сигналы, распространяющиеся в наземных каналах, подвержены замираниям, характеризуемым как Рэлеевские замирания. Рэлеевская характеристика замираний сигнала, распространяющегося в наземном канале, обусловлена тем, что сигнал многократно отражается от различных неоднородностей, встречающихся в окружающей среде. В результате сигнал поступает в приемник подвижной установки со многих направлений с разными задержками передачи. В диапазоне ультравысоких частот (УВЧ), обычно используемом для подвижной радиосвязи, включая и сотовые подвижные телефонные системы, могут иметь место значительные фазовые различия в сигналах, проходящих по различным трассам. Возможность неблагоприятного сложения сигналов может привести к глубоким замираниям, возникающим случайными образом.

Замирание сигналов в наземном канале распространения очень сильно зависит от реального положения подвижной установки. Небольшое изменение в положении подвижной установки изменяет физические задержки на всех трассах распространения сигналов, что проявляется в различных фазах для каждой трассы. Таким образом, перемещение подвижной установки в среде может сопровождаться очень быстрыми замираниями. Например, в диапазоне радиочастот 850 МГц сотовой связи эти замирания характеризуются типовым значением - одно замирание в секунду для скорости транспортного средства одна миля в част. Такие сильные замирания могут обусловить очень сильные искажения сигналов в наземном канале, приводя к низкому качеству связи. Проблему замираний можно решить использованием дополнительной мощности передатчика. Однако такое увеличение мощности неблагоприятно влияет как на пользователя вследствие избыточного потребления мощности, так и на систему вследствие увеличения взаимных помех.

Метод расширения спектра с использованием последовательности для непосредственной модуляции несущей для МДКР, рассмотренной в патенте США N 4901307, дает дополнительные преимущества по сравнению с методами узкополосной модуляции, используемыми в системах связи со спутниковыми или наземными ретрансляторами. Наземный канал ставит особые проблемы перед любой системой связи, особенно с точки зрения многолучевых сигналов. Использование метода МДКР позволяет преодолеть эти проблемы наземного канала смягчением неблагоприятных эффектов многолучевого распространения, например, замираний, используя в то же время его преимущества.

В системе связи с МДКР один и тот же широкополосный частотный канал может использоваться для связи всеми базовыми станциями. Обычно используется схема с МДЧР, где одна частотная полоса используется для связи от базовых станций на удаленные или подвижные станции (прямой канал связи) и другая - для связи от удаленных или подвижных станций на базовые станции (обратный канал связи). Свойства сигналов, используемых в системах с МДКР, которые обеспечивают выигрыш в отношении сигнал/шум при обработке

RU 2107989 C1

RU 2107989 C1

сигналов, используются также для селекции сигналов, занимающих одну и ту же частотную полосу. Кроме того, высокоскоростная псевдошумовая (ПШ) модуляция позволяет разделить сигналы множества трасс распространения при условии, если различие в задержках на трассах превосходит длительность ПШ элемента, т.е. величину, обратную ширине полосы. Если в системе МДКР используется частота следования ПШ элементов примерно 1 МГц, то полный выигрыш в отношении сигнал/шум, получаемый при обработке сигналов с расширенным спектром и определяемый отношением ширины расширенного спектра к частоте передачи данных в системе, может использоваться для различения трасс, которые отличаются друг от друга по задержке на трассе более чем на одну микросекунду. Разность в задержке на трассе в одну микросекунду соответствует разности расстояний для трасс, примерно равной 1000 футов (300 м). Городская среда обычно обуславливает разностные задержки на трассе, превышающие 1 мкс, а в некоторых районах отмечены разностные задержки до 10 - 20 мкс.

В системах с узкополосной модуляцией, таких как аналоговая частотная модуляция (ЧМ), используемых в обычных телефонных системах, наличие множества трасс, распространение сигналов приводит к сильным многолучевым замираниям. Однако с помощью широкоплосной модуляции МДКР в процессе демодуляции можно различить различные трассы распространения. Это различие существенно снижает проблемы, связанные с замираниями, обусловленными многолучевым распространением. При использовании метода различения с применением МДКР многолучевые замирания не устраняются полностью, потому что для конкретных систем существуют случайные трассы с разностями задержек меньшей длительности ПШ элемента. Сигналы с задержками на трассе такого порядка не могут различаться в демодуляторе, в результате сохраняется некоторый уровень замираний.

Поэтому в таких системах связи желательно, чтобы был обеспечен какой-либо вид разнесения, что позволило бы системе уменьшить замирания. Разнесения являются одним из методов снижения вредного влияния замираний. Существуют три основных типа разнесения: временное, частотное и пространственное.

Временное разнесение обеспечивается использованием повторения, временного перемежения и кодирования с обнаружением и исправлением ошибок, представляющего собой особую форму повторения. Настоящее изобретение использует каждый из этих методов как форму временного разнесения.

Сигналы МДКР, будучи по своей природе широкополосными сигналами, характеризуют собой особую форму частотного разнесения путем распределения энергии сигнала по широкому диапазону. Поэтому частотно-селективные замирания воздействуют лишь на малую часть диапазона сигналов МДКР.

Пространственное (или лучевое) разнесение получается путем обеспечения множества сигнальных трасс по одновременным линиям связи от подвижных пользователей через две или более базовые станции. Кроме того, лучевое разнесение можно получить посредством использования среды многолучевого распространения при обработке расширенного спектра путем раздельного приема и обработки сигналов, приходящих с различными задержками распространения. Примеры лучевого разнесения представлены в патенте США N 5101501, 1992, на "Плавное перераспределение каналов связи в сотовой телефонной системе МДКР", и в патенте США N 5109390, 1992, на "Приемник с разнесением для сотовой телефонной системы связи МДКР", того же патентообладателя, что и в настоящее изобретение.

Вредные влияния замираний могут быть, кроме того, снижены до некоторой степени в системе МДКР путем управления мощности передатчика. Замирание, которое уменьшает мощность, принимаемую базовой станцией от подвижной установки, можно скомпенсировать увеличением мощности, передаваемой подвижной станций. Функция управления мощностью действует в соответствии с постоянной времени. В зависимости от постоянной времени цепи управления мощностью и от длительности времени замирания система может компенсировать замирание увеличением мощности передачи подвижной установки. Система для управления мощностью базовой станции и подвижной установки описана в совместно поданном патенте США N 5056109, опубликованном 8 октября 1991, на "Способ и устройство для управления мощностью передачи в сотовой подвижной телефонной системе МДКР", также того же патентообладателя, что и настоящее изобретение.

Наличие многолучевого распространения может обеспечить лучевое разнесение для системы с широкополосным ПШ сигналом МДКР. Если имеются две или более трассы с различными задержками на трассе больше, чем длительность одного ПШ элемента, то можно использовать два или более ПШ приемников для раздельного приема этих сигналов на единичной базовой станции или подвижной установке. Поскольку эти сигналы, как правило, независимы по многолучевым замираниям, т. е. обычно не замирают вместе, выходные сигналы двух приемников могут объединяться с использованием разнесения. Эффективность системы снижается только в том случае, если оба приемника испытывают замирание в одно и то же время. Следовательно, в соответствии с одним аспектом (настоящего изобретения) предусматриваются два или более ПШ приемников вместе с объединителем сигналов разнесения. Для использования существующих многолучевых сигналов, чтобы исключить замирания, необходимо использовать сигнал определенной формы, который обеспечит выполнение операции объединения сигналов лучевого разнесения.

Способ и система для формирования ПШ последовательностей, которые обеспечивают ортогональность между пользователями и снижение взаимных помех, рассмотрены в патенте США N 5103459, 1992, на "Систему и способ для генерирования форм сигналов для сотовой подвижной телефонной системы МКДР", того же патентообладателя, что и

RU 2107989 C1

RU 2107989 C1

настоящее изобретение. Использование этого способа для снижения взаимных помех обеспечивает более высокую пропускную способность пользователям системы и более высокую эффективность канала связи. Для ортогональных ПШ кодов взаимная корреляция равна нулю на заранее заданном временном интервале, что проявляется в отсутствии взаимовлияния между ортогональными кодами, при обеспечении условия, что временные кадры кодов выровнены по времени друг с другом.

В упомянутых патентах и заявках на патенты рассмотрен новый метод многостанционного доступа, при котором большое число пользователей телефонной системы на подвижных установках осуществляют связь через спутниковый ретранслятор или наземные станции, используя модуляцию с расширением спектра в системе многостанционного доступа с кодовым разделением каналов, что обеспечивает многократное использование спектра. В результате системы характеризуется гораздо более высокой эффективностью использования спектра, чем при использовании известных методов многостанционного доступа.

В сотовых телефонных системах большой географический район обеспечивается мобильным телефонным обслуживанием с использованием нескольких базовых станций, каждая из которых перекрывает соответствующую ячейку, а набор ячеек обеспечивает перекрытие всего географического района. Если требования по обслуживанию превосходят пропускную способность, обеспечиваемую набором базовых станций, перекрывающих некоторую область, ячейки подразделяются на более мелкие ячейки и добавляются дополнительные базовые станции. Этот процесс может выполняться до тех пор, пока в распоряжении основных областей метрополий не окажется около 400 базовых станций.

В дальнейшем развитии идеи сотового телефона желательно получить набор очень малых ячеек, называемых микроячейками, которые могли бы перекрыть очень ограниченную область пространства. Обычно считается, что такие области ограничиваются одним этажом в учрежденческом здании, а подвижное телефонное обслуживание можно рассматривать как телефонную систему с батарейным питанием, которая может быть (или не быть) совместимой с подвижной сотовой телефонной системой. Рациональное обоснование обеспечения такого обслуживания такое же, как и для использования системы учрежденческой телефонной станции (УТС). Такие системы предоставляются для недорогого телефонного обслуживания для большого числа вызовов между телефонами в учреждении с обеспечением упрощенного набора номера для внутренних телефонных номеров. Предусмотрены также несколько линий для подключения системы УТС к телефонной системе общего пользования, обеспечивая установление связи (вызовы и прием вызовов) между телефонами в системе УТС и внешними телефонами. Для микросотовой системы желательно обеспечить такой же уровень обслуживания, но дополнительно предусмотреть возможность работы от батарейного питания в режимах обслуживания УТС.

В условиях применения внутренних (учрежденческих) систем связи задержки на трассе распространения сигнала обычно много короче по длительности, чем в системах связи, работающих во внешней среде. В зданиях и в других подобных средах где используют внутренние системы связи, необходимо использовать форму разнесения сигналов, которая обеспечит различение многолучевых сигналов.

Основной задачей, решаемой рассматриваемым изобретением, является создание простой антенной системы, которая обеспечивает высокую пропускную способность, простоту установки, хорошее перекрытие обслуживаемой области и высокую эффективность. Другая задача, решаемая настоящим изобретением, состоит в том, чтобы обеспечить вышеуказанное перекрытие при сохранении совместимости с подвижной сотовой системой и при использовании пренебрежимо малой части пропускной способности подвижной системы. Это достигается в рассматриваемом изобретении совместным использованием пропускной способности системы МДКР с новой распределенной антенной конструкцией, которая локализует излучение в очень ограниченной и точно контролируемой области.

Реализация метода связи с расширенным спектром, в частности метода МДКР, в среде типа учрежденческих помещений обеспечивает свойства, увеличивающие надежность системы и ее пропускную способность по сравнению с другими системами связи. Вышеупомянутый метод МДКР, кроме того, позволяет преодолеть такие проблемы, как замирание и взаимные помехи. Соответственно метод МДКР еще больше способствует многократному использованию частот, тем самым обеспечивая существенное увеличение числа пользователей системы.

Краткое описание изобретения. Ключевым аспектом в осуществлении внутренней (учрежденческой) системы связи является использование сдвоенного набора распределенных антенн по настоящему изобретению. В соответствии с этой концепцией, два набора антенн запитываются общим сигналом всего лишь с обработкой по времени задержки для различения сигналов. Выход передачи базовой станции подается на ряд антенных элементов, например с помощью коаксиального кабеля. Антенные элементы подключены к кабелю с использованием делителей мощности. Результирующие сигналы, при необходимости усиленны и преобразованные по частоте, подаются к антеннам. Характерными свойствами такой распределенной антенной системы являются следующие:

1) простая и экономичная конструкция сдвоенного антенного узла;

2) соседние антенны имеют временные задержки, введенные в структуру системы питания, так что сигналы, принятые или переданные с соседних антенн, являются различимыми при ПШ временной обработке;

3) использование способности сигналов МДКР с ПШ модуляцией различать

RU 2107989 C1

RU 2107989 C1

многолучевое распространение;

4) создание преднамеренного многолучевого распространения, которое удовлетворяет критерию различения.

В настоящем изобретении два набора антенных кабелей размещены параллельно, создавая тем самым цепочки узлов, содержащих по два антенных элемента. Сигналы, переданные с антенн различных антенных элементов на общем узле, имеют различные задержки на трассе между базовой станцией и антенной. Антенные элементы могут содержать схему понижающего преобразования частоты, тем самым снижая потери кабельных трактов между антенными элементами и базовой станцией и давая возможность использовать приборы с поверхностной акустической волной (ПАВ) в качестве элементов задержки.

Другое преимущество состоит в том, что для установки требуется лишь незначительное переоборудование в соответствии с местом установки. В обычных условиях размещение антенны определяется только физическими ограничениями вместе с требованием того, что каждое местоположение, где желательно обслуживание, должно быть перекрыто набором из двух антенн. Речь не идет о перекрытии наложением диаграмм направленности антенн. Фактически перекрытие с наложением диаграмм желательно потому, что оно обеспечивает реализацию режима работы с разнесением для всех терминалов в перекрытой с наложением области, что, однако, не является необходимым.

Преимущества концепции распределенных антенн становятся ясными, принимая во внимание простоту оборудования базовых станций, требуемого для обеспечения связи внутри помещения, с помощью систем сотовой телефонной связи, учрежденческой радиотелефонной связи, локальной цепи радиосвязи или домашнего радиотелефона.

Признаки, цели и преимущества настоящего изобретения станут более понятны из подробного нижеприведенного описания.

На фиг. 1 - примерные диаграммы направленности распределенной антенной системы по настоящему изобретению; на фиг.2 - структурная схема распределенной антенной системы со сдвоенными элементами и интерфейса базовой станции; на фиг.3 - структурная схема распределенной антенной системы с Ш-образной структурой, альтернативной системе по фиг.2; на фиг.4 - структурная схема передатчика выносной или подвижной установки; на фиг.5 - структурная схема распределенной антенной системы со сдвоенными элементами с альтернативным интерфейсом базовой станции; на фиг.6 - структурная схема микросотовой базовой станции; на фиг.7 - структурная схема распределенной антенной системы, использующей структуру активных элементов; на фиг.8 - альтернативная структурная схема распределенной антенной системы, использующей структуру активных элементов; на фиг.9 - структурная схема распределенной антенной системы со сдвоенными элементами, содержащей три параллельных решетки антенн; на фиг.10 - структурная схема размещения распределенной антенной системы со сдвоенными элементами, содержащей множество параллельных решеток; на фиг. 11 - структурная схема распределенной антенной системы, содержащей две параллельных решетки антенн, и базовой станции со множеством независимых приемников.

Предпочтительные выполнения. Одиночный набор антенн и элементов задержки представляет собой базовую реализацию функции распределенной антенны. Подробное описание одиночного набора антенн содержится в упомянутой выше заявке на патент США N 07/849651. Однако система с одиночным набором антенн может обусловить снижение качества обслуживания, чего можно избежать с помощью сдвоенного набора антенн. Система МДКР (для достижения высокой пропускной способности) использует механизм прямого управления мощностью. Каждая подвижная установка передает мощность, достаточную для связи с антенной при наименьших потерях в трассе к подвижной установке. Связь со всеми другими антеннами будет осуществляться с использованием энергии меньше оптимальной.

Воздействия многолучевого замирания могут вызывать кратковременное ухудшение качества обслуживания, если подвижная установка размещена в непосредственной близости к первой антенне и на несколько большем удалении от других антенн. При этих условиях подвижная установка передает энергию, достаточную для связи с первой антенной, но недостаточную для надежной связи с удаленными антеннами. Если при этом условии подвижная установка внезапно испытает резкое многолучевое замирание по отношению к первой антенне, то сниженный уровень сигнала в первой антенне и низкий уровень сигнала на удаленных антеннах могут вызвать ухудшение в обслуживании. Связь между базовой станцией и подвижной установкой будет субоптимальной до тех пор, пока цепь управления мощностью не увеличить передаваемую с подвижной установки мощность или пока подвижная установка не переместится для снижения влияния многолучевого замирания.

Субоптимальность характеристики, полученной вышеописанным образом, может быть смягчена размещением в каждом узле двух антенн. Таким образом, в противоположность равномерно распределенным одиночным антеннам, подвижная установка в общем случае имеет одинаковое удаление, а следовательно, и потери на трассе, для пары рядом расположенных антенн. Если подвижная установка размещена в непосредственной близости от пары рядом расположенных антенн и на некотором большом удалении от других антенн и если подвижная установка внезапно испытывает резкое замирание, обусловленное многолучевостью, по отношению к одной из рядом расположенных антенн, то вторая рядом расположенная антенна должна иметь достаточный уровень сигнала для поддержания связи с подвижной установкой без ухудшения.

Чтобы получить набольший выигрыш от настоящего изобретения, рядом расположенные антенны должны обладать

RU 2107989 C1

RU 2107989 C1

независимостью по замираниям, означающую вероятность того, что резкое замирание будет иметь место для обеих антенн в одном и том же положении подвижной установки мала. Для обеспечения независимости замираний необходимо некоторое разнесение между рядом расположенными антеннами.

Разнесение рядом расположенных антенн может быть осуществлено размещением антенн на некотором удалении одна от другой. Это удаление должно позволить двум другим антеннам иметь по существу ту же самую область покрытия при достаточном разнесении друг от друга для обеспечения независимых замираний. Размещение двух антенн на одной базовой станции для обеспечения разнесения является обычной практикой в макросотовых системах. В макросотовой системе две антенны с относительно большими областями перекрытия, обычно порядка нескольких миль, размещены на одной базовой станции. Типичным является разнесение антенн на 10 - 20 длин волн (от 6 до 12 футов, т.е. от 2 до 4 м, для типовых частот, используемых для сотовой связи) для получения разнесения по трассе распространения, а тем самым, независимости в замираниях.

Разнесение рядом расположенных антенн может быть обеспечено за счет выбора для каждой антенны из набора рядом расположенных антенн различной поляризации, такой как вертикальная или горизонтальная поляризация. Стандартная среда внутри помещения ограничена по трем измерениям. Подвижная установка в условиях трехмерной конфигурации среды имеет ряд сигнальных трасс к неподвижной антенне или от нее, включая множество отражений от поверхности трехмерной окружающей среды. В зависимости от углов падения, при каждом отражении может происходить поворот поляризации отраженного сигнала. Поэтому два сигнала с разными поляризациями, отражающиеся от одного и того же набора поверхностей, образуют две сигнальных трассы с различными фазовыми характеристиками. Из-за различий в фазовых характеристиках сигналов они имеют также и различные характеристики затухания. Вследствие этого две рядом размещенные антенны с двумя различными поляризациями характеризуются высокой степенью независимости в замираниях, даже если антенны размещены в непосредственной близости одна от другой.

На фиг.1 представлена иллюстрация примерной диаграммы направленности для сдвоенного набора антенн имеющего конфигурацию в соответствии с настоящим изобретением. Диаграмма направленности антенн, как показано на фиг.1, генерируется двумя цепочками всенаправленных антенн. Каждый набор антенн (30 и 35) определяет диаграмму (40A - 40I) направленности, которая предпочтительно перекрывается диаграммой направленности соседних антенн. К примеру, антенны 30A и 35A определяют диаграмму 40A направленности антенн. Соседними антеннами называются антенны с перекрывающимися или соприкасающимися диаграммами направленности, которые не являются рядом расположенными на общем узле антеннами. Перекрывающиеся диаграммы направленности обеспечивают непрерывное антенное покрытие для желательной области. Два набора антенн соединены в данном примере последовательно. Соединение первого набора антенн обозначено линией 10. Соединение второго набора антенн обозначено линией 20. Второй набор антенн примерно параллелен первому набору антенн, так что каждая антенна первого набора размещена рядом с антенной второго набора. Как упоминалось выше, управление мощностью сигнала является важной характеристикой в системе МДКР, обеспечивающей реализацию высокой пропускной способности для пользователей системы. Обычная всенаправленная антенна излучает сигнал примерно равномерно во всех направлениях. Мощность сигнала убывает с увеличением расстояния от антенны в соответствии с характеристиками распространения физической среды. Характеристики распространения могут изменяться по закону от минус второй степени до степени - 5,5 радиальной дальности между подвижной установкой и неподвижными антеннами.

Базовая станция, которая предназначена обслуживать территорию в виде окружности некоторого радиуса, должна передавать достаточный уровень мощности так, чтобы подвижная установка на краю ячейки, перекрываемой базовой станцией, принимала достаточный уровень мощности сигнала. Подвижные установки, которые находятся ближе, чем край ячейки, принимают больший, чем достаточный, уровень сигнала. Используя ряд известных в технике приемов, можно сформировать направленные антенные лепестки. Однако формирование лепестков не может изменить закон распространения. Перекрытие желательной области сигналов может быть обеспечено за счет совместного использования диаграммы направленности антенны, местоположения антенны и мощности передатчика.

Использование распределенной антенной системы обеспечивает желательную форму диаграммы направленности, например, обеспечивающей перекрытие области коридора в здании, где каждый антенный элемент обеспечивает ограниченное перекрытие. При обеспечении ограниченного перекрытия диаграммой направленности антенны мощность, необходимая для связи с подвижной установкой в меньшей по площади области перекрытия, соответственно уменьшается, так как снижаются потери распространения.

Однако возникает проблема, обусловленная излучением одного и того же сигнала множеством антенн. Могут существовать участки, обычно около точек, равноудаленных от двух или более антенн, в которых могут приниматься сигналы от двух антенн, подавляющие друг друга. Точки, где сигналы могут взаимно комплексироваться, разделены расстоянием примерно равным половине длины волны. На частоте 850 МГц это составляет 17,6 см или около 7 дюймов. Если в приемную антенну приходят два сигнала одинаковой величины, но противоположные по фазе, то они взаимно компенсируются. По существу это искусственно созданное многолучевое замирание. Как и в случае естественного

RU 2107989 C1

RU 2107989 C1

многолучевого замирания, разнесение является наилучшим способом уменьшить проблему замирания. Система МДКР позволяет осуществить несколько способов разнесения сигналов для минимизации эффекта многолучевого замирания.

Вышеупомянутые патенты и совместно поданные заявки рассматривают сотовую телефонную систему, которая использует модуляцию системы МДКР с частотной полосой 1,25 МГц, различные формы разнесения сигналов и высокоточное управление мощностью передатчика. Одним из способов использования разнесения является создание "гребеночной" структуры приемника, при которой предусмотрено множество приемников, каждый из которых способен принимать сигнал, прошедший по отличной от других трассе и поэтому имеющий отличную от других задержку. Также используется отдельный поисковый приемник, который непрерывно просматривает временную область, определяя наилучшие трассы и соответственно распределяя множество приемников для приема данных.

Другим способом разнесения сигналов является разнесение по трассам. При разнесении по трассам сигнал излучается множеством антенн, создавая более чем одну трассу распространения. Если две или более антенн могут обеспечить трассы связи с приемником подвижной установки, то с помощью разнесения по трассам можно снизить воздействие замираний.

В микросотовой системе желательно иметь множество антенн для обеспечения перекрытия желательной области, но с точки зрения требований пропускной способности для системы не обязательно, чтобы каждая антенна запитывалась отдельным набором сигналов, как в обычной сотовой системе. Вместо этого, для минимизации стоимости и сложности системы желательно запитывать некоторые из всех антенн в микросотовой системе одними и теми же высокочастотными (ВЧ) сигналами. В тех областях микросотовой системы, где возможны хорошие трассы к двум или более антеннам, можно получить разнесение по трассам.

Желательно иметь простой и недорогой метод для различения сигналов, запитывающих различные антенны, без значительного увеличения сложности антенны. Способ обеспечения этого (согласно настоящему изобретению) состоит в добавлении элементов задержки в фидерные линии между передатчиком базовой станции и антенными элементами решетки антенн.

На фиг.2 представлен пример выполнения с использованием сдвоенного набора антенн с элементами задержки. Базовая станция 100 выдает сигналы на решетку антенн и принимает сигнал от этих антенн решетки, содержащей узлы 200A - 200N. Аналоговый передатчик 120 вырабатывает ВЧ сигнал для передачи посредством распределенной решетки антенн. Сигнал разделяется делителем 160 на два сигнала, подлежащие передаче параллельными трассами. Первая трасса передачи имеет задержку с помощью элемента 150 задержки и затем соединена с первой трассой приема объединителем 140, который можно заменить антенным переключателем. Вторая трасса передачи соединена непосредственно с второй трассой приема объединителем 170, который также можно заменить антенным переключателем. Объединитель 180 суммирует две трассы приема, в одну из которых введена задержка с помощью элемента 155 задержки, и аналоговый приемник 110 принимает объединенный входной ВЧ сигнал для его обработки.

Объединенные сигналы приема и передачи предаются по распределительным кабелям 130 и 132 к первому узлу 200A, содержащему два распределительных элемента 190. Каждый элемент 190 содержит ответвитель 192 для передачи части сигнала между антенной 196 и соответствующими кабелями 130 и 132. Каждый элемент 190 содержит также элемент 194 задержки для задержки сигналов и обеспечения разнесения от других антенных элементов в распределительных кабелях 130 или 132. Элемент 150 задержки обеспечивает разнесение сигналов рядом размещенных антенн в общем узле. Элемент 194 задержки обеспечивает временное разнесение сигналов от соседних антенн. Для сохранения полного временного разнесения каждой соседней антенны время задержки элемента 194 задержки должно отличаться от времени задержки элемента 150 задержки.

Примерное соотношение в интервалах времени задержки элементов 150 и 194 задержки таково, что задержка между базовой станцией и каждой антенной в системе отличается по меньшей мере на длительность одного сигнального элемента. Разница в задержке может быть достигнута выбором времени задержки элемента 150 больше, чем сумма задержек в единичной трассе (например, задержка элемента 150 в N раз больше задержки элемента 194). Она также может быт достигнута выбором времени задержки элемента 150 в подходящее число раз меньше задержки элемента 194 (например, задержка элемента 150 равна длительности одного сигнального элемента, а задержка элемента 194 равна длительности двух сигнальных элементов). Второй узел 200B, содержащий такие же элементы, включен последовательно с первым узлом 200A. Набор антенн формируется аналогичным образом по длине сдвоенных наборов. Иное выполнение представлено на фиг.3, где показана Ш-образная конструкция, выполняющая те же функции, что и параллельная конструкция (фиг.2). На базовой станции 102 аналоговый передатчик 120 и аналоговый приемник 150 подключены при помощи объединителя 260 к распределительному кабелю 120. Каждый узел в Ш-образной конструкции содержит первый ответвитель 212, который передает сигнал между распределительным кабелем 230 и антенной 218. Второй ответвитель 214 передает сигналы между распределительным кабелем 230 и второй антенной 222 через элемент 220 задержки. Элемент 220 задержки используется для обеспечения временного разнесения в узле 210A между антеннами 218 и 222. Второй элемент 216 задержки установлен последовательно с кабелем 230 и обеспечивает разнесение между узлами, например узлами 201A и 201B. Компоненты 212 - 222 могут быть перераспределены в каждом узле различными способами для выполнения тех же самых основных функций.

RU 2107989 C1

RU 2107989 C1

Если множество вышеописанных антенных систем снабжены линиями задержки в фидерах так, что сигнал от каждой антенны задержан по меньшей мере на длительность одного сигнального элемента относительно соседних антенн, то архитектура с множеством приемников в подвижных установках позволяет принимать сигнал от каждой антенны отдельно и объединять их когерентно таким образом, чтобы не происходило взаимной компенсации. Замирание вследствие других отражений в окружающей среде может быть существенно снижено с помощью рассмотренных методов, поскольку обеспечивается одна из форм разнесения по трассам распространения сигналов.

Подвижные установки содержат один или более информационных приемников и поисковый приемник. Поисковый приемник просматривает временную область, определяя имеющиеся трассы и те из них, в которых имеется наиболее сильный сигнал. Затем выделяются подходящие информационные приемники для осуществления демодуляции сигналов, прошедших по трассам с наибольшим сигналом. Приемники базовой станции содержат одинаковые средства обработки.

На фиг. 4 представлена структурная схема телефонной подвижной установки системы МДКР. Подвижная установка включает в себя антенну 300, которая через антенный переключатель 302 соединена с аналоговым приемником 304 и усилитель 306 передаваемой мощности.

Приемник 304 принимает сигналы высокой частоты от антенного переключателя 302 для усиления и понижающего преобразования частоты. Сигналы фильтруются и оцифровываются для подачи на цифровые информационные приемники 310A - 310N и на поисковый приемник 314. Дальнейшие подробности примерного выполнения приемников 304, 310A - 310N, и 314 представлены в вышеупомянутых патентах США N 5103459 и N 5109390.

Приемник 304 выполняет также функцию управления мощностью для регулировки передаваемой мощности подвижной установки. Приемник 304 вырабатывает аналоговый сигнал управления мощностью, который подается на схему 308 управления передаваемой мощностью.

Оцифрованный сигнал на выходе аналогового приемника 304 может содержать сигналы многих приходящих вызовов вместе с пилот-сигналами на несущей частоте, передаваемыми работающей в данный момент базовой станцией и всеми соседними базовыми станциями. Функции приемников 310A - 310N состоят в коррелировании отсчетов с надлежащими ПШ последовательностями. Этот процесс корреляции обеспечивает свойство, хорошо известное в технике как "выигрыш в отношении сигнал/шум при обработке сигнала", которое увеличивает отношение сигнал/шум для сигнала, соответствующего выбранной ПШ последовательности, и не увеличивает его для других сигналов. Скоррелированный выходной сигнал затем синхронно детектируется с использованием пилот-сигнала на несущей частоте от ближайшей базовой станции в качестве опорной фазы несущей частоты. Результатом этого процесса детектирования является последовательность кодированных информационных символов.

Свойством ПШ последовательности, используемым в настоящем изобретении, является то, что обеспечивается различение многолучевых сигналов. Когда сигнал приходит на подвижный приемник после прохождения более чем по одной трассе, или, по настоящему изобретению, более чем через одну антенну, имеется разность во времени приема сигнала. Если эта временная разность превышает длительность одного сигнального элемента, то процесс корреляции обеспечивает различение между сигналами. Информационный приемник может отслеживать и демодулировать сигнал, приходящий либо раньше, либо позже. Если имеется два или более информационных приемников, как правило три, то можно отслеживать и обрабатывать параллельно множество независимых трасс.

Поисковый приемник 314 под управлением управляющего процессора 316 служит для непрерывного просмотра временной области в области номинального времени прихода принимаемого пилот-сигнала базовой станции для других многолучевых пилот-сигналов. Приемник 314 измеряет мощность любого принятого полезного сигнала в моменты времени, отличные от номинального времени. Приемник 314 сравнивает мощность сигнала в принятых сигналах и подает на управляющий процессор 316 сигнал о мощности сигналов, индицирующий максимальные сигналы. Процессор 316 подает управляющие сигналы на информационные приемники 310A - 310N, чтобы каждый из них обрабатывал соответствующий один из множества максимальных сигналов.

Выходные сигналы приемников 310A - 310N подаются на схему 318 объединения сигналов разнесения и декодирования. Схема объединения, содержащаяся в схеме 318, синхронизирует тактирование двух потоков принятых символов и суммирует их. Этот процесс суммирования производится путем умножения двух потоков на числа, соответствующие относительным мощностям сигналов двух потоков. Эта операция может учитываться в объединителе с максимальным коэффициентом разнесения. Затем результирующий поток объединенных сигналов декодируется с использованием декодера прямого исправления ошибок (ПИО), также содержащегося в схеме 318. Обычной аппаратурой цифровой спектральной обработки является цифровая вокодерная система. Система МДКР может использовать различные вокодерные схемы.

Схема обработки в базовой полосе 320, как правило, включает в себя цифровой вокодер (не показан), который может быть с регулируемой скоростью. Схема 320 служит, кроме того, в качестве интерфейса с микротелефонной трубкой или с периферийным устройством любого другого типа. Она выдает выходные информационные сигналы пользователю в соответствии с информацией, подаваемой на нее со схемы 318.

В канале связи подвижной установки с базовой станцией в обратном канале пользовательские аналоговые речевые

RU 2107989 C1

RU 2107989 C1

сигналы подаются, как правило, через микротелефонную трубку в качестве входных сигналов на схему обработки 320. Схема 320 содержит аналого-цифровой преобразователь (не показан), который преобразует аналоговый сигнал в цифровую форму. Цифровой сигнал подается на цифровой вокодер, где он кодируется. Выходной сигнал вокодера подается на схему кодирования (не показана) с прямым исправлением ошибок. В примере выполнения реализуется кодирование с исправлением ошибок является процедурой сверточного кодирования. Оцифрованный кодированный сигнал является выходным сигналом со схемы 320 на модулятор 322 передачи.

Модулятор 322 передачи кодирует передаваемые данные, которые в примере выполнения являются основанными на кодах Уолша 64-разрядными ортогональными сигналами, и затем модулирует кодированным сигналом ПШ сигнал несущей частоты, ПШ последовательность которого является общей для всех подвижных установок, но который имеет отличающийся кодовый фазовый сдвиг, назначенный подвижным станциям для вызова. В другом случае ПШ последовательность может быть выбрана согласно назначенной адресной функции для вызова. ПШ последовательность определяется управляющим процессором 316 из информации установки вызова, которая передается базовой станцией и декодируется приемниками 310A - 310N и управляющим процессором 316. Управляющий процессор 316 подает информацию ПШ последовательности на модулятор 322 передачи и на приемники 310A - 310N для декодирования вызова. Внешний ПШ код может использоваться для ПШ сигнала с расширенным спектром. Детальная информация о модуляции данных содержится в патенте США N 5103459.

Модулятор 322 передачи далее преобразует модулированный сигнал в аналоговую форму для модуляции на несущей промежуточной частоте (ПЧ). Выходной сигнал ПЧ с модулятора 322 передачи подается на схему 308 управления мощностью передачи. В схеме 308 мощность передаваемого сигнала управляется аналоговым сигналом управления мощностью, передаваемым с приемника 304. Контрольные биты, передаваемые микросотовой базовой станцией в виде команд регулировки мощности, обрабатываются информационными приемниками 310A - 310N и подаются на управляющий процессор 316. Эти команды регулировки мощности используются управляющим процессором 316 для установления уровня мощности при передаче с подвижной установки. В ответ на эти команды управляющий процессор 316 вырабатывает цифровой сигнал управления мощностью, который подается на схему 308. Дальнейшая информация о взаимодействии приемников 310A - 310N и 316, управляющего процессора 316 и схемы 308 управления мощностью передачи в аспекте управления мощностью содержится в вышеупомянутом патенте США N 5056109.

Схема 308 управления мощностью передачи выдает управляемый по мощности модулированный сигнал на схему 306 усиления мощности передачи. Схема 306 усиливает и преобразует ПЧ сигнал на высокую частоту. Схема 306 содержит усилитель, который усиливает мощность до конечного выходного уровня. Предназначенный для передачи сигнал выводится из схемы 306 на антенный переключатель 302. Антенный переключатель 302 связывает сигнал с антенной 300 для передачи на микросотовую базовую станцию.

Конструкция базовой станции подобна конструкции подвижной установки (фиг.4). Описанное ниже предпочтительное выполнение базовой станции содержит элементы, соответствующие фиг. 5, которая представляет иное по сравнению с фиг.2 выполнение конструкции базовой станции. В соответствии с фиг.5 сигналы подвижной установки, принятые базовой станцией для каждой из параллельных трасс, не объединяются по ВЧ, а вместо этого принимаются раздельно и демодулируются в базовой станции и когерентно объединяются как цифровые разряды. Раздельная демодуляция двух сигналов обратных трасс имеет несколько преимуществ, включая увеличение отношений сигнал/шум вследствие когерентного объединения и уменьшение флюктуации в управлении мощностью, которые способствуют достижению высокой пропускной способности канала связи от подвижной установки к базовой станции.

Узлы и элементы на фиг.5 идентичны соответствующим элементам на фиг.2. Базовая станция 100' имеет модифицированную радиочастотную конструкцию, как показано на фиг.5. Дополнительный аналоговый приемник 115 функционирует независимо от аналогового приемника 110, причем к каждому подключены различные демодуляторы, как далее представлено на фиг.6. Объединитель 180 и элемент 155 задержки (фиг. 2) исключены, так как в этих компонентах нет необходимости.

На фиг.6 представлена структурная схема примера выполнения микросотовой базовой станции. Приемная система состоит из аналогового приемника 110 и дополнительного аналогового приемника 115, соответствующих таким же компонентам, показанным на фиг.2 и 5. Приемная система, кроме того, состоит из независимого поискового приемника 500 и цифровых информационных приемников 510A - 510N, связанных с аналоговым приемником 110 из независимого поискового приемника 515 и цифровых информационных приемников 520A - 520N, связанных с аналоговым приемником 115 и из схемы 530 объединения сигналов с разнесением и декодирования. Следует отметить, что для выполнения антенн (фиг.2) на базовой станции не требуется наличие поискового приемника 515, цифровых информационных приемников 520A - 520N и аналогового приемника 115. Приемная система может также включать в себя любое число связанных с каждым аналоговым приемником 110 и 115 цифровых информационных приемников. Следует иметь в виду, что может использоваться всего один цифровой информационный приемник (например, информационный приемник 510A),

RU 2107989 C1

RU 2107989 C1

связанный с каждым аналоговым приемником. Однако для того, чтобы получить полное преимущество от функционирования гребенчатого приемника, предпочтительно, чтобы для каждой антенной системы использовались два или более информационных приемника, как правило три или четыре. Дальнейшие подробности подобного примера выполнения представлены в патентах США N 5103459 и N 5109390.

Как представлено на фиг.5, аналоговые приемники 100 и 115 соответственно выдают оцифрованные копии составного сигнала, образованного из сигналов передач одной или более подвижных установок. Поисковые приемники 500 и 515 отслеживают многолучевое распространение передач с отдельных подвижных установок. Каждый из информационных приемников 510A - 510N и 520A - 520N предназначен для демодулирования конкретного модулированного информационного сигнала многолучевого распространения для выделения кодированных данных сообщения. Составной сигнал, выдаваемый с аналоговых приемников 110 и 115, подается также на другие наборы из поисковых приемников и соответствующих информационных приемников (не показаны), которые по конструкции одинаковы с поисковыми приемниками 500 и 515 и информационными приемниками 510A - 510N и 520A - 520N, для отслеживания и демодуляции сигналов, передаваемых другими подвижными установками.

Микросотовая базовая станция на фиг. 6 содержит контроллер 540 МДКР, который соединен с информационными приемниками 510A - 510N и 520A - 520N, как и с поисковыми приемниками 500 и 515. Контроллер 540 МДКР обеспечивает последовательность Уолша и назначение кодов, обработку сигналов, выработку тактового сигнала, управление мощностью и различные другие относящиеся к делу функции.

Сигналы, принятые одним из наборов антенн, подаются на аналоговый приемник 110, а затем - на поисковый приемник 500. Поисковый приемник 500 используется для просмотра временной области около принятого сигнала, чтобы убедиться, что цифровые информационные приемники 510A - 510N отслеживают и обрабатывают наиболее мощные в доступной временной области сигналы, связанные с конкретной подвижной установкой. Поисковый приемник 500 подает соответствующие сигналы на контроллер 500 МДКР, который в ответ на это вырабатывает и подает управляющие сигналы на цифровые информационные приемники 510A - 510N для выбора подходящего принятого сигнала для обработки.

Сигналы, принятые вторым набором распределенных антенн, если он используется, подаются на аналоговый приемник 115, а затем на поисковый приемник 515 и цифровые информационные приемники 520A - 520N. Поисковый приемник 515 используется также для просмотра временной области около принятого сигнала, чтобы гарантировать, что цифровые информационные приемники 520A - 520N отслеживают и обрабатывают сильнейшие в доступной временной области сигналы, связанные с конкретной подвижной установкой. Поисковый приемник 515 подает соответствующие сигналы на контроллер 540 МДКР, который в ответ на это вырабатывает и подает управляющие сигналы на цифровые информационные приемники 520A - 520N для выбора подходящего принятого сигнала для обработки. Выходные сигналы с приемников 510A - 510N и 520A - 520N затем обрабатываются для получения оптимальной характеристики схемы объединения сигналов с разнесением и декодирования 530.

Обработка сигнала в информационных приемниках базовой станции и поисковых приемниках отличается в нескольких аспектах от обработки данных сходными элементами в подвижной установке. В линии связи от подвижной установки до базовой станции (в обратном канале связи), в отличие от линии связи от базовой станции до подвижной установки (в прямом канале связи), подвижная установка не передает пилот-сигнал, который можно использовать в качестве когерентного эталона в обработке сигналов на базовой станции. Канал связи от подвижной установки до базовой станции отличается процедурой некогерентной модуляции и демодуляции, использующей 64-разрядные ортогональные сигналы.

Как показано на фиг.6, поисковый приемник 500 и цифровые информационные приемники 510A - 510N принимают составной сигнал, выводимый с аналогового приемника 110. Для того, чтобы декодировать сигналы с расширенным спектром, переданные на приемник конкретной базовой станции, через которую держит связь единичная подвижная установка, необходимо выработать надлежащие ПШ последовательности. Детальное описание генерирования сигналов подвижной установки содержится в патенте США N 5103459.

Каждый информационный приемник отслеживает тактирование принимаемого им сигнала. Это осуществляется хорошо известным методом корреляции принятого сигнала с опережающей и запаздывающей местной опорной ПШ последовательностью. Разность между двумя этими корреляциями в среднем равна нулю, если отсутствует ошибка тактирования. Наоборот, если ошибка тактирования имеет место, то эта разность укажет величину и знак ошибки, и тактирование приемника соответственно подстраивается.

Сигналы от внешней или внутренней сети, такой как учрежденческая телефонная станция (УТС) под управлением контроллера 540 МДКР подаются на подходящий вокодер 555 модулятора передатчика. Модулятор 535 передатчика, который находится под управлением контроллера 540 МДКР, модулирует с расширением спектра данные, передаваемые на соответствующую приемную подвижную установку. Модулятор 535 передатчика обеспечивает кодирование и модулирование данных, предназначенных для передачи на конкретную подвижную установку, для которой выделены поисковые приемники 500 и 515 вместе с информационными приемниками 510A - 510N и 520A - 520N. Модулятор 535 передатчика модулирует вокодерные данные

RU 2107989 C1

RU 2107989 C1

ортогональным кодом, выбранным из набора ортогональных кодов, а затем сигнал модулируется ПШ расширенным кодом. ПШ расширенный сигнал затем преобразуется к аналоговому виду и подается на схему 550 управления мощностью передачи.

Схема 550 управления передаваемой мощностью под управлением контроллера 540 МДКР управляет мощностью передаваемого сигнала. Выходной сигнал схемы 550 подается на сумматор 560, где он суммируется с выходным сигналом модулятора передатчика/схемы управления передаваемой мощностью других канальных установок. Выходной сигнал сумматора 560 подается на аналоговый передатчик 120. Аналоговый передатчик 120 усиливает сигнал для подачи его на распределенную антенну для излучения на подвижные установки в пределах области обслуживания базовой станции. Детальное описание примерной передающей схемы (фиг. 6) содержится в патенте США N 5103459. Кроме того, на фиг.6 показаны канальные генераторы пилот-сигнала и управления и схема 545 управления передаваемой мощностью. Схема 545 под управлением контроллера 540 МДКР генерирует и регулирует мощность пилот-сигнала, канала синхронизации и пэйджингового канала для подачи их на аналоговый передатчик 120.

В ранее описанных выполнениях распределенных антенн подразумевается, что большая часть ВЧ обработки сигнала, включая преобразование частоты, усиление и фильтрацию, выполняется аналоговым приемником и аналоговой передающей схемой в базовой станции. Преимущества, однако, заключаются в том, что эти функции перенесены в антенные элементы каждого узла путем создания активного антенного элемента.

Фиг. 7 представляет выполнение активных элементов. Базовая станция 600 содержит аналоговые приемники 605 и 635, которые принимают сигналы на промежуточной частоте (ПЧ) от решетки распределенных антенн или узлов 720A - 720N, каждый из которых состоит из пары активных элементов 705. В этом конкретном устройстве аналоговый приемник 605 принимает сигналы по распределительному кабелю 720 от первого набора активных элементов 705, тогда как аналоговый приемник 635 принимает сигналы по распределительному кабелю 725 от второго набора активных элементов 705. Аналоговый передатчик 625 вырабатывает сигналы на ПЧ, которые разделяются делителем 630 на два сигнала для передачи параллельными трассами. Элемент 620 задержки задерживает передаваемый ПЧ сигнал, поданный по распределительному кабелю 722, который предназначен для первого из набора активных элементов 705, содержащихся в узлах 720A - 720N. Соответствующий незадержанный передаваемый ПЧ сигнал от делителя 630 подается по распределительному кабелю 722 на второй из набора активных элементов 705, содержащихся в узлах 720A - 720N.

Активные элементы 705 требуют как питания постоянным током, так и наличия сигнала опорной частоты. Эти сигналы могут вырабатываться для отдельных активных элементов или для пары активных элементов в узле. Предпочтительный способ запитки этих сигналов состоит в добавлении их к ПЧ сигналам на распределительных кабелях 720, 722, 725 и 727. Каждый из источников 610 и 612 опорной частоты вырабатывает сигнал опорной частоты, который используется в схеме фазовой автоматической подстройки в соответствующем элементе. Предпочтительно сигнал опорной частоты находится в ином частотном диапазоне, нежели принятый ПЧ сигнал, для облегчения фильтрации на базовой станции и в элементе. В рассматриваемом примере выполнения сумматоры 640 и 642 добавляют сигналы опорной частоты для передачи по кабелям 720 и 725. Таким же образом источники 615 и 617 питания подают питание постоянного тока для активных элементов через сумматоры 645 и 647 и кабели 722 и 727. Необходимо понять, что сигнал опорной частоты и питание постоянного тока могут подаваться либо на передающие или приемные распределительные кабели, либо на другие различные устройства в соответствии с соединением элементов в элементах 705.

Каждый узел распределенной антенны состоит из двух активных элементов 705. Поскольку все элементы 705 одинаковы, за исключением кабелей, к которым они подключены, можно рассмотреть функционирование лишь единичного элемента 705, соединенного с парой распределительных кабелей. Элемент 705 принимает ПЧ передаваемый сигнал по кабелю 722 и подает его через элемент 650 задержки, который обеспечивает временное разнесение между соседними антеннами. Часть передаваемого ПЧ сигнала отводится от общей трассы посредством ответвителя 655. Отведенный сигнал преобразуется с повышением частоты смесителя 690 для передачи на подходящей ВЧ. Сигнал подводится к антенне 700 через антенный переключатель 695.

Антенна 700 принимает сигнал, переданный подвижной установкой, и подает сигнал к приемной части элемента через антенный переключатель 695. Принятый сигнал преобразуется с понижением частоты в ПЧ сигнал смесителем 675 и вводится ответвителем 660 в кабель 720. Сигналы, введенные в кабель 720 ответвителем 660, объединяются с сигналами, принятыми другими элементами узла, которые задерживаются элементом 665 задержки. Реальное выполнение активного элемента может также содержать усилительные ступени в приемном тракте, например, расположенные между антенным переключателем 605 и смесителем 675, для учета коэффициента шума. Аналогично передающий тракт может также содержать усилительные ступени для увеличения уровня сигнала в антенне. Кроме того, могут быть добавлены фильтрующие элементы для облегчения обработки сигнала.

Смесители 675 и 690 в элементе 705 должны возбуждаться гетеродином (LO) на подходящей частоте. В данном выполнении гетеродины установлены в активном элементе. Гетеродин 680 представляет собой схему фазовой автоподстройки частоты (ФАПЧ), которая выдает гетеродинный сигнал возбуждения на смеситель 675, а гетеродин

RU 2107989 C1

RU 2107989 C1

685 является схемой ФАПЧ, которая выдает гетеродинный сигнал возбуждения на смеситель 690. Опорная частота используется для автоподстройки схемы ФАПЧ на общую фазу и отводится с приемного тракта фильтром 670 нижних частот (ФНЧ), который отфильтровывает низкочастотную часть сигнала в кабеле 720 для выделения сигнала опорной частоты. Кроме того, питание постоянного тока подается (не показано) из кабеля 722 для выполнения всех активных функций в элементе. Схема резервной частоты может облегчить использование единственного гетеродина.

Преимущества активных элементов многочисленны, а стоимость простого аппаратного обеспечения минимальна. Активные элементы могут встраиваться в уже имеющееся оборудование подвижных установок. ПЧ сигнал обеспечивает меньшие потери в кабеле на единицу длины кабеля, чем ВЧ сигнал, и тем самым снижает потребность в усилении. Элементы задержки в диапазоне ПЧ недороги по сравнению с ВЧ диапазоном. На ПЧ элементы задержки могут представлять собой фильтры ПАВ, которые обеспечивают задержку с малой фазовой ошибкой в частотной полосе сигнала и обеспечивают фильтрацию нежелательных сигналов. Фильтры ПАВ легко соединяются в цепочки, тогда как высокочастотные элементы могут потребовать сильной развязки друг от друга для правильного выполнения.

Активный элемент может быть выполнен и без схемы преобразования частоты. Фиг. 8 представляет альтернативное выполнение распределенной антенны с активным элементом. На фиг.8 в передающий и приемный тракт в антенном элементе добавлены активные усилительные элементы.

На фиг. 8 базовая станция 800 содержит аналоговые приемники 805 и 835, которые принимают сигналы от матрицы распределенных антенн или узлов 920A - 920N, каждый из которых содержит активные элементы 905, В этом конкретном устройстве аналоговый приемник 805 принимает сигналы по распределительному кабелю 920 от первого набора активных элементов 905, тогда как аналоговый приемник 835 принимает сигналы по распределительному кабелю 925 от второго набора активных элементов 905. Аналоговый передатчик 825 вырабатывает сигнал, который разделяется делителем 830 на два сигнала для передачи параллельными трассами. Элемент 820 задержки задерживает передаваемый сигнал, подаваемый по распределительному кабелю 922, который предназначен для первого из набора активных элементов 905, содержащихся в узлах 920A - 920N. Соответствующий незадержанный передаваемый сигнал от делителя 830 подается по распределительному кабелю 927 на второй из набора активных элементов 905, содержащихся в узлах 920A - 920N.

Активные элементы 905 требуют для своей работы питания постоянным током. Одним из способов запитки является добавление питания к сигналам в распределительных кабелях. Источник 815 питания подает питание постоянного тока на активные элементы путем введения его в кабель 922 посредством сумматора 845. Аналогично, источник 817 питания подает питание постоянного тока на активные элементы путем введения его в кабель 927 посредством сумматора 847.

Каждый узел распределенной антенны состоит из двух активных элементов 905. Элемент 905 принимает передаваемый сигнал по кабелю 922 и подает его через элемент 750 задержки, который обеспечивает временное разнесение между соседними узлами. Часть передаваемого сигнала отводится от основного тракта ответвителя 755. Отведенный сигнал усиливается усилителем 790 для передачи на приемлемом уровне. Этот сигнал подается на антенну 800 через антенный переключатель 795.

Антенна 800 принимает также сигнал, переданный подвижной установкой, и подает сигнал на приемную часть активного элемента через антенный переключатель 795. Принятый сигнал усиливается малошумящим усилителем 775 и соединяется ответвителем 760 с сигналами, принятыми другим активным элементом, которые задержаны элементом 765 задержки. Реальное выполнение активного элемента может также содержать фильтрующие элементы для облегчения обработки сигнала. Питание постоянного тока подается (не показано) от кабеля 922 для всех активных функций, выполняемых в элементе.

Активные элементы (фиг.8) могут использоваться и в наружном (вне помещений) пространстве, включающем распределенную антенну. Например, в области делового центра с тесно расположенными зданиями базовая станция с единственной антенной может не обеспечивать в должной мере достаточные уровни сигнала по всей желательной области покрытия. Для покрытия трудных областей можно использовать решетку антенн. В таком случае узлы распределенных антенн разместятся в непосредственной близости друг от друга и естественные трассы распространения могут не обеспечить необходимого времени задержки, требуемого для раздельной демодуляции многолучевых сигналов. В таком случае распределенная антенна по настоящему изобретению была бы идеальным решением. Увеличенное расстояние между узлами в наружном пространстве и вытекающее отсюда требование более высокой мощности для передачи и увеличение потерь в кабеле при приеме приводят к необходимости использования активных элементов. В частности, конфигурация фиг.8 является возможным примером осуществления системы.

Настоящее изобретение было описано в примерах его выполнения, при последовательном соединении с образованием решетки антенных элементов. В случае отказа узла или неисправности в соединительных кабелях узлы, расположенные последовательно за местом отказа или неисправности по отношению к базовой станции, могут стать бесполезными в антенной системе. Для преодоления этого потенциального недостатка узлы могут соединяться параллельно или последовательно/параллельно, чтобы обеспечить полное перекрытие в случае

RU 2107989 C1
RU 2107989 C1

отказа узла или неисправности в соединительных кабелях. Последовательно/параллельная комбинация узлов иллюстрируется на фиг.9, которая представляет модифицированное выполнение по сравнению с фиг.2. Новые элементы 930, 932, 934 и 936, отсутствующие на фиг. 2, показаны внешними для базовой станции 101, однако эти элементы могут функционировать точно так же, будучи встроены в базовую станцию. Новые элементы 930 и 934 являются делителями, которые подключают две антенных решетки к базовой станции 101. Первая антенная решетка, состоящая из узлов 200A' - 200N', принимает и подает сигналы на распределительные кабели 130' и 132'. Вторая параллельная антенная решетка, состоящая из узлов 200A" - 200N", принимает и подает сигналы на распределительные кабели 130" и 132" через добавленные элементы 932 и 936 задержки соответственно. Величины задержки элементов 932 и 936 выбирается в идеале так, что каждая антенна в системе имеет свою, отличную от других, задержку относительно базовой станции.

Топология, представленная на фиг.9, может иметь несколько разновидностей. Узлы и элементы, показанные на фиг.9, могут заменяться узлами и элементами, представленными на фиг. 3, 5, 7 или 8. Делители 930 и 934 могут подключать более чем две решетки к базовой станции. Фактически, в примерной параллельно топологии каждый узел системы может независимо подключаться к базовой станции. Топология базовой станции также может иметь несколько различных выполнений. Базовая станция 101 может быть изменена и может содержать аналоговый приемник 115, делающий эту топологию сходной с топологией по фиг. 5.

Размещение антенны в системе, содержащей последовательно параллельную комбинацию узлов, может иметь несколько разновидностей. Одна топология размещения представлена на фиг.10. Фиг.10 содержит базовую станцию и три параллельных набора последовательных решеток. Топология базовой станции 940 в этом примере произвольная и может быть простым вариантом любой описанной здесь базовой станции. Каждый антенный узел 950A = 950N, 950A' - 950N' и 950A" - 950N" является сдвоенным антенным узлом в соответствии с настоящим изобретением. Антенные узлы 950A - 950N составляют первую решетку. Антенные узлы 950A' - 950N' составляют вторую решетку. Антенные узлы 950A" - 950N" составляют третью решетку. В идеале каждый антенный узел на фиг.10 имеет свою, отличную от других, задержку относительно базовой станции. Размещение антенных узлов на фиг.10 является иллюстрацией распределения антенн, которое обеспечивает хорошую защиту от неисправности. Вместо того, чтобы размещать вторую решетку за первой, а третью решетку за второй, узлы каждой решетки вставлены между узлами других решеток. В этой конфигурации неисправность в одной решетке не приведет к необходимости полного отсутствия обслуживания в любой точке области покрытия базовой станции. Вместо образования позиций, где обслуживание не обеспечивается совсем, неисправность вызовет некритичный отказ системы, который может лишь понизить характеристики всей системы.

Для областей с высокой пропускной способностью параллельная или последовательно/параллельная комбинация узлов имеет дополнительные преимущества над простым последовательным соединением всей решетки. Линия связи МДКР ограничена по максимальному числу разделительных сигналов, которые она может эффективно комбинировать в данном канале связи. Если присутствует больше, чем это максимальное число сигналов, пропускная способность системы превышается и общее качество системы ухудшается. Если сигналы просуммированы, как в случае простых последовательностей узлов, нет никакой возможности разделить сигналы так, чтобы они могли быть посланы ко множеству приемников и демодулированы по отдельности. В схеме базовой станции необходимо ограничить число сигналов, которые передаются на подвижные установки в диапазоне действия ее антенн. Каждый сигнал, передаваемый базовой станцией, увеличивает уровень шума на каждой подвижной установке, которой этот сигнал не предназначен. При использовании же параллельного или последовательно/параллельного объединения узлов и множества приемников и передатчиков пропускная способность обработки сигналов единичной базовой станции может быть увеличена.

Чтобы реализовать увеличение пропускной способности системы на единичной базовой станции, сконструирована система, в которой имеется по меньшей мере две независимых решетки. В этом случае независимая решетка определяется как любой набор узлов, где каждый узел имеет отличную от других задержку относительно базовой станции, и где каждый узел в системе может принадлежать только одной решетке. В этой схеме отсутствует неудобство, когда два узла имеют одну и ту же задержку относительно базовой станции, поскольку эти два узла принадлежат разным независимым решеткам. Независимые решетки размещены так, чтобы имелась некоторая область, которая покрывается только одной независимой решеткой. Каждая независимая решетка запитывается передаваемым сигналом от назначенного передатчика и подает принятый сигнал на назначенный приемник. Когда подвижная установка расположена в области перекрытия лишь одной из независимых решеток, передатчик, соответствующий решеткам, с которыми эта подвижная установка не осуществляет связи, может прекратить передачу сигналов к этой подвижной станции и таким образом снизить помехи на другие подвижные станции. Аналогично, когда подвижная установка расположена в области перекрытия только одной из независимых решеток, приемники, соответствующие решеткам, с которыми эта подвижная установка не осуществляет связь, свободны от помех с этой подвижной установки. Когда подвижная установка расположена в области перекрытия двух независимых решеток, два передатчика

RU 2107989 C1
RU 2107989 C1

подают один и тот же информационный сигнал на подвижную установку, но каждый передатчик использует отличную от другого последовательность для расширения спектра при модуляции информационного сигнала, тем самым увеличивая общий сигнал, принимаемый на подвижной установке, снижая при этом риск неблагоприятного суммирования. Аналогично, когда подвижная установка расположена в области перекрытия двух независимых решеток, два приемника могут по отдельности принимать сигнал и могут затем объединить энергию от каждой трассы в процессе демодуляции для обеспечения общего увеличенного уровня сигнала. (Эта процедура сходна с процедурой обработки, которая выполняется базовыми станциями, состоящими из множества секторов в стандартной сотовой системе МДКР). Отметим, что топология (фиг.9), содержащая аналоговый приемник 115, не дает увеличения пропускной способности, поскольку приемник 115 принимает входной сигнал от каждого узла двух параллельных решеток, показанных на фиг.9.

Пример реализации этой концепции показан на фиг. 11, которая основана на конфигурации по фиг.8. Первая антенная решетка, состоящая из узлов 920A' - 920N', соединена с аналоговым передатчиком 825' через кабель 927', сумматор 847' и делитель 830'. Первая антенная решетка соединена также с передатчиком 925 через кабель 922', сумматор 845', задержку 820' и делитель 830'. Вторая антенная решетка, состоящая из узлов 920A" - 920N", соединена с аналоговым передатчиком 825" через кабель 927", сумматор 847" и делитель 830". Вторая антенная решетка соединена также с аналоговым передатчиком 835 через кабель 922", сумматор 845", задержку 820" и делитель 830".

Использование сдвоенного набора параллельных антенн дает системе во время общей работы такие преимущества как снижение наихудших воздействий многолучевого замирания. Когерентное объединение раздельных трасс в базовой станции увеличивает отношение сигнал/шум на линии от подвижной установки к базовой станции. Использование настоящего изобретения, кроме того, снижает флюктуации управления мощностью подвижной установки. Оба этих фактора ведут к более высокой пропускной способности и улучшенным характеристикам системы. Преимущества рядом расположенных антенн гораздо больше, чем преимущества, достигаемые просто однородным размещением вдвое большего количества антенн последовательно.

Существует много очевидных вариантов выполнений по фиг.2, 3, 5, 7, 8, 9, 10 и 11, включая простую перестановку компонентов в каждом элементе. Действительное воплощение этих выполнений может потребовать деления мощности, усиления и фильтрации среди других функций. Предыдущее описание предпочтительных примеров выполнения дает возможность любому специалисту использовать настоящее изобретение. Различные модификации этих примеров выполнения очевидны для специалистов, а основополагающие принципы, определенные здесь, могут быть применены в других примерах выполнения без использования изобретательского права. Таким образом, настоящее изобретение не ограничивается раскрытыми примерами выполнения, а имеет самый широкий объем, определяемый принципами и новыми признаками, рассмотренными здесь.

Формула изобретения:

1. Антенная система базовой станции цифровой системы связи, предназначенной для осуществления связи между выносными терминалами через базовую станцию с использованием сигналов связи с цифровой модуляцией, отличающаяся тем, что содержит устройство распределения сигналов для передачи сигналов связи между базовой станцией и антеннами первого и второго наборов антенн, причем устройство распределения сигналов имеет вход для приема сигналов от базовой станции и выход для передачи сигналов связи к антеннам, первый набор пространственно разнесенных антенн, имеющий вход, связанный с выходом устройства распределения сигналов, причем первый набор антенн содержит первую антенну, по меньшей мере одну дополнительную антенну, элементы задержки, включенные между антеннами первого набора антенн, и второй набор пространственно разнесенных антенн, содержащий первую антенну, по меньшей мере одну дополнительную антенну, причем каждая антенна второго набора антенн соответствует по местоположению соответствующей антенне первого набора антенн, и элементы задержки, включенные между антеннами второго набора антенн.

2. Система по п.1, отличающаяся тем, что устройство распределения сигналов содержит первую кабельную сеть для последовательного соединения упомянутых антенн и элементов задержки первого набора антенн и для соединения первой антенны первого набора антенн с базовой станцией, и вторую кабельную сеть для последовательного соединения упомянутых антенн и элементов задержки второго набора антенн и соединения первой антенны второго набора антенн с базовой станцией.

3. Система по п.2, отличающаяся тем, что используемые в ней сигналы связи сформированы путем модуляции информационных сигналов с расширением спектра соответственно предварительно определенным псевдошумовым кодам расширения спектра, каждый из которых содержит предварительно определенную последовательность двоичных элементов с предварительно определенной длительностью двоичного элемента, при этом каждый из элементов задержки выполнен с возможностью формирования задержки сигналов связи, равной по меньшей мере длительности одного двоичного элемента.

4. Система по п.1, отличающаяся тем, что антенны первого набора антенн имеют предварительно определенную диаграмму направленности, причем антенны первого набора размещены с обеспечением перекрытия диаграмм направленности.

5. Система по п.4, отличающаяся тем, что антенны второго набора имеют предварительно определенную диаграмму направленности, причем каждая антенна из второго набора размещена с обеспечением

RU 2107989 C1

RU 2107989 C1

существенного перекрытия диаграммы направленности с диаграммой направленности соответствующей антенны из первого набора.

6. Система по п.1, отличающаяся тем, что устройство распределения сигналов содержит первую кабельную сеть для последовательного соединения антенн и элементов задержки первого набора антенн и для соединения первой антенны первого набора антенн с базовой станцией, и вторую кабельную сеть для соединения каждой антенны и элемента задержки второго набора антенн с соответствующей антеннной первого набора антенн.

7. Система по п. 6, отличающаяся тем, что используемые в ней сигналы связи сформированы путем модуляции информационных сигналов с расширением спектра соответственно предварительно определенным псевдошумовым кодам расширения спектра, каждый из которых содержит предварительно определенную последовательность двоичных элементов с предварительно определенной длительностью двоичного элемента, а каждый из элементов задержки выполнен с возможностью формирования задержки сигналов связи, равной по меньшей мере длительности одного двоичного элемента.

8. Система по п.6, отличающаяся тем, что антенны первого набора антенн имеют предварительно определенную диаграмму направленности, причем антенны первого набора размещены с обеспечением перекрытия диаграмм направленности.

9. Система по п.8, отличающаяся тем, что антенны второго набора имеют предварительно определенную диаграмму направленности, причем каждая антенна из второго набора размещена с обеспечением существенного перекрытия диаграммы направленности с диаграммой направленности соответствующей антенны первого набора.

10. Система по п.2, отличающаяся тем, что дополнительно содержит третий набор пространственно разнесенных антенн, содержащий первую антенну, по меньшей мере одну дополнительную антенну и элементы задержки, включенные между антеннами третьего набора антенн, причем устройство распределения сигналов дополнительно обеспечивает передачу сигналов связи между базовой станцией и антеннами третьего набора антенн.

11. Система по п.10, отличающаяся тем, что устройство распределения сигналов содержит третью кабельную сеть для последовательного соединения антенн и элементов задержки третьего набора антенн и для соединения первой антенны третьего набора антенн с базовой станцией.

12. Базовая станция системы связи, предназначенная для осуществления связи с удаленными пользователями, осуществляющими связь через базовую станцию по радиолинии, отличающаяся тем, что содержит терминал связи для модуляции расширенным спектром направляемого удаленному пользователю информационного сигнала и получения модулированного расширенным спектром передаваемого удаленному пользователю информационного сигнала и для приема и раздельной демодуляции первого и второго составных модулированных расширенными спектрами информационных сигналов удаленных пользователей, первое антенное устройство для приема множества модулированных расширенным спектром информационных сигналов удаленных пользователей, имеющих предварительно определенную временную задержку один относительно другого, для объединения принятых сигналов и получения первого составного модулированного расширенным спектром информационного сигнала удаленных пользователей и для подачи полученного первого составного сигнала на терминал связи, второе антенное устройство для приема множества модулированных расширенными спектрами информационных сигналов удаленных пользователей, имеющих предварительно определенную временную задержку один относительно другого, для объединения принятых сигналов и получения второго составного модулированного расширенным спектром информационного сигнала удаленных пользователей и для подачи полученного второго составного сигнала на терминал связи.

13. Станция по п.12, отличающаяся тем, что каждое из антенных устройств содержит множество пространственно разнесенных антенн, устройство распределения сигналов для подачи модулированного расширенным спектром информационного сигнала удаленных пользователей от терминала связи на каждую из антенн и средство задержки, соединенное с антеннами и устройством распределения сигналов для обеспечения различной предварительно определенной задержки в направляемом удаленному пользователю модулированном расширенным спектром информационном сигнале, подаваемом посредством устройства распределения сигналов на каждую из антенн.

14. Станция по п.13, отличающаяся тем, что направляемый удаленному пользователю модулированный расширенным спектром информационный сигнал сформирован непосредственной модуляцией информационного сигнала с помощью псевдошумового расширяющего кода в виде предварительно определенной последовательности двоичных элементов с предварительно определенной длительностью элемента кода.

15. Станция по п.14, отличающаяся тем, что средство задержки содержит множество элементов задержки, каждый из которых связан с соответствующей одной из множества пространственно разнесенных антенн для обеспечения задержки в модулированном расширенным спектром направляемому удаленному пользователю информационном сигнале, причем каждый элемент задержки отличается один от другого по меньшей мере на величину длительности одного элемента кода.

15. Станция по п. 12, отличающаяся тем, что обеспечивает связь между удаленными пользователями через базовую станцию путем передачи на нее модулированных расширенным спектром информационных сигналов удаленных пользователей для пересылки соответствующим принимающим удаленным пользователям.

RU 2107989 C1

RU 2107989 C1

17. Станция по п. 13, отличающаяся тем, что обеспечивает связь между удаленными пользователями через базовую станцию путем передачи на нее модулированных расширенным спектром информационных сигналов удаленных пользователей для пересылки соответствующим принимающим удаленным пользователям.

18. Станция по п.12, отличающаяся тем, что модулированный расширенным спектром направляемый удаленному пользователю информационный сигнал сформирован непосредственной модуляцией направляемого удаленному пользователю информационного сигнала с помощью псевдошумового кода расширения спектра, состоящего из предварительно определенной последовательности двоичных элементов, имеющих предварительно определенную длительность элемента.

19. Станция по п.16, отличающаяся тем, что модулированный расширенным спектром направляемый удаленному пользователю информационный сигнал сформирован непосредственной модуляцией направляемого удаленному пользователю информационного сигнала с помощью первого псевдошумового кода расширения спектра, состоящего из первой предварительно определенной последовательности двоичных элементов с первой предварительно определенной длительностью элемента, а модулированный расширенным спектром информационный сигнал удаленного пользователя сформирован непосредственной модуляцией информационного сигнала удаленного пользователя с помощью второго псевдошумового кода расширения спектра, состоящего из второй предварительно определенной последовательности двоичных элементов с второй предварительно определенной длительностью элемента.

20. Станция по п.17, отличающаяся тем, что направляемый удаленному пользователю модулированный расширенным спектром информацироный сигнал и модулированный расширенным спектром информационный сигнал удаленного пользователя сформированы соответственно непосредственной модуляцией направляемого удаленному пользователю информационного сигнала и информационного сигнала удаленного пользователя с помощью псевдошумового кода расширения спектра, состоящего из предварительно определенной последовательности двоичных элементов с предварительно определенной длительностью элемента.

21. Станция по п.15, отличающаяся тем, что средство распределения сигналов содержит систему кабельной сети для последовательного соединения терминала связи и антенн.

22. Станция по п.15, отличающаяся тем, что устройство распределения сигналов содержит первичную антенну, соединенную с базовой станцией, и множество вторичных антенн, электромагнитно связанных с первичной антенной, причем каждая вторичная антенна соединена с соответствующей одной из упомянутого множества пространственно разнесенных антенн и соответствующим одним из элементов задержки.

23. Станция по п. 13, отличающаяся тем, что множество пространственно разнесенных антенн включает всенаправленные антенны.

24. Станция по п. 13, отличающаяся тем, что множество пространственно разнесенных антенн содержит направленные антенны.

25. Станция по п.24, отличающаяся тем, что по меньшей мере одна из множества пространственно разнесенных антенн выполнена в виде всенаправленной антенны.

26.Станция по п.13, отличающаяся тем, что множество пространственно разнесенных антенн содержит поляризованные антенны.

27. Станция по п.13, отличающаяся тем, что множество антенн первого антенного устройства содержит вертикально поляризованные антенны, а множество антенн второго антенного устройства содержит горизонтально поляризованные антенны.

28. Система связи для обмена информационными сигналами между пользователями системы связи и между пользователями системы связи и пользователями внешней сети с помощью удаленных терминалов для связи по радиоканалу с базовой станцией с использованием сигналов связи многостанционного доступа с кодовым разделением каналов (МДКР), отличающаяся тем, что содержит терминал связи для приема и непосредственной модуляции с расширением спектра информационного сигнала, предназначенного для принимающего пользователя удаленного терминала, с помощью псевдошумового кода расширения спектра, состоящего из предварительно определенной последовательности двоичных элементов с предварительно определенной длительностью элемента, первое антенное устройство, содержащее множество элементов для формирования множества излучений модулированного с расширением спектра информационного сигнала, задержанных по времени одно относительно другого по меньшей мере на время длительности одного двоичного элемента и для приема модулированного с расширением спектра информационного сигнала, и второе антенное устройство, содержащее множество элементов для формирования множества излучений модулированного с расширением спектра информационного сигнала, задержанного по времени одно относительно другого по меньшей мере на время длительности одного двоичного элемента, и для приема модулированного с расширением спектра информационного сигнала, причем каждый из элементов первого антенного устройства расположен рядом с элементом второго антенного устройства с образованием одного узла.

29. Система по п.28, отличающаяся тем, что каждое из антенных устройств содержит множество пространственного разнесения антенн, каждая из которых соответствует элементу антенного устройства, устройство распределения сигналов для подачи модулированного с расширением спектра информационного сигнала от терминала связи на каждую из антенн, и устройство задержки, соединенное с антеннами и устройством распределения сигналов для

RU 2107989 C1

RU 2107989 C1

обеспечения задержки на время длительности одного или более двоичных элементов в модулированном с расширением спектра информационном сигнале при его подаче устройством распределения сигналов на каждую из антенн.

30. Система по п.29, отличающаяся тем, что каждый из элементов антенных устройств содержит устройство преобразования частоты для приема модулированного с расширением спектра информационного сигнала и формирования модулированного с расширением спектра информационного сигнала на высокой частоте.

31. Система по п.29, отличающаяся тем, что каждый из элементов антенных устройств содержит устройство для усиления модулированного с расширением спектра информационного сигнала.

32. Способ создания многолучевого распространения передаваемых сигналов с цифровой модуляцией в цифровой системе связи, обеспечивающей передачу сигналов с цифровой модуляцией от передающего терминала к приемному терминалу, причем приемный терминал при приеме компонет многолучевого сигнала с цифровой модуляцией требует минимальной предварительно определенной временной разницы между многолучевыми распространениями каждого принятого сигнала с цифровой модуляцией для его демодуляции, отличающийся тем, что включает следующие операции: обеспечение множества пространственно разнесенных сдвоенных антенных элементов, подача сигнала связи от передающего терминала на каждую из упомянутых антенн, обеспечение различной предварительно определенной задержки в сигнале связи при его подаче на каждый из сдвоенных антенных элементов и обеспечение различной предварительно определенной задержки в сигнеле связи при его подаче на каждую антенну сдвоенных антенных элементов.

33. Способ по п. 32, отличающийся тем, что сигналы связи в передающем терминале вырабатывают путем модуляции с расширением спектра сигналов, предназначенных для передачи, в соответствии с псевдошумовым кодом расширения спектра, образованным предварительно определенной последовательностью двоичных элементов с предварительно определенной длительности элемента, а операция обеспечения различной задержки в сигнале связи при его подаче на каждый из сдвоенных антенных элементов включает обеспечение задержки, равной по меньшей мере длительности одного двоичного элемента.

34. Антенная система для системы связи, информационный сигнал которой модулируется на первой станции всевдошумовым кодом, образованным предварительно определенной последовательностью кодовых элементов предварительно определенной длительности, причем модулированной псевдошумовым кодом сигнал используется для модуляции несущей частоты для передачи, отличающаяся тем, что содержит первое множество антенн, включенных последовательно и связанных с первой станцией, первое множество элементов задержки, каждый из которых размещен последовательно между соседними соединенными антеннами, элемент задержки первой станции, связанный с первой станцией, второе множество антенн, включенных последовательно и подключенных к элементу задержки первой станции, каждая из второго множества антенн расположена рядом с соответствующей антенной из первого множества антенн, и второе множество элементов задержки, каждый из которых размещен последовательно между соседними антеннами из второго множенства антенн.

35. Система по п.34, отличающаяся тем, что по меньшей мере одна из множества антенн содержит всенаправленную антенну.

36. Система по п.34, отличающаяся тем, что по меньшей мере одна из множества антенн содержит направленную антенну.

37. Система по п.34, отличающаяся тем, что каждый из элементов задержки первого и второго множества элементов задержки обеспечивает задержку по меньшей мере вдовое больше упомянутой длительности кодовых элементов, а элемент задержки первой станции обеспечивает задержку порядка упомянутой длительности кодовых элементов.

38. Система по п.35, отличающаяся тем, что каждый из элементов задержки первого и второго множества элементов задержки обеспечивает задержку по меньшей мере на упомянутую длительность кодовых элементов, а элемент задержки первой станции обеспечивает задержку порядка суммы задержек первого множества элементов задержки.

39. Система по п. 34, отличающаяся тем, что первое множество антенн и второе множество антенн содержит всенаправленные и направленные антенны, расположенные с перекрытием диаграмм направленности.

40. Система по п.34, отличающаяся тем, что первое множество антенн содержит поляризованные антенны с первой поляризацией, а второе множество антенн содержит поляризованные антенны с второй поляризацией.

41. Антенная система для передачи и/или приема модулированного с расширением спектра информационного сигнала, формируемого путем модуляции с расширением спектра информационного сигнала с помощью псевдошумового кода, образованного предварительно определенной последовательностью кодовых элементов с предварительно определенной длительностью кодового элемента, отличающаяся тем, что содержит первый набор соединенных последовательно антенных элементов, второй набор соединенных последовательно антенных элементов, причем каждая антенна из первого набора расположена рядом с соответствующей антенной из второго набора, набор элементов задержки, расположенных так, что по меньшей мере один элемент задержки включен между каждым из антенных элементов первого и второго наборов, и дополнительный элемент задержки, включенный последовательно с вторым набором антенных элементов так, чтобы вносить дополнительную задержку в

RU 2107989 C1

RU 2107989 C1

каждый сигнал, принимаемый и передаваемый вторым набором антенных элементов.

42. Система по п.41, отличающаяся тем, что каждый антенный элемент содержит устройство для преобразования частоты модулированного с расширением спектра информационного сигнала.

43. Система по п.41, отличающаяся тем, что каждый антенный элемент содержит устройство для усиления модулированного с расширением спектра информационного сигнала.

44. Антенная система для передачи и/или приема модулированного с расширением спектра информационного сигнала, формируемого путем модуляции с расширением спектра информационного сигнала псевдошумовым кодом, образованным предварительно определенной последовательностью кодовых элементов с предварительно определенной длительностью кодового элемента, отличающаяся тем, что содержит первый набор элементов задержки, каждый из которых имеет время задержки порядка нескольких длительностей одного кодового элемента, первый набор антенн, первую систему кабельной сети для соединения антенн и элементов задержки в последовательную цепочку, причем каждый из элементов задержки включен между определенными парами антенн, второй набор элементов задержки, каждый из которых имеет время задержки порядка нескольких длительностей одного кодового элемента, второй набор антенн, каждая из которых расположена рядом с антенной первого набора, элемент начальной задержки с временем задержки порядка длительности одного кодового элемента, и вторую систему кабельной сети для соединения второго набора антенн и элементов задержки из второго набора элементов задержки в последовательную цепочку, причем каждый элемент задержки второго набора элементов задержки включен между предварительно определенными парами антенн, а элемент начальной задержки включен последовательно с ними.

45. Антенная система для передачи и/или приема модулированного с расширением спектра информационного сигнала, соединенная с базовой станцией, причем модулированный с расширением спектра информационный сигнал сформирован путем модуляции с расширением спектра информационного сигнала с помощью псевдошумового кода в виде предварительно определенной последовательности кодовых элементов с заранее заданной длительностью кодового элемента, отличающаяся тем, что содержит первый набор элементов задержки, каждый из которых обеспечивает время задержки порядка нескольких длительностей одного кодового элемента, первый набор антенн, каждая из которых имеет область перекрытия, первую систему кабельной сети для соединения каждой из антенн первого набора с базовой станцией, включающую один из элементов задержки между базовой станцией и по меньшей мере одной антенной из первого набора, второй набор элементов задержки, каждый из которых обеспечивает время задержки порядка нескольких длительностей одного кодового элемента, второй набор антенн, каждая из которых имеет область перекрытия, причем каждая конкретная антенна из второго набора антенн соответствует конктретной антенне из первого набора, так что область перекрытия конкретной антенны первого набора и область перекрытия конкретной антенны второго набора по существу одинаковы, и вторую систему кабельной сети для соединения каждой из антенн второго набора с базовой станцией, включающую один из элементов задержки второго набора между базовой станцией и по меньшей мере одной антенной из второго набора, так что каждая антенна из второго набора имеет иную задержку относительно базовой станции по сравнению с соответствующей антенной первого набора антенн относительно базовой станции.

46. Антенная система для цифровой системы связи, в которой по меньшей мере один удаленный терминал осуществляет связь с другими терминалами через базовую станцию, используя сигналы связи с цифровой модуляцией, отличающаяся тем, что содержит первый набор пространственно разнесенных антенн, второй набор пространственно разнесенных антенн, каждая из которых соответствует по местоположению соответствующей антенне из первого набора антенн, устройство распределения сигналов для передачи сигналов связи между базовой станцией и каждой антенной из первого и второго наборов, и устройство задержки, включенное последовательно с каждой из антенн из первого и второго наборов и устройством распределения сигналов для обеспечения предварительно определенной задержки в сигналах связи между базовой станцией и каждой антенной из первого и второго наборов.

47. Цифровая система связи для осуществления связи по меньшей мере одного удаленного терминала с базовой станцией с использованием сигналов связи с цифровой модуляцией, отличающаяся тем, что содержит базовую станцию по меньшей мере с двумя независимыми приемниками, первый набор пространственно разнесенных антенн, второй набор пространственно разнесенных антенн, каждая из которых соответствует по местоположению соответствующей антенне из первого набора антенн для формирования первой совокупной диаграммы направленности, первое устройство распределения сигналов для передачи сигналов связи между первым приемников из по меньшей мере двух независимых приемников базовой станции и первыми и вторыми наборами антенн, первое устройство задержки, включенное так, что каждая антенна из первого набора антенн и второго набора антенн проявляет различную задержку относительно первого приемника из по меньшей мере двух независимых приемников базовой станции, третий набор пространственно разнесенных антенн, четвертый набор пространственно разнесенных антенн, каждая из которых соответствует по местоположению соответствующей антенне из третьего набора антенн для формирования второй совокупной диаграммы направленности, второе устройство распределения сигналов для

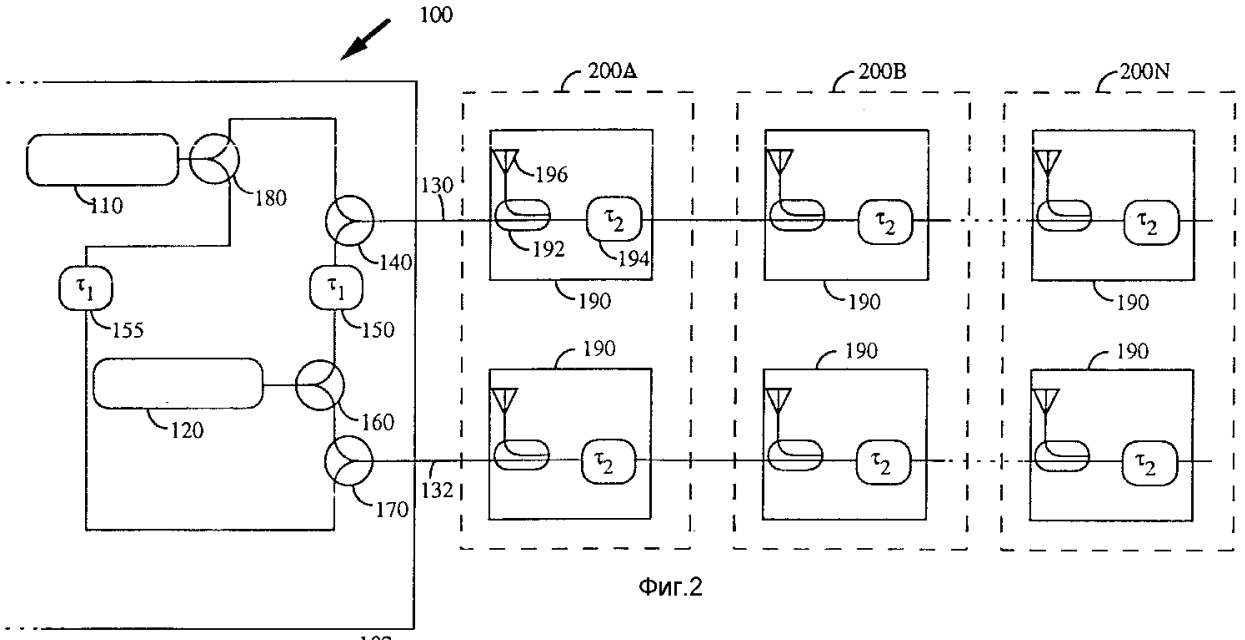
RU 2107989 C1

RU 2107989 C1

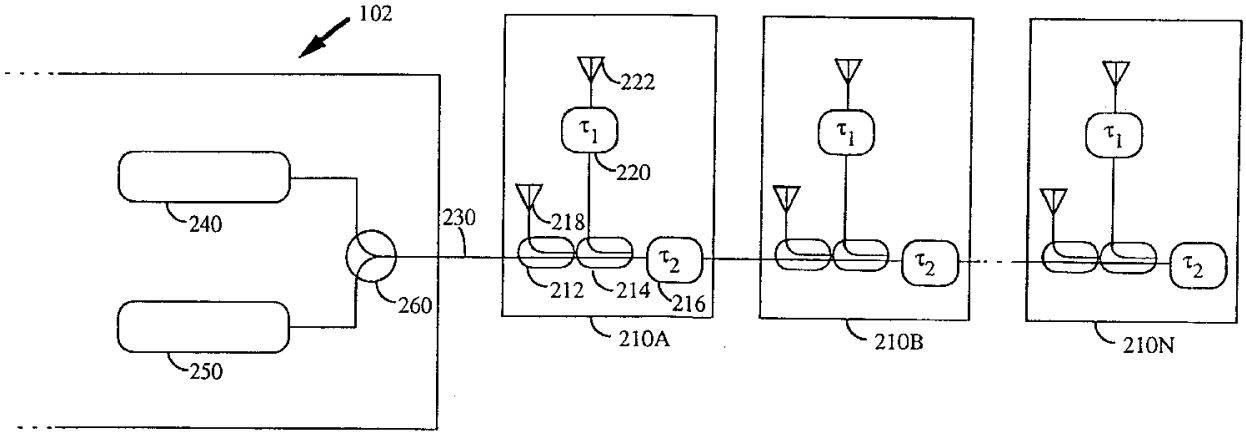
передачи сигналов связи между вторым приемников из по меньшей мере двух независимых приемников базовой станции и третьим и четвертым наборами антенн, и второе устройство задержки, включенное так, что каждая антенна из третьего набора антенн и четвертого набора антенн имеет различную задержку относительно второго приемника из по меньшей мере двух независимых приемников базовой станции, и так, что конкретная антенна из третьего набора антенн и конкретная соответствующая ей антенна из четвертого набора антенн имеет различную задержку относительно базовой станции по сравнению с конкретной антенной из первого набора антенн и конкретной соответствующей ей антенной из второго набора антенн, имеющих соответствующую первую совокупную диаграмму направленности, перекрывающую соответствующую вторую совокупную диаграмму направленности конкретной антенны из третьего набора антенн и конкретной соответствующей ей антенны из четвертого набора антенн.

RU 2107989 C1

RU 2107989 C1



Фиг.2

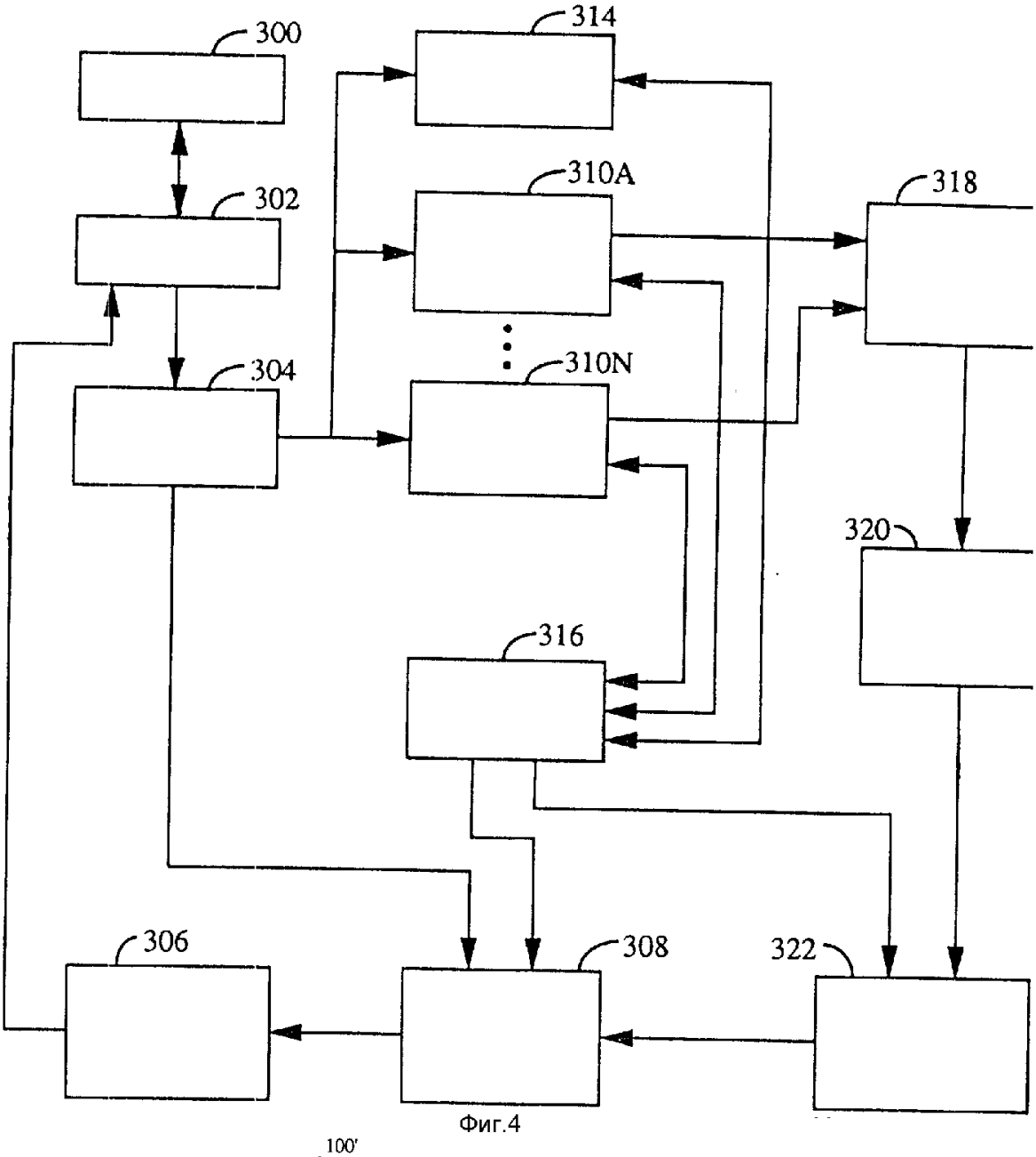


Фиг.3

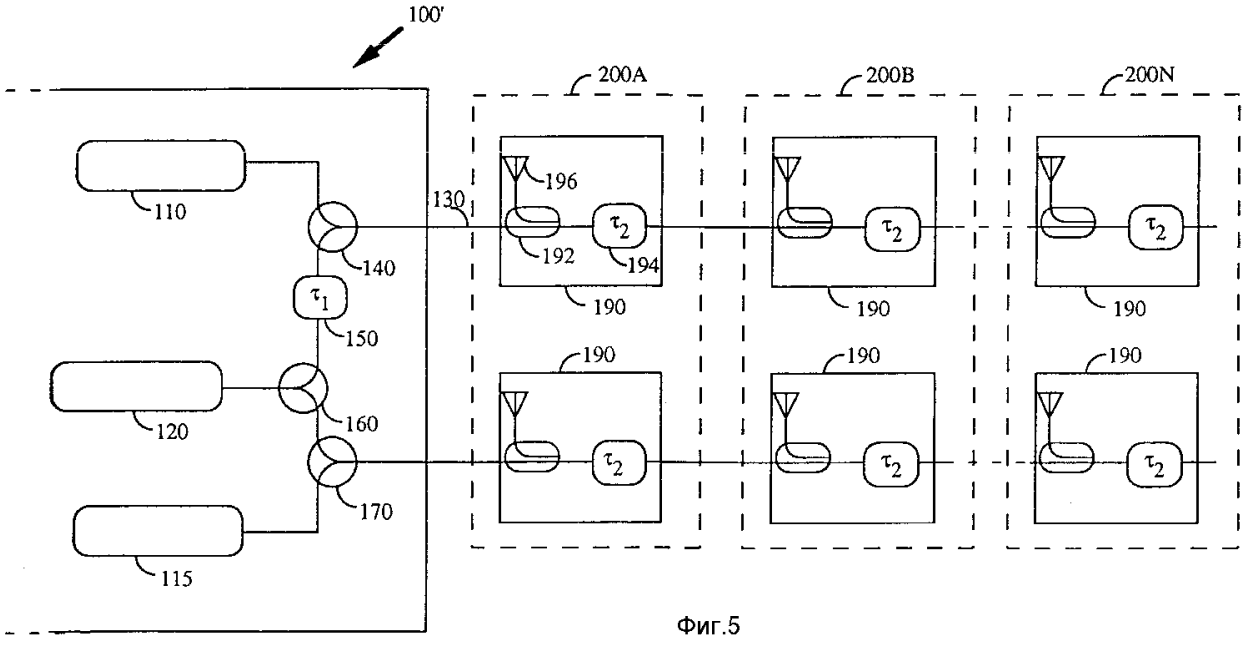
RU 2107989 C1

RU 2107989 C1

RU 2107989 C1



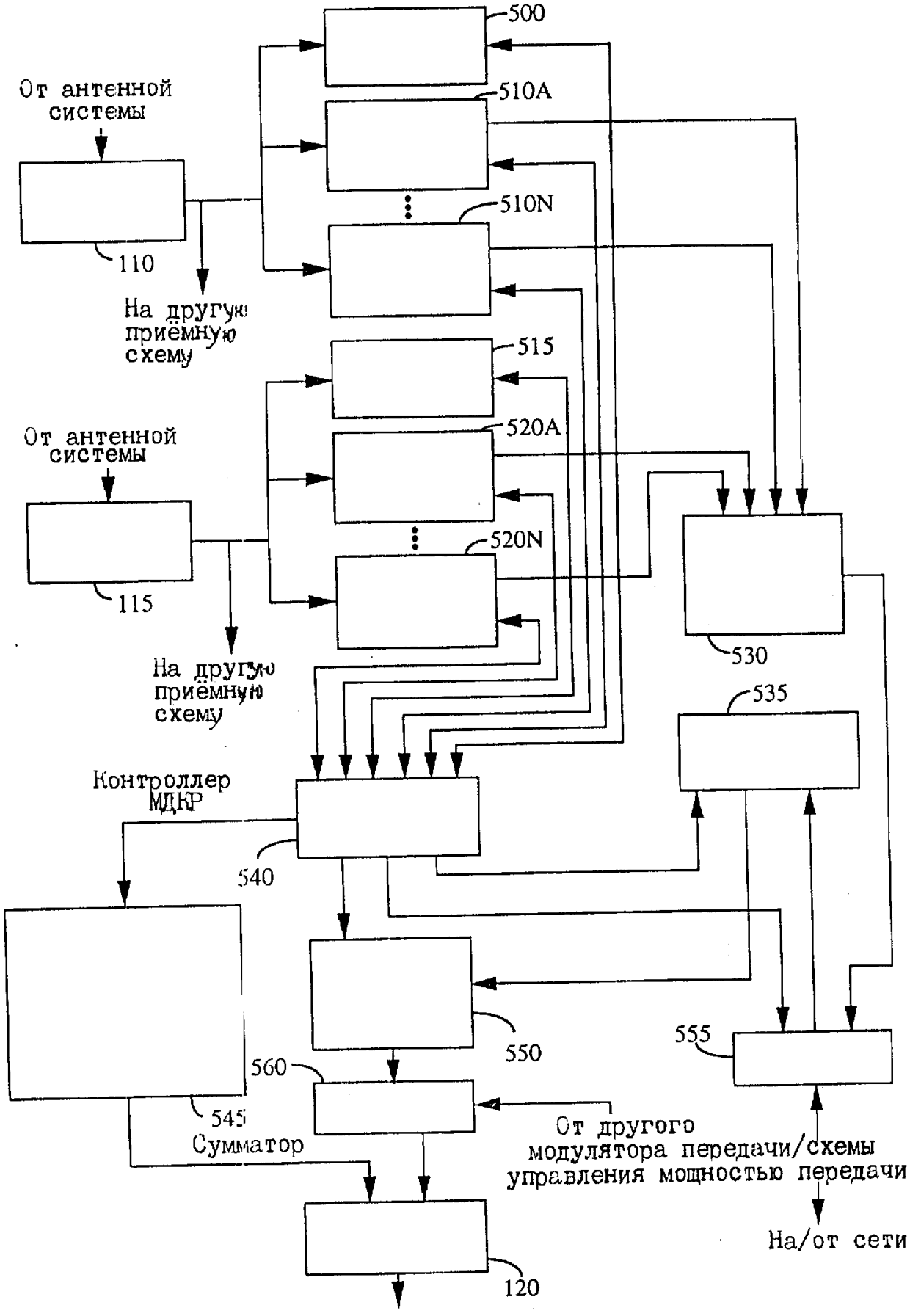
Фиг.4



Фиг.5

RU 2107989 C1

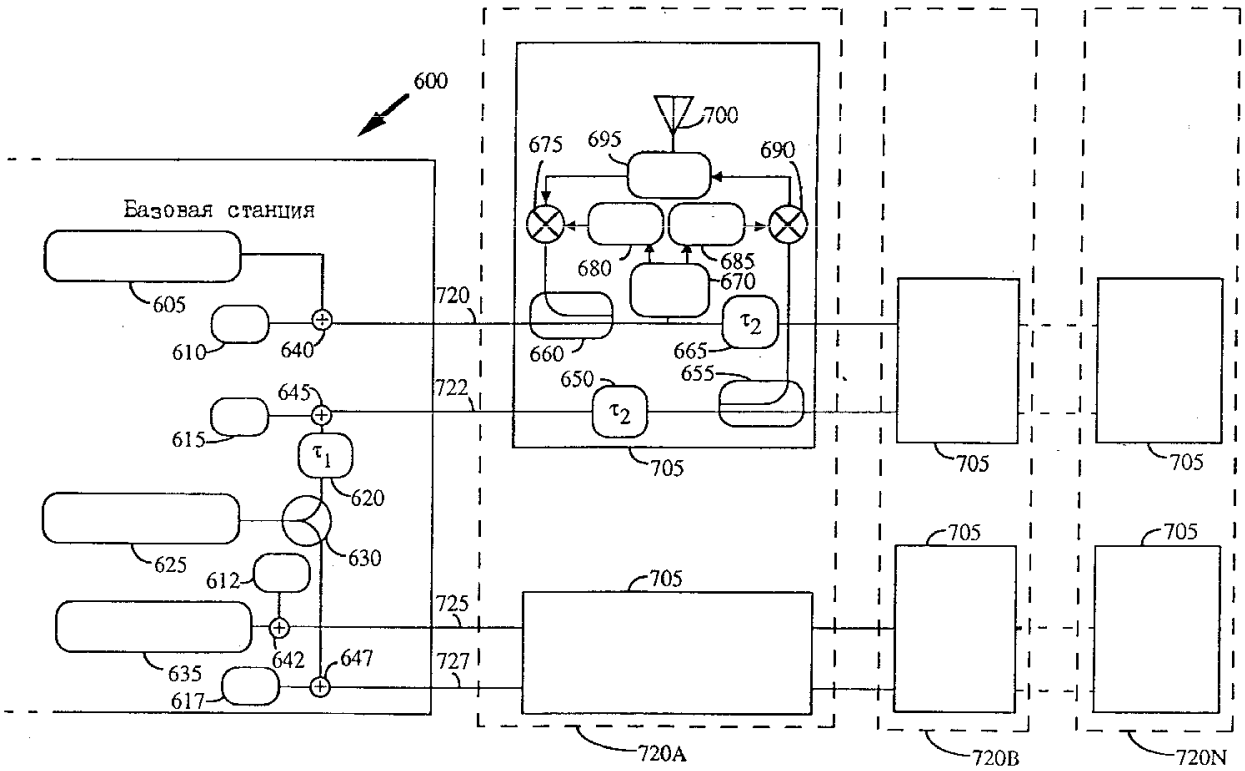
RU 2107989 C1



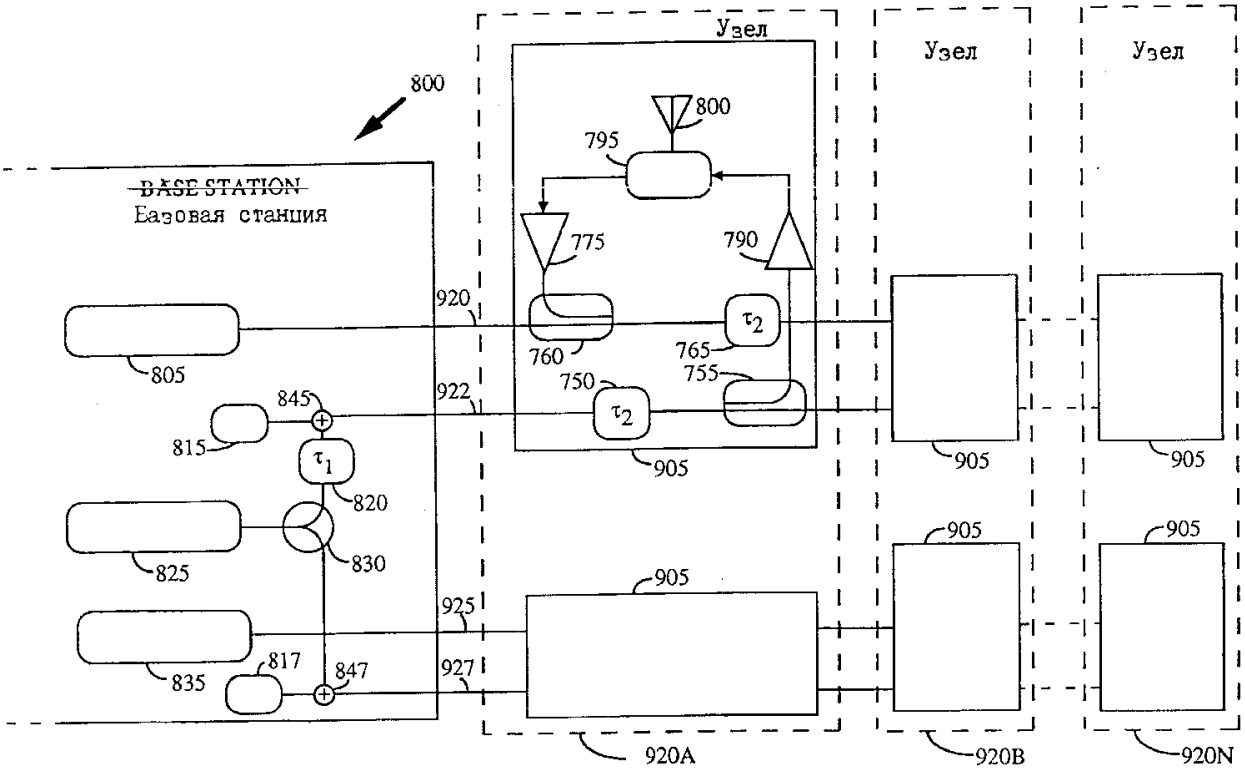
Фиг.6

RU 2107989 C1

RU 2107989 C1

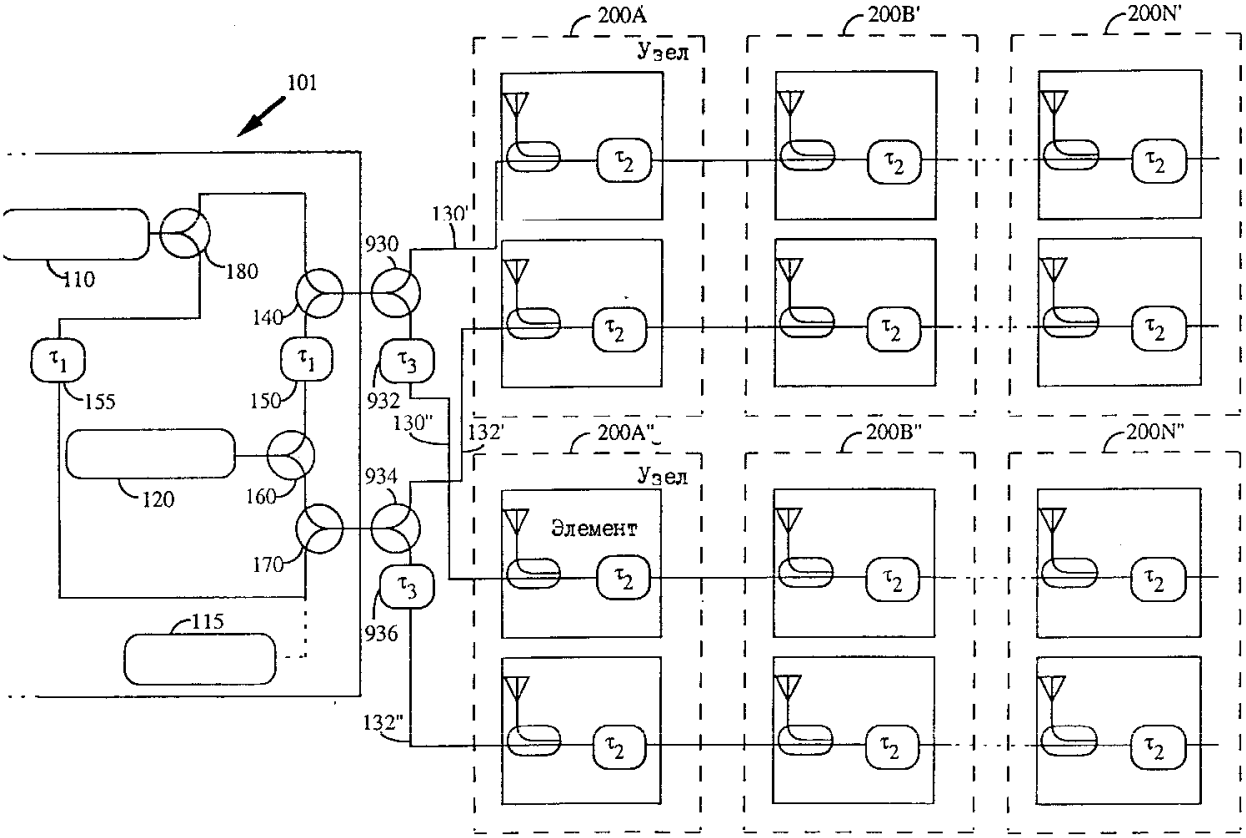


Фиг.7

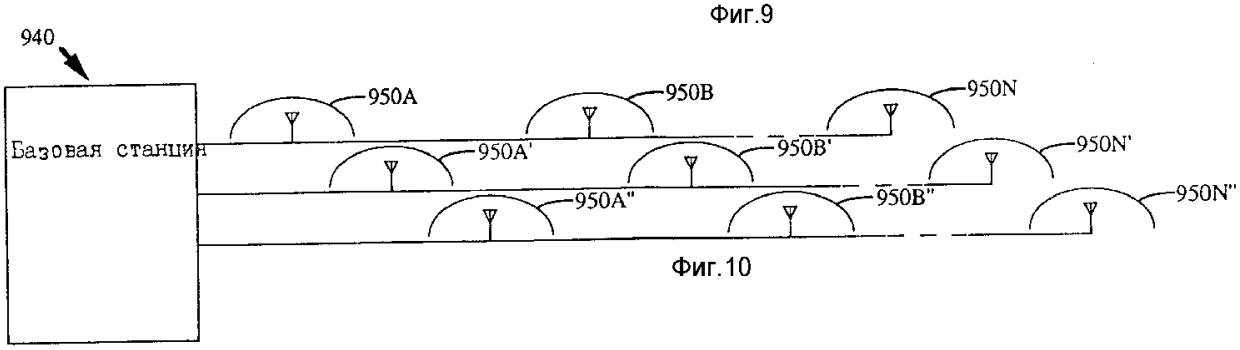


Фиг.8

RU 2107989 C1



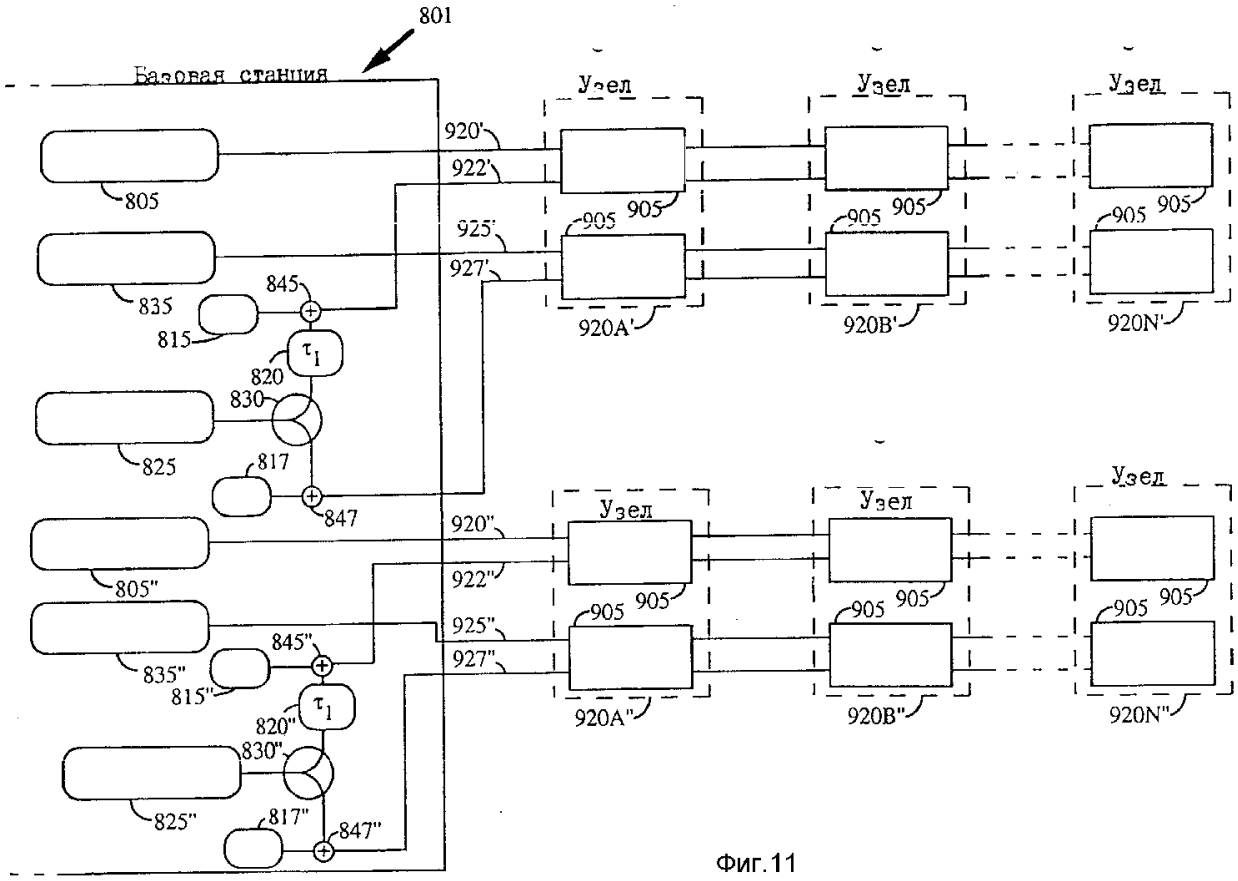
Фиг.9



Фиг.10

RU 2107989 C1

RU 2107989 C1



Фиг.11

RU 2107989 C1

RU 2107989 C1