



(19) **RU**⁽¹¹⁾ **2 176 854**⁽¹³⁾ **C2**
(51) МПК⁷ **H 04 L 27/30, 1/12**

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ**

(21), (22) Заявка: 97112109/09, 11.12.1995
(24) Дата начала действия патента: 11.12.1995
(30) Приоритет: 19.12.1994 US 358,425
(43) Дата публикации заявки: 20.06.1999
(46) Дата публикации: 10.12.2001
(56) Ссылки: SU 1760636 A1, 07.09.1992. WO 9217011 A, 01.10.1992. DE 3426568 A, 23.01.1986. US 4937844, 26.06.1990.
(85) Дата перевода заявки РСТ на национальную фазу: 21.07.1997
(86) Заявка РСТ: US 95/16001 (11.12.1995)
(87) Публикация РСТ: WO 96/19879 (27.06.1996)
(98) Адрес для переписки: 129010, Москва, ул. Большая Спасская 25, стр.3, ООО "Юридическая фирма Городисский и Партнеры", Кузнецову Ю.Д.

(71) Заявитель: КВЭЛКОММ ИНКОРПОРЕЙТЕД (US)
(72) Изобретатель: ЗЕХАВИ Эфрейм (IL)
(73) Патентообладатель: КВЭЛКОММ ИНКОРПОРЕЙТЕД (US)
(74) Патентный поверенный: Кузнецов Юрий Дмитриевич

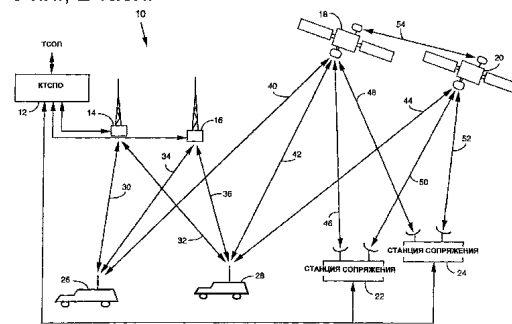
(54) СПОСОБ И УСТРОЙСТВО ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ФАЗОВОЙ МАНИПУЛЯЦИИ УОЛША В СИСТЕМЕ СВЯЗИ С РАСШИРЕННЫМ СПЕКТРОМ СИГНАЛОВ

(57) Способ и устройство для формирования ортогонально кодированных сигналов связи для абонентов системы связи с использованием ортогональных функций для каждого ортогонального канала связи. Символы цифровых данных М-кратно модулированы с помощью по крайней мере двух ортогональных символов модуляции длиной n, которые, как правило, являются функциями Уолша, обычно используемыми в системе связи. Эти символы обеспечиваются селектором символов модуляции, состоящим обычно из одного или нескольких кодовых генераторов, и при этом модуляция такова, что М равно произведению общего числа ортогональных функций и числа, используемого для формирования отдельных символов модуляции. Каждая группа из $l \cdot q_2 M$ кодированных символов данных из элементов обработки данных преобразуется в один символ модуляции с помощью элемента выбора символа модуляции в соответствии с

их двоичными значениями. В некоторых конкретных вариантах осуществления используют устройство быстрого преобразования Адамара для преобразования символов. Получаемые сигналы связи демодулируют путем параллельной корреляции их с предварительно выбранным числом ортогональных функций и демодуляции результатов с получением М значений энергии, представляющих каждый ортогональный символ модуляции. Эти значения энергии преобразуют в данные метрики энергии с помощью процесса формирования двойной максимальной метрики. Корреляцию и демодуляцию можно проводить с помощью по крайней мере двух групп по N корреляторов, N - число используемых функций, и подачи коррелированных сигналов на один демодулятор для каждой группы корреляторов. Каждый демодулятор выдает М значений энергии, представляющих каждый из М взаимно ортогональных символов

модуляции, которые затем объединяют в одно множество из M значений энергии. В других конфигурациях можно использовать когерентные демодуляторы для получения значений амплитуды для принятых сигналов, которые затем объединяют с результатами двойной максимальной метрики для получения значений составной метрики для символов данных. Технический результат, достигаемый при реализации заявленной группы изобретений, состоит в увеличении энергии для оценки и отслеживания фазы сигналов связи, а также в сохранении ортогональности между каналами связи с помощью некогерентной

модуляции/демодуляции. 6 с. и 38 з.п. ф-лы, 9 ил., 2 табл.



ФИГ. 1

RU 2176854 C2

RU 2176854 C2



(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 176 854** ⁽¹³⁾ **C2**
 (51) Int. Cl.⁷ **H 04 L 27/30, 1/12**

RUSSIAN AGENCY
 FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: 97112109/09, 11.12.1995
 (24) Effective date for property rights: 11.12.1995
 (30) Priority: 19.12.1994 US 358,425
 (43) Application published: 20.06.1999
 (46) Date of publication: 10.12.2001
 (85) Commencement of national phase: 21.07.1997
 (86) PCT application:
 US 95/16001 (11.12.1995)
 (87) PCT publication:
 WO 96/19879 (27.06.1996)
 (98) Mail address:
 129010, Moskva, ul. Bol'shaja Spasskaja 25,
 str.3, OOO "Juridicheskaja firma Gorodisskij
 i Partnery", Kuznetsovu Ju.D.

(71) Applicant:
 KVEhLKOMM INKORPOREJTED (US)
 (72) Inventor: ZEKhAVI Ehfrejrn (IL)
 (73) Proprietor:
 KVEhLKOMM INKORPOREJTED (US)
 (74) Representative:
 Kuznetsov Jurij Dmitrievich

(54) **METHOD AND DEVICE USING WALSH PHASE-SHIFT KEYING IN COMMUNICATION SYSTEM WITH EXPANDED SPECTRUM OF SIGNALS**

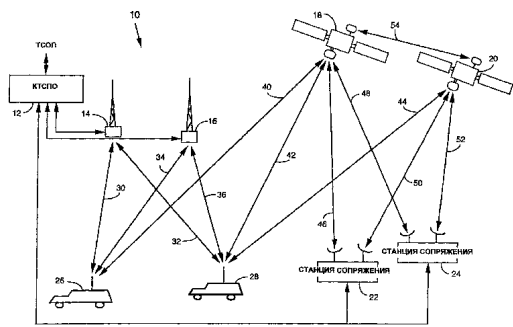
(57) Abstract:
 FIELD: radio communication. SUBSTANCE: method and device are intended to form orthogonally coded communication signals for subscribers of communication system with use of orthogonal functions for each orthogonal communication channel. Symbols of digital data are M-fold modulated with use of at least two orthogonal modulation symbols with length n which as a rule are Walsh functions traditionally employed in communication system. These symbols are provided by selector of modulation symbols usually comprised of one or several code generators. Modulation in this case is such that M is equal to product of common number of orthogonal functions and number used to form individual modulation symbols. Each group of $\log_2 M$ coded symbols of data composed of data processing elements is converted to one modulation symbol with the aid of element selecting modulation symbol in correspondence with their binary values. In some variants of implementation of method and device there is used Hadomard fast transform device for conversion of symbols. Generated communication signals are demodulated by way of their parallel

correlation with number of orthogonal functions chosen in advance and by demodulation of results with generation of M values of energy presenting each orthogonal modulation symbol. These values of energy are converted to data metrics of energy by means of process of formation of double maximum metrics. Correlation and demodulation can be conducted with the use of at least two groups of N correlators, N being number of employed functions, and feed of correlated signals to one demodulator per each group of correlators. Each demodulator generates M values of energy presenting each of M mutually orthogonal modulation symbols which are then integrated into collection of M values of energy. In other configurations coherent demodulators can be used to obtain values of amplitude for received signals which then are collated with results of double maximum metrics to produce values of aggregate metrics of data symbols. EFFECT: increased energy for evaluation and tracking of phase of communication signals, preservation of orthogonality between communication channels by means of non-coherent modulation/demodulation. 44 cl, 9 dwg

RU 2 176 854 C2

RU 2 176 854 C2

RU 2176854 C2



ФИГ. 1

RU 2176854 C2

Изобретение относится к системам связи с многодистанционным доступом, например к радиоинформационным или телефонным системам, и к системам связи с многодистанционным доступом типа использующих спутниковые ретрансляторы. Более конкретно, изобретение относится к способу и устройству для использования множественных ортогональных кодов с целью формирования сигналов связи с расширенным спектром. Изобретение также относится к способу использования манипуляции кодовых последовательностей множественных функций Уолша для модуляции сигналов в системах связи с расширенным спектром сигналов и многодистанционным доступом с кодовым разделением каналов, чтобы обеспечить пользователям системы улучшенные энергетические метрики для некогерентной демодуляции сигналов.

Разработано множество систем связи с многодистанционным доступом для обмена информацией между большим количеством пользователей системы. Способы, используемые в таких системах связи с многодистанционным доступом, включают многодистанционный доступ с временным разделением каналов (МДВРК (TDMA)), многодистанционный доступ с частотным разделением каналов (МДЧРК (FDMA)), и схемы амплитудной модуляции (AM), например с амплитудно-командированной одной боковой полосой (Американский стандартный код для обмена информацией ASCII), основы которых известны в данной области техники. Однако способы модуляции с расширением спектра, например многодистанционный доступ с кодовым разделением каналов (МДКРК (CDMA)), обеспечивают значительные преимущества над другими схемами модуляции, особенно - в процессе предоставления услуг для большого количества пользователей системы связи. Использование способов МДКРК в системе связи с многодистанционным доступом раскрыто в положениях патента США N 4901307, который выдан 13 февраля 1990 г. под названием "Система связи с многодистанционным доступом и с расширенным спектром сигналов, использующая спутниковые или наземные ретрансляторы" ("Spread Spectrum Multiple Access Communication System Using Satellite or Terrestrial Repeaters"), переуступлен владельцу патента на данное изобретение и упоминается здесь для справок.

В патенте N 4901307 раскрыт способ использования системы связи с многодистанционным доступом, при котором каждый из большого количества, в основном, подвижных или удаленных пользователей системы использует приемопередатчик для связи с другими пользователями системы или желаемыми получателями сигналов, например посредством телефонной сети общего пользования. Приемопередатчики осуществляют связь через спутниковые ретрансляторы и станции сопряжения или наземные базовые станции (также именуемые иногда сотовыми пунктами или ячейками), использующие сигналы связи с расширенным спектром многодистанционного доступа с кодовым разделением каналов (МДКРК). Такие системы позволяют передавать информационные и речевые сигналы связи

различных типов между пользователями системы и другими абонентами, подключенными к системе связи. Системы связи, использующие сигналы с расширенным спектром и способы модуляции, например раскрытые в патенте США N 4901307, обеспечивают повышенную пропускную способность пользователей системы по сравнению с другими способами за счет того, что полный спектр частот используется одновременно среди пользователей системы в некоторой области и "повторно используется" много раз в различных областях, обслуживаемых системой. Использование МДКРК приводит к более высокой эффективности применения некоторого заданного спектра частот, чем та, которая достигается при использовании других способов многодистанционного доступа. Кроме того, использование способов широкополосного МДКРК позволяет проще решать такие проблемы, как замирание, обусловленное многолучевым распространением, особенно для наземных ретрансляторов. Способы псевдощумовой (ПШ (PN)) модуляции, используемые при обработке широкополосных сигналов МДКРК, обеспечивают относительно большой коэффициент усиления сигналов, которое позволяет быстрее различать спектрально сходные каналы или сигналы связи. Это позволяет проще дискриминировать сигналы, следующие по различным каналам распространения, при условии, что любая разница в длине тракта вызывает относительные задержки распространения сверхдлительности элемента ПШ сигнала, т.е. инверсию ширины полосы. Если используется частота передачи элемента ПШ сигнала, скажем, 1 МГц, то можно использовать коэффициент усиления при обработке полного расширенного спектра, равный отношению ширины полосы распространения к скорости передачи данных в системе, для дискриминации каналов сигнала более чем на одну микросекунду по задержке в канале или во времени прибытия. Эта разница соответствует разнице в длине канала примерно 1000 футов (304,8 м). Обычные городские условия обеспечивают задержки в канале свыше одной микросекунды, а в некоторых зонах - задержку до 10-20 мкс.

Способность осуществлять дискриминацию между сигналами многих трактов значительно уменьшает интенсивность многоканального замирания, хотя обычно и не исключает его полностью, потому что возможны каналы с разностью задержек меньше периода элемента ПШ сигнала. Существование каналов с малой задержкой чаще встречается конкретно в спутниковых ретрансляторах или направленных линиях связи, где многоканальные отражения от зданий и других наземных поверхностей значительно уменьшаются. Следовательно, желательно обеспечить некоторую форму разнесения сигналов в качестве одного из подходов к уменьшению вредного влияния замирания и дополнительных проблем, связанных с относительным движением пользователя или ретранслятора.

Вообще говоря, в системах связи с сигналами с расширенным спектром получают или используют три типа разнесения

временное, частотное и пространственное разнесение. Временное разнесение получают с помощью повторения данных, перемежения во времени данных или компонентов сигнала и кодирования ошибок. Форма частотного разнесения обязательно обеспечивается МДКРК, при котором энергия сигнала распределяется по большой ширине полосы. Поэтому избирательное частотное замирание оказывает негативное влияние лишь на небольшую часть ширины полосы сигналов МДКРК.

Пространственное разнесение или разнесение каналов получают путем обеспечения многочисленных каналов сигналов посредством одновременных связей с подвижным пользователем через одну или несколько базовых станций в случае систем ретрансляторов наземного базирования, и посредством одного или нескольких радиолучей спутника или отдельных спутников - в случае систем ретрансляторов космического базирования. То есть, в условиях спутниковой связи или для находящихся в помещениях систем радиосвязи можно получить разнесение каналов путем преднамеренной передачи или приема с помощью многих антенн. Кроме того, разнесение каналов можно получить путем использования естественных условий многоканальности посредством разрешения приема и обработки сигнала, поступающего по различным каналам, каждый из которых имеет разную задержку при распространении, раздельно для каждого канала.

Если имеются два или более каналов приема сигналов с достаточной разностью задержек, скажем, более одной микросекунды, можно использовать два или более приемников для раздельного приема этих сигналов. Поскольку эти сигналы обычно обладают независимым замиранием и другими характеристиками распространения, эти сигналы можно раздельно обрабатывать с помощью приемников, а выходные сигналы, объединенные с помощью объединителя разнесения с целью получения окончательной выходной информации или данных и решения проблем, которые имели бы место в противном случае, присутствуют в одном канале. Следовательно, потеря работоспособности происходит только тогда, когда сигналы, поступающие на оба приемника, несут замирание или помеху одинаковым образом и в одно и то же время. Чтобы использовать существование многоканальных сигналов, необходимо использовать форму сигналов, которая позволяет осуществлять операции объединения сигналов разнесения каналов.

Примеры использования разнесения каналов в системах связи с многодистанционным доступом приведены в патенте США N 5101501 под названием "Мягкая передача связи в сотовой телефонной системе с МДКРК" ("Soft Handoff in a CDMA Cellular Telephone System"), выданном 31 марта 1992, и в патенте США N 5109390 под названием "Приемник с разнесением каналов в сотовой телефонной системе с МДКРК" ("Diversity Receiver in a CDMA Cellular Telephone System"), выданном 28 апреля 1992 г., которые оба переуступлены владельцу прав на данное изобретение и упоминаются здесь для справок.

В способах МДКРК, раскрытых в патенте США N 4901307, рассматривается использование когерентной модуляции и демодуляции для обоих направлений связи или линий связи в процессе связи между пользователем и спутником. В системах связи, использующих этот подход, используют пилот-сигнал несущей в качестве опорного сигнала когерентной фазы для линий связи "станция сопряжения-пользователь" или "спутник - пользователь" и "базовая станция-пользователь". Фазовая информация, полученная в результате отслеживания пилот-сигнала на частоте несущей, затем используется в качестве опорного сигнала фазы несущей для когерентной демодуляции сигналов другой системы или информационных сигналов абонента. Этот способ позволяет объединить несущие сигналы многих пользователей в общий пилот-сигнал в качестве опорного сигнала фазы, обеспечивая менее дорогой и более эффективный механизм слежения. В системах спутниковых ретрансляторов обратная линия связи обычно не требует наличия пилот-сигнала опорного сигнала фазы для приемников станций сопряжения. В условиях наземных радио- или сотовых систем жесткость многоканального замирания и возникающий в результате этого разрыв фазы канала связи, как правило, препятствуют использованию способов когерентной демодуляции для линии связи "пользователь - базовая станция", при этом пилот-сигнал обычно не используется. Однако настоящее изобретение позволяет использовать, при желании, как способы некогерентной модуляции, так и способы некогерентной демодуляции.

Хотя преимущественно применяются ретрансляторы и базовые станции наземного базирования, в будущих системах большее внимание будет уделено ретрансляторам спутникового базирования ввиду более широкого географического охвата, необходимого для того, чтобы достичь большего числа "удаленных" пользователей и добиться действительно "глобальных" услуг связи. К сожалению, в условиях спутников некоторые факторы иногда оказывают негативное влияние на полезность способов обычного разнесения сигналов и отслеживания частоты и фазы.

Спутниковые ретрансляторы работают в условиях серьезного ограничения мощности питания. То есть имеется некоторая разумная величина мощности, которой управляет спутник и к которой системы связи имеют практический доступ. Это, помимо всего прочего, основано на таких факторах, как размеры спутника и механизмы сохранения энергии. Весьма желательно уменьшить величину мощности, потребляемой или используемой системой связи для чего бы то ни было, кроме фактической передачи данных для пользователя или абонента системы.

Может быть и так, что система обслуживает относительно малое количество реальных пользователей в любой момент времени, хорошо работая с низкой пропускной способностью. Это обстоятельство может привести к появлению пилот-сигнала, который учитывает более пятидесяти процентов мощности, потребляемой спутниковой частью системы связи, что проявляется в

потенциально неприемлемой неэффективности при использовании мощности для спутниковых ретрансляторов. В этой последней ситуации пилот-сигнал становится слишком "дорогим" в обслуживании, и операторы системы на самом деле могли бы для компенсации уменьшить мощность пилот-сигнала.

Однако безотносительно причины проведения, уменьшение мощности пилот-сигналов уменьшает способность изначально захватывать пилот-сигнал с высокой скоростью и обеспечивать очень точное отслеживание фазы несущей пилот-сигнала. Это особенно справедливо в спутниковых системах, где доплеровские и иные эффекты увеличивают трудность точного отслеживания несущей пилот-сигнала по сравнению с системами ретрансляторов наземного базирования. Легко заметить, что если мощность недостаточно велика или если доплеровские или иные эффекты являются достаточно значимыми факторами, пользователи системы могут оказаться не в состоянии надежно получать желаемый уровень слежения за пилот-сигналом и должны использовать схему некогерентной демодуляции. То есть, энергия, выделяемая пилот-сигналу, недостаточна для того, чтобы точно оценить, до некоторого заданного уровня, фазу сигналов для когерентной модуляции или поддержать слежение. В то же время, энергия пилот-сигнала, полученная на земной поверхности, может быть низкой вблизи краев нескольких пятен спутниковых лучей ввиду формы сигналов антенны и т.п.

Поэтому желательно разработать способ захвата или демодуляции сигнала связи с расширенным спектром с помощью способов некогерентной демодуляции. При таких способах желательной является эффективная работа для пользователей или абонентов системы при наличии уменьшенной энергии пилот-сигнала. Это должно иметь место даже тогда, когда энергия пилот-сигнала уменьшилась - либо из-за конструкции, либо из-за эффектов распространения - до такого низкого уровня энергии, что является необнаружимой для практических целей. В то же время, этот способ не должен препятствовать эффективному использованию информации пилот-сигнала при ее наличии и должен быть хорошо совместимым с другим пилот-сигналом и протоколами систем связи с МДКРК.

Ввиду вышеизложенных и других проблем, обнаруженных в области техники, относящейся к демодуляции пилот-сигналов и сигналов каналов в системах связи с многодистанционным доступом, одна цель настоящего изобретения заключается в том, чтобы увеличить энергию, которую абоненты системы могут использовать для оценки и отслеживания фазы сигналов связи.

Одно из преимуществ настоящего изобретения состоит в том, что оно улучшает прием и в то же время совместимо с другими схемами модуляции.

Еще одно преимущество изобретения состоит в том, что оно поддерживает и разнесение, и передачу сигналов с мягкой передачей связи между двумя линиями связи, на одной из которых используется некогерентная модуляция, а на другой - когерентная модуляция.

Вторая цель изобретения заключается в том, чтобы разработать способ модуляции, который сохраняет ортогональность между каналами связи с помощью некогерентной модуляции/демодуляции. Эти и другие цели, задачи и преимущества реализованы в способе и устройстве для формирования ортогонально кодированных сигналов для абонентов системы с помощью множественных ортогональных функций или кодовых последовательностей для каждого получателя сигналов или ортогонального канала связи. Символы цифровых данных, передаваемых предписанным пользователям или абонентским узлам по прямой линии связи в системе связи с сигналами с расширенным спектром, M -кратно модулированы с использованием по крайней мере двух символов ортогональной модуляции длиной n , которые, как правило, содержат каждый одну или несколько функций Уолша. Зависимость между используемыми ортогональными функциями и M -кратным уровнем осуществляемой модуляции такова, что M равно произведению общего числа ортогональных функций, используемых при формировании символов модуляции, и числа функций, используемых для формирования каждого отдельного сигнала. Другими словами, равно произведению общего числа используемых функций и коэффициента (L), равного числу раз, в которое каждый символ модуляции превышает длину n каждой функции. Как правило, число функций и коэффициент выбирают так, чтобы M было меньше 64 . Функции, используемые для формирования символов модуляции, представляют собой функции, обычно предназначенные для системы связи или используемые в ней.

При таком подходе можно использовать 2 ортогональные функции длиной n для формирования двух символов модуляции длиной n и получения 2 -кратной модуляции, хотя те же ортогональные функции можно использовать и для формирования четырех символов модуляции длиной n , которые используются для получения 4 -кратной модуляции. В еще одном аспекте изобретения используют 4 ортогональные функции длиной n для формирования шестнадцати символов модуляции длиной $4n$, которые используются для получения 16 -кратной модуляции ($M = 4$ (функции) $\times 4$ [n] = 16).

Модуляцию осуществляют путем преобразования символов кодированных и перемежающихся данных в символы модуляции или кодовые последовательности в соответствии с двоичными значениями модулируемых символов данных. Каждая группа из $\log_2 M$ символов данных используется для формирования или выбора соответствующих выходных символов M -кратной модуляции. Следовательно, когда $L = 1$ и число используемых ортогональных функций длиной $n = 2$, $M = 2$ и каждый (один) символ кодированных данных преобразуется в один из двух символов модуляции длиной n . Обычно это делают путем выбора одного символа модуляции для двоичного входного значения "0", а другого - для "1". В других конкретных вариантах, когда $L = 2$ и число используемых функций равно 2 , $M = 4$ и каждые два символа кодированных данных преобразуются в четыре символа модуляции

длиной $2n$. Аналогично, когда $L = 4$ и число используемых функций равно 4, $M = 16$ и каждые четыре символа кодированных данных преобразуются в шестнадцать символов модуляции.

Как правило, символы модуляции создают путем формирования сначала ортогональных кодов длиной n , например функций Уолша, в ряду из N генераторов кодов. Значение N равно по крайней мере $\log_2 M$ при минимуме, равном двум, тогда как M обычно меньше 64. Средство или устройство выбора символов модуляции принимает или формирует ортогональные коды и выдает желаемые символы модуляции либо используя кодовые последовательности, как в случае 2-кратной модуляции более низкого порядка, либо посредством объединения L отдельных кодовых последовательностей и их инверсии для создания, при желании, более длинных символов модуляции длиной Ln . Генераторы кодов могут иметь конфигурацию, позволяющую также выдавать инвертированные последовательности, или можно использовать дополнительные генераторы кодов для выполнения этой функции. В качестве альтернативы, средство выбора может инвертировать каждую выбранную последовательность, при желании, чтобы выдавать последовательности, используемые при формировании символов модуляции длиной Ln . В случае модуляции более высокого порядка каждый символ модуляции длиной Ln содержит либо L кодовых последовательностей, либо $L/2$ последовательностей и $L/2$ инверсий одной и той же последовательности или функции. Инвертированные функции располагают в общей последовательности символов модуляции так, что поддерживается ортогональность между другими последовательностями, использующими эту функцию.

Выходной сигнал символа модуляции для передачи формируется в ответ на двоичное значение кодовых символов входных данных. Средство выбора реагирует на двоичное значение каждой группы из $\log_2 M$ символов данных и выдает подходящий символ модуляции в качестве выходного сигнала.

В одном конкретном варианте осуществления изобретения, по крайней мере, один (а в основном - два) генератор используется для выдачи первой и второй ортогональных функций длиной n . Селектор или средство выбора подключено для приема символов данных пользователя и первой и второй функций, и реагирует на двоичные значения символов данных путем выдачи первой ортогональной функции, когда символы данных имеют одно значение, и второй ортогональной функции, когда символы данных имеют второе значение. В альтернативном варианте с использованием модуляции более высокого уровня селектор реагирует путем выдачи первой, второй, третьей и четвертой кодовых последовательностей длиной $2n$, используя первую ортогональную функцию дважды, когда пара поступающих символов данных имеют первое значение, используя первую ортогональную функцию и ее инверсию, когда пара символов данных имеют второе значение, используя вторую ортогональную функцию дважды, когда пара символов данных

имеют третье значение, и используя вторую ортогональную функцию и ее инверсию, когда пара символов данных имеют четвертое значение. В еще одном конкретном варианте осуществления, по крайней мере, один, а в основном - четыре генератора ортогональных функций используются для выдачи первой, второй, третьей и четвертой ортогональных функций длиной n . Селектор принимает символы данных пользователя и четыре функции и реагирует на двоичные значения символов данных путем выдачи четырех последовательностей, в которых первая, вторая, третья и четвертая функции повторяются четыре раза, соответственно, каждая - в ответ на одно из четырех значений символов данных. Кроме того, селектор выдает три множества последовательностей, каждую - в ответ на одно из двенадцати значений символов данных, причем первая, вторая, третья и четвертая функции повторяются два раза, соответственно, и сопровождаются двумя инверсиями повторяемых функций, с относительным положением инверсий в каждой последовательности в каждом из указанных множеств, сдвинутым от инверсий в других последовательностях, чтобы поддержать существенную ортогональность.

В еще одном конкретном варианте осуществления используют механизм быстрого преобразования Адамара в процессе модуляции для передатчика станции сопряжения или базовой станции. Символы данных вводят в устройство быстрого преобразования Адамара, где они преобразуются в желаемые символы модуляции. Преобразованный выходной сигнал преобразуется в поток последовательных данных, и полосовой сигнал фильтруется для удаления нежелательных частотных составляющих, а затем подвергается обычной обработке аналоговых сигналов для передачи.

Сигналы связи демодулируют принимаемыми сигналами связи с расширенным спектром, имеющими общую частоту несущей, которые модулируются с использованием M взаимно ортогональных символов модуляции длиной Ln , состоящих из заранее заданного числа ортогональных функций длиной n , где M есть произведение L и предварительно выбранного числа. Затем сигналы параллельно коррелируют с заранее выбранным числом ортогональных функций длиной n и демодулируют с получением M значений энергии, отображающих каждый из M взаимно ортогональных символов модуляции, соответственно. Затем эти значения энергии преобразуются в данные метрики энергии с помощью процесса формирования двойной максимальной метрики.

Операции корреляции и демодуляции можно выполнять путем введения сигналов, по крайней мере, в две группы по N корреляторов, где N есть число используемых функций, а затем подают коррелированные сигналы на соответствующие демодуляторы для каждой группы корреляторов. Сигналы демодулируют с получением M значений энергии в каждом демодуляторе, представляющих каждый из M взаимно ортогональных символов модуляции. Полученные M значений энергии из каждого демодулятора объединяют в одно множество

из M значений энергии с помощью объединителя энергии.

В других аспектах изобретения сигналы связи также вводят, по крайней мере, в один когерентный демодулятор и демодулируют для получения, по крайней мере, одного значения амплитуды. Получаемые значения амплитуды из каждого когерентного демодулятора объединяют в одно значение амплитуды в объединителе амплитуды, а затем объединяют с выходным сигналом процесса формирования двойной максимальной метрики с получением значений составной метрики для символов данных в объединителе энергии.

Изобретение, как правило, находит применение в радиотелефонной/информационной системе связи, в которой удаленные пользователи находятся во множестве ячеек и принимают сигналы, по крайней мере, от одной станции сопряжения с помощью сигналов связи с расширенным спектром многодистанционного доступа с кодовым разделением каналов (МДКРК). Модулированные сигналы связи передаются от станции сопряжения к пользователям с помощью, по крайней мере, одного ретранслятора спутникового базирования. Отличительные признаки, задачи и преимущества настоящего изобретения станут более очевидными из нижеследующего подробного описания, приводимого совместно с чертежами, на которых одинаковые цифровые позиции везде обозначают одинаковые элементы, причем:

на фиг. 1 показано схематическое изображение возможной системы радиосвязи с МДКРК,

на фиг. 2 показана блок-схема возможного устройства демодуляции/модуляции и передачи станции сопряжения для системы радиосвязи с МДКРК,

на фиг. 3 показан возможный модулятор сигналов для подготовки и модуляции данных, предназначенный для абонентского узла и используемый в устройстве, показанном на фиг. 2;

на фиг. 4 показан модулятор, использующий 2-кратную модуляцию в соответствии с принципами настоящего изобретения;

на фиг. 5 показан модулятор, использующий 4-кратную модуляцию в соответствии с принципами настоящего изобретения;

на фиг. 6 показан модулятор, использующий 16-кратную модуляцию в соответствии с принципами настоящего изобретения;

на фиг. 7 показана блок-схема одноканального приемника, осуществляющего некогерентную демодуляцию в соответствии с принципами настоящего изобретения;

на фиг. 8 показана блок-схема многоканального приемника, осуществляющего некогерентную демодуляцию;

на фиг. 9 показана блок-схема многоканального приемника, осуществляющего как когерентную, так и некогерентную демодуляцию.

Настоящее изобретение обеспечивает абонентам системы связи с многодистанционным доступом и расширенным спектром сигналов возможность

синхронизации с фазой сигналов несущей и слежения за частотой и кодированными группами данных. Применяется новый способ модуляции, который делает более эффективным использование энергии сигналов путем использования множественных ортогональных кодов для кодирования символьных данных при формировании сигнала канала пользователя. Этот подход к модуляции обеспечивает получение более эффективной энергии на символ для каждого абонента, используемой при составлении метрик энергии символов. Эта дополнительная энергия обеспечивает более точное слежение при отсутствии пилот-сигналов. Этот подход также обеспечивает использование, и способа когерентной, и способа некогерентной демодуляции сигналов. Соответствующая демодуляция в присутствии очень слабого пилот-сигнала или при его отсутствии компенсирует некоторые проблемы, которые присутствуют во многих системах связи спутникового базирования и других системах связи с расширенным спектром сигналов.

В типовой системе связи с МДКРК, например - в радиотелефонной или телефонной системе, базовые станции в пределах предварительно определенных географических областей или ячеек используют каждая по несколько блоков модуляторов-демодуляторов или модемов для сигналов с расширенным спектром с целью обработки сигналов связи для пользователей системы. Каждый модем для сигналов с расширенным спектром, в основном, использует модулятор для передачи цифровых сигналов с расширенным спектром, по крайней мере, один приемник цифровых данных с расширенным спектром и по крайней мере один поисковый приемник. Во время типовых операций каждому удаленному или подвижному пользователю или абонентскому узлу, при необходимости, предназначается модем на базовой станции для согласования передачи сигналов связи с предписанным абонентом. Если модем использует несколько приемников, то один модем согласует обработку разнесения, в противном случае можно использовать совокупность нескольких модемов. В случае систем связи, использующих спутниковые ретрансляторы, эти модемы как правило, размещены на базовых станциях, называемых станциями сопряжения или концентраторами, которые связываются с пользователями путем передачи сигналов через спутники. Возможны и другие сопутствующие центры управления, которые связываются со спутниками или станциями сопряжения для поддержания широкомасштабного управления нагрузкой системы и синхронизации сигналов.

Возможная система радиосвязи, построенная и работающая в соответствии с принципами настоящего изобретения, показана на фиг. 1. В системе связи 10, показанной на фиг. 1, используются способы модуляции расширенного спектра при связи между удаленными или подвижными абонентскими узлами системы связи, имеющими информационные радиотерминалы, и базовыми станциями системы. В крупных городских районах можно использовать множество таких базовых станций для предоставления услуг подвижным

пользователям в телефонных системах сотового типа. В системе связи обычно используют меньшее число спутниковых ретрансляторов для обслуживания большего числа пользователей в пересчете на ретранслятор, но распределенного по более крупным географическим областям.

Как видно на фиг. 1, система связи 10 использует сеть 12 управления системой и коммутации, называемую также коммутационной телефонной станцией для подвижных объектов (КТСПО (MTSO)), которая обычно включает в себя схемы сопряжения и обработки для обеспечения широкомасштабного управления системой для базовых станций и станций сопряжения. Устройство управления 12 также управляет направлением телефонных вызовов из телефонной сети общего пользования (ТСОП (PSTN)) в соответствующую базовую станцию или станцию сопряжения для передачи в требуемый или предписанный абонентский узел, а также для направления вызовов, принятых от абонентских узлов, через одну или несколько базовых станций в ТСОП. Устройство управления 12, в основном, размещает абонентские узлы в сообщении друг с другом путем соединения вызовов между пользователями через подходящие базовые станции и ТСОП, поскольку абонентские узлы в большинстве систем связи обычно не приспособлены для связи непосредственно друг с другом из-за соображений эффективности и стоимости. Линию связи, которая подключает устройство управления 12 к различным базовым станциям системы, можно установить с помощью различных известных способов, включая, но не ограничиваясь, закрепленные телефонные линии, волоконно-оптические линии связи или микроволновые или закрепленные линии спутниковой связи.

В части системы связи, показанной на фиг. 1, изображены две возможные базовые станции 14 и 16 для связи через наземный ретранслятор вместе с двумя спутниковыми ретрансляторами 18 и 20 и двумя связанными с ними станциями сопряжения или концентраторами 22 и 24. Эти элементы системы используют для осуществления связи с двумя возможными удаленными абонентскими узлами 26 и 28, каждый из которых имеет устройство радиосвязи, например, но не обязательно, сотовый телефон. Хотя эти абонентские узлы рассматриваются как подвижные, понятно, что положения изобретения применимы и к неподвижным абонентским узлам там, где желательно беспроводное обслуживание. Этот последний тип обслуживания уместен, в частности при использовании спутниковых ретрансляторов для установления линий связи с многими отдаленными районами мира.

Термины "лучи" ("пятна") и "ячейки" или "секторы" везде употребляются взаимозаменяемо, поскольку их таким образом употребляют в данной области техники, а обслуживаемые географические области аналогичны по природе, различаясь по физическим характеристикам типа используемой платформы ретранслятора и ее местоположения. Тем не менее, некоторые характеристики каналов передачи и задержек по частоте и повторного использования каналов различаются между этими

платформами. Ячейка определяется эффективным "достижением" сигналов базовых станций, тогда как луч - это "пятно", покрытое проецируемыми на земную поверхность сигналами спутниковой связи. Кроме того, секторы, как правило, охватывают разные географические области в пределах ячейки, тогда как спутниковые лучи на различных частотах, иногда называемые сигналами МДЧРК, могут охватывать общую географическую область.

Термины "базовая станция" и "станция сопряжения" также иногда употребляются взаимозаменяемо, при этом под станциями сопряжения в данной области техники иногда понимаются базовые станции, которые направляют связь через спутниковые ретрансляторы и имеют более "домоправительные задачи", со связанным с ними оборудованием, для осуществления поддержки таких линий связи через движущиеся ретрансляторы, тогда как базовые станции используют наземные антенны для направления связи в окружающей географической области. Центральные центры управления также будут, как правило, иметь больше функций, выполняемые во взаимодействии со станциями сопряжения и движущимися спутниками.

Для этого примера предполагается, что каждая из базовых станций 14 и 16 обеспечивает услуги по отдельным географическим областям или "ячейкам", обслуживаемым характеристиками направленности их соответствующих антенн, тогда как лучи от спутников 18 и 20 направлены так, что охватывают другие соответствующие географические области. Тем не менее, легко понять, что зоны охвата лучами или обслуживания спутников и диаграмм направленности антенн для наземных ретрансляторов могут перекрываться полностью или частично в данной области, в зависимости от конструкции системы связи и типа предлагаемого обслуживания. Поэтому в разные моменты процесса связи можно осуществлять передачи связи, как обсуждается ниже, между базовыми станциями или станциями сопряжения, обслуживающими различные области или ячейки, и можно также добиться разнесения между любыми из этих областей или устройств связи.

Коэффициент усиления сигналов, обеспечиваемый способами МДЧРК-модуляции, позволяет использовать схему "мягкой" передачи связи, когда абоненты изменяют местонахождение в достаточной степени, чтобы перейти в область, обслуживаемую новой базовой станцией, станцией сопряжения или характеристикой направленности спутника. При этом подходе абонентскому узлу отводится новый модем на станции сопряжения, тогда как существующий модем станции сопряжения продолжает обслуживать линию связи до тех пор, пока старая линия связи не прекратит свое существование. Когда абонентский узел находится в переходной области между границами обзора двух базовых станций, то есть в зоне перекрытия обзора линию связи можно поддерживать двумя модемами в соответствии с доступностью уровня и частоты принятого

сигнала. Поскольку абонентский узел всегда осуществляет связь по крайней мере через один модем, происходит меньше срывов обслуживания. Таким образом, абонентский узел использует несколько модемов станций сопряжения или базовых станций в помощь процессу передачи связи, помимо исполнения функции разнесения. Кроме того, мягкую передачу связи можно использовать, по существу, непрерывно для поддержания линий связи между абонентами и несколькими спутниками.

На фиг. 1 некоторые из возможных каналов сигналов для линий связи между базовой станцией 14 и абонентскими узлами 26 и 28 показаны совокупностью линий 30 и 32, соответственно. Острия стрелок этих линий показывают возможные направления сигнала для линии связи, которая является либо прямой линией связи, либо обратной линией связи, хотя этот чертеж и служит только для иллюстрации в целях ясности и не накладывает никакие ограничения на реальные картины сигналов или требуемые каналы связи. Аналогичным образом, возможные линии связи между базовой станцией 16 и абонентскими узлами 26 и 28 показаны линиями 34 и 36, соответственно. Базовые станции 14 и 16 обычно имеют конфигурацию, способствующую передаче сигналов с использованием равной мощности, чтобы минимизировать взаимные помехи между пользователями.

Дополнительные возможные каналы сигналов показаны для случая связи, устанавливаемой через спутники 18 и 20. Эти линии связи устанавливают маршруты сигналов между одной или несколькими станциями сопряжения или централизованными концентраторами 22 и 24 и абонентскими узлами 26 и 28. Части "спутник - пользователь" этих линий связи показаны группой линий 40, 42 и 44, а части "станция сопряжения - спутник" - линиями 46, 48, 50 и 52. При некоторых конфигурациях можно также установить прямые связи "спутник - спутник", как показано линиями 54.

Географическим зонам или ячейкам, обслуживаемым базовыми станциями, приданы, по существу, неперекрывающиеся или непересекающиеся формы, так что обычно пользователь или абонент находится ближе к одной базовой станции, чем к другой, или в пределах одного сектора ячейки, на которые она дополнительно подразделена. По существу, то же самое имеет место для спутниковой связи, хотя определяющим фактором здесь является наличие абонентского узла при конкретной характеристике направленности и уровне ее сигналов, а не относительная близость к спутнику.

В современных системах радиосвязи и сотовых телефонных системах с МДКРК каждая базовая станция или станция сопряжения передает "сигнал несущей пилот-сигнала" по всей области ее обзора. В случае спутниковых систем этот сигнал передается в каждом "луче" спутника или в спутниковой части и формируется на специальных станциях сопряжения, обслуживаемых этим спутником. Один пилот-сигнал передается для каждой станции сопряжения или базовой станции и является общим для всех пользователей этой станции

сопряжения, за исключением случая областей, подразделенных на сектора, где каждый сектор может иметь свой собственный отдельный пилот-сигнал. Пилот-сигнал, вообще говоря, не содержит модуляцию данных и используется абонентскими узлами для получения исходной синхронизации системы и обеспечения устойчивого к внешним воздействиям отслеживания времени, частоты и фазы передаваемых сигналов базовой станции. Каждая станция сопряжения или базовая станция также передает модулированную информацию с расширенным спектром, например - об идентификации станции сопряжения, тактировании системы, информацию поискового вызова пользователя, с помощью разных других сигналов.

Хотя каждая базовая станция или станция сопряжения имеет особенный пилот-сигнал (подвергаемый широкомасштабному повторному использованию в системе), они не формируются с помощью различных генераторов ПШ-кодов, а используют один и тот же код расширения при разных смещениях фаз кодов. Это позволяет получить ПШ-коды, которые можно легко отличить друг от друга, в свою очередь дискриминирующие происхождение базовых станций и станций сопряжения или ячеек и лучей. В качестве альтернативы используют группу ПШ-кодов в системе связи с использованием различных ПШ-кодов для каждой станции сопряжения и, возможно, для каждой плоскости спутника, через которую осуществляют связь станции сопряжения. Для специалистов в данной области техники будет очевидно, что для идентификации источников специальных сигналов или ретрансляторов в системе связи можно отвести столько или столь немного количество ПШ-кодов, сколько нужно. То есть, при желании, можно использовать коды для отличия каждого ретранслятора или генератора сигналов в системе, обусловленные общим числом возможных каналов связи и числом (которое желательно максимизировать) пользователей, к которым происходит обращение в системе.

Использование одной кодовой последовательности пилот-сигнала во всей системе связи позволяет абонентским узлам обнаруживать тактирующую синхронизацию системы за один поиск по всем кодовым фазам пилот-сигнала. Самый мощный пилот-сигнал легко обнаруживается с помощью процесса корреляции для каждой кодовой фазы. Абонентский узел последовательно ищет всю последовательность и настраивается на смещение или сдвиг, который дает самую сильную корреляцию. Самый мощный пилот-сигнал, обнаруженный с помощью этого процесса, в основном, соответствует пилот-сигналу, переданному ближайшей базовой станцией или охватывающим лучом спутника. Однако в основном используют самый мощный пилот-сигнал безотносительно источника его передачи, поскольку это несомненно тот сигнал, который пользователь может легко отследить и точно демодулировать.

В основном, более высокий уровень мощности и, следовательно, большее отношение "сигнал - шум" и запас помехозащищенности пилот-сигнала

обеспечивает возможность высокоскоростного начального захвата и позволяет очень точно следить за его фазой с помощью относительно широкополосной схемы слежения за фазой. Фаза несущей, полученная в результате отслеживания пилот-сигнала на частоте несущей, используется в качестве опорного сигнала фазы несущей для демодуляции информационных сигналов пользователей, переданных базовыми станциями 14 и 16 и станциями сопряжения 22 и 24. Этот способ дает возможность объединения многих каналов нагрузки или несущих сигналов пользователей в общий пилот-сигнал для опорного сигнала фазы несущей.

После захвата или синхронизации с помощью самого мощного пилот-сигнала, абонентский узел затем ищет другой сигнал, называемый синхросигналом или сигналом синхронизации, или канал, который обычно использует другой код охвата, как обсуждается ниже, имеющий ту же длину последовательности, что и пилот-сигнал. Сигнал синхронизации передает сообщение, содержащее определенную информацию о системе, также идентифицирующую исходную станцию сопряжения и всю систему связи, помимо передачи определенной информации о синхронизации для длинных ПШ-кодов, перемежающихся групп данных, вокодеров, а также другую информацию о тактировании системы, используемую удаленным абонентским узлом без необходимости поиска дополнительного канала.

Система связи может также использовать еще один сигнал, называемый сигналом поискового вызова, или канал для передачи сообщений, указывающих, что вызов или информационное сообщение "поступило" или присутствует или "придерживается" для абонента на станции сопряжения. Для этой функции можно зарезервировать один или несколько каналов, а абонентские узлы могут контролировать эти каналы и пилот-сигнал, за исключением других, хотя и в неактивном режиме, то есть, когда не установлена линия связи. Сигнал поискового вызова, как правило, обеспечивает подходящее присвоение каналов для использования, когда пользователь инициирует линию связи, и запрашивает ответ от предписанного абонентского узла.

Как показано на фиг. 1, пилот-сигналы передаются в абонентский узел 26 из базовых станций 14 и 16 по внеочередным или прямым линиям связи 30 и 36, соответственно, и из станций сопряжения 22 и 24 через спутник 18 с помощью линий связи 40, 46 и 48. После этого схемное устройство в абонентском узле 26 используется для определения того, какие услуги базовой станции или станции сопряжения (спутника) следует использовать для связи, то есть, в основном, того, какая ячейка или луч задействован, путем сравнения относительных мощностей сигналов для пилот-сигналов, переданных базовыми станциями 14 и 16 или станциями сопряжения 22 и 24. Для ясности при изображении, на фиг. 1 спутник 20 не показан как имеющий связь с абонентским узлом 26, хотя это определено возможно, в зависимости от конфигурации конкретной конфигурации системы, распределения характеристики направленности спутника и

передачи вызовов КТСПО 12.

В этом примере абонентский узел 28 можно рассматривать как ближайший к базовой станции 16 в целях наземного обслуживания, но находящийся в зоне обзора спутников 18 или 20 в целях обслуживания станцией сопряжения. Когда абонентский узел 28 инициирует вызов, управляющее сообщение передается в ближайшую базовую станцию или спутниковую станцию сопряжения, здесь - 16, или 18 и 20. Базовая станция 16 после приема сообщения с запросом вызова, передает вызываемый номер устройству управления системой или КТСПО 12. Устройство управления 12 затем коммутирует вызов через ТСОП к предписанному получателю. В альтернативном варианте линия связи устанавливается от абонентского узла 28 через спутник 18 и станцию сопряжения 22 или 24. Станция сопряжения 22 принимает сообщение запроса вызова и передает его в устройство управления 12 системой, которое обрабатывает это сообщение, как указано выше.

Возникает ли запрос вызова или линии связи в ТСОП, или инициируется абонентским узлом, КТСПО 12, в основном, передает информацию о вызове во все базовые станции или станции сопряжения в заранее заданной области, относительно которой либо известно, например - на основании предыдущей информации, что там находится абонентский узел, либо известно, что он должен находиться в этой области, например - в "резидентной" области. Станции сопряжения и базовые станции, в свою очередь, передают сообщение поискового вызова в каждой из соответствующих зон обзора для вызываемого абонента. Когда предписанный узел получателя обнаруживает сообщение поискового вызова, он отвечает передачей управляющего сообщения на ближайшую базовую станцию или, через подходящий спутник, на станцию сопряжения. Это управляющее сообщение сигнализирует устройству управления 12 о том, какая станция сопряжения, спутник или базовая станция находится на связи с абонентским узлом, и КТСПО или устройство управления 12 затем направляет сообщения или вызовы по этой линии связи в абонентский узел. Если абонентский узел, здесь - 28, выходит из зоны обзора первоначально выбранного спутника, 18, или станции сопряжения, 22 или 24, предпринимается попытка продлить линию связи путем направления информации через другие спутники до тех пор, пока не придется использовать другую станцию сопряжения или базовую станцию.

Когда инициируется вызов или линия связи и абонентский или удаленный узел переходит в активный режим, формируется или выбирается псевдошумовой (ПШ) код для использования на протяжении этого вызова. Этот код может быть либо динамически присвоен станцией сопряжения, либо определен по предварительно предписанным значениям, основанным на коэффициенте тождества для конкретного абонентского узла. После инициирования вызова абонентский узел продолжает сканировать и пилот-сигнал для станции сопряжения, через которую он осуществляет связь, и пилот-сигналы для соседних лучей или ячеек. Сканирование

пилот-сигналов продолжается для того, чтобы определить, превышает ли мощность соседнего пилот-сигнала мощность одного из первоначально выбранных пилот-сигналов. Когда сигнальная мощность пилот-сигнала, связанного с соседней ячейкой или лучом, превышает мощность пилот-сигнала, связанного с текущей ячейкой или лучом, абонентский узел определяет, что введена характеристика направленности новой ячейки или луча, и нужно инициировать передачу связи станции сопряжения, соответствующей этой характеристике.

Возможный конкретный вариант части приемопередатчика базовой станции или устройства станции сопряжения, используемого для 29 реализации системы связи с МДКРК, более подробно изображен на фиг. 2. На фиг. 2 используется одна или несколько секций приемника, каждая из которых подключена к антенне и секции аналогового приемника для осуществления приема частотного или пространственного разнесения. В наземных базовых станциях с ретрансляторами используют многолучевые антенны для достижения приема пространственного разнесения, в основном, в пределах секторов. В станциях сопряжения можно использовать многолучевые антенны также для сопряжения нескольких различных спутников и орбитальных характеристик.

В каждой из секций приемника сигналы обрабатываются, по существу, идентичным образом до тех пор, пока сигналы подвергаются процессу объединения разнесений. Элементы внутри обведенной пунктирными линиями области на фиг. 2 соответствуют элементам приемника, используемым для управления связью между одной станцией сопряжения и одним абонентским узлом, хотя в данной области техники известны и некоторые отклонения от этого. Выходные сигналы аналоговых приемников или секций приемника также подаются на другие элементы, используемые при связи с другими абонентскими узлами, также рассмотренные в патенте США N 5103459 и упоминаемые ниже.

В приемопередатчике, изображенном на фиг. 3, используется аналоговый приемник 62, соединенный с антенной 60 для приема, преобразования с понижением частоты и преобразования в цифровую форму сигналов связи. В данной области техники известны различные схемы преобразования с понижением частоты при переходе от высоких частот (ВЧ) к промежуточным частотам (ПЧ) и далее к полосе частот модулирующих сигналов, а также аналого-цифрового преобразования сигналов каналов. Преобразованные в цифровую форму сигналы затем передаются в поисковый приемник 64 и по крайней мере в один демодулятор цифровых данных 66А. При необходимости, для получения разнесения сигнала для каждого абонентского узла используются дополнительные приемники 66В-66N цифровых данных, каждый из которых образует один канал в приемнике сигналов типа Рейка (Rake). Эти дополнительные приемники данных, по отдельности или вместе с другими приемниками, отслеживают и принимают сигналы абонентов по нескольким возможным каналам распространения и обеспечивают обработку режима разнесения.

Каждый из приемников данных, по существу, идентичен по структуре и функционированию, но может работать с тактированием, несколько отличающимся из-за природы разносимых сигналов. Как указывалось ранее, станция сопряжения имеет одну или несколько секций дополнительных приемников, которые не показаны и каждая из которых предназначена для сопряжения с активным абонентом.

По крайней мере один управляющий процессор или устройство управления 70 станции сопряжения, подключенный к демодуляторам 66А-66N и поисковому приемнику 64, выдает сигналы команд и управления для выполнения функций, включая, но не ограничиваясь, обработку сигналов, формирование тактовых сигналов, управление мощностью и передачей связи, разнесение, объединение разнесения, и сопряжение системы с КТСПО. Еще одной задачей управления для управляющего процессора 70 является обеспечение наличия функции Уолша, передатчика и назначения демодуляторов для связи с абонентами. Поисковые приемники обычно используют для определения того, какие демодуляторы следует назначить для аналоговых выходных 31 сигналов. После этого каждый демодулятор отвечает за отслеживание тактирования сигналов, принимая их известными способами.

Выходные сигналы демодуляторов 66А-66N подаются на один или несколько устройств 68 объединения разнесения и декодирования, которые служат для логического объединения сигналов, выдаваемых демодуляторами, обслуживающими общий абонентский узел. Этот объединенный сигнал выдается в цифровую информационную линию связи 72, которая также подключена к управляющему процессору 70, в передающий модулятор 74 и, как правило, в цифровой коммутатор или сеть КТСПО. Схемы, используемые для создания цифровой линии связи 72, известны и обычно включают в себя различные известные управляющие или коммутирующие и запоминающие элементы. Цифровая информационная линия связи 72 служит для управления или направления передаваемых или кодируемых/декодируемых сигналов между объединителем разнесения и декодерами 68, сетью КТСПО и одним или несколькими передающими демодуляторами 74 станции сопряжения, причем все это происходит под управлением управляющего процессора 70.

Преобразованные в цифровую форму сигналы, выдаваемые из демодуляторов 66 и поискового приемника 64, в этом примере состоят из объединенных сигналов синфазного (1) и квадратурного (Q) каналов. Однако специалисты в данной области техники легко признают, возможность такого выполнения этих элементов, что они будут обеспечивать внутреннее разделение каналов до преобразования в цифровую форму в 1- и Q-каналах, а не разделение преобразованных в цифровую форму сигналов 1- и Q-каналов после преобразования. Это разделение просто изменяет природу шин данных, используемых для передачи данных на другие элементы.

На другой передающей стороне сигналы

КТСПО в системе связи или от других объединителей подключаются к подходящему передающему модулятору для передачи получающему абоненту с помощью цифровой линии связи 72. Передающий модулятор 74 также работает под управлением управляющего процессора 70, модулирует с расширением спектра данные для передачи предписанному получателю и выдает получаемый сигнал в устройство 76 управления мощностью передачи, которое обеспечивает управление мощностью передачи, используемой для выдаваемого сигнала. Дополнительные подробности, связанные с конструкцией и работой возможных передающих модуляторов 72, обсуждаются в патентах США N 5103459 и 5309474, на которые приведены ссылки ниже, которые переуступлены обладателю прав на настоящее изобретение и приведены здесь для справок.

Выходной сигнал устройства 76 управления мощностью суммируется с выходным сигналом других схем передающего модулятора/управления мощностью, готовящих сигналы для сигнала одной и той же несущей, в сумматоре 78. Выходной сигнал сумматора 78, в свою очередь, выдается в аналоговый передатчик 80 для дальнейшего усиления на желаемой частоте и выдается на антенну 82 для излучения к абонентским узлам через спутниковые ретрансляторы. Управляющий процессор 70 также управляет формированием и мощностью пилот-сигналов, сигналов синхронизации и сигналов каналов поискового вызова и их подключением к устройству 76 управления мощностью перед суммированием с другими сигналами и выдачей на антенну 82.

Системы связи с расширенным спектром сигналов, например, такие как изображенная на фиг. 1, используют сигнал, основанный на несущей расширенного спектра псевдошума прямой последовательности. То есть, несущая полосы частот модулирующих сигналов модулируется с помощью псевдошумовой (ПШ) последовательности периода T_s для достижения желаемого эффекта расширения. ПШ-последовательность состоит из ряда "элементов сигнала" периода T_e , которые имеют частоту значительно больше, чем частота расширяемого сигнала связи в полосе частот модулирующих сигналов, которая составляет всего около 9,6-19,2 кбит/с. Обычная частота элемента сигнала составляет порядка 1,2288 МГц и выбирается в соответствии с общей шириной полосы, требуемой или допускаемой помехой сигналов и другими критериями, связанными с мощностью и качеством сигналов, которые известны в данной области техники. Поэтому специалисты в данной области техники поймут, как можно модифицировать частоту элемента сигнала в соответствии с разнесенным спектром и с учетом ограничений по стоимости и альтернатив качества связи.

Последовательность пилот-сигналов должна быть достаточно длинной, чтобы можно было сформировать много разных последовательностей с помощью фазовых сдвигов для поддержания большого количества пилот-сигналов в системе. В возможном конкретном варианте осуществления длину последовательности для несущей передаваемых сигналов

выбирают равной 2^{15} или 32768 элементов сигнала. Получаемая последовательность имеет хорошие свойства взаимной корреляции и автокорреляции, которые необходимы для предотвращения взаимных помех между пилот-сигналами, передаваемыми различными ячейками. В то же время, желательно поддерживать последовательность как можно более короткой, чтобы минимизировать время захвата. При неизвестном тактировании необходимо найти всю длину последовательности, чтобы определить правильное тактирование. Чем длиннее последовательность, тем больше время поиска этой последовательности. Однако, если длина последовательности уменьшается, то и коэффициент усиления при обработке кода тоже уменьшается вместе с подавлением помех, возможно - до неприемлемых уровней.

Как указывалось ранее, сигналы от различных станций сопряжения или базовых станций различаются путем обеспечения разных смещений во времени базовых кодовых последовательностей пилот-сигналов для каждой области относительно соседних с ней областей. Смещения или сдвиги должны быть достаточно большими, чтобы гарантировать, по существу, отсутствие помех между пилот-сигналами.

На линии связи "базовая станция - абонент" или "станция сопряжения - абонент" двоичные последовательности, используемые для расширения спектра, создают из двух различных типов последовательностей, каждый из которых имеет разные свойства и выполняет разные функции. Для дискриминации между сигналами, передаваемыми разными базовыми станциями, и между многоканальными сигналами используют "внешний" код. Этот внешний код обычно является общим для всех сигналов в ячейке или луче и, как правило, является относительно короткой ПШ-последовательностью. Однако, в зависимости от конфигурации системы, можно присваивать некоторое множество ПШ-последовательностей каждой станции сопряжения, или спутниковые ретрансляторы могут использовать разные ПШ-коды. Каждая конструкция системы задает распределение ортогональных "внешних" кодов в системе в соответствии факторами, очевидными в данной области техники.

Затем используют "внутренний" код для дискриминации между разными пользователями в некоторой области или между сигналами пользователей, передаваемыми одной базовой станцией, станцией сопряжения или спутниковым лучом по прямой линии связи. То есть, каждый абонентский узел имеет свой собственный ортогональный канал, предусмотренный на прямой линии связи с помощью использования особой охватывающей последовательности ПШ-кодов. На обратной линии связи сигналы пользователей не полностью ортогональны, но отличаются тем, как они модулированы кодовыми символами. В данной области техники также очевидно, что можно использовать дополнительные коды расширения при подготовке данных для передачи, чтобы обеспечить дополнительный уровень "скремблирования" для повышения коэффициента усиления сигналов при последующей передаче и обработке.

В данной области техники известно, что можно создать множество ортогональных двоичных последовательностей длиной n для n , являющегося степенью 2. Это рассмотрено в литературе, например в источнике "Цифровая связь с космическими приложениями" ("Digital Communications with Space Applications"), S. W. Golomb et al., Prentice-Hall, Inc., 1964, с.с. 45-64. Фактически, наборы ортогональных двоичных последовательностей также известны для большинства последовательностей, имеющих длины, которые являются кратными числу четыре, но не меньше двухсот. Один класс таких последовательностей, которые относительно легко сформировать, называется функцией Уолша и известен также под названием метрик Адамара.

Матрицу функций Уолша порядка n в действительной области можно рекурсивно определить как

$$W(n) = \begin{bmatrix} W(n/2) & W(n/2) \\ W(n/2) & -W(n/2) \end{bmatrix}$$

где W - логическое дополнение W , то есть, $W(n) = -W(n)$, и $W(1)=1$.

Следовательно, первые несколько функций Уолша или функции порядков 2, 4 и 8 можно представить как

$$W(2) = \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{bmatrix},$$

$$W(4) = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & -1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & -1 & -1 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \end{bmatrix}$$

и

$$W(8) = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & -1 & 1 & -1 & 1 & -1 & 1 & -1 \\ 1 & 1 & -1 & -1 & 1 & 1 & -1 & -1 \\ 1 & -1 & -1 & 1 & 1 & -1 & -1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & -1 & -1 & -1 & -1 \\ 1 & -1 & 1 & -1 & -1 & 1 & -1 & 1 \\ 1 & 1 & -1 & -1 & -1 & -1 & 1 & 1 \\ 1 & -1 & -1 & 1 & -1 & 1 & 1 & -1 \end{bmatrix}.$$

Тогда функция или последовательность Уолша - это просто один из рядов матрицы функций Уолша, а функция Уолша порядка " n " содержит n последовательностей Уолша $S_n(n)$, по n бит длиной каждая. Отдельные биты, образующие кодовую последовательность Уолша, называются элементами сигнала Уолша. Следовательно, функция Уолша $W_n(n)$ - это i -й ряд " n -рядной/столбцовой" матрицы функций Уолша и имеет n бит. Например, функция Уолша $W_3(8)$ показана выше в виде последовательности $S_3(8) = 1 \ 1 \ -1 \ 1 \ 1 \ -1 \ 1$.

Функция Уолша порядка n в действительной области (как и другие ортогональные функции) имеет то свойство, что в интервале n элементов сигнала в цепочке элементов сигнала взаимная корреляция между всеми разными последовательностями $S_n(n)$ в множестве

равна нулю, при условии, что последовательности временно упорядочены. Это просто соблюсти при условии, что точно половина битов или элементов сигнала в каждой последовательности отличаются от битов или элементов сигнала во всех остальных последовательностях. Еще одно полезное свойство заключается в том, что одна последовательность (действительная) всегда состоит из всех единиц, тогда как все остальные последовательности состоят из половины единиц и половины минус единиц. В альтернативном варианте одна последовательность (комплексная) вся состоит из нулей, а другие - наполовину из единиц и наполовину из нулей.

В современных стандартах на системы связи с расширенным спектром сигналов все абоненты или пользовательские узлы в пределах луча или ячейки объединены в одну фазу "внешнего" ПШ-кода. То есть, базовое тактирование и фаза, установленные станциями сопряжения и базовыми станциями для пользователей на данной частоте, как правило, внедренные в пилот- и синхросигналы, одинаковы. Что отличает сигналы абонента или пользователя в качестве особых, предназначенных для данных получателей, так это применение различного ортогонального расширения или функции скремблирования, функций Уолша к каждому сигналу пользователя, также называемому абонентским каналом. Это является использованием внешних ПШ-кодов, выровненных по фазе, в зависимости от внутренних кодов.

В данной системе связи с расширенным спектром сигналов, использующей функции или кодовые последовательности Уолша, заранее устанавливается предварительно определенное множество или таблица последовательностей, имеющее n рядов по n значений каждый, чтобы определить различные кодовые последовательности. В современных конструкциях это множество обычно конфигурируют как предварительно определенное множество из 64 функций Уолша, каждая из которых имеет длину в 64 элемента сигнала. Эти функции используются для того, чтобы гарантировать ортогональность 64 каналов или абонентов (минус пилот-сигнал, кодовый вызов и синхросигнал) в сигнале несущей, используемом в луче, ячейке или секторе. Для современного спутника, основанного на системах ретрансляторов, с целью увеличения числа пользователей, которых можно обеспечить обслуживанием, предполагается увеличение размера функции Уолша, по крайней мере, до 128 элементов сигнала по длине ($n=128$).

Таким образом, элементы сигнала или двоичные значения ("0" или "1") элементов сигнала для функций Уолша, например - $W_1(64)$, $W_2(64)$ или $W_{64}(64)$ предварительно определены и существуют в упорядоченном множестве для использования в системе связи. Эти функции многократно используются в пределах лучей или ячеек, потому что фазовые смещения сигнала несущей уже выполнены для базового тактирования каждой ячейки или луча, как следует из смещений пилот-сигнала (внешнего кода). Использование этого типа информации понятно специалистам в данной области

техники. В системе связи 10 можно использовать несколько форм несущей сигнала. В предпочтительном конкретном варианте осуществления синусоидальный сигнал несущей является квадратурно-фазным (четырёхфазным), модулированным парой двоичных ПШ-последовательностей. При таком подходе ПШ-последовательности, имеющие одну и ту же длину, формируются двумя разными ПШ-генераторами. Одна последовательность бифазно модулирует синфазный канал (1-канал) сигнала несущей, а другая последовательность бифазно модулирует квадратурно-фазный или просто квадратурный канал (Q-канал) сигнала несущей. Получаемые сигналы суммируются с образованием составного четырёхфазного сигнала несущей.

Возможная конструкция модулятора сигналов для реализации передающего модулятора 74 и подготовки данных DJ для абонентского узла j для передачи изображена на фиг. 3. Как показано на фиг. 3, модулятор 74 включает в себя устройство 100 кодирования данных и перемежитель 102. Перед применением ортогонального кодирования и расширения, здесь - с использованием функций Уолша, сигналы цифровых данных, переносимые каждым каналом связи, как правило, кодируют с повторением и перемежают, чтобы обеспечить обнаружение ошибки и функции коррекции, которые позволяют системе работать при более низком отношении "сигнал-шум" и избирательности по гармоникам промежуточной частоты. Это сказывается на символах данных, которые обрабатываются для передачи.

Перемежающиеся данные представляют речевой или другие типы аналоговых сигналов, возникающих в ТСОП или в еще одном абонентском узле и передаваемых КТСПО. Данные обрабатываются согласно типовым или известным аналоговым способам и предварительно усиливаются или фильтруются, а затем преобразуются в форму цифрового сигнала. Способы, используемые для операций кодирования, повторения или перемежения также известны. Дополнительное рассмотрение перемежения, например, можно найти в источнике "Информационная связь, сети и системы" ("Data Communications, Networks and Systems"), Howard W. Sams & Co., 1987, с. 343-352. Перемежающиеся символы из перемежителя 102 затем ортогонально кодируются или охватываются предписанной ортогональной кодовой последовательностью, подаваемой кодовым генератором 104. Код из генератора 104 умножается на или объединяется с символьными данными в логическом элементе 106. Ортогональную функцию обычно синхронизируют на частоте 1,2288 МГц. В то же время, в возможных системах с переменными скоростями передачи данных, включающих в себя речевые, факсимильные (ФАКС) и информационные каналы высоко/низкоскоростной передачи данных, скорость передачи информационных символов может изменяться, например, от 75 Гц до 76800 Гц. Перед преобразованием кодом Уолша перемежающиеся данные можно также умножить на двоичную ПШ_u-последовательность в логическом

элементе 108, соединенном последовательно со входом умножителя 106. Эта последовательность выдается с выхода генератора 110 длинного ПШ-кода, обычно также синхронизированного на 1,2288 МГц, а затем децимируется в дециматоре 111, чтобы обеспечить скорость передачи 19200 кбит/с. В качестве альтернативы, логический элемент 108 можно соединить последовательно с выходом умножителя 106, причем получаемые охваченные данные умножаются на ПШ_u-последовательность. Когда кодовые последовательности Уолша и ПШ_u-последовательности состоят из двоичных значений "0" и "1", а не из "-1" и "1", умножители можно заменить логическими элементами, например - логическими элементами ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ.

Кодовый генератор 104 формирует отдельную ПШ-кодую последовательность ПШ_u, соответствующую единственной ПШ-последовательности, сформированной каждым абонентским узлом или для каждого абонентского узла с помощью множества известных элементов, предназначенных для этой цели. ПШ_u-последовательность скремблирует данные, чтобы обеспечить безопасность или дополнительное разнесение сигнала. В качестве альтернативы, можно, при желании, использовать нелинейный шифрующий генератор, например - шифратор, использующий стандарт шифрования данных (СШД), вместо ПШ - генератора 110. Можно назначить ПШ_u-последовательность либо в течение длительности данного сообщения связи или длительности существования линии связи, либо постоянно для одного абонентского блока.

Схемное передающее устройство также включает в себя два ПШ - генератора 112 и 114, которые формируют две разные кодовые последовательности ПШ_I и ПШ_Q малой длины для синфазного (I) и квадратурного (Q) каналов. Все абонентские узлы используют одни и те же последовательности ПШ_I и ПШ_Q, но сдвинутые или смещенные во времени на разные величины, как обсуждалось выше. В качестве альтернативы, можно сделать эти генераторы общими для нескольких передатчиков с помощью соответствующих элементов сопряжения. Возможная схема формирования этих кодов раскрыта в патенте США N 5228054 под названием "Источник питания генератора псевдошумовых последовательностей, имеющих две длины, с быстрым регулированием смещения" ("Power of Two Length Pseudo Noise Sequence Generator with Fast Offset Adjustments"), выданном 13 июля 1993 и переуступленном владельцу прав на данное изобретение.

Эти ПШ-генераторы реагируют на входной сигнал, соответствующий сигналу идентификации луча или ячейки от управляющего процессора, чтобы обеспечить заданную временную задержку смещения во времени для ПШ-последовательности. Хотя показаны только два ПШ-генератора для формирования последовательностей ПШ_I и ПШ_Q, легко понять, что в рамках положений изобретения можно также применять многие другие схемы ПШ-генераторов, включая дополнительные генераторы.

Символьные данные, кодированные методом Уолша, выданные множителем 106, умножаются на кодовые последовательности ПШ_I и ПШ_Q, например, с помощью пары умножителей 116 и 118. Получаемые сигналы затем, как правило, модулируются на ВЧ-несущую, обычно - путем бифазного модулирования квадратурной пары синусоид, которые суммируются в один сигнал связи, и суммируются с пилот-сигналом и установочными сигналами несущей, наряду с другими сигналами данных для луча или ячейки. Суммирование можно осуществлять в нескольких разные моменты при обработке, например - на промежуточных (ПЧ) или основных частотах, либо перед умножением, либо после умножения на ПШ-последовательность, связанную с каналами в конкретном луче или ячейке. Получаемый сигнал затем подвергается полосовой фильтрации, переводится на конечную высокую частоту, усиливается и излучается антенной станции сопряжения. Как обсуждалось ранее, операции фильтрации, усиления, перевода и модуляции могут быть взаимозаменяемыми. Дополнительные подробности работы передающего устройства этого типа можно найти в патенте США N 5103459 под названием "Система и способ формирования волн сигналов в сотовом телефоне с МДКРК" ("System and Method for Generating Signal Waveforms in a CDMA Cellular Telephone"), переуступленном обладателю прав на настоящее изобретение и приводимом здесь для справок.

Работая удовлетворительно в большинстве систем связи, конструкция модулятора, изображенная на фиг. 3, обеспечивает весьма обоснованный подход к модуляции и кодированию сигналов. Специалисты в данной области техники используют такую схему модуляции для достижения простого и эффективного применения охватывающих кодов Уолша с целью обеспечения межлучевой или межъячеечной ортогональности, упоминавшейся ранее. Однако устройство, показанное на фиг. 3, как правило, требует использования пилот-сигнала и когерентной демодуляции приемниками сигналов. Без пилот-сигнала подход, показанный на фиг. 3, не обеспечивает энергию символов, достаточную для того, чтобы позволить приемникам сосредоточиться на отслеживании фазы групп сигналов данных во многих приложениях.

С другой стороны, Заявитель обнаружил, что можно использовать множественные ортогональные кодовые последовательности для модуляции каждого сигнала данных с целью получения дополнительного усиления при обработке сигналов в случае некогерентной обработки сигналов. Заявитель обнаружил, что можно использовать M кодовых последовательностей (где $M=2^kL$ и k - целое число, а L - коэффициент, рассматриваемый ниже) для обеспечения схемы 14-кратной модуляции, называемой M-кратной фазовой манипуляцией Уолша, которая увеличивает энергию принимаемых символов модуляции, так что характеристика ошибок приближается к характеристике ошибок, присущей способам когерентной демодуляции. Ниже приведены примеры значений M более низкого порядка или уровня

модуляции, где M = 2, 4 и 16. Чтобы поддержать совместимость с более обычным использованием "охватывающих" кодов, значение k задают равным 0 в вышеуказанном варианте (и L=1), что приводит к M=1 и однократной или одиночной модуляции кодовой последовательности.

С учетом преимущества свойств ортогональности, обсуждавшегося выше для функций Уолша (или других ортогональных функций), можно использовать множественные функции или кодовые последовательности Уолша W_1, W_2, \dots, W_n для формирования M-кратных ортогональных последовательностей или M символов ортогональной модуляции. Например, можно использовать две функции Уолша $W(n)_i$ и $W(n)_j$ длиной n для формирования двоичных или двукратных ортогональных последовательностей S_n с n элементами сигналов Уолша, имеющих вид $S_1(n)=W_i(n)$ ($i \neq j$) и $S_2(n) = W_j(n)$, где i и j представляют конкретные ряды предварительно определенной матрицы Уолша. Каждый символ модуляции является функцией Уолша длиной в n элементов сигнала. Например, если использовать соответствующие последовательности из вышеуказанных возможных матриц и задать n=8, i= 3 и j= 4, то получающиеся последовательности $S_1(8)$ и $S_2(8)$ таковы: $S_1(8)= 11-1-111-1-1$ и $S_2(8)=1-1-111-1-11$.

Две последовательности, такие как эти, используются для модуляции символов кодированных данных в соответствии с выбранной схемой избирательного преобразования символов. Символы с устройства кодирования и/или перемежителя преобразуются в два символа ортогональной модуляции, образованных предварительно определенной парой или подмножеством двух отличающихся функций Уолша. Этого достигают путем выбора подходящей кодовой последовательности S_1 или S_2 в ответ на состояние или двоичное значение входных символов. То есть, двоичное значение "0" выбирает одну последовательность, скажем - S_1 , а двоичное значение "1" выбирает другую последовательность, здесь - S_2 . Затем эти последовательности передаются на дальнейшие операции обработки сигналов в качестве символов модуляции для приложения расширяющих последовательностей ПШ_I и ПШ_Q, как и ранее.

Одна реализация модулятора, используемого при подготовке данных пользователя для передачи посредством 2-кратной модуляции по прямой линии связи, изображена на фиг. 4. На фиг. 4 данные обрабатываются, как и ранее, устройством кодирования 100 и перемежителем 102 перед умножением на коэффициенты скремблирования и управления мощностью в множителе 120. Коэффициент скремблирования является обсуждавшейся ранее децимированной последовательности ПШ_U, а коэффициент управления мощностью является битовым изображением, обычно используемым для компенсации отклонений энергии, вносимых на операциях преобразования данных в цифровую форму и кодирования.

Выходной сигнал множителя 120

ортогональных кодов или символов модуляции, где кодированные перемежающиеся символьные данные преобразуются в символы модуляции. В этой конфигурации двоичные символы на выходе умножителя группируются в 4-битовые "векторы" и преобразуются в один символ модуляции в соответствии с двоичным представлением индекса символа модуляции.

В этом устройстве ортогональные последовательности, используемые для модуляционного преобразования, обеспечиваются группой из четырех кодовых генераторов 126, 128, 136 и 138 надлежащей конфигурации, каждый из которых имеет выход, соединенный с кодовым селектором 134. Этот селектор может манипулировать входными последовательностями, чтобы обеспечить логическое дополнение каждой последовательности, или можно использовать вторую группу генераторов (126', 128', 136' и 138'), которая выдает либо дополнительный выходной сигнал, либо дополняющую функцию. В зависимости от используемых схемных устройств, более эффективным в смысле затрат и обеспечивающим дополнительную скорость может оказаться применение отдельных, дополнительных генераторов последовательностей для обеспечения дополнительных последовательностей.

Чтобы осуществить 16-кратную модуляцию, селектор 134 принимает кодовые последовательности длиной n более низкого порядка и выдает одну последовательность длиной $4n$, содержащую последовательность, принятую из генератора 126, или ее логическое дополнение, когда множество из четырех входных символов получает одно предварительно определенное множество значений, например, "0000" или "0010". Селектор 134 выдает отличающуюся ортогональную последовательность длиной $4n$, состоящую из последовательности, принятой из генератора 128, или ее логического дополнения, когда множество входных символов имеет другое множество значений, например, "0100" или "0011", еще одну ортогональную последовательность длиной $4n$, состоящую из последовательности, принятой из генератора 136, или ее логического дополнения, когда множество входных символов имеет еще одно множество значений, например, "1001" или "1010", и еще одну ортогональную последовательность длиной $4n$, состоящую из последовательности, принятой из генератора 138, или ее логического дополнения, когда множество входных символов имеет еще одно множество значений, например, "1100" или "1111". Чтобы обеспечить использование четырех символов кодированных данных для процесса выбора, демультимплексор 132', соединенный последовательно с селектором 134 символов модуляции, использует значение четыре для L .

Как и ранее, селектор 134 символов построен с помощью множества схемных и логических элементов, известных специалистам в данной области техники, которые позволяют выдавать конкретный символ модуляции в ответ на каждое изображение входного символьного сигнала. Ортогональные последовательности, выдаваемые каждым кодовым генератором,

можно выбирать путем включения ряда электронных коммутирующих элементов, например, но не обязательно, транзисторов или логических элементов, соединенных последовательно с каждым выходом. Вместо этого, последовательности, сразу же после их формирования, можно хранить для использования в локальных регистрах или запоминающих элементах, являющихся частью селектора 134. При желании, можно применять особые ПЗУ или программируемые логические матрицы системы связи 10 в качестве жестко подключенных преобразующих элементов. Можно также использовать таблицу преобразования или аналогичную структуру памяти, как обсуждалось выше, в качестве части конструкции селектора 134 символов для запоминания предварительно заданных функций или кодовых последовательностей, включая логические дополнения, для повторного вызова в дальнейшем в ответ на конкретные входные символы.

В любом из вышеупомянутых модуляционных устройств использование символов модуляции, которые являются произведениями более коротких кодов длиной n элементов сигнала, означает, что функции или кодовые последовательности меньшей длины, как правило, накапливаются в регистрах или запоминающих элементах в селекторе 134 с образованием больших последовательностей длиной $2n$ и $4n$ элементов сигнала. Эти последовательности затем предоставляются для использования по конкретным запросам схем. Этот процесс "построения" больших последовательностей позволяет системе связи 10, станциям сопряжения и абонентским узлам оставаться весьма гибкими при используемом типе ортогональных функций, так что можно предоставлять либо последовательности длиной n , $2n$ элементов сигнала, либо последовательности длиной $4n$ элементов сигнала под управлением процессора 70, в зависимости от типа желаемой схемы модуляции. При желании, можно включать и отключать генераторы последовательностей, а различные пользователи могут принимать последовательности разной длины, чтобы решить конкретные пользовательские проблемы приема.

Хотя предпочтительна, как правило, наиболее длинная последовательность, командная информация из станций сопряжения может предписывать абонентским узлам, какая длина последовательности предпочтительна в этой системе связи, или предварительно сделанный первый выбор длины кодовой последовательности или фактических кодовых последовательностей для использования при демодуляции можно предварительно сохранить в абонентском узле для поиска и использования в случае, когда желательна некогерентная демодуляция.

Вообще говоря. Заявитель обнаружил, что путем распределения 2^k ортогональных функций или функций Уолша (k - целое число) для символов модуляции, которые занимают кодовую длину $L \cdot n$ элементов сигнала Уолша, реализуют M -кратную модуляцию, где $M=2^k \cdot L$. Кроме того, можно определить энергию каждого символа модуляции E_s , исходя из скорости r передачи кодов и

энергии E_b на бит информации, в соответствии с соотношением

$$E_s = r \cdot L \cdot E_b. \quad (1)$$

Любому пользовательскому терминалу или абонентскому узлу приходится интегрировать принятый сигнал на интервале времени $L \cdot n$ элементов сигнала кода перед получением значений энергии или энергий принятых символов модуляции. Следовательно, при увеличении уровня или порядка M модуляции увеличивается значение L и возрастает энергия E_s каждого символа модуляции, так что уменьшается характеристика ошибок при отслеживании принятых сигналов. То есть, при увеличении порядка модуляции, скажем, до 16-кратного ($M=16$, $2^k=4$, $L=4$), энергия E_s каждого символа модуляции возрастает с коэффициентом четыре, что дает увеличение длины последовательности. Эта дополнительная энергия позволяет приемникам абонентских узлов получать повышенную рабочую характеристику при слежении за фазой сигналов связи, приближающуюся к рабочей характеристике способов когерентной демодуляции.

Гибкость и преимущества общего характера вышеуказанной схемы модуляции можно также понять путем рассмотрения возможных конфигураций устройства для некогерентной демодуляции сигналов, которые можно легко реализовать в абонентских узлах или пользовательских терминалах системы связи 10. Эти принципиальные конфигурации рассматриваются ниже со ссылками на фиг. 7-9, которые обеспечивают обоснование некогерентной демодуляции. Эти конфигурации можно классифицировать либо как одноканальные или многоканальные приемники, использующие некогерентную демодуляцию, либо как многоканальные приемники, использующие и некогерентную, и когерентную демодуляцию.

Для ясности при изображении и обсуждении работы этих приемников, предполагается схема 16-кратной модуляции, хотя определенно можно использовать и другие схемы. Кроме того, изображен только один канал сигналов, однако, сигналы каналов или трактов 1 и Q, как правило, обрабатываются отдельно по параллельным трактам. Следовательно, элементы для обработки сигналов, изображенные на фиг. 7-9, по существу, должны быть дублированы, если не используется некоторая форма обобщения времени, как в случае источников ортогональных функций. В то же время, операции приема и обработки аналоговых сигналов и относящиеся к ним элементы аналого-цифрового преобразования не показаны. Работа и использование таких элементов известны специалистам в данной области техники, а также рассмотрены в вышеуказанном патенте США N 5103459.

Возможный одноканальный приемник сигналов связи, который использует только некогерентную демодуляцию сигналов, изображен в виде блок-схемы на фиг. 7. На фиг. 7 приемник 140 цифровых данных изображен с помощью трех основных функциональных блоков или групп компонентов для демодуляции сигналов. Первая группа компонентов представляет собой ряд или батарею из 2^k корреляторов

142, или $142_A - 142_N$, где $N=2^k$ вторая - M -кратный демодулятор 144, а третья - генератор 146 двойной максимальной метрики (ДММ).

5 Функция корреляторов 142 состоит в том, чтобы коррелировать поступающий сигнал с 2^k ортогональными функциями Уолша в течение продолжительности каждого символа модуляции, здесь - $T_{\text{Уолша}}$. Продолжительность символа модуляции предварительно определяется в системе связи в соответствии с длиной используемых ортогональных функций и рассмотренным выше коэффициентом "L" для длинных модуляционных последовательностей множественных ортогональных функций. 10 Число корреляторов 142, используемых в демодуляторе 140 (2^k), определяется числом функций, используемых для формирования символов модуляции. В случае 16-кратной модуляции это число равно четырем ($k=2$). 15 Следовательно, операция корреляции осуществляется батареей из четырех корреляторов. Однако, когда k очень велико, скажем больше четырех, операцию корреляции можно осуществлять с помощью одного устройства быстрого преобразования Адамара (БПА(ФНТ)-устройства) для увеличения эффективности путем непосредственного отображения кода символа в пространство кодов модуляции. В то же время, как упоминается ниже, назначение корреляторов может быть динамическим. Так что в наличии будет больше корреляторов для обработки сигнала, когда M велико, и меньше - когда M мало, что обеспечивает значительную гибкость системы.

25 Коррелированный принятый выходной сигнал R для каждого коррелятора 142 (142_A , 142_B , 142_C , 142_D) можно удобно определить в соответствии с каждой функцией Уолша W_i в момент $N \cdot T_{\text{Уолша}}$ с помощью выражения:

$$40 \quad R_{wi}(N) = \sum_{p=1}^n W_{ip} R((N-1+p)T_{\text{Уолша}}), \quad (2)$$

где $W_i = (W_{i1}, W_{i2}, \dots, W_{in})$ представляет собой i -тую функцию Уолша, состоящую из n элементов сигнала Уолша и имеющую 45 длительность

$T_{\text{Уолша}} = n \cdot T_{\text{элементасигнала}}$, а $R(\cdot)$ представляет собой комплексную выходную функцию из согласованного фильтра для формы элемента сигнала в момент времени (\cdot) . Следовательно, $W_1(N)$ является 50 комплексным выходным сигналом коррелятора, выдающего функцию Уолша W_i .

В случае некогерентной демодуляции абонентский узел или пользовательский терминал обрабатывает поступающий сигнал посредством корреляторов 142 $A-N$ и запоминает значения символов I - и Q -модуляции для 2^k функций Уолша, здесь - четыре, на протяжении каждого интервала времени $T_{\text{Уолша}}$. Затем, по истечении 55 $L \cdot T_{\text{Уолша}}$ секунд (здесь $L=4$) или подходящего количества единиц времени, запомненные величины применяются M -кратным модулятором 144, который оценивает или определяет полученную энергию для каждого символа модуляции. Полученную энергию оценивают на основании гипотезы, что символ

модуляции $i=1, \dots, M$ был передан в течение того подходящего интервала времени. Символы 1- и Q-модуляции можно накапливать или запоминать с помощью корреляторов 142, запоминающей части демодулятора 144 или с помощью других известных запоминающих элементов, например - запоминающего устройства с произвольной выборкой, триггеров-защелок или регистров, и т.д.

При таком подходе энергии символов можно устанавливать в соответствии со следующими зависимостями:

$$E_1 \equiv \text{Энергия}_{s_2}(N) = \|R_{M1}(N)\|^2, \quad (3)$$

$$E_2 \equiv \text{Энергия}_{s_1}(N) = \|R_{M1}(N)\|^2, \quad (4)$$

$$E_1(N) \equiv \text{Энергия}_{s_2}(N) = \|R_{Mj}(N)\|^2, \quad (5)$$

где $i \neq j$, для двукратной демодуляции,

$$E_1 \equiv \text{Энергия}_{s_1}(2N) = \|R_{M1}(N) + R_{M1}(2N)\|^2, \quad (6)$$

$$E_2 \equiv \text{Энергия}_{s_2}(2N) = \|R_{M1}(N) - R_{M1}(2N)\|^2, \quad (7)$$

$$E_3 \equiv \text{Энергия}_{s_3}(2N) = \|R_{Mj}(N) + R_{Mj}(2N)\|^2, \quad (8)$$

$$E_4 \equiv \text{Энергия}_{s_4}(2N) = \|R_{Mj}(N) - R_{Mj}(2N)\|^2, \quad (9)$$

где $i \neq j$, для двукратной демодуляции; и для 16-кратной демодуляции:

$$E_{x1} \equiv \text{Энергия}_{s_{x1}}(4N) = \|R_{M1}(N) + R_{M1}(2N) + R_{M1}(3N) + R_{M1}(4N)\|^2, \quad (10)$$

$$E_{x1} \equiv \text{Энергия}_{s_{x2}}(4N) = \|R_{M1}(N) + R_{M1}(2N) + R_{M1}(3N) + R_{M1}(4N)\|^2, \quad (11)$$

$$E_{x1} \equiv \text{Энергия}_{s_{x3}}(4N) = \|R_{M1}(N) + R_{M1}(2N) + R_{M1}(3N) + R_{M1}(4N)\|^2, \quad (12)$$

$$E_{x1} \equiv \text{Энергия}_{s_{x4}}(4N) = \|R_{M1}(N) + R_{M1}(2N) + R_{M1}(3N) + R_{M1}(4N)\|^2, \quad (13)$$

где x, \in, i, j, k, p и $i \neq j \neq k \neq p$.

В общем случае, L последовательных выходов из батареи корреляторов или БПА-устройства используются для установления энергий $2^k \cdot L = M$ символов модуляции. Как описано выше, передача исходных кодированных/перемежающихся данных преобразует предварительно определенное множество битов кодовых символов в один сигнал модуляции. Затем, с целью приема, символ модуляции или индекс преобразуется в предварительно определенное множество битов кодовых символов. В случае 16-кратной модуляции это означает, что каждый символ модуляции преобразуется демодулятором 144 в четыре бита кодовых символов.

Если индекс символов модуляции, имеющих максимальную энергию на выходе M-кратного демодулятора 144, равен T, то:

$$E_T = \max(E_1, \dots, E_i, \dots, E_m). \quad (14)$$

$t \in (1, \dots, m)$

Биты кодовых символов, связанные с максимальной энергией T символов модуляции, выданные демодулятором 144, можно рассматривать как биты твердого решения (после устранения перемежения), предназначенные для использования декодером приемника. В конфигурации, изображенной на фиг. 7, генератор 146 двойной максимальной метрики (ДММ) вычисляет разность между максимальной энергией, связанной с каждым кодовым символом, когда он представляет собой "1" и "0", и выдает q-битно квантованное мягкое решение, исходя из разности этих энергий. Каждый символ модуляции обеспечивает четыре символа данных, так что выходной сигнал из генератора 146 ДММ представляет собой четыре q-битных мягких решения для каждого принятого символа модуляции. Дополнительное описание работы генератора ДММ можно найти в одновременно рассматриваемой американской патентной заявке N 08/083,110 под названием "Некогерентный приемник, использующий процесс формирования двойной максимальной метрики" ("Noncoherent Receiver Employing a Dual-Maxima Metric Generation Process"), которая переуступлена владельцу прав на настоящее изобретение и приведена здесь для справок.

Генератор 146 ДММ можно реализовать либо в параллельном, либо в последовательном режимах работы. То есть, либо все символьные биты из демодулятора 144 обрабатываются, по существу, в одно и то же время по параллельным каналам обработки, либо каждый символ обрабатывается по одному за раз по одному каналу обработки. При последовательном подходе требуется дополнительное время на осуществление подсчета метрики и выходных данных окончательного мягкого решения. Преимущество параллельного подхода заключается в том, что все мягкие решения готовы в конце каждого временного интервала обработки последнего бита, а логика управления этими функциями относительно проста, но, как правило, требует наличия дополнительных схемных элементов с соответствующим большим объемом, чем тот, который необходим для последовательного подхода. Тем не менее, можно было бы выбрать последовательный подход для некоторых операций ввиду меньшей площади схем или меньших объемных требований и того факта, что дополнительное время, требуемое для выдачи мягких решений, не создает никаких ограничений.

Максимальная энергия символов модуляции и ее соответствующий индекс, выданный демодулятором 144, накапливаются, например с помощью запоминающего элемента или схемы защелки и блокировки. Двойную максимальную метрику получают путем ввода в генератор 146 ДММ, например путем считывания из ячейки памяти или иным способом, этих энергий, связанных с дополнением каждого максимального кодо-символьного бита. Существуют $\log_2(L)$ максимальных энергий символов модуляции для дополнения каждого бита максимального индекса (кодо-символьного бита), обеспечивающие четыре кодо-символьных бита для 16-кратной модуляции и четыре

максимальных энергии символов модуляции для дополнения каждого кодо-символьного бита. Максимальные энергии, связанные с дополнением кодо-символьного бита, называют дополнительными кодо-символьными энергиями.

Затем в ДММ 146 принимается мягкое решение, причем сначала берут разность между максимальной энергией символов модуляции, накопленной из демодулятора 144, и каждой из ее дополнительных кодо-символьных энергий. Затем полученное значение разности либо инвертируют, либо нет, в зависимости от значения максимального кодо-символьного бита для "пары энергий", используемой при получении этой разности. Это обеспечивает выдачу метрики мягкого решения из ДММ 146, которое затем передается непосредственно в обращенный перемежитель в случае одноканального приемника, после которого обычно стоит декодер, например, но не обязательно, декодер Витерби.

Возможный многоканальный приемник сигнала связи, который использует только некогерентную демодуляцию сигнала, изображен в виде блок-схемы на фиг. 8. В этом конкретном варианте осуществления снова предполагается 16-кратная модуляция, а приемник использует, по крайней мере, два канала для демодуляции сигналов пользователей из различных каналов связи. Эта архитектура или конфигурация поддерживает распределение различных ортогональных функций по различным каналам, чтобы обеспечить обработку сигналов, переданных с помощью различных каналов, например спутниковых лучей.

В системе связи 10 с расширенным спектром сигналов предпочтительно используется пространственное разнесение, получаемое с использованием нескольких каналов. При использовании спутниковых ретрансляторов для связи с пользовательскими терминалами или абонентскими узлами используется несколько спутников, поскольку перекрывающиеся лучи, имеющие различные частоты или режимы поляризации, от одного спутника не обеспечили бы необходимое разнесение. Использование двух или более спутников для установления многочисленных линий связи означает, что множественные кодовые последовательности Уолша используются для каждого абонентского узла, по крайней мере по одной для каждого канала или линии. В некоторых системах такой спутник сам может иметь свою собственную ПШ-последовательность, которая также может потребовать дополнительной демодуляции и наличия схем передачи связи.

С помощью настоящего изобретения станции сопряжения в системе связи 10 могут называть одно множество ортогональных функций для передачи пользователю системы или получателю сигнала с помощью луча А, а другое множество функций - для передачи тому же пользователю системы с помощью луча В. Соответственно, оба сигнала можно обрабатывать, по существу, одновременно. В то же время, каждое множество ортогональных функций можно использовать для выдачи символов модуляции разной длины, например, между двумя лучами.

На фиг. 8 цифровой приемник 150 показан

имеющим четыре принципиальных функциональных блока или множества компонентов для демодуляции сигнала. Первое множество компонентов представляет собой две группы или батареи из N корреляторов 152_A и 152_B , где $N=2^k$ второе представляет собой два M -кратных демодулятора 154_A и 154_B , третье является сумматором энергии 156, а четвертое - генератором 158 двойной максимальной метрики (ДММ).

Приемник 150 передает поступающий сигнал в корреляторы 152_A и 152_B , которые снова коррелируют каждый из поступающих сигналов с 2^k ортогональными функциями Уолша в течение длительности $T_{Уолша}$ каждого символа модуляции, которая предварительно выбрана в системе связи, как обсуждалось ранее. Число корреляторов 152, используемых в каждом канале приемника 150 (2^k , определяется, как и ранее, числом функций, используемых для формирования символов модуляции). В случае 16-кратной модуляции это число - четыре. Следовательно, операция корреляции осуществляется двумя батареями из четырех корреляторов каждая. Однако, когда k очень велико, операция корреляции может осуществляться парой БПА-устройств для повышения эффективности.

В этой конфигурации абонентский узел обрабатывает поступающие сигналы посредством каждого множества корреляторов 152 и запоминает получаемые значения символов I- и Q-модуляции для 2^k функций Уолша на каждом временном интервале $T_{Уолша}$. Через $L \cdot T_{Уолша}$ секунд запомненные величины для каждого сигнала в каждом канале задействуются одним из M -кратных демодуляторов 154_A или 154_B , который оценивает или определяет энергию принятого сигнала на основании гипотезы, что символ модуляции был принят на протяжении достаточного интервала времени. Символы модуляции I- и Q-каналов можно накапливать или запоминать в корреляторах 152, запоминающей части демодуляторов 154, или с помощью других известных запоминающих элементов, например, но не обязательно, запоминающего устройства с произвольной выборкой, триггеров-защелок или регистров.

Выходы демодуляторов 154_A и 154_B в каналах 1 и 2 содержат каждый по шестнадцать значений энергии, которые соответствуют шестнадцати символам модуляции, как описано в связи с фиг. 7. Например, значения энергии $\{E_1(1), \dots, E_{16}(1)\}$ являются выходным сигналом из канала 1, тогда как значения энергии $\{E_1(2), \dots, E_{16}(2)\}$ являются выходным сигналом из канала 2. Выходные сигналы обоих демодуляторов, 154_A , 154_B , затем логически объединяются или суммируются в объединителе энергии 156.

Объединитель энергии 156 суммирует энергии для каждого индекса соответствующего символа модуляции в соответствующем парном режиме и выдает шестнадцать объединенных энергий для каждого символа модуляции. Отметим, что в этой конфигурации можно также реализовать любую желаемую операцию выравнивания

путем использования запоминающего устройства, которое запоминает промежуточные результаты и сдвигает во времени выходной сигнал.

Конечным результатом процесса объединения или суммирования является объединенная энергия, связанная с каждым символом или индексом T модуляции, задаваемым равенством $E_t = E_t(1) + E_t(2)$. В некоторых конкретных вариантах осуществления можно, при желании, взвешивать значения энергии перед объединением, чтобы приспособиться к изменяющемуся качеству приема или затуханию между сигналами. Значения объединенной энергии из объединителя энергии 156 затем передаются в генератор 158 ДММ, который выдает двойную максимальную метрику, как описано выше в связи с фиг. 7. Это значение метрики затем передается в обращенный перемежитель и схемное устройство декодирования, как и ранее.

Возможный приемник, использующий многочисленные каналы и для когерентной, и для некогерентной демодуляции, изображен в виде блок-схемы на фиг. 9. На фиг. 9 имеются "i" каналов для построения такой "гребнеобразной" конфигурации приемника. Здесь снова предполагается формат 16-кратной модуляции и используется приемник по крайней мере с четырьмя каналами, два из которых реализуют некогерентную демодуляцию, а еще два - когерентную демодуляцию. Два верхних канала, $i=1,2$, показаны используемыми для когерентной демодуляции, тогда как два нижних, $i=3,4$, используются для некогерентной демодуляции. Однако, такая компоновка приведена только в целях иллюстрации и когерентный/некогерентный характер каналов можно изменять или группировать в соответствии с какой-либо другой стратегией демодуляции. Специалисты в данной области техники легко поймут, что можно использовать другие сочетания или количества схем или каналов некогерентной и когерентной демодуляции и что для каждого режима демодуляции необязательно назначать симметричное или равное число каналов.

На фиг. 9 приемник 160 цифровых данных изображен использующим семь основных функциональных блоков или групп компонентов для демодуляции сигнала. Первая группа компонентов представляет собой два ряда или две батареи 162 и 164 по 2^k корреляторов каждая, вторая - два М-кратных демодулятора 166_A и 166_B, третья - объединитель энергии 168, четвертая - генератор 170 двойной максимальной метрики (ДММ), пятая - два когерентных демодулятора 172 и 174, шестая - объединитель амплитуды 176, а седьмая - генератор 178 составной метрики (ГСМ).

Для некогерентной демодуляции сигнала приемник 160 передает поступающий сигнал в корреляторы 162 и 164 в каналах 3 и 4 приемника ($i=3,4$), которые снова коррелируют каждый поступающий сигнал с 2 ортогональными функциями на протяжении длительности $T_{\text{Уолша}}$ каждого символа модуляции, как описано выше. Число корреляторов, используемых в каждом канале обработки, определяется, как и ранее, числом

функций, используемых для формирования символов модуляции, здесь - равным четырем. Следовательно, эта операция корреляции осуществляется двумя батареями по четыре коррелятора каждая с двумя БПА-устройствами, используемыми для повышения эффективности, когда k достаточно велико.

Как видно из фиг. 9, часть цифрового приемника абонентского узла обрабатывает каждый из поступающих сигналов посредством каждой из двух групп корреляторов 162 и 164 и запоминает получаемые значения символов I- и Q-модуляции для 2^k функций Уолша на каждом временном интервале $T_{\text{Уолша}}$. Через $L \cdot T_{\text{Уолша}}$ секунд запомненные значения для каждого сигнала в каждом канале задействуются одним из М-кратных демодуляторов 166_A или 166_B, который оценивает или определяет полученную энергию. Выходные сигналы каждого из демодуляторов 166_A или 166_B в каждом канале 1-4 представляют собой шестнадцать значений энергии, соответствующие шестнадцати символам модуляции, как описано в связи с фиг. 7. Например, значения энергии $\{T_i(1), \dots, T_i(1), \dots, T_{16}(1)\}$ выдаются из канала 3, тогда как значения энергии $\{T_1(2), \dots, T_i(2), \dots, T_{16}(2)\}$ выдаются из канала 4.

Затем выходные сигналы из демодуляторов 166_A и 166_B логически объединяются или суммируются посредством объединителя энергии 168. Объединитель энергии 168 суммирует энергии для каждого индекса соответствующего символа модуляции в соответствующем парном режиме и выдает шестнадцать объединенных энергий для каждого символа модуляции. Генератор 170 ДММ затем принимает объединенные энергии и выдает двойную максимальную метрику, как описано выше в связи с фиг. 7.

В то же время, для когерентной демодуляции приемник 160 передает поступающий сигнал в два когерентных демодулятора 172 и 174 сигналов в каналах 1 и 2 приемника ($i=1,2$), где он коррелируется с конкретными ортогональными кодами. Здесь известны не только коды, но и основное тактирование и фаза сигнала связи, так что, вообще говоря, нет необходимости демодуляции с помощью возможностей множественных кодовых последовательностей для составления метрики или отслеживания сигнала.

При когерентной обработке сигналов каждый из демодуляторов 172 и 174 использует один коррелятор для приложения одной кодовой последовательности, фазовращатель и объединитель амплитуды и может быть реализован в виде относительно обычного элемента когерентной МДКРК-демодуляции, например с помощью имеющихся в продаже компонентов специализированных ИС (СИС (ASIC)). Дополнительное рассмотрение таких элементов демодуляции можно найти в патенте США N 5309474 под названием "Система и способ формирования волн сигналов в сотовой телефонной системе с МДКРК" ("System and Method for Generating Signal Waveforms in a CDMA Cellular Telephone System"), который переуступлен

обладателю прав на настоящее изобретение.

Выходным сигналом каждого из каналов когерентной обработки сигналов в приемнике 160 является амплитуда A принятого сигнала, использующего охват функцией или кодовой последовательностью Уолша, которая была назначена этому пользователю. Амплитуда, выдаваемая каждым когерентным демодулятором канала i ($i = 1, 2$), обозначена здесь как A_i . Вообще говоря, поскольку пользовательский терминал может принимать передачи из разных лучей в системе связи 10, каждый из которых использует отличающуюся ортогональную функцию Уолша, каждый канал демодулирует сигнал или канал с расширенным спектром, который был назначен получающему пользователю на конкретном спутниковом луче.

Каждая амплитуда A_i , выданная из демодуляторов 172 и 174, объединяется в объединителе амплитуды 176. Объединитель амплитуды 176 суммирует энергии для всех соответствующих трактов или каналов сигналов в соответствующем режиме и выдает значение объединенной энергии для каждого символа модуляции. Как и ранее, можно, при желании, взвешивать амплитуды перед процессом объединения или во время процесса объединения.

Объединитель метрик 178 затем принимает всю информацию о метриках из объединителя амплитуд 176 и генератора 170 ДММ и объединяет ее для получения надежной мягкой метрики для декодирования. Выходной сигнал из объединителя метрик 178 передается в обратный переключатель, после которого стоит подходящий декодер, например - декодер Витерби.

Следовательно, все, что было описано, является новым способом модуляции данных для формирования сигналов связи с расширенным спектром. Этот способ модуляции позволяет осуществлять применение как схем когерентной, так и схем некогерентной модуляции/демодуляции, обеспечивающих большую гибкость при обработке сигналов. Это также позволяет осуществлять улучшенный прием сигналов, когда имеется очень низкая или несущественная мощность пилот-сигнала. Для модулирования кодированных данных с целью передачи используются множественные ортогональные кодовые последовательности W_i (где $i = 1, 2, 4, \dots, N$). Далее, используется схема демодуляции, которая, прежде всего, коррелирует принятый сигнал с каждым из потенциальных ортогональных кодов и выдает символы модуляции, которые преобразуются в потенциальные кодированные и перемежающиеся данные в демодуляторе. Это приводит к получению значений энергии для символов демодуляции, которые обрабатываются ДММ, наряду с дополнительными значениями, чтобы обеспечить наличие битов мягкого решения. Биты мягкого решения, в свою очередь, обрабатываются подходящим обратным переключателем и декодером для формирования данных. При желании, длина и число модулирующих кодовых последовательностей, используемых для модуляции, назначаются динамически.

Предшествующее описание предпочтительных конкретных вариантов осуществления предназначено для того,

чтобы дать любому специалисту в данной области техники возможность реализовать или использовать настоящее изобретение. Различные модификации этих конкретных вариантов осуществления будут очевидны для специалистов в данной области техники, а основные принципы, определенные в описании, можно применить к другим конкретным вариантам осуществления без необходимости использования способности к изобретательству. Таким образом, следует рассматривать настоящее изобретение не как сводящееся к приведенным здесь конкретным вариантам осуществления, а как согласующееся в самом широком смысле с раскрытыми здесь принципами и новыми признаками.

Формула изобретения:

1. Способ модуляции сигналов связи в системе связи с расширенным спектром сигналов, в которой информацию передают путем формирования символов кодированных данных с получением цифровых сигналов связи, заключающийся в том, что формируют N ортогональных функций длиной n , имеющих предварительно определенное рекурсивное соотношение друг с другом, формируют M взаимно ортогональных символов модуляции, имеющих длину L_n , с использованием указанных N ортогональных функций и соответствующих им инверсий из множества ортогональных функций длиной n , имеющих предварительно определенное рекурсивное соотношение друг с другом, где $M = N \cdot L$, N - равное по меньшей мере $\log_2 M$ - общее число ортогональных функций, используемых при формировании символов модуляции, L - число ортогональных функций, используемых для формирования каждого отдельного символа модуляции, преобразуют символы кодированных данных в предварительно выбранные символы модуляции путем выбора одного из указанных символов модуляции в соответствии с двоичными значениями для каждой группы из $\log_2 M$ символом кодированных данных.

2. Способ по п.1, отличающийся тем, что M находится в интервале значений 2-64.

3. Способ по п.1, отличающийся тем, что сигналы связи модулируют и передают абонентам системы связи по прямой линии связи.

4. Способ по п. 1, отличающийся тем, что ортогональные функции представляют собой функции Уолша.

5. Способ по п.1, отличающийся тем, что операция преобразования заключается в том, что выбирают первую ортогональную функцию для передачи, когда символы данных в указанных цифровых сигналах связи имеют одно двоичное значение, и выбирают вторую ортогональную функцию для передачи, когда символы данных в указанных цифровых сигналах связи имеют второе двоичное значение.

6. Способ по п.1, отличающийся тем, что операции формирования и преобразования заключаются в том, что формируют первую и вторую ортогональные функции длиной n , формируют символ модуляции в виде первой кодовой последовательности длиной $2n$, дважды используя указанную первую ортогональную функцию, когда пара символов кодированных данных в указанных цифровых

сигналах связи имеет первое значение, формируют символ модуляции в виде второй кодовой последовательности длиной $2n$ и ее инверсию, используя указанную первую ортогональную функцию, когда пара символов кодированных данных в указанных цифровых сигналах связи имеет второе значение, формируют символ модуляции в виде третьей кодовой последовательности длиной $2n$, дважды используя указанную вторую ортогональную функцию, когда пара символов кодированных данных в указанных цифровых сигналах связи имеет третье значение, и формируют символ модуляции в виде четвертой кодовой последовательности длиной $2n$, используя указанную вторую ортогональную функцию и ее инверсию, когда пара символов кодированных данных в указанных цифровых сигналах связи имеет четвертое значение.

7. Способ по п.1, отличающийся тем, что используют предварительно выбранные первую, вторую, третью и четвертую функции для получения символов модуляции, а указанные операции формирования и преобразования включают формирование шестнадцати символов модуляции в виде кодовых последовательностей длиной $4n$ в ответ на двоичные значения множеств из четырех символов кодированных данных, причем указанные кодовые последовательности содержат четыре последовательности, в которых первая, вторая, третья и четвертая функции повторяются четыре раза соответственно, каждая - в ответ на одно из четырех значений символов кодированных данных, и три множества последовательностей, каждая - в ответ на одно из двенадцати значений символов кодированных данных, при этом указанные первая - четвертые функции повторяются два раза соответственно и сопровождаются двумя инверсиями указанных повторяющихся функций с относительным положением инверсий в каждой последовательности в каждом из указанных множеств, сдвинутым от инверсий в других последовательностях, чтобы поддержать существенную ортогональность.

8. Способ по п.1, отличающийся тем, что операция преобразования включает операцию подачи указанных символов кодированных данных в устройство быстрого преобразования Адамара, чтобы преобразовать символы данных в предварительно выбранные символы модуляции.

9. Способ по п.1, отличающийся тем, что операция преобразования включает операцию подачи символов кодированных данных в устройство для запоминания символов модуляции, чтобы преобразовать символы данных в предварительно выбранные символы модуляции.

10. Способ по п.1, отличающийся тем, что передают модулированные сигналы связи из базовой станции типа станции сопряжения с помощью по крайней мере одного ретранслятора спутникового базирования по крайней мере в один удаленный абонентский узел в указанной системе связи.

11. Способ по п. 1, отличающийся тем, что указанная система связи содержит радиотелефонную/информационную систему связи, в которой удаленные пользователи

находятся во множестве ячеек и передают информационные сигналы по крайней мере на одну станцию сопряжения, используя сигналы связи с расширенным спектром многодистанционного доступа с кодовым разделением каналов (МДКРК).

12. Способ по п.1, отличающийся тем, что дополнительно принимают множество сигналов данных, передаваемых абонентам системы связи по отдельным пользовательским каналам, и кодируют каждый сигнал данных, чтобы получить кодированные символы данных для каждого пользовательского канала.

13. Устройство для модуляции сигналов в системе связи с расширенным спектром сигналов, в которой информацию передают путем формирования символов кодированных данных с получением цифровых сигналов связи, содержащее средство формирования N ортогональных функций длиной n , имеющих предварительно определенное рекурсивное соотношение друг с другом, средство формирования M взаимно ортогональных символов модуляции длиной n с использованием N ортогональных функций и соответствующих им инверсий из множества ортогональных функций длиной n , имеющих предварительно определенное рекурсивное соотношение друг с другом, где $M = N \cdot L$, N , равное по меньшей мере $\log_2 M$ - общее число ортогональных функций, используемых при формировании символов модуляции, и L - число ортогональных функций, используемых для формирования каждого отдельного символа модуляции, средство преобразования символов кодированных данных в символы модуляции, предназначенное для приема символов кодированных данных и ортогональных символов модуляции путем выбора одного из указанных символов модуляции в соответствии с двоичными значениями для каждой группы из N символов кодированных данных.

14. Устройство по п.13, отличающееся тем, что средство формирования N ортогональных функций содержит по меньшей мере один генератор ортогональных функций, который выдает первую и вторую ортогональные функции соответственно, а средство формирования M взаимно ортогональных символов модуляции содержит средство выбора, подключенное для приема указанных символов данных и указанных первой и второй функций, которое реагирует на двоичные значения для указанных символов данных путем выбора указанной первой ортогональной функции в качестве выходного сигнала, когда указанные символы имеют одно значение, и выбора указанной второй ортогональной функции в качестве выходного сигнала, когда символы данных имеют второе значение.

15. Устройство по п.14, отличающееся тем, что содержит генераторы первой и второй ортогональных функций.

16. Устройство по п.13, отличающееся тем, что M находится в интервале значений 2-64.

17. Устройство по п. 13, отличающееся тем, что дополнительно содержит средство передачи указанных модулированных сигналов связи абонентам системы связи по прямой линии связи.

18. Устройство по п.13, отличающееся тем, что указанные ортогональные функции

представляют собой функции Уолша.

19. Устройство по п.13, отличающееся тем, что средство преобразования содержит средство выбора первой ортогональной функции для передачи, когда символы данных в указанных цифровых сигналах связи имеют одно двоичное значение, и выбора второй ортогональной функции для передачи, когда символы данных в указанных цифровых сигналах связи имеют второе двоичное значение.

20. Устройство по п.13, отличающееся тем, что указанные средства формирования и выбора содержат по меньшей мере один генератор ортогональных функций, который выдает первую и вторую ортогональные функции длиной n соответственно, и средство выбора, подключенное для приема указанных символов данных и указанных первой и второй функций и реагирующее на двоичные значения для каждого символа данных путем выбора первой кодовой последовательности длиной $2n$ для выдачи, содержащей указанную первую ортогональную функцию, используемую дважды, когда пара символов данных в указанных сигналах цифровой связи имеют первое значение, второй кодовой последовательности длиной $2n$ для выдачи, содержащей указанную первую ортогональную функцию и ее инверсию, когда пара символов данных в указанных сигналах цифровой связи имеет второе значение, третьей кодовой последовательности длиной $2n$ для выдачи, содержащей указанную вторую ортогональную функцию, используемую дважды, когда пара символов данных в указанных сигналах цифровой связи имеет третье значение, четвертой кодовой последовательности длиной $2n$ для выдачи, содержащей указанную вторую ортогональную функцию и ее инверсию, когда пара символов данных в указанных сигналах цифровой связи имеет четвертое значение.

21. Устройство по п.20, отличающееся тем, что содержит генераторы первой и второй ортогональных функций.

22. Устройство по п.13, отличающееся тем, что средство преобразования содержит устройство быстрого преобразования Адамара, приспособленное для преобразования символов данных в предварительно выбранные символы модуляции.

23. Устройство по п.13, отличающееся тем, что средство преобразования содержит устройство для запоминания символов модуляции, которое приспособлено для приема преобразованных символов данных и выдачи предварительно выбранных символов модуляции.

24. Устройство по п.13, отличающееся тем, что дополнительно содержит средство передачи указанных модулированных сигналов связи из базовой станции типа станции сопряжения с помощью по крайней мере одного ретранслятора спутникового базирования по крайней мере в один удаленный абонентский узел в указанной системе связи.

25. Способ демодуляции сигналов связи в системе связи с расширенным спектром сигналов, в которой информацию передают ортогонально кодированными сигналами связи, заключающийся в том, что принимают сигналы связи с расширенным спектром,

имеющие общую частоту несущей, модулированные посредством M взаимно ортогональных символов модуляции, имеющих длину L_n , и сформированные путем использования N ортогональных функций длиной n и их соответствующих инверсий, где $M=N \cdot L$, N , равное по меньшей мере $\log_2 M$ - общее число ортогональных функций, используемых при формировании символов модуляции, и L - число ортогональных функций, используемых для формирования каждого отдельного символа модуляции, вводят указанные сигналы по меньшей мере в две группы по N корреляторов и параллельно коррелируют указанные сигналы с N ортогональными функциями длиной n , подают коррелированные выходные сигналы в соответствующие демодуляторы для каждой группы корреляторов и демодулируют указанные коррелированные сигналы с получением M значений энергии, представляющих каждый из указанных M взаимно ортогональных символов модуляции соответственно, объединяют M значений энергии, полученных из каждого демодулятора, в одно множество M значений энергии, и преобразуют указанное множество значений энергии в данные метрики энергии с помощью процесса формирования двойной максимальной метрики.

26. Способ по п.25, отличающийся тем, что M находится в интервале значений 2-64.

27. Способ по п.25, отличающийся тем, что абоненты системы связи принимают указанные демодулированные сигналы связи по прямой линии связи.

28. Способ по п.25, отличающийся тем, что указанные ортогональные функции представляют собой функции Уолша.

29. Способ по п.25, отличающийся тем, что предварительно выбранное число ортогональных функций равно по меньшей мере 2 и меньше 64.

30. Способ по п.25, отличающийся тем, что передают модулированные сигналы связи от базовой станции типа станции сопряжения с помощью по меньшей мере одного ретранслятора спутникового базирования по меньшей мере в один удаленный абонентский узел в указанной системе связи.

31. Способ по п.25, отличающийся тем, что указанная система связи содержит радиотелефонную/информационную систему связи, в которой удаленные пользователи находятся во множестве ячеек и передают информационные сигналы по меньшей мере на одну станцию сопряжения, используя сигналы связи с расширенным спектром многодистанционного доступа с кодовым разделением каналов (МДКРК).

32. Способ по п.25, отличающийся тем, что дополнительно вводят указанные сигналы по меньшей мере в один когерентный демодулятор и демодулируют указанные коррелированные сигналы с получением по меньшей мере одного значения амплитуды, объединяют любые получаемые значения амплитуды из каждого когерентного демодулятора в одно значение амплитуды и объединяют указанное множество значений амплитуды и выходной сигнал указанного процесса формирования двойной максимальной метрики в значения составной метрики для символов данных.

33. Устройство для демодуляции сигналов

связи в системе связи с расширенным спектром сигналов, в которой информацию передают ортогонально кодированными сигналами связи, содержащее средство приема сигналов связи с расширенным спектром, имеющих общую несущую частоту, модулированных посредством M взаимно ортогональных символов модуляции, имеющих длину L_n , с использованием N предварительно выбранного числа ортогональных функций длиной n и их соответствующих инверсий, где $M = N \cdot L$, N , равное по меньшей мере $\log_2 M$ - общее число ортогональных функций, используемых при формировании символов модуляции, и L - число ортогональных функций, используемых для формирования каждого отдельного символа модуляции по крайней мере две группы по N корреляторов, подключенных для приема указанных сигналов с расширенным спектром и параллельной корреляции указанных сигналов с N ортогональными функциями длиной n , множество демодуляторов, каждый из которых подключен для приема выходных сигналов одной соответствующей группы корреляторов, чтобы модулировать указанные коррелированные сигналы с получением M значений энергии, представляющих каждое из указанных M взаимно ортогональных символов модуляции соответственно, средство объединения полученных M значений энергии из каждого демодулятора в одно множество из M значений энергии и средство преобразования указанных значений энергии в значения метрики энергии с помощью процесса формирования двойной максимальной метрики.

34. Устройство по п.33, отличающееся тем, что содержит по меньшей мере один когерентный демодулятор, подключенный для приема указанных сигналов с расширенным спектром и демодуляции указанных сигналов с получением по крайней мере одного значения амплитуды, объединитель амплитуды, подключенный для приема выходного сигнала указанного когерентного демодулятора и объединения полученных значений амплитуды из каждого когерентного демодулятора в одно значение амплитуды, и объединитель энергии, подключенный для приема указанного значения амплитуды и выходного сигнала процесса формирования двойной максимальной метрики и объединения их в значения составной метрики для символов данных.

35. Устройство по п.34, отличающееся тем, что содержит по меньшей мере два когерентных демодулятора.

36. Устройство по п.33, отличающееся тем, что предварительно выбранное число функций равно 64 или менее.

37. Устройство по п.33, отличающееся тем, что M находится в интервале значений 2-64.

38. Устройство по п.33, отличающееся тем, что указанные ортогональные функции представляют собой функции Уолша.

39. Система связи с расширенным спектром сигналов, содержащая множество базовых станций типа станций сопряжения, каждая из которых включает в себя по меньшей мере один передатчик сигналов связи, который передает сигналы, содержащие символы кодированных данных, активным пользователям системы,

содержащее множество средств формирования ортогональных функций, каждое из которых предназначено для выдачи по крайней мере одной из множества ортогональных функций длиной n , имеющих предварительно определенное рекурсивное соотношение друг с другом, средство выбора N из указанного множества ортогональных функций для каждого активного пользователя системы, средство формирования M взаимно ортогональных символов модуляции длиной L_n для каждого активного пользователя системы с использованием указанных N выбранных ортогональных функций и их соответствующих инверсий, где $M = N \cdot L$, N , равное по меньшей мере $\log_2 M$ - общее число ортогональных функций, используемых при формировании символов модуляции, и L - число ортогональных функций, используемых для формирования каждого отдельного символа модуляции, средство преобразования символов кодированных данных в символы модуляции для каждого активного пользователя системы для выбора одного из символов модуляции в соответствии с двоичными значениями для каждой группы из N символов кодированных данных, множество средств расширения, каждое из которых подключено к средству преобразования для приема символов модуляции для соответствующих пользователей и для выдачи сигнала данных с расширенным спектром, и объединяющее средство для объединения символов модуляции, по существу, для всех активных пользователей, принимающих сигналы на общей несущей, в сигнал связи, множество подвижных узлов связи, каждый из которых включает в себя приемник подвижной связи, содержащий средство выбора и приема сигнала связи с расширенным спектром по крайней мере от одной станции сопряжения и средство демодуляции, подключенное к средствам приема и выбора для выдачи символов модуляции для соответствующих пользователей путем демодуляции принятого сигнала связи с расширенным спектром.

40. Система по п.39, отличающаяся тем, что указанные подвижные приемники дополнительно содержат по меньшей мере две группы по N корреляторов, подключенных для приема указанных сигналов связи с расширенным спектром и параллельной корреляции указанных сигналов с указанным предварительно выбранным числом ортогональных функций длиной n , множество демодуляторов, каждый из которых подключен для приема выходных сигналов одной соответствующей группы корреляторов, чтобы демодулировать указанные коррелированные сигналы с получением M выходных значений энергии в каждом демодуляторе, представляющих каждый из указанных M взаимно ортогональных символов модуляции соответственно.

41. Способ формирования сигнала связи с расширенным спектром, заключающийся в том, что формируют множество ортогональных функций длиной n , каждую из которых формируют согласно соответствующей функции множества ортогональных функций, принимают множество сигналов данных абонентов системы, содержащих символы кодированных данных, передаваемых активным абонентам системы по отдельным пользовательским

каналам, формируют M взаимно ортогональных символов модуляции для каждого канала длиной L_n с использованием N ортогональных функций из указанного множества ортогональных функций и их соответствующих инверсий, где $M=N \cdot L$, N равно по меньшей мере $\log_2 M$ и L - число ортогональных функций, используемых для формирования каждого отдельного символа модуляции, преобразуют символы кодированных данных для каждого канала в указанные предварительно определенные символы модуляции для этого канала путем выбора одного из указанных символов модуляции в соответствии с двоичными значениями для каждой группы из N символом кодированных данных, объединяют символы модуляции всех каналов после

преобразования в сигнал кодированных данных с расширенным спектром последовательных данных.

5 42. Способ по п.41, отличающийся тем, что указанная система связи содержит радиотелефонную/информационную систему связи, в которой удаленные пользователи находятся во множестве ячеек и передают информационные сигналы по крайней мере на одну станцию сопряжения, используя сигналы связи с расширенным спектром

10 многодистанционного доступа с кодовым разделением каналов (МДКРК).

43. Способ по п.41, отличающийся тем, что M находится в интервале значений 2-64.

15 44. Способ по п.41, отличающийся тем, что дополнительно усиливают и передают объединенный сигнал данных с расширенным спектром.

20

25

30

35

40

45

50

55

60

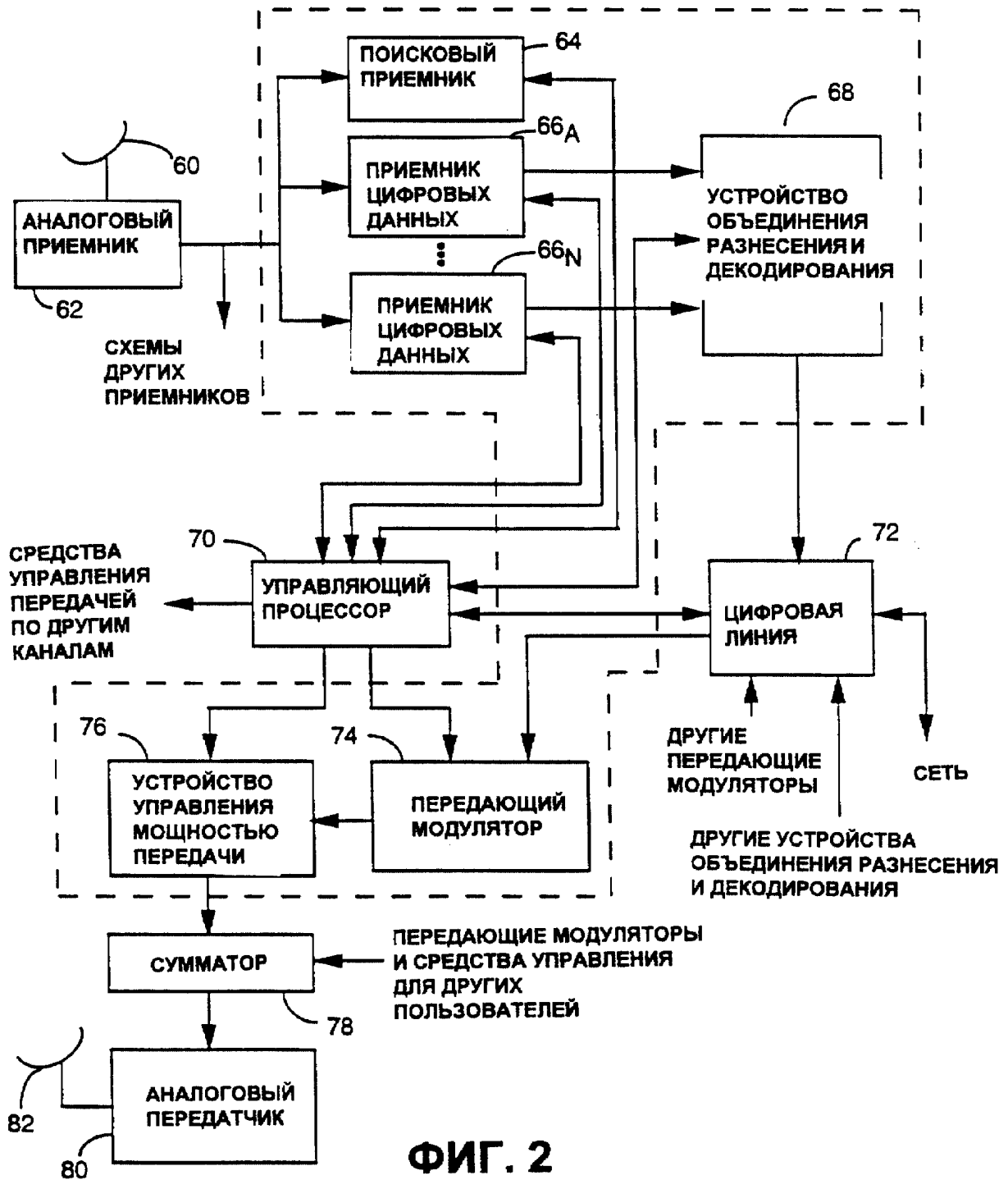
Таблица I

Символьные данные	Символ модуляции/ выходная последовательность
00	$(W_1(n), W_1(n))$
01	$(W_1(n), \overline{W_1(n)})$
10	$(W_j(n), W_j(n))$
11	$(W_j(n), \overline{W_j(n)})$

Таблица II

Символьные данные	Изображение последовательности
0000	$(W_1(n), W_1(n), W_1(n), W_1(n))$
0001	$(W_1(n), \overline{W_1(n)}, W_1(n), \overline{W_1(n)})$
0010	$(W_1(n), \overline{W_1(n)}, \overline{W_1(n)}, W_1(n))$
0011	$(W_1(n), \overline{W_1(n)}, \overline{W_1(n)}, \overline{W_1(n)})$
0100	$(W_2(n), W_2(n), W_2(n), W_2(n))$
0101	$(W_2(n), \overline{W_2(n)}, W_2(n), \overline{W_2(n)})$
0110	$(W_2(n), W_2(n), \overline{W_2(n)}, \overline{W_2(n)})$
0111	$(W_2(n), \overline{W_2(n)}, \overline{W_2(n)}, W_2(n))$
1000	$(W_3(n), W_3(n), W_3(n), W_3(n))$
1001	$(W_3(n), \overline{W_3(n)}, W_3(n), \overline{W_3(n)})$
1010	$(W_3(n), W_3(n), \overline{W_3(n)}, \overline{W_3(n)})$
1011	$(W_3(n), \overline{W_3(n)}, \overline{W_3(n)}, W_3(n))$
1100	$(W_4(n), W_4(n), W_4(n), \overline{W_4(n)})$
1101	$(W_4(n), \overline{W_4(n)}, W_4(n), \overline{W_4(n)})$
1110	$(W_4(n), W_4(n), \overline{W_4(n)}, \overline{W_4(n)})$
1111	$(W_4(n), \overline{W_4(n)}, \overline{W_4(n)}, W_4(n))$

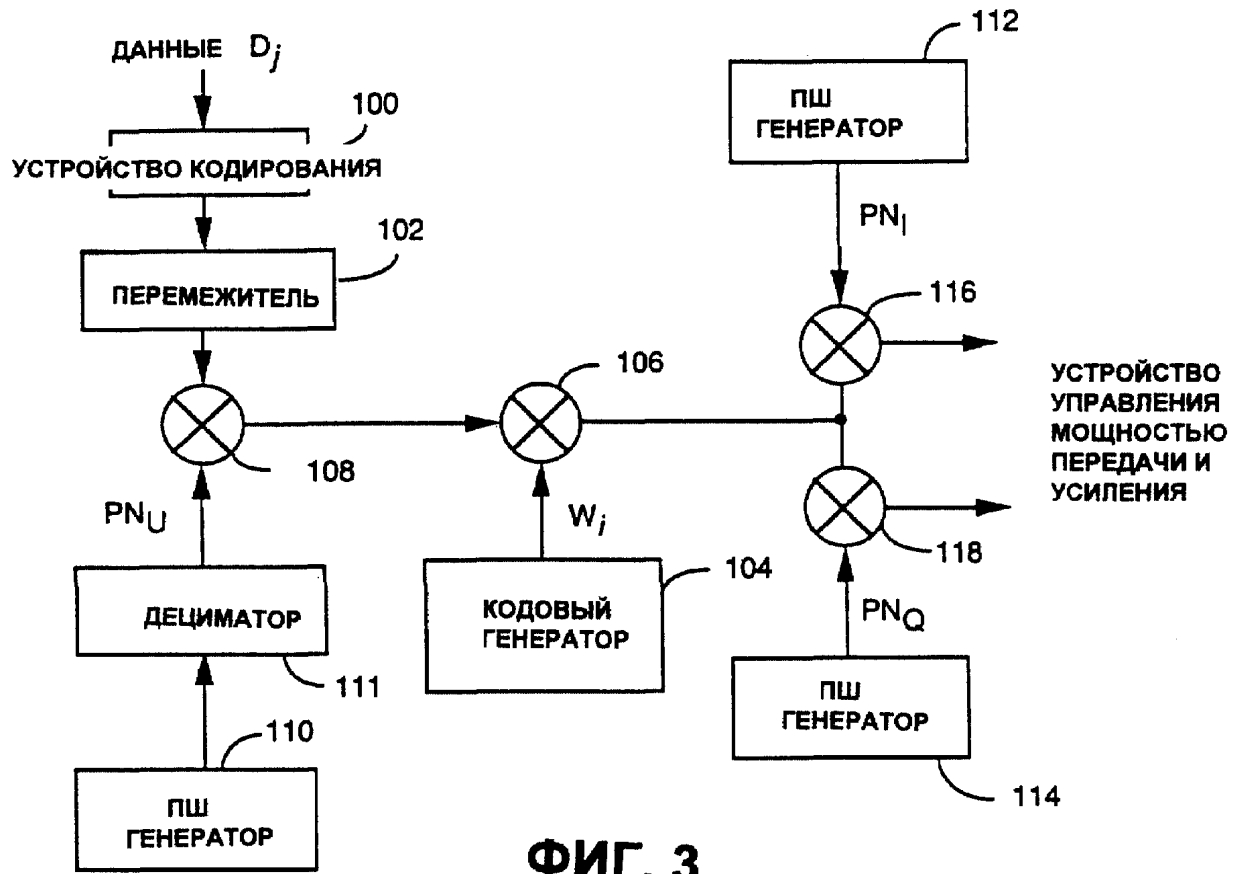
где $\overline{W(n)}$ по-прежнему логическое дополнение $W(n)$, то есть $\overline{W(n)} = 1 - W(n)$ и $\overline{\overline{W(n)}} = W(n)$.



ФИГ. 2

RU 2 1 7 6 8 5 4 C 2

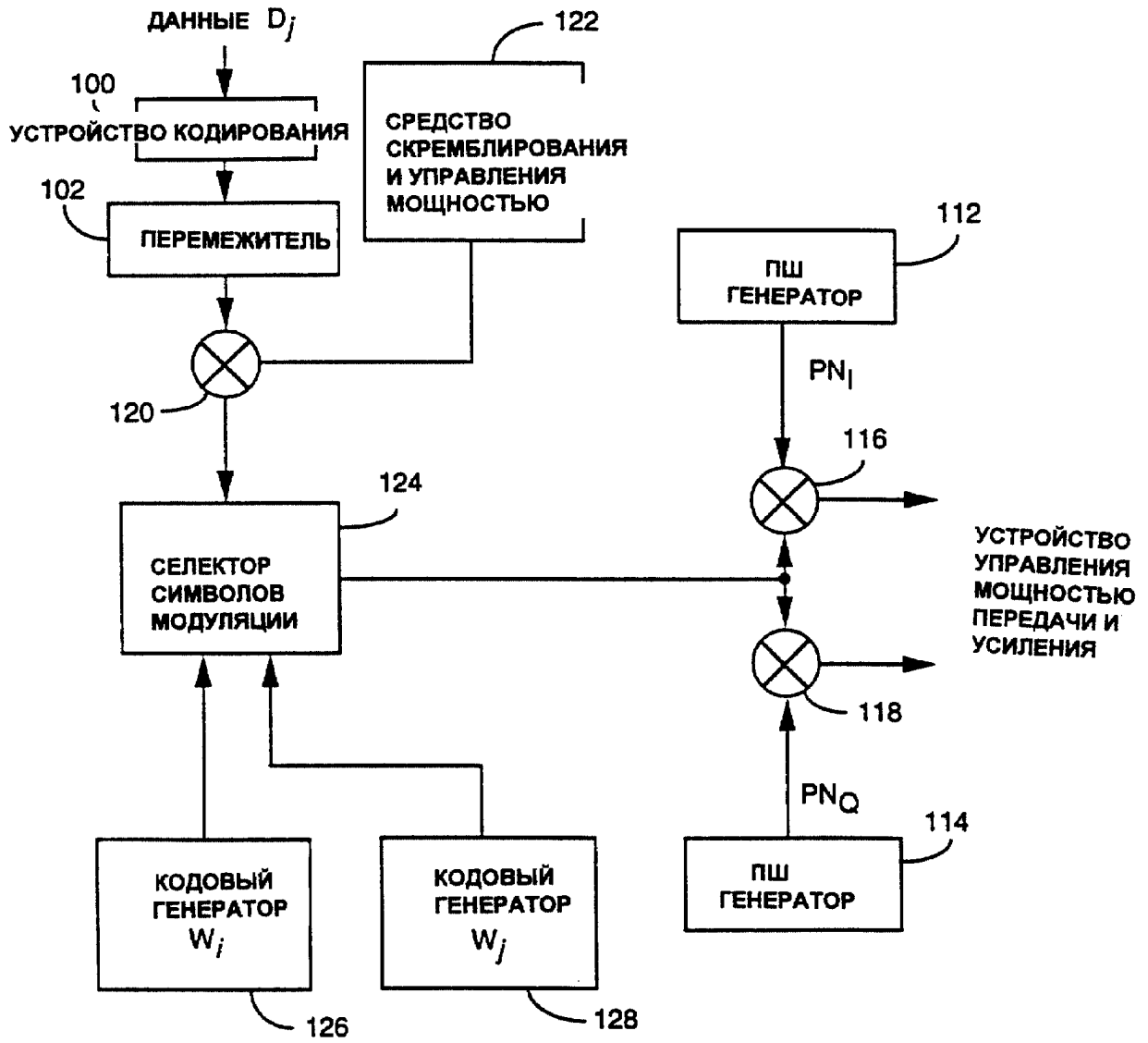
RU 2 1 7 6 8 5 4 C 2



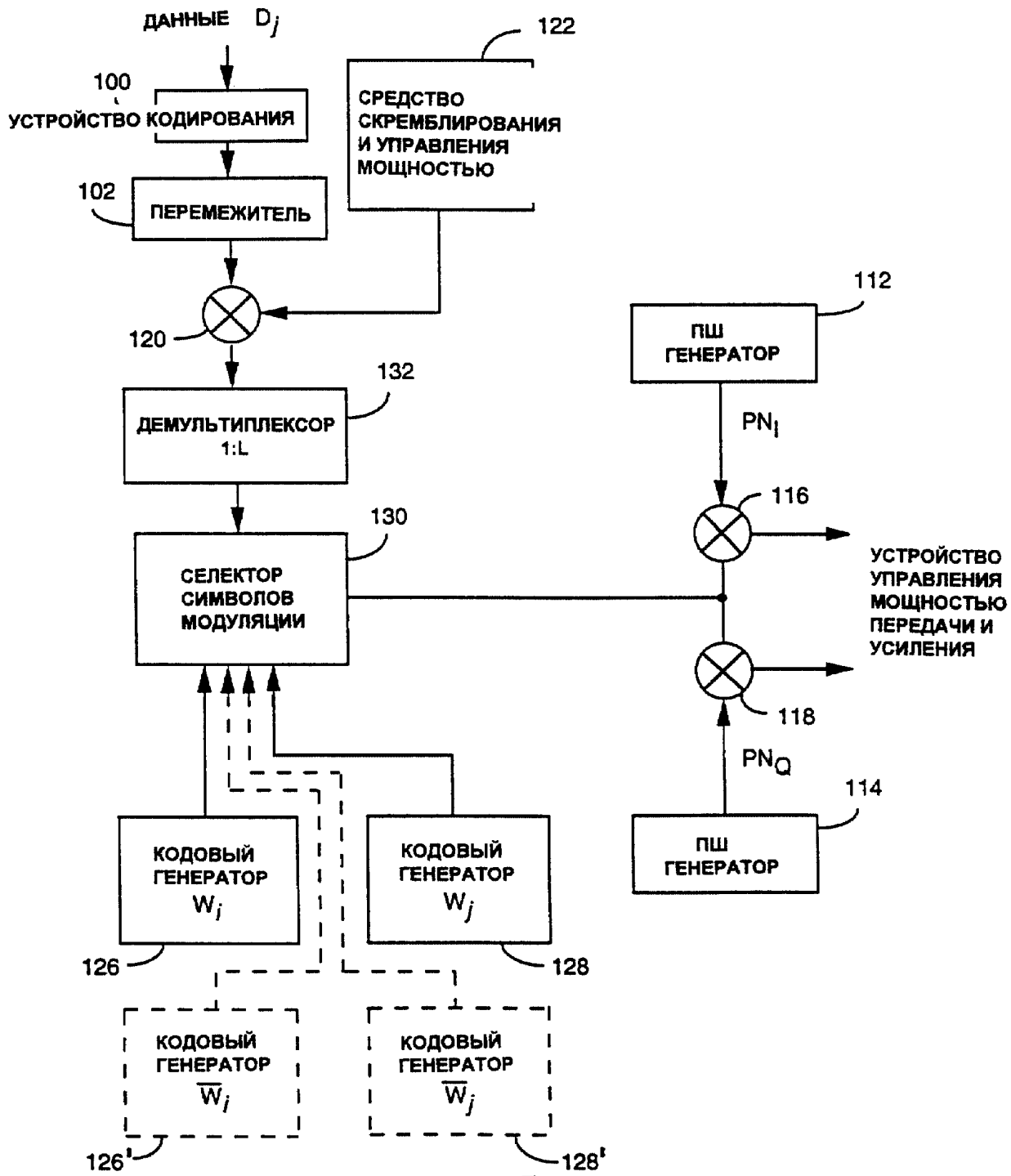
ФИГ. 3

RU 2176854 C2

RU 2176854 C2



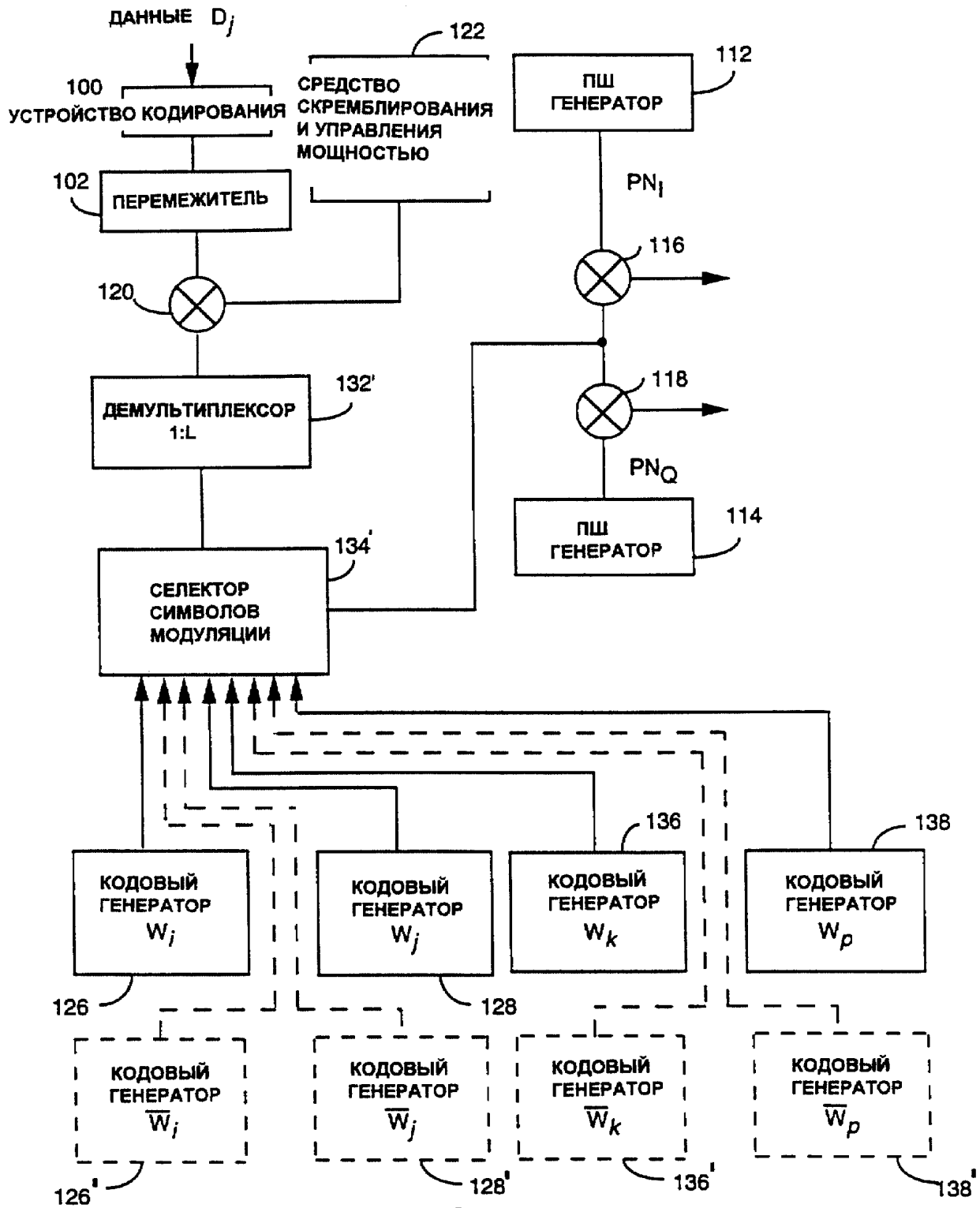
ФИГ. 4



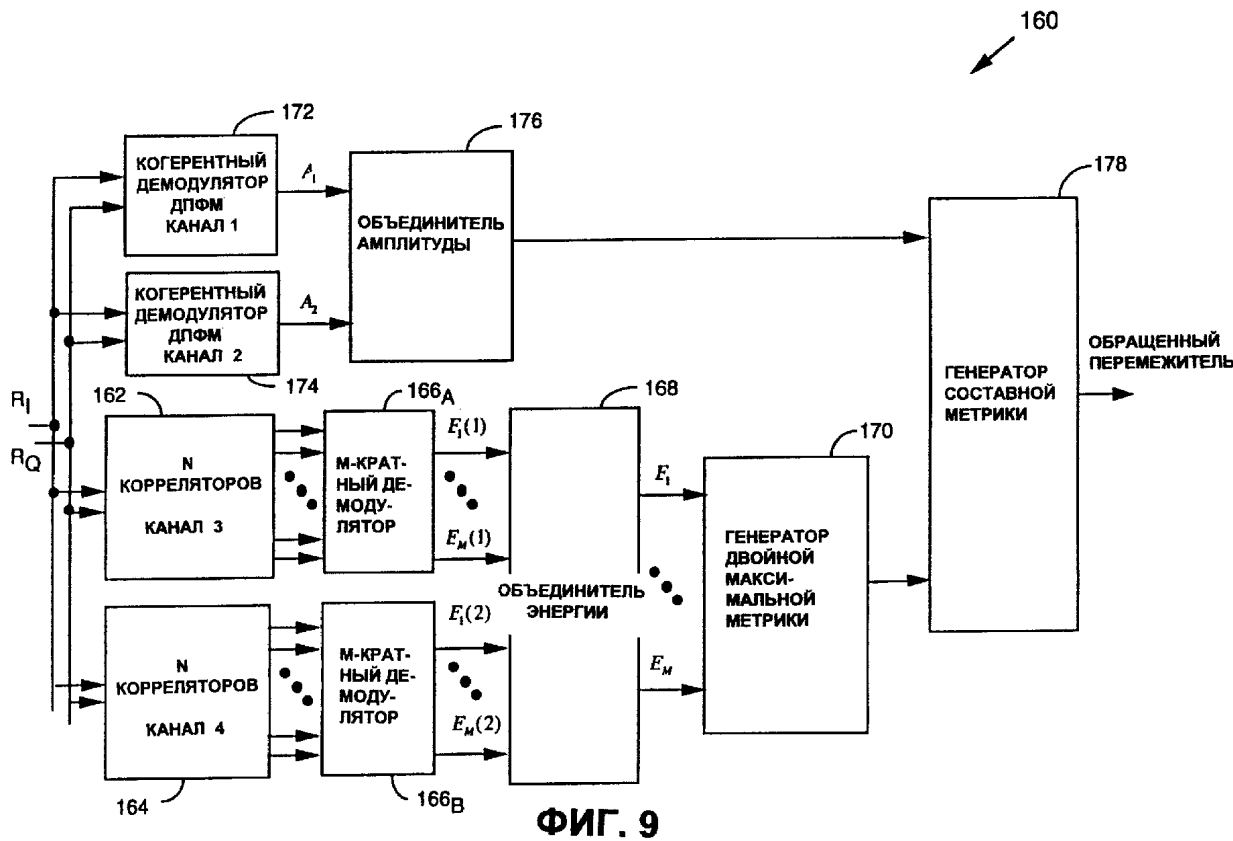
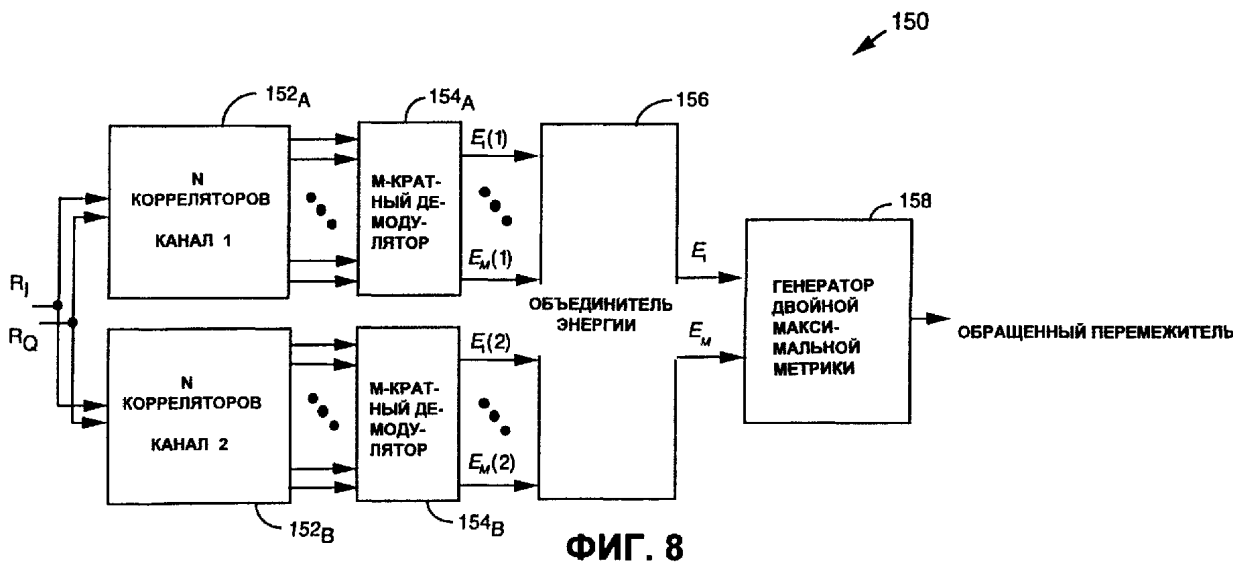
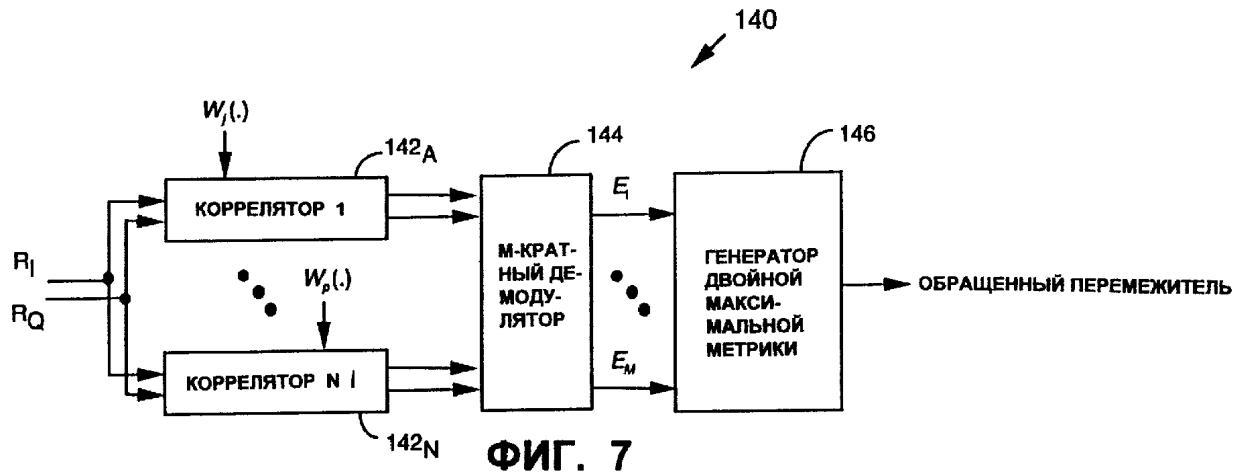
ФИГ. 5

RU 2176854 C2

RU 2176854 C2



ФИГ. 6



RU 2176854 C2

RU 2176854 C2