(19) **RU** (11) **2 154 913** (13) **C2**

(51) МПК[7] **H 04 L 27/30, H 04 B 7/216**

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

(21), (22) Заявка: **96118247/09, 16.01.1996**

(24) Дата начала действия патента: **16.01.1996**

(30) Приоритет: **13.01.1995 US 372,632**

(46) Дата публикации: **20.08.2000**

(56) Ссылки: **WO 93/19552 A1, 30.09.1993. SU 1267627 A1, 30.10.1986. US 5237586 A, 17.08.1993. US 4901307 A, 13.02.1990.**

(85) Дата перевода заявки PCT на национальную фазу: **12.09.1996**

(86) Заявка PCT:
US 96/00457 (16.01.1996)

(87) Публикация PCT:
WO 96/21976 (18.07.1996)

(98) Адрес для переписки:
129010, Москва, ул. Большая Спасская 25, стр.3, ООО "Городисский и Партнеры", Емельянову Е.И.

(71) Заявитель:
КВЭЛКОММ ИНКОРПОРЕЙТЕД (US)

(72) Изобретатель: **Джеффри А. ЛЕВИН (US), Дэвид Е. ВЕРНЕР (US), Кеннет Д. ИСТОН (US)**

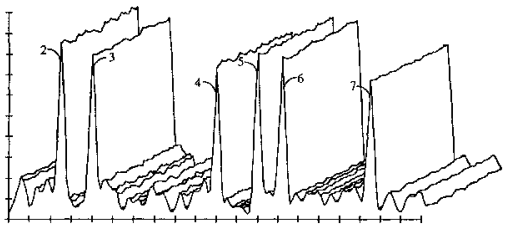
(73) Патентообладатель:
КВЭЛКОММ ИНКОРПОРЕЙТЕД (US)

RU 2154913 C2

(54) КОНВЕЙЕРНЫЙ ПРИЕМНИК БАЗОВОЙ СТАНЦИИ СОТОВОЙ ЯЧЕЙКИ ДЛЯ УПЛОТНЕННЫХ СИГНАЛОВ С РАСШИРЕННЫМ СПЕКТРОМ

(57)

Интегральный модем включает в себя внешний интерфейс демодулятора, который осуществляет свертку принятых сигналов с многолучевым распространением. Единственный процессор преобразования, который работает на основе временных отрезков, демодулирует каждый свернутый многолучевой сигнал. Выходной сигнал процессора преобразования подается на схему обнаружения максимума и конвейерный процесс. Конвейерный процессор, который также работает на основе временных отрезков, объединяет и ведет дальнейшую обработку демодулированных многолучевых сигналов, чтобы выработать данные мягкого решения для деперемежения и декодирования с исправлением ошибок в деперемежителе-декодере для восстановления принятых данных. Модем далее включает в себя кодер-перемежитель, модулятор и сумматор передачи для модуляции расширенным спектром данных, предназначенных для передачи. Техническим результатом является создание устройства, которое может демодулировать сигнал вызова с расширенным спектром более дешевым и конструктивно более эффективным способом. 2 с. и 30 з.п.ф-лы, 13 ил.



Фиг. 1

RU 2154913 C2

(19) **RU** (11) **2 154 913** (13) **C2**

(51) Int. Cl.[7] **H 04 L 27/30, H 04 B 7/216**

RUSSIAN AGENCY
FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21), (22) Application: 96118247/09, 16.01.1996

(24) Effective date for property rights: 16.01.1996

(30) Priority: 13.01.1995 US 372,632

(46) Date of publication: 20.08.2000

(85) Commencement of national phase: 12.09.1996

(86) PCT application:
US 96/00457 (16.01.1996)

(87) PCT publication:
WO 96/21976 (18.07.1996)

(98) Mail address:
129010, Moskva, ul. Bol'shaja Spasskaja 25, str.3, OOO "Gorodisskij i Partnery", Emel'janovu E.I.

(71) Applicant:
KVEhLKOMM INKORPOREJTED (US)

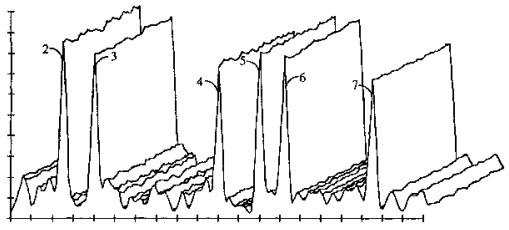
(72) Inventor: Dzheffri A. LEVIN (US), Dehvid E. VERNER (US), Kennet D. ISTON (US)

(73) Proprietor:
KVEhLKOMM INKORPOREJTED (US)

(54) PIPELINE RECEIVER FOR CELL BASE STATION USING COMPRESSED EXTENDED SPECTRUM SIGNALS

(57) Abstract:

FIELD: communication equipment. SUBSTANCE: device has external interface of modulator, which performs convolution of received signals with multiple-beam spreading. Single converting processor, which operates on the basis of time intervals, demodulates each convoluted multiple beam signal. Output signal of converting processor is output to maximal value detector and pipeline processor. Said pipeline processor, which also operates on the basis of time intervals, combines demodulated multiple beam signals and performs their further processing in order to produce soft solution data for decoding interlacing and error correction in interlacing decoder in order to restore received data. In addition device has interlacing encoder, modulator and transmission adder for modulation of data to be transmitted by means of extended spectrum. EFFECT: decreased cost of device for call signal demodulation, simplified design. 32 cl, 13 dwg



Фиг. 1

RU 2154913 C2

RU 2154913 C2

Данное изобретение относится в целом к системам связи с расширенным спектром и, в частности, к обработке сигналов в сотовой телефонной системе связи.

В беспроводной телефонной системе связи многие пользователи осуществляют связь по беспроводному каналу, чтобы подключиться к проводным телефонным системам. Связь по беспроводному каналу может осуществляться одним из нескольких методов множественного доступа, которые облегчают ее большому числу пользователей в ограниченном частотном секторе. Эти методы множественного доступа включают в себя многостанционный доступ с временным разделением каналов (МДВР) (TDMA), многостанционный доступ с частотным разделением каналов (МДЧР) (FDMA) и многостанционный доступ с кодовым разделением каналов (МДКР) (CDMA). Метод МДКР имеет много преимуществ, и примерная система МДКР описана в патенте США N 4901307, выданном 13 февраля 1990 г. на имя K.Gilhousen et al. и озаглавленном "Система связи множественного доступа с расширенным спектром, использующая спутниковые или наземные ретрансляторы", права на который принадлежат обладателю прав по настоящему изобретению и который включен сюда посредством ссылки.

В упомянутом патенте рассматривается метод множественного доступа, где большое число пользователей подвижных телефонных систем, каждый из которых имеет приемопередатчик, осуществляют связь через спутниковые ретрансляторы или наземные базовые станции, используя сигналы МДКР с расширенным спектром. При применении связи МДКР частотный спектр может использоваться повторно много раз, обеспечивая тем самым увеличение пользовательской пропускной способности.

Методы модуляции МДКР, рассмотренные в патенте N 4901307, представляют много преимуществ над методами узкополосной модуляции, применяемыми в системах связи, использующих спутниковые или наземные каналы. Наземные каналы ставят специальные проблемы перед любой системой связи, особенно в связи с сигналами многолучевого распространения. Применение методов МДКР позволяет преодолеть специфические проблемы наземного канала путем смягчения неблагоприятного эффекта многолучевого распространения - например, замираний, используя при этом его преимущества.

Как показано в патенте N 4901307, методы МДКР предполагают использование когерентной модуляции и демодуляции для обоих направлений линии связи при мобильно-спутниковых связях. Соответственно, в нем рассматривается использование пилот-сигнала на несущей в качестве когерентного фазового опорного сигнала для линии связи со спутника на подвижный блок и линии связи с базовой станции на подвижный блок. Однако в наземной сотовой среде опасность замираний многолучевого распространения с результирующим сбоем канала по фазе, как и мощность, требуемая для передачи пилот-сигнала на несущей от подвижного блока, препятствует применению методов когерентной модуляции для линии связи с подвижного блока на базовую станцию. Патент США N 5102459, озаглавленный "Система и способ генерирования колебаний сигнала в сотовой телефонной системе МДКР", выданный 25 июня 1990 г., права на который принадлежат обладателю прав по настоящему изобретению и который включен сюда посредством ссылки, обеспечивает средство для преодоления неблагоприятных эффектов многолучевого распространения в линии связи с подвижного блока на базовую станцию путем применения методов некогерентной модуляции и демодуляции.

В сотовой телефонной системе МДКР одна и та же частотная полоса может использоваться для связи во всех базовых станциях. В приемнике базовой станции раздельные многолучевые распространения, такие как линия тракта к его месту назначения и другого тракта, отражающегося от строения, могут объединяться различным образом для повышения эксплуатационных данных модема. Свойства колебания МДКР, которые обеспечивают выигрыш в отношении сигнал-шум при обработке сигнала, тоже используются, чтобы различать сигналы, которые занимают одну и ту же частотную полосу. Кроме того, высокоскоростная псевдошумовая (ПШ) (PN) модуляция позволяет разделить много отличающихся трактов распространения того же сигнала, подлежащего разделению, создавая разницу в задержках трактов, превосходящую длительность ПШ элемента. Если в системе МДКР используется скорость передачи ПШ элементов примерно в 1 МГц, то в трактах с задержками, которые отличаются более, чем на одну микросекунду, можно использовать полный выигрыш в отношении сигнал-шум при обработке сигнала с расширенным спектром, равный отношению ширины расширенной полосы к скорости передачи данных в системе. Разница в задержке тракта в одну микросекунду соответствует разности трактов по дальности примерно в 300 м. Городская среда обычно создает задержки из-за разности трактов, превосходящие одну микросекунду.

Свойства многолучевого распространения наземного канала образуют в приемных сигналах после их прохождения несколько различных трактов распространения. Одной из особенностей канала с многолучевым распространением является растяжение по времени, вносимое в сигнал, который передается по каналу. К примеру, если по каналу с многолучевым распространением передается идеальный импульс, то принимаемый сигнал проявляется как поток импульсов. Другой особенностью канала с многолучевым распространением является то, что каждый тракт по этому каналу может вызывать различный коэффициент ослабления. К примеру, если по каналу с многолучевым распространением передается идеальный импульс, каждый импульс принимаемого потока импульсов в общем случае имеет отличную от других принимаемых импульсов интенсивность сигнала. К примеру, если по каналу с многолучевым распространением передается идеальный импульс, каждый импульс принимаемого потока импульсов в общем случае имеет фазу, отличную от других принимаемых импульсов.

RU 2154913 C2

RU 2154913 C2

В подвижном радиоканале многолучевое распространение образуется отражением сигнала от препятствий в окружающей среде, таких как здания, деревья, машины и люди. В целом подвижный радиоканал является изменяющимся во времени каналом с многолучевым распространением из-за относительного движения структур, которые образуют многолучевое распространение. К примеру, если по каналу с многолучевым распространением передается идеальный импульс, принимаемый поток импульсов будет изменяться по временному положению, ослаблению и фазе как функция того времени, в котором передавался идеальный импульс.

Особенность многолучевого распространения может проявляться в замираниях сигнала. Замирания являются результатом характеристик фазирования в канале с многолучевым распространением. Замирание происходит, когда векторы многолучевого распространения складываются, уничтожая друг друга, в результате принимаемый сигнал оказывается меньше, чем любой отдельный вектор. К примеру, если синусоидальное колебание передается по каналу с многолучевым распространением с двумя трактами, где первый тракт имеет коэффициент затухания X дБ, временную задержку δ с фазовым сдвигом θ радиан, а второй тракт имеет коэффициент затухания X дБ, временную задержку δ с фазовым сдвигом $\theta+\pi$ радиан, то на выходе канала не будет приниматься никакого сигнала.

В системах с узкополосной модуляцией, таких как аналоговая ЧМ модуляция, используемых в обычных радиотелефонных системах, наличие трактов многолучевого распространения в радиоканалах проявляется в сильных многолучевых замираниях. Однако, как отмечено выше, с помощью широкополосного МДКР различные тракты в процессе демодуляции могут различаться. Это различие не только значительно снижает силу многолучевых замираний, но и дает преимущества системе МДКР.

Один из подходов к ослаблению вредных эффектов замираний состоит в разнесении. Поэтому желательно, чтобы обеспечивался какой-либо вид разнесения, что позволяет системе снизить замирания. Существует три главных типа разнесения: временное разнесение, частотное разнесение и пространственное/потрактовое разнесение.

Временное разнесение может быть получено лучше всего путем использования повторения, временного перемежения и кодирования с обнаружением и исправлением ошибок, что вводит избыточность. Система, содержащая настоящее изобретение, может использовать каждый из этих методов в качестве формы временного разнесения.

По присущей ей широкополосной природе МДКР обеспечивает вид частотного разнесения путем растяжения энергии сигнала по широкой полосе частот. Поэтому частотно-избирательные замирания влияют лишь на малую часть полосы частот сигнала МДКР.

Пространственное и потрактовое разнесение получается путем обеспечения многосигнальных трактов по одновременным линиям от подвижного блока через две или более базовых станций и путем использования двух или более пространственно разнесенных антенных элементов на единственной базовой станции. Кроме того, потрактовое разнесение может быть получено путем использования среды с многолучевым распространением при обработке с расширенным спектром, что разрешает принимать и отдельно обрабатывать сигнал, приходящий с различными задержками распространения, как рассмотрено выше. Примеры потрактового разнесения проиллюстрированы в патенте США N 5101501, озаглавленном "Мягкая передача связи в сотовой телефонной системе МДКР", выданном 21 марта 1992 г. , и в патенте США N 5109390, озаглавленном "Разнесенный приемник в сотовой телефонной системе МДКР", выданном 28 апреля 1992 г., права на которые принадлежат обладателю прав по настоящему изобретению.

Вредные воздействия замираний могут далее управляться в системе МДКР до определенного предела посредством управления передаваемой мощностью. Система для управления мощностью базовой станции и подвижного блока рассмотрена в патенте США N 5056109, озаглавленном "Способ и устройство для управления мощностью передачи в сотовой подвижной телефонной системе МДКР", выданном 08 октября 1991 г., права на который также принадлежат обладателю прав по настоящему изобретению.

Как рассмотрено в патенте N 4901307, методы МДКР предполагают использование относительно длинных ПШ последовательностей, причем каждому пользователю подвижного блока назначена отличная от других ПШ последовательность. Взаимная корреляция между различными ПШ последовательностями и автокорреляция ПШ последовательности для всех отличных от нуля временных сдвигов имеют обе близкое к нулю среднее значение, что позволяет различить после приема сигналы различных пользователей. (Автокорреляция и взаимная корреляция требуют, чтобы логический "0" принимал значение "1", а логическая "1" принимала значение "-1", либо аналогичного отображения для того, чтобы получить нулевую среднюю величину.)

Однако такие ПШ сигналы не ортогональны. Хотя взаимная корреляция по существу усредняется до нуля по всей длине последовательности, для коротких временных интервалов, таких как время информационного бита, взаимная корреляция являются случайной переменной с биномиальным распределением. В такой ситуации сигналы интерферируют друг с другом в значительной степени так же, как если бы они были широкополосным гауссовским шумом с той же самой спектральной плотностью мощности. Таким образом, сигналы других пользователей или шум взаимного влияния, в конечном счете ограничивают достижимую пропускную способность.

В технике хорошо известно, что можно построить набор из n ортогональных двоичных последовательностей, каждая длиной n, для n, равного любой степени 2,

RU 2154913 C2

RU 2154913 C2

см. Digital Communications with Space Applications, S.W.Colomb et al., Prentice-Hall, Inc, 1964, pp. 45-64. На деле наборы ортогональных двоичных последовательностей также хорошо известны для большинства длин, которые кратны четырем и меньше двухсот. Один класс таких последовательностей, который легко генерировать, называется функцией Уолша и известен как матрицы Адамара.

Функция Уолша порядка n может быть рекурсивно определена следующим образом

$$W(n) = \begin{vmatrix} W(n/2), & W(n/2) \\ W(n/2), & W'(n/2) \end{vmatrix}$$

где W' обозначает логическое дополнение W, а W (1) =|0|.

Таким образом,

$$W(2) = \begin{matrix} 0, & 0 \\ 0, & 1 \end{matrix}$$

$$W(4) = \begin{vmatrix} 0, & 0, & 0, & 0 \\ 0, & 1, & 0, & 1 \\ 0, & 0, & 1, & 1 \\ 0, & 1, & 1, & 0 \end{vmatrix},$$

$$W(8) = \begin{vmatrix} 0, & 0, & 0, & 0, & 0, & 0, & 0, & 0 \\ 0, & 1, & 0, & 1, & 0, & 1, & 0, & 1 \\ 0, & 0, & 1, & 1, & 0, & 0, & 1, & 1 \\ 0, & 1, & 1, & 0, & 0, & 1, & 1, & 0 \\ 0, & 0, & 0, & 0, & 1, & 1, & 1, & 1 \\ 0, & 1, & 0, & 1, & 1, & 0, & 1, & 0 \\ 0, & 0, & 1, & 1, & 1, & 1, & 0, & 0 \\ 0, & 1, & 1, & 0, & 1, & 0, & 0, & 1 \end{vmatrix}$$

Последовательность, или код, Уолша является одной из строк матрицы функций Уолша. Матрица функций Уолша порядка n содержит n последовательностей, каждая длиной в n элементарных посылок Уолша. Каждый код Уолша имеет соответствующий индекс Уолша, причем индекс Уолша относится к числу (от 1 до n), соответствующему строке, в которой находится этот код Уолша. К примеру, для вышеприведенной матрицы функций Уолша с n = 8 строка из всех нулей соответствует индексу Уолша 1, а код Уолша 0, 0, 0, 0, 1, 1, 1, 1 соответствует индексу Уолша 5.

Матрица функций Уолша порядка n (как и другие ортогональные функции длины n) обладает тем свойством, что по всему интервалу из n бит взаимная корреляция между различными последовательностями в наборе равна нулю. Это можно видеть из того, что каждая последовательность отличается от любой другой последовательности точно в половине своих разрядов. Следует также отметить, что всегда имеется одна последовательность, содержащая все нули, и что все другие последовательности содержат половину единиц и половину нулей. Символ Уолша, который состоит из всех логических нулей вместо половины единиц и половины нулей, называется нулевым символом Уолша.

В канале обратной линии связи от подвижного блока к базовой станции отсутствует пилот-сигнал для обеспечения фазового опорного сигнала. Поэтому необходим способ, позволяющий обеспечить высококачественную линию связи на канале с замираниями, имеющем низкое отношение E_b/N_O (энергия на бит/плотность шумовой мощности). Модуляция функциями Уолша в обратной линии связи является простым способом получить 64-ную модуляцию с когерентностью на наборе из шести кодовых символов, отображаемом в 64 кода Уолша. Особенности наземного канала таковы, что скорость изменения фазы относительно медленная. Поэтому путем выбора длительности кода Уолша, которая коротка сравнительно со скоростью смены фазы в канале, возможна когерентная демодуляция по длине одного кода Уолша.

В канале обратной линии связи код Уолша определяется информацией, передаваемой от подвижного блока. К примеру, трехразрядный информационный символ может отображаться в восемь вышеуказанных последовательностей W(8). "Обратное отображение" кодированных символов Уолша в оценки исходных информационных символов может осуществляться в приемнике посредством быстрого преобразования Адамара (БПА) (FHT). Предпочтительный процесс "обратного преобразования" или селекции вырабатывает данные мягких решений, которые могут подаваться на декодер для декодирования по максимуму правдоподобия.

БПА используется для выполнения процесса "обратного отображения". БПА осуществляет корреляцию принимаемой последовательности с каждой из возможных последовательностей Уолша. Селектирующая схема используется для выбора наиболее правдоподобного значения корреляции, которое масштабируется и выдается в качестве данных мягкого решения.

Приемник с расширенным спектром радиоприемного устройства с разнесением ("грабли") содержит приемники данных многолучевого распространения для уменьшения воздействия замираний. Обычно каждый приемник данных предназначен для демодуляции сигнала, который прошел отличным от других трактом, - либо через использование множества антенн, либо благодаря свойствам многолучевого распространения в канале. При демодуляции сигналов, промодулированных согласно системе ортогональных сигналов, каждый приемник данных осуществляет корреляцию принятого сигнала с каждым из возможных отображаемых значений, используя БПА. Выходы БПА каждого приемника объединяются, и затем селектирующая схема выбирает наиболее правдоподобное значение корреляции, основанное на самом большом объединенном выходе БПА, для выдачи демодулированного символа мягкого решения.

В системе, рассмотренной в вышеуказанном патенте N 5102459, сигнал вызова возникает как источник информации при скорости 9600 бит в секунду, который затем преобразуется кодером с прямым исправлением ошибок со скоростью 1/3 в выходной поток со скоростью 28800 символов в секунду. Эти символы группируются во времени по 6 для формирования 4800 символов Уолша в секунду, при этом каждый символ Уолша выбирает одну из шестидесяти четырех ортогональных функций Уолша, которые имеют длительность в шестьдесят четыре элементарных посылки Уолша. Элементарные посылки Уолша модулируются

RU 2154913 C2

RU 2154913 C2

конкретным пользовательским генератором ПШ последовательности. Данные, модулированные конкретной пользовательской последовательностью, разделяются затем на два сигнала, один из которых модулируется синфазной (I) канальной ПШ последовательностью, а другой модулируется квадратурной (Q) канальной ПШ последовательностью. Канальная I модуляция и канальная Q модуляция обеспечивают вместе четыре элементарные ПШ посылки на элементарную посылку Уолша со скоростью распространения элементарных ПШ посылок 1,2288 МГц. I и Q модулированные данные представляют собой объединенную для передачи квадратурную фазовую манипуляцию (КФМн) (QQPSK).

В сотовой системе МДКР, рассмотренной в вышеуказанном патенте N 4901307, каждая базовая станция обеспечивает покрытие ограниченной географической области и связывает подвижные блоки в своем покрытии через коммутатор сотовой системы с телефонной сетью общего пользования (ТСОП) (PSTN). Когда подвижный блок перемещается к области покрытия новой базовой станции, маршрутизация вызова этого пользователя передается новой базовой станции. Тракт передачи сигнала от базовой станции к подвижному блоку именуется прямой линией, а тракт передачи сигнала от подвижного блока к базовой станции именуется обратной линией.

Как рассмотрено выше, временной интервал элементарной ПШ посылки определяет минимальное разделение, которое должно иметь два тракта, чтобы их можно было объединить. Прежде, чем отличающиеся тракты могут быть демодулированы, должны быть определены относительные времена прихода (или сдвиги) трактов в принимаемом сигнале. Модем канального элемента выполняет функцию "поиска" по последовательности потенциальных сдвигов тракта и измерения энергии, принимаемой на каждом потенциальном сдвиге тракта. Если энергия, связанная с потенциальным сдвигом, превышает некоторый порог, сигнальный элемент демодуляции может рассматриваться как сдвиг. Присутствующий в этом трактовом сдвиге сигнал может затем суммироваться с распределением других элементов демодуляции на их соответствующих сдвигах. Способ и устройство присвоения элементов демодуляции, основанные на энергетических уровнях элементов демодуляции поискового блока, рассматриваются в совместно поданной патентной заявке США N 08/144902, озаглавленной "Присвоение элементов демодуляции в системе, способной принимать уплотненные сигналы", поданной 28 октября 1993 г., права на которую принадлежат обладателю прав по настоящему изобретению. Такие разнесенные приемники или "грабли" служат для робастных цифровых линий связи, т.к. перед тем, как объединенный сигнал исказится, все тракты должны замирать вместе.

Фиг. 1 показывает примерный набор сигналов, приходящих на базовую станцию от единственного подвижного блока. По вертикальной оси отложена принимаемая мощность в децибелах (дБ). По горизонтальной оси отложена задержка во времени прихода сигнала из-за задержек многолучевого распространения. Ось (не показана), уходящая внутрь страницы, представляет сегменты времени. Каждый сигнальный всплеск в общей плоскости страницы приходит в общее время, но передается подвижным блоком в разное время. В общей плоскости пики справа передавались подвижным блоком в более раннее время, чем пики слева. К примеру, самый левый пиковый всплеск 2 соответствует самому последнему переданному сигналу. Каждый сигнальный всплеск 2-7 приходит по индивидуальному тракту и поэтому имеет отличающуюся временную задержку и отличающийся амплитудный отклик. Шесть различных сигнальных всплесков, представленных всплесками 2-7, представляют среду с сильным многолучевым распространением. Обычная городская среда формирует меньше пригодных для использования трактов. Минимальный уровень шума в системе представлен пиками и впадинами с более низкими уровнями энергии. Задача искателя состоит в идентификации измеряемой по горизонтальной оси задержки сигнальных всплесков 2-7 для присвоения потенциальных элементов демодуляции. Задача элемента демодуляции состоит в демодуляции набора многолучевых пиков для объединения в единственный выходной сигнал. Задача элементов демодуляции, уже присвоенных многолучевому пику, состоит также в отслеживании этого пика, т.к. он может перемещаться во времени.

Горизонтальная ось может также рассматриваться как отградуированная в единицах сдвига ПШ последовательности. В любой данный момент времени базовая станция принимает от единственного подвижного блока ряд сигналов, каждый из которых прошел отличающимся от других трактом и может иметь отличную от других задержку. Сигнал подвижного блока модулирован ПШ последовательностью. Копия ПШ последовательности генерируется также на базовой станции. На базовой станции каждый многолучевой сигнал демодулируется отдельно с кодом ПШ последовательности, настроенным на его синхронизацию. Координаты горизонтальной оси могут рассматриваться как соответствующий сдвиг кода ПШ последовательности, который следует использовать для демодуляции сигнала в этой координате.

Отметим, что каждый из многолучевых пиков изменяется по амплитуде как функция времени, как показано неровным гребнем каждого многолучевого пика. В показанном ограниченном времени в многолучевых пиках нет никаких значительных изменений. На более протяженном временном отрезке многолучевые пики исчезают, и с течением времени появляются новые пики. Пики могут также смещаться к более ранним или более поздним сдвигам, т.к. по мере того, как подвижный блок перемещается в области покрытия базовой станции, трактовые расстояния изменяются. Каждый элемент демодуляции отслеживает эти малые изменения в присвоенном ему сигнале.

RU 2154913 C2

RU 2154913 C2

В обычной беспроводной телефонной системе связи передатчик подвижного блока может использовать вокодерную систему, которая кодирует речевую информацию в формате с различной скоростью передачи. К примеру, скорость передачи данных может понижаться из-за пауз в речевой активности. Более низкая скорость передачи данных понижает уровень помех другим пользователям, вызываемых передачей с этого подвижного блока. В приемнике или, иначе, связанная с приемником вокодерная система используется для восстановления речевой информации. В дополнение к речевой информации подвижным блоком может передаваться и неречевая информация, - сама по себе или в смеси с речевой.

Вокодер, пригодный для применения в этой среде, рассматривается в совместно поданной патентной заявке США N 07/713661, озаглавленной "Вокодер с изменяемой скоростью передачи", поданной 11 июня 1991 г., права на которую принадлежат обладателю прав по настоящему изобретению. Вокодер вырабатывает из цифровых отсчетов речевой информации кодированные данные с четырьмя различными скоростями передачи, например, приблизительно 8000 бит в секунду (бит/с), 4000 бит/с, 2000 бит/с и 1000 бит/с, на основании речевой активности в течение кадра в 20 мс. Каждый кадр вокодерных данных форматируется заголовочными разрядами как кадры данных со скоростями 9600 бит/с, 4800 бит/с, 2400 бит/с и 1200 бит/с. Кадр данных с наивысшей скоростью, который соответствует кадру со скоростью 9600 бит/с, называется кадром "с полной скоростью"; кадр данных со скоростью 4800 бит/с называется кадром "с половинной скоростью"; кадр данных со скоростью 2400 бит/с называется кадром "со скоростью в одну четвертую"; а кадр со скоростью 1200 бит/с называется кадром "со скоростью в одну восьмую". Ни в процессе кодирования, ни в процессе форматирования кадров информация о скорости не включается в данные. Когда подвижный блок передает данные со скоростью меньше, чем полная скорость, коэффициент заполнения сигнала, передаваемого подвижным блоком, такой же, как и скорость передачи данных. К примеру, на скорости в одну четвертую сигнал передается с подвижного блока только четверть времени. В течение других трех четвертей времени с подвижного блока не передается никаких сигналов. Подвижный блок включает в себя рандомизатор пакетов данных. При данной скорости подлежащего передаче сигнала рандомизатор пакетов данных определяет, в каких временных отрезках подвижный блок ведет передачу, а в каких нет. Дополнительные подробности о рандомизаторе пакетов данных описаны в совместно поданной патентной заявке США 07/846312, озаглавленной "Рандомизатор пакетов данных", поданной 05 марта 1992 г., права на которую принадлежат обладателю прав по настоящему изобретению.

На базовой станции сигнал каждого отдельного подвижного блока должен быть идентифицирован из ансамбля принятых сигналов вызова для демодуляции в исходный сигнал вызова подвижного блока. Система и способ демодуляции сигнала подвижного блока, принимаемого на базовой станции, описаны, например, в патенте N 5102459. Фиг. 2 представляет собой блок-схему описанного в патенте N 5102459 оборудования базовой станции для демодуляции сигнала подвижного блока в обратной линии связи.

Обычная известная базовая станция содержит множество независимых искателей и элементов демодуляции. Искатели и элементы демодуляции управляются микропроцессором. В этом оборудовании для поддержания высокой пропускной способности системы ни один подвижный блок в системе не передает пилот-сигнала. Отказ от пилот-сигнала в обратной линии связи увеличивает время, необходимое для проведения просмотра всех возможных временных сдвигов, на которых может быть принят сигнал подвижного блока. Обычно пилот-сигнал передается с более высокой мощностью, чем сигналы, несущие рабочую нагрузку, благодаря чему повышается отношение сигнал-шум принимаемого пилот-сигнала по сравнению с принимаемыми канальными сигналами с рабочей нагрузкой. В противоположность этому, в идеале, каждый подвижный блок передает сигнал обратной линии связи, который приходит с уровнем сигнала, равным уровню мощности, принятому от каждого другого подвижного блока, и поэтому имеет низкое отношение сигнал-шум. Кроме того, канал пилот-сигнала передает известную последовательность данных. В отсутствие пилот-сигнала в процессе поиска нужно проверить все возможности того, какие могут передаваться данные.

Фиг. 2 показывает пример использованного на известной базовой станции оборудования. Базовая станция на фиг. 2 имеет одну или более антенн 12, принимающих сигналы 14 подвижного блока в обратной линии связи МДКР. Обычно площадь покрытия городской базовой станции поделена на три подобласти, называемых секторами. При двух антеннах на сектор обычная базовая станция имеет в целом шесть приемных антенн. Принимаемые сигналы преобразуются с понижением частоты в полосу частот модулирующих сигналов аналоговым приемником 16, который квантует принятые I и Q каналы и посылает эти цифровые значения по сигнальным линиям 18 на модем 20 канального элемента. Обычная базовая станция содержит множество таких модемов канального элемента, как модем 20 канального элемента (не показаны на фиг. 2). Каждый модем 20 канального элемента обслуживает единственного пользователя. В предпочтительном варианте выполнения модем 20 канального элемента содержит четыре элемента 22 демодуляции и восемь искателей 26. Микропроцессор 34 управляет работой элементов 22 демодуляции и искателей 26. В каждом элементе 22 демодуляции и искателе 26 установлен тот же пользовательский ПШ код, что и в подвижном блоке, присвоенном этому модему 20 канального элемента. Микропроцессор 34 пошагово проводит искатели 26 через набор сдвигов, называемый поисковым окном, который, вероятно, содержит пики

RU 2154913 C2

RU 2154913 C2

многолучевого сигнала, подходящие для присвоения элементов 22 демодуляции. Для каждого сдвига искатель 26 сообщает микропроцессору 34 энергию, найденную им на этом сдвиге. Элементы 22 демодуляции присваиваются затем микропроцессором 34 трактам, идентифицируемым искателем 26. После того, как один из элементов 22 демодуляции синхронизирован сигналом на его присвоенном сдвиге, он затем отслеживает этот тракт самостоятельно, без контроля со стороны микропроцессора 34 до тех пор, пока тракт не уйдет из-за замираний, или до тех пор, пока он не будет присвоен новому тракту микропроцессором 34. Каждый из элементов 22 демодуляции в очень высокой степени аналогичен по конструкции другим. Фиг. 3 представляет элемент 22 демодуляции по фиг. 2 более подробно. На фиг. 3 предлагается, что оцифрованный входной сигнал является сигналом квадратурной фазовой манипуляции (КФМн) с синфазными (I) и квадратурными (Q) сигнальными отсчетами. I и Q сигнальные отсчеты, каждый из которых имеет многоразрядное значение, являются входными сигналами блока 46 прореживания и свертки. Обычно I и Q сигнальные отсчеты имеют избыточную дискретизацию, так что входной сигнал принимается на более высокой скорости передачи данных, чем скорость передачи элементарных ПШ посылок. В блоке 46 прореживания и свертки данные прореживаются из скорости передачи данных с избыточной дискретизацией на скорость передачи элементарных ПШ посылок. Данные затем свертываются блоком 46 прореживания и свертки, использующим ту же самую ПШ последовательность, которая используется для модуляции этого сигнала в подвижном блоке.

Блок 46 прореживания и свертки выдает свернутые I и Q сигнальные составляющие на накопитель 48. Накопитель 48 накапливает свернутые I и Q сигнальные составляющие за период элементарной посылки Уолша для выработки накопленных данных I и Q элементарных посылок. Накопленные данные I и Q элементарных посылок обрабатываются затем быстрым преобразователем Адамара (БПА) (FHT) и селектором 52. Часть БПА и селектора 52, осуществляющая БПА, производит коррелирование накопленных данных I и Q элементарных посылок со всеми возможными последовательностями Уолша. Результат каждой I и Q корреляции используется затем для оценки величины соответствующего символа Уолша. Оценки величины от результатов каждой из I и Q корреляций сравниваются друг с другом. Соответствующий результату I и Q корреляций символ Уолша, который имеет наибольшую величину, отбирается селекторной частью БПА и селектора 52 в качестве демодулированного символа Уолша. Демодулированный символ Уолша представляет собой выходной сигнал вместе с соответствующей оцененной величиной этого символа Уолша.

Из-за различных времен прихода в сигнальных трактах, присвоенных различным элементам демодуляции, элемент 22 демодуляции выполняет также выравнивание символов. Выходной сигнал на объединитель 28 (фиг. 2) должен быть задержан выравнивающим буфером 54 так, чтобы каждый элемент 22 демодуляции выдавал данные, синхронизированные по отношению к другим элементам демодуляции.

Накопитель энергии и обнаружитель синхронизации 44 суммирует серии следующих друг за другом величин символов Уолша. Результирующая сумма является выходным сигналом на микропроцессор 34 (фиг. 2). Результирующая сумма также сравнивается с пороговым значением, чтобы накопитель энергии и обнаружитель синхронизации 44 инициировал состояние с синхронизацией или без нее.

Время прихода сигнального тракта, присвоенного элементу 22 демодуляции, может изменяться из-за перемещения подвижного блока или изменения в окружении подвижного блока. Поэтому элемент 22 демодуляции включает в себя схему временного слежения. Блок 46 прореживания и свертки выдает более ранние и более поздние варианты свернутых I и Q сигнальных составляющих для использования в процессе временного слежения. Накопитель 50 накапливает более ранние и более поздние свернутые I и Q сигнальные составляющие за период элементарной посылки Уолша для выдачи накопленных более ранних и более поздних данных I и Q элементарных посылок. Элемент 40 задержки задерживает выходной сигнал накопителя 50 до тех пор, пока не станут доступными результаты БПА и селектора 52. Отметим, что элемент 40 задержки должен хранить большие блоки данных и требует большой площади кристалла в реализации кристалла интегральной схемы. Генератор 38 более ранней и более поздней метрик умножает затем накопленные более ранние и более поздние данные I и Q элементарных посылок на последовательность Уолша, соответствующую демодулированному символу Уолша, и накапливает результат, чтобы найти величину более раннего и более позднего I и Q символов Уолша. Величина более раннего символа вычитается из величины более позднего символа для получения метрики ошибки. Метрика ошибки является выходным сигналом для блока 36 временного слежения. Блок временного слежения 36 использует метрику ошибки для определения того, происходит ли операция свертки в блоке 46 прореживания и свертки с опережением, с отставанием или вовремя. Микропроцессор 34 отслеживает абсолютное время тракта демодуляции элемента 22 демодуляции.

Возвращаясь к фиг. 2, выходной сигнал БПА и селектора 52 для каждого элемента 22 демодуляции объединяется затем с выходными сигналами других элементов демодуляции объединителем 28. Выходной сигнал объединителя 28 представляет собой демодулированный символ "мягкого решения", оценка которого с уверенностью говорит о том, что он точно идентифицирует исходный переданный символ Уолша. Мягкое решение проходит затем в декодер 29 прямого исправления ошибки для дальнейшей обработки, чтобы восстановить исходный сигнал вызова. Этот сигнал вызова посылается затем по цифровой линии 30 связи, такой как линия T1 или E1, которая направляет вызов к телефонной сети 32

RU 2154913 C2

RU 2154913 C2

общего пользования (ТСОП) (PSTN).

Как и каждый элемент 22 демодуляции, каждый искатель 26 содержит тракт данных демодуляции с процессором БПА, способным выполнять одно БПА в течение временного периода, равного периоду символа Уолша. БПА процессор подчинен "реальному времени" в том смысле, что в течение каждого интервала элементарной посылки Уолша одно значение вводится в БПА и одно значение выдается из БПА. Для обеспечения быстрого процесса поиска нужно использовать более одного поискового элемента. Поисковые элементы 26 под управлением микропроцессора 34 постоянно осуществляют просмотр в поисках информационного сигнала конкретного подвижного пользователя. Для каждого обрабатываемого сдвига каждый искатель 26 находит энергию корреляции этого сдвига путем свертки антенных отсчетов, накапливания их в элементарных посылках Уолша, которые вводятся в БПА, выполнения БПА и суммирования максимальной энергии выходного сигнала БПА для каждого из символов Уолша, для которого искатель останавливается на сдвиге. Окончательная сумма возвращается микропроцессору 34.

Среда с многолучевым распространением постоянно изменяется по мере того, как подвижный блок и иные отражающие объекты перемещаются по области покрытия базовой станции. Число требующихся элементов демодуляции является функцией числа трактов, определенных в целом как применимые в каждый момент времени. Для соответствия этим требованиям система по фиг. 2 имеет два искателя 26 и один элемент 22 демодуляции для каждой из четырех используемых интегральных схем (ИС) (IC) демодулятора, для общего числа из четырех элементов демодуляции и восьми искателей на модем канального элемента. Каждый из этих двенадцати обрабатывающих элементов содержит полный тракт данных демодуляции, включая процессор БПА, который занимает относительно большую и дорогую площадь при воплощении на интегральной схеме. В дополнение к четырем ИС демодулятора модем канального элемента имеет также ИС модулятора и ИС декодера с прямым исправлением ошибок для общего числа в 6 ИС. Для контроля и координации элементов демодуляции и искателей необходим мощный и дорогостоящий микропроцессор. Как это воплощено в модеме на фиг. 2, эти схемы совершенно независимы и требуют тесного управления от микропроцессора 34, чтобы последовательно пройти по правильным сдвигам и получить выходные сигналы БПА. На каждом символе Уолша микропроцессор 34 принимает прерывание для обработки выходных сигналов БПА. Обеспечение указанной скорости прерывания требует высокопроизводительного микропроцессора.

Предпочтительно, чтобы требуемые для модема шесть ИС можно было свести к единственной ИС, нуждающейся в меньшей поддержке микропроцессора, что снизило бы прямую стоимость ИС и стоимость крупносерийного производства модема и позволило бы перейти к менее дорогому микропроцессору (или же к единственному высокопроизводительному микропроцессору, поддерживающему одновременно несколько модемов канального элемента). Сокращения габаритов в процессе изготовления ИС и размещения шести чипов вместе на единственном кристалле еще недостаточно. Основная архитектура демодулятора нуждается в перепроектировании для имеющего реальную стоимость эффективного одночипового модема. Из вышеприведенного рассмотрения должно быть ясно, что имеется необходимость в устройстве приема и обработки сигналов, которое может демодулировать сигнал вызова с расширенным спектром более дешевым и конструктивно более эффективным способом.

Конвейерный метод демодуляции для демодуляции многолучевых связных сигналов с расширенным спектром использует единственный интегральный процессор демодуляции, обслуживающий группу блоков внешнего интерфейса элемента демодуляции. Квантованная во времени работа позволяет использовать единственную последовательность обрабатывающих блоков в процессоре демодуляции для обработки множества сигналов разнесенных трактов, которые в итоге объединяются для получения единственного выходного сигнала. Сигналы от параллельного набора блоков внешнего интерфейса элемента демодуляции обрабатываются в конвейерных интегральных блоках процессора демодуляции, таких, что каждый блок выполняет аналогичные операции над сигналом, появляющимся от каждого из блоков внешнего интерфейса элемента демодуляции на следующих друг за другом временных квантах.

Каждый блок внешнего интерфейса элемента демодуляции сворачивает различные многолучевые части приходящего сигнала связи с расширенным спектром с упорядоченной во времени псевдошумовой (ПШ) (PN) последовательностью. Выходной сигнал каждого блока внешнего интерфейса элемента демодуляции является выходным сигналом в накопительный буфер в каждый момент, когда значение элементарной посылки Уолша в данных сжато. Накопительный буфер хранит элементарные посылки Уолша от каждого из блоков внешнего интерфейса элемента демодуляции до тех пор, пока из элементарных посылок не накопится значение символа Уолша. Арбитр очередности руководит передачей полных символов Уолша на единственный коллективный процессор преобразования, выдающий декодированный выходной сигнал, которым начинается конвейерная квантованная во времени работа процесса демодуляции.

В течение первого временного отрезка значение символа Уолша данных декодируется коллективным процессором преобразования. В течение второго временного отрезка декодированный сигнал процессора преобразования обрабатывается обнаружителем максимума и объединителем, а процессор преобразования доступен для обработки любого другого доступного полного символа Уолша. Объединитель запоминает преобразованные выходные сигналы для последующего сложения с преобразованными выходными сигналами, соответствующими другим блокам внешнего интерфейса элемента демодуляции. Блок обнаружения максимума обнаруживает энергию

RU 2154913 C2

RU 2154913 C2

наибольшего преобразованного выходного сигнала и индекс, соответствующий этому выходному сигналу.

В течение третьего временного отрезка выходной сигнал с максимальной энергией с блока обнаружения максимальной энергии обрабатывается блоком обнаружения синхронизации, а индекс, соответствующий максимальной энергии, используется блоком временного слежения. Блок обнаружения синхронизации накапливает и фильтрует выходной сигнал с максимальной энергией. Блок временного слежения обнаруживает более ранний и более поздний символ Уолша с соответствующего блока внешнего интерфейса элемента демодуляции, используя индекс, соответствующий максимальной энергии, и сравнивает более ранний результат с более поздним результатом. В ходе квантованной во времени работы в течение третьего временного отрезка процессор преобразования доступен для обработки любого другого доступного полного символа Уолша, а блок обнаружения максимума и объединитель доступны для обработки любого доступного выходного сигнала процессора преобразования.

В течение четвертого временного отрезка блок временного слежения выполняет вторую операцию временного слежения по фильтрации и накоплению выходного сигнала сравнения. В течение четвертого временного отрезка предыдущие блоки остаются доступными для обработки следующих друг за другом выходных сигналов блоков внешнего интерфейса элемента демодуляции в конвейерном режиме.

В течение серии следующих друг за другом временных отрезков каждый блок внешнего интерфейса элемента демодуляции, присвоенный в текущий момент истинному многолучевому сигналу, выдает выходной сигнал, который последовательно проходит конвейерную обработку. Когда каждый выходной сигнал блока внешнего интерфейса элемента демодуляции, соответствующий единственному переданному символу Уолша, обрабатывается в преобразователе, просуммированный выходной сигнал представляет собой сигнал первого прохода, обработанный блоком метрики двойных максимумов. В течение следующего временного отрезка выходной сигнал первого прохода с блока метрики двойных максимумов проходит в блок решения об управлении мощностью, и блок метрики двойных максимумов осуществляет второй проход для получения данных мягкого решения.

Фиг. 1 представляет пример режима сигнала с интенсивным многолучевым распространением.

Фиг. 2 представляет собой блок-схему системы демодуляции для сети связи прототипа.

Фиг. 3 представляет собой блок-схему элемента демодуляции в системе демодуляции для сети связи прототипа.

Фиг. 4 представляет примерную систему электросвязи МДКР, построенную согласно настоящему изобретению.

Фиг. 5 является блок-схемой модема канального элемента, построенного согласно настоящему изобретению.

Фиг. 6 является общей схемой демодулирующего разнесенного приемника, построенного согласно настоящему изобретению, включая блок-схемы внешнего интерфейса демодуляции и конвейерный процессор демодуляции.

Фиг. 7 представляет собой временную диаграмму, показывающую обычное размещение конвейерного процессора демодуляции в последовательности временных отрезков.

Фиг. 8 является блок-схемой внешнего интерфейса элемента демодуляции.

Фиг. 9 является блок-схемой блока арбитра очередности элемента демодуляции.

Фиг. 10 является блок-схемой временного слежения.

Фиг. 11 является блок-схемой блока обнаружения синхронизации.

Фиг. 12 является блок-схемой блока метрики двойных максимумов.

Фиг. 13 является блок-схемой блока решения об управлении мощностью.

Описание предпочтительного выполнения

Настоящее изобретение может быть воплощено в широком спектре устройств передачи данных, и в предпочтительном варианте выполнения, проиллюстрированном на фиг. 4, воплощено в системе 100 для передачи речи и данных, в которой системный контроллер и коммутатор, называемый коммутационной станцией подвижных телефонов (КСПТ) (MTSO) 102, выполняет интерфейсные и управляющие функции для обеспечения связей вызова с подвижными блоками 104 через базовые станции 106. КСПТ 102 управляет маршрутизацией вызовов между телефонной сетью общего пользования (ТСОП) (PSTN) 108 и базовыми станциями 106 для передачи к подвижным блоком 104 и от них.

Фиг. 5 иллюстрирует модемы 110A-110H канальных элементов и другие элементы инфраструктуры базовой станции в соответствии со способом МДКР и форматами данных, описанными в вышеуказанных патентах. Множество антенн 112 выдает принимаемый сигнал 114 обратной линии связи на аналоговый приемопередатчик 116. Приемопередатчик 116 преобразует сигнал с понижением частоты в диапазон частот модуляции и дискретизирует колебание с частотой, в восемь раз превышающей скорость передачи элементарных ПШ посылок принятого сигнала МДКР, как описано выше. Приемопередатчик 116 выдает цифровые антенные отсчеты в модемы 110A-110N через объединяющий сигнал 118 базовой станции RX. Каждый из модемов 110A-110H канальных элементов присваивается одному из подвижных блоков 104 фиг. 4, когда базовой станцией устанавливается наличие активной связи. Все модемы 110A-110N канальных элементов почти одинаковы по конструкции.

Когда модем 110A канального элемента присвоен активному вызову, интерфейс 122 демодулятора и интегральный поисковый процессор 128 выделяют сигнал от конкретного вызова из множества сигналов вызова, содержащихся в сигнале 114 обратной линии, путем использования ПШ последовательностей, как описано в вышеуказанных патентах и патентных заявках. Модем 110A канального элемента

RU 2154913 C2

RU 2154913 C2

включает в себя единственный интегральный поисковый процессор 128 для идентификации сигналов с многолучевым распространением, которые могут использоваться внешним интерфейсом 122 демодулятора. В предпочтительном варианте выполнения процессор 120 БПА с квантованием во времени обслуживает и интегральный поисковый процессор 128, и внешний интерфейс 122 демодулятора. В отличие от коллективного процессора 120 БПА и связанного с ним блока 160 обнаружения максимума, интегральный поисковый процессор 128 является автономным, т.е. самоуправляемым и независимым. Процесс поиска детализирован в совместно поданной патентной заявке США N 08/316177, озаглавленной "Многолучевой поисковый процессор для системы связи многостанционного доступа с расширенным спектром", поданной 30 сентября 1994 г., права на которую принадлежат обладателю прав по данной заявке.

Процессор 120 БПА является ядром процесса демодуляции. В предпочтительном варианте выполнения процессор 120 БПА выполняет корреляцию принятых последовательностей из 64 значений элементарных посылок Уолша с каждым из возможных символов Уолша, которые могут передаваться подвижным блоком. Процессор 120 БПА выдает на выходе энергию корреляции, соответствующую каждому из возможных индексов Уолша, причем более высокий уровень энергии корреляции соответствует более высокой вероятности того, что символ, соответствующий этому указателю, передавался подвижным блоком. Блок 160 обнаружения максимума определяет затем наибольший из 64 выходных сигналов энергии преобразования БПА. Максимальная энергия корреляции и соответствующий индекс Уолша из блока 160 обнаружения максимума, а также каждая из 64 энергий корреляции, являющаяся выходным сигналом из процессора 120 БПА, проходят в конвейерный процессор 126 демодулятора для дальнейшей обработки сигнала, как подробно представлено ниже.

Поток символов мягкого решения из конвейерного процессора 126 демодулятора является выходным сигналом на обращенный перемежитель-декодер с прямым исправлением ошибок 130, где он подлежит обращенному перемежению и декодированию. Микропроцессор 136 канального элемента руководит всей процедурой демодуляции и получает восстановленные данные от обращенного перемежителя-декодера с прямым исправлением ошибок 130 через микропроцессорный шинный интерфейс 134. Данные затем маршрутизируются по цифровой линии 121 обратного транзита на КСПТ 102, которая подключает вызов через ТСОП 108.

Тракт данных прямой линии связи выполняет для обратной линии связи функции, обратные только что представленным. Сигнал подается из ТСОП 108 через КСПТ 102 на цифровую линию 121 обратного транзита. Цифровая линия 121 обратного транзита выдает входной сигнал на кодер-перемежитель 138 через микропроцессор 136 канального элемента. После кодирования и перемежения данных кодер-перемежитель 138 пропускает данные на модулятор 140, где они модулируются, как рассмотрено в вышеуказанных патентах. Выходной сигнал модулятора 140 проходит на сумматор 142 передачи, где он добавляется к выходным сигналам других модемов канального элемента до того, как быть преобразованным с повышением частоты из диапазона модулирующих частот и усиленным в аналоговом приемопередатчике 116. Способ суммирования рассматривается в совместно поданной патентной заявке США N 08/316156, озаглавленной "Последовательное соединение для суммирования множества цифровых колебаний", поданной 30 сентября 1994 г., права на которую принадлежат обладателю прав по данной заявке. Как представлено в вышеуказанной патентной заявке, сумматор передачи, соответствующий каждому из моденов

110A - 110N канального элемента, может быть соединен последовательно в виде гирлянды, что дает в итоге конечную сумму, которая подается на приемопередатчик 116 для широковещания.

Как показано на фиг. 5, строение демодулятора модема 110 канального элемента состоит из двух главных сегментов - внешнего интерфейса 122 демодулятора и конвейерного процессора 126 демодулятора, связанных через процессор 120 БПА и блок 160 обнаружения максимума. Фиг. 6 показывает схему строения демодулятора более подробно. Разделение функций между двумя сегментами определяется частотой, на которой происходят конкретные операции. Функции, которые осуществляются однократно за элементарную ПШ посылку, такие как сжатие и накопление элементарных посылок Уолша, помещены во внешние интерфейсы 400A - 400D элемента демодуляции. (Предпочтительное выполнение иллюстрируется с использованием четырех внешних интерфейсов элемента демодуляции, хотя в общем случае может использоваться любое их число.) Операции, выполняемые один раз за символ Уолша, такие как обнаружение синхронизации, временное слежение, объединение и декодирование, выполняются в конвейерном процессоре 126 демодулятора.

Процессор 120 БПА, детектор 160 максимума и каждый блок в конвейерном процессоре 126 демодулятора делит операции обработки на дискретные "временные кванты". В предпочтительном варианте выполнения временной квант имеет длину в 64 тактовых периода, которая составляет число периодов, требуемых процессору 120 БПА, чтобы выполнить преобразование над 64 входными значениями элементарных посылок Уолша При использовании системной тактовой частоты, которая в восемь раз выше скорости элементарной ПШ посылки, 64 такта равны двум элементарным посылкам Уолша или 1/32 символа Уолша. Поэтому за время, в течение которого принимается значение одного символа Уолша данных, может быть выполнено 32 преобразования. Вследствие высокой скорости операций процессор 120 БПА может быть разделен на базе временных отрезков между процессорами демодуляции и

RU 2154913 C2

RU 2154913 C2

поиска, и заменяет все процессоры 52 БПА прототипа на фиг. 2 и 3. Номинально внешний интерфейс 122 демодулятора выдает запомненный символ Уолша на процессор 120 БПА в одном временном отрезке (кванте) за символ Уолша для каждого внешнего интерфейса 400 элемента демодуляции, который демодулирует достоверный сигнал. Остальные временные отрезки могут использоваться интегральным поисковым процессором 128, позволяющим обрабатывать результаты поиска в три раза быстрее, чем группа из восьми искателей 26 прототипа на фиг. 2 и 3. В альтернативных выполнениях остальные временные отрезки могут использоваться для увеличения числа внешних интерфейсов элемента демодуляции. Дальнейшие улучшения характеристик получаются путем повышения тактовой скорости процессора 120 БПА.

В одном из примеров выполнения внешний интерфейс 122 демодулятора включает в себя четыре одинаковых внешних интерфейса 400A-400D элемента демодуляции. Внешний интерфейс 400A-400D элемента демодуляции работает в "реальном масштабе времени", как и элементы прототипа на фиг. 2, в том смысле, что каждый антенный отсчет обрабатывается немедленно при поступлении. Все операции обработки сигналов, показанные на фиг. 3, которые не обеспечивают работу в реальном масштабе времени, выделены в конвейерный процессор 126 демодулятора, процессор 120 БПА и блок 160 обнаружения максимума. Каждый внешний интерфейс 400 элемента демодуляции выполняет остальные функции, а именно, прореживание, сжатие и накопление элементарных посылок Уолша. Для воплощения этих функций необходимо множество небольших сумматоров и мультиплексоров.

Конвейерный процессор 126 демодулятора развязан от реального времени буфером 406 современной элементарной посылки Уолша и буфером 404 более ранней/более поздней элементарной посылки Уолша. После того как один из внешних интерфейсов 400A-400D элемента демодуляции выдаст полное значение символа Уолша данных в буфер 406 своевременной элементарной посылки Уолша и в буфер 404 более ранней/более поздней элементарной посылки Уолша, символ Уолша выводится на процессор 120 БПА в следующем доступном временном отрезке. Если возникает конфликт между двумя или более запомненными символами Уолша, желающими использовать процессор 120 БПА в одно и то же время, в предпочтительном варианте выполнения арбитр 402 очередности элемента демодуляции выстраивает их последовательно по принципу "первым пришел - первым обслужен" в следующих друг за другом временных квантах.

Когда полный символ Уолша выдан на процессор 120 БПА, в следующих друг за другом временных отрезках в жесткой последовательности происходят серии операций обработки сигналов. Каждый блок в конвейерном процессоре 126 демодулятора выполняет один и тот же вид операции безотносительно того, с какого внешнего интерфейса 400 элемента демодуляции поступил символ Уолша. Эти серии операций обработки сигналов называются "конвейерным событием демодуляции". Фиг. 7 показывает распределения ресурсов в каждом временном отрезке для различных блоков обработки, содержащих конвейерный процессор 126 демодулятора, для обычной среды с многолучевым распространением, в которой каждый из внешних интерфейсов 400A - 400D элемента демодуляции присвоен отличающимся многолучевым сигналам. Надписи "Событие 0 - 3" на временных линиях фиг. 7 относятся к конвейерным событиям для первого передаваемого символа "Уолш 0". Первый символ Уолша, выдаваемый с буфера 406 своевременной элеменарной посылки Уолша, соответствующий символу "Уолш 0", называется "Событие 0" и соответствует данным от любого из внешних интерфейсов 400A - 400D элемента демодуляции, который принимает приходящий раньше всех многолучевой сигнал. События 1, 2 и 3 соответствуют данным от трех остальных внешних интерфейсов 400 элемента демодуляции, где "Событие 3" представляет самый последний доступный символ, соответствующий символу "Уолш 0".

Свободное пространство в ячейках распространения использования на фиг. 7 означает, что соответствующий ресурс не используется в течение соответствующего временного отрезка. Разделение процессора 120 БПА между конвейерными событиями демодуляции и процессом поиска можно увидеть в распределении ресурсов процессора 120 БПА и блока 160 обнаружения максимума. Процесс поиска "заполняет" промежутки в структуре использования между конвейерными событиями демодуляции. Для примерной структуры использования на фиг. 7 первое конвейерное событие - "Событие 0" - отслеживает многолучевое распространение, приносящее по меньшей мере две элементарных посылки Уолша от трех других элементов, что приводит к промежутку в структуре использования между "Событием 0" и "Событием 1", так что процессор 120 БПА может использоваться в процессе поиска в течение временного отрезка, как отмечено надписью "Поиск" в распределении использования по фиг. 7.

Числа в кружочках в правой стороне фиг. 7 указывают относительное использование с временным квантованием блоков обработки по отношению к временному отрезку, который выдает значение символа Уолша на процессор 120 БПА. К примеру, в предпочтительном варианте выполнения в течение первого временного отрезка используется лишь процессор 120 БПА. В течение следующего временного отрезка используются блок 160 обнаружения максимума, объединитель 419 и после обработки последнего события, соответствующего текущему символу, блок 414 метрики двойных максимумов. В течение третьего временного отрезка используются обнаружитель 410 синхронизма, блок 412 временного слежения и после обработки последнего события, соответствующего текущему символу, блок 414 метрики двойных максимумов и блок 416 решения по управлению мощностью. В течение

RU 2154913 C2

RU 2154913 C2

четвертого временного отрезка вновь используется блок 412 временного слежения.

Структура использования временных отрезков зависит от расстояния между многолучевыми сдвигами сигнала, обрабатываемого внешними интерфейсами 400A-400D элемента демодуляции, и результирующего временного отношения границ символа Уолша, связанных с присвоенными сдвигами, к интервалам обработки с временными отрезками. Многие различные среды с многолучевым распространением могут создавать такие же примерные структуры использования по фиг. 7. Например, если три самых последних конвейерных события демодуляции соответствуют почти одинаковым сдвигам, арбитр 402 очередности элемента демодуляции установит их последовательно по одному событию на временной отрезок, что приводит к той же самой структуре использования по фиг. 7. Такая же регистрирующая структура использования будет иметь место, если соответствующие сдвиги трех последних событий разнесены на две элементарных посылки Уолша (на один временной квант).

В течение временного кванта 0 символ, соответствующий "Событию 0" для символа "Уолш 0", вводится в процессор 120 БПА. В предпочтительном варианте выполнения в течение временного отрезка 0 из буфера 406 своевременной элементарной посылки Уолша считываются 64 элементарных посылки Уолша и вводятся в процессор 120 БПА. В течение временного отрезка 1 процессор 120 БПА последовательно выдает каждую из 64 энергий корреляции на блок 160 обнаружения максимума и на объединитель 419. В течение временного отрезка 2 блок 412 временного слежения обнаруживает (например, сжимает) и накапливает более раннюю и более позднюю элементарные посылки Уолша из буфера 404 более ранней/более поздней элементарных посылок Уолша, используя индекс максимальной энергии корреляции, найденной блоком 160 обнаружения максимума. Кроме того, в течение временного отрезка 2 обнаружитель 410 синхронизма фильтрует максимальную энергию корреляции и использует полученный результат для определения состояния синхронизма, в котором каждый из внешних интерфейсов 400A-400C элемента демодуляции соответствует конвейерному событию демодуляции 0. В течение временного отрезка 3 блок 412 временного слежения аппроксимирует разность в силе сигналов в более ранней и в более поздней точках отсчета, вырабатывая метрику ошибки временного слежения, которая затем фильтруется и используется для встраивания многолучевого пика сигнала в процесс демодуляции, в котором каждый из внешних интерфейсов 400A-400D соответствует конвейерному событию демодуляции 0.

Те же самые операции повторяются для конвейерных событий демодуляции 1, 2 и 3, когда принимаются соответствующие символы Уолша. Последнее конвейерное событие демодуляции - "Событие 3" - для текущего символа Уолша обрабатывается процессором 120 БПА в течение временного отрезка 4. В течение временного отрезка 5 сумматор 418 объединителя 419 добавляет выходной сигнал процессора 120 БПА для "События 3" к частной сумме, полученной из обработанных перед тем конвейерных событий демодуляции, которая запомнена в ОЗУ 408 объединителя. Также в течение временного отрезка 5 блок 414 метрики двойных максимумов находит наибольшую из объединенных энергий по мере того, как они выдаются с сумматора 418 в объединителе 419 для символа Уолша, обрабатываемого в данный момент, т.е. "Уолш 0". В течение временного отрезка 6 те же самые объединенные значения энергии проходят второй раз от сумматора 418 в объединителе 419 на блок 414 метрики двойных максимумов, чтобы дать возможность блоку 414 метрики двойных максимумов выработать мягкое решение, взвешенное так, как подробно описано ниже. Также в течение временного отрезка блок 416 решения об управлении мощностью сравнивает с порогом максимальную объединенную энергию, вычисленную блоком 414 метрики двойных максимумов в течение временного отрезка 5. Блок 416 решения об управлении мощностью генерирует команду регулировки мощности для подвижного блока, находящегося на сравнении. Команда регулировки мощности подается на подканал управления мощностью прямой линии связи, как это пояснено в вышеуказанном патенте США N 5056109.

На фиг. 8 каждый внешний интерфейс 400 элемента демодуляции включает в себя синфазный (I) ПШ генератор 480, пользовательский ПШ генератор 482 и квадратурный (Q) ПШ генератор 484. Пользовательская ПШ последовательность модулирует I и Q ПШ последовательности через элементы 486 и 488 ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ. Выходные сигналы элементов 486 и 488 ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ используются сжимателем 448 КФМн для сжатия принимаемых антенных отсчетов. I ПШ генератор 480, пользовательский ПШ генератор 482 и Q ПШ генератор 484 работают в пошаговом режиме под воздействием разрешающего строба элементарных ПШ посылок от синхронизирующего генераторного блока 458. В предпочтительном варианте выполнения синхронизирующий генераторный блок 458 номинально выдает один разрешающий строб элементарной ПШ посылки каждые 8 системных тактов. Поскольку в предпочтительном варианте выполнения системная тактовая частота в восемь раз выше скорости передачи элементарных ПШ посылок, синхронизирующий генераторный блок 458 выдает разрешение элементарных ПШ посылок с той же скоростью, с которой принимаются элементарные ПШ посылки. Однако, когда от блока 412 временного слежения принимается команда временной подстройки на опережение или отставание, этот интервал сжимается до 7 системных тактов или растягивается до 9 системных тактов на один период, а затем возобновляется номинальное разделение в 8 системных тактов. Воздействие сжатого или растянутого интервала состоит соответственно в ускорении или задержке сдвига, обрабатываемого внешним интерфейсом 400 элемента демодуляции, путем регулировки выравнивания сжатой ПШ последовательности.

RU 2154913 C2

RU 2154913 C2

Регистр 456 временного сдвига отслеживает абсолютный временной сдвиг демодулируемого многолучевого пика. При каждом опережении или отставании, выполняемом временным генераторным блоком 458, значение в регистре 456 временного сдвига соответственно либо уменьшается, либо увеличивается. Регистр 456 временного сдвига может считываться микропроцессором 136 канального элемента через регистр 450 разрядного состояния. Микропроцессор 136 канального элемента может также присваивать внешний интерфейс 400 элемента демодуляции новому сдвигу путем записи в регистр 452 присвоения сдвига. Когда микропроцессор 136 канального элемента выдает команду на переприсвоение, синхронизирующий генераторный блок 458 обеспечивает соответственно опережение или отставание в ответ на сигнал блока 454 сравнения разрядов, повторяющего регулировку до тех пор, пока значение в регистре 456 временного сдвига не сравняется со значением в регистре 452 присвоения сдвига.

Через регистр 446 выбора антенны и мультиплексор 440 микропроцессор 136 канального элемента выбирает один из множества потоков принимаемых антенных отсчетов для демодуляции. Потоки антенных отсчетов состоят из восьми отсчетов на элементарную ПШ посылку. Используя процесс, называемый прореживанием, подгруппа антенных отсчетов выбирается фиксатором 442 прореживания согласно текущему сдвигу и разрешающему сигналу элементарной ПШ посылки, чтобы получить поток данных с двумя отсчетами на элементарную ПШ посылку, что необходимо для демодуляции. Синхронизирующий генераторный блок 458 выдает разрешение на фиксатор 442 прореживания таким образом, что результирующие отсчеты сосредотачиваются на демодулируемом многолучевом сигнале. Фиксатор 444 задержки задерживает значение предыдущего выходного сигнала, что необходимо для свертки квадратурной фазовой манипуляции (КФМн) (OQPSK) блоком 448 свертки КФМн. В предпочтительном варианте выполнения четыре свернутых отсчета суммируются накопителем 460 I и Q элементарных посылок Уолша для образования значения элементарной посылки Уолша.

Как было рассмотрено ранее, блок 412 временного слежения обеспечивает группировку демодулируемых внешним интерфейсом 400 элемента демодуляции отсчетов на выбранном многолучевом сигнале. Как более подробно будет рассмотрено ниже, для реализации функции временного слежения синхронизирующий генераторный блок 412 измеряет разность между энергией сигнала в половине более ранней элементарной ПШ посылки и в половине более поздней элементарной ПШ посылки, нежели выбранный демодулируемый своевременный сигнал. Для вычисления энергии сигнала в более ранней и более поздней элементарных ПШ посылках процесс демодуляции должен выполняться для более раннего и более позднего отсчетов точно так же, как и для своевременного тракта. На фиг. 8 блок 448 свертки и накопители 460A и 460B элементарных посылок Уолша разделены во времени на своевременную, более раннюю и более позднюю обработку. Сжатие КФМн своевременного, более раннего и более позднего трактов разнится лишь выравниванием прореженных антенных отсчетов от фиксатора 442 прореживания и фиксатора 444 задержки к свернутой ПШ последовательности от элементов 486 и 488 ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ. К примеру, демодуляция более ранних, более поздних или своевременных отсчетов зависит от того, начинается ли демодуляция элементарной посылки Уолша на первой или на второй половине элементарной ПШ посылки и коррелированы ли затем отсчеты со свернутой ПШ последовательностью своевременных или предыдущих элементарных посылок.

Накопители 460A и 460B I и Q элементарных посылок Уолша имеют трехразрядный регистр, состоящий из фиксаторов 464, 466 и 468 (показанных только в накопителе 460A I элементарной посылки Уолша для ясности чертежа). Фиксаторы 464, 466 и 468 запоминают частные суммы для накопления своевременных, более ранних и более поздних элементарных посылок Уолша. Частные суммы выравниваются с соответствующим выходным сигналом от блока 448 свертки и циркулируют до тех пор, пока сумматором 462 не будут просуммированы четыре элементарных ПШ посылки для образования значения полной элементарной посылки Уолша. После суммирования полной элементарной посылки Уолша просуммированные значения из накапливающих фиксаторов 464, 466 и 468 заносятся в выходной фиксатор 470. Синхронизирующий генераторный блок 458 выдает строб элементарной посылки Уолша для арбитра 402 очередности элемента демодуляции. В ответ на это арбитр 402 очередности элемента демодуляции выдает сигнал разрешения записи в буфер на формирователи 472, 474 и 476 с тремя состояниями, которые нагружены на шину, коллективно используемую всеми внешними интерфейсами 460A-460B элемента демодуляции. Значения элементарных посылок Уолша из формирователей 472, 474 и 476 с тремя состояниями записываются в буфер 406 своевременной элементарной посылки Уолша и в буфер 404 более ранней/более поздней элементарной посылки Уолша перед тем, как следующая элементарная посылка Уолша перепишет значение, запомненное в фиксаторе 470.

Показанный на фиг. 9 арбитр 402 очередности элемента демодуляции координирует поток данных между внешними интерфейсами 400A-400D элемента демодуляции и процессором 120 БПА. Наибольшей единицей времени, которую отслеживают внешние интерфейсы 400A - 400D элемента демодуляции, является элементарная посылка Уолша, в которой внешние интерфейсы 400A-400D элемента демодуляции сжинают и накапливают данные элементарных посылок Уолша безотносительно того, какому символу Уолша эти элементарные посылки могут соответствовать. Большие временные

RU 2154913 C2

RU 2154913 C2

масштабы поддерживаются арбитром 402 очередности элемента демодуляции в фиксаторах 500A-500D состояний элементов, которые отслеживают число элементарных посылок Уолша в символе Уолша, число символов Уолша в группе управления м 09 и остью и адрес в буфере 406 своевременной элементарной посылки Уолша и в буфере 404 более ранней/более поздней элементарной посылки Уолша. Кроме того, как будет показано ниже, выходной сигнал фиксаторов 500A-500D состояний элементов используется для определения момента, когда один из внешних интерфейсов 400A -400B элемента демодуляции занес полный символ Уолша в буфер 406 своевременной элементарной посылки Уолша, который готов к выводу на процессор 120 БПА в следующем доступном временном отрезке.

Блок 516 управления подтверждением связи элемента демодуляции постоянно следит за выставлением стробов элементарных посылок Уолша от внешних интерфейсов 400A-400D. Когда блок 516 управления подтверждением связи элемента демодуляции принимает строб элементарной посылки Уолша, он возвращает сигнал разрешения записи в буфер на соответствующий внешний интерфейс 400 элемента демодуляции, разрешая соответствующему внешнему интерфейсу 400 элемента демодуляции выдавать его значение элементарной посылки Уолша на общую шину с тремя состояниями на буфер 404 более ранней/более поздней элементарной посылки Уолша и буфер 406 своевременной элементарной посылки Уолша. Если два или более внешних интерфейсов элементов демодуляции выставляют строб элементарной посылки Уолша, приоритетный кодер в блоке 516 управления подтверждением связи элемента демодуляции определяет порядок для их обслуживания. Пока обслуживается один из внешних интерфейсов 400A-400D элемента демодуляции, генератор 512 следующего состояния увеличивает состояние счета элементарной посылки Уолша и - на границах надлежащего символа Уолша - увеличивает значение группы управления мощностью в соответствующем из фиксаторов 500A-500D состояний элементов. Генератор 512 следующего состояния увеличивает также адрес считывания, запомненный в адресном счетчике 504 своевременного считывания и в адресном счетчике 508 более раннего/более позднего считывания. Когда состояние, запомненное в одном из фиксаторов 500A-500D состояний элементов, указывает, что достигнута граница символа Уолша, буфер 404 более ранней/более поздней элементарной посылки Уолша и буфер 406 своевременной элементарной посылки Уолша содержат каждый значение полного символа Уолша данных. Когда достигается граница символа Уолша, то идентичность соответствующего внешнего интерфейса 400 элемента демодуляции, счет символов в соответствующей группе управления мощностью и "последний" бит, указывающий, является или нет связанное конвейерное событие демодуляции последним в очередности для текущего символа Уолша, передаются через мультиплексор 502 и генератор 512 следующего состояния на генератор 514 управляющего слова. Указатель "последнего" отслеживается генератором 514 управляющего слова конечного автомата. Генератор 514 управляющего слова записывает управляющее слово в буфер 518 FIFO (первым вошел - первым вывел) очередности управляющих слов. Буфер 518 FIFO очередности управляющих слов считывается конвейерным процессором 126 демодулятора на каждом временном отрезке, так что, даже если все четыре внешних интерфейса 400A - 400D элемента демодуляции достигают границ символа Уолша почти одновременно, соответствующие управляющие слова выдаются в конвейерный процессор 126 демодулятора по одному в следующие друг за другом временные отрезки в том порядке, в котором обслуживаются соответствующие символы Уолша.

Выходной сигнал буфера 518 FIFO очередности управляющих слов непосредственно управляет считыванием из буфера 406 своевременной элементарной посылки Уолша на процессор 126 БПА. Адресный счетчик 504 своевременного считывания выдает нужный адрес для буфера 406 своевременной элементарной посылки Уолша через мультиплексор 506, как выбрано генератором 512 следующего состояния. Выходной сигнал буфера 518 FIFO очередности управляющих слов управляет также работой процессора 120 БПА в течение первого временного кванта. В течение последующих временных отрезков задержанные конвейером варианты управляющих слов подгоняют конвейерную работу конвейерного процессора 126 демодулятора так, чтобы управляющее слово всегда было выровнено с данными, которым оно соответствует. (Подробней о конвейерном процессе см. вновь фиг. 7) Первый фиксатор 520 конвейерно задерживает управляющее слово для выходного сигнала на блок 160 обнаружения максимума и объединитель 419, а когда выставлен выходной сигнал бита "последнего", то и управляет блоком 414 метрики двойных максимумов. Если управляющее слово указывает, что для блока 160 обнаружения максимума недоступны никакие конвейерные события демодуляции, блок 160 обнаружения максимума может тогда использоваться интегральным поисковым процессором 128. Выходной сигнал второго конвейерного фиксатора 524 управляет считыванием элементарных посылок Уолша из буфера 404 более ранней/более поздней элементарной посылки Уолша в блок 142 временного слежения. Адресный счетчик 508 более раннего/более позднего считывания выдает надлежащий адрес для буфера 404 более ранней/более поздней элементарной посылки Уолша через мультиплексор 510, как выбрано генератором 512 следующего состояния. Выходной сигнал второго конвейерного фиксатора 524 управляет также работой обнаружителя 410 синхронизма. Когда выставляется выходной сигнал бита "последнего", фиксатор 524 управляет также работой объединителя 419, блока 414 метрики двойных максимумов и блока 416 решения об управлении мощностью (не показан на фиг. 9), как подробно представлено ниже Выходной сигнал третьего конвейерного фиксатора 526

RU 2154913 C2

RU 2154913 C2

управляет работой блока 412 временного слежения. Генератор 522 стробов временных отрезков выдает строб границы временных отрезков, который продвигает управляющее слово через фиксаторы 520, 524 и 526.

В течение каждого временного отрезка две элементарные посылки Уолша должны считываться в буфер 406 своевременной элементарной посылки Уолша из каждого внешнего интерфейса 400A-400D элемента демодуляции, и, если символ Уолша данных доступен для демодуляции в течение этого временного отрезка, из буфера 406 своевременной элементарной посылки Уолша должен считываться полный символ Уолша, содержащий 64 элементарных посылки Уолша. Для поддержки переноса данных в буфер 406 своевременной элементарной посылки Уолша и из него буфер 406 своевременной элементарной посылки Уолша поделен на независимо считываемые и записываемые нечетную и четную половины элементарной посылки Уолша. Во время считывания процессором 120 БПА операции записи от внешних интерфейсов 400A-400D элемента демодуляции в буфер 406 своевременной элементарной посылки Уолша мультиплексируются между операциями считывания. Операции считывания и записи перебрасываются между нечетной и четной половинами буфера в следующие друг за другом такты. Элементарная посылка Уолша записывается в нечетную половину буфера, когда элементарная посылка Уолша считывается из четной половины буфера, и наоборот. В противоположность этому может использоваться двухпортовое ОЗУ.

В предпочтительном выполнении каждый внешний интерфейс 400A-400D элемента демодуляции может разделяться между теми же нечетной и четной половинами буфера, т. к. в течение любого временного отрезка в буфер 406 своевременной элементарной посылки Уолша может записываться только один из внешних интерфейсов 400A-400D элемента демодуляции. Буфер 404 более ранней/более поздней элементарной посылки Уолша и буфер 406 своевременной элементарной посылки Уолша записываются совместно и тем самым используют один и тот же адресный генератор, выделенный из фиксатора 500 состояния элемента. Как показано на фиг. 9, для буфера 404 более ранней/более поздней элементарной посылки Уолша и буфера 406 своевременной элементарной посылки Уолша требуются независимые счетчики адреса считывания, потому что считывание буфера более ранней/более поздней посылки конвейерно задержано на два временных отрезка от считывания буфера своевременной посылки.

Для того, чтобы управлять задержкой между временем, когда символ Уолша данных становится доступен, и временем, когда символ Уолша выводится на процессор 120 БПА, буфер 406 своевременной элементарной посылки Уолша и буфер 404 более ранней/ более поздней элементарной посылки Уолша запоминают один с четвертью символ Уолша данных (т.е. 5/4 символа Уолша. Наихудшая задержка в общем случае имеет место, когда каждый из внешних интерфейсов 400 элемента демодуляции присвоен многолучевым пикам, сдвинутым друг от друга во времени лишь на малую величину, так что границы соответствующих символов Уолша быстро следуют друг за другом. При этом ситуация наихудшей задержки происходит сразу же после начала нового временного отрезка, который должен закончиться до того, как первый символ Уолша может быть выдан в процессор 120 БПА. Для вывода другого запомненного символа Уолша используются три дополнительных временных отрезка. Затем должны пройти два дополнительных временных отрезка, прежде чем буфер 404 более ранней/более поздней элементарной посылки Уолша выдаст данные, соответствующие последнему конвейерному событию демодуляции. Таким образом, до того, как содержимое буфера 406 своевременной элементарной посылки Уолша и буфера 404 более ранней/более поздней элементарной посылки Уолша будет полностью считано, может завершиться в целом семь временных отрезков, или четырнадцать элементарных посылок Уолша. В течение этого интервала задержки значения элементарных посылок Уолша, записываемые в буфер, не могут перезаписать каких бы то ни было значений, которые еще не считаны. При помощи кольцевого буфера длиной в 5/4 символа Уолша начало одного символа Уолша всегда отстоит на 1/4 символа Уолша, или на шестнадцать элементарных посылок Уолша, от начала следующего символа Уолша в буфере, гарантируя тем самым, что указатель записи никогда не может перескочить указатель считывания буфера. Счет символов Уолша по модулю 5 поддерживается в фиксаторе 500 состояния элемента и указывает один из пяти возможных адресов, на которых может начинаться текущий символ Уолша. Выбранный адрес используется в качестве базового адреса для считывания 64 элементарных посылок Уолша в процессор 120 БПА.

Как подробно пояснено выше, функция Уолша порядка n может быть рекурсивно определена следующим образом:

$$W(n) = \begin{vmatrix} W(n/2), & W(n/2) \\ W(n/2), & W'(n/2) \end{vmatrix}$$

где W' обозначает логическое дополнение W, а W(1) = 0.

В предпочтительном варианте выполнения генерируется последовательность Уолша, в которой n = 6, поэтому используется 6-ступенчатая решетка в виде крыльев бабочки для корреляции 64 входных значений с каждой из 64 возможных функций Уолша в процессоре 120 БПА. Структура решетки в виде крыльев бабочки и способ работы процессора 120 БПА детализированы в совместно поданной патентной заявке США N 08/173460, озаглавленной "Способ и устройство для выполнения быстрого преобразования Адамара", на имя H.Dehesh, поденной 22 декабря 1993 г. , права на которую принадлежат обладателю прав по данному изобретению и которая включена сюда посредством ссылки. Блок 160 обнаружения максимума определяет наибольший из 64 выходных сигналов энергии корреляции процессора 120 БПА и пропускает значение максимальной энергии на обнаружитель 410 синхронизма, а индекс Уолша,

RU 2154913 C2

RU 2154913 C2

соответствующий максимальной энергии, - на блок 142 временного слежения.

Обработка в блоке 142 временного слежения совершается в течение двух следующих друг за другом временных отрезков. Как показано на фиг. 10, в блоке 142 временного слежения, генераторе 554 Уолша, фиксаторе 540, элементах 542A-542D ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ, вычислителе 546 метрик и сумматоре 548 образуется тракт данных, который разделяется по конвейерным событиям демодуляции на основе временных отрезков. В течение первого временного отрезка процесса временного слежения блок 412 временного слежения генерирует последовательность Уолша, соответствующую индексу Уолша, принятому от блока 160 обнаружения максимума в генераторе 554 Уолша. Блок 142 временного слежения осуществляет корреляцию последовательности Уолша с более ранней и с более поздней элементарными посылками Уолша, которые считываются из буфера 404 более ранней/более поздней элементарной посылки Уолша в фиксатор 540 на третьем временном отрезке после соответствующей демодуляции своевременного отсчета. Более ранняя и более поздняя I и Q элементарные посылки Уолша коррелируются с последовательностью Уолша с помощью элементов 542A-542D ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ. Результаты корреляции суммируются в соответствующие накопители 544A-544D так, что, чем больше корреляция между входными принятыми элементарными посылками Уолша от фиксатора 540 и последовательностью Уолша от генератора 554 Уолша, тем больше значения, запомненные в накопителях 544A-544D.

Отметим, что благодаря подходу, основанному на временных отрезках, блок 142 временного слежения должен ожидать только один временной отрезок для того, чтобы блок 160 обнаружения максимума определил выходной сигнал максимальной энергии корреляции процессора 120 БПА и соответствующий индекс Уолша. В случае же работы в реальном времени прототипа по фиг. 3 процесс демодуляции занимает весь символ Уолша, и необходим лишний символ Уолша на задержку в буфере 40 для запоминания более ранней/более поздней элементарной посылки Уолша до тех пор, пока они не будут использованы. С подходом, основанном на временных отрезках, запоминание более ранней/более поздней элементарных посылок Уолша исключается для сбережения значительной площади и более быстрого циклового ответа.

В течение второго временного отрезка энергия для более раннего и более позднего сдвигов аппроксимируется вычислителем 546 метрик. (Поскольку уровни энергии используются для относительного сравнения, вычислитель 546 метрик для сбережения площади может использовать простое приближение вместо вычислений действительной энергии). Более раннее приближение энергии вычитается из более позднего приближения энергии для получения метрики ошибки временного слежения. Вычисленные метрики ошибки для каждого из внешних интерфейсов 400A-400D элемента демодуляции суммируются в соответствующих фиксаторах 550A-550D фазового накопителя. Сумматор 548 прибавляет текущую метрику ошибки к подходящей ошибке в фиксаторах 550A-550D фазового накопителя, как выбрано мультиплексором 552. Если один из внешних интерфейсов 400A-400D формирует отсчет слишком рано, соответствующая метрика фазовой ошибки положительна. Накопление серии положительных фазовых ошибок может переполнить фиксатор 550. Условие переполнения генерирует сигнал отставания для восстановления выравнивания прореженных отсчетов вокруг пика многолучевого сигнала. Аналогично накопление серии отрицательных фазовых ошибок может вызвать в фиксаторе 550 потерю разрядов. Условие потери разрядов генерирует сигнал ускорения для восстановления центрирования точки прореженных отсчетов вокруг пика многолучевого сигнала. Альтернативное выполнение может запоминать метрики ошибки в сохраняющем фиксаторе вместе с индексами Уолша, используемыми для их фиксации, и разрешать суммировать метрики в фазовых накопителях, только когда используемые индексы Уолша сопрягаются с конечным выбранным объединенным индексом Уолша.

На фиг. 11 обнаружитель 410 синхронизма использует фильтр с импульсной характеристикой с бесконечным откликом (БИХ) (IIR) для вычисления долговременной средней энергии для каждого пика многолучевого сигнала, отслеживаемого внешними интерфейсами 400A-400D элемента демодуляции. Каждый из внешних интерфейсов 400A-400D элемента демодуляции имеет соответствующий фиксатор 582A-582D фильтра энергии и соответствующий фиксатор 570A-570D установки-обнуления бита синхронизации. Блок 160 обнаружения максимума выдает максимальный уровень энергии демодуляции на накопитель 566 групп мощности, который суммирует входные сигналы энергии по шести следующим друг за другом символам Уолша. Когда управляющее слово, выдаваемое арбитром 402 очередности элемента демодуляции, указывает, что символ Уолша является шестым и последним в группе мощности, выходной сигнал накопителя 556 групп мощности суммируется в сумматоре 578 фильтра с 3/4 фильтрового значения, запомненного в соответствующем фиксаторе 582A-582D фильтра энергии, как выбрано мультиплексором 584. Масштабирующий блок 580 выдает 3/4 веса обратной связи, который появляется в фильтре нижних частот БИХ. В случае альтернативного варианта выполнения возможно производить фильтрацию со скоростью символов Уолша, с использованием, например, 15/16 веса обратной связи, и получить сходный отклик фильтра.

Профилированная энергия, выводимая мультиплексором 584, сравнивается со значением, запоминаемым в блоке 560 порога для фиксации, и со значением, запомненным в блоке 564 порога для выхода из фиксации, с помощью компаратора 562 на фиксацию и компаратора 568 на выход из фиксации соответственно. Если энергия выше значения, запомненного в блоке 560 порога для

RU 2154913 C2

RU 2154913 C2

фиксации, соответствующий фиксатор 570A-570D установки-обнуления бита синхронизации устанавливается в состояние фиксации. Если энергия ниже значения, запомненного в блоке 564 порога для выхода из фиксации, соответствующий фиксатор 570A-570D обнуляется в состояние выхода из фиксации. В противном случае состояние фиксации остается неизменным. Это обеспечивает гистерезисный эффект на состояние фиксации, в котором, если механизм фиксации выходит из фиксации, то, чтобы вернуться в положение фиксации, энергия должна подняться выше значения, запомненного в блоке 560 порога для фиксации, а если механизм фиксации зафиксирован, то, чтобы выйти из состояния фиксации, энергия должна упасть ниже уровня, запомненного в блоке 564 порога для выхода из состояния фиксации.

Накопитель 566 групп мощности, сумматор 578 фильтра, масштабирующий блок 580 и компараторы 562 и 568 составляют тракт данных, в котором обрабатывается каждое из конвейерных событий демодуляции. Микропроцессор 136 канального элемента может сравнивать отфильтрованную энергию, запомненную в фиксаторах 582A-582D фильтра энергии, с теми из других потенциальных многолучевых пиков, которые найдены интегральным поисковым процессором 128. Микропроцессор 136 канального элемента может переприсвоить внешние интерфейсы 400A-400D элемента демодуляции новым сдвигам, соответствующим пикам, найденным интегральным поисковым процессором 128, по мере того, как изменяется среда с многолучевым распространением и пики приходят и уходят.

Объединитель 419, показанный на фиг. 6, суммирует энергии корреляции с одинаковыми индексами для каждого из конвейерных событий демодуляции, соответствующих одному внешнему интерфейсу 400 элемента демодуляции, при условии фиксации по мере их обработки с использованием сумматора 418 объединителя. Частные суммы запоминаются в ОЗУ 408 объединителя. Элемент 420 И обнуляет энергии корреляции для конвейерных событий демодуляции, если соответствующий индикатор фиксации, выдаваемый обнаружителем 410 синхронизма, находится в состоянии выхода из фиксации. При обработке первого конвейерного события демодуляции для текущего символа Уолша входной терм из ОЗУ 408 объединителя обнуляется, так что энергии от процессора 120 БПА просто запоминаются в ОЗУ 403 объединителя. Когда обрабатываются следующие друг за другом конвейерные события демодуляции, соответствующие текущему символу Уолша, запомненное значение считывается из ОЗУ 408 объединителя, прибавляется сумматором 418 объединителя ко входной энергии корреляции и записывается в ОЗУ 408 объединителя в качестве новой частной суммы. Когда обработано последнее конвейерное событие демодуляции для текущего символа Уолша, окончательные объединенные энергии корреляции проходят на блок 414 метрики двойных максимумов в качестве значений, также записываемых в ОЗУ 408 объединителя. Объединяя результаты конвейерных событий демодуляции по мере того, как они обрабатываются, ОЗУ 408 объединителя естественным образом действует также для временного выравнивания конвейерных событий демодуляции, тем самым исключая необходимость в буфере 54 выравнивания прототипа, показанном на фиг. 3.

В предпочтительном варианте выполнения максимально допустимая временная разность между двумя пиками многолучевого сигнала, присвоенными одному внешнему интерфейсу 400A-400D элемента демодуляции, составляет символ Уолша. Если имеет место иной случай, ОЗУ 408 объединителя удерживало бы частные суммы на более чем один символ Уолша, а управляющая логика для объединителя 419 и генератор 514 управляющего слова по фиг. 9 были бы более сложными. Альтернативное воплощение может снять ограничение на выравнивание многолучевого распространения в один символ Уолша за счет увеличения сложности управляющей логики конвейерного процессора 126 демодулятора.

Обработка в блоке 414 метрики двойных максимумов совершается в течение двух следующих подряд временных отрезков и подробно описана в совместно поданной патентной заявке США N 08/083110, озаглавленной "Некогерентный приемник, использующий процесс генерирования метрики двойных максимумов", поданной 24 июня 1993 г., права на которую принадлежат обладателю прав по настоящему изобретению. В течение временного отрезка, когда конвейерный процессор 126 демодулятора обслуживает самый последний поступивший выходной сигнал для текущего символа Уолша, а сумматор 418 вырабатывает окончательные объединенные значения энергии, блок 414 метрики двойных максимумов находит максимум значений объединенной энергии. Подробная блок-схема блока 414 метрики двойных максимумов показана на фиг. 12. Первое значение энергии, выводимое из сумматора 418, запоминается в фиксаторе 614 максимальной энергии. Для каждой последующей энергии корреляции, последовательно поступающей в блок 414 метрики двойных максимумов, компаратор 616 определяет превышает ли новое значение энергии запомненное значение в фиксаторе 614 максимальной энергии. Если значение энергии больше, фиксатору 614 максимальной энергии дается разрешение, и новое значение энергии запоминается в фиксаторе 614 максимальной энергии в качестве максимальной энергии. Счетчик 618 Уолша отслеживает индекс символа Уолша, соответствующий каждому принятому значению энергии по мере того, как они поступают в блок 414 метрики двойных максимумов. Когда компаратор 616 показывает, что принято новое максимальное значение, соответствующий индекс Уолша заносится в фиксатор 620 индекса.

В течение следующего временного отрезка значения энергии, выведенные в течение предыдущего временного отрезка, которые теперь запомнены в ОЗУ 408 объединителя, снова выводятся из

RU 2154913 C2

RU 2154913 C2

объединителя в блок 414 метрики двойных максимумов. В течение этого второго временного отрезка каждый из фиксаторов 610A-610D энергии бита и каждая из пар компараторов 612A-612F определяет наибольшее значение энергии в группе символов Уолша с полярностью, противоположной полярности индекса максимальной энергии, зафиксированного в фиксаторе 620 индекса для одной из шести двоичных цифр. К примеру, если индекс Уолша максимального значения объединенной энергии корреляции был 101100, то фиксатор 610A энергии 0-го бита и компаратор 612A нашли бы наибольшие из всех нечетных значений энергий корреляции, т.е. набор значений энергии, младший значащий бит соответствующего индекса Уолша которых был бы равен 1. Фиксатор 610F энергии 5-го бита и компаратор 612F нашли бы наибольшее из первых 32 значений энергии корреляции, т.е. набор энергий, имеющих соответствующий индекс Уолша с наиболее значимым битом, равным 0. Запомненные в компараторах 612A-612F значения энергии выбираются затем по одному через мультиплексор 614 и вычитаются из максимальной объединенной энергии корреляции сумматором 622. Выходной сигнал сумматора 622 представляет собой мягкое решение, взвешенное для потока демодулированных символов, запомненного в фиксаторе 620 индекса. Условный инвертор 628 вырабатывает данные величины мягкого решения, которые инвертируются по условию на основании соответствующего значения бита (1 или 0) для выбранного индекса, запомненного в фиксаторе 620 индекса. В альтернативном варианте, в рамках настоящего изобретения может использоваться воплощение блока 414 метрики двойных максимумов с единственным трактом. Одна такая структура с единственным трактом может использовать двенадцать пар компараторов-фиксаторов вместо шести для определения дополнительных энергий к обеим альтернативам без того требования, чтобы значения энергии вводились дважды.

Мягкое решение, выводимое из условного инвертора 628, проходит на деперемежитель-декодер 130. В противоположность способу объединения по фиг. 2, где лишь небольшая из энергий корреляции от каждого элемента демодуляции вносит вклад в окончательный объединенный символ, каждое из 64 значений энергии корреляции от каждого конвейерного события демодуляции играют роль в определении максимальной объединенной энергии корреляции. Процесс с двойными максимумами осуществим, потому что обработка всех конвейерных событий демодуляции имеет место на единственном кристалле, а процесс объединения и декодирования имеет место с минимальным микропроцессорным управлением. В структуре прототипа по фиг. 2 каждый элемент 22 демодуляции управляется микропроцессором 43 отдельно. Если попытаться применить декодирование с двойными максимумами в структуре прототипа по фиг. 2, то информационная полоса частот, требуемая от микропроцессора 34, повлечет необходимость в более быстродействующем и более дорогом микропроцессоре.

Блок 416 решения об управлении мощностью, показанный на фиг. 13, суммирует максимальную объединенную энергию корреляции, получаемую от блока 414 метрик двойных максимумов, по шести следующим друг за другом символам Уолша из группы управления мощностью в накопителе 602 групп мощности. Выходной сигнал накопителя 602 групп мощности сравнивается с использованием компаратора 606 с порогом управления мощностью, запомненным в блоке 600 порога управления мощностью, определенном микропроцессором 136 канального элемента. Если выходной сигнал накопителя 602 групп мощности превышает порог управления мощностью, запомненный в блоке 600 порога управления мощностью, то на подвижный блок посылается команда снизить мощность по подканалу управления мощностью прямой линии связи. Если выходной сигнал накопителя 602 групп мощности меньше порога управления мощностью, запомненного в блоке 600 порога управления мощностью, то посылается команда увеличить мощность. Альтернативный вариант выполнения позволяет выбирать один из группы порогов на основании числа внешних интерфейсов элемента демодуляции, которые вносят вклад в процесс объединения. Другой альтернативный вариант выполнения может взвешивать максимальную энергию корреляции от каждого элемента демодуляции вместо использования максимальной объединенной энергии корреляции.

Структура настоящего изобретения имеет много преимуществ над известными конфигурациями. К примеру, поскольку блок комплексной обработки распределен по блокам внешних интерфейсов элемента демодуляции, может быть добавлена способность демодулировать дополнительный сигнальный тракт путем простого добавления нового блока внешнего интерфейса элемента демодуляции. Блок внешнего интерфейса элемента демодуляции не требует значительной площади на кристалле, и поэтому цена за расширенную способность демодуляции приемлемо низкая.

Структура настоящего изобретения расширяема также иным образом путем увеличения частоты, на которой тактируется процесс БПА. При удвоении тактовой частоты процессора БПА скорость, с которой обрабатываются символы, также удваивается. Это удвоение тактовой частоты процессора БПА может способствовать введению дополнительных блоков внешнего интерфейса элемента демодуляции или обработке большего числа символов для процесса поиска. Более высокая тактовая частота процессора БПА может также использоваться для адаптации тем же способом к более высоким скоростям передачи по эфирному интерфейсу. К примеру, если скорость, с которой данные принимаются по эфиру, удваивается, то скорость, с которой работает процессор БПА, может быть просто удвоена, и та же самая структура сможет поддерживать пропускание вдвое большего количества данных.

RU 2154913 C2

RU 2154913 C2

Другим важным преимуществом настоящего изобретения является исключение необходимости запоминать большие блоки данных для выполнения функции временного слежения. На фиг. 3 элемент 40 задержки задерживает выходной сигнал накопителя 50 путем запоминания символов Уолша, выдаваемых с накопителя 50 временного слежения до тех пор, пока не станут доступными результаты БПА и селектора 52 основного тракта данных. В прототипе результаты БПА и селектора 52 реализуют преобразование только одного символа Уолша в течение длительности каждого символа Уолша, тем самым обеспечивая задержку одного символа Уолша от входа до выхода. Этот элемент 40 задержки запоминает значение полного символа Уолша данных для выдачи в генератор 38 более ранней и более поздней метрик, продолжая запоминать приходящие данные. При использовании настоящего изобретения результат процесса БПА для каждого принятого символа Уолша доступен для использования в схеме временного слежения в течение нескольких временных отрезков после того, как символ Уолша полностью принят у благодаря чему резко снижается объем данных, которые должны запоминаться. Поэтому размер и стоимость буфера 404 более ранней-более поздней элементарной посылки Уолша много меньше, чем размер и стоимость элемента 40 задержки.

Другим значительным преимуществом настоящего изобретения является минимальный объем микропроцессорного управления, которой необходимо для операции управления. Вновь обращаясь к фиг. 2 и фиг. 3, отметим, что микропроцессор 34 управляет работой по принципу от символа к символу, так как результаты от каждого элемента 22 демодуляции объединяются в объединителе 28 и обрабатываются последующим блоком обработки. Настоящее изобретение исключает необходимость в таком прямом и непрерывном управлении микропроцессором. Таким образом, микропроцессор 136 канального элемента по фиг. 5 может быть гораздо менее производительным, чем микропроцессор 35 по фиг. 2. Альтернативно, может использоваться единственный производительный микропроцессор для управления множеством модемов канального элемента и выполнения других функций базовой станции.

Существует много конфигураций систем многостанционного доступа с расширенным спектром, не приводимых в данном описании, но которые могут быть использованы в настоящем изобретении. К примеру, могут использоваться иные средства кодирования и декодирования вместо кодирования Уолша и декодирования БПА. Имеется также много небольших изменений, которых касается настоящее изобретение, к примеру, каждый внешний интерфейс элемента демодуляции может запоминать свои собственные сжатые элементарные посылки и выдавать значение символа Уолша прямо на процессор БПА, тем самым исключая необходимость в буфере элементарных посылок. Приведенное описание предпочтительных вариантов выполнения представлено, чтобы позволить любому специалисту осуществить или использовать настоящее изобретение. Различные варианты выполнения представляются очевидными специалистам в данной области, а исходные принципы, заложенные в настоящей заявке, могут быть приложены к другим вариантам выполнения без использования изобретательского творчества. Таким образом, настоящее изобретение не ограничивается показанными здесь вариантами выполнения, но должно соотноситься с самым широким объемом, определяемым принципами и новыми признаками, рассмотренными в рамках настоящей заявки.

Формула изобретения:

1. Конвейерный процессор демодуляции, принимающий сигнал с антенны, содержащий группу модулированных расширенным спектром сигналов вызова, делящих общую частотную полосу, и обрабатывающий сигнал активного вызова в группе модулированных расширенным спектром сигналов вызова, причем сигнал активного вызова передается удаленным передающим блоком, содержащий множество внешних интерфейсов элемента демодуляции для приема выборок данных группы модулированных расширенным спектром сигналов вызова, причем каждый из модулированных спектром сигналов вызова содержит серию битов, кодированных в группах фиксированной длины в серию символов, состоящих из серии кодовых элементарных посылок, имеющих скорость передачи, причем выборки данных принимают со скоростью, соответствующей указанной скорости передачи, и для выработки сжатых кодовых элементарных посылок, буфер элементарных посылок для приема сжатых кодовых элементарных посылок от каждого из множества внешних интерфейсов элемента демодуляции и для запоминания ограниченного числа сжатых кодовых элементарных посылок с целью сбора набора сжатых кодовых элементарных посылок, соответствующих первому символу элемента от первого из множества внешних интерфейсов элемента демодуляции и соответствующих первому передаваемому символу, процессор преобразования для приема первого символа элемента из буфера элементарных посылок и декодирования первого символа элемента с целью выработки первой серии оценок, содержащей уровень энергии, соответствующий каждой возможной кодовой последовательности из соответствующей серии битов, причем процессор преобразования декодирует первый символ элемента со скоростью выше, чем упомянутая скорость передачи; объединитель для приема и запоминания первой серии оценок, обнаружитель максимума для приема первой серии оценок и определения максимального уровня энергии и соответствующей кодовой последовательности первой серии оценок, и блок временного слежения для приема указания кодовой последовательности, соответствующего максимальному уровню энергии, и для выработки указания опережения или отставания на первый из внешних интерфейсов элемента демодуляции.

2. Конвейерный процессор демодуляции по п.1, отличающийся тем, что буфер

RU 2154913 C2

RU 2154913 C2

элементарных посылок предназначен дополнительно для запоминания ограниченного числа кодовых элементарных посылок с целью сбора второго набора сжатых кодовых элементарных посылок, соответствующих второму символу элемента от второго из множества внешних интерфейсов элемента демодуляции и соответствующих первому передаваемому символу, при этом процессор преобразования дополнительно служит для приема второго символа элемента от буфера элементарных посылок и декодирования второго символа элемента, с целью выработки второй серии оценок, которая содержит уровень энергии, соответствующий каждой возможной кодовой последовательности соответствующей серии битов, а объединитель предназначен дополнительно для приема второй серии оценок путем прибавления каждого из уровней энергии второй серии оценок к набору уровней энергии запомненной серии оценок согласно соответствующей одинаковой кодовой последовательности и для выработки просуммированной серии оценок, причем конвейерный процессор демодуляции дополнительно содержит блок метрики двойных максимумов для приема просуммированной серии оценок, соответствующей первому передаваемому символу, и для выработки выходного сигнала программируемого решения, соответствующего первому передаваемому символу.

3. Конвейерный процессор демодуляции по п.2, отличающийся тем, что запомненная серия оценок является первой серией оценок.

4. Конвейерный процессор демодуляции по п.2, отличающийся тем, что запомненная серия оценок является суммой первой серии оценок и по меньшей мере одной из других серий оценок.

5. Конвейерный процессор демодуляции по п.2, отличающийся тем, что дополнительно содержит блок решения об управлении мощностью для приема выходного сигнала программируемого решения и выработки указания об управлении мощностью для удаленного передающего блока.

6. Конвейерный процессор демодуляции по п.1, отличающийся тем, что дополнительно содержит обнаружитель синхронизма для приема максимального уровня энергии и выработки указания о том, является ли назначенным первый из внешних интерфейсов элемента демодуляции истинному сигналу вызова.

7. Конвейерный процессор демодуляции по п.1, отличающийся тем, что дополнительно содержит интегральный поисковый процессор для приема выборок данных из группы модулированных расширенным спектром сигналов вызова и для выработки первого символа поиска, при этом процессор преобразования предназначен дополнительно для приема первого символа поиска от интегрального поискового процессора и декодирования первого символа поиска с целью выработки первой поисковой серии оценок.

8. Конвейерный процессор демодуляции по п.1, отличающийся тем, что дополнительно содержит арбитр очередности для управления передачей сжатых кодовых элементарных посылок от каждого из множества внешних интерфейсов элемента демодуляции на буфер элементарных посылок и для передачи первого символа элемента от буфера элементарных посылок на процессор преобразования.

9. Конвейерный процессор демодуляции по п.1, отличающийся тем, что каждый из множества внешних интерфейсов элемента демодуляции предназначен дополнительно для выработки более ранних сжатых кодовых элементарных посылок и более поздних сжатых кодовых элементарных посылок, при этом конвейерный процессор демодуляции дополнительно содержит буфер более ранних и более поздних элементарных посылок для приема более ранних сжатых кодовых элементарных посылок и более поздних сжатых кодовых элементарных посылок от каждого из множества внешних интерфейсов элемента демодуляции и для запоминания ограниченного числа более ранних сжатых кодовых элементарных посылок с целью сбора набора более ранних сжатых кодовых элементарных посылок для образования первого более раннего символа, соответствующего первому символу элемента, и для запоминания ограниченного числа более поздних сжатых кодовых элементарных посылок для сбора набора более поздних сжатых кодовых элементарных посылок для образования первого более позднего символа, соответствующего первому символу элемента.

10. Конвейерный процессор демодуляции по п.9, отличающийся тем, что дополнительно содержит арбитр очередности для управления передачей сжатых кодовых элементарных посылок от каждого из множества внешних интерфейсов элемента демодуляции на буфер элементарных посылок, передачей более ранних сжатых кодовых элементарных посылок от каждого из множества внешних интерфейсов элемента демодуляции на буфер более ранних и более поздних элементарных посылок, передачей более поздних сжатых кодовых элементарных посылок от каждого из множества внешних интерфейсов элемента демодуляции на буфер более ранних и более поздних элементарных посылок и передачей первого символа элемента от буфера элементарных посылок на процессор преобразования.

11. Конвейерный процессор демодуляции по п.9, отличающийся тем, что блок временного слежения предназначен дополнительно для приема первого более раннего символа, осуществления корреляции первого более раннего символа с кодовой последовательностью, соответствующей максимальному уровню энергии для выработки более раннего уровня энергии, для приема первого более позднего символа, осуществления корреляции первого более позднего символа с кодовой последовательностью, соответствующей максимальному уровню энергии, для выработки более позднего уровня энергии и для нахождения разности между более ранним уровнем энергии и более поздним уровнем энергии, и генерирования с использованием упомянутой разности, указания опережения или отставания.

12. Конвейерный процессор демодуляции по п.1, отличающийся тем, что каждый из множества внешних интерфейсов элемента

RU 2154913 C2

RU 2154913 C2

демодуляции содержит генератор псевдошумовой (ПШ) последовательности для выработки последовательности псевдошумовых элементарных посылок данных, которая соответствует последовательности псевдошумовых элементарных посылок данных, используемой для модуляции сигнала активного вызова, при этом каждый из множества внешних интерфейсов элемента демодуляции вырабатывает последовательность псевдошумовых элементарных посылок данных, сдвинутую во времени от каждого другого из множества внешних интерфейсов элемента демодуляции, прореживающий мультиплексор для приема выборок данных из группы модулированных расширенным спектром сигналов вызова и для выбора части выборок данных, блок свертки для осуществления корреляции части выборок данных с последовательностью псевдошумовых элементарных посылок данных и для выработки коррелирования выходных битов, накопитель элементарных посылок для накопления группы коррелированных выходных битов с целью образования одной полной посылки из сжатых кодовых элементарных посылок и синхронизирующий генераторный регистр для управления сдвигом во времени последовательности псевдошумовых элементарных посылок данных и выбором части выборок данных.

13. Способ демодуляции сигнала, принятого в группе сигналов и содержащего серию битов данных, кодированных в группах фиксированной длины в серию символов, передаваемых с символьной скоростью, причем сигнал модулирования расширенным спектром с помощью псевдошумовой последовательности, привязанной к синхронизации передачи, заключающийся в том, что производят свертку первого набора фиксированной длины выборок сигнала с псевдошумовой последовательностью, сдвинутой во времени на первую величину от времени передачи для выработки первой серии символьных оценок с упомянутой символьной скоростью; производят свертку второго набора фиксированной длины выборок сигнала с псевдошумовой последовательностью, сдвинутой от первой величины коэффициентом опережения для выработки первой более ранней серии символьных оценок производят свертку третьего набора фиксированной длины выборок сигнала с псевдошумовой последовательностью, сдвинутой от первой величины коэффициентом отставания для выработки первой более поздней серии символьных оценок, декодируют в течение первого временного отрезка первую символьную оценку первой серии символьных оценок для выработки первого набора индексных оценок, который содержит значение энергии, соответствующее каждому возможному символьному значению, соответствующему первому переданному символу, определяют в течение второго временного отрезка максимальное значение энергии из первого набора индексных оценок, запоминают в течение второго временного отрезка первый набор индексных оценок для выработки запомненного набора индексных оценок, выявляют в течение третьего временного отрезка более ранее значение энергии путем осуществления корреляции первой более ранней серии символьных оценок с символьным значением, соответствующим максимальному значению энергии, выявляют в течение третьего временного отрезка более позднее значение энергии путем осуществления корреляции первой более поздней серии символьных оценок с символьным значением, соответствующим максимальному значению энергии, суммируют в течение четвертого временного отрезка разность между более ранним значением энергии и более поздним значением энергии с запомненным синхронизирующим значением, производят свертку четвертого набора фиксированной длины выборок сигнала с псевдошумовой последовательностью, сдвинутой во времени на вторую величину от синхронизации передачи для выработки второй серии символьных оценок с упомянутой символьной скоростью, производят свертку пятого набора фиксированной длины выборок сигнала с псевдошумовой последовательностью, сдвинутой от второй величины коэффициентом опережения для выработки второй более ранней серии символьных оценок, производят свертку шестого набора фиксированной длины выборок сигнала с псевдошумовой последовательностью, сдвинутой от второй величины коэффициентом отставания для выработки второй более поздней серии символьных оценок, декодируют в течение пятого временного отрезка вторую символьную оценку второй серии символьных оценок для выработки второго набора индексных оценок, содержащего значение энергии, соответствующее каждому возможному символьному значению, соответствующему первому переданному символу определяют в течение шестого временного отрезка максимальное значение энергии из второго набора индексных оценок, добавляют в течение шестого временного отрезка второй набор индексных оценок к запомненному набору индексных оценок согласно одинаковому значению соответствующего символа для выработки просуммированного набора индексных оценок, выявляют в течение седьмого временного отрезка второе более раннее значение энергии путем осуществления корреляции второй более ранней серии символьных оценок с символьным значением, соответствующим максимальному значению энергии из второго набора индексных оценок, выявляют в течение седьмого временного отрезка второе более позднее значение энергии путем осуществления корреляции второй более поздней серии символьных оценок с символьным значением, соответствующим максимальному значению энергии из второго набора индексных оценок, суммируют в течение восьмого временного отрезка разности между вторым более ранним значением энергии и вторым более поздним значением энергии с запомненным синхронизирующим значением и производят обработку по критерию двойных максимумов в течение десятого временного отрезка просуммированного набора индексных оценок для выработки данных программируемого решения.

RU 2154913 C2

RU 2154913 C2

14. Способ демодуляции сигнала по п.13, отличающийся тем, что второй набор фиксированной длины выборок соответствует третьему набору фиксированной длины выборок.

15. Способ демодуляции сигнала по п.13, отличающийся тем, что второй временной отрезок совпадает с пятым временным отрезком, третий временной отрезок совпадает с шестым временным отрезком и четвертый временной отрезок совпадает с седьмым временным отрезком.

16. Способ демодуляции сигнала по п.13, отличающийся тем, что третий временной отрезок совпадает с пятым временным отрезком, а четвертый временной отрезок совпадает с шестым временным отрезком.

17. Способ демодуляции сигнала по п.13, отличающийся тем, что первое запомненное значение синхронизации превышает заранее заданный порог и при этом дополнительно обеспечивают опережение во времени первой величины сдвига по отношению к времени передачи.

18. Способ демодуляции сигнала по п.13, отличающийся тем, что второе запомненное значение синхронизации превышает заранее заданный порог и при этом дополнительно обеспечивает отставание во времени второй величины сдвига по отношению к времени передачи.

19. Способ демодуляции сигнала по п.13, отличающийся тем, что псевдошумовая последовательность содержит серию псевдошумовых элементарных посылок, каждая из которых имеет длительность псевдошумовой элементарной посылки, при этом первый набор фиксированной длины выборок содержит две выборки на каждую длительность псевдошумовой элементарной посылки.

20. Способ демодуляции сигнала по п.13, отличающийся тем, что псевдошумовая последовательность содержит серию псевдошумовых элементарных посылок, каждая из которых имеет длительность псевдошумовой элементарной посылки, при этом второе запомненное значение синхронизации падает ниже заранее заданного порога, причем дополнительно задерживают во времени вторую величину сдвига на одну восьмую длительности псевдошумовой элементарной посылки по отношению к времени передачи.

21. Способ демодуляции сигнала по п.13, отличающийся тем, что псевдошумовая последовательность содержит серию псевдошумовых элементарных посылок, каждая из которых имеет длительность псевдошумовой элементарной посылки, при этом более ранний коэффициент и более поздний коэффициент равны половине длительности псевдошумовой элементарной посылки.

22. Способ демодуляции сигнала по п.13, отличающийся тем, что при операции запоминания первого набора индексных оценок добавляют первый набор индексных оценок к ранее запомненному набору индексных оценок согласно одинаковому значению соответствующего символа, причем ранее запомненный набор индексных оценок соответствует первому переданному символу.

23. Способ демодуляции сигнала по п.13, отличающийся тем, что вторая величина сдвига превышает первую величину, при этом операция декодирования второй символьной оценки является основанием для проведения операции обработки по критерию двойных максимумов.

24. Способ демодуляции сигнала по п.13, отличающийся тем, что каждый символ в серии символов имеет длительность символа, равную обратной величине от упомянутой символьной скорости, при этом каждый временной отрезок имеет определенную длительность, а длительность каждого символа в 32 раза больше, чем длительность временного отрезка.

25. Способ демодуляции сигнала по п.13, отличающийся тем, что каждый символ в серии символов имеет длительность символа, равную обратной величине от упомянутой символьной скорости, при этом первая и вторая величина отличаются друг от друга меньше, чем на одну длительность символа.

26. Способ демодуляции сигнала по п.13, отличающийся тем, что дополнительно содержит операцию суммирования в течение третьего временного отрезка максимального значения энергии, соответствующего первой серии символьных оценок с запомненным значением обнаружения синхронизации.

27. Способ демодуляции сигнала по п.13, отличающийся тем, что второй и пятый временные отрезки совпадают друг с другом, а четвертый временной отрезок совпадает с седьмым и десятым временными отрезками.

28. Способ демодуляции сигнала по п.13, отличающийся тем, что дополнительно содержит операцию определения в течение девятого временного отрезка максимальной суммарной энергии из просуммированного набора индексных оценок.

29. Способ демодуляции сигнала по п.13, отличающийся тем, что второй временной отрезок совпадает с пятым временным отрезком, третий временной отрезок совпадает с шестым и девятым временными отрезками, а четвертый временной отрезок совпадает с седьмым и десятым временными отрезками.

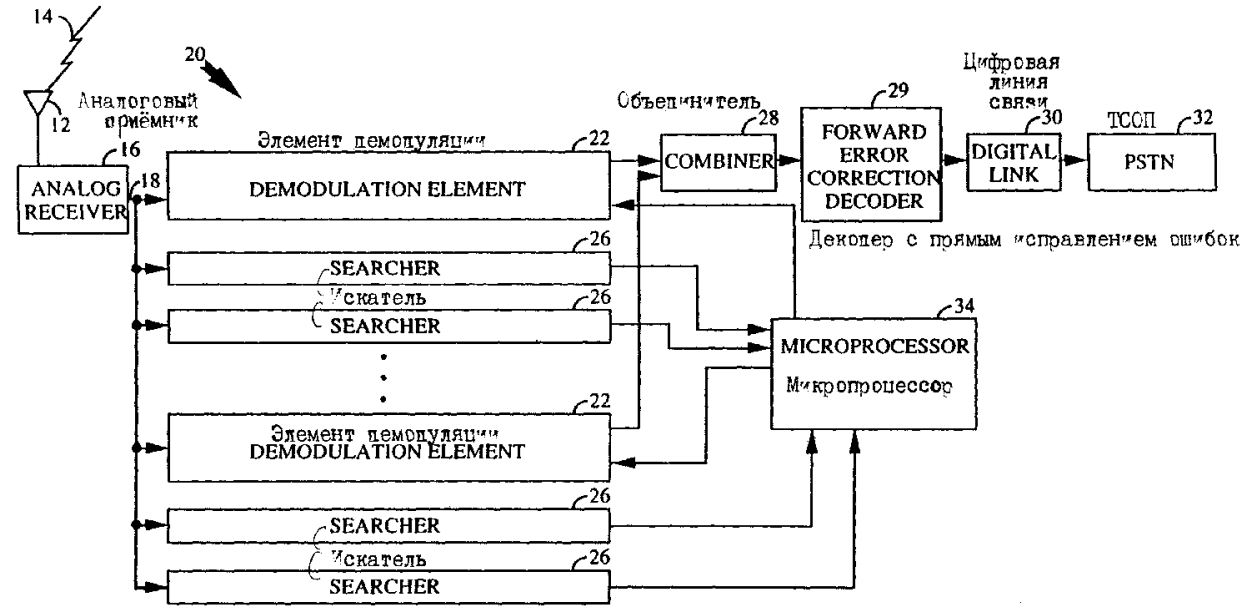
30. Способ демодуляции сигнала по п.13, отличающийся тем, что второй временной отрезок совпадает с пятым временным отрезком, а третий временной отрезок совпадает с шестым и десятым временными отрезками.

31. Способ демодуляции сигнала по п.13, отличающийся тем, что серии битов данных кодированы последовательностями Уолша в шести группах фиксированной длины.

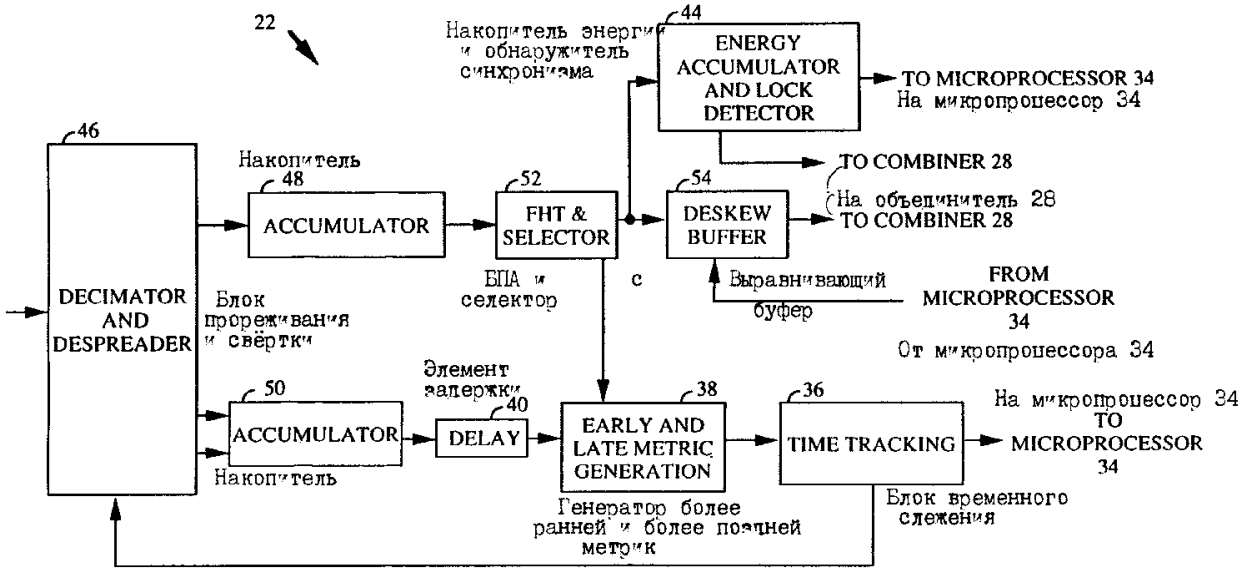
32. Способ демодуляции сигнала по п.13, отличающийся тем, что операция декодирования содержит операцию выполнения быстрого преобразования Адамара.

RU 2154913 C2

RU 2154913 C2



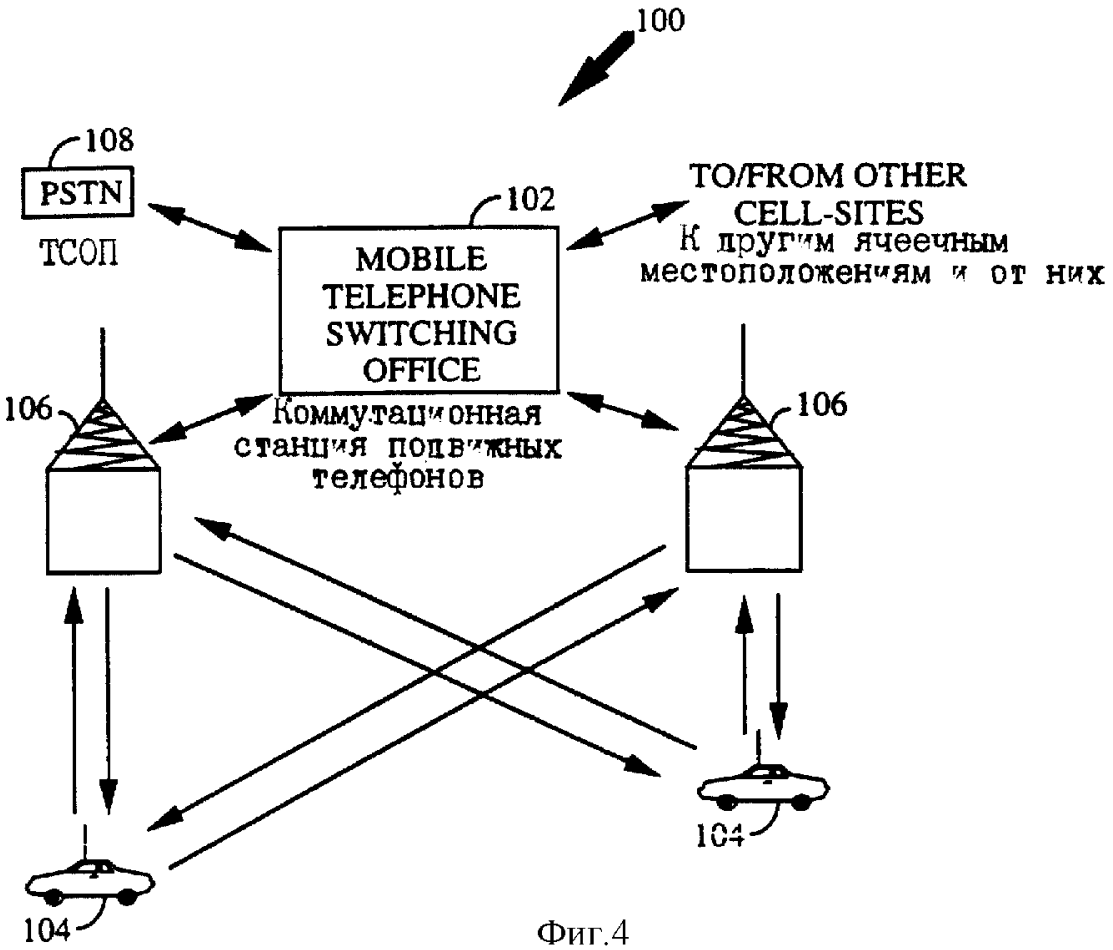
Фиг.2



Фиг.3

RU 2154913 C2

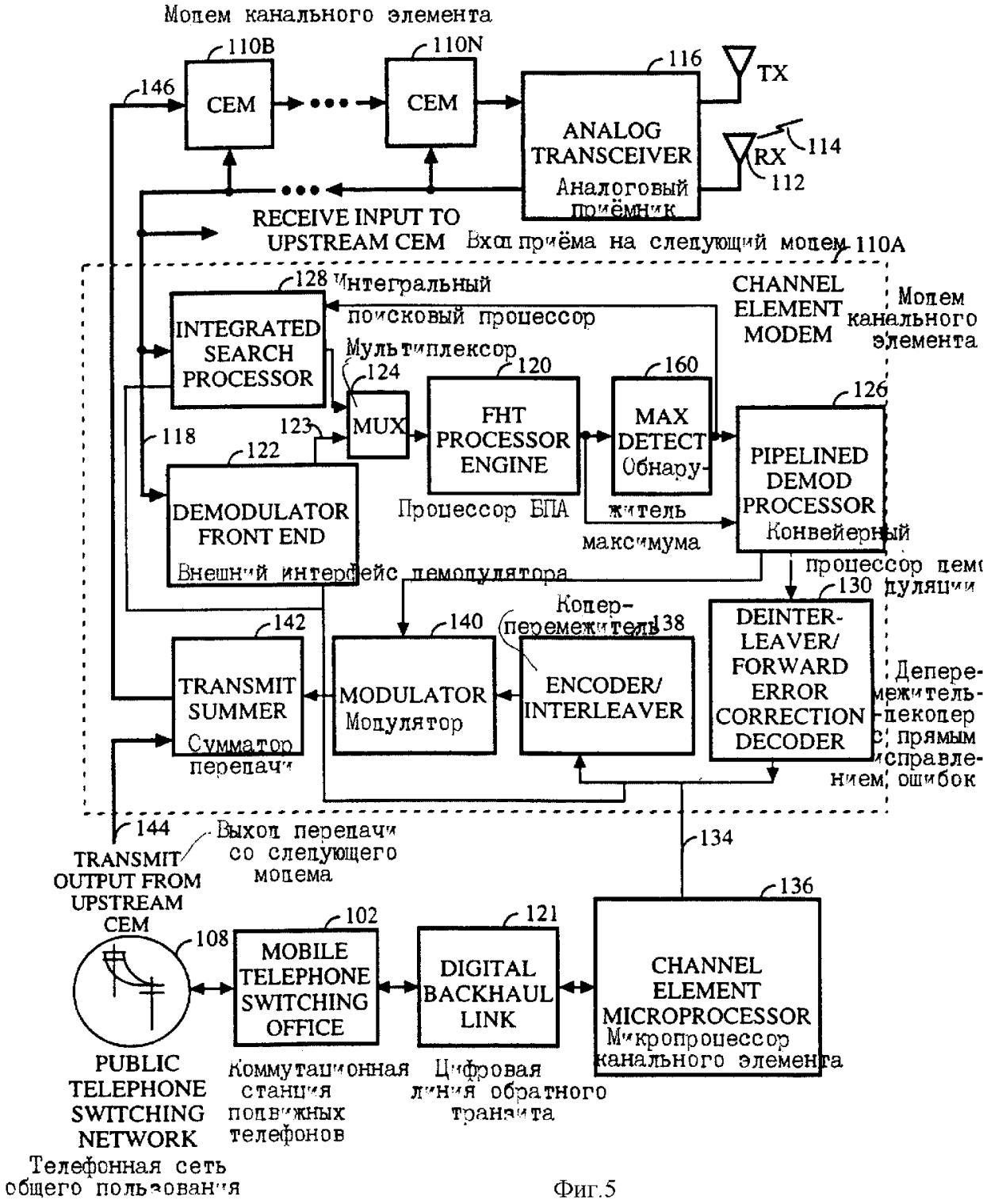
RU 2154913 C2



Фиг.4

RU 2154913 C2

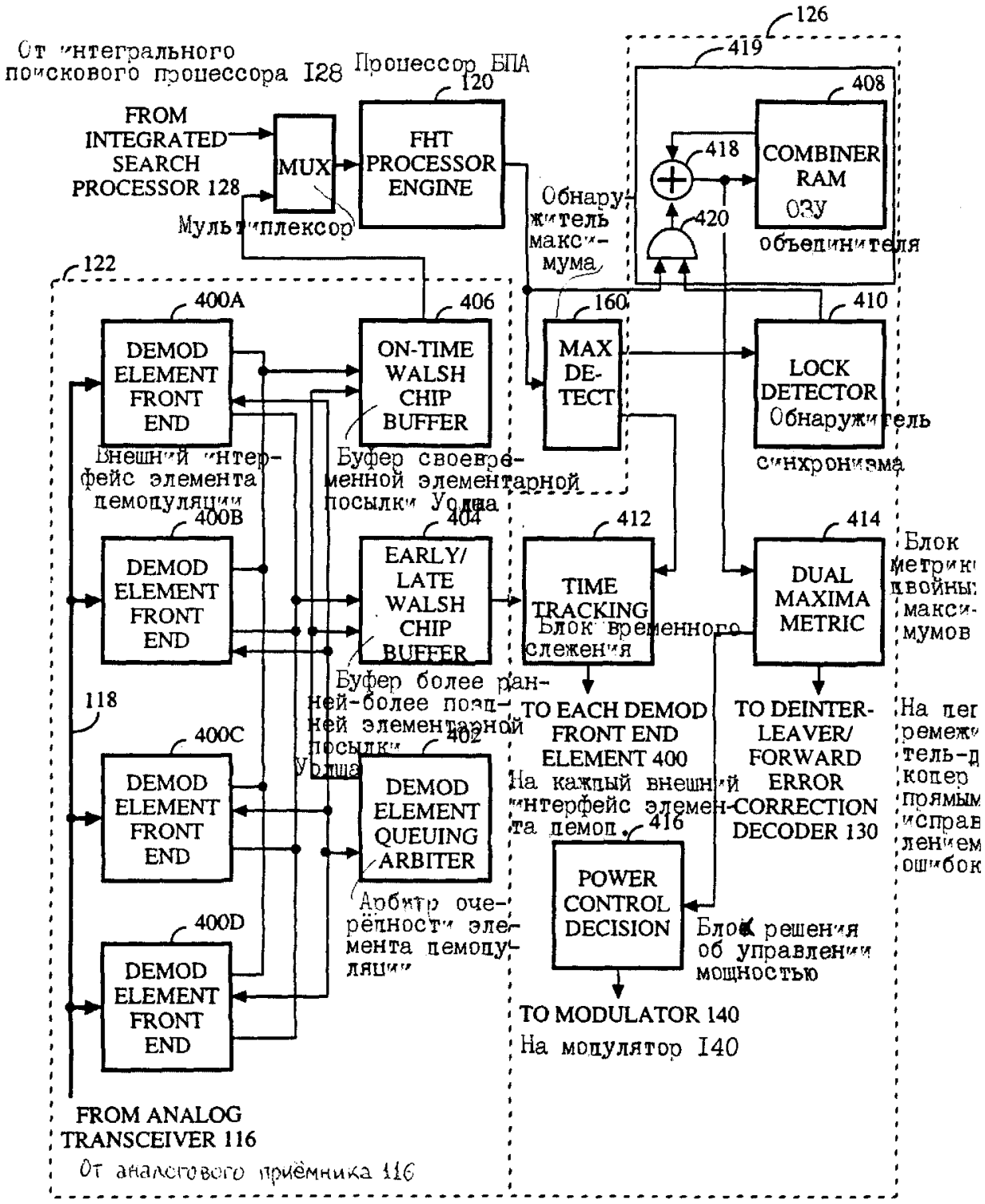
RU 2154913 C2



Фиг.5

RU 2154913 C2

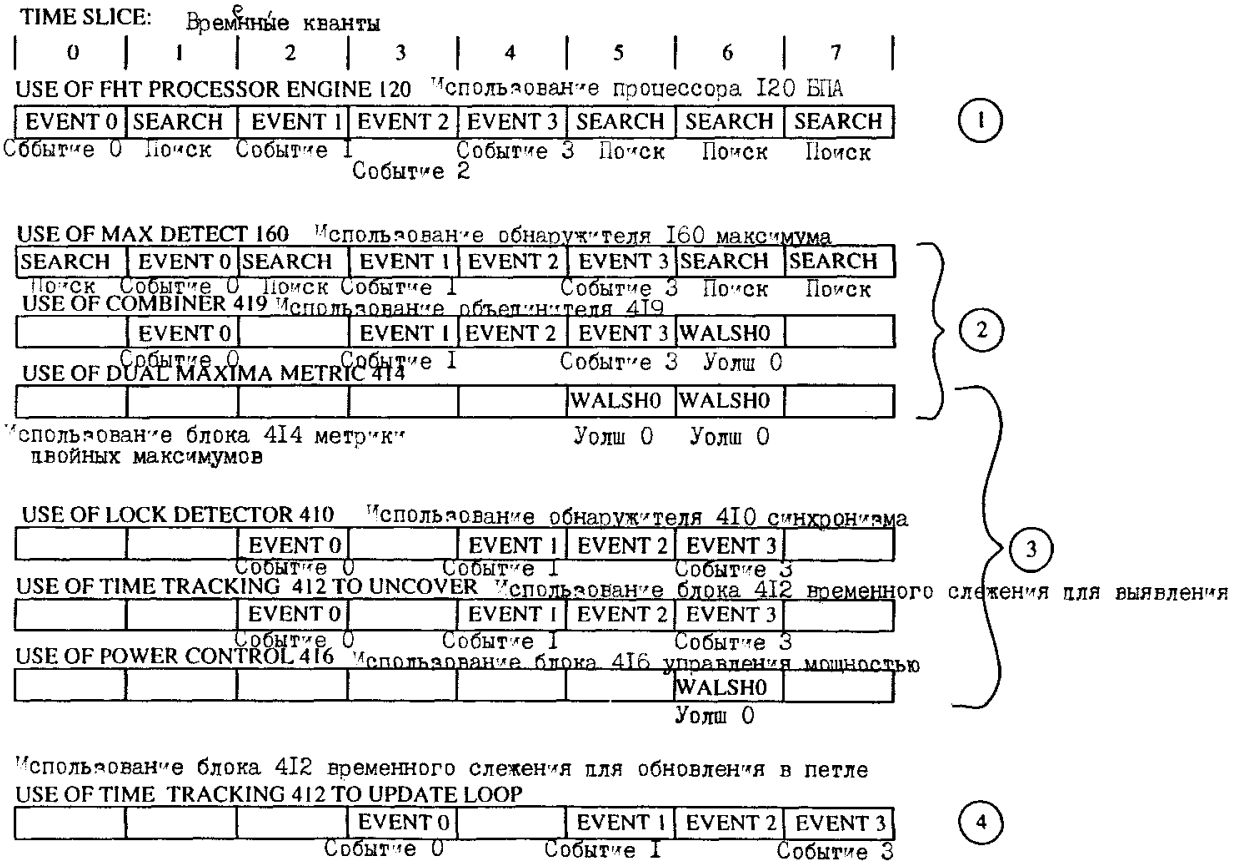
RU 2154913 C2



Фиг.6

RU 2154913 C2

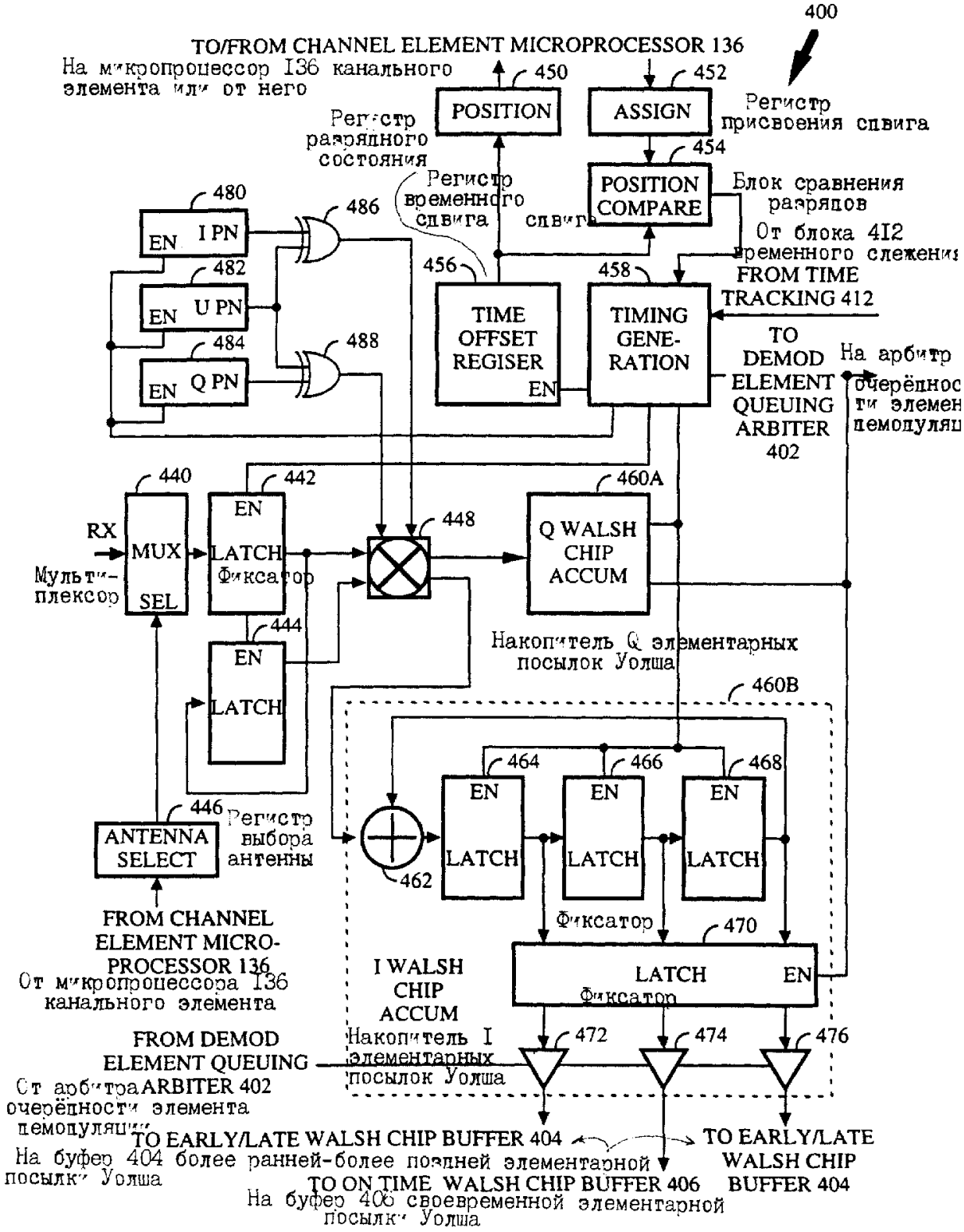
RU 2154913 C2



Фиг.7

RU 2154913 C2

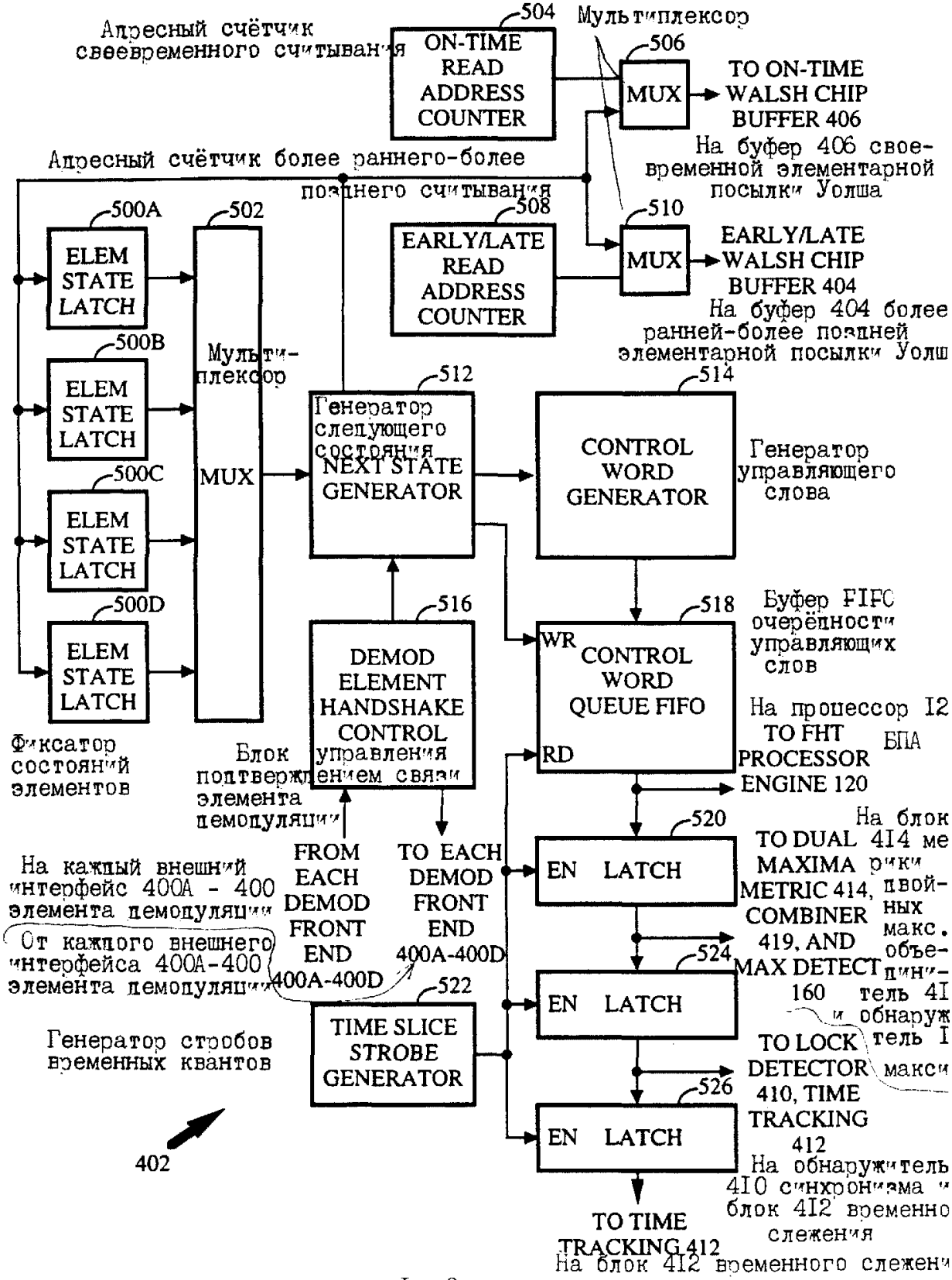
RU 2154913 C2



Фиг.8

RU 2154913 C2

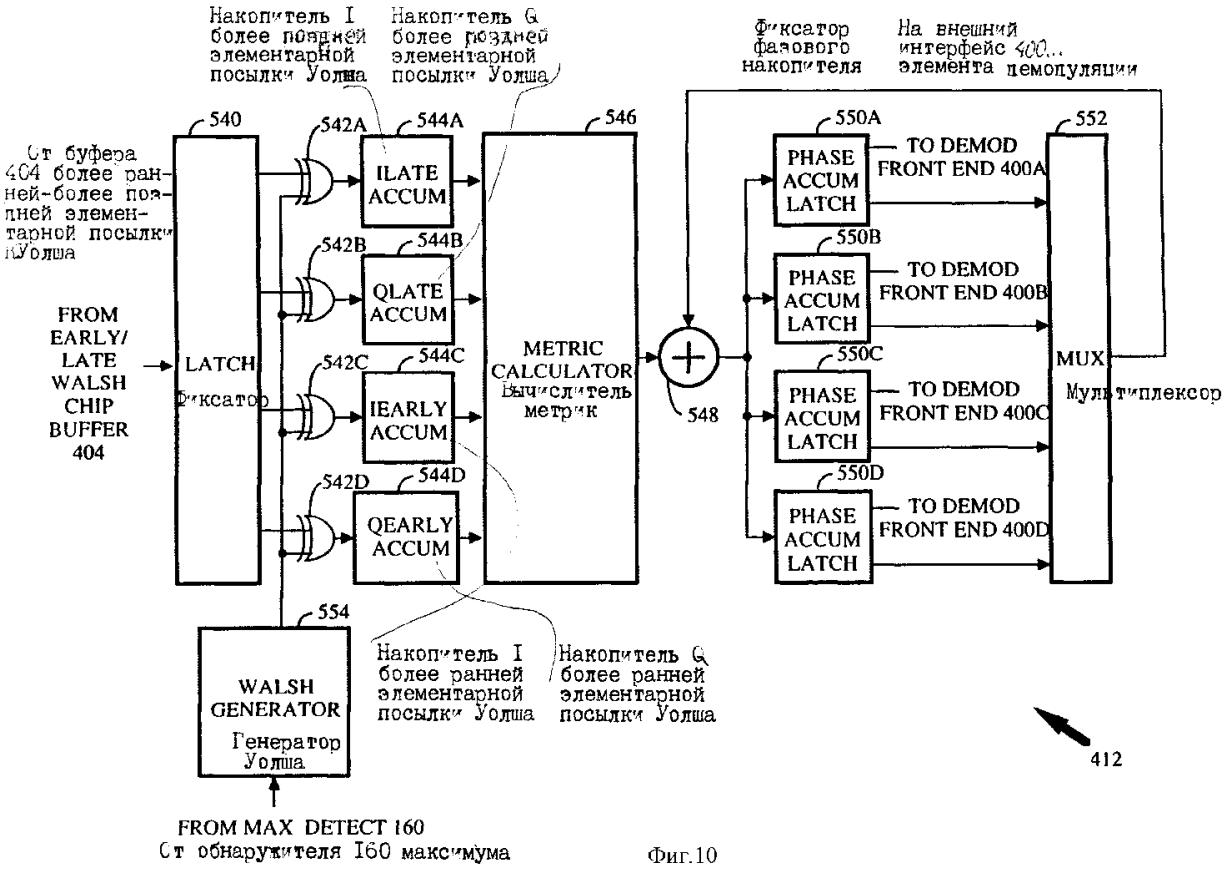
RU 2154913 C2



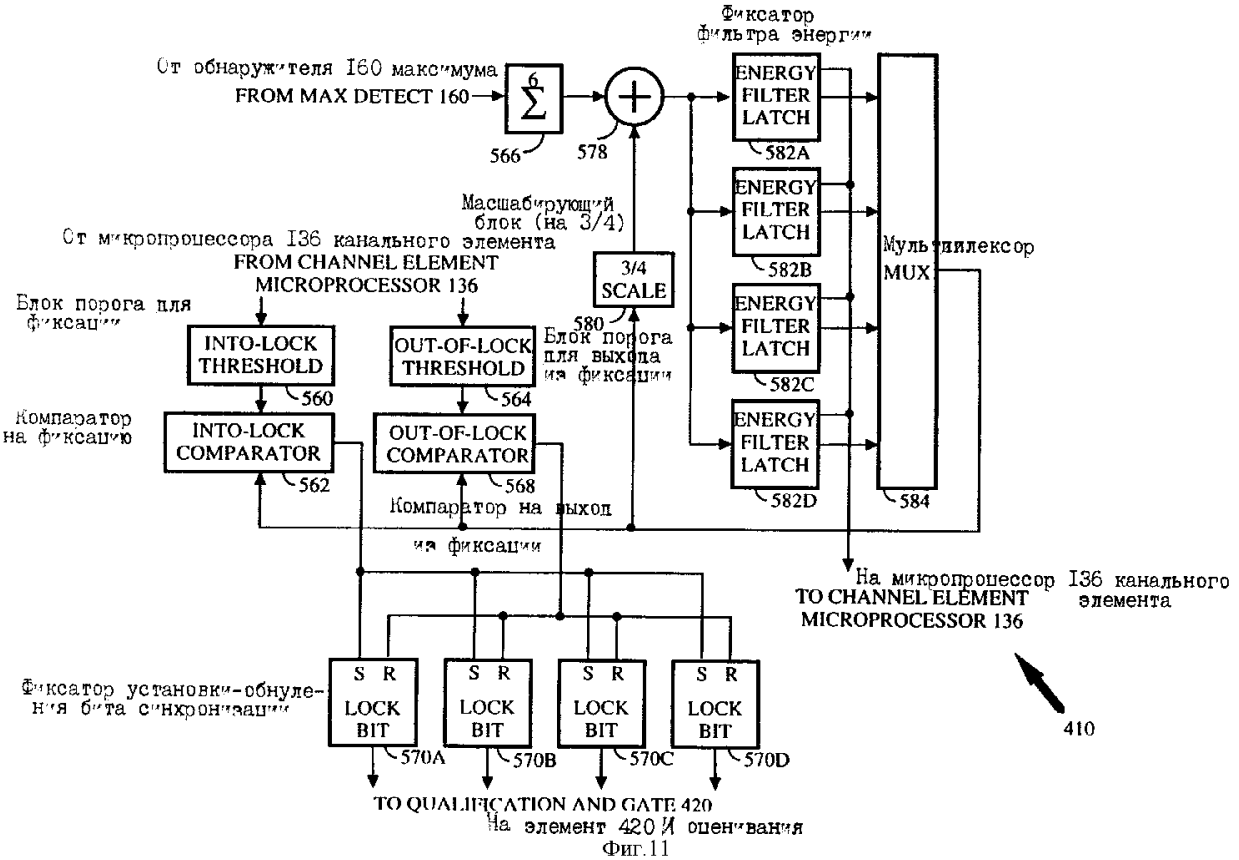
Фиг.9

RU 2154913 C2

RU 2154913 C2



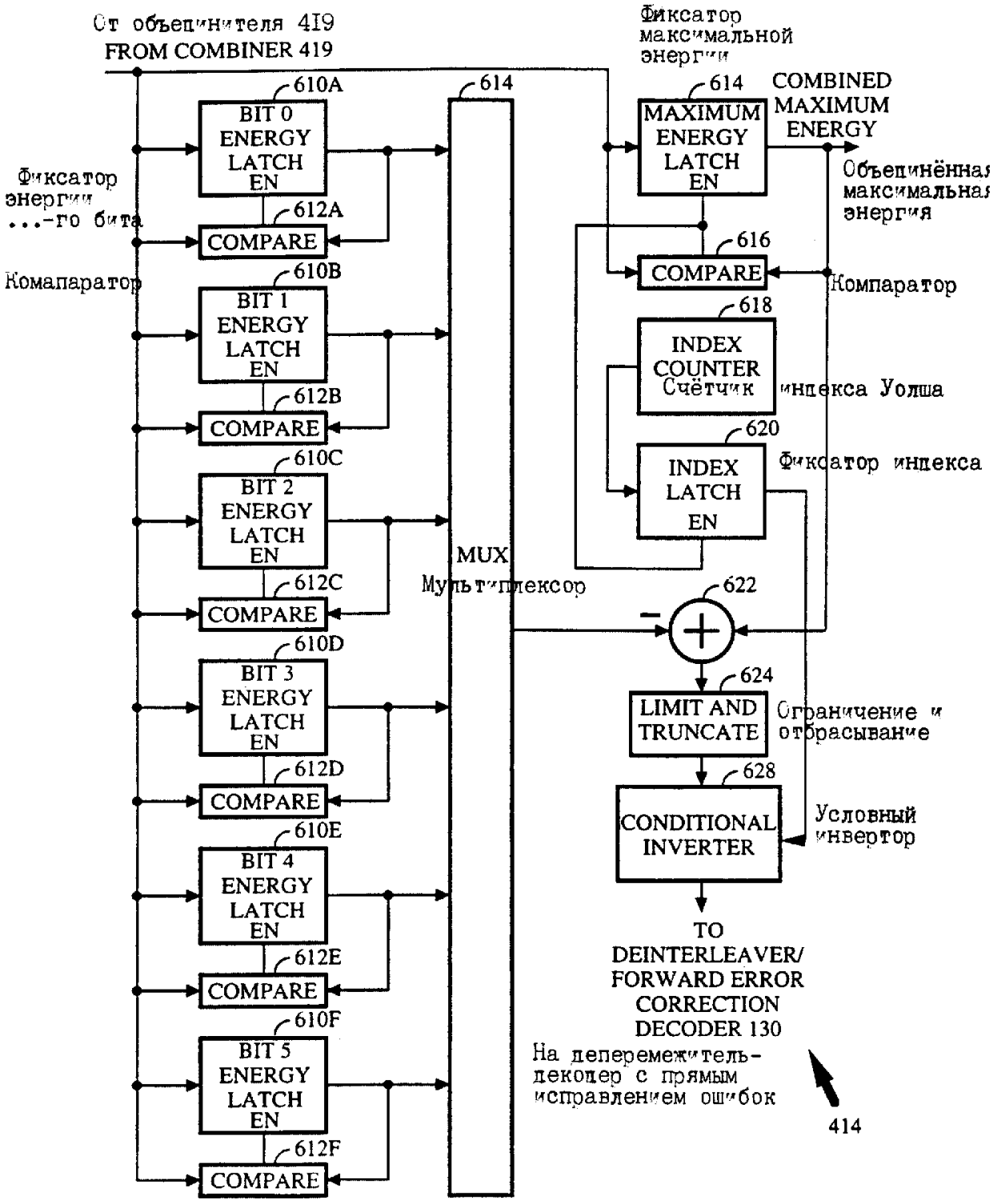
Фиг.10



Фиг.11

RU 2154913 C2

RU 2154913 C2

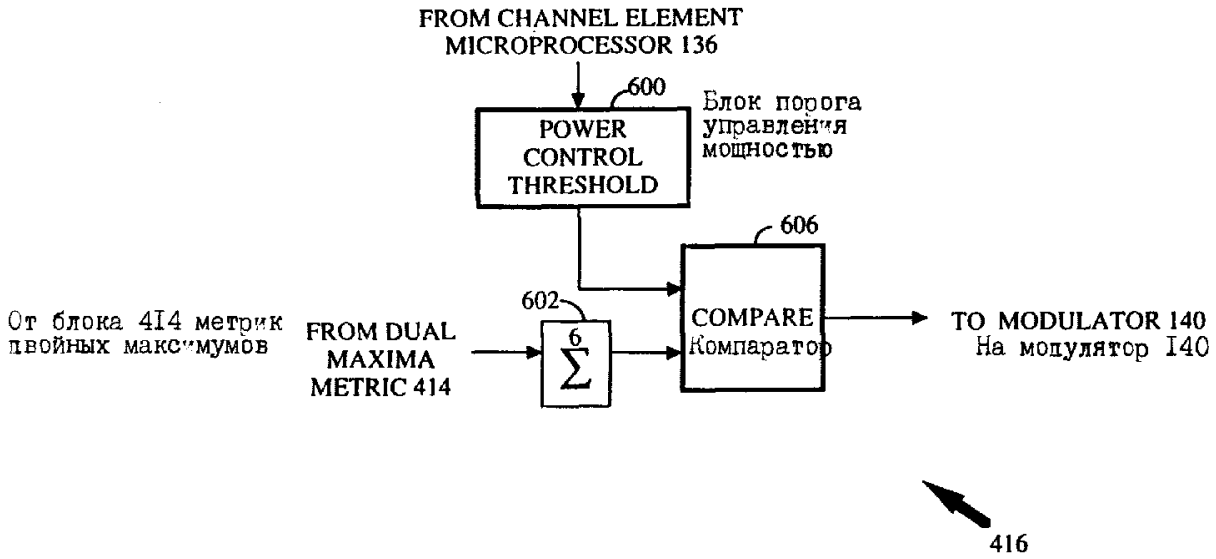


Фиг.12

RU 2154913 C2

RU 2154913 C2

От микропроцессора 136 канального элемента



Фиг.13

RU 2154913 C2

RU 2154913 C2