РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

(19) **RU** (11) **2 359 407** (13) **C2**

(51) МПК
H04B 1/30 (2006.01)
H04L 25/06 (2006.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: **2005115571/09, 27.10.2003**

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
27.10.2003

(30) Конвенционный приоритет:
25.10.2002 US 60/421,223

(43) Дата публикации заявки: **10.11.2005**

(45) Опубликовано: **20.06.2009** Бюл. № **17**

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **WO 02067420 A, 29.08.2002. RU 2142205 C1, 27.11.1999. WO 0069023 A2, 16.11.2000. WO 02056490 A, 18.07.2002. DE 19933266 A, 02.11.2000.**

(85) Дата перевода заявки PCT на национальную фазу: **25.05.2005**

(86) Заявка PCT:
US 03/33911 (27.10.2003)

(87) Публикация PCT:
WO 2004/038939 (06.05.2004)

Адрес для переписки:
129090, Москва, ул. Б.Спасская, 25, стр.3, ООО "Юридическая фирма Городисский и Партнеры", пат.пов. Ю.Д.Кузнецову, рег.№ 595

(72) Автор(ы):
ШИППИ Джеффри (US)

(73) Патентообладатель(и):
КВЭЛКОММ ИНКОРПОРЕЙТЕД (US)

(54) СПОСОБ УСТРАНЕНИЯ ПОСТОЯННОГО СМЕЩЕНИЯ ДЛЯ ОСНОВАННОГО НА НУЛЕВОЙ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ ЧАСТОТЕ GSM ПРИЕМНИКА С ЦИФРОВОЙ КОРРЕКЦИЕЙ СМЕЩЕНИЯ ЧАСТОТЫ

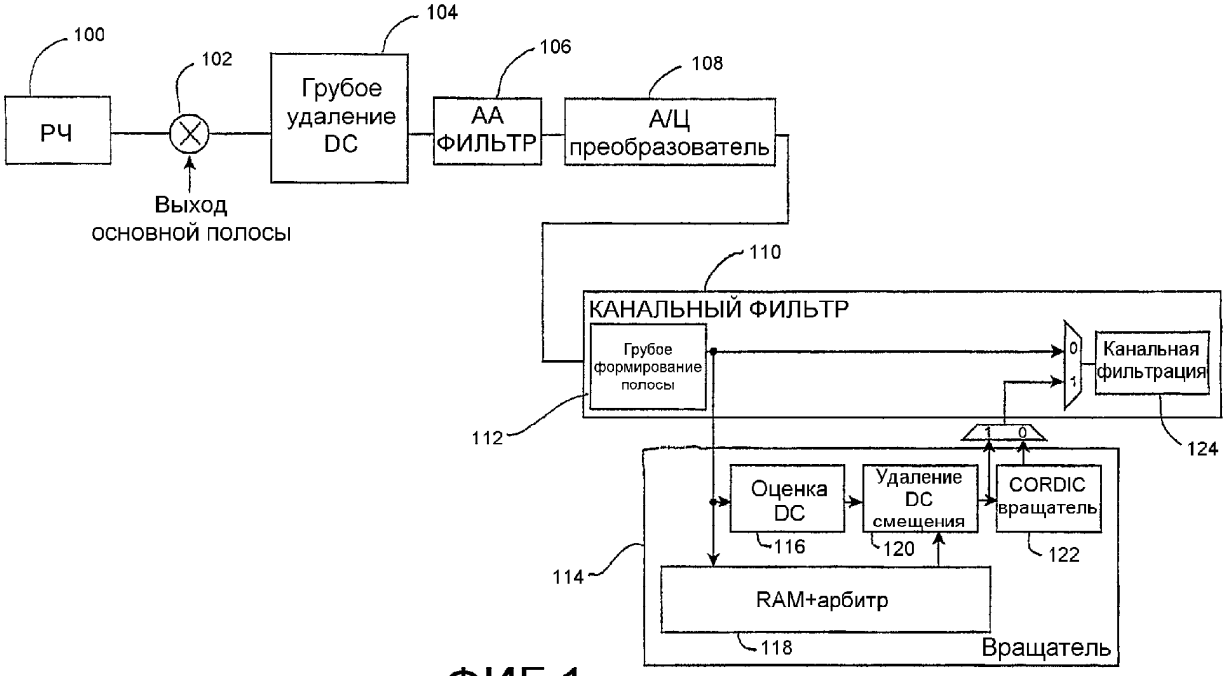
(57) Реферат:

Изобретение относится к способам и устройству для удаления постоянного смещения (DC смещение) в основанном на нулевой промежуточной частоте (НПЧ) радиоустройстве. Способ удаления DC смещения содержит этапы, на которых преобразуют сигнал в цифровые выборки, вычисляют DC смещение кадра при помощи захвата целого кадра и части смежных каналов, удаляют DC смещение из цифрового сигнала, выполняют вращение для удаления ошибки частоты из цифрового сигнала и выполняют канальную фильтрацию для цифрового сигнала. Система включает в себя цифровую схему удаления DC смещения, которая включает в себя аналого-цифровой преобразователь (108), канальный фильтр (110), соединенный с преобразователем (108), и систему (114) вращателя, которая соединена с входом и выходом канального фильтра. Система (114) вращателя включает в себя блок (116) оценки DC

RU 2359407 C2

RU 2359407 C2

смещения, соединенный с входом канального фильтра, компонент (120) удаления DC смещения, соединенный с блоком оценки DC смещения, и вращатель (122), соединенный с компонентом удаления DC смещения, причем выход вращателя соединен с входом канального фильтра. 3 н. и 9 з.п. ф-лы, 8 ил.



ФИГ.1

RU 2359407 C2

RU 2359407 C2

RUSSIAN FEDERATION

FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(19) **RU** (11) **2 359 407** (13) **C2**

(51) Int. Cl.
H04B 1/30 (2006.01)
H04L 25/06 (2006.01)

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21), (22) Application: **2005115571/09, 27.10.2003**

(24) Effective date for property rights:
27.10.2003

(30) Priority:
25.10.2002 US 60/421,223

(43) Application published: **10.11.2005**

(45) Date of publication: **20.06.2009 Bull. 17**

(85) Commencement of national phase: **25.05.2005**

(86) PCT application:
US 03/33911 (27.10.2003)

(87) PCT publication:
WO 2004/038939 (06.05.2004)

Mail address:
129090, Moskva, ul. B.Spasskaja, 25, str.3, OOO "Juridicheskaja firma Gorodisskij i Partnery", pat.pov. Ju.D.Kuznetsovu, reg.№ 595

(72) Inventor(s):
ShIPPI Dzheffri (US)

(73) Proprietor(s):
KVEhLKOMM INKORPOREJTED (US)

RU 2359407 C2

RU 2359407 C2

(54) METHOD FOR ELIMINATION OF FIXED BIAS FOR GSM RECEIVER BASED ON ZERO INTERMEDIATE FREQUENCY WITH DIGITAL CORRECTION OF FREQUENCY BIAS

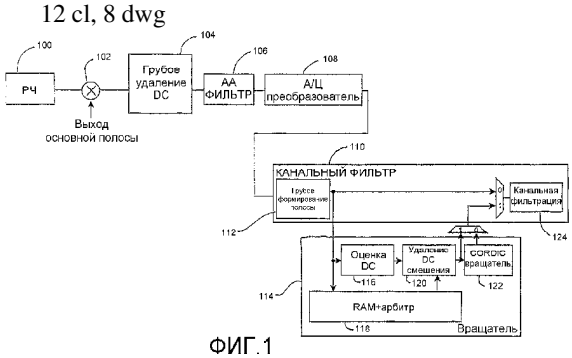
(57) Abstract:

FIELD: physics, communication.

SUBSTANCE: invention is related to methods and devices for removal of fixed bias (DC bias) in radio device based on zero intermediate frequency (ZIF). Method for elimination of DC bias contains stages, in which signals are transformed into digital samples, DC bias of fame is calculated with the help of whole frame capture and part of adjacent channels, DC bias is removed from digital signal, rotation is carried out to remove frequency error from digital signal, and channel filtration is carried out for digital signal. System includes digital circuit of DC bias elimination, which includes analog-digital converter (108), channel filter (110) joined to transformer (108) and system (114) of rotator, which is connected to inlet and outlet of channel filter. System (114) of rotator includes unit (116) for assessment of DC bias connected to inlet of channel filter, component (120) for elimination of DC bias connected to unit for assessment of DC bias, and rotator (122), which is connected to component for removal of DC bias, at that outlet of rotator is connected to inlet of channel filter.

EFFECT: development of device for elimination of fixed bias (DC bias) in radio device based on zero intermediate frequency (ZIF).

12 cl, 8 dwg



ФИГ.1

ССЫЛКИ НА РОДСТВЕННЫЕ ЗАЯВКИ НА ПАТЕНТ

Настоящая заявка на патент притязает на приоритет предварительной заявки на патент США № 60/421223, поданной 25 октября 2002 года.

ОБЛАСТЬ ТЕХНИКИ, К КОТОРОЙ ОТНОСИТСЯ ИЗОБРЕТЕНИЕ

Настоящее описание относится к решениям, основанным на нулевой промежуточной частоте (НПЧ, ZIF), а более точно к способу и устройству для удаления постоянного (DC) смещения в основанных на НПЧ радиоустройствах, в которых применяется цифровая частотная коррекция.

УРОВЕНЬ ТЕХНИКИ

Основанные на НПЧ радиоприемники принимают радиочастотные (РЧ) сигналы, которые подают в квадратурные смесители, которые умножают сигнал на частоту, генерируемую локальным генератором (ЛГ). Вход ЛГ понижает частоту РЧ сигналов, модулированных на общей частоте несущей. Смесители выдают выходные сигналы, которые содержат как компоненты суммарной частоты, так и компоненты разностной частоты, расположенные вокруг нулевой частоты. Затем DC фильтры удаляют компоненты суммарной частоты и оставляют компоненты разностной частоты. Затем компоненты нулевой частоты усиливают низкочастотными усилительными каскадами. НПЧ приемник устраняет промежуточное преобразование к промежуточной частоте путем преобразования входного сигнала непосредственно в основную полосу частот за одну операцию.

Однако основанные на НПЧ радиоприемники генерируют DC смещение, которое может быть намного большим, чем требуемый сигнал. Низкочастотные усилители могут быть введены в насыщение большим DC смещением до того, как будет усилен требуемый сигнал. Таким образом, беспроводные коммуникационные системы, которые используют НПЧ радиоустройства, должны бороться с большими DC смещениями в сигналах основной полосы частот. DC смещение следует удалить перед тем, как для принятого сигнала будет выполнена частотная коррекция или сигнал преобразуют в тон при частотной коррекции при помощи петли АПЧ (автоматической подстройки частоты), корректирующей DC смещение. В приемнике GSM, поскольку полоса частот является относительно малой, любое значительное частотное смещение следует выполнить перед окончательной фильтрацией в канале. Таким образом, существует потребность в эффективном способе удаления DC смещения в основанных на НПЧ радиоприемниках.

РАСКРЫТИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Описанные способ и устройство обеспечивают цифровое решение для основной полосы, что обеспечивает гибкость при приеме демодулированных сигналов из радиоприемника, без какого-либо DC смещения или с относительно небольшим DC смещением. Это дает возможность значительно упростить систему удаления DC смещения НПЧ приемника, поскольку основная часть DC смещения удаляется в цифровом виде, что дает возможность цифровой обработки при удалении DC смещения.

В раскрытых способе и устройстве DC смещение в GSM радиосети удаляют путем захвата соответствующего количества выборок в пакете или всего пакета плюс значительной части смежных каналов. Выборки пакета или весь пакет используют для вычисления DC смещения в пакете, затем удаляют DC смещение, затем выполняют частотную коррекцию, затем выполняют фильтрацию в канале.

Раскрытый способ включает в себя этапы, на которых преобразуют сигнал в цифровые выборки, вычисляют DC пакета при помощи захвата выборок пакета или

всего пакета и части смежных каналов, удаляют DC смещение из цифрового сигнала, выполняют вращение для удаления ошибки частоты цифрового сигнала и выполняют фильтрацию в канале цифрового сигнала. Раскрытая система включает в себя цифровую схему удаления DC, которая включает в себя аналого-цифровой преобразователь, канальный фильтр, соединенный с преобразователем, и систему вращения, подсоединенную к входу и к выходу канального фильтра. Система вращения включает в себя устройство оценки DC, соединенное с входом канального фильтра, компонент удаления DC смещения, подсоединенный к устройству оценки DC, и вращатель в виде цифрового компьютера вращения координаты (CORDIC), соединенного с компонентом удаления DC смещения, причем выход устройства вращения CORDIC соединено с входом канального фильтра.

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ

Ниже приводится более подробное описание со ссылками на варианты осуществления, иллюстрированные на сопутствующих чертежах, на которых одинаковые элементы обозначены одинаковыми ссылочными позициями.

На фиг.1 показана блок-схема вращателя приемника согласно настоящему описанию.

На фиг.2 показаны углы поворота каждой выборки данных согласно настоящему описанию.

На фиг.3 показан спектр входа и выхода CORDIC передатчика, причем вход является сигналом GSM.

На фиг.4 показана общая блок-схема вращателя согласно настоящему описанию.

На фиг.5 показана ошибка вследствие вращения I/Q с DC компонентом.

На фиг.6-7 показаны способы коррекции и удаления DC смещения в основанном на НПЧ радиоустройстве.

ОСУЩЕСТВЛЕНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Раскрыт способ коррекции DC смещения в основанном на НПЧ радиоустройстве. Основанное на НПЧ радиоустройство может представлять собой любое коммуникационное устройство, используемое в любой коммуникационной системе. Например, в одном из вариантов осуществления основанное на НПЧ радиоустройство может представлять собой GSM радиоприемник.

В варианте осуществления GSM приемник GSM может использоваться либо с управляемым напряжением кварцевым генератором с температурной компенсаций (VCTCXO) или кварцевым генератором с температурной компенсаций (TCXO); однако, если не используется VCTCXO, требуется вращение для компенсации дрейфа частоты во время работы. Согласно настоящему описанию вращатель комплексной I/Q (синфазной/квадратурной) пары, такой как CORDIC (COordinate Rotation DIgital Computer) вращатель, используется для уменьшения занимаемой площади и сложности вращателя.

GMSK модулятор производит выбор между потоком I/Q GMSK модулятора и подвергнутым вращению потоком через регистр Modltr_config. Канальный фильтр обеспечивает вращатель 15-битными I/Q данными, предназначенными для вращения в OSR2, и сигналами data_valid, которые указывают на верные данные.

На фиг.1 показана схема прохождения данных от канального фильтра через устройство устранения DC смещения, вращение и обратно в канальный фильтр. Иллюстративная схема включает в себя РЧ 100, соединенную со смесителем 102. Затем выполняется очень грубое удаление DC из сигнала в фильтре 104. Затем антиалиасный фильтр сглаживает края сигнала в 106 и аналого-цифровой

преобразователь 108 преобразует аналоговый сигнал в цифровой сигнал и подает сигнал в канальный фильтр 110. Канальный фильтр 110 включает в себя компонент 112 грубого формирования полосы частот. С канальным фильтром 110 соединен вращатель 114. Вращатель 114 включает в себя устройство 116 оценки DC, RAM и арбитр 118, соединенный с компонентом 120 удаления DC смещения. Выход компонента 120 удаления DC смещения соединен с CORDIC вращателем 122. Полученный сигнал данных затем подают в канальный фильтр 124. Данные, принятые от второго каскада канального фильтра, запоминают в локальном RAM или другом запоминающем устройстве, которое расположено в системе вращателя или, в качестве альтернативы, в каком-либо другом месте системы. Система вращателя включает в себя RAM+арбитр, устройство оценки DC, компонент удаления DC смещения и вращатель пары I/Q. В одном из вариантов осуществления на небольшом количестве I/Q пар данных после того, как данные сохранены в локальном RAM, выполняют оценку DC. После выполнения оценки DC данные считывают из RAM и удаляют DC смещение. Затем I/Q пары выборок локализуют и возвращают в канальный фильтр. Компонент грубого удаления DC ограничивает влияние сильных DC смещений на аналого-цифровой преобразователь. Удаление DC смещения может быть определено на фазе калибровки при изготовлении беспроводного устройства, не должно быть динамическим и может быть реализовано, используя простые схемные решения.

Вращатель I/Q пары работает по итеративному алгоритму, который использует только сдвиги и сложения для вращения вектора. Вращение вектора против часовой стрелки можно представить как:

$I_{rot}+jQ_{rot}=(I+JQ)e^{I(\Delta)}$, где Δ представляет собой угол вращения

$I_{rot}=I\cos(\Delta)-Q\sin(\Delta)$

$Q_{rot}=Q\cos(\Delta)+I\sin(\Delta)$

После преобразования имеем:

$I_{rot}=\cos(\Delta)(I-Q\,tg(\Delta))$

$Q_{rot}=\cos(\Delta)(Q-I\,tg(\Delta))$

Причем $\Delta=\sum d_i\delta(i)$, где каждый срез $\delta(i)=arctg(1/2^I)$ и $d_i=+1$ или -1. Такое вращение на любой угол может быть выполнено путем вращения, состоящего из последовательных вращений на фиксированные и меньшие углы. При этом принимают решение добавить или вычесть фиксированный угол. Каждая итерация содержит следующее:

$I_{i+1}=K_i(I_i-d_iQ_i/2^i)$

$Q_{i+1}=K_i(Q_i-d_iQ/2^i)$

Деление на 2^i выполняется путем сдвига вправо на i бит или отбрасыванием i младших битов. Таким образом, результат получают при помощи последовательности сдвигов и сложений. Терм K_i представляет собой усиление системы и равно $\Pi(1/\cos(arctg(1/2^I)))$, для i>5 значение сходится к 1,647.

Угол вращения для каждой выборки данных, как показано на фиг.2, конкретно определяется вращателем I/Q пары.

Максимальная фазовая ошибка результата определяется количеством каскадов вращателя. В схеме приемника DC компонент I/Q выборок должен быть удален до вращения. Вращение I/Q пар с DC смещением вызывает как фазовую ошибку, так и

ошибку усиления. DC смещение вычисляют путем усреднения по нескольким выборкам. Количество выборок, используемых для этого вычисления, может меняться в зависимости от типа пакета.

Ячейка вращателя обеспечивает ошибку по частоте в пределах 0,1 ч./млн от частоты несущей базовой станции. Вращатель обеспечивает фазовую ошибку менее чем 0,895 градусов в приемнике и менее чем 0,056 градусов в передатчике. Вращатель выполняет вращение при передаче и при приеме. Вращатель удаляет DC смещение в принятом сигнале и дополнительно описан ниже. Вращатель выполняет вращение цифровых I/Q данных как в приемном, так и в передающем трактах. В настоящем описании поддерживаются режимы GSM/GPRS. Физический вращатель может быть общим для передающего и приемного трактов.

Раскрытый способ вносит небольшую задержку в демодуляцию основной полосы. Для типичного принятого пакета необходимо несколько выборок для генерации надежной оценки DC, из которых большинство символов генерируют смещение, а первые символы используются для центровки DC оценки относительно центра пакета. RX пакет прибывает в память DSP в некоторый измеренный момент времени, составляющий X мкс. Например, в случае принятого пакета длиной 80 символов, в котором все 80 символов требуются для DC оценки, RX пакет прибывает в память DSP с задержкой 16 мкс.

В альтернативном варианте осуществления DC смещение выдается микропроцессором с использованием алгоритма, который усредняет DC смещение для нескольких пакетов. В таком варианте осуществления встроенным ПО вносится очень маленькая задержка.

Использование I/Q пары или CORDIC вращателя для компенсации удаления ошибки по частоте, которая является результатом неконтролируемой XO в GSM передатчике и приемнике, представляет альтернативу DDS вращателя, поскольку вращатель имеет более простую конструкцию и не требует наличия умножителей. При такой конструкции передатчик может иметь каскадный вращатель с аккумулятором битовой фазы, и приемник может иметь каскадный вращатель с аккумулятором битовой фазы.

Выход аналого-цифрового преобразователя представляет собой, например, 24 выборки, но является достаточным любое количество, превышающее 4. Вращатель введен после прореживания при OSR=2. На выходе частотный отклик является слишком узким для коррекции большого частотного смещения. Частотный отклик до второго прореживания является достаточно широким, так что может быть произведена коррекция, по меньшей мере, для смещения частоты 20 Гц.

В одном из вариантов осуществления, исходя из того, что имеется ограничение на отклонение от частоты несущей базовой станции 0,1 ч./млн и также исходя из того, что частота несущей составляет 900 МГц, получаем, что приемник не должен отклоняться более чем на 90 Гц от частоты базовой станции. Поскольку вращение производят при скорости следования выборок 2 выборки/с или f_s=541,67 кГц, 14-битный фазовый аккумулятор имеет достаточное разрешение по частоте, составляющее $f_s/2^{14}$=33,1 Гц. Количество каскадов во вращателе, главным образом, определяется величиной фазовой ошибки и искажениями, вносимыми вращателем. Моделирование показало, что семикаскадный вращатель вносит среднеквадратичную фазовую ошибку 0,5 градусов и искажения менее 96 дБ.

На фиг.3 показан спектр входа и выхода CORDIC передатчика, где вход является GSM сигналом, причем видно, что спектр для вода и выхода является

практически идентичным.

Вход вращателя, который является выходом второго фильтра прореживания, имеет разрядность, например, 15 битов. Вращатель обладает определенным коэффициентом усиления, например 1,6468, и, следовательно, увеличивает битовую ширину на один бит. Следовательно, один бит на выходе вращателя удаляют, и оставшиеся 15 битов подаются на оконечный фильтр прореживания. Поскольку вращение выполняется при относительно низкой скорости следования выборок, в виде аппаратных средств необходимо реализовать только один каскад, и одна и та же схема может быть использована для реализации всех каскадов вращения последовательно.

Помимо этого, в качестве примера допустим, что скорость следования выборок в передатчике составляет 13 мГц. Следовательно, для того чтобы иметь аналогичное разрешение по частоте, требуется большее количество битов в фазовом аккумуляторе. 19-битный фазовый аккумулятор имеет достаточное разрешение по частоте, составляющее $f_s/2^{19}$=24,8 Гц. Количество каскадов во вращателе определяется величиной фазовой ошибки искажениями, вызываемыми вращателем. Моделирование показало, что 11-каскадный вращатель вносит среднеквадратичную фазовую ошибку 0,03 градуса, из которых 0,2 градуса относятся к основной полосе искажения менее 80 дБ.

Схема высокого уровня вращателя 400 показана на фиг.4, и в этом примере вращатель состоит из шести блоков. Интерфейсный регистр 410 позволяет ARM и/или MDSP программировать регистры необходимым образом для вращения и удаления DC смещения. Фазовый аккумулятор 414 включает в себя два фазовых аккумулятора и CORDIC вращатель 416, состоящий из двух отдельных CORDIC вращателей. Дополнительно два отдельных вращателя используются для выполнения вращения. Блок 418 оценки DC и блок 420 удаления DC смещения вычисляют и затем удаляют DC смещение соответственно из входящих I/Q выборок. Блок 422 RAM+арбитр содержит RAM, который используется для хранения I/Q выборок до тех пор, пока не будет вычислено верное DC смещение. RAM+арбитр 422 также управляет потоком данных через схему.

Фазовый аккумулятор передатчика выполняет вращение на некоторую величину, выполняя увеличение на phase_offset. Фазовый аккумулятор приемника выполняет вращение каждой верной I/Q пары данных на величину (24)×(phase_offset). Это позволяет программировать один регистр для управления обоими фазовыми аккумуляторами. Программирование phase_offset может быть выполнено MDSP либо ARM. Выбор между двумя возможными командами увеличения фазы управляется ARM. Предполагается, что phase_offset меняется перед каждым вращением и, следовательно, не требуется схемы синхронизации перед регистром phase_offset и фазовым аккумулятором приемника.

Схема удаления DC содержит три элемента, включающих в себя блок 418 оценки DC, блок 420 удаления DC смещения и RAM 422. Блок 418 оценки DC генерирует среднее значение DC для выбранных I/Q выборок до тех пор, пока не будет вычислено верное значение DC. Вращатель приемника удаляет компонент DC из данных перед вращением.

На фиг.5 показан пример ошибок, которые могут возникать при вращении I/Q данных с DC компонентом. Вектор 502 DC смещения показан пунктирной линией. В идеальном случае, если DC смещение удалено, I/Q пара 506a и 506b, которая лежит в квадранте 2, будет повернута на 90 градусов и будет перемещена в квадрант 3. Тем

не менее, вследствие DC смещения I/Q пары 504a и 504b оказываются в квадранте 1 и в результате вращаются в квадрант 2. Такое вращение также увеличивает переменный коэффициент усиления во время вращения.

Блок оценки DC оценивает среднее входящих выборок, выполняя суммирование отдельных I/Q за определенный пользователем период. Затем блок оценки DC выполняет деление на количество выборок. Период не является фиксированным вследствие различных типов кадров. Пользователь может определить количество выборок для суммирования и определить количество выборок, которое будет пропущено перед началом этапа суммирования. Используется порядок, при котором за суммированием следует этап деления, поскольку схема деления может быть упрощена, если ее необходимо будет использовать один раз за кадр, а не для каждой верной I/Q пары. В случае GPRS при последовательных RX кадрах требуется только одно вычисление DC.

После вычисления смещения DC блок оценки DC запускает RAM+арбитр, который начинает выдавать I/Q данные в блок удаления DC смещения. При этом блок удаления DC смещения вычитает значение DC из входящих I/Q пар данных и передает результат во вращатель. В качестве альтернативного варианта осуществления удаление смещения DC в компонентах вращателя, выполняющих квадратное вращение, объединено для уменьшения требования в логике.

На фиг.6 показан иллюстративный способ коррекции DC смещения в НПЧ радиоустройства согласно настоящему описанию. Способ включает в себя этапы приема цифрового синфазного сигнала и цифрового квадратурного сигнала, как показано на этапе 602. Затем выполняют этап оценки DC смещения для синфазного сигнала и квадратурного сигнала, как показано на этапе 604. Затем выполняют этап удаления DC смещения из синфазного сигнала и квадратурного сигнала, как показано на этапе 606. Затем выполняют этап вращения синфазного сигнала и квадратурного сигнала, как показано на этапе 608. Затем необязательно выполняют этап фильтрации для синфазного сигнала и квадратурного сигнала, как показано на этапе 610. В качестве альтернативного варианта осуществления на фиг.6a показан способ коррекции DC смещения в НПЧ радиоустройстве, причем указанный способ является таким же, как и способ, показанный на фиг.6, за исключением этапа 603, на котором выборки данных цифрового синфазного сигнала и цифрового квадратурного сигнала сохраняют в запоминающем устройстве, таком как RAM, перед оценкой DC смещения на этапе 604.

На фиг.7 показан способ удаления DC смещения в НПЧ радиоустройстве согласно настоящему описанию. Способ включает в себя этапы преобразования части сигнала в цифровые выборки, как показано на этапе 702. Затем выполняют этап вычисления DC кадра, захватывая весь кадр и часть смежных каналов, как показано на этапе 704. Затем выполняют этап удаления DC смещения из сигнала, как показано на этапе 706. Затем выполняют этап вращения для удаления ошибки по частоте из сигнала, как показано на этапе 708. Затем выполняют этап канальной фильтрации, как показано на этапе 710.

Раскрытые способ и устройство предоставляют решение, обеспечивающее гибкость при приеме демодулированных сигналов от радиоприемника без DC смещения или с относительно малым DC смещением. Это позволяет значительно снизить сложность системы удаления DC смещения НПЧ радиоприемника, поскольку основная часть DC смещения удаляется в цифровом виде, что дает возможность цифровой обработки для удаления DC смещения.

Приведенное выше описание предоставлено, чтобы дать возможность любому специалисту в данной области техники использовать настоящее изобретение. Различные описания этих вариантов осуществления должны быть очевидны для специалистов в данной области техники, и общие принципы, изложенные в настоящем описании, могут быть использованы в других вариантах осуществления, не подразумевая при этом изобретательской деятельности. Таким образом, настоящее описание не следует ограничивать приведенными в нем вариантами осуществления, но должно соответствовать максимальному объему, совместимому с принципами и новыми отличительными особенностями, изложенными в нем.

Формула изобретения

1. Способ удаления постоянного смещения (DC смещения) в основанном на нулевой промежуточной частоте (НПЧ) радиоустройстве, содержащем этапы, на которых:

преобразуют часть сигнала в цифровые выборки;

вычисляют DC смещение кадра при помощи захвата целого кадра и части смежных кадров из цифровых выборок;

удаляют DC смещение из по меньшей мере части цифровых выборок;

выполняют вращение для удаления ошибки частоты из по меньшей мере упомянутой части цифровых выборок; и

выполняют канальную фильтрацию для по меньшей мере упомянутой части цифровых выборок.

2. Способ по п.1, в котором DC смещение удаляют из цифровых выборок при помощи системы вращателя.

3. Способ по п.2, в котором система вращателя содержит блок оценки DC, блок удаления DC смещения и вращатель на базе цифрового вычисления поворота координат (CORDIC).

4. НПЧ радиоустройство, содержащее:

аналого-цифровой преобразователь;

канальный фильтр, соединенный с аналого-цифровым преобразователем;

систему вращателя, соединенную с канальным фильтром;

причем система вращателя содержит:

блок оценки DC, соединенный с промежуточным выходом канального фильтра;

блок удаления смещения DC, соединенный с блоком оценки DC; и

CORDIC вращатель, соединенный с блоком удаления DC смещения, причем выход CORDIC вращателя соединен с частью фильтрации канала канального фильтра.

5. НПЧ радиоустройство по п.4, в котором блок удаления DC смещения удаляет DC смещение в НПЧ радиоустройстве.

6. НПЧ радиоустройство по п.4, дополнительно содержащее компонент грубого удаления DC смещения перед системой вращателя.

7. НПЧ радиоустройство по п.4, в котором НПЧ радиоустройство дополнительно содержит НПЧ преобразователь с понижением частоты, выход которого соединен с аналого-цифровым преобразователем.

8. НПЧ радиоустройство, содержащее:

аналого-цифровой преобразователь (АЦП), выполненный с возможностью приема аналоговых данных синфазного и квадратурного сигналов;

запоминающее устройство, соединенное с АЦП и выполненное с возможностью

запоминания заданного количества цифровых данных синфазного и квадратурного сигналов;

блок оценки DC смещения, соединенный с АЦП и выполненный с возможностью генерации оцененного DC смещения упомянутых цифровых данных синфазного и квадратурного сигналов;

блок удаления DC смещения, соединенный с блоком оценки DC смещения; и

CORDIC вращатель, соединенный с блоком удаления DC смещения, причем выход CORDIC вращателя соединен с частью фильтрации канала канального фильтра.

9. Устройство по п.8, дополнительно содержащее вращатель, соединенный с блоком удаления DC смещения и выполненный с возможностью осуществления вращения цифровых данных синфазного и квадратурного сигналов для генерации подвергнутых вращению цифровых данных синфазного и квадратурного сигналов.

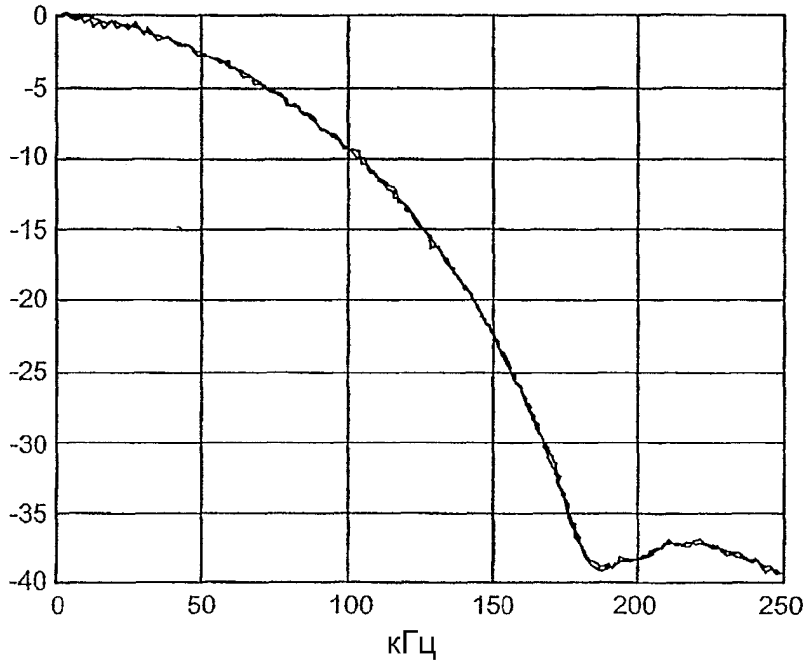
10. Устройство по п.9, дополнительно содержащее канальный фильтр соединенный с упомянутым вращателем и выполненный с возможностью фильтрации подвергнутых вращению цифровых данных синфазного и квадратурного сигналов.

11. Устройство по п.8, в котором заданное количество цифровых данных синфазного и квадратурного сигналов содержат целиком кадр данных.

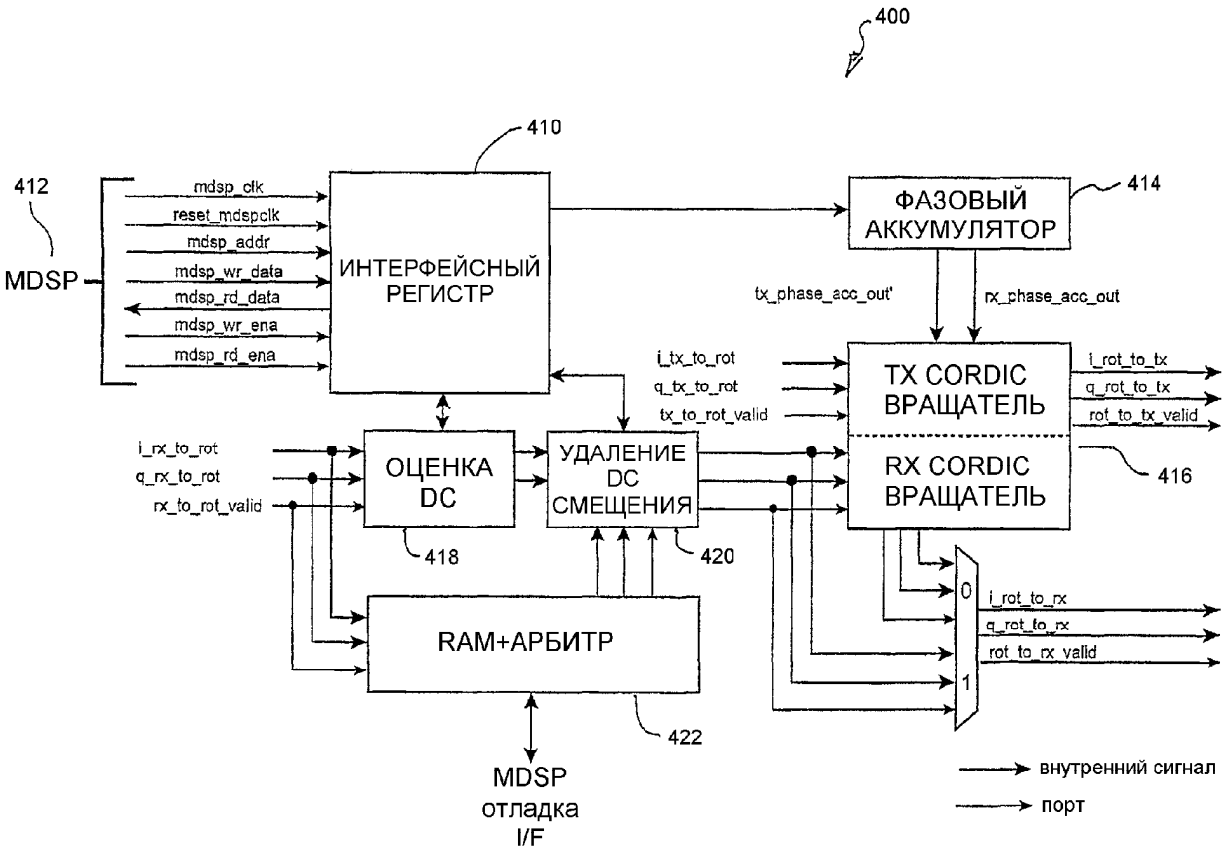
12. Устройство по п.8, в котором блок оценки DC смещения выполнен с возможностью генерации оценки DC смещения частично основываясь на среднем значении DC смещения заданного количества цифровых данных синфазного и квадратурного сигналов сохраненных в запоминающем устройстве.

Индекс каскада	Угол вращения
0	45
1	26,565
2	14,036
3	7,125
4	3,576
5	1,790
6	0,895
7	0,448
8	0,224
9	0,112
10	0,056

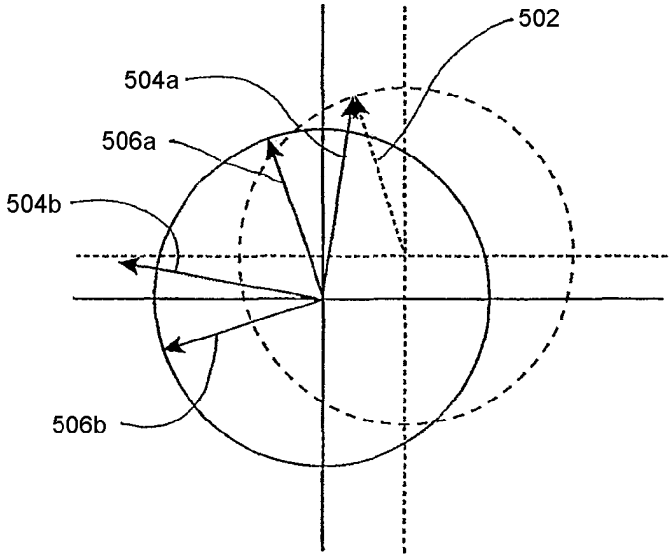
ФИГ.2



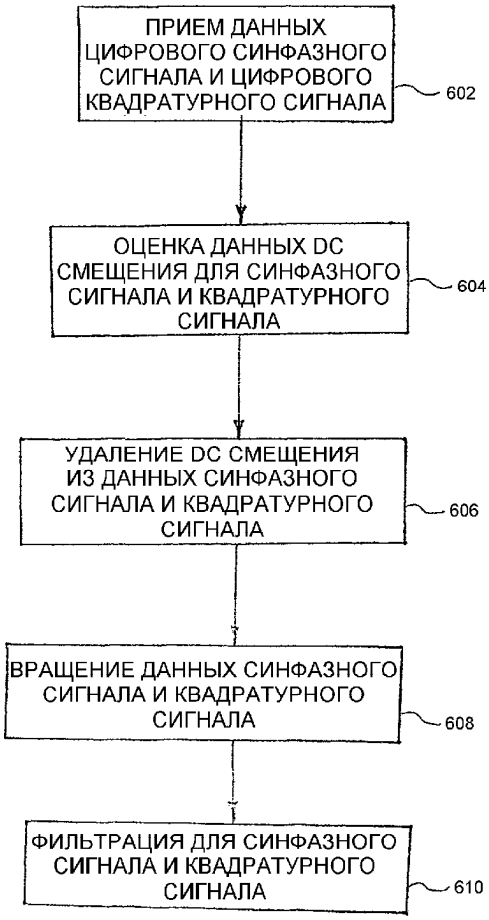
ФИГ.3


400
410
412
MDSP
mdsp_clk
reset_mdspclk
mdsp_addr
mdsp_wr_data
mdsp_rd_data
mdsp_wr_ena
mdsp_rd_ena
ИНТЕРФЕЙСНЫЙ РЕГИСТР
ФАЗОВЫЙ АККУМУЛЯТОР
414
tx_phase_acc_out'
rx_phase_acc_out
i_tx_to_rot
q_tx_to_rot
tx_to_rot_valid
TX CORDIC ВРАЩАТЕЛЬ
i_rot_to_tx
q_rot_to_tx
rot_to_tx_valid
RX CORDIC ВРАЩАТЕЛЬ
416
i_rx_to_rot
q_rx_to_rot
rx_to_rot_valid
ОЦЕНКА DC
УДАЛЕНИЕ DC СМЕЩЕНИЯ
418
420
RAM+АРБИТР
422
0
1
i_rot_to_rx
q_rot_to_rx
rot_to_rx_valid
MDSP отладка I/F
внутренний сигнал
порт

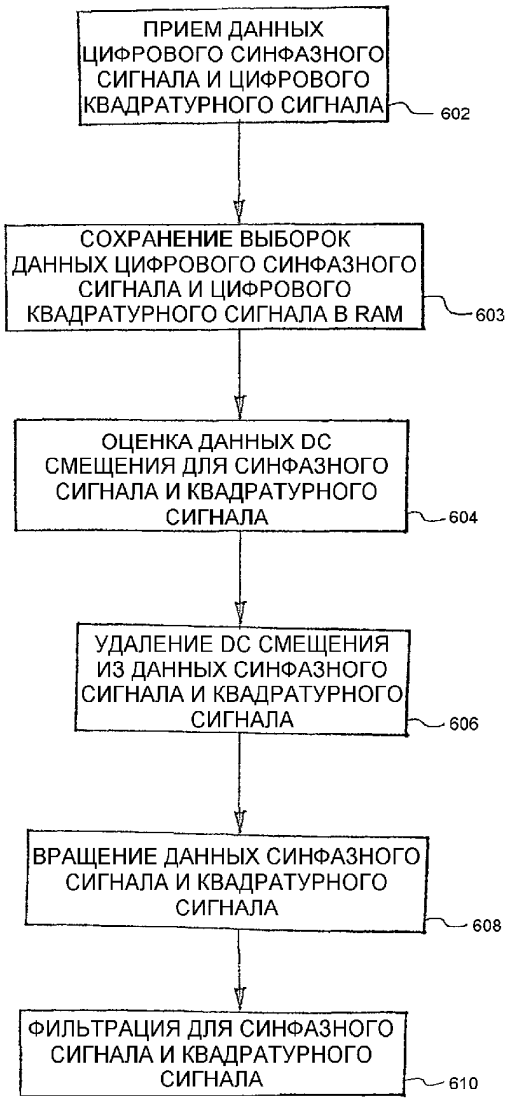
ФИГ.4


502
504a
506a
504b
506b

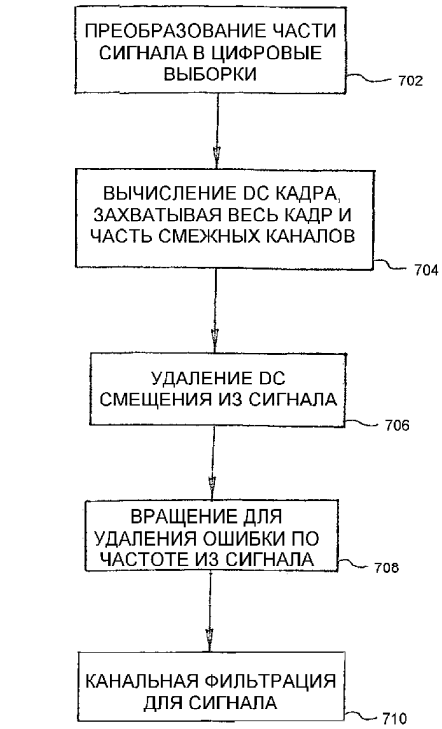
ФИГ.5


ПРИЕМ ДАННЫХ ЦИФРОВОГО СИНФАЗНОГО СИГНАЛА И ЦИФРОВОГО КВАДРАТУРНОГО СИГНАЛА
602
ОЦЕНКА ДАННЫХ DC СМЕЩЕНИЯ ДЛЯ СИНФАЗНОГО СИГНАЛА И КВАДРАТУРНОГО СИГНАЛА
604
УДАЛЕНИЕ DC СМЕЩЕНИЯ ИЗ ДАННЫХ СИНФАЗНОГО СИГНАЛА И КВАДРАТУРНОГО СИГНАЛА
606
ВРАЩЕНИЕ ДАННЫХ СИНФАЗНОГО СИГНАЛА И КВАДРАТУРНОГО СИГНАЛА
608
ФИЛЬТРАЦИЯ ДЛЯ СИНФАЗНОГО СИГНАЛА И КВАДРАТУРНОГО СИГНАЛА
610

ФИГ.6


ПРИЕМ ДАННЫХ ЦИФРОВОГО СИНФАЗНОГО СИГНАЛА И ЦИФРОВОГО КВАДРАТУРНОГО СИГНАЛА
602
СОХРАНЕНИЕ ВЫБОРОК ДАННЫХ ЦИФРОВОГО СИНФАЗНОГО СИГНАЛА И ЦИФРОВОГО КВАДРАТУРНОГО СИГНАЛА В RAM
603
ОЦЕНКА ДАННЫХ DC СМЕЩЕНИЯ ДЛЯ СИНФАЗНОГО СИГНАЛА И КВАДРАТУРНОГО СИГНАЛА
604
УДАЛЕНИЕ DC СМЕЩЕНИЯ ИЗ ДАННЫХ СИНФАЗНОГО СИГНАЛА И КВАДРАТУРНОГО СИГНАЛА
606
ВРАЩЕНИЕ ДАННЫХ СИНФАЗНОГО СИГНАЛА И КВАДРАТУРНОГО СИГНАЛА
608
ФИЛЬТРАЦИЯ ДЛЯ СИНФАЗНОГО СИГНАЛА И КВАДРАТУРНОГО СИГНАЛА
610

ФИГ.6а


ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ЧАСТИ СИГНАЛА В ЦИФРОВЫЕ ВЫБОРКИ
702
ВЫЧИСЛЕНИЕ DC КАДРА, ЗАХВАТЫВАЯ ВЕСЬ КАДР И ЧАСТЬ СМЕЖНЫХ КАНАЛОВ
704
УДАЛЕНИЕ DC СМЕЩЕНИЯ ИЗ СИГНАЛА
706
ВРАЩЕНИЕ ДЛЯ УДАЛЕНИЯ ОШИБКИ ПО ЧАСТОТЕ ИЗ СИГНАЛА
708
КАНАЛЬНАЯ ФИЛЬТРАЦИЯ ДЛЯ СИГНАЛА
710

ФИГ.7