



(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 180 984** ⁽¹³⁾ **C2**
(51) МПК⁷ **H 03 H 21/00, H 04 B 3/23, H 04 M 9/08**

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

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

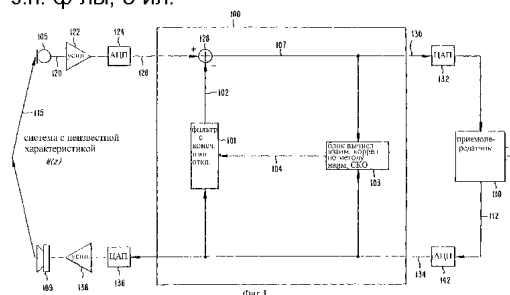
(21), (22) Заявка: 98113953/09, 23.12.1996
(24) Дата начала действия патента: 23.12.1996
(30) Приоритет: 27.12.1995 US 08/578,944
(43) Дата публикации заявки: 10.05.2000
(46) Дата публикации: 27.03.2002
(56) Ссылки: US 4918727, 14.04.1990. US 4757527, 12.07.1988. US 4922530, 01.05.1990. US 4868874, 19.09.1989. WO 95/12919 A1, 11.05.1995.
(85) Дата перевода заявки РСТ на национальную фазу: 27.07.1998
(86) Заявка РСТ: US 96/20155 (23.12.1996)
(87) Публикация РСТ: WO 97/24804 (10.07.1997)
(98) Адрес для переписки: 129010, Москва, ул. Большая Спасская 25, стр.3, ООО "Юридическая фирма Городисский и Партнеры", пат. пов. Ю.Д.Кузнецову

(71) Заявитель:
ЭРИКССОН ИНК. (US)
(72) Изобретатель: РАСМУССОН Джим Агне Йеркер (SE)
(73) Патентообладатель:
ЭРИКССОН ИНК. (US)
(74) Патентный поверенный:
Кузнецов Юрий Дмитриевич

(54) **ИЗМЕРЕНИЕ СХОДИМОСТИ АДАПТИВНЫХ ФИЛЬТРОВ**

(57) Изобретение относится к адаптивным фильтрам, обеспечивающим компенсацию эхо-сигналов. Измерение степени сходимости в устройстве адаптивной фильтрации обеспечивается на основе сравнения степени адаптации, достигнутой в устройстве адаптивной фильтрации, за предварительно определенный период времени с нормирующим значением, накопленным за тот же самый период времени. Может быть использована дополнительная обработка сигнала, которая может быть изменена или отменена, на основе полученного значения степени сходимости. Технический результат:

определение момента нахождения адаптивного фильтра в состоянии сходимости на основе индикации сходимости. 2 с. и 24 з.п. ф-лы, 5 ил.





(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 180 984** ⁽¹³⁾ **C2**
(51) Int. Cl.⁷ **H 03 H 21/00, H 04 B 3/23, H 04 M 9/08**

RUSSIAN AGENCY
FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: 98113953/09, 23.12.1996
(24) Effective date for property rights: 23.12.1996
(30) Priority: 27.12.1995 US 08/578,944
(43) Application published: 10.05.2000
(46) Date of publication: 27.03.2002
(85) Commencement of national phase: 27.07.1998
(86) PCT application:
US 96/20155 (23.12.1996)
(87) PCT publication:
WO 97/24804 (10.07.1997)
(98) Mail address:
129010, Moskva, ul. Bol'shaja Spasskaja 25,
str.3, OOO "Juridicheskaja firma Gorodisskij
i Partnery", pat. pov. Ju.D.Kuznetsovu

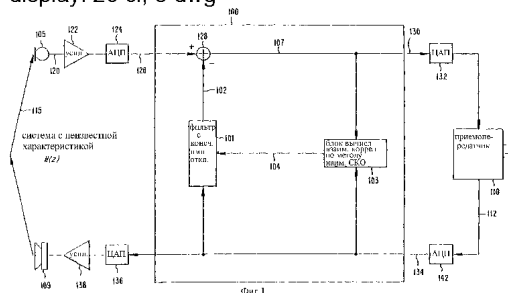
(71) Applicant:
EhRIKSSON INK. (US)
(72) Inventor: RASMUSSEN Dzhim Agne Jerker
(SE)
(73) Proprietor:
EhRIKSSON INK. (US)
(74) Representative:
Kuznetsov Jurij Dmitrievich

(54) **CONVERGENCE MEASUREMENT TECHNIQUE FOR ADAPTIVE FILTERS**

(57) Abstract:

FIELD: adaptive filters affording echo signal compensation. SUBSTANCE: convergence measurement technique depends on comparison of adaptation degree attained within predetermined time period with specified value accumulated within same period. Additional signal processing may be used which may be changed or canceled depending on degree of convergence obtained. EFFECT: facilitated detection of convergence moment for adaptive filter basing on convergence

display. 26 cl, 5 dwg



Предпосылки изобретения

Изобретение относится к адаптивным фильтрам, более конкретно к способу измерения сходимости адаптивного фильтра, обеспечивающего компенсацию эхо-сигналов.

В системах связи, использующих телефоны с громкоговорителями, и в сотовых системах телефонной связи часто бывает желательным обеспечить пользователю возможность применения оборудования системы связи без манипулирования при этом одной или обеими руками. Такой режим работы может оказаться важным фактором в конкретных условиях использования, например в автомобиле, когда манипулирование водителем с телефонным оборудованием может создать угрозу не только его безопасности, но и безопасности других участников дорожного движения.

Для удовлетворения такой важной потребности было разработано телефонное оборудование, обеспечивающее возможность его использования в режиме "со свободными руками", при котором различные компоненты телефонного оборудования монтируются для обеспечения реализации указанного режима, исключая необходимость держать их в руках при пользовании телефоном. Например, при установке оборудования в автомобиле микрофон сотового телефона может быть установлен на солнцезащитном козырьке, в то время как громкоговоритель может представлять собой блок, монтируемый на приборной доске, или блок, выполняемый во взаимосвязи со стереофонической аппаратурой, устанавливаемой в автомобиле. При использовании компонентов, монтируемых таким образом, пользователь сотового телефона может вести телефонный разговор, не испытывая потребности держать в руках блок сотового телефона или его микротелефонную трубку.

Одной из проблем, свойственных конфигурации системы, обеспечивающей работу в режиме "со свободными руками", является то, что микрофон воспринимает звуковой сигнал от дистанционно расположенного громкоговорителя сотового телефона, помимо речевого сигнала пользователя сотового телефона. Ввиду задержек, обусловленных системой связи в целом, звуковой сигнал от громкоговорителя может прослушиваться на другом конце канала связи (так называемом удаленном конце) в виде эхо-сигнала собственного голоса пользователя. Такой эхо-сигнал ухудшает качество аудиосигнала, в связи с чем ослабление указанного эхо-сигнала было бы весьма желательным. Решения, обеспечивающие подавление эхо-сигнала, основаны на использовании адаптивных фильтров компенсации эхо-сигнала или аттенуаторов эхо-сигнала.

Схема возможного варианта мобильного телефона, работающего в режиме "со свободными руками", основанного на использовании обычного компенсатора, выполненного в виде адаптивного фильтра, представлена на фиг.1. Соответствующая обстановка для реализации этого режима может представлять собой салон автомобиля, в котором установлен мобильный телефон. Такая обстановка может обусловить проявление эффектов, влияющих на распространение акустического сигнала и в

типовом случае неизвестных априорно. Данный тип обстановки будет характеризоваться в последующем описании неизвестной характеристикой $H(z)$ системы.

Микрофон 105 предназначен для восприятия голоса пользователя, однако он может также детектировать нежелательные аудиосигналы от громкоговорителя 109. Именно это нежелательное действие приводит к появлению эхо-сигнала в системе. Может быть предусмотрена схема компенсации эхо-сигналов, которая компенсирует составляющую эхо-сигнала в сигнале, генерируемом микрофоном 105. Схема компенсации 100 эхо-сигналов может быть реализована в цифровом процессоре сигналов. Сигнал 120, принимаемый микрофоном 105, усиливается услителем 122 и преобразуется в цифровой формат с помощью аналого-цифрового преобразователя (АЦП) 124. Оцифрованный сигнал 126 с микрофона подается на схему компенсации 100 эхо-сигналов для обработки эхо-сигнала и для передачи в конечном счете обработанного сигнала с помощью приемопередатчика 110. Входной сигнал 112, принимаемый приемопередатчиком 110, преобразуется в цифровой формат с помощью АЦП 132, и оцифрованный входной сигнал подается затем на схему компенсации 100 эхо-сигналов. Выборки оцифрованного входного сигнала 134 берутся в схеме компенсации 100 эхо-сигналов блоком вычисления взаимной корреляции 103 по методу наименьшей среднеквадратичной ошибки и адаптивным фильтром 101 с конечным импульсным откликом. Оцифрованный входной сигнал 134 затем выдается со схемы компенсации 100 эхо-сигналов на цифроаналоговый преобразователь (ЦАП) 136 и затем на усилитель 138 перед подачей его на громкоговоритель 109. Выходной сигнал 130, формируемый схемой компенсации 100 эхо-сигналов, подается на приемопередатчик 110 после цифроаналогового преобразования, осуществляемого цифроаналоговым преобразователем (ЦАП) 132. Приемопередатчик 110 осуществляет связь с базовой станцией (не показана).

В процессе функционирования адаптивный фильтр 101 с конечным импульсным откликом генерирует сигнал оценки 102 эхо-сигнала, который обозначается как сигнал $\hat{u}$. Сигнал оценки 102 эхо-сигнала представляет собой свертку оцифрованного входного сигнала 134 и последовательности m весовых коэффициентов (h_i) фильтра 101 (см. уравнение (1)):

$$\hat{u}(n) = \sum_{i=0}^{m-1} h_i x(n-i) \quad (1)$$

где $x(n)$ - входной сигнал,
 m - число весовых коэффициентов,
 n - число выборок.

Если весовые коэффициенты установлены корректным образом, то фильтр 101 формирует импульсный отклик, который примерно равен отклику, формируемому громкоговорителем 109 в системе, характеризуемой неизвестным откликом $H(z)$. Сигнал оценки 102 эхо-сигнала, генерируемый фильтром 101, вычитается из входящего оцифрованного сигнала 126 микрофона

(обозначенного $u(n)$ в уравнении (2)) для получения сигнала ошибки $e(n)$ 107 (см. уравнение (2)):

$$e(n) = u(n) - \hat{u}(n). \quad (2)$$

В идеальном случае любой отклик эхо-сигнала в системе с неизвестной характеристикой $H(z)$, вводимый громкоговорителем 109, исключается из оцифрованного сигнала 126 микрофона путем вычитания сигнала оценки 102 эхо-сигнала. В типовом случае для эффективной компенсации эхо-сигнала в типовой системе, работающей в режиме "со свободными руками", требуется от 200 до 400 весовых коэффициентов (далее называемых "коэффициентами").

Можно видеть, что эффективность компенсатора эхо-сигналов непосредственно связана с тем, насколько хорошо фильтр 101 способен воспроизводить импульсный отклик системы с неизвестной характеристикой $H(z)$. Это, в свою очередь, непосредственно связано с набором коэффициентов h_i , поддерживаемых фильтром 101.

Полезно создать механизм для динамического изменения коэффициентов h_i , чтобы обеспечить возможность адаптации фильтра 102 к изменениям в системе с неизвестной характеристикой $H(z)$. В автомобиле, в условиях которого используется рассматриваемая сотовая аппаратура, такие изменения могут быть обусловлены, например, открыванием двери или окна автомобиля. Хорошо известной схемой адаптации коэффициентов является процедура наименьшей среднеквадратичной ошибки (СКО), которая была впервые введена в 1960 году Уидроу и Хоффом и используется весьма часто ввиду ее эффективности и устойчивости. В применении к задаче компенсации эхо-сигналов процедура наименьшей СКО представляет собой стохастический метод приращений градиента, который использует грубую (шумовую) оценку градиента $\underline{g}(n) = \underline{e}(n)\underline{x}(n)$ для

осуществления шага приращения в направлении минимизации энергии эхо-сигнала в сигнале микрофона $e(n)$, где $\underline{x}(n)$ – векторная запись, соответствующая

$$\underline{x}(n) = [x(n)x(n-1)x(n-2)\dots x(n-m+1)]^T.$$

Обновляемая информация, формируемая в процедуре наименьшей СКО $\underline{e}(n)\underline{x}(n)$,

используется для определения значения коэффициента в следующей выборке. Выражение для вычисления следующего значения коэффициента $h_i(n+1)$ определяется следующим образом:

$$h_i(n+1) = h_i(n) + \mu e(n)x(n-1), \quad i=0, \dots, m-1, \quad (3)$$

где $x(n)$ – оцифрованный входной сигнал 134,

(h_i) – весовой коэффициент фильтра,

i – обозначение конкретного коэффициента,

m – число коэффициентов,

n – число выборок,

μ – шаг или параметр коэффициента обновления.

Метод наименьшей СКО обеспечивает получение информации в виде дискретных приращений, причем каждое дискретное приращение может иметь положительное или

отрицательное значение. Информация, получаемая по методу наименьшей СКО, подается в фильтр для обновления коэффициентов фильтра.

Согласно фиг. 1 обычная схема компенсации 100 эхо-сигналов включает в себя блок вычисления взаимной корреляции 103 по методу наименьшей СКО для подачи информации об обновлении коэффициентов в фильтр 101. В этом устройстве блок вычисления взаимной корреляции 103 контролирует скорректированный сигнал 107, который представляет сигнал оценки 102 эхо-сигнала, формируемый фильтром 101. Сигнал оценки 102 эхо-сигнала формируется, как описано выше, с использованием информации обновления 104, выдаваемой в фильтр 101 блоком вычисления взаимной корреляции 103 по методу наименьшей СКО. Коэффициенты h_i фильтра 101 содержат информацию обновления 104, как следует из уравнения (3).

В обычной схеме компенсации эхо-сигналов, представленной на фиг.1, значительный интервал времени может потребоваться прежде, чем коэффициенты фильтра с конечным импульсным откликом будут в достаточной степени настроены для обеспечения приемлемой аппроксимации импульсного отклика системы с неизвестной характеристикой $H(z)$. После того как схема компенсации эхо-сигнала настроена в достаточной степени для обеспечения приемлемой аппроксимации импульсного отклика неизвестной системы, считается, что система находится в состоянии "сходимости". Перед процедурой адаптации и в процессе адаптации (т.е. до достижения состояния сходимости) фильтр 101 в общем случае не обеспечивает получение достаточно хороших результатов, которые имеют место в состоянии сходимости. Например, в представленной схеме компенсации эхо-сигналов остаточный эхо-сигнал может продолжать прослушиваться на дальнем конце канала телефонной связи, хотя система прошла цикл адаптации. Поэтому в процессе адаптации может оказаться желательным осуществить дополнительную обработку (например, подавление эхо-сигнала), чтобы подавить эхо-сигнал на этом интервале адаптации. Это может быть связано с ослаблением сигнала микрофона, что, однако, приводит не только к ослаблению составляющей эхо-сигнала, но и оказывает отрицательное влияние, уменьшая уровень полезного речевого сигнала от пользователя в обстановке режима функционирования аппаратуры "со свободными руками". Следовательно, желательно знать, когда адаптация завершается, т.е. когда фильтр оказался в состоянии сходимости, чтобы определить, когда следует отменить дополнительную процедуру обработки для подавления эхо-сигнала.

В патенте США 4918727 описан детектор удвоения речевого сигнала и способ для использования в компенсаторе эхо-сигналов. Способ детектирования включает определение состояния сходимости или отсутствия сходимости компенсатора. Это выполняется на основе значения корреляции $s[n]$, которое является функцией изменения оценки импульсного отклика и ее усредненного во времени значения. Недостатком данного

известного способа является то, что он требует использования специализированных аппаратных средств для выполнения различных вычислений.

Сущность изобретения

Задачей изобретения является создание способов и устройства для определения того, когда адаптивный фильтр находится в состоянии сходимости.

Еще одной задачей изобретения является обеспечение процедуры дополнительной обработки сигналов, причем указанная процедура обработки модифицируется, вызывается или отменяется на основе индикации сходимости.

Кроме того, задачей изобретения является обеспечение индикации степени сходимости, что может быть использовано для изменения процедуры адаптации.

Система, соответствующая изобретению, предусматривает способы и устройство для измерения сходимости фильтра, использующего процедуру адаптации. Определение сходимости в соответствии с возможным вариантом осуществления изобретения включает сравнение степени адаптации в фильтре, осуществленной за предварительно определенный интервал времени (период определения сходимости) с накопленным опорным значением для того же самого периода. Результат этого сравнения обеспечивает нормированное значение сходимости, характеризующее состояние сходимости фильтра. В соответствии с другим аспектом изобретения значение сходимости может быть использовано для вызова или отмены процедуры дополнительной обработки сигнала. Как вариант, состояние сходимости может быть использовано для регулировки процедуры адаптации.

В возможном варианте осуществления изобретения измеритель сходимости входит в схему адаптивного фильтра. В таком варианте осуществления устройство содержит первый (или основной) фильтр и второй (или разностный) фильтр. Коэффициенты второго фильтра периодически обновляются на периоде определения сходимости с использованием процедуры адаптации. В конце периода определения сходимости коэффициенты второго фильтра подаются на устройство определения сходимости. Устройство определения сходимости определяет степень адаптации для данного периода, представленную состоянием коэффициентов второго фильтра в конце периода определения сходимости. Определение сходимости может включать сравнение коэффициентов второго фильтра с накопленным опорным значением, соответствующим входному сигналу системы, поданному за тот же самый период времени.

Результат определения сходимости указывает степень, в которой осуществлена адаптация фильтра или его сходимость, за конкретный период определения сходимости. Если индикация имеет благоприятную оценку (т.е. устройство достигло состояния, близкого к состоянию сходимости), то коэффициенты второго фильтра подаются на первый фильтр для обновления его коэффициентов, после чего коэффициенты второго фильтра сбрасываются для того, чтобы начать накопление информации об адаптации для следующего периода

определения состояния сходимости.

В другом варианте осуществления коэффициенты одного фильтра периодически обновляются на интервале определения состояния сходимости посредством использования процедуры адаптации. На протяжении того же периода в памяти накапливается информация обновления, полученная в результате процедуры адаптации. В конце периода определения сходимости накопленная информация об адаптации подается в блок определения сходимости. Это определение может включать сравнение с опорным значением, соответствующим сигналу, поданному в систему на интервале определения сходимости, для получения нормированного значения сходимости. Память очищается после каждого определения сходимости.

Способ, соответствующий возможному варианту осуществления изобретения, обеспечивающий определение степени сходимости в адаптивном фильтре, включает оценку накопленного значения, соответствующего степени адаптации, достигнутой за период определения степени сходимости. Способ может также включать в себя сравнение с накопленным значением, соответствующим сумме входных сигналов системы, накопленных за период определения степени сходимости, для получения нормированного значения сходимости.

Согласно другому аспекту изобретения состояние сходимости проверяется периодически в течение периода определения сходимости. Это позволяет получить на выходе более информативный сигнал для конкретной выборки в случае, если устройство обеспечивает сходимость для данной конкретной выборки. Промежуточная проверка может также обеспечить регулировку процедуры адаптации между операциями определения сходимости, выполняемыми при завершении периода определения сходимости.

Имея возможность определения состояния сходимости адаптивного фильтра, можно установить моменты принятия решения о том, когда необходимо начать дополнительную обработку сигналов. Кроме того, путем определения состояния сходимости можно оптимальным образом управлять фильтром путем обеспечения настроек на различных этапах адаптации. Например, на ранних этапах адаптации может оказаться полезным осуществлять адаптацию системы с возможно более быстрой скоростью (например, с использованием высокого

значения μ коэффициента обновления - см. уравнение (3)), в то время как в процессе осуществления сходимости характеристики системы могут быть улучшены за счет точной настройки фильтра (например, за счет уменьшения значения μ коэффициента обновления).

Краткое описание чертежей

Указанные выше и другие задачи, признаки и преимущества настоящего изобретения поясняются ниже в детальном описании, иллюстрируемом чертежами, на которых представлено следующее:

Фиг.1 - блок-схема устройства, соответствующая конфигурации режима функционирования "со свободными руками", использующая известную систему

компенсации эхо-сигналов;

Фиг. 2 - блок-схема системы компенсации эхо-сигналов, соответствующей первому варианту осуществления настоящего изобретения;

Фиг. 3 - блок-схема системы компенсации эхо-сигналов, соответствующей второму варианту осуществления настоящего изобретения;

Фиг. 4 - блок-схема последовательности операций в способе, соответствующем возможному варианту осуществления настоящего изобретения, и

Фиг. 5 - блок-схема последовательности операций в способе, соответствующем другому варианту осуществления настоящего изобретения.

Детальное описание вариантов осуществления изобретения

Последующее детальное описание приведено для устройства компенсации эхо-сигналов, предусмотренного для использования в режиме работы "со свободными руками" с применением микрофона и громкоговорителя. Следует отметить, что контекст устройства компенсации эхо-сигналов в значительной степени является иллюстративным и не характеризует собой обязательные условия применения изобретения. Изобретение может использоваться в любой системе, предусматривающей применение адаптивного фильтра, в которой коэффициенты фильтра адаптивно изменяются для моделирования отклика системы и формирования соответственно отфильтрованного выходного сигнала и/или для обеспечения сходимости фильтра.

Устройство, соответствующее первому варианту осуществления изобретения, применительно к системе компенсации упомянутых эхо-сигналов, показано на фиг. 2. В представленном устройстве входной сигнал x , формируемый приемопередатчиком 210, преобразуется в цифровой формат с помощью АЦП 252. Оцифрованный входной сигнал 240 подается на схему 200 компенсации эхо-сигналов, где из него берутся выборки каждым из следующих устройств: блоком вычисления взаимной корреляции 230 по методу наименьшей СКО, устройством определения сходимости 234, вторым фильтром 203 с конечным импульсным откликом и первым фильтром 201 с конечным импульсным откликом. Оцифрованный входной сигнал 240 затем преобразуется вновь в аналоговую форму с помощью ЦАП 245, усиливается усилителем 248 и затем выдается на громкоговоритель 209. Система с неизвестной характеристикой $H(z)$ принимает акустический входной сигнал от громкоговорителя 209. Микрофон 205 дискретизирует аудиосигналы от системы с неизвестной характеристикой $H(z)$ для формирования микрофонного сигнала 220. Микрофонный сигнал 220 в типовом случае усиливается усилителем 222 и затем преобразуется в цифровой формат с помощью АЦП 224 для формирования цифрового микрофонного сигнала 226. Аудиосигналы от системы с неизвестной характеристикой $H(z)$ (например, оцифрованный микрофонный сигнал 226) могут содержать как полезный сигнал (т.е. речевой сигнал пользователя), так и аудиосигнал от громкоговорителя 209.

Аудиосигнал громкоговорителя может приниматься микрофоном 205 и прослушиваться пользователем на дальнем конце канала связи как эхо-сигнал своего собственного голоса.

В примере осуществления изобретения по фиг. 2 схема компенсации 200 эхо-сигналов предусмотрена для удаления эхо-сигнала, обусловленного громкоговорителем 209. Схема компенсации 200 эхо-сигналов может быть выполнена в виде цифрового процессора сигналов или в виде схемы, состоящей из компонентов, обеспечивающих компенсацию эхо-сигналов, и устройства определения сходимости, выполненных на одной микросхеме. В возможном варианте осуществления первый и второй фильтры 201, 203 представляют собой фильтры с конечным импульсным откликом. Однако устройство, соответствующее изобретению, может, как вариант, включать в себя цифровые фильтры с бесконечным импульсным откликом или фильтры других типов, которые имеют коэффициенты, модифицируемые адаптивным образом.

Первый фильтр 201 формирует на выходе первый сигнал оценки 212 эхо-сигнала, который вычитается из оцифрованного микрофонного сигнала 226 в первом элементе суммирования 204 для формирования первого сигнала ошибки 225. Первый сигнал ошибки 225 подается на вход второго элемента суммирования 206, в котором вычитается второй сигнал оценки 214 эхо-сигнала с выхода второго фильтра 203 для формирования второго сигнала ошибки 207.

Для адаптивного изменения коэффициентов первого и второго фильтров 201, 203 блок вычисления взаимной корреляции 230 по методу наименьшей СКО берет выборки как второго сигнала ошибки 207, так и оцифрованного входного сигнала 240. Блок вычисления взаимной корреляции 230 по методу наименьшей СКО формирует сигнал информации обновления 232, используемый для обновления значений коэффициентов второго фильтра 203.

Коэффициенты второго фильтра 230 периодически обновляются блоком вычисления взаимной корреляции 203 по методу наименьшей СКО. Спустя продолжительный период, коэффициенты первого фильтра 201 обновляются коэффициентами второго фильтра 203, после чего коэффициенты второго фильтра 203 сбрасываются. Обновление коэффициентов первого фильтра может выполняться путем суммирования коэффициентов второго фильтра 203 с коэффициентами первого фильтра 201. Это может быть представлено следующим уравнением:

$$h_{i,1} = h_{i,1} + h_{i,2}, \quad i=0, \dots, m-1 \quad (4)$$

где $h_{i,1}$ и $h_{i,2}$ - i -ые коэффициенты первого и второго фильтров 201 и 203 соответственно, m - число коэффициентов для каждого из фильтров 201 и 203.

После такого обновления коэффициенты второго фильтра 203 в предпочтительном варианте осуществления устанавливаются в нуль (см. уравнение (5)), обеспечивая тем самым возобновления накопления во втором фильтре значений обновления по методу СКО на следующем периоде:

$$h_{i,2}, \quad i=0, \dots, m-1 \quad (5)$$

Характеристики отклика фильтра

поддерживаются, частично, в связи с операцией сброса. Это означает, что коэффициенты второго фильтра 203 после сброса воспринимают дополнительные обновления 232 с блока вычисления взаимной корреляции 203 по методу наименьшей СКО с наименьшим риском переполнения. Более того, после обновления коэффициентов первого фильтра 203 фильтрующее свойство, которое обеспечивалось комбинацией первого и второго фильтров 201 и 203, реализуется полностью первым фильтром 201, так что качество фильтрации также сохраняется.

Устройство определения сходимости 234 формирует сигналы индикации сходимости 236 и 254 на основе коэффициентов, полученных от второго фильтра 203 и выборок опорного входного сигнала в форме оцифрованного входного сигнала 240. В рассматриваемом примере применения изобретения сигналы 236 и 254 индикатора сходимости подаются на мультиплексор 250 и на устройство подавления 208 остаточного эхо-сигнала соответственно. Сигнал 236 индикатора сходимости подается на порт управления мультиплексора 250. В зависимости от значения, поданного на порт управления, мультиплексор 250 выдает либо первый сигнал ошибки 255 (вход 1) или второй сигнал ошибки 207 (вход 2) для выдачи на устройство подавления 208 остаточного эхо-сигнала. Обращение к устройству подавления 208 остаточного эхо-сигнала управляется сигналом 254 индикатора сходимости. Подавление остаточного эхо-сигнала может вводиться или отменяться постепенно на основе степени сходимости, указанной сигналом 254 индикатора сходимости. Процедура подавления остаточного эхо-сигнала в типовом случае вызывается на первоначальных этапах работы, когда фильтры адаптируются к отклику эхо-сигнала. В процессе устойчивой работы устройство подавления 208 остаточного эхо-сигнала управляется так, чтобы оно пропускало сигнал с входа на выход неизменным. Сигнал, поданный с выхода устройства подавления 208 остаточного эхо-сигнала, преобразуется затем с помощью ЦАП 235 в аналоговую форму и подается на приемопередатчик 210.

Контроллер 260 управляет работой схемы компенсации 200 эхо-сигналов. Контроллер 260 может быть выполнен в виде управляющих схем на плате или внешних по отношению к плате или с помощью программных средств управления. В любом из этих вариантов контроллер 260 управляет схемой компенсации 260 эхо-сигнала путем управления передачей информации, синхросигналов, вычисления сходимости и функций ввода/вывода, как представлено в настоящем описании. Специалисты в данной области техники могут без труда осуществить и использовать соответствующий контроллер 260 на основе сведений, содержащихся в настоящем описании.

Способ функционирования устройства, представленного на фиг.2, соответствующего изобретению, поясняется с помощью блок-схемы последовательности операций, показанной на фиг.4. Сигналы управления, необходимые для работы устройства, как описано ниже, обеспечиваются контроллером 260. В примере осуществления, описанном

ниже, определение сходимости осуществляется один раз в секунду. Период определения сходимости длительностью в одну секунду состоит из 8000 циклов выборок. Частота дискретизации для схемы компенсации 200 эхо-сигналов равна 8000 выборок в секунду. Для каждого из циклов выборок с 1 до 8000 осуществляются операции, соответствующие этапам, представленным на блок-схеме блоками 410-455, включая обновление коэффициентов второго фильтра 203. В течение последнего цикла выборки интервала определения сходимости (т. е. после завершения 8000-го цикла выборки) могут осуществляться этапы, соответствующие блокам 460-490, показанные на блок-схеме по фиг.4.

Новый период определения сходимости начинается на этапе 405 путем сброса счетчика циклов выборок, т. е. установления отсчета i в нуль. Для каждого цикла выборки отсчет счетчика i числа циклов получает приращение на единицу (этап 410). Выборки оцифрованного входного сигнала 240 берутся (блок 415) каждым из следующих средств: блоком вычисления взаимной корреляции 230 по методу наименьшей СКО, устройством определения сходимости 234, вторым фильтром 203 и первым фильтром 201. Оцифрованный входной сигнал 240 затем снова преобразуется в аналоговую форму с помощью ЦАП 246, усиливается усилителем 248 и подается на громкоговоритель 209 (блок 420) для формирования аудиосигнала в системе с неизвестной характеристикой $H(z)$.

Микрофон 205 берет выборки сигнала системы с неизвестной характеристикой $H(z)$, как показано блоком 425. Сигнал соответствующим образом усиливается и преобразуется для формирования оцифрованного микрофонного сигнала 226. На этапе 430 первый сигнал оценки 212 эхо-сигнала вычитается из оцифрованного микрофонного сигнала 226 для формирования первого сигнала ошибки 255. На этапе 435 второй сигнал оценки 214 эхо-сигнала вычитается из первого сигнала ошибки 255 для формирования второго сигнала ошибки 207. На этапе 440 осуществляется взятие выборок второго сигнала ошибки 207 блоком вычисления взаимной корреляции 230 по методу наименьшей СКО. На этапе 445 блок вычисления взаимной корреляции 230 по методу наименьшей СКО выдает информацию 232 на второй фильтр 203 для обновления коэффициентов второго фильтра 203. Одновременно с взятием выборок блоком вычисления взаимной корреляции 230 второй сигнал ошибки 207 подается на мультиплексор 250 для подачи на выход (этап 450).

После каждого цикла выборки отсчет i счетчика циклов выборки проверяется (этап 455) для определения того, завершился ли период взятия выборок (т.е. осуществлена ли обработка 800 циклов выборок). Если 8000 циклов выборок не завершены, то процедура взятия выборок продолжается, при этом в блоке 410 отсчет i счетчика получает приращение. Однако, если обработка 8000 циклов выборок (т. е. $i = 8000$) завершена, то осуществляется определение степени сходимости (этап 460). Способы такого определения более подробно описаны ниже.

Если степень сходимости улучшилась для последнего определения (блок принятия

решения 465), то коэффициенты второго фильтра 203 добавляются к коэффициентам первого фильтра 201 (этап 470), после чего коэффициенты второго фильтра 203 сбрасываются (этап 475). Если степень сходимости не улучшилась для последнего определения в блоке принятия решения 465, то коэффициенты второго фильтра 203 сбрасываются без обновления коэффициентов первого фильтра 201.

Затем состояние сходимости анализируется для определения того, осуществлена ли сходимость устройства (блок принятия решения 480). Если сходимость указывается как недостаточная или достигнутая степень сходимости требует дополнительной обработки, то может быть осуществлено обращение к процедуре подавления остаточных эхо-сигналов или она может быть усилена (этап 490). Если сходимость указывается как достаточная или достигнутая степень сходимости не требует дополнительной обработки, то процедура подавления остаточных эхо-сигналов может быть отменена или степень ее применения снижена (этап 485). В любом случае начинается новый период обработки на этапе 405.

В другом варианте осуществления изобретения может быть предусмотрена выдача лучшего из сигналов ошибки - первого 255 или второго 207 в случаях, когда процедура нахождения наименьшей СКО ошибочно выдает информацию обновления, которая вызывает незначительную сходимость в устройстве. Одна из таких ситуаций может иметь место в случае так называемого "удвоения речевого сигнала", когда обе стороны, участвующие в телефонном разговоре, говорят одновременно. В этом случае вычисление взаимной корреляции по методу наименьшей СКО может сформировать временные ошибочные значения в процедуре вычисления взаимной корреляции, что приводит в результате к получению информации обновления по методу наименьшей СКО, которая может вызвать расходимость для выборки, а не сходимость. Это создает проблемы, особенно в случаях схождения голосов обоих участников телефонного разговора. Такие ошибки могут вызвать расходимость в процессе адаптации в направлении к ошибочному значению корреляции для конкретной выборки. Расходимость процедуры адаптации может быть обнаружена с использованием детектора удвоения речевого сигнала или путем выполнения промежуточной проверки сходимости или проверок в течение периода определения сходимости.

Согласно фиг. 2 в случае ситуации удвоения речевого сигнала или других случаев ошибочных значений взаимной корреляции может оказаться более выгодным выбрать первый сигнал ошибки 255 вместо второго сигнала ошибки 207 для выдачи на приемопередатчик 210 для цикла выборки, в котором информация обновления могла бы привести к расходимости операции фильтра. Выходной сигнал 232 блока вычисления взаимной корреляции по методу наименьшей СКО, отражающий некоторую расходимость вследствие, например, ситуации удвоения речевого сигнала, указывает, что коэффициенты второго фильтра 203 приведут

к ухудшению, а не улучшат состояние сходимости. Следовательно, второй сигнал оценки 214 эхо-сигнала после его вычитания из первого сигнала ошибки 255 приведет к получению второго сигнала ошибки 207, менее эффективного, чем первый сигнал ошибки 255, для компенсации эхо-сигнала. Поэтому может оказаться желательным в таких ситуациях подать на выход первый сигнал ошибки 255.

Способ, соответствующий одному из аспектов изобретения, позволяющий смягчить отрицательные эффекты ситуации, в которой такие условия, как удвоение речевого сигнала, вызывают расходимость адаптации для некоторой части периода взятия выборок, иллюстрируется на блок-схеме последовательности операций, представленной на фиг.5. Процедура, представленная на фиг.5, похожа на процедуру, иллюстрируемую с помощью фиг.4, однако в данном случае сходимость проверяется на каждом цикле выборки, чтобы определить целесообразность выдачи на выход устройства первого сигнала ошибки 255 вместо второго сигнала ошибки 207. Очевидно, что проверка сходимости может осуществляться менее часто, чтобы обнаружить выборки, приводящие к расходимости.

В соответствии с фиг.5 новый период определения начинается на этапе 505 путем сброса счетчика отсчетов i циклов выборок в нуль. Для каждого цикла выборки отсчет i счетчика числа выборок получает приращение на единицу (этап 510). В соответствии с рассматриваемым примером осуществления отсчет i счетчика циклов выборок проверяется в блоке принятия решения 515 для определения того, не выполнена ли обработка 8000 циклов выборок. Если обработка 8000 циклов выборок не завершена, то блок вычисления взаимной корреляции 230, второй фильтр 203 и первый фильтр 201 берут выборки оцифрованного входного сигнала 240. Оцифрованный входной сигнал затем преобразуется вновь в аналоговую форму, усиливается и выдается на громкоговоритель 209. Выборки акустического сигнала, генерируемого громкоговорителем 240, затем берутся микрофоном 205 аналогично тому, как было описано выше для фиг.4.

Первый и второй сигналы оценки 212 и 214 эхо-сигнала формируются и выдаются на выход соответственно фильтрами 201 и 203 (на этапе 525). Из этих сигналов формируются первый и второй сигналы ошибок 255 и 207, как описано выше. На этапе 530 второй фильтр 203 обновляется с использованием выходного сигнала 232 с блока вычисления взаимной корреляции, а устройство определения сходимости 234 выполняет промежуточную проверку.

Определение того, произошла ли расходимость процедуры адаптации, осуществляется в блоке принятия решения 535. Если расходимость не установлена, то устройство определения сходимости 234 выдает сигнал управления 236 на вход 2 мультимплексора 250, чтобы выбрать второй сигнал ошибки 207 для подачи на блок подавления 208 остаточного эхо-сигнала. Если установлена расходимость, то устройство определения сходимости 234 выбирает первый сигнал ошибки 255 для выдачи с выхода мультимплексора 250. Цикл выборки

затем переходит к следующей выборке, и отсчет i счетчика получает соответствующее приращение (этап 510).

Если на этапе 515 определено, что отсчет i счетчика выборок равен 8000, то на этапе 550 осуществляется определение сходимости для периода определения сходимости. Определение сходимости выполняется в соответствии с тем, как было описано выше для процедуры по фиг.4. Однако в соответствии с еще одним аспектом изобретения процедура подавления остаточного эхо-сигнала может быть использована в той степени, в какой это соответствует степени адаптации, имеющей место для данного периода определения сходимости (этап 570). Например, устройство 208 подавления остаточных эхо-сигналов может управляться для обеспечения постепенно снижающейся величины подавления остаточного эхо-сигнала, по мере того как осуществляется сходимость фильтра. В соответствии с данным вариантом осуществления значение сходимости может сравниваться с предварительно определенными значениями сходимости, чтобы постепенно вводить подавление остаточных эхо-сигналов шагами соответственно установленной величины. Как вариант значение сходимости может использоваться для обеспечения степени подавления остаточных эхо-сигналов, которая изменяется непрерывно соответственно значению сходимости.

В альтернативном варианте может быть использована система детектирования удвоения речевого сигнала (не показана), в которой индикация возникновения удвоения речевого сигнала может привести в результате к выбору для выдачи на выходе первого сигнала ошибки 255 вместо использования второго сигнала ошибки 207. Обнаружение удвоения речевого сигнала может быть использовано для предотвращения обновления коэффициентов второго фильтра 203 с использованием информации обновления с блока вычисления взаимной корреляции по методу наименьшей СКО. Частота возникновения удвоения речевого сигнала на данном периоде определения сходимости может контролироваться и использоваться для управления переносом информации о коэффициентах от второго фильтра 203 к первому фильтру 201. Если удвоение речевого сигнала имеет место в ограниченной степени на периоде определения сходимости, то коэффициенты второго фильтра 203 могут переноситься в целостном виде или в несколько масштабированной форме (т. е. путем умножения коэффициентов второго фильтра на коэффициент масштабирования). Такой коэффициент масштабирования может быть соответствующим образом подстроен в зависимости от степени обнаруженного удвоения речевого сигнала для конкретного периода определения сходимости. Например, индикация избыточной степени удвоения речевого сигнала может привести к значительному снижению значения переносимых коэффициентов или к полному отказу от переноса коэффициентов.

Следует иметь в виду, что выбор более высокого значения параметра коэффициента обновления μ , приводит к более высокой

скорости адаптации. Однако он может также привести к более значительной расходимости в случае получения ошибочных значений взаимной корреляции. Следовательно, может оказаться весьма полезным осуществление промежуточной проверки сходимости, как описано выше, чтобы иметь возможность отбросить корреляционную информацию обновления, полученную для выборки, вызывающей расходимость. Так, для применений, характеризующихся высокой степенью удвоения речевого сигнала, может оказаться полезным обеспечение соответствующего детектора или промежуточной проверки сходимости.

В предпочтительных вариантах осуществления определение сходимости на этапах 460, 530 или 550 выполняется для каждого предварительно определенного временного интервала путем деления энергии, уровня или значения мощности (далее все эти варианты условно обозначаются аббревиатурой ЭУМ) для коэффициентов второго фильтра 203 на накопленное значение ЭУМ оцифрованного входного сигнала 240. Значения коэффициентов представляют накопление регулировок адаптации для заданного периода. Это обусловлено тем фактом, что коэффициенты с учетом обновления за упомянутый период представляют усредненную степень адаптации, обеспечиваемой блоком вычисления взаимной корреляции 230 по методу наименьшей СКО. Каждый индивидуальный сигнал 232 обновления корреляционной информации наименьшей СКО, приходящийся на цикл выборки, представляет малое значение приращения. Это значение может быть положительным или отрицательным. Следовательно, коэффициенты представляют сумму всех обновлений корреляционной информации наименьшей СКО для заданного периода и реально обеспечивают среднее значение адаптации для данного периода.

Если определение сходимости выполняется для формирования значения сходимости, указывающего степень сходимости, величина адаптации нормируется опорным значением, определяемым оцифрованным входным сигналом 240, накопленным за период. Нормировка, осуществляемая таким образом, позволяет получить относительную оценку сходимости для данного периода. Например, если имеет место низкая активность (например, разговора между пользователями) для конкретного периода, то оцифрованный входной сигнал 240 и преобразованный в цифровую форму микрофонный сигнал 226 могут быть относительно малыми. Следовательно, малая величина соответствующей активности процедуры адаптации в схеме приведет к низкому значению ЭУМ для коэффициентов второго фильтра. Это низкое значение ЭУМ нормируется низким значением ЭУМ оцифрованного входного сигнала 240, так что значение сходимости, формируемое устройством определения сходимости 234, не будет давать ложную индикацию состояния сходимости устройства.

Вычисление энергии коэффициентов определяется уравнением (6), как показано ниже:

$$\text{Энергия коэффициентов} = \sum_{i=0}^{m-1} h_i^2, \quad (6)$$

где m - число коэффициентов каждого из упомянутых первого и второго фильтров 201,203.

Вычисление уровня для коэффициентов осуществляется в соответствии со следующим выражением:

$$\text{Уровень коэффициентов} = \sum_{i=0}^{m-1} |h_i|. \quad (7)$$

Вычисление мощности для коэффициентов осуществляется путем деления значения энергии на число коэффициентов.

Накопленные значения для периода, представляющие энергию, мощность или уровень оцифрованного входного сигнала 240, могут быть вычислены в соответствии со следующим соотношением:

$$\begin{aligned} \text{Энергия оцифров. вход. сигнала 240} &= \\ &= \sum_{j=0}^{k-1} \langle x(j) \rangle^2, \quad (8) \end{aligned}$$

где $x(j)$ - j -ый оцифрованный входной сигнал,

k - число выборок за период.

$$\begin{aligned} \text{Уровень оцифров. вход. сигнала 240} &= \\ &= \sum_{j=0}^{k-1} |x(j)|, \quad (9) \end{aligned}$$

Вычисление мощности оцифрованного входного сигнала 240 выполняется путем деления значения энергии оцифрованного входного сигнала 240 на количество выборок за период.

В альтернативном варианте осуществления накопленные значения оцифрованного входного сигнала могут вычисляться в виде скользящей усредненной величины. Данный метод может быть предпочтительным, поскольку менее сложен для реализации.

В случае, когда располагаемые аппаратные средства не обеспечивают эффективных вычислений значения ЭУМ полной точности, как описано выше, то значения коэффициентов и оцифрованного входного сигнала могут масштабироваться как линейно, так и логарифмически, перед их использованием в вычислениях. Например, если аппаратные средства обработки недостаточно эффективны для вычисления значений, которые превышают 16 битов в длину, то значения коэффициентов и оцифрованного входного сигнала могут масштабироваться (например, путем усечения и округления), так чтобы гарантировать, что соответствующие вычисленные значения ЭУМ будут представлены 16 битами.

Соответствующее значение сходимости может быть получено путем сравнения любого типа значения ЭУМ (т.е. энергии, уровня или мощности) для коэффициентов второго фильтра 203 с любым типом значения ЭУМ, накопленного для оцифрованного входного сигнала 240, если выбранные типы являются согласованными (непротиворечивыми) между периодами определения сходимости. Таким образом, значение мощности для коэффициента может быть разделено на

значение энергии входного сигнала для определения значения сходимости, если таким путем можно определить значение сходимости непротиворечивым образом.

Следует отметить, что значение сходимости должно вычисляться, только если накопление ЭУМ оцифрованного входного сигнала 240 является достаточным (т.е. накопление входного сигнала превышает нулевое значение). Если значение входного сигнала, накопленное за период определения сходимости, равно нулю или близко к нулю, то адаптация невозможна. В этом случае сходимость не может быть измерена, так что предыдущий выбор выхода мультимплексора и степень подавления остаточного эхо-сигнала должны быть оставлены неизменными.

В соответствии с еще одним аспектом изобретения значение сходимости может быть использовано для управления применением дополнительной обработки сигнала, такой как подавление остаточного эхо-сигнала. Значение сходимости также может быть использовано для управления параметрами адаптации (например, коэффициента обновления μ). Низкое значение сходимости может показывать, что фильтр находится в состоянии сходимости или близок к достижению этого состояния. Более высокое значение может указывать на то, что требуется продолжение адаптации или применение дополнительной обработки.

В варианте осуществления, представленном на фиг.2, выходной сигнал 236 с устройства определения сходимости 234 может быть использован для управления мультимплексором 250 в целях селективной выдачи либо первого сигнала ошибки 255, либо второго сигнала ошибки 207 на устройство подавления 208 остаточного эхо-сигнала для осуществления дополнительной обработки эхо-сигнала. Обычно второй сигнал ошибки несколько лучше, чем первый сигнал ошибки 255, ввиду дополнительного вычитания сигнала оценки 214 эхо-сигнала. Однако коэффициенты второго фильтра 203 могут случайным образом быть обновлены для периода определения сходимости с использованием информации обновления 232, которая приведет к худшему состоянию сходимости для данного периода по сравнению с предыдущим периодом. Если это случается, то лучше отбросить коэффициенты (т.е. осуществить их сброс) без передачи их в первый фильтр 201 (см. блок принятия решения 465 на фиг.4) и затем использовать первый сигнал ошибки 255 для выдачи на выход устройства, как пояснено выше со ссылками на фиг. 5.

В процессе функционирования второй фильтр 203 реально действует как память для хранения информации обновления 232 с выхода блока вычисления взаимной корреляции 232 по методу наименьшей СКО в течение периода определения сходимости. После накопления информации на периоде определения сходимости коэффициенты второго фильтра в действительности содержат среднее значение степени адаптации для периода определения сходимости.

Это является следствием итеративной природы информации обновления 232 с приращениями с выхода блока вычисления

взаимной корреляции 230 по методу наименьшей СКО, что представляет собой попытку минимизировать энергию составляющей эхо-сигналов во втором сигнале ошибки 207. После того как значения коэффициентов поданы на устройство определения сходимости 234, они объединяются с коэффициентами в первом фильтре 201, так что коэффициенты первого фильтра 201 представляют накопленное состояние адаптации, имевшей место до этого момента. Первый фильтр 201 после обновления своих коэффициентов удаляет составляющую эхо-сигнала, ранее исключенную вторым сигналом оценки 214 эхо-сигнала в дополнение к составляющей эхо-сигнала, ранее исключенной первым сигналом оценки 212 эхо-сигнала. Для того чтобы избежать дублирования этой операции, коэффициенты второго фильтра 203 сбрасываются.

Во втором варианте осуществления, иллюстрируемом на фиг.3, изобретение реализуется с использованием одного фильтра 301, причем накопитель 303 используется для накопления информации адаптации в течение периода определения сходимости. Устройство, изображенное на фиг.3, сходно с показанным на фиг.2 и работает аналогичным образом. Однако оно отличается тем, что информация обновления 332 с блока вычисления взаимной корреляции по методу наименьшей СКО для данного периода определения сходимости накапливается в памяти, например в накопителе 303. Кроме того, коэффициенты накапливаются только в одном фильтре 301. Когда проверяется состояние сходимости, накопленная информация, запомненная в накопителе 303, подается на устройство определения сходимости 334 для осуществления соответствующих вычислений, как описано выше. Накопитель 303 затем очищается для приема информации обновления 332 с блока вычисления взаимной корреляции по методу наименьшей СКО для следующего периода определения сходимости. В данном варианте один фильтр 301 периодически принимает и накапливает информации обновления 332 с блока вычисления взаимной корреляции по методу наименьшей СКО. Память 303 может быть введена в состав устройства определения сходимости 334.

Изобретение было описано со ссылками на конкретные варианты осуществления. Однако специалистам в данной области техники должно быть ясно, что можно осуществлять изобретение в различных других формах, иных, чем рассмотренные в качестве предпочтительных вариантов осуществления. Например, вся процедура фильтрации может быть осуществлена с использованием алгоритма, реализуемого универсальным компьютером или с помощью аппаратных средств, реализующих обработку, соответствующую прикладной задаче. Это может быть сделано без изменения сущности изобретения.

Пример осуществления изобретения был описан в контексте обеспечения компенсации эхо-сигналов. Однако специалистам в данной области техники должно быть ясно, что устройство или способ, соответствующие изобретению, могут быть использованы в

любой ситуации, когда желательно определить степень сходимости фильтровой конфигурации или соответствующей прикладной задачи. Прикладные задачи, требующие использования фильтровых конфигураций, характеризуются алгоритмами сходимости, особенно подходят для применения настоящего изобретения. Прикладные задачи в различных областях техники, которые используют обработку сигналов, также пригодны для применения настоящего изобретения. К ним относятся (без каких-либо ограничений) прикладные задачи обработки сигналов в аудиосистемах с высоким качеством звучания, в системах связи, системах тестирования и системах управления.

Предпочтительные варианты осуществления изобретения приведены лишь в качестве иллюстрации и не должны рассматриваться как ограничивающие изобретение. Объем изобретения определяется пунктами формулы изобретения, но не вышеизложенным описанием, и все возможные варианты и эквиваленты, которые попадают в пределы пунктов формулы изобретения, должны считаться входящими в объем изобретения.

Формула изобретения:

1. Устройство адаптивной фильтрации, содержащее средство для формирования сигнала информации обновления на основе вычисления взаимной корреляции по методу наименьшей среднеквадратичной ошибки, первый адаптивный фильтр, который, по меньшей мере частично, реализует операцию фильтрации устройства адаптивной фильтрации, второй адаптивный фильтр, содержащий средство накопления, который, по меньшей мере частично, реализует операцию фильтрации устройства адаптивной фильтрации и накопление сигнала информации обновления в течение предварительно определенного периода времени, причем сигнал информации обновления содержит коэффициенты для второго адаптивного фильтра, средство для переноса накопленных коэффициентов из второго адаптивного фильтра в первый адаптивный фильтр и средство для формирования из накопленного сигнала информации обновления сигнала, который указывает на степень адаптации устройства адаптивной фильтрации.

2. Устройство адаптивной фильтрации по п. 1, отличающееся тем, что упомянутое средство для формирования сигнала, указывающее на степень адаптации, содержит средство для генерирования сигнала на основе сравнения накопленного сигнала информации обновления с опорным значением сигнала.

3. Устройство адаптивной фильтрации по п. 2, отличающееся тем, что является адаптивным фильтром компенсации эхо-сигнала, а опорное значение сигнала получено из формируемого приемопередатчиком входного сигнала, поданного на адаптивный фильтр компенсации эхо-сигнала.

4. Устройство адаптивной фильтрации по п. 2, отличающееся тем, что средство накопления представляет собой адаптивный фильтр, который, по меньшей мере, частично реализует операцию фильтрации устройства

адаптивной фильтрации.

5. Устройство адаптивной фильтрации по п. 1, отличающееся тем, что средство накопления содержит устройство памяти и средство для суммирования информации обновления со значением, хранящимся в устройстве памяти.

6. Устройство адаптивной фильтрации по п. 2, отличающееся тем, что дополнительно содержит средство для сброса средства накопления спустя предварительно определенный период времени.

7. Устройство адаптивной фильтрации по п. 4, отличающееся тем, что сигнал информации обновления включает в себя значения обновления для фильтровых коэффициентов устройства адаптивной фильтрации и опорное значение сигнала является суммой, представляющей значение сигналов, поданных на вход устройства адаптивной фильтрации.

8. Устройство адаптивной фильтрации по п. 7, отличающееся тем, что устройство адаптивной фильтрации генерирует сигнал коррекции, основанный на формируемом приемопередатчиком сигнале первой системы и на сигнале обновления коэффициентов, при этом сигнал коррекции суммируется с сигналом с выхода второй системы, принимающей акустический входной сигнал от громкоговорителя, для подачи на первую систему, опорное значение сигнала является суммой, представляющей значение сигналов, подаваемых на вход устройства адаптивной фильтрации с первой системы, при этом устройство адаптивной фильтрации дополнительно содержит средство для обеспечения обработки сигнала, выдаваемого в первую систему, причем указанная обработка сигнала обеспечивается на основе сравнения накопленного сигнала информации обновления с опорным значением сигнала.

9. Устройство адаптивной фильтрации по п. 8, отличающееся тем, что средство формирования сигнала обеспечивает сравнение путем деления накопленного сигнала информации обновления на опорное значение сигнала.

10. Устройство адаптивной фильтрации по п. 1, отличающееся тем, что средство формирования сигнала периодически определяет состояние сходимости путем сравнения накопленного значения сигналов обновлений коэффициентов, обеспеченных для второго адаптивного фильтра в течение предварительно определенного периода времени, с нормированным значением сигнала для того же самого предварительно определенного периода времени.

11. Устройство адаптивной фильтрации по п. 1, отличающееся тем, что содержит средство дополнительной обработки сигнала для управления подавлением остаточного эхо-сигнала на основе сигнала, указывающего на адаптацию устройства адаптивной фильтрации.

12. Устройство адаптивной фильтрации по п. 1, отличающееся тем, что содержит средство дополнительной обработки сигнала для управления параметрами адаптации на основе сигнала, указывающего на адаптацию устройства адаптивной фильтрации.

13. Способ адаптивной фильтрации, включающий формирование сигнала информации обновления, накопление сигнала

информации обновления в течение предварительно определенного периода времени с использованием второго адаптивного фильтра, который по меньшей мере частично реализует операцию фильтрации устройства адаптивной фильтрации, причем сигнал информации обновления содержит коэффициенты для второго адаптивного фильтра, перенос накопленных коэффициентов из второго адаптивного фильтра в первый адаптивный фильтр, который также, по меньшей мере частично, реализует операцию фильтрации устройства адаптивной фильтрации, формирование первого сигнала, указывающего степень адаптации устройства адаптивной фильтрации, из сигнала накопленной информации обновления.

14. Способ по п. 13, отличающийся тем, что сигнал информации обновления включает в себя коэффициенты для устройства адаптивной фильтрации.

15. Способ по п. 13, отличающийся тем, что формирование первого сигнала включает сравнение накопленного сигнала информации обновления с опорным значением сигнала.

16. Способ по п. 15, отличающийся тем, что опорное значение сигнала получают из второго сигнала, подаваемого на устройство адаптивной фильтрации.

17. Способ по п. 13, отличающийся тем, что этап накопления включает использование первого адаптивного фильтра для выполнения, по меньшей мере частично, операции фильтрации устройства адаптивной фильтрации.

18. Способ по п. 13, отличающийся тем, что этап накопления включает хранение накопленной информации обновления в устройстве памяти.

19. Способ по п. 13, отличающийся тем, что дополнительно включает этап сброса сигнала информации обновления спустя предварительно определенный период времени.

20. Способ по п. 13, отличающийся тем, что дополнительно включает этап использования первого сигнала для управления обработкой второго сигнала.

21. Способ по п. 13, отличающийся тем, что накопленный сигнал информации обновления образует первую сумму, этап формирования первого сигнала, указывающего степень адаптации устройства адаптивной фильтрации, из сигнала накопленной информации обновления включает этапы накопления второй суммы, которая представляет собой значение входных сигналов системы для предварительно определенного периода времени, и сравнения первой суммы с второй суммой для формирования сигнала значения сходимости, указывающего степень сходимости устройства адаптивной фильтрации.

22. Способ по п. 21, отличающийся тем, что дополнительно включает этап использования сигнала значения сходимости для управления степенью обработки сигнала такой, как подавление остаточного эхо-сигнала, для сигнала системы, генерируемого устройством адаптивной фильтрации.

23. Способ по п. 22, отличающийся тем, что этап использования сигнала значения

сходимости для управления степенью обработки сигнала включает отмену обработки сигнала.

24. Способ по п. 22, отличающийся тем, что устройство адаптивной фильтрации включает в себя первый и второй фильтры, при этом способ дополнительно включает этап суммирования коэффициентов второго фильтра с коэффициентами первого фильтра спустя предварительно определенный период времени.

25. Способ по п. 24, отличающийся тем,

что дополнительно включает этап сброса коэффициентов первого фильтра спустя предварительно определенный период времени.

26. Способ по п. 21, отличающийся тем, что обработку первого сигнала, принимаемого устройством адаптивной фильтрации, осуществляют, если сигнал значения сходимости указывает, что устройство адаптивной фильтрации не достигло состояния сходимости выше предварительно определенной степени.

15

20

25

30

35

40

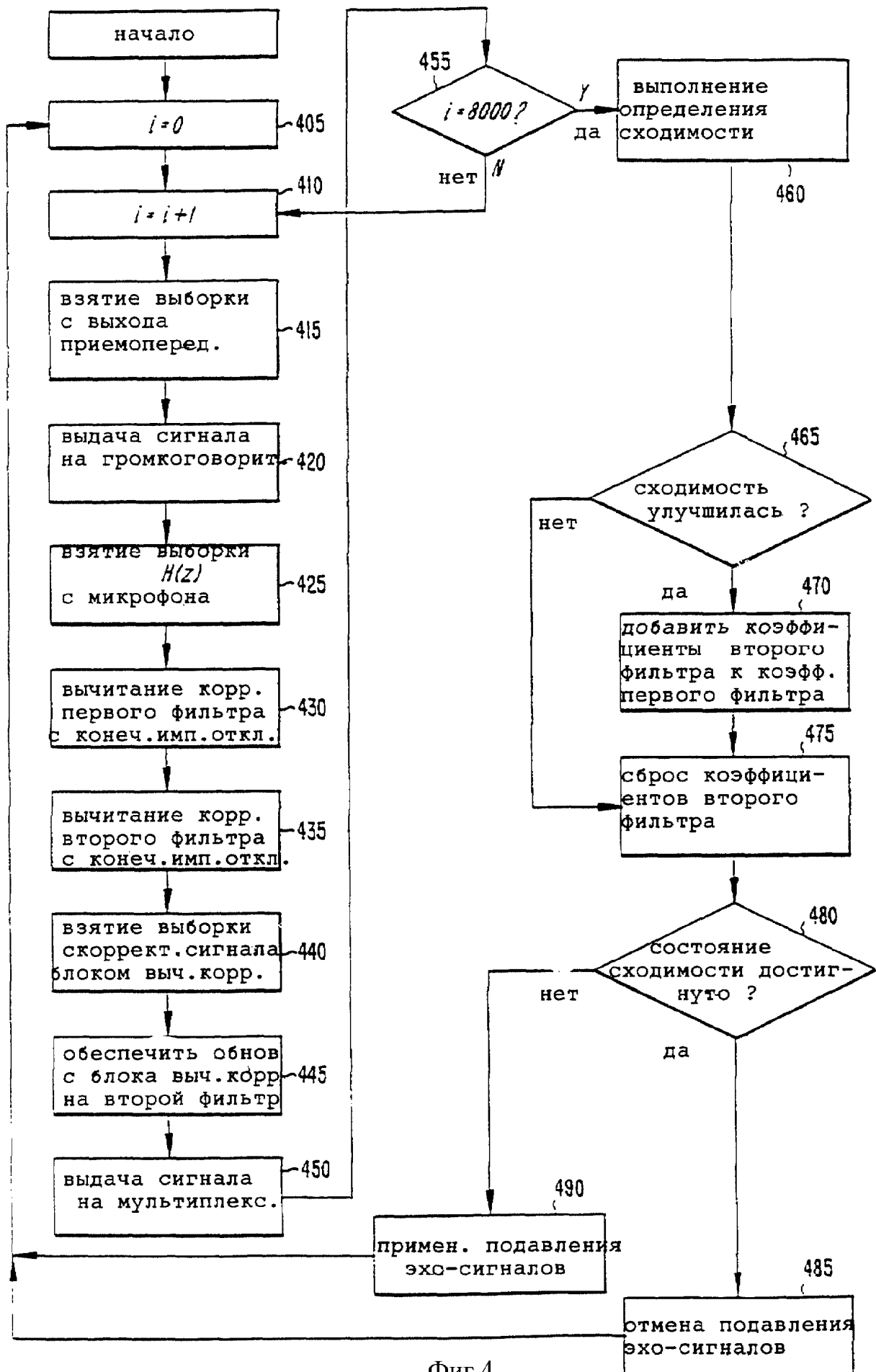
45

50

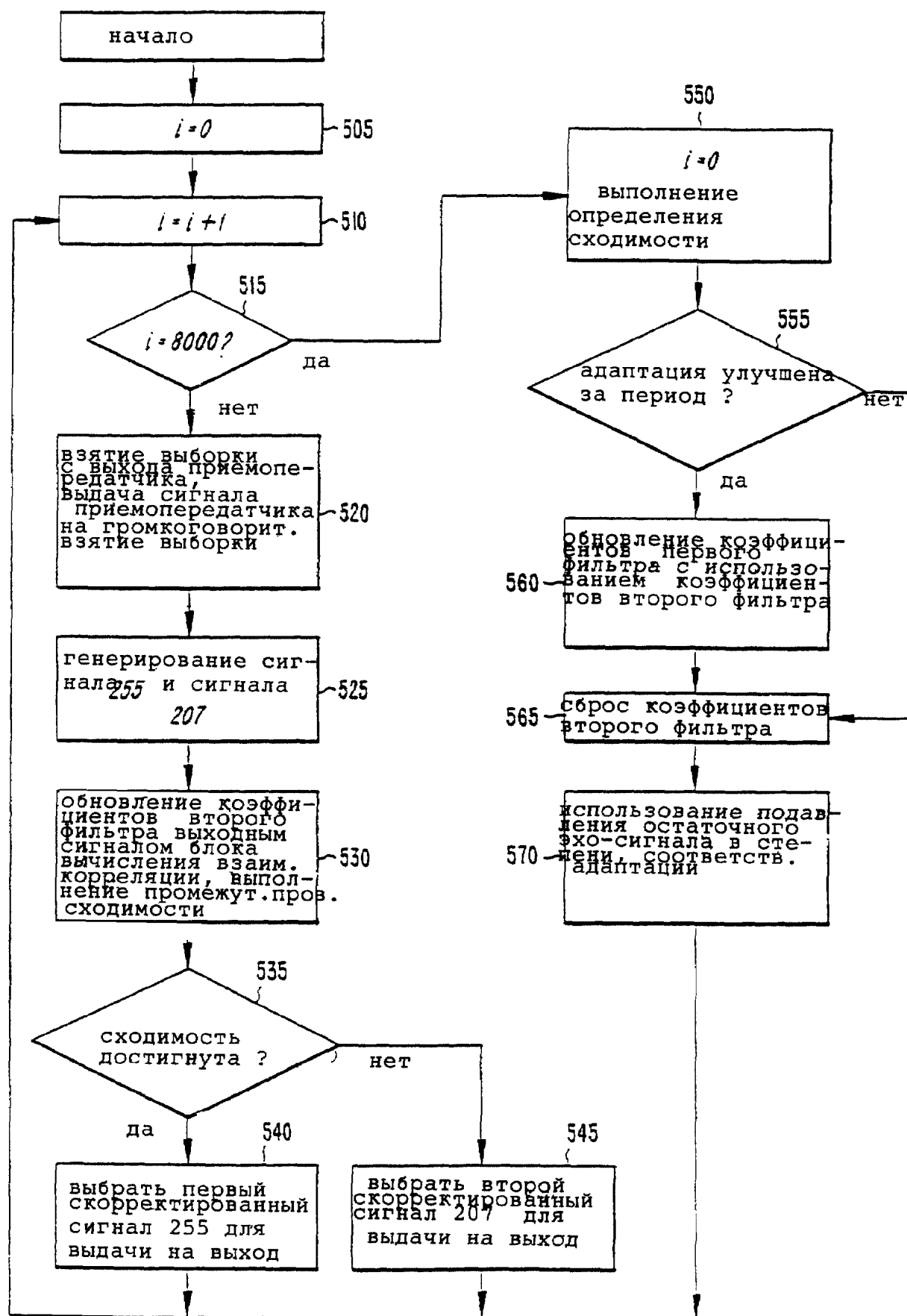
55

60





Фиг.4



Фиг.5