



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК

G10L 21/038 (2006.01); G10L 19/02 (2006.01); G10L 19/087 (2006.01); G10L 19/0208 (2006.01); G10L 21/0216 (2006.01)

(21)(22) Заявка: 2016116044, 09.10.2014

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
09.10.2014

Дата регистрации:
12.11.2018

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:
11.10.2013 US 61/889,727;
08.10.2014 US 14/509,676

(43) Дата публикации заявки: 16.11.2017 Бюл. № 32

(45) Опубликовано: 12.11.2018 Бюл. № 32

(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на
национальной фазе: 11.05.2016

(86) Заявка РСТ:
US 2014/059901 (09.10.2014)

(87) Публикация заявки РСТ:
WO 2015/054492 (16.04.2015)

Адрес для переписки:
129090, Москва, ул. Б.Спасская, 25, строение 3,
ООО "Юридическая фирма Городисский и
Партнеры"

(72) Автор(ы):

АТТИ Венкатраман С. (US),
КРИШНАН Венкатеш (US)

(73) Патентообладатель(и):

КВЭЛКОММ ИНКОРПОРЕЙТЕД (US)

(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: RU 2331933 C2, 20.08.2008. RU
2483364 C2, 27.05.2013. WO 2013/147668 A1,
03.10.2013. WO 2013/066238 A2, 10.05.2013. US
2007/0088558 A1, 19.04.2007.

(54) ОЦЕНКА КОЭФФИЦИЕНТОВ СВЕДЕНИЯ ДЛЯ ТОГО, ЧТОБЫ ФОРМИРОВАТЬ СИГНАЛ
ВОЗБУЖДЕНИЯ В ПОЛОСЕ ВЫСОКИХ ЧАСТОТ

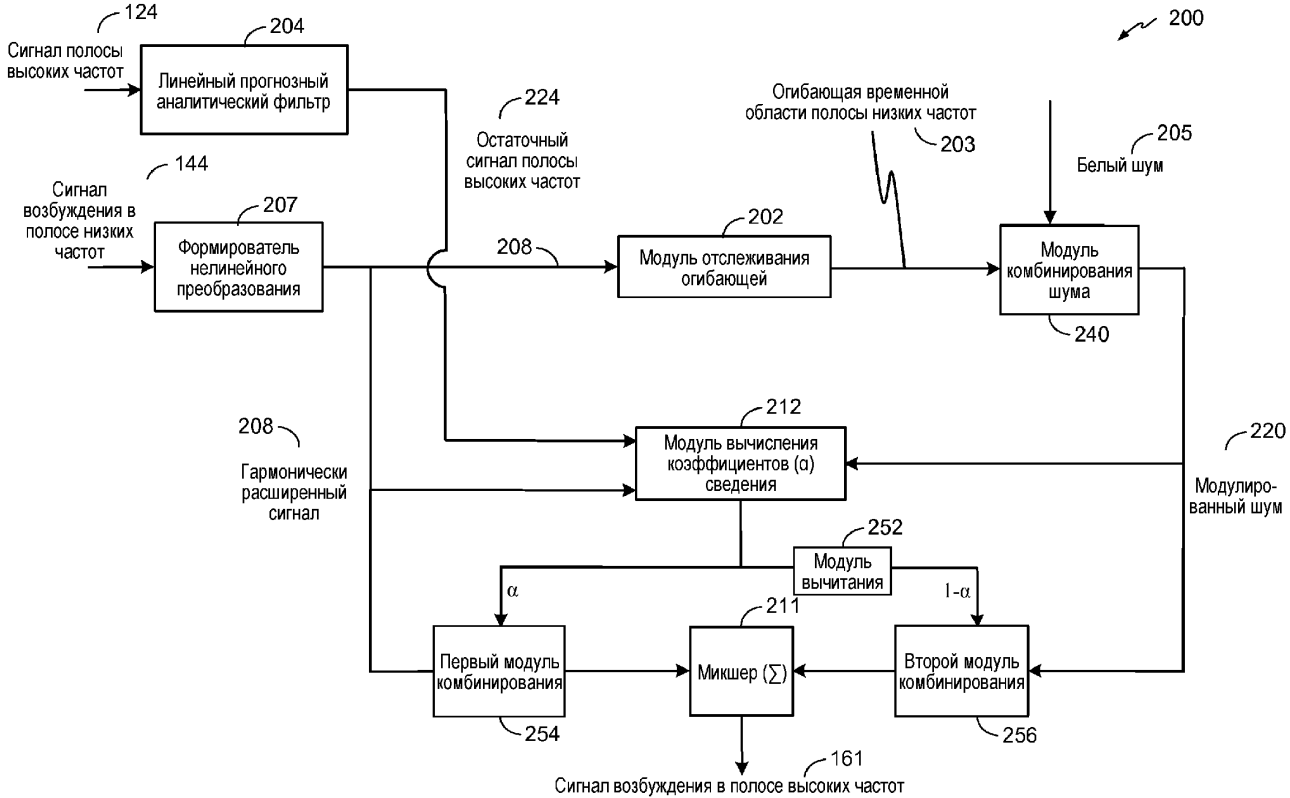
(57) Реферат:

Изобретение относится к области обработки сигналов. Технический результат заключается в повышении эффективности обработки сигналов. Технический результат достигается за счет формирования, в речевом кодере, остаточного сигнала полосы высоких частот на основе части полосы высоких частот аудиосигнала; формирования гармонически расширенного

сигнала на основе полосы низких частот аудиосигнала; определения коэффициента сведения на основе остаточного сигнала полосы высоких частот, гармонически расширенного сигнала и модулированного шума, при этом модулированный шум основан на гармонически расширенном сигнале и белом шуме; и комбинирования первого сигнала,

соответствующего гармонически расширенному сигналу, масштабированному на основе коэффициента сведения, и второго сигнала,

соответствующего модулированному шуму, масштабированному на основе коэффициента сведения. 8 н. и 48 з.п. ф-лы, 6 ил.



ФИГ.2



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.
G10L 21/038 (2013.01)
G10L 19/02 (2013.01)
G10L 19/087 (2013.01)

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(52) CPC

G10L 21/038 (2006.01); *G10L 19/02* (2006.01); *G10L 19/087* (2006.01); *G10L 19/0208* (2006.01); *G10L 21/0216* (2006.01)

(21)(22) Application: **2016116044, 09.10.2014**

(24) Effective date for property rights:
09.10.2014

Registration date:
12.11.2018

Priority:

(30) Convention priority:
11.10.2013 US 61/889,727;
08.10.2014 US 14/509,676

(43) Application published: **16.11.2017 Bull. № 32**

(45) Date of publication: **12.11.2018 Bull. № 32**

(85) Commencement of national phase: **11.05.2016**

(86) PCT application:
US 2014/059901 (09.10.2014)

(87) PCT publication:
WO 2015/054492 (16.04.2015)

Mail address:
129090, Moskva, ul. B.Spasskaya, 25, stroenie 3,
OOO "Yuridicheskaya firma Gorodisskij i
Partnery"

(72) Inventor(s):

ATTI Venkatraman S. (US),
KRISHNAN Venkatesh (US)

(73) Proprietor(s):

KVELKOMM INKORPOREJTED (US)

(54) ESTIMATION OF MIXING FACTORS TO GENERATE HIGH-BAND EXCITATION SIGNAL

(57) Abstract:

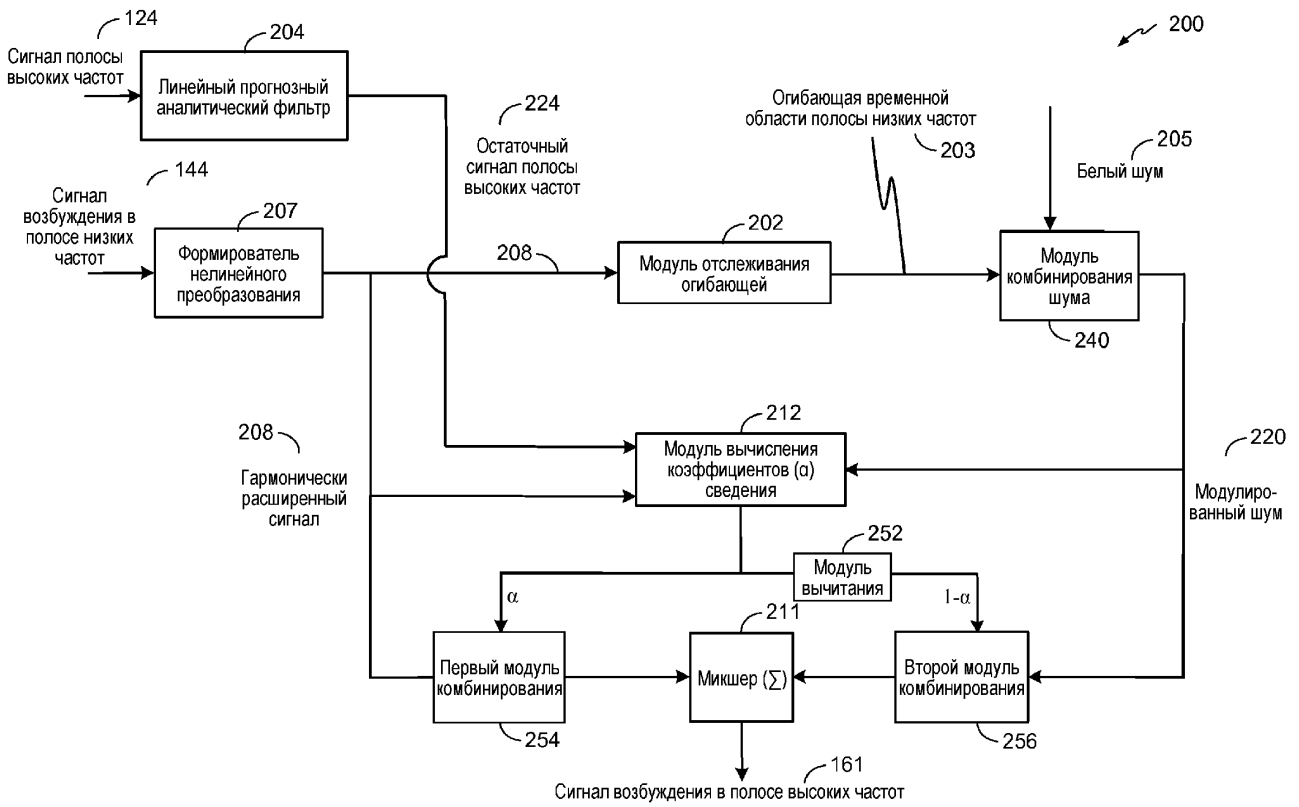
FIELD: speech analysis or synthesis; speech recognition.

SUBSTANCE: invention relates to signal processing. Technical result is achieved by forming, in the speech encoder, a residual signal of the high frequency band based on a part of the high frequency band of the audio signal; generating a harmonically extended signal at least partially based on a low-band portion of the audio signal; determining a mixing factor based on the high-band residual signal, harmonically

extended signal and modulated noise, the modulated noise is at least partially based on the harmonically extended signal and white noise; and combining the first signal corresponding to the harmonically extended signal scaled based on the reduction ratio, and a second signal corresponding to the modulated noise scaled based on the reduction ratio.

EFFECT: technical result is to improve the efficiency of signal processing.

56 cl, 6 dwg



ФИГ.2

ПРИТЯЗАНИЕ НА ПРИОРИТЕТ

[0001] Настоящая заявка притязает на приоритет предварительной заявки на патент (США) № 61/889727, озаглавленной "ESTIMATION OF MIXING FACTORS TO GENERATE HIGH-BAND EXCITATION SIGNAL", поданной 11 октября 2013 года, и

5 непредварительной заявки на патент (США) № 14/509676, озаглавленной "ESTIMATION OF MIXING FACTORS TO GENERATE HIGH-BAND EXCITATION SIGNAL", поданной 8 октября 2014 года, содержание которых полностью содержится в данном документе по ссылке.

ОБЛАСТЬ ТЕХНИКИ, К КОТОРОЙ ОТНОСИТСЯ ИЗОБРЕТЕНИЕ

10 [0002] Настоящее изобретение, в общем, относится к обработке сигналов.

ОПИСАНИЕ ПРЕДШЕСТВУЮЩЕГО УРОВНЯ ТЕХНИКИ

[0003] Технологические усовершенствования привели к более компактным и обладающим большой вычислительной мощностью вычислительным устройствам. Например, сегодня существует множество портативных персональных вычислительных устройств, в том числе беспроводные вычислительные устройства, такие как портативные беспроводные телефоны, персональные цифровые устройства (PDA) и устройства для поисковых вызовов, которые являются небольшими, легкими и удобно носятся пользователями. Более конкретно, портативные беспроводные телефоны, такие как сотовые телефоны и телефоны по Интернет-протоколу (IP), могут передавать речевые пакеты и пакеты данных по беспроводным сетям. Дополнительно, многие такие беспроводные телефоны включают в себя другие типы устройств, которые содержатся в них. Например, беспроводной телефон также может включать в себя цифровой фотоаппарат, цифровую видеокамеру, цифровое записывающее устройство и проигрыватель аудиофайлов.

25 [0004] В традиционных телефонных системах (например, в коммутируемых телефонных сетях общего пользования (PSTN)), полоса пропускания сигнала ограничена частотным диапазоном от 300 герц (Гц) до 3,4 килогерц (кГц). В широкополосных (WB) вариантах применения, таких как сотовая телефония и протокол "речь-по-IP" (VoIP), полоса пропускания сигнала может охватывать частотный диапазон от 50 Гц до 7 кГц. Технологии сверхширокополосного (SWB) кодирования поддерживают полосу пропускания, которая расширяется приблизительно до 16 кГц. Расширение полосы пропускания сигнала от узкополосной телефонии в 3,4 кГц до SWB-телефонии в 16 кГц позволяет повышать качество восстановления сигналов, разборчивость и естественность.

30 [0005] Технологии SWB-кодирования типично включают в себе кодирование и передачу части нижних частот сигнала (например, от 50 Гц до 7 кГц, также называемой "полосой низких частот"). Например, полоса низких частот может быть представлена с использованием параметров фильтрации и/или сигнала возбуждения в полосе низких частот. Тем не менее, для того чтобы повышать эффективность кодирования, часть верхних частот сигнала (например, от 7 кГц до 16 кГц, также называемая "полосой высоких частот") может не полностью кодироваться и передаваться. Вместо этого, приемное устройство может использовать моделирование прохождения сигналов для того, чтобы прогнозировать полосу высоких частот. В некоторых реализациях, данные, ассоциированные с полосой высоких частот, могут предоставляться в приемное устройство для того, чтобы помогать в прогнозировании. Такие данные могут упоминаться в качестве "вспомогательной информации" и могут включать в себя коэффициенты сведения, чтобы сглаживать постепенное изменение между субкадрами, информацию усиления, частоты спектральных линий (LSF, также называемые "парами спектральных линий (LSP)") и т.д. Прогнозирование в полосе высоких частот с

использованием модели прохождения сигналов может быть приемлемо точным, когда сигнал полосы низких частот достаточно коррелирован с сигналом полосы высоких частот. Тем не менее, при наличии шума, корреляция между полосой низких частот и полосой высоких частот может быть слабой, и модель прохождения сигналов более не может иметь возможность точно представлять полосу высоких частот. Это может приводить к артефактам (например, искаженной речи) в приемном устройстве.

СУЩНОСТЬ ИЗОБРЕТЕНИЯ

[0006] Раскрыты системы и способы оценки коэффициента сведения с использованием анализа с замкнутым контуром. Кодирование в полосе высоких частот может заключать в себе формирование сигнала возбуждения в полосе высоких частот из сигнала возбуждения в полосе низких частот, сформированного с использованием анализа полосы низких частот (например, анализа на основе линейного прогнозирования (LP) полосы низких частот). Сигнал возбуждения в полосе высоких частот может формироваться посредством сведения гармонически расширенного сигнала с модулированным шумом (например, белым шумом). Отношение, с которым сводятся гармонически расширенный сигнал и модулированный шум, может оказывать влияние на качество восстановления сигналов. При наличии фоновых шума, может нарушаться корреляция между полосой низких частот и полосой высоких частот, и гармонически расширенный сигнал может быть недостаточным для синтеза полосы высоких частот. Например, сигнал возбуждения в полосе высоких частот может вводить слышимые артефакты, вызываемые посредством флуктуаций полосы низких частот в кадре, которые являются независимыми от полосы высоких частот. В соответствии с описанными технологиями, отношение, с которым сводятся гармонически расширенный сигнал и модулированный шум, может регулироваться на основе сигнала, характерного для полосы высоких частот (например, остаточного сигнала полосы высоких частот). Например, технологии, описанные в данном документе, могут обеспечивать оценку с замкнутым контуром коэффициента сведения, используемого для того, чтобы определять отношение, с которым сводятся гармонически расширенный сигнал и модулированный шум. Оценка с замкнутым контуром может уменьшать (например, минимизировать) разность между сигналом возбуждения в полосе высоких частот и остаточным сигналом полосы высоких частот, за счет этого формируя сигнал возбуждения в полосе высоких частот, который менее подвержен флуктуациям в полосе низких частот и является более характерным для полосы высоких частот.

[0007] В конкретном варианте осуществления изобретения, способ включает в себя формирование, в речевом кодере, остаточного сигнала полосы высоких частот на основе части полосы высоких частот аудиосигнала. Способ также включает в себя формирование гармонически расширенного сигнала, по меньшей мере, частично на основе части полосы низких частот аудиосигнала. Способ дополнительно включает в себя определение коэффициента сведения на основе остаточного сигнала полосы высоких частот, гармонически расширенного сигнала и модулированного шума. Модулированный шум, по меньшей мере, частично основан на гармонически расширенном сигнале и белом шуме.

[0008] В другом конкретном варианте осуществления изобретения, устройство включает в себя линейный прогнозный аналитический фильтр для того, чтобы формировать остаточный сигнал полосы высоких частот на основе части полосы высоких частот аудиосигнала. Устройство также включает в себя формирователь нелинейного преобразования для того, чтобы формировать гармонически расширенный сигнал, по меньшей мере, частично на основе части полосы низких частот аудиосигнала.

Устройство дополнительно включает в себя модуль вычисления коэффициентов сведения для того, чтобы определять коэффициент сведения на основе остаточного сигнала полосы высоких частот, гармонически расширенного сигнала и модулированного шума. Модулированный шум, по меньшей мере, частично основан на гармонически

5 расширенном сигнале и белом шуме.

[0009] В другом конкретном варианте осуществления изобретения, энергонезависимый машиночитаемый носитель включает в себя инструкции, которые, при выполнении посредством процессора, инструктируют процессору формировать остаточный сигнал полосы высоких частот на основе части полосы высоких частот аудиосигнала.

10 Инструкции также выполняются для того, чтобы инструктировать процессору формировать гармонически расширенный сигнал, по меньшей мере, частично на основе части полосы низких частот аудиосигнала. Инструкции также выполняются для того, чтобы инструктировать процессору определять коэффициент сведения на основе остаточного сигнала полосы высоких частот, гармонически расширенного сигнала и

15 модулированного шума. Модулированный шум, по меньшей мере, частично основан на гармонически расширенном сигнале и белом шуме.

[0010] В другом конкретном варианте осуществления изобретения, устройство включает в себя средство для формирования остаточного сигнала полосы высоких частот на основе части полосы высоких частот аудиосигнала. Устройство также

20 включает в себя средство для формирования гармонически расширенного сигнала, по меньшей мере, частично на основе части полосы низких частот аудиосигнала.

Устройство дополнительно включает в себя средство для определения коэффициента сведения на основе остаточного сигнала полосы высоких частот, гармонически расширенного сигнала и модулированного шума. Модулированный шум, по меньшей

25 мере, частично основан на гармонически расширенном сигнале и белом шуме.

[0011] В другом конкретном варианте осуществления изобретения, способ включает в себя прием, в речевом декодере, кодированного сигнала, включающего в себя сигнал возбуждения в полосе низких частот и вспомогательную информацию полосы высоких частот. Вспомогательная информация полосы высоких частот включает в себя

30 коэффициент сведения, определенный на основе остаточного сигнала полосы высоких частот, гармонически расширенного сигнала и модулированного шума. Способ также включает в себя формирование сигнала возбуждения в полосе высоких частот на основе вспомогательной информации полосы высоких частот и сигнала возбуждения в полосе низких частот.

35 [0012] В другом конкретном варианте осуществления изобретения, устройство включает в себя речевой декодер, выполненный с возможностью принимать кодированный сигнал, включающий в себя сигнал возбуждения в полосе низких частот и вспомогательную информацию полосы высоких частот. Вспомогательная информация полосы высоких частот включает в себя коэффициент сведения, определенный на основе

40 остаточного сигнала полосы высоких частот, гармонически расширенного сигнала и модулированного шума. Речевой декодер дополнительно выполнен с возможностью формировать сигнал возбуждения в полосе высоких частот на основе вспомогательной информации полосы высоких частот и сигнала возбуждения в полосе низких частот.

[0013] В другом конкретном варианте осуществления изобретения, способ включает в себя средство для приема кодированного сигнала, включающего в себя сигнал

45 возбуждения в полосе низких частот и вспомогательную информацию полосы высоких частот. Вспомогательная информация полосы высоких частот включает в себя коэффициент сведения, определенный на основе остаточного сигнала полосы высоких частот.

частот, гармонически расширенного сигнала и модулированного шума. Устройство также включает в себя средство для формирования сигнала возбуждения в полосе высоких частот на основе вспомогательной информации полосы высоких частот и сигнала возбуждения в полосе низких частот.

5 [0014] В другом конкретном варианте осуществления изобретения, энергонезависимый машиночитаемый носитель включает в себя инструкции, которые, при выполнении посредством процессора, инструктируют процессору принимать кодированный сигнал, включающий в себя сигнал возбуждения в полосе низких частот и вспомогательную
10 информацию полосы высоких частот. Вспомогательная информация полосы высоких частот включает в себя коэффициент сведения, определенный на основе остаточного сигнала полосы высоких частот, гармонически расширенного сигнала и модулированного шума. Инструкции также выполняются для того, чтобы
15 инструктировать процессору формировать сигнал возбуждения в полосе высоких частот на основе вспомогательной информации полосы высоких частот и сигнала возбуждения в полосе низких частот.

[0015] Конкретные преимущества, предоставленные посредством, по меньшей мере, одного из раскрытых вариантов осуществления изобретения, включают в себя возможность динамически регулировать коэффициенты сведения, используемые во время синтеза полосы высоких частот, на основе характеристик из полосы высоких
20 частот. Например, коэффициенты сведения могут определяться с использованием анализа с замкнутым контуром, чтобы уменьшать ошибку между остаточным сигналом полосы высоких частот и сигналом возбуждения в полосе высоких частот, используемым во время синтеза полосы высоких частот. Другие аспекты, преимущества и признаки настоящего изобретения должны становиться очевидными из прочтения всей заявки,
25 включающей в себя следующие разделы: "Краткое описание чертежей", "Подробное описание изобретения" и "Формула изобретения".

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ

[0016] Фиг. 1 является схемой, которая иллюстрирует конкретный вариант осуществления системы, которая выполнена с возможностью оценивать коэффициент
30 сведения;

[0017] Фиг. 2 является схемой, которая иллюстрирует конкретный вариант осуществления системы, которая выполнена с возможностью оценивать коэффициент сведения для того, чтобы формировать сигнал возбуждения в полосе высоких частот;

35 [0018] Фиг. 3 является схемой, которая иллюстрирует другой конкретный вариант осуществления системы, которая выполнена с возможностью оценивать коэффициент сведения с использованием анализа с замкнутым контуром для того, чтобы формировать сигнал возбуждения в полосе высоких частот;

[0019] Фиг. 4 является схемой, которая иллюстрирует конкретный вариант осуществления системы, которая выполнена с возможностью воспроизводить
40 аудиосигнал с использованием коэффициента сведения;

[0020] Фиг. 5 включает в себя блок-схемы последовательности операций способа, которые иллюстрируют конкретные варианты осуществления способов для воспроизведения сигнала полосы высоких частот с использованием коэффициента сведения; и

45 [0021] Фиг. 6 является блок-схемой беспроводного устройства, выполненного с возможностью осуществлять операции обработки сигналов в соответствии с системами и способами фиг. 1-5.

ПОДРОБНОЕ ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

[0022] Ссылаясь на фиг. 1, показан конкретный вариант осуществления системы, которая выполнена с возможностью оценивать коэффициент сведения (например, с использованием анализа с замкнутым контуром, который, в общем, обозначается 100. В конкретном варианте осуществления, система 100 может быть интегрирована в систему или устройство кодирования (например, в беспроводном телефоне или кодере/декодере (кодеке)). В других конкретных вариантах осуществления, система 100 может быть интегрирована в абонентскую приставку, музыкальный проигрыватель, видеопроигрыватель, электронное мультимедийное устройство, навигационное устройство, устройство связи, PDA, стационарный модуль обработки данных или компьютер.

[0023] Следует отметить, что в нижеприведенном описании, различные функции, выполняемые посредством системы 100 по фиг. 1, описываются как выполняемые посредством определенных компонентов или модулей. Тем не менее, это разделение компонентов и модулей служит только для иллюстрации. В альтернативном варианте осуществления, функция, выполняемая посредством конкретного компонента или модуля, вместо этого может быть разделена между несколькими компонентами или модулями. Кроме того, в альтернативном варианте осуществления, два или более компонентов или модулей по фиг. 1 могут быть интегрированы в один компонент или модуль. Каждый компонент или модуль, проиллюстрированный на фиг. 1, может реализовываться с использованием аппаратных средств (например, устройства на основе программируемой пользователем вентильной матрицы (FPGA), специализированной интегральной схемы (ASIC), процессора цифровых сигналов (DSP), контроллера и т.д.), программного обеспечения (например, инструкций, выполняемых посредством процессора) или любой комбинации вышеозначенного.

[0024] Система 100 включает в себя гребенку 110 аналитических фильтров, которая выполнена с возможностью принимать входной аудиосигнал 102. Например, входной аудиосигнал 102 может предоставляться посредством микрофона или другого устройства ввода. В конкретном варианте осуществления, входной аудиосигнал 102 может включать в себя речь. Входной аудиосигнал 102 может представлять собой SWB-сигнал, который включает в себя данные в частотном диапазоне приблизительно от 50 Гц приблизительно до 16 кГц. Гребенка 110 аналитических фильтров может фильтровать входной аудиосигнал 102 в нескольких частях на основе частоты. Например, гребенка 110 аналитических фильтров может формировать сигнал 122 полосы низких частот и сигнал 124 полосы высоких частот. Сигнал 122 полосы низких частот и сигнал 124 полосы высоких частот могут иметь равные или неравные полосы пропускания и могут быть перекрывающимися или неперекрывающимися. В альтернативном варианте осуществления, гребенка 110 аналитических фильтров может формировать более двух выводов.

[0025] В примере по фиг. 1, сигнал 122 полосы низких частот и сигнал 124 полосы высоких частот занимают неперекрывающиеся полосы частот. Например, сигнал 122 полосы низких частот и сигнал 124 полосы высоких частот могут занимать неперекрывающиеся полосы частот в 50 Гц–7 кГц и 7 кГц–16 кГц. В альтернативном варианте осуществления, сигнал 122 полосы низких частот и сигнал 124 полосы высоких частот могут занимать неперекрывающиеся полосы частот в 50 Гц–8 кГц и 8 кГц–16 кГц, соответственно. В еще одном другом альтернативном варианте осуществления, сигнал 122 полосы низких частот и сигнал 124 полосы высоких частот перекрываются (например, 50 Гц–8 кГц и 7 кГц–16 кГц, соответственно), что может обеспечивать возможность фильтру нижних частот и фильтру верхних частот гребенки 110

аналитических фильтров иметь плавный спад, что позволяет упрощать проектное решение и сокращать затраты фильтра нижних частот и фильтра верхних частот. Перекрытие сигнала 122 полосы низких частот и сигнала 124 полосы высоких частот также позволяет обеспечивать плавное смешивание сигналов полосы низких частот и 5 полосы высоких частот в приемном устройстве, что может приводить к меньшим слышимым артефактам.

[0026] Следует отметить, что хотя пример по фиг. 1 иллюстрирует обработку SWB-сигнала, это служит только для иллюстрации. В альтернативном варианте осуществления, входной аудиосигнал 102 может представлять собой WB-сигнал, 10 имеющий частотный диапазон приблизительно от 50 Гц до 8 кГц. В таком варианте осуществления, сигнал 122 полосы низких частот может соответствовать частотному диапазону приблизительно от 50 Гц до 6,4 кГц, и сигнал 124 полосы высоких частот может соответствовать частотному диапазону приблизительно от 6,4 кГц до 8 кГц.

[0027] Система 100 может включать в себя модуль 130 анализа полосы низких частот, 15 выполненный с возможностью принимать сигнал 122 полосы низких частот. В конкретном варианте осуществления, модуль 130 анализа полосы низких частот может представлять вариант осуществления кодера на основе линейного прогнозирования с возбуждением по коду (CELP). Модуль 130 анализа полосы низких частот может включать в себя модуль 132 LP-анализа и кодирования, модуль 134 преобразования 20 коэффициентов линейного прогнозирования (LPC) в LSP и квантователь 136. LSP также могут упоминаться в качестве LSF, и эти два термина (LSP и LSF) могут использоваться взаимозаменяемо в данном документе. Модуль 132 LP-анализа и кодирования может кодировать спектральную огибающую сигнала 122 полосы низких частот в качестве набора LPC. LPC могут формироваться для каждого кадра аудио (например, 20 25 миллисекунд (мс) аудио, соответствующего 320 выборкам на частоте дискретизации 16 кГц), каждого субкадра аудио (например, 5 мс аудио) или любой комбинации вышеозначенного. Число LPC, сформированных для каждого кадра или субкадра, может определяться посредством "порядка" выполняемого LP-анализа. В конкретном варианте осуществления, модуль 132 LP-анализа и кодирования может формировать 30 набор из одиннадцати LPC, соответствующих LP-анализу десятого порядка.

[0028] Модуль 134 преобразования LPC в LSP может преобразовывать набор LPC, сформированных посредством модуля 132 LP-анализа и кодирования, в соответствующий набор LSP (например, с использованием преобразования "один-к-одному"). Альтернативно, набор LPC может преобразовываться "один-к-одному" в 35 соответствующий набор ParCorr-коэффициентов, значений логарифмического отношения площадей, пар спектральных иммитансов (ISP) или частот спектральных иммитансов (ISF). Преобразование между набором LPC и набором LSP может быть обратимым без ошибки.

[0029] Квантователь 136 может квантовать набор LSP, сформированных посредством 40 модуля 134 преобразования. Например, квантователь 136 может включать в себя или соединяться с несколькими таблицами кодирования, которые включают в себя несколько записей (например, векторов). Чтобы квантовать набор LSP, квантователь 136 может идентифицировать записи таблиц кодирования, которые являются "ближайшими" (например, на основе показателя искажения, такого как наименьшие квадраты или 45 среднеквадратическая ошибка) к набору LSP. Квантователь 136 может выводить значение индекса или последовательность значений индекса, соответствующих местоположению идентифицированных записей в таблице кодирования. Вывод квантователя 136 в силу этого может представлять параметры фильтрации полосы

низких частот, которые включены в поток 142 битов полосы низких частот.

[0030] Модуль 130 анализа полосы низких частот также может формировать сигнал 144 возбуждения в полосе низких частот. Например, сигнал 144 возбуждения в полосе низких частот может представлять собой кодированный сигнал, который формируется посредством квантования остаточного LP-сигнала, который формируется во время LP-процесса, выполняемого посредством модуля 130 анализа полосы низких частот. Остаточный LP-сигнал может представлять ошибку прогнозирования.

[0031] Система 100 дополнительно может включать в себя модуль 150 анализа полосы высоких частот, выполненный с возможностью принимать сигнал 124 полосы высоких частот из гребенки 110 аналитических фильтров и сигнал 144 возбуждения в полосе низких частот из модуля 130 анализа полосы низких частот. Модуль 150 анализа полосы высоких частот может формировать вспомогательную информацию 172 полосы высоких частот на основе сигнала 124 полосы высоких частот и сигнала 144 возбуждения в полосе низких частот. Например, вспомогательная информация 172 полосы высоких частот может включать в себя LSP полосы высоких частот, информацию усиления и коэффициенты (α) сведения, как подробнее описано в данном документе.

[0032] Модуль 150 анализа полосы высоких частот может включать в себя формирователь 160 возбуждения в полосе высоких частот. Формирователь 160 возбуждения в полосе высоких частот может формировать сигнал 161 возбуждения в полосе высоких частот посредством расширения спектра сигнала 144 возбуждения в полосе низких частот до частотного диапазона полосы высоких частот (например, 7 кГц–16 кГц). В качестве иллюстрации, формирователь 160 возбуждения в полосе высоких частот может применять преобразование к сигналу 144 возбуждения в полосе низких частот (например, нелинейное преобразование, такое как операция с абсолютными значениями или возведения в квадрат) и может сводить гармонически расширенный сигнал с шумовым сигналом (например, белым шумом, модулированным согласно огибающей, соответствующей сигналу 144 возбуждения в полосе низких частот, который имитирует медленно варьирующиеся временные характеристики сигнала 122 полосы низких частот), с тем чтобы формировать сигнал 161 возбуждения в полосе высоких частот. Например, сведение может выполняться согласно следующему уравнению:

Возбуждение в полосе высоких частот = $(\alpha * \text{гармонически расширенный}) + ((1 - \alpha) * \text{модулированный шум})$

[0033] Отношение, с которым сводятся гармонически расширенный сигнал и модулированный шум, может оказывать влияние на качество восстановления в полосе высоких частот в приемном устройстве. Для вокализованных речевых сигналов, сведение может быть смещено к гармонически расширенному (например, коэффициент α сведения может находиться в диапазоне 0,5–1,0). Для невокализованных сигналов, сведение может сдвигаться к модулированному шуму (например, коэффициент α сведения может находиться в диапазоне 0,0–0,5).

[0034] В некоторых случаях, гармонически расширенный сигнал может быть недостаточным для использования в синтезе полосы высоких частот вследствие недостаточной корреляции между сигналом 124 полосы высоких частот и зашумленным сигналом 122 полосы низких частот. Например, сигнал 122 полосы низких частот (и в силу этого гармонически расширенный сигнал) может включать в себя частые флуктуации, которые не могут имитироваться в сигнале 124 полосы высоких частот. Типично, коэффициент α сведения может определяться на основе параметров вокализации в полосе низких частот, которые имитируют интенсивность конкретного кадра, ассоциированного с вокализованным звуком, и интенсивность конкретного

кадра, ассоциированного с невокализованным звуком. Тем не менее, при наличии шума, определение коэффициента α сведения таким способом может приводить к широким флуктуациям в расчете на субкадр. Например, вследствие шума, коэффициент α сведения для четырех последовательных субкадров может составлять 0,9, 0,25, 0,8 и 0,15, приводя к раздражающим или модуляционным артефактам. Кроме того, может присутствовать большая величина искажения при квантовании.

[0035] Таким образом, формирователь 160 возбуждения в полосе высоких частот может включать в себя модуль 162 вычисления коэффициентов сведения для того, чтобы оценивать коэффициент α сведения, как описано относительно фиг 2-3. Например, модуль 162 вычисления коэффициентов сведения может формировать коэффициент (α) сведения на основе характеристик сигнала 124 полосы высоких частот. Например, остаток сигнала 124 полосы высоких частот может использоваться для того, чтобы оценивать коэффициент (α) сведения. В конкретном варианте осуществления, модуль 162 вычисления коэффициентов сведения может формировать коэффициент (α) сведения, который уменьшает среднеквадратическую ошибку разности между остатком сигнала 124 полосы высоких частот и сигналом 161 возбуждения в полосе высоких частот. Остаток сигнала 124 полосы высоких частот может формироваться посредством выполнения линейного прогнозного анализа для сигнала 124 полосы высоких частот (например, посредством кодирования спектральной огибающей сигнала 124 полосы высоких частот), чтобы формировать набор LPC. Например, модуль 150 анализа полосы высоких частот также может включать в себя модуль 152 LP-анализа и кодирования, модуль 154 преобразования LPC в LSP и квантователь 156. Модуль 152 LP-анализа и кодирования может формировать набор LPC. Набор LPC может быть преобразован в LSP посредством модуля 154 преобразования и квантован посредством квантователя 156 на основе таблицы 163 кодирования.

[0036] Сигнал 161 возбуждения в полосе высоких частот может использоваться для того, чтобы определять один или более параметров усиления полосы высоких частот, которые включены во вспомогательную информацию 172 полосы высоких частот. Каждый из модуля 152 LP-анализа и кодирования, модуля 154 преобразования и квантователя 156 может функционировать так, как описано выше в отношении соответствующих компонентов модуля 130 анализа полосы низких частот, но при сравнительно уменьшенном разрешении (например, с использованием меньшего числа битов для каждого коэффициента, LSP и т.д.). Модуль 152 LP-анализа и кодирования может формировать набор LPC, которые преобразованы в LSP посредством модуля 154 преобразования и квантованы посредством квантователя 156 на основе таблицы 163 кодирования. Например, модуль 152 LP-анализа и кодирования, модуль 154 преобразования и квантователь 156 могут использовать сигнал 124 полосы высоких частот для того, чтобы определять информацию фильтрации полосы высоких частот (например, LSP полосы высоких частот), которая включена во вспомогательную информацию 172 полосы высоких частот. В конкретном варианте осуществления, вспомогательная информация 172 полосы высоких частот может включать в себя LSP полосы высоких частот, параметры усиления полосы высоких частот и коэффициенты (α) усиления.

[0037] Поток 142 битов полосы низких частот и вспомогательная информация 172 полосы высоких частот могут мультиплексироваться посредством мультиплексора (мультиплексора) 180, с тем чтобы формировать выходной поток 192 битов. Выходной поток 192 битов может представлять кодированный аудиосигнал, соответствующий входному аудиосигналу 102. Например, выходной поток 192 битов может передаваться

(например, по проводному, беспроводному или оптическому каналу) и/или сохраняться. В приемном устройстве, обратные операции могут выполняться посредством демультимплексора (демультимплексора), декодера полосы низких частот, декодера полосы высоких частот и гребенки фильтров, с тем чтобы формировать аудиосигнал (например, восстановленную версию входного аудиосигнала 102, который предоставляется в динамик или другое устройство вывода). Число битов, используемых для того, чтобы представлять поток 142 битов полосы низких частот, может быть существенно большим числа битов, используемых для того, чтобы представлять вспомогательную информацию 172 полосы высоких частот. Таким образом, большая часть битов в выходном потоке 192 битов может представлять данные полосы низких частот. Вспомогательная информация 172 полосы высоких частот может использоваться в приемном устройстве для того, чтобы повторно формировать сигнал возбуждения в полосе высоких частот из данных полосы низких частот в соответствии с моделью прохождения сигналов. Например, модель прохождения сигналов может представлять ожидаемый набор взаимосвязей или корреляций между данными полосы низких частот (например, сигналом 122 полосы низких частот) и данными полосы высоких частот (например, сигналом 124 полосы высоких частот). Таким образом, различные модели прохождения сигналов могут использоваться для различных видов аудиоданных (например, речи, музыки и т.д.), и конкретная модель прохождения сигналов, которая используется, может быть согласована посредством передающего устройства и приемного устройства (или задана посредством отраслевого стандарта) до передачи кодированных аудиоданных. С использованием модели прохождения сигналов модуль 150 анализа полосы высоких частот в передающем устройстве может иметь возможность формировать вспомогательную информацию 172 полосы высоких частот, так что соответствующий модуль анализа полосы высоких частот в приемном устройстве имеет возможность использовать модель прохождения сигналов для того, чтобы восстанавливать сигнал 124 полосы высоких частот из выходного потока 192 битов.

[0038] Квантователь 156 может быть выполнен с возможностью квантовать набор спектральных значений частоты, таких как LSP, предоставленные посредством модуля преобразования 154. В других вариантах осуществления, квантователь 156 может принимать и квантовать наборы одного или более других типов спектральных значений частоты, помимо или вместо LSF или LSP. Например, квантователь 156 может принимать и квантовать набор LPC, сформированных посредством модуля 152 LP-анализа и кодирования. Другие примеры включают в себя наборы ParCor-коэффициентов, значений логарифмического отношения площадей и ISF, которые могут приниматься и квантоваться в квантователе 156. Квантователь 156 может включать в себя векторный квантователь, который кодирует входной вектор (например, набор спектральных значений частоты в векторном формате) в качестве индекса для соответствующей записи в таблице или таблице кодирования, такой как таблица 163 кодирования. В качестве другого примера, квантователь 156 может быть выполнен с возможностью определять один или более параметров, из которых входной вектор может формироваться динамически в декодере, к примеру, в варианте осуществления с разреженными таблицами кодирования, вместо извлечения из устройства хранения данных. В качестве иллюстрации, примеры с разреженными таблицами кодирования могут применяться в таких схемах кодирования, как CELP, и в кодеках согласно отраслевым стандартам, таких как EVRC (усовершенствованный кодек с переменной скоростью) по стандарту 3GPP2 (партнерского проекта третьего поколения 2). В другом варианте осуществления, модуль 150 анализа полосы высоких частот может включать

в себя квантователь 156 и может быть выполнен с возможностью использовать определенное векторов таблиц кодирования для того, чтобы формировать синтезированные сигналы (например, согласно набору параметров фильтрации), и выбирать одни из векторов таблиц кодирования, ассоциированных с синтезированным сигналом, который лучше всего совпадает с сигналом 124 полосы высоких частот, к примеру, в перцепционно взвешенном домене.

[0039] Система 100 может уменьшать артефакты, которые могут возникать вследствие переоценки временных параметров и параметров усиления. Например, модуль 162 вычисления коэффициентов сведения может определять коэффициент (α) сведения с использованием анализа с замкнутым контуром с тем, чтобы повышать точность оценки в полосе высоких частот во время прогнозирования в полосе высоких частот. Повышение точности оценки в полосе высоких частот может уменьшать артефакты в сценариях, в которых увеличенный шум уменьшает корреляцию между полосой низких частот и полосой высоких частот. Модуль 150 анализа полосы высоких частот может прогнозировать полосу высоких частот с использованием характеристик (например, остаточного сигнала полосы высоких частот) полосы высоких частот и оценивать коэффициент (α) сведения формирует сигнал 161 возбуждения в полосе высоких частот, который моделирует остаточный сигнал полосы высоких частот. Модуль 150 анализа полосы высоких частот может передавать коэффициент (α) сведения в приемное устройство вместе с другой вспомогательной информацией 172 полосы высоких частот, которая может предоставлять возможность приемному устройству выполнять обратные операции, чтобы восстанавливать входной аудиосигнал 102.

[0040] Ссылаясь на фиг. 2, показан конкретный иллюстративный вариант осуществления системы 200, которая выполнена с возможностью оценивать коэффициент сведения для того, чтобы формировать сигнал возбуждения в полосе высоких частот. Система 200 включает в себя линейный прогнозный аналитический фильтр 204, формирователь 207 нелинейного преобразования, модуль 212 вычисления коэффициентов сведения и микшер 211. Система 200 может реализовываться с использованием модуля 150 анализа полосы высоких частот по фиг. 1. В конкретном варианте осуществления, модуль 212 вычисления коэффициентов сведения может соответствовать модулю 162 вычисления коэффициентов сведения по фиг. 1.

[0041] Сигнал 124 полосы высоких частот может предоставляться в линейный прогнозный аналитический фильтр 204. Линейный прогнозный аналитический фильтр 204 может быть выполнен с возможностью формировать остаточный сигнал 224 полосы высоких частот на основе сигнала 124 полосы высоких частот (например, части полосы высоких частот входного аудиосигнала 102). Например, линейный прогнозный аналитический фильтр 204 может кодировать спектральную огибающую сигнала 124 полосы высоких частот в качестве набора LPC, используемых для того, чтобы прогнозировать будущие выборки сигнала 124 полосы высоких частот. Остаточный сигнал 224 полосы высоких частот может использоваться для того, чтобы прогнозировать ошибку сигнала 161 возбуждения в полосе высоких частот. Остаточный сигнал 224 полосы высоких частот может предоставляться в первый ввод модуля 212 вычисления коэффициентов сведения.

[0042] Сигнал 144 возбуждения в полосе низких частот может предоставляться в формирователь 207 нелинейного преобразования. Как описано относительно фиг. 1, сигнал 144 возбуждения в полосе низких частот может формироваться из сигнала 122 полосы низких частот (например, части полосы низких частот входного аудиосигнала 102) с использованием модуля 130 анализа полосы низких частот. Формирователь 207

нелинейного преобразования может быть выполнен с возможностью формировать гармонически расширенный сигнал 208 на основе сигнала 144 возбуждения в полосе низких частот. Например, формирователь 207 нелинейного преобразования может выполнять операцию с абсолютными значениями или операцию возведения в квадрат для кадров сигнала 144 возбуждения в полосе низких частот для того, чтобы формировать гармонически расширенный сигнал 208.

[0043] В качестве иллюстрации, нелинейный формирователь возбуждения 207 может повышающе дискретизировать сигнал 144 возбуждения в полосе низких частот (например, сигнал в 8 кГц в пределах от приблизительно от 0 кГц до 8 кГц), чтобы формировать сигнал в 16 кГц в пределах от приблизительно от 0 кГц до 16 кГц (например, сигнал, имеющий полосу пропускания, приблизительно в два раза превышающую полосу пропускания сигнала 144 возбуждения в полосе низких частот). Часть полосы низких частот сигнала в 16 кГц (например, приблизительно от 0 кГц до 8 кГц) может иметь гармоники, практически аналогичные гармоникам сигнала 144 возбуждения в полосе низких частот, и часть полосы высоких частот сигнала в 16 кГц (например, приблизительно от 8 кГц до 16 кГц) может практически не содержать гармоники. Формирователь 204 нелинейного преобразования может расширять "доминирующие" гармоники в части полосы низких частот сигнала в 16 кГц до части полосы высоких частот сигнала в 16 кГц, чтобы формировать гармонически расширенный сигнал 208. Таким образом, гармонически расширенный сигнал 208 может представлять собой гармонически расширенную версию сигнала 144 возбуждения в полосе низких частот, который расширяется до полосы высоких частот с использованием нелинейных операций (например, операций возведения в квадрат и/или операций с абсолютными значениями). Гармонически расширенный сигнал 208 может предоставляться во ввод модуля 202 отслеживания огибающей, во второй ввод модуля 212 вычисления коэффициентов сведения и в первый ввод первого модуля 254 комбинирования.

[0044] Модуль 202 отслеживания огибающей может быть выполнен с возможностью принимать гармонически расширенный сигнал 208 и вычислять огибающую 203 временной области полосы низких частот, соответствующую гармонически расширенному сигналу 208. Например, модуль 202 отслеживания огибающей может быть выполнен с возможностью вычислять квадрат каждой выборки кадра гармонически расширенного сигнала 208, чтобы формировать последовательность возведенных в квадрат значений. Модуль 202 отслеживания огибающей может быть выполнен с возможностью осуществлять операцию сглаживания для последовательности возведенных в квадрат значений, к примеру, посредством применения фильтра нижних частот с бесконечной импульсной характеристикой (IIR) первого порядка к последовательности возведенных в квадрат значений. Модуль 202 отслеживания огибающей может быть выполнен с возможностью применять функцию вычисления квадратного корня к каждой выборке сглаженной последовательности, чтобы формировать огибающую 203 временной области полосы низких частот. Огибающая 203 временной области полосы низких частот может предоставляться в первый ввод модуля 240 комбинирования шума.

[0045] Модуль 240 комбинирования шума может быть выполнен с возможностью комбинировать огибающую 203 временной области полосы низких частот с белым шумом 205, сформированным посредством формирователя белого шума (не показан), чтобы формировать модулированный шумовой сигнал 220. Например, модуль 240 комбинирования шума может быть выполнен с возможностью амплитудно

модулировать белый шум 205 согласно огибающей 203 временной области полосы низких частот. В конкретном варианте осуществления, модуль 240 комбинирования шума может реализовываться как умножитель, который выполнен с возможностью масштабировать белый шум 205 согласно огибающей 203 временной области полосы низких частот для того, чтобы формировать модулированный шумовой сигнал 220. Модулированный шумовой сигнал 220 может предоставляться в третий ввод модуля 212 вычисления сведения и в первый ввод второго модуля 256 комбинирования.

[0046] Модуль 212 вычисления коэффициентов сведения может быть выполнен с возможностью определять коэффициент (α) сведения на основе остаточного сигнала 224 полосы высоких частот, гармонически расширенного сигнала 208 и модулированного шумового сигнала 220. Модуль 212 вычисления коэффициентов сведения может определять коэффициент (α) сведения. Например, модуль 212 вычисления коэффициентов сведения может определять коэффициент (α) сведения на основе среднеквадратической ошибки (E) разности между остаточным сигналом 224 полосы высоких частот и сигналом 161 возбуждения в полосе высоких частот. Сигнал 161 возбуждения в полосе высоких частот может выражаться согласно следующему уравнению:

$$\hat{R}_{HB} = \alpha * \hat{R}_{LB} + (1 - \alpha) * \hat{W}_{MOD}, \text{ (уравнение 1)}$$

где $\hat{R}_{HB}$ соответствует сигналу 161 возбуждения в полосе высоких частот, α соответствует коэффициенту сведения, $\hat{R}_{LB}$ соответствует гармонически расширенному сигналу 208, и $\hat{W}_{MOD}$ соответствует модулированному шумовому сигналу 220.

Остаточный сигнал 224 полосы высоких частот может выражаться как R_{HB} .

[0047] Таким образом, ошибка (e) может соответствовать разности между остаточным сигналом 224 полосы высоких частот и сигналом 161 возбуждения в полосе высоких частот и может выражаться согласно следующему уравнению:

$$e = R_{HB} - \hat{R}_{HB} \text{ (уравнение 2)}$$

Посредством подстановки выражения для сигнала 161 возбуждения в полосе высоких частот, описанного в уравнении 1, в уравнение 2, ошибка (e) может выражаться как разность между остаточным сигналом 224 полосы высоких частот и сигналом 161 возбуждения в полосе высоких частот и может выражаться согласно следующему уравнению:

$$e = R_{HB} - [\alpha * \hat{R}_{LB} + (1 - \alpha) * \hat{W}_{MOD}] \text{ (уравнение 3)}$$

Таким образом, среднеквадратическая ошибка (E) разности между остаточным сигналом 224 полосы высоких частот и сигналом 161 возбуждения в полосе высоких частот может выражаться согласно следующему уравнению:

$$E = (R_{HB} - [\alpha * \hat{R}_{LB} + (1 - \alpha) * \hat{W}_{MOD}])^2 \text{ (уравнение 4)}$$

[0048] Сигнал 161 возбуждения в полосе высоких частот может задаваться приблизительно равным остаточному сигналу 224 полосы высоких частот посредством уменьшения среднеквадратической ошибки (E) (например, задания среднеквадратической ошибки (E) равной нулю). Посредством минимизации среднеквадратической ошибки (E) в уравнении 4, коэффициент (α) сведения может выражаться согласно следующему уравнению:

$$\alpha = [(R_{HB} - \hat{W}_{MOD}) * (\hat{R}_{LB} - \hat{W}_{MOD})] / (\hat{R}_{LB} - \hat{W}_{MOD})^2 \text{ (уравнение 5)}$$

В конкретном варианте осуществления, энергии остаточного сигнала 224 полосы высоких частот и гармонически расширенного сигнала 208 могут быть нормализованы до вычисления коэффициента (α) сведения с использованием уравнения 5. Коэффициент

(α) сведения может оцениваться для каждого кадра (или субкадра) и передаваться в приемное устройство с выходным потоком 192 битов вместе с другой вспомогательной информацией 172 полосы высоких частот (например, LSP полосы высоких частот, а также параметрами усиления полосы высоких частот), как описано относительно фиг. 1.

[0049] Модуль 212 вычисления коэффициентов сведения может предоставлять оцененный коэффициент (α) сведения во второй ввод первого модуля 254 комбинирования и во ввод модуля 252 вычитания. Модуль 252 вычитания может вычитать коэффициент (α) сведения из единицы и предоставлять разность $(1-\alpha)$ во второй ввод второго модуля 256 комбинирования. Первый модуль 254 комбинирования может реализовываться как умножитель, который выполнен с возможностью масштабировать гармонически расширенный сигнал 208 согласно коэффициенту (α) сведения для того, чтобы формировать первый масштабированный сигнал. Вторым модуль 256 комбинирования может реализовываться как умножитель, который выполнен с возможностью масштабировать модулированный шумовой сигнал 220 на основе коэффициента $(1-\alpha)$ для того, чтобы формировать второй масштабированный сигнал. Например, второй модуль 256 комбинирования может масштабировать модулированный шумовой сигнал 220 на основе разности $(1-\alpha)$, сформированной в модуле 252 вычитания. Первый масштабированный сигнал и второй масштабированный сигнал могут предоставляться в микшер 211.

[0050] Микшер 211 может формировать сигнал 161 возбуждения в полосе высоких частот на основе коэффициента (α) сведения, гармонически расширенного сигнала 208 и модулированного шумового сигнала 220. Например, микшер 211 может комбинировать (например, суммировать) первый масштабированный сигнал и второй масштабированный сигнал для того, чтобы формировать сигнал 161 возбуждения в полосе высоких частот.

[0051] В конкретном варианте осуществления, модуль 212 вычисления коэффициентов сведения может быть выполнен с возможностью формировать коэффициенты (α) сведения в качестве нескольких коэффициентов (α) сведения для каждого кадра аудиосигнала. Например, четыре коэффициента α_1 , α_2 , α_3 , α_4 сведения могут формироваться для кадра аудиосигнала, и каждый коэффициент (α) сведения может соответствовать надлежащему субкадру кадра.

[0052] Система 200 по фиг. 2 может оценивать коэффициент (α) сведения с тем, чтобы повышать точность оценки в полосе высоких частот во время прогнозирования в полосе высоких частот. Например, модуль 212 вычисления коэффициентов сведения может оценивать коэффициент (α) сведения, который должен формировать сигнал 161 возбуждения в полосе высоких частот, который является приблизительно эквивалентным остаточному сигналу 224 полосы высоких частот. Таким образом, в сценариях, в которых увеличенный шум уменьшает корреляцию между полосой низких частот и полосой высоких частот, система 200 может прогнозировать полосу высоких частот с использованием характеристик (например, остаточного сигнала 224 полосы высоких частот) полосы высоких частот. Передача коэффициента (α) сведения в приемное устройство вместе с другой вспомогательной информацией 172 полосы высоких частот может предоставлять возможному устройству выполнять обратные операции, чтобы восстанавливать входной аудиосигнал 102.

[0053] Ссылаясь на фиг. 3, показан другой конкретный иллюстративный вариант осуществления системы 300, которая выполнена с возможностью оценивать коэффициент (α) сведения с использованием анализа с замкнутым контуром для того, чтобы

формировать сигнал возбуждения в полосе высоких частот. Система 300 включает в себя модуль 202 отслеживания огибающей, линейный прогнозный аналитический фильтр 204, формирователь 207 нелинейного преобразования и модуль 240 комбинирования шума.

5 [0054] Вывод модуля 240 комбинирования шума на фиг. 3 может масштабироваться посредством коэффициента (β) масштабирования шума с использованием бета-умножителя 304, чтобы формировать модулированный шумовой сигнал 220. Бета-умножитель 304 представляет собой коэффициент нормализации мощности между
10 модулированным белым шумом и гармоническим расширением возбуждения в полосе низких частот. Модулированный шумовой сигнал 220 и гармонически расширенный сигнал 208 могут предоставляться в формирователь 302 возбуждения в полосе высоких частот. Например, гармонически расширенный сигнал 208 может предоставляться в первый модуль 254 комбинирования, и модулированный шумовой сигнал 220 может предоставляться во второй модуль 220 комбинирования.

15 [0055] Система 300 может избирательно постепенно увеличивать и/или постепенно уменьшать значения коэффициента (α) сведения для того, чтобы находить коэффициент (α) сведения, который уменьшает (например, минимизирует) среднеквадратическую ошибку (E) разности между остаточным сигналом 224 полосы высоких частот и сигналом 161 возбуждения в полосе высоких частот, как описано относительно фиг. 2. Например,
20 линейный прогнозный аналитический фильтр 204 может предоставлять остаточный сигнал 224 полосы высоких частот в первый ввод схемы 306 обнаружения ошибок. Формирователь 302 возбуждения в полосе высоких частот может предоставлять сигнал 161 возбуждения в полосе высоких частот во второй ввод схемы 306 обнаружения ошибок. Схема 306 обнаружения ошибок может определять разность (e) между
25 остаточным сигналом 224 полосы высоких частот и сигналом 161 возбуждения в полосе высоких частот согласно уравнению 3. Разность может быть представлена посредством сигнала 368 ошибки. Сигнал 368 ошибки может предоставляться во ввод модуля 308 вычисления для минимизации ошибок (например, контроллер ошибок).

[0056] Модуль 308 вычисления для минимизации ошибок может вычислять
30 среднеквадратическую ошибку (E), согласно уравнению 4, для конкретного значения коэффициента (α) сведения. Модуль 308 вычисления для минимизации ошибок может отправлять сигнал 370 в формирователь 302 возбуждения в полосе высоких частот для того, чтобы избирательно постепенно увеличивать или постепенно уменьшать конкретное значение коэффициента (α) сведения для того, чтобы формировать меньшую
35 среднеквадратическую ошибку (E).

[0057] В ходе работы, модуль 308 вычисления для минимизации ошибок может вычислять первую среднеквадратическую ошибку (E_1) на основе первого коэффициента (α_1) сведения. В конкретном варианте осуществления, после вычисления первой среднеквадратической ошибки (E_1), модуль 308 вычисления для минимизации ошибок
40 может отправлять сигнал 370 в формирователь 302 возбуждения в полосе высоких частот для того, чтобы постепенно увеличивать первый коэффициент (α_1) сведения посредством конкретной величины, чтобы формировать второй коэффициент (α_2) сведения. Модуль 308 вычисления для минимизации ошибок может вычислять вторую среднеквадратическую ошибку (E_2) на основе второго коэффициента (α_2) сведения и
45 может отправлять сигнал 370 в формирователь 302 возбуждения в полосе высоких частот для того, чтобы постепенно увеличивать второй коэффициент (α_2) сведения посредством конкретной величины, чтобы формировать третий коэффициент (α_3)

сведения. Этот процесс может повторяться, чтобы формировать несколько значений среднеквадратической ошибки (E). Модуль 308 вычисления для минимизации ошибок может определять то, какое значение среднеквадратической ошибки (E) является наименьшим значением, и коэффициент (α) сведения может соответствовать конкретному значению, которое дает в результате меньшее значение для среднеквадратической ошибки (E).

[0058] В другом конкретном варианте осуществления, после вычисления первой среднеквадратической ошибки (E_1), модуль 308 вычисления для минимизации ошибок может отправлять сигнал 370 в формирователь 302 возбуждения в полосе высоких частот для того, чтобы постепенно уменьшать первый коэффициент (α_1) сведения посредством конкретной величины, чтобы формировать второй коэффициент (α_2) сведения. Модуль 308 вычисления для минимизации ошибок может вычислять вторую среднеквадратическую ошибку (E_2) на основе второго коэффициента (α_2) сведения и может отправлять сигнал 370 в формирователь 302 возбуждения в полосе высоких частот для того, чтобы постепенно уменьшать второй коэффициент (α_2) сведения посредством конкретной величины, чтобы формировать третий коэффициент (α_3) сведения. Этот процесс может повторяться, чтобы формировать несколько значений среднеквадратической ошибки (E). Модуль 308 вычисления для минимизации ошибок может определять то, какое значение среднеквадратической ошибки (E) является наименьшим значением, и коэффициент (α) сведения может соответствовать конкретному значению, которое дает в результате меньшее значение для среднеквадратической ошибки (E).

[0059] В конкретном варианте осуществления, несколько коэффициентов (α) сведения могут использоваться для каждого кадра аудиосигнала. Например, четыре коэффициента α_1 , α_2 , α_3 , α_4 сведения могут формироваться для кадра аудиосигнала, и каждый коэффициент (α) сведения может соответствовать надлежащему субкадру кадра. Значения коэффициентов (α) сведения могут постепенно увеличиваться и/или постепенно уменьшаться для того, чтобы адаптивно сглаживать коэффициенты (α) сведения в одном кадре или для нескольких кадров, чтобы уменьшать возникновение и/или степень флуктуаций выходных коэффициентов (α) сведения. В качестве иллюстрации, первое значение коэффициента (α_1) сведения может соответствовать первому субкадру конкретного кадра, и второе значение коэффициента (α_2) сведения может соответствовать второму субкадру конкретного кадра. Третье значение коэффициента (α_3) сведения может быть, по меньшей мере, частично основано на первом значении коэффициента (α_1) сведения и втором значении коэффициента (α_2) сведения.

[0060] Система 300 по фиг. 3 может определять коэффициент (α) сведения с использованием анализа с замкнутым контуром с тем, чтобы повышать точность оценки в полосе высоких частот во время прогнозирования в полосе высоких частот. Например, схема 306 обнаружения ошибок и модуль 308 вычисления для минимизации ошибок могут определять значение коэффициента (α) сведения, который должен формировать небольшую среднеквадратическую ошибку (E) (например, формировать сигнал 161 возбуждения в полосе высоких частот, который близко имитирует остаточный сигнал 224 полосы высоких частот). Таким образом, в сценариях, в которых увеличенный шум уменьшает корреляцию между полосой низких частот и полосой высоких частот, система 300 может прогнозировать полосу высоких частот с использованием характеристик (например, остаточного сигнала 224 полосы высоких частот) полосы высоких частот. Передача коэффициента (α) сведения в приемное устройство вместе с другой вспомогательной информацией 172 полосы высоких частот может предоставлять

возможность приемному устройству выполнять обратные операции, чтобы восстанавливать входной аудиосигнал 102.

[0061] Ссылаясь на фиг. 4, показан конкретный иллюстративный вариант осуществления системы 400, которая выполнена с возможностью воспроизводить аудиосигнал с использованием коэффициента (α) сведения. Система 400 включает в себя формирователь 407 нелинейного преобразования, модуль 402 отслеживания огибающей, модуль 440 комбинирования шума, первый модуль 454 комбинирования, второй модуль 456 комбинирования, модуль 452 вычитания и микшер 411. В конкретном варианте осуществления, система 400 может быть интегрирована в систему или устройство декодирования (например, в беспроводном телефоне или кодеке). В других конкретных вариантах осуществления, система 400 может быть интегрирована в абонентскую приставку, музыкальный проигрыватель, видеопроектор, электронное мультимедийное устройство, навигационное устройство, устройство связи, PDA, стационарный модуль обработки данных или компьютер.

[0062] Формирователь 407 нелинейного преобразования может быть выполнен с возможностью принимать сигнал 144 возбуждения в полосе низких частот по фиг. 1. Например, поток 142 битов полосы низких частот по фиг. 1 может включать в себя сигнал 144 возбуждения в полосе низких частот и может передаваться в систему 400 в качестве потока 192 битов. Формирователь 407 нелинейного преобразования может быть выполнен с возможностью формировать второй гармонически расширенный сигнал 408 на основе сигнала 144 возбуждения в полосе низких частот. Например, формирователь 407 нелинейного преобразования может выполнять операцию с абсолютными значениями или операцию возведения в квадрат для кадров сигнала 144 возбуждения в полосе низких частот для того, чтобы формировать второй гармонически расширенный сигнал 408. В конкретном варианте осуществления, формирователь 407 нелинейного преобразования может работать практически аналогично формирователю 207 нелинейного преобразования по фиг. 2. Второй гармонически расширенный сигнал 408 может предоставляться в модуль 402 отслеживания огибающей и в первый модуль 454 комбинирования.

[0063] Модуль 402 отслеживания огибающей может быть выполнен с возможностью принимать второй гармонически расширенный сигнал 408 и вычислять вторую огибающую 403 временной области полосы низких частот, соответствующую второму гармонически расширенному сигналу 408. Например, модуль 402 отслеживания огибающей может быть выполнен с возможностью вычислять квадрат каждой выборки кадра второго гармонически расширенного сигнала 408, чтобы формировать последовательность возведенных в квадрат значений. Модуль 402 отслеживания огибающей может быть выполнен с возможностью осуществлять операцию сглаживания для последовательности возведенных в квадрат значений, к примеру, посредством применения ИР-фильтра нижних частот первого порядка к последовательности возведенных в квадрат значений. Модуль 402 отслеживания огибающей может быть выполнен с возможностью применять функцию вычисления квадратного корня к каждой выборке сглаженной последовательности, чтобы формировать вторую огибающую 403 временной области полосы низких частот. В конкретном варианте осуществления, модуль 402 отслеживания огибающей может работать практически аналогично модулю 202 отслеживания огибающей по фиг. 2. Вторая огибающая 403 временной области полосы низких частот может предоставляться в модуль 440 комбинирования шума.

[0064] Модуль 440 комбинирования шума может быть выполнен с возможностью комбинировать вторую огибающую 403 временной области полосы низких частот с

белым шумом 405, сформированным посредством формирователя белого шума (не показан), чтобы формировать второй модулированный шумовой сигнал 420. Например, модуль 440 комбинирования шума может быть выполнен с возможностью амплитудно модулировать белый шум 405 согласно второй огибающей 403 временной области

5 полосы низких частот. В конкретном варианте осуществления, модуль 440 комбинирования шума может реализовываться как умножитель, который выполнен с возможностью масштабировать вывод белого шума 405 согласно второй огибающей 403 временной области полосы низких частот для того, чтобы формировать второй модулированный шумовой сигнал 420. В конкретном варианте осуществления, модуль

10 440 комбинирования шума может работать практически аналогично модулю 240 комбинирования шума по фиг. 2. Второй модулированный шумовой сигнал 420 может предоставляться во второй модуль 456 комбинирования.

[0065] Коэффициент (α) сведения по фиг. 2 может предоставляться в первый модуль 454 комбинирования и в модуль 452 вычитания. Например, вспомогательная информация

15 172 полосы высоких частот по фиг. 1 может включать в себя коэффициент (α) сведения и может передаваться в систему 400. Модуль 452 вычитания может вычитать коэффициент (α) сведения из единицы и предоставлять разность $(1-\alpha)$ во второй модуль 256 комбинирования. Первый модуль 454 комбинирования может реализовываться как умножитель, который выполнен с возможностью масштабировать второй

20 гармонически расширенный сигнал 408 согласно коэффициенту (α) сведения для того, чтобы формировать первый масштабированный сигнал. Второй модуль 454 комбинирования может реализовываться как умножитель, который выполнен с возможностью масштабировать модулированный шумовой сигнал 420 на основе коэффициента $(1-\alpha)$ для того, чтобы формировать второй масштабированный сигнал.

25 Например, второй модуль 454 комбинирования может масштабировать модулированный шумовой сигнал 420 на основе разности $(1-\alpha)$, сформированной в модуле 452 вычитания. Первый масштабированный сигнал и второй масштабированный сигнал могут предоставляться в микшер 411.

[0066] Микшер 411 может формировать второй сигнал 461 возбуждения в полосе

30 высоких частот на основе коэффициента (α) сведения, второго гармонически расширенного сигнала 408 и второго модулированного шумового сигнала 420. Например, микшер 411 может комбинировать (например, суммировать) первый масштабированный сигнал и второй масштабированный сигнал для того, чтобы формировать второй сигнал 461 возбуждения в полосе высоких частот.

[0067] Система 400 по фиг. 4 может воспроизводить сигнал 124 полосы высоких частот по фиг. 1 с использованием второго сигнала 461 возбуждения в полосе высоких частот. Например, система 400 может формировать второй сигнал 461 возбуждения в

35 полосе высоких частот, который является практически аналогичным сигналу 161 возбуждения в полосе высоких частот по фиг. 1-2, посредством приема коэффициента (α) сведения через вспомогательную информацию 172 полосы высоких частот. Второй сигнал 461 возбуждения в полосе высоких частот может подвергаться операции синтеза коэффициентов линейного прогнозирования для того, чтобы формировать сигнал

40 полосы высоких частот, который является практически аналогичным сигналу 124 полосы высоких частот.

[0068] Ссылаясь на фиг. 5, показаны блок-схемы последовательности операций способа, которые иллюстрируют конкретные варианты осуществления способов 500, 510 для воспроизведения сигнала полосы высоких частот с использованием

45 коэффициента (α) сведения. Первый способ 500 может выполняться посредством систем

100-300 по фиг. 3. Второй способ 510 может осуществляться посредством системы 400 по фиг. 4.

[0069] Первый способ 500 может включать в себя формирование остаточного сигнала полосы высоких частот на основе части полосы высоких частот аудиосигнала, на 502.

Например, на фиг. 2, линейный прогнозный аналитический фильтр 204 может формировать остаточный сигнал 224 полосы высоких частот на основе сигнала 124 полосы высоких частот (например, части полосы высоких частот входного аудиосигнала 102). В конкретном варианте осуществления, линейный прогнозный аналитический фильтр 204 может кодировать спектральную огибающую сигнала 124 полосы высоких частот в качестве набора LPC, используемых для того, чтобы прогнозировать будущие выборки сигнала 124 полосы высоких частот. Остаточный сигнал 224 полосы высоких частот может использоваться для того, чтобы прогнозировать ошибку сигнала 161 возбуждения в полосе высоких частот.

[0070] Гармонически расширенный сигнал может формироваться, по меньшей мере, на основе части полосы низких частот аудиосигнала, на 504. Например, сигнал 144 возбуждения в полосе низких частот по фиг. 1 может формироваться из сигнала 122 полосы низких частот (например, части полосы низких частот входного аудиосигнала 102) с использованием модуля 130 анализа полосы низких частот. Формирователь 207 нелинейного преобразования по фиг. 2 может выполнять операцию с абсолютными значениями или операцию возведения в квадрат для сигнала 144 возбуждения в полосе низких частот для того, чтобы формировать гармонически расширенный сигнал 208.

[0071] Коэффициент сведения может определяться на основе остаточного сигнала полосы высоких частот, гармонически расширенного сигнала и модулированного шума, на 506. Например, модуль 212 вычисления коэффициентов сведения по фиг. 2 может определять коэффициент (α) сведения на основе среднеквадратической ошибки (E) разности между остаточным сигналом 224 полосы высоких частот и сигналом 161 возбуждения в полосе высоких частот. С использованием анализа с замкнутым контуром, сигнал 161 возбуждения в полосе высоких частот может быть приблизительно равен остаточному сигналу 224 полосы высоких частот для того, чтобы эффективно минимизировать среднеквадратическую ошибку (E) (например, задавать среднеквадратическую ошибку (E) равной нулю). Как пояснено относительно фиг. 2, коэффициент (α) сведения может выражаться следующим образом:

$$\alpha = [(R_{NB} - \hat{W}_{MOD}) * (\hat{R}_{LB} - \hat{W}_{MOD})] / (\hat{R}_{LB} - \hat{W}_{MOD})^2 \text{ (уравнение 5)}$$

Коэффициент (α) сведения может передаваться в речевой декодер. Например, вспомогательная информация 172 полосы высоких частот по фиг. 1 может включать в себя коэффициент (α) сведения.

[0072] Второй способ 510 может включать в себя прием, в речевом декодере, кодированного сигнала, включающего в себя сигнал возбуждения в полосе низких частот и вспомогательную информацию полосы высоких частот, на 512. Например, формирователь 407 нелинейного преобразования по фиг. 4 может принимать сигнал 144 возбуждения в полосе низких частот по фиг. 1. Поток 142 битов полосы низких частот по фиг. 1 может включать в себя сигнал 144 возбуждения в полосе низких частот и может передаваться в систему 400 в качестве потока 192 битов. Первый модуль 454 комбинирования и модуль 452 вычитания могут принимать вспомогательную информацию 172 полосы высоких частот. Вспомогательная информация 172 полосы высоких частот может включать в себя коэффициент (α) сведения, определенный на основе остаточного сигнала 224 полосы высоких частот, гармонически расширенного сигнала 208 и модулированного шумового сигнала 220.

[0073] Сигнал возбуждения в полосе высоких частот может формироваться на основе вспомогательной информации полосы высоких частот и сигнала возбуждения в полосе низких частот, на 514. Например, микшер 411 по фиг. 4 может формировать второй сигнал 461 возбуждения в полосе высоких частот на основе коэффициента (α) сведения, второго гармонически расширенного сигнала 408 и модулированного шумового сигнала 420.

[0074] Способы 500, 510 по фиг. 5 могут оценивать коэффициент (α) сведения (например, с использованием анализа с замкнутым контуром) с тем, чтобы повышать точность оценки в полосе высоких частот во время прогнозирования в полосе высоких частот, и могут использовать коэффициент (α) сведения для того, чтобы восстанавливать сигнал 124 полосы высоких частот. Например, модуль 212 вычисления коэффициентов сведения может оценивать коэффициент (α) сведения, который должен формировать сигнал 161 возбуждения в полосе высоких частот, который является приблизительно эквивалентным остаточному сигналу 224 полосы высоких частот. Таким образом, в сценариях, в которых увеличенный шум уменьшает корреляцию между полосой низких частот и полосой высоких частот, способ 500 может прогнозировать полосу высоких частот с использованием характеристик (например, остаточного сигнала 224 полосы высоких частот) полосы высоких частот. Передача коэффициента (α) сведения в приемное устройство вместе с другой вспомогательной информацией 172 полосы высоких частот может предоставлять возможному устройству выполнять обратные операции, чтобы восстанавливать входной аудиосигнал 102. Например, может формироваться второй сигнал 461 возбуждения в полосе высоких частот, который является практически аналогичным сигналу 161 возбуждения в полосе высоких частот по фиг. 1-2. Второй сигнал 461 возбуждения в полосе высоких частот может подвергаться операции синтеза коэффициентов линейного прогнозирования для того, чтобы формировать синтезированный сигнал полосы высоких частот, который является практически аналогичным сигналу 124 полосы высоких частот.

[0075] В конкретных вариантах осуществления, способы 500, 510 по фиг. 5 могут реализовываться через аппаратные средства (например, FPGA-устройство, ASIC и т.д.) процессора, такого как центральный процессор (CPU), DSP или контроллер, через микропрограммное устройство или любую комбинацию вышеозначенного. В качестве примера, способ 500, 510 по фиг. 5 может осуществляться посредством процессора, который выполняет инструкции, как описано относительно фиг. 6.

[0076] Ссылаясь на фиг. 6, проиллюстрирована блок-схема конкретного иллюстративного варианта осуществления устройства беспроводной связи, которое, в общем, обозначается как 600. Устройство 600 включает в себя процессор 610 (например, центральный процессор (CPU)), соединенный с запоминающим устройством 632. Запоминающее устройство 632 может включать в себя инструкции 660, выполняемые посредством процессора 610 и/или кодека 634 для того, чтобы осуществлять способы и процессы, раскрытые в данном документе, к примеру, способы 500, 510 по фиг. 5.

[0077] В конкретном варианте осуществления, кодек 634 может включать в себя систему 682 оценки коэффициентов сведения и систему 684 декодирования согласно оцененному коэффициенту сведения. В конкретном варианте осуществления, система 682 оценки коэффициентов сведения включает в себя один или более компонентов модуля 162 вычисления коэффициентов сведения по фиг. 1, один или более компонентов системы 200 по фиг. 2 и/или один или более компонентов системы 300 по фиг. 3. Например, система 682 оценки коэффициентов сведения может выполнять операции кодирования, ассоциированные с системой 100-300 фиг. 1-3 и способом 500 по фиг. 5.

В конкретном варианте осуществления, система 684 декодирования может включать в себя один или более компонентов системы 400 по фиг. 4. Например, система 684 декодирования может выполнять операции декодирования, ассоциированные с системой 400 по фиг. 4 и способом 510 по фиг. 5. Система 682 оценки коэффициентов сведения и/или система 684 декодирования могут реализовываться через специализированные аппаратные средства (например, схему) посредством процессора, выполняющего инструкции, чтобы выполнять одну или более задач, или комбинацию вышеозначенного.

[0078] В качестве примера, запоминающее устройство 632 или запоминающее устройство 690 в кодеке 634 может представлять собой такое запоминающее устройство, как оперативное запоминающее устройство (RAM), магниторезистивное оперативное запоминающее устройство (MRAM), MRAM с передачей спинного крутящего момента (STT-MRAM), флэш-память, постоянное запоминающее устройство (ROM), программируемое постоянное запоминающее устройство (PROM), стираемое программируемое постоянное запоминающее устройство (EPROM), электрически стираемое программируемое постоянное запоминающее устройство (EEPROM), регистры, жесткий диск, съемный диск или постоянное запоминающее устройство на компакт-дисках (CD-ROM). Запоминающее устройство может включать в себя инструкции (например, инструкции 660 или инструкции 695), которые, при выполнении посредством компьютера (например, процессора в кодеке 634 и/или процессора 610), могут инструктировать компьютеру осуществлять, по меньшей мере, часть одного из способов 500, 510 по фиг. 5. В качестве примера, запоминающее устройство 632 или запоминающее устройство 690 в кодеке 634 может представлять собой энергонезависимый машиночитаемый носитель, который включает в себя инструкции (например, инструкции 660 или инструкции 695, соответственно), которые, при выполнении посредством компьютера (например, процессора в кодеке 634 и/или процессора 610), инструктируют компьютеру осуществлять, по меньшей мере, часть одного из способов 500, 510 по фиг. 5.

[0079] Устройство 600 также может включать в себя DSP 696, соединенный с кодеком 634 и с процессором 610. В конкретном варианте осуществления, DSP 696 может включать в себя систему 697 оценки коэффициентов сведения и систему 698 декодирования согласно оцененному коэффициенту сведения. В конкретном варианте осуществления, система 697 оценки коэффициентов сведения включает в себя один или более компонентов модуля 162 вычисления коэффициентов сведения по фиг. 1, один или более компонентов системы 200 по фиг. 2 и/или один или более компонентов системы 300 по фиг. 3. Например, система 697 оценки коэффициентов сведения может выполнять операции кодирования, ассоциированные с системой 100-300 фиг. 1-3 и способом 500 по фиг. 5. В конкретном варианте осуществления, система 698 декодирования может включать в себя один или более компонентов системы 400 по фиг. 4. Например, система 698 декодирования может выполнять операции декодирования, ассоциированные с системой 400 по фиг. 4 и способом 510 по фиг. 5. Система 697 оценки коэффициентов сведения и/или система 698 декодирования могут реализовываться через специализированные аппаратные средства (например, схему) посредством процессора, выполняющего инструкции, чтобы выполнять одну или более задач, или комбинацию вышеозначенного.

[0080] Фиг. 6 также показывает контроллер 626 отображения, который соединяется с процессором 610 и с дисплеем 628. Кодек 634 может соединяться с процессором 610, как показано. Динамик 636 и микрофон 638 могут соединяться с кодеком 634. Например, микрофон 638 может формировать входной аудиосигнал 102 по фиг. 1, и кодек 634

может формировать выходной поток 192 битов для передачи в приемное устройство на основе входного аудиосигнала 102. В качестве другого примера, динамик 636 может использоваться для того, чтобы выводить сигнал, восстановленный посредством кодера 634 из выходного потока 192 битов по фиг. 1, при этом выходной поток 192 битов

5 принимается из передающего устройства. Фиг. 6 также указывает то, что беспроводной контроллер 640 может соединяться с процессором 610 и с беспроводной антенной 642.

[0081] В конкретном варианте осуществления, процессор 610, контроллер 626 отображения, запоминающее устройство 632, кодек 634, беспроводной контроллер 640 и приемо-передающее устройство 644 включаются в устройство 622 на основе системы

10 в одном корпусе или внутрикристальной системы. В конкретном варианте осуществления, устройство 630 ввода и источник 622 питания соединяются с устройством 628 на основе внутрикристальной системы. Кроме того, в конкретном варианте осуществления, как проиллюстрировано на фиг. 6, устройство 630 отображения, устройство 636 ввода, динамик 638, микрофон 642, антенна 644 и источник 622 питания

15 являются внешними для устройства 628 на основе внутрикристальной системы. Тем не менее, каждое из устройства 630 отображения, устройства 636 ввода, динамика 638, микрофона 642, антенны 644 и источника 1844 питания может соединяться с компонентом устройства 622 на основе внутрикристальной системы, таким как интерфейс или контроллер.

[0082] В связи с описанными вариантами осуществления, раскрыто первое устройство, которое включает в себя средство для формирования остаточного сигнала полосы

20 высоких частот на основе части полосы высоких частот аудиосигнала. Например, средство для формирования остаточного сигнала полосы высоких частот может включать в себя гребенку 110 аналитических фильтров по фиг. 1, модуль 152 LP-анализа

25 и кодирования по фиг. 1, линейный прогнозный аналитический фильтр 204 по фиг. 2-3, систему 682 оценки коэффициентов сведения по фиг. 6, кодек 634 по фиг. 6, систему 697 оценки коэффициентов сведения по фиг. 6, DSP 696 по фиг. 6, одно или более устройств, таких как фильтр, выполненный с возможностью формировать остаточный сигнал полосы высоких частот (например, процессор, выполняющий инструкции в

30 энергонезависимом машиночитаемом носителе хранения данных), либо любую комбинацию вышеозначенного.

[0083] Первое устройство также может включать в себя средство для формирования гармонически расширенного сигнала, по меньшей мере, частично на основе части

35 полосы низких частот аудиосигнала. Например, средство для формирования гармонически расширенного сигнала может включать в себя гребенку 110 аналитических фильтров по фиг. 1, аналитический фильтр 130 полосы низких частот по фиг. 1 или его компонент, формирователь 207 нелинейного преобразования фиг. 2-3, систему 682

оценки коэффициентов сведения по фиг. 6, систему 697 оценки коэффициентов сведения по фиг. 6, DSP 696 по фиг. 6, одно или более устройств, выполненных с возможностью

40 формировать гармонически расширенный сигнал (например, процессор, выполняющий инструкции в энергонезависимом машиночитаемом носителе хранения данных), либо любую комбинацию вышеозначенного.

[0084] Первое устройство также включает в себя средство для определения коэффициента сведения на основе остаточного сигнала полосы высоких частот,

45 гармонически расширенного сигнала и модулированного шума. Например, средство для определения коэффициента сведения может включать в себя формирователь 160 возбуждения в полосе высоких частот по фиг. 1, модуль 162 вычисления коэффициентов сведения по фиг. 1, модуль 212 вычисления коэффициентов сведения по фиг. 2, схему

306 обнаружения ошибок по фиг. 3, модуль 308 вычисления для минимизации ошибок по фиг. 3, формирователь 302 возбуждения в полосе высоких частот по фиг. 3, систему 682 оценки коэффициентов сведения по фиг. 6, кодек 634 по фиг. 6, систему 697 оценки коэффициентов сведения по фиг. 6, DSP 696 по фиг. 6, одно или более устройств, выполненных с возможностью определять коэффициент сведения (например, процессор, выполняющий инструкции в энергонезависимом машиночитаемом носителе хранения данных), либо любую комбинацию вышеозначенного.

[0085] В связи с описанными вариантами осуществления, второе устройство включает в себя средство для приема кодированного сигнала, включающего в себя сигнал возбуждения в полосе низких частот и вспомогательную информацию полосы высоких частот. Вспомогательная информация полосы высоких частот включает в себя коэффициент сведения, определенный на основе остаточного сигнала полосы высоких частот, гармонически расширенного сигнала и модулированного шума. Например, средство для приема кодированного сигнала может включать в себя формирователь 407 нелинейного преобразования по фиг. 4, первый модуль 454 комбинирования по фиг. 4, модуль 452 вычитания по фиг. 4, кодек 634 по фиг. 6, систему 684 декодирования по фиг. 6, систему 698 декодирования по фиг. 6, DSP 696 по фиг. 6, одно или более устройств, выполненных с возможностью принимать кодированный сигнал (например, процессор, выполняющий инструкции в энергонезависимом машиночитаемом носителе хранения данных), либо любую комбинацию вышеозначенного.

[0086] Второе устройство также может включать в себя средство для формирования сигнала возбуждения в полосе высоких частот на основе вспомогательной информации полосы высоких частот и сигнала возбуждения в полосе низких частот. Например, средство для формирования сигнала возбуждения в полосе высоких частот может включать в себя формирователь 407 нелинейного преобразования по фиг. 4, модуль 402 отслеживания огибающей по фиг. 4, модуль 440 комбинирования шума по фиг. 4, первый модуль 454 комбинирования по фиг. 4, второй модуль 456 комбинирования по фиг. 4, модуль 452 вычитания по фиг. 4, микшер 411 по фиг. 4, кодек 634 по фиг. 6, систему 684 декодирования по фиг. 6, систему 698 декодирования по фиг. 6, DSP 696 по фиг. 6, одно или более устройств, выполненных с возможностью формировать сигнал возбуждения в полосе высоких частот (например, процессор, выполняющий инструкции в энергонезависимом машиночитаемом носителе хранения данных), либо любую комбинацию вышеозначенного.

[0087] Специалисты в данной области техники дополнительно должны принимать во внимание, что различные иллюстративные логические блоки, конфигурации, модули, схемы и этапы алгоритма, описанные в связи с вариантами осуществления, раскрытыми в данном документе, могут быть реализованы как электронные аппаратные средства, компьютерное программное обеспечение, выполняемое посредством устройства обработки, такого как аппаратный процессор, либо как комбинации вышеозначенного. Различные иллюстративные компоненты, блоки, конфигурации, модули, схемы и этапы описаны выше, в общем, с точки зрения их функциональности. То, реализована эта функциональность в качестве аппаратных средств или исполняемого программного обеспечения, зависит от конкретного варианта применения и проектных ограничений, накладываемых на систему в целом. Специалисты в данной области техники могут реализовывать описанную функциональность различными способами для каждого конкретного варианта применения, но такие решения по реализации не должны быть интерпретированы как отступление от объема настоящего раскрытия сущности.

[0088] Этапы способа или алгоритма, описанные в связи с раскрытыми в данном

документе вариантами осуществления, могут быть реализованы непосредственно в аппаратных средствах, в программном модуле, приводимом в исполнение посредством процессора, или в их комбинации. Программный модуль может постоянно размещаться в запоминающем устройстве, таком как оперативное запоминающее устройство (RAM), магниторезистивное оперативное запоминающее устройство (MRAM), MRAM с передачей спинового крутящего момента (STT-MRAM), флэш-память, постоянное запоминающее устройство (ROM), программируемое постоянное запоминающее устройство (PROM), стираемое программируемое постоянное запоминающее устройство (EPROM), электрически стираемое программируемое постоянное запоминающее устройство (EEPROM), регистры, жесткий диск, съемный диск или постоянное запоминающее устройство на компакт-дисках (CD-ROM). Примерное запоминающее устройство соединяется с процессором, так что процессор может считывать информацию и записывать информацию в запоминающее устройство. В альтернативном варианте, запоминающее устройство может быть встроено в процессор. Процессор и носитель хранения данных могут постоянно размещаться в ASIC. ASIC может постоянно размещаться в вычислительном устройстве или пользовательском терминале. В альтернативном варианте, процессор и носитель хранения данных могут постоянно размещаться как дискретные компоненты в вычислительном устройстве или пользовательском терминале.

[0089] Предшествующее описание раскрытых вариантов осуществления предоставлено для того, чтобы давать возможность специалистам в данной области техники создавать или использовать раскрытые варианты осуществления. Различные модификации в этих вариантах осуществления должны быть очевидными для специалистов в данной области техники, а описанные в данном документе принципы могут быть применены к другим вариантам осуществления без отступления от объема раскрытия сущности. Таким образом, настоящее раскрытие сущности не имеет намерение быть ограниченным, показанными в данном документе вариантами осуществления, а должно удовлетворять самому широкому возможному объему, согласованному с принципами и новыми признаками, задаваемыми посредством прилагаемой формулы изобретения.

(57) Формула изобретения

1. Способ обработки сигналов, содержащий этапы, на которых:

- формируют, в речевом кодере, остаточный сигнал полосы высоких частот на основе части полосы высоких частот аудиосигнала;

- формируют гармонически расширенный сигнал, по меньшей мере, частично на основе части полосы низких частот аудиосигнала;

- определяют коэффициент сведения на основе остаточного сигнала полосы высоких частот, гармонически расширенного сигнала и модулированного шума, при этом модулированный шум, по меньшей мере, частично основан на гармонически расширенном сигнале и белом шуме; и

- комбинируют первый сигнал, соответствующий гармонически расширенному сигналу, масштабированному на основе коэффициента сведения, и второй сигнал, соответствующий модулированному шуму, масштабированному на основе коэффициента сведения.

2. Способ по п. 1, в котором коэффициент сведения регулируется с использованием анализа с замкнутым контуром.

3. Способ по п. 2, в котором регулирование коэффициента сведения с использованием

анализа с замкнутым контуром содержит этапы, на которых:

- сравнивают остаточный сигнал полосы высоких частот с сигналом возбуждения в полосе высоких частот, при этом сигнал возбуждения в полосе высоких частот формируется на основе коэффициента сведения, гармонически расширенного сигнала и модулированного шума;

- формируют сигнал ошибки на основе сравнения; и
- регулируют коэффициент сведения на основе сигнала ошибки.

4. Способ по п. 1, дополнительно содержащий этап, на котором формируют сигнал возбуждения в полосе высоких частот, по меньшей мере, частично на основе коэффициента сведения, гармонически расширенного сигнала и модулированного шума посредством комбинирования первого сигнала и второго сигнала.

5. Способ по п. 1, дополнительно содержащий этапы, на которых:

- масштабируют гармонически расширенный сигнал согласно коэффициенту сведения для того, чтобы формировать первый сигнал; и

- масштабируют модулированный шум на основе коэффициента сведения для того, чтобы формировать второй сигнал.

6. Способ по п. 4, в котором коэффициент сведения регулируется на основе среднеквадратической ошибки разности между остаточным сигналом полосы высоких частот и сигналом возбуждения в полосе высоких частот.

7. Способ по п. 6, в котором коэффициент сведения дополнительно регулируется, по меньшей мере, на основе вокализации в полосе низких частот, наклона полосы низких частот или любой комбинации вышеозначенного.

8. Способ по п. 6, дополнительно содержащий этап, на котором:

- избирательно постепенно увеличивают или постепенно уменьшают первый коэффициент сведения для того, чтобы формировать второй коэффициент сведения; и

- при этом коэффициент сведения соответствует первому коэффициенту сведения в ответ на определение, что среднеквадратическая ошибка на основе первого коэффициента сведения меньше среднеквадратической ошибки на основе второго коэффициента сведения, и

- при этом коэффициент сведения соответствует второму коэффициенту сведения в ответ на определение, что среднеквадратическая ошибка на основе второго коэффициента сведения меньше среднеквадратической ошибки на основе первого коэффициента сведения.

9. Способ по п. 1, дополнительно содержащий этапы, на которых:

- выполняют линейный прогнозный анализ для части полосы высоких частот аудиосигнала для того, чтобы формировать остаточный сигнал полосы высоких частот;

- выполняют линейный прогнозный анализ для части полосы низких частот аудиосигнала для того, чтобы формировать остаточный сигнал полосы низких частот;

- квантуют остаточный сигнал полосы низких частот для того, чтобы формировать сигнал возбуждения в полосе низких частот; и

- выполняют операцию нелинейной фильтрации для сигнала возбуждения в полосе низких частот для того, чтобы формировать гармонически расширенный сигнал.

10. Способ по п. 1, дополнительно содержащий этап, на котором передают коэффициент сведения в приемное устройство в качестве части потока битов.

11. Устройство обработки сигналов, содержащее:

- линейный прогнозный аналитический фильтр для того, чтобы формировать остаточный сигнал полосы высоких частот на основе части полосы высоких частот аудиосигнала;

- формирователь нелинейного преобразования для того, чтобы формировать гармонически расширенный сигнал, по меньшей мере, частично на основе части полосы низких частот аудиосигнала;

- модуль вычисления коэффициентов сведения для того, чтобы определять коэффициент сведения на основе остаточного сигнала полосы высоких частот, гармонически расширенного сигнала и модулированного шума, при этом модулированный шум, по меньшей мере, частично основан на гармонически расширенном сигнале и белом шуме; и

- микшер, чтобы комбинировать первый сигнал, соответствующий гармонически расширенному сигналу, масштабированному на основе коэффициента сведения, и второй сигнал, соответствующий модулированному шуму, масштабированному на основе коэффициента сведения.

12. Устройство по п. 11, в котором коэффициент сведения регулируется с использованием анализа с замкнутым контуром.

13. Устройство по п. 12, дополнительно содержащее схему обнаружения ошибок и модуль вычисления для минимизации ошибок, чтобы регулировать коэффициент сведения с использованием анализа с замкнутым контуром;

- при этом схема обнаружения ошибок выполнена с возможностью сравнивать остаточный сигнал полосы высоких частот с сигналом возбуждения в полосе высоких частот, при этом сигнал возбуждения в полосе высоких частот формируется на основе коэффициента сведения, гармонически расширенного сигнала и модулированного шума; и

- при этом модуль вычисления для минимизации ошибок выполнен с возможностью:

- формировать сигнал ошибки на основе сравнения; и

- регулировать коэффициент сведения на основе сигнала ошибки.

14. Устройство по п. 13, дополнительно содержащее формирователь возбуждения в полосе высоких частот, включающий в себя микшер, причем формирователь возбуждения в полосе высоких частот выполнен с возможностью формировать сигнал возбуждения в полосе высоких частот, по меньшей мере, частично на основе коэффициента сведения, гармонически расширенного сигнала и модулированного шума посредством комбинирования первого сигнала и второго сигнала.

15. Устройство по п. 14, в котором формирователь возбуждения в полосе высоких частот содержит:

- первый умножитель, чтобы масштабировать гармонически расширенный сигнал согласно коэффициенту сведения для того, чтобы формировать первый сигнал; и

- второй умножитель, чтобы масштабировать модулированный шум на основе коэффициента сведения для того, чтобы формировать второй сигнал.

16. Устройство по п. 14, в котором коэффициент сведения регулируется на основе среднеквадратической ошибки разности между остаточным сигналом полосы высоких частот и сигналом возбуждения в полосе высоких частот.

17. Устройство по п. 16, в котором коэффициент сведения дополнительно регулируется, по меньшей мере, на основе вокализации в полосе низких частот, наклона полосы низких частот или любой комбинации вышеозначенного.

18. Устройство по п. 16, дополнительно содержащее контроллер ошибок, выполненный с возможностью:

- избирательно постепенно увеличивать или постепенно уменьшать первый коэффициент сведения для того, чтобы формировать второй коэффициент сведения; и

- при этом коэффициент сведения соответствует первому коэффициенту сведения в

ответ на определение, что среднеквадратическая ошибка на основе первого коэффициента сведения меньше среднеквадратической ошибки на основе второго коэффициента сведения, и

- при этом коэффициент сведения соответствует второму коэффициенту сведения в ответ на определение, что среднеквадратическая ошибка на основе второго коэффициента сведения меньше среднеквадратической ошибки на основе первого коэффициента сведения.

19. Устройство по п. 11, дополнительно содержащее:

- первый линейный прогнозный аналитический фильтр, выполненный с возможностью осуществлять первый линейный прогнозный анализ для части полосы высоких частот аудиосигнала для того, чтобы формировать остаточный сигнал полосы высоких частот;

- второй линейный прогнозный аналитический фильтр, выполненный с возможностью осуществлять второй линейный прогнозный анализ для части полосы низких частот аудиосигнала для того, чтобы формировать остаточный сигнал полосы низких частот;

- квантователь, выполненный с возможностью квантовать остаточный сигнал полосы низких частот для того, чтобы формировать сигнал возбуждения в полосе низких частот; и

- формирователь нелинейного преобразования для того, чтобы выполнять операцию нелинейной фильтрации для сигнала возбуждения в полосе низких частот для того, чтобы формировать гармонически расширенный сигнал.

20. Устройство по п. 11, дополнительно содержащее передающее устройство, чтобы передавать коэффициент сведения в приемное устройство в качестве части потока битов.

21. Энергонезависимый машиночитаемый носитель, содержащий инструкции, которые, при выполнении посредством процессора в речевом кодере, инструктируют процессору:

- формировать остаточный сигнал полосы высоких частот на основе части полосы высоких частот аудиосигнала;

- формировать гармонически расширенный сигнал, по меньшей мере, частично на основе части полосы низких частот аудиосигнала;

- определять коэффициент сведения на основе остаточного сигнала полосы высоких частот, гармонически расширенного сигнала и модулированного шума, при этом модулированный шум, по меньшей мере, частично основан на гармонически расширенном сигнале и белом шуме; и

- комбинировать первый сигнал, соответствующий гармонически расширенному сигналу, масштабированному на основе коэффициента сведения, и второй сигнал, соответствующий модулированному шуму, масштабированному на основе коэффициента сведения.

22. Энергонезависимый машиночитаемый носитель по п. 21, в котором коэффициент сведения регулируется с использованием анализа с замкнутым контуром.

23. Энергонезависимый машиночитаемый носитель по п. 22, в котором регулирование коэффициента сведения с использованием анализа с замкнутым контуром содержит:

- сравнение остаточного сигнала полосы высоких частот с сигналом возбуждения в полосе высоких частот, при этом сигнал возбуждения в полосе высоких частот формируется на основе коэффициента сведения, гармонически расширенного сигнала и модулированного шума;

- формирование сигнала ошибки на основе сравнения; и

- регулирование коэффициента сведения на основе сигнала ошибки.

24. Энергонезависимый машиночитаемый носитель по п. 21, дополнительно

содержащий инструкции, которые, при выполнении посредством процессора, инструктируют процессору формировать сигнал возбуждения в полосе высоких частот, по меньшей мере, частично на основе коэффициента сведения, гармонически расширенного сигнала и модулированного шума посредством комбинирования первого

5 сигнала и второго сигнала.

25. Устройство обработки сигналов, содержащее:

- средство для формирования остаточного сигнала полосы высоких частот на основе части полосы высоких частот аудиосигнала;

10 - средство для формирования гармонически расширенного сигнала, по меньшей мере, частично на основе части полосы низких частот аудиосигнала;

- средство для определения коэффициента сведения на основе остаточного сигнала
полосы высоких частот, гармонически расширенного сигнала и модулированного
шума, при этом модулированный шум, по меньшей мере, частично основан на
гармонически расширенном сигнале и белом шуме; и

15 - средство для комбинирования первого сигнала, соответствующего гармонически расширенному сигналу, масштабированному на основе коэффициента сведения, и второго сигнала, соответствующего модулированному шуму, масштабированному на основе коэффициента сведения.

26. Устройство по п. 25, в котором коэффициент сведения регулируется с
20 использованием анализа с замкнутым контуром.

27. Устройство по п. 26, в котором регулирование коэффициента сведения с использованием анализа с замкнутым контуром содержит:

- сравнение остаточного сигнала полосы высоких частот с сигналом возбуждения в полосе высоких частот, при этом сигнал возбуждения в полосе высоких частот

25 формируется на основе коэффициента сведения, гармонически расширенного сигнала и модулированного шума;

- формирование сигнала ошибки на основе сравнения; и

- регулирование коэффициента сведения на основе сигнала ошибки.

28. Устройство по п. 25, дополнительно содержащее средство для формирования
30 сигнала возбуждения в полосе высоких частот, по меньшей мере, частично на основе коэффициента сведения, гармонически расширенного сигнала и модулированного шума, причем средство для формирования сигнала возбуждения в полосе высоких частот включает в себя средство для комбинирования.

29. Способ обработки сигналов, содержащий этапы, на которых:

35 - принимают, в речевом декодере, кодированный сигнал, включающий в себя сигнал возбуждения в полосе низких частот и вспомогательную информацию полосы высоких частот,

- при этом вспомогательная информация полосы высоких частот включает в себя коэффициент сведения, и при этом коэффициент сведения основан на остаточном сигнале
40 полосы высоких частот, первом гармонически расширенном сигнале и первом модулированном шуме; и

- формируют сигнал возбуждения в полосе высоких частот посредством сведения первого сигнала, соответствующего второму гармонически расширенному сигналу, и второго сигнала, соответствующего второму модулированному шуму, при этом второй
45 гармонически расширенный сигнал масштабируется на основе коэффициента сведения, и при этом второй модулированный шум масштабируется на основе коэффициента сведения.

30. Способ по п. 29, дополнительно содержащий этап, на котором формируют второй

гармонически расширенный сигнал, по меньшей мере, частично на основе принимаемого сигнала возбуждения в полосе низких частот.

31. Способ по п. 29, в котором формирование сигнала возбуждения в полосе высоких частот дополнительно содержит этап, на котором масштабируют второй гармонически расширенный сигнал на основе коэффициента сведения.

32. Способ по п. 29, в котором коэффициент сведения регулируется с использованием анализа с замкнутым контуром.

33. Способ по п. 29, в котором коэффициент сведения соответствует значению, которое минимизирует разность между остаточным сигналом полосы высоких частот и первым сигналом возбуждения в полосе высоких частот.

34. Способ по п. 29, дополнительно содержащий этапы, на которых:

- масштабируют второй гармонически расширенный сигнал согласно коэффициенту сведения для того, чтобы формировать первый сигнал; и

- масштабируют второй модулированный шум на основе коэффициента сведения для того, чтобы формировать второй сигнал.

35. Способ по п. 29, дополнительно содержащий этап, на котором выполняют операцию нелинейной фильтрации для принимаемого сигнала возбуждения в полосе низких частот для того, чтобы формировать второй гармонически расширенный сигнал.

36. Устройство обработки сигналов, содержащее:

- речевой декодер, выполненный с возможностью:

- принимать кодированный сигнал, включающий в себя сигнал возбуждения в полосе низких частот и вспомогательную информацию полосы высоких частот,

- при этом вспомогательная информация полосы высоких частот включает в себя коэффициент сведения, и

- при этом коэффициент сведения основан на остаточном сигнале полосы высоких частот, первом гармонически расширенном сигнале и первом модулированном шуме; и

- формировать сигнал возбуждения в полосе высоких частот посредством сведения первого сигнала, соответствующего второму гармонически расширенному сигналу, и второго сигнала, соответствующего второму модулированному шуму, при этом второй гармонически расширенный сигнал масштабируется на основе коэффициента сведения, и при этом второй модулированный шум масштабируется на основе коэффициента сведения.

37. Устройство по п. 36, в котором речевой декодер выполнен с возможностью формировать второй гармонически расширенный сигнал, по меньшей мере, частично на основе принимаемого сигнала возбуждения в полосе низких частот.

38. Устройство по п. 36, в котором речевой декодер выполнен с возможностью масштабировать второй гармонически расширенный сигнал на основе коэффициента сведения.

39. Устройство по п. 36, в котором коэффициент сведения регулируется с использованием анализа с замкнутым контуром.

40. Устройство по п. 36, в котором коэффициент сведения соответствует значению, которое минимизирует разность между остаточным сигналом полосы высоких частот и первым сигналом возбуждения в полосе высоких частот.

41. Устройство по п. 36, в котором речевой декодер выполнен с возможностью:

- масштабировать второй гармонически расширенный сигнал согласно коэффициенту сведения для того, чтобы формировать первый сигнал; и

- масштабировать второй модулированный шум на основе коэффициента сведения

для того, чтобы формировать второй сигнал.

42. Устройство по п. 36, в котором речевой декодер выполнен с возможностью осуществлять операцию нелинейной фильтрации для принимаемого сигнала возбуждения в полосе низких частот для того, чтобы формировать второй гармонически расширенный

сигнал.
43. Энергонезависимый машиночитаемый носитель, содержащий инструкции, которые, при выполнении посредством процессора в речевом декодере, инструктируют процессору:

- принимать кодированный сигнал, включающий в себя сигнал возбуждения в полосе низких частот и вспомогательную информацию полосы высоких частот,

- при этом вспомогательная информация полосы высоких частот включает в себя коэффициент сведения, и

- при этом коэффициент сведения основан на остаточном сигнале полосы высоких частот, первом гармонически расширенном сигнале и первом модулированном шуме;

и

- формировать сигнал возбуждения в полосе высоких частот посредством сведения первого сигнала, соответствующего второму гармонически расширенному сигналу, и второго сигнала, соответствующего второму модулированному шуму, при этом второй гармонически расширенный сигнал масштабируется на основе коэффициента сведения, и при этом второй модулированный шум масштабируется на основе коэффициента сведения.

44. Энергонезависимый машиночитаемый носитель по п. 43, в котором инструкции, при выполнении посредством процессора, инструктируют процессору формировать второй гармонически расширенный сигнал, по меньшей мере, частично на основе принимаемого сигнала возбуждения в полосе низких частот.

45. Энергонезависимый машиночитаемый носитель по п. 43, в котором инструкции, при выполнении посредством процессора, инструктируют процессору масштабировать второй гармонически расширенный сигнал на основе коэффициента сведения.

46. Энергонезависимый машиночитаемый носитель по п. 43, в котором коэффициент сведения регулируется с использованием анализа с замкнутым контуром.

47. Энергонезависимый машиночитаемый носитель по п. 43, в котором коэффициент сведения соответствует значению, которое минимизирует разность между остаточным сигналом полосы высоких частот и первым сигналом возбуждения в полосе высоких частот.

48. Энергонезависимый машиночитаемый носитель по п. 43, в котором инструкции, при выполнении посредством процессора, инструктируют процессору:

- масштабировать второй гармонически расширенный сигнал согласно коэффициенту сведения для того, чтобы формировать первый сигнал; и

- масштабировать второй модулированный шум на основе коэффициента сведения для того, чтобы формировать второй сигнал.

49. Энергонезависимый машиночитаемый носитель по п. 43, в котором инструкции, при выполнении посредством процессора, инструктируют процессору выполнять операцию нелинейной фильтрации для принимаемого сигнала возбуждения в полосе низких частот для того, чтобы формировать второй гармонически расширенный сигнал.

50. Устройство обработки сигналов, содержащее:

- средство для приема кодированного сигнала, включающего в себя сигнал возбуждения в полосе низких частот и вспомогательную информацию полосы высоких частот,

- при этом вспомогательная информация полосы высоких частот включает в себя коэффициент сведения, и
- при этом коэффициент сведения основан на остаточном сигнале полосы высоких частот, первом гармонически расширенном сигнале и первом модулированном шуме;

5 и

- средство для формирования сигнала возбуждения в полосе высоких частот на основе вспомогательной информации полосы высоких частот и сигнала возбуждения в полосе низких частот посредством сведения первого сигнала, соответствующего второму гармонически расширенному сигналу, и второго сигнала, соответствующего
10 второму модулированному шуму, при этом второй гармонически расширенный сигнал масштабируется на основе коэффициента сведения, и при этом второй модулированный шум масштабируется на основе коэффициента сведения.

51. Устройство по п. 50, дополнительно содержащее средство для формирования второго гармонически расширенного сигнала, по меньшей мере, частично на основе
15 принимаемого сигнала возбуждения в полосе низких частот.

52. Устройство по п. 50, в котором средство для формирования сигнала возбуждения в полосе высоких частот выполнено с возможностью масштабировать второй гармонически расширенный сигнал на основе коэффициента сведения.

53. Устройство по п. 50, в котором коэффициент сведения регулируется с
20 использованием анализа с замкнутым контуром.

54. Устройство по п. 50, в котором коэффициент сведения соответствует значению, которое минимизирует разность между остаточным сигналом полосы высоких частот и первым сигналом возбуждения в полосе высоких частот.

55. Устройство по п. 50, в котором средство для формирования сигнала возбуждения
25 в полосе высоких частот выполнено с возможностью:

- масштабировать второй гармонически расширенный сигнал согласно коэффициенту сведения для того, чтобы формировать первый сигнал; и

- масштабировать второй модулированный шум на основе коэффициента сведения для того, чтобы формировать второй сигнал.

56. Устройство по п. 50, дополнительно содержащее средство для выполнения
30 операции нелинейной фильтрации для принимаемого сигнала возбуждения в полосе низких частот для того, чтобы формировать второй гармонически расширенный сигнал.

35

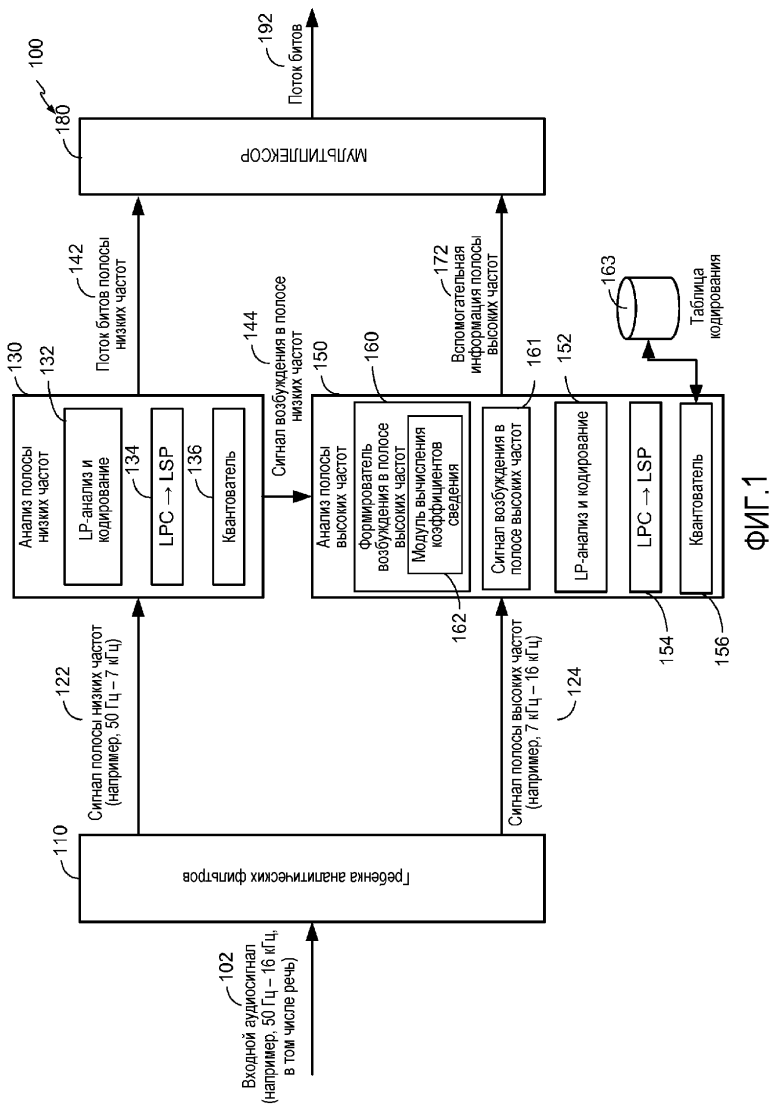
40

45

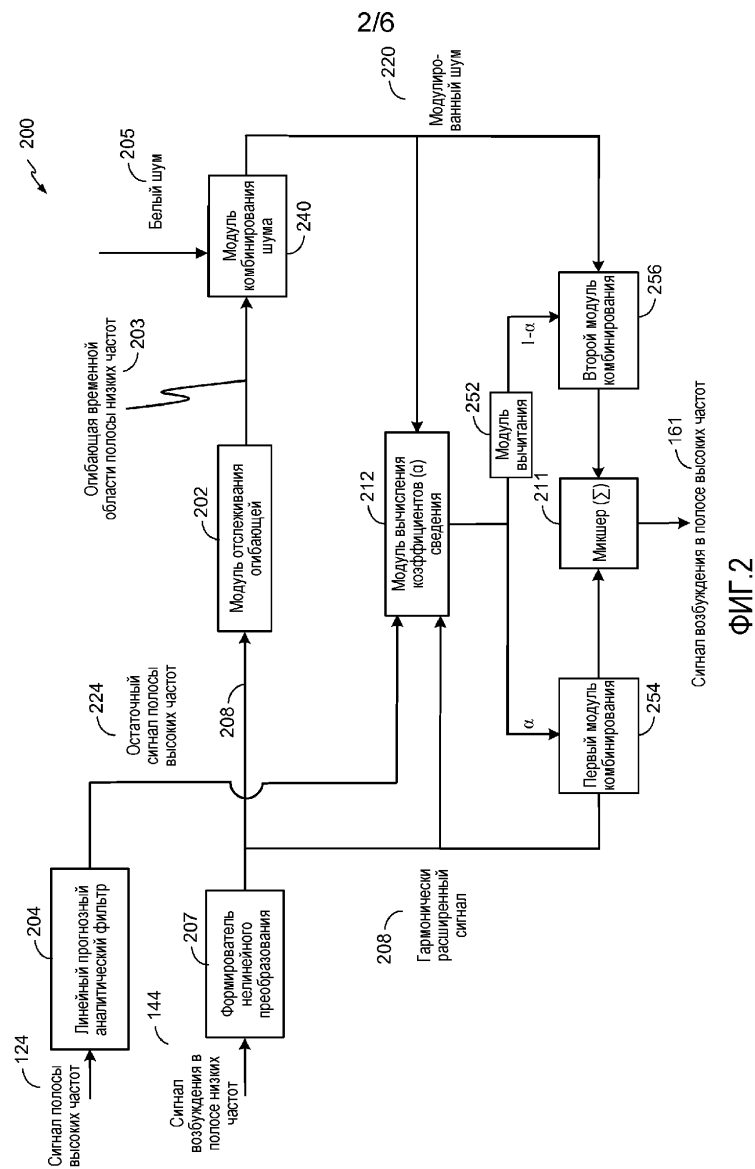
1

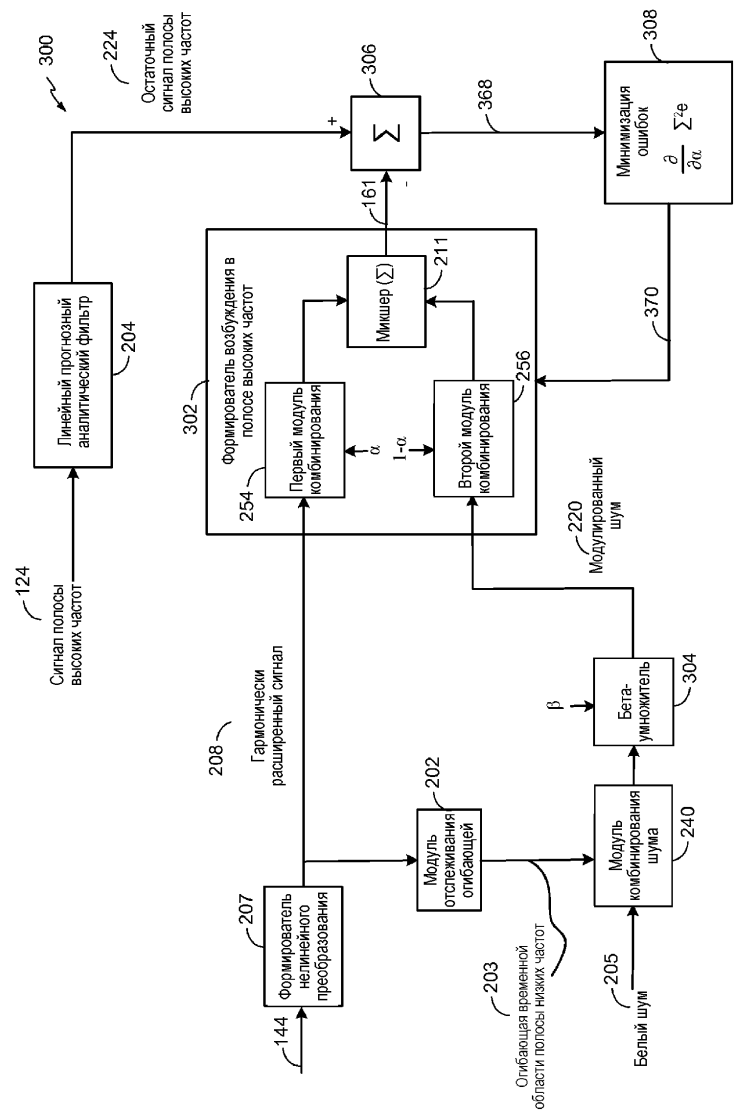
532739

1/6

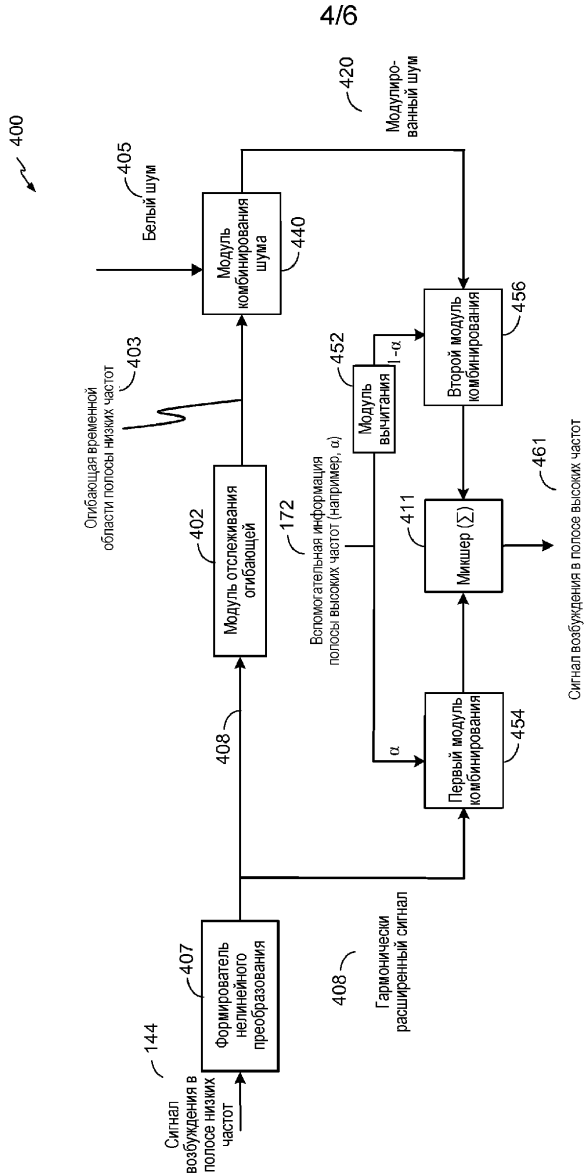


2



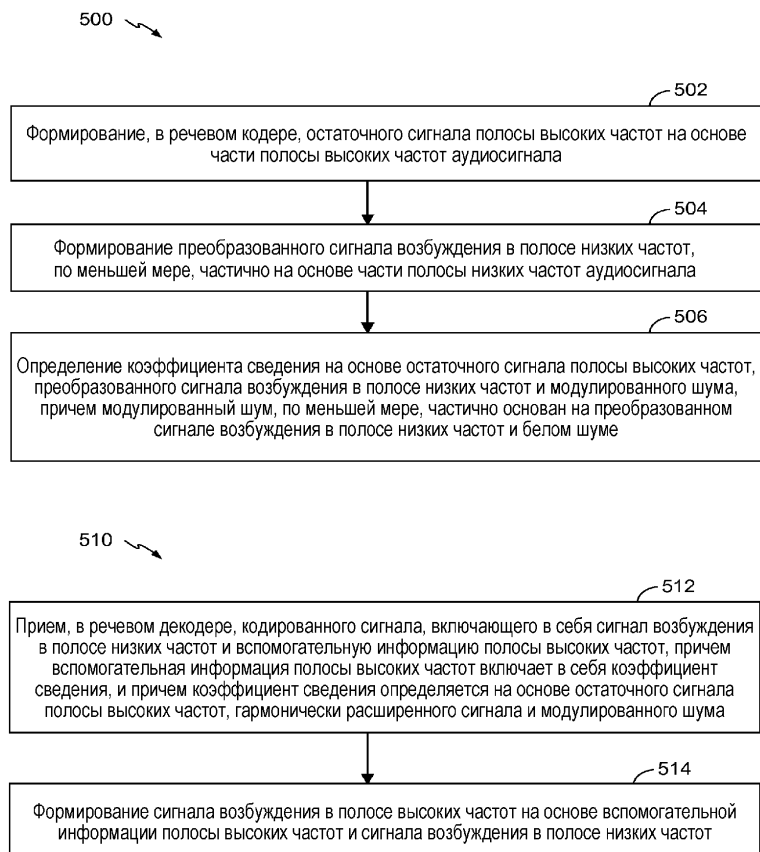


ФИГ.3



ФИГ.4

5/6



ФИГ.5

