



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: **2001125926/09**, 17.02.2000

(24) Дата начала действия патента: **17.02.2000**

(30) Приоритет: **24.02.1999 US 09/261,468**

(43) Дата публикации заявки: **27.08.2003**

(45) Опубликовано: **20.03.2005 Бюл. № 8**

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **EP 0771084 A1, 02.05.1997. RU 94044468 A1, 20.10.1996. US 5835483 A, 10.11.1998. EP 0454246 A1, 30.10.1991. RU 2085048 C1, 20.07.1997. US 4382299, 03.05.1983.**

(85) Дата перевода заявки РСТ на национальную фазу: **24.09.2001**

(86) Заявка РСТ:
US 00/04060 (17.02.2000)

(87) Публикация РСТ:
WO 00/51272 (31.08.2000)

Адрес для переписки:
129010, Москва, ул. Б. Спасская, 25, стр.3, ООО "Юридическая фирма Городисский и Партнеры", пат.пов. Ю.Д.Кузнецову, рег.№ 595

(72) Автор(ы):
КРЕГЕР Брайан Уилльям (US)

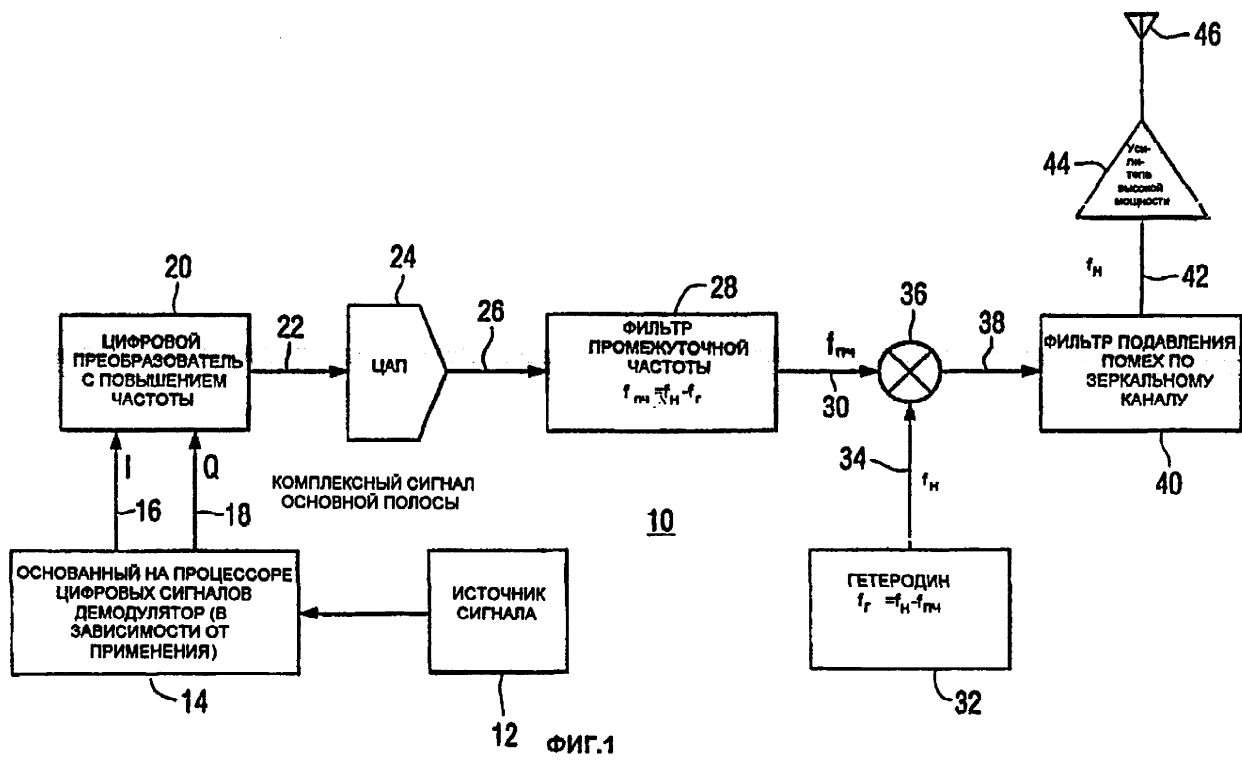
(73) Патентообладатель(ли):
АЙБИКВИТИ ДИДЖИТАЛ КОРПОРЕЙШН (US)

(54) СПОСОБ СМЕШИВАНИЯ ЗВУКОВЫХ СИГНАЛОВ, ПЕРЕДАТЧИК И ПРИЕМНИК ДЛЯ ЦИФРОВОГО ЗВУКОВОГО АМ- И ЧМ-ВЕЩАНИЯ В ПОЛОСЕ ЧАСТОТ КАНАЛА

(57) Реферат:

Изобретение относится к способам и устройствам обработки составного сигнала звукового вещания. Способ заключается в том, что отделяют часть с аналоговой модуляцией сигнала звукового вещания от части с цифровой модуляцией сигнала звукового вещания, объединяют данные от аналоговой составляющей сигнала вещания и цифровой составляющей сигнала вещания для создания смешанного звукового выходного сигнала. Предложен также способ передачи составного сигнала звукового

вещания, имеющего аналоговую часть и цифровую часть, для подавления нерегулярных прерываний приема упомянутого сигнала звукового вещания посредством добавления модемных кадров с аналоговой частью сигнала вещания, которые содержат звуковые кадры, представляющие цифровую часть сигнала звукового вещания. Технический результат, достигаемый при реализации изобретения, состоит в подавлении нерегулярных прерываний приема сигнала звукового вещания. 4 с. и 21 з.п. ф-лы, 4 ил.





FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: 2001125926/09, 17.02.2000
 (24) Effective date for property rights: 17.02.2000
 (30) Priority: 24.02.1999 US 09/261,468
 (43) Application published: 27.08.2003
 (45) Date of publication: 20.03.2005 Bull. 8
 (85) Commencement of national phase: 24.09.2001
 (86) PCT application:
 US 00/04060 (17.02.2000)
 (87) PCT publication:
 WO 00/51272 (31.08.2000)

Mail address:
 129010, Moskva, ul. B. Spasskaja, 25, str.3, OOO
 "Juridicheskaja firma Gorodisskij i Partnery",
 pat.pov. Ju.D.Kuznetsovu, reg.№ 595

(72) Inventor(s):
KREGER Brajan Uill'jam (US)
 (73) Proprietor(s):
AJBIKVITI DIDZhITAL KORPOREJShN (US)

RU 2 248 672 C2

(54) **METHOD FOR MIXING AUDIO SIGNALS, TRANSMITTER AND RECEIVER FOR AMPLITUDE- AND FREQUENCY-MODULATED DIGITAL AUDIO BROADCAST IN CHANNEL FREQUENCY BAND**

(57) Abstract:

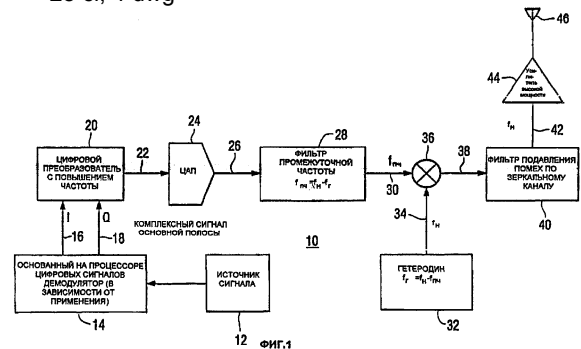
FIELD: methods and devices for processing composite audio broadcast signal.

SUBSTANCE: proposed method includes following procedures: analog-modulated part of audio broadcast signal is separated from digital-modulated part of audio broadcast signal; data from analog component of broadcast signal is separated from its digital component to produce mixed output audio signal. Method is also proposed for transferring composite audio broadcast signal that has analog part and digital part to suppress irregular interruptions in reception of mentioned audio broadcast signal by adding modem frames with analog part of broadcast signal which incorporate audio frames presenting

digital part of audio broadcast signal.

EFFECT: provision for suppressing irregular interruptions in reception of audio broadcast signal.

25 cl, 4 dwg



RU 2 248 672 C2

Настоящее изобретение относится к способам и устройствам обработки сигналов, в частности к способам и устройствам для подавления воздействия замираний сигнала, временного затенения или сильного ухудшения качества канала в системе цифрового звукового вещания в полосе частот канала.

5 Цифровое звуковое вещание (ЦЗВ) представляет собой средство для получения звука с цифровым качеством, которое выше, чем у существующих форматов аналогового вещания. Как АМ-, так и ЧМ-сигналы ЦЗВ могут передаваться в гибридном формате, в котором сигнал с цифровой модуляцией сосуществует с передаваемым в настоящее время аналоговым АМ- или ЧМ-сигналом, или в цифровом формате без аналогового сигнала.

10 Системы ЦЗВ в полосе частот канала не требуют новых распределений спектра, так как каждый сигнал ЦЗВ передается одновременно с той же самой спектральной маской существующего распределения АМ- или ЧМ-каналов. Метод передачи в полосе частот канала способствует экономии спектра, в то же самое время позволяя вещательным организациям предлагать своей настоящей основной части слушателей звук с цифровым

15 качеством. Было предложено несколько принципов ЦЗВ в полосе частот канала.

Использование ЧМ-систем ЦЗВ в полосе частот канала было предметом нескольких патентов США, включая патенты №5465396, 5315583, 5278844 и 5278826. В последнее время было предложено, что ЧМ-сигнал ЦЗВ в полосе частот канала объединяет несущую с аналоговой модуляцией с множеством поднесущих ортогонального частотного

20 разделения каналов (ОЧРК), размещенных в диапазоне примерно от 129 кГц до 199 кГц от центральной частоты ЧМ, как выше, так и ниже спектра, занимаемого главной несущей ЧМ с аналоговой модуляцией.

Один принцип АМ в ЦЗВ в полосе частот канала, описанный в патенте США №5588022, представляет собой способ одновременной передачи аналоговых и цифровых сигналов в

25 стандартном канале АМ-вещания. При использовании этого принципа передается амплитудно-модулированный радиочастотный сигнал, имеющий первый частотный спектр. Амплитудно-модулированный радиочастотный сигнал содержит первую несущую, модулированную аналоговым сигналом программы. Одновременно передаются множество сигналов несущих с цифровой модуляцией в пределах полосы частот, которая включает в

30 себе первый частотный спектр. Каждый сигнал несущей с цифровой модуляцией модулируется частью цифрового сигнала программы. Первая группа сигналов несущих с цифровой модуляцией лежит в пределах первого частотного спектра и модулируется в квадратуре с первым сигналом несущей. Вторая и третья группы сигналов несущих с цифровой модуляцией лежат вне первого частотного спектра и модулируются как

35 синфазно, так и в квадратуре с первым сигналом несущей. Множество несущих используются для переноса передаваемой информации посредством ортогонального частотного разделения каналов (ОЧРК).

Радиосигналы подвержены нерегулярным замираниям или затенениям, на которые необходимо обращать внимание в системах вещания. Обычно ЧМ-радиоприемники

40 подавляют воздействие замираний или частичного затенения переходом из режима полного стереофонического звука в режим монофонического звука. Достигается некоторая степень подавления, так как для стереофонической информации, которая модулирует поднесущую, требуется более высокое отношение сигнал/шум для демодуляции, чтобы получить заданный уровень качества, чем для монофонической информации, которая

45 находится в основной полосе частот. Существуют, однако, некоторые затенения, которые полностью "разрушают" основную полосу частот и, таким образом, создают перерыв в приеме звукового сигнала. Системы ЦЗВ в полосе частот канала должны быть выполнены так, чтобы подавлять даже эти нарушения радиосвязи последнего типа при обычном аналоговом вещании, по меньшей мере, там, где такие нарушения радиосвязи носят

50 нерегулярный характер и не продолжаются более нескольких секунд. Для того, чтобы выполнить это подавление, система цифрового звукового вещания может использовать передачу основного сигнала вещания вместе с избыточным сигналом, причем избыточный сигнал задерживается на заданную временную величину, порядка нескольких секунд,

относительно основного сигнала вещания. Соответствующая задержка вводится в приемнике для задержки принимаемого основного сигнала вещания. Приемник может обнаруживать ухудшение характеристик в основном канале вещания, которые представляют замирание или затенение в радиочастотном сигнале, перед тем, как они
5 будут восприняты слушателем. В ответ на такое обнаружение задержанный избыточный сигнал может временно заменить искаженный основной звуковой сигнал, действуя в качестве “заполнителя промежутка”, когда основной сигнал искажен или недоступен. Он обеспечивает функцию смешивания для плавного перехода от основного звукового сигнала к задержанному избыточному сигналу.

Идея смешивания сигнала ЦЗВ системы передачи в полосе частот канала с аналоговым, задержанным во времени звуковым сигналом (АМ- или ЧМ-сигналом) описывается в совместно рассматриваемой заявке на патент США с переданным правом на совместное использование “Система и способ подавления нерегулярных прерываний в системе
15 звукового вещания” №08/947902, поданной 9 октября 1997 г., соответствующей опубликованной заявке на патент WO 99/20007. Реализация, подразумеваемая в этой заявке, предполагает, что аналоговый сигнал может быть задержан в реальном времени грубыми простыми аппаратными средствами, обрабатывающими сигнал в реальном времени, где можно точно контролировать относительные задержки.

В публикации Brian W., Kroeger et al., "Compatibility of FM Hybrid In-Band On-Channel (IBOC) System for Digital Audio Broadcasting", IEEE Transactions on Broadcasting, US, New York, Vol. 3, no.4, December 1997, описывается смешивание аналоговых и цифровых сигналов в системе цифрового звукового вещания в полосе частот канала.

Желательно, однако, осуществить управление задержкой, которое можно выполнять с использованием процессоров цифровых сигналов, программируемых не в реальном
25 времени. В настоящем изобретении описывается способ обработки сигналов ЦЗВ, содержащий функции задержки разнесения и смешивания, которые могут быть выполнены с использованием интегральных схем программируемого процессора цифровых сигналов, работающих не в реальном времени.

Сущность изобретения

Настоящее изобретение предлагает способ обработки составного сигнала цифрового звукового вещания для подавления нерегулярных прерываний приема сигнала цифрового звукового вещания. Способ заключается в том, что отделяют часть с аналоговой модуляцией сигнала цифрового звукового вещания от части с цифровой модуляцией сигнала цифрового звукового вещания, создают первое множество звуковых кадров,
35 имеющих символы, представляющие часть с аналоговой модуляцией сигнала цифрового звукового вещания, и создают второе множество звуковых кадров, имеющих символы, представляющие часть с цифровой модуляцией сигнала цифрового звукового вещания. Первое множество звуковых кадров затем объединяется со вторым множеством звуковых кадров для создания смешанного звукового выходного сигнала.

Кроме того, изобретение включает в себя способ передачи составного сигнала цифрового звукового вещания, имеющего аналоговую часть и цифровую часть, для подавления нерегулярных прерываний приема сигнала цифрового звукового вещания. Способ заключается в том, что размещают символы, представляющие цифровую часть сигнала цифрового звукового вещания, в множестве звуковых кадров, создают множество
45 модемных кадров, причем каждый из модемных кадров содержит заданное количество звуковых кадров, и добавляют сигнал синхронизации кадра к каждому модемному кадру. Модемные кадры затем передают вместе с аналоговой частью сигнала цифрового звукового вещания, причем аналоговую часть задерживают на временную задержку, соответствующую целому числу модемных кадров. Изобретение также включает в себя радиоприемники и передатчики, которые обрабатывают сигналы в соответствии с вышеописанными способами.

Краткое описание чертежей

На фиг.1 представлена блок-схема передатчика ЦЗВ, который может передавать

сигналы цифрового звукового вещания в соответствии с настоящим изобретением;

на фиг.2 представлена блок-схема радиоприемника, способного производить смешивание аналоговой и цифровой частей сигнала цифрового звукового вещания в соответствии с настоящим изобретением;

5 на фиг.3 представлена временная диаграмма, изображающая фазирование звукового кадра с символом синхронизации кадра, и

на фиг.4 представлена функциональная блок-схема, изображающая осуществление смешивания для гибридных ЧМ-приемников ЦЗВ.

Описание предпочтительных вариантов осуществления

10 Как показано на чертежах, фиг.1 представляет собой блок-схему передатчика 10 ЦЗВ, который может передавать сигналы цифрового звукового вещания в соответствии с настоящим изобретением. Источник 12 сигналов вырабатывает сигнал, который подлежит передаче. Сигнал источника может принимать различные формы, например аналоговый сигнал программ и/или цифровой информационный сигнал. Основанный на процессоре
15 цифровых сигналов модулятор 14 обрабатывает сигнал источника в соответствии с различными методами обработки сигналов, которые не являются частью настоящего изобретения, например кодирование источника, перемежение и прямое исправление ошибок, для создания синфазной и квадратурной составляющих комплексного сигнала основной полосы частот на линиях 16 и 18. Эти составляющие сдвигаются вверх по
20 частоте, фильтруются и интерполируются до более высокой частоты дискретизации в блоке 20 преобразователя с повышением частоты. Он создает цифровые выборки с частотой f_d , в сигнале промежуточной частоты $f_{пч}$ на линии 22. Цифроаналоговый преобразователь 24 преобразует сигнал в аналоговый сигнал на линии 26. Фильтр промежуточной частоты 28 отфильтровывает паразитные низкочастотные составляющие в
25 спектре дискретизированного сигнала для создания сигнала промежуточной частоты $f_{пч}$ на линии 30. Гетеродин 32 вырабатывает сигнал f_r на линии 34, который смешивается с сигналом промежуточной частоты на линии 30 при помощи смесителя 36 для создания суммарного и разностного сигналов на линии 38. Суммарный сигнал и другие нежелательные интермодуляционные составляющие и шум подавляются фильтром 40
30 подавления помех от зеркального канала для создания модулированного сигнала f_n несущей на линии 42. Усилитель 44 высокой мощности затем посылает этот сигнал в антенну 46.

На фиг.2 представлена блок-схема радиоприемника, выполненного в соответствии с настоящим изобретением. Сигнал ЦЗВ принимается антенной 50. Полосовой фильтр 52 с
35 предварительной селекцией пропускает представляющую интерес полосу частот, включая полезный сигнал с частотой f_n , но подавляет сигнал зеркального канала с частотой $f_n - 2f_{пч}$ (для гетеродина с пропусканьем сигнала по низкой боковой частоте). Малошумящий усилитель 54 усиливает сигнал. Усиленный сигнал смешивается в смесителе 56 с сигналом f_r гетеродина, подаваемым по линии 58 настраиваемым гетеродином 60. Это создает
40 суммарный ($f_n + f_r$) и разностный ($f_n - f_r$) сигналы на линии 62. Фильтр промежуточной частоты 64 пропускает сигнал промежуточной частоты $f_{пч}$ и ослабляет сигналы с частотой вне полосы частот представляющего интерес модулированного сигнала. Аналого-цифровой преобразователь 66 работает с использованием тактового сигнала для создания цифровых
45 выборок на линии 68 с частотой f_d . Цифровой преобразователь 70 с понижением частоты сдвигает частоту, фильтрует и прореживает сигнал для создания синфазных и квадратурных сигналов с более низкой частотой дискретизации на линиях 72 и 74. Основанный на процессоре цифровых сигналов демодулятор 76 затем выполняет дополнительную обработку сигналов для создания выходного сигнала на линии 78 для
выходного устройства 80.

50 При отсутствии цифровой части звукового сигнала ЦЗВ (например, когда канал первоначально настраивается или когда имеет место нарушение радиосвязи при ЦЗВ) аналоговый резервный звуковой АМ- или ЧМ-сигнал подается на звуковой выход. Когда становится доступным сигнал ЦЗВ, основанный на процессоре цифровых сигналов,

демодулятор выполняет функцию смешивания для плавного ослабления и в конечном счете удаления аналогового резервного сигнала во время смешивания в звуковом сигнале ЦЗВ, так что переход минимально заметен.

Аналогичное смешивание происходит во время нарушения радиосвязи в канале, которое искажает сигнал ЦЗВ. Искажение обнаруживается в течение времени задержки разнесения при помощи средства обнаружения ошибок контролем циклическим избыточным кодом. В этом случае аналоговый сигнал постепенно подмешивается к выходному звуковому сигналу, в то же самое время ослабляя сигнал ЦЗВ, так что звуковой сигнал при смешивании становится полностью аналоговым, когда имеет место искажение сигнала ЦЗВ на звуковом выходе. Кроме того, приемник выводит аналоговый звуковой сигнал всякий раз, когда не присутствует сигнал ЦЗВ.

В одной предложенной конструкции приемника цифрового звукового вещания аналоговый резервный сигнал детектируется и демодулируется, создавая поток выборок звукового сигнала с частотой 44,1 кГц (стерео в случае ЧМ, которое может в дальнейшем смешиваться в режим моно или блокироваться при низком отношении сигнал/шум). Частота дискретизации 44,1 кГц синхронизирована с тактовыми импульсами опорного генератора тактовых импульсов приемника. Декодер данных также генерирует выборки звукового сигнала с частотой 44,1 кГц, однако эти выборки синхронизированы с потоком модемных данных, который основывается на опорном генераторе тактовых импульсов передатчика. Незначительные отклонения частот тактовых импульсов 44,1 кГц между передатчиком и приемником предотвращают прямое однозначное смешивание выборок аналогового сигнала, так как содержимое звукового сигнала в итоге медленно смещается во времени. Требуется поэтому некоторый способ фазирования выборок аналогового сигнала и звукового сигнала ЦЗВ.

Модулятор передатчика размещает цифровую информацию в последовательные модемные кадры 82, как показано на фиг.3. Символ синхронизации кадра 84 передается в начале каждого модемного кадра, повторяющийся, например, через каждые 256 символов 0ЧРК. Символ синхронизации кадра указывает на фазирование между аналоговыми и цифровыми сигналами, как показано на фиг.1. Длительность модемного кадра в предпочтительном варианте выполнения содержит символы точно от 16 звуковых кадров 86 (период примерно 371,52 мс). Передний фронт символа синхронизации кадра сфазирован с передним фронтом звукового кадра 0 (по модулю 16). Эквивалентный передний фронт аналогового резервного сигнала передается одновременно с передним фронтом символа синхронизации кадра. Кадр закодированных данных, который содержит эквивалентную сжатую информацию для звукового кадра 0, фактически был передан перед модемным кадром, который был передан ранее отделенным точно на величину задержки разнесения. Эквивалентный передний фронт определяется как временные выборки аналогового (ЧМ-) сигнала, который соответствует первой выборке символа синхронизации кадра или началу модемного кадра. Задержка разнесения представляет собой заданное целое кратное число модемных кадров. Задержка разнесения значительно больше задержек на обработку, вносимых цифровой обработкой в системе ЦЗВ, при этом задержка больше 2,0 с и предпочтительно в диапазоне 3,0-5,0 с.

Выборки аналоговых и цифровых звуковых сигналов могут быть сфазированы посредством интерполяции выборок (передискретизации) одного из потоков звуковых сигналов, так что он становится синхронизированным с другим. Если генератор тактовых импульсов приемника 44,1 кГц должен быть использован для звукового выходного сигнала ЦАП, то удобнее всего произвести передискретизацию цифрового потока звуковых сигналов для смешивания с аналоговым потоком звуковых сигналов, который уже синхронизирован с опорным генератором тактовых импульсов приемника. Это осуществляется так, как в методе смешивания, показанном в виде функциональной блок-схемы на фиг.4. Реализация смешивания, показанная на фиг.4, предназначена для совместимости с компьютерной обработкой выборок сигнала не в реальном времени. Например, любые задержки осуществляются подсчетом выборок сигнала вместо

измерения абсолютного времени или подсчетов периодических тактовых импульсов. Это включает в себя “маркировку” выборки сигнала, где необходимо выполнить фазирование. Осуществление поэтому может обрабатываться слабосвязанными подпрограммами процессора цифровых сигналов, в которых допустима групповая пересылка и обработка 5 выборок сигнала. Единственными ограничениями тогда являются требования на абсолютную комплексную задержку обработки вместе с соответствующей маркировкой выборок сигнала для исключения неопределенности в течение временного окна обработки.

На фиг.4 представлена функциональная блок-схема соответствующей части гибридного ЧМ-приемника ЦЗВ. Гибридный АМ-приемник ЦЗВ имеет примерно идентичные 10 функциональные возможности. Для упрощения описания изобретения по фиг.4 тракты сигналов программ показаны сплошными линиями, а тракты сигналов управления - пунктирными линиями. Входным сигналом для функции смешивания на линии 100 является комплексный модемный сигнал основной полосы (дискретизированный с частотой 744187,5 кГц для ЧМ в предпочтительном варианте осуществления). Блок 102 изображает, что этот 15 сигнал разделяется на тракт 104 аналогового ЧМ-сигнала и тракт 106 цифрового сигнала. Это выполняется с использованием фильтров для разделения сигналов. В тракте аналогового ЧМ-сигнала осуществляется обработка ЧМ-детектором 108, создающим последовательность стереофонического звукового выходного сигнала, дискретизированную с частотой 44,1 кГц на линии 110. Этот ЧМ-стереосигнал также может 20 иметь свой собственный алгоритм смешивания в монофонический режим, аналогичный тому, который уже осуществлен в автомобильных радиоприемниках для улучшения отношения сигнал/шум за счет переходного затухания между стереоканалами. В целях удобства, как показано в блоке 112, ЧМ-стереопоследовательность заключается в ЧМ-звуковые кадры по 1024 выборки звукового стереофонического сигнала, используя 25 тактовый генератор 114 ЧМ-звуковых кадров. Эти кадры затем могут передаваться и обрабатываться блоками. ЧМ-звуковые кадры на линии 116 затем смешиваются в блоке 118 с повторно сфазированными цифровыми звуковыми кадрами, когда они присутствуют. Сигнал управления смешиванием подается на линию 120 для управления смешиванием 30 аналоговых и цифровых частей сигнала, которые используются для формирования выходного сигнала. Сигнал управления смешиванием обычно чувствителен на некоторую величину измерения ухудшения параметров цифровой части сигнала. Метод, используемый для генерирования сигнала управления смешиванием, не является частью настоящего изобретения, однако в ранее упомянутой заявке №08/947902 описывается 35 способ создания сигнала управления смешиванием.

Входной сигнал основной полосы также разделяется на цифровой тракт 106 посредством своих собственных фильтров для отделения его от аналогового ЧМ-сигнала. Блок 122 показывает, что сигнал ЦЗВ основной полосы “маркируется” фазированием ЧМ-звукового кадра после соответствующей коррекции на различную задержку обработки 40 фильтрами разделительного устройства. Эта маркировка позволяет произвести последующее измерение для фазирования, так что цифровые звуковые кадры могут быть повторно сфазированы с ЧМ-звуковыми кадрами. Демодулятор 124 цифрового сигнала выводит кадры со сжатыми и закодированными данными в декодер 126 для последующего преобразования в звуковые кадры цифрового сигнала. В демодуляторе цифрового сигнала, 45 как предполагается, также осуществляется детектирование модемного сигнала, синхронизация и любое декодирование прямого исправления ошибок, необходимые для предусмотренных декодированных и заключенных в кадр битов на своем выходе. Кроме того, демодулятор цифрового сигнала детектирует символ синхронизации кадра и измеряет временную задержку относительно маркированных выборок основной полосы, 50 сфазированных с ЧМ-звуковыми кадрами. Эта измеренная временная задержка, как показано блоком 128, выявляет временное смещение звукового кадра цифрового сигнала относительно момента времени ЧМ-звукового кадра с разрешающей способностью выборок с частотой 744187,5 кГц (то есть разрешающая способность ± 672 нс в течение

периода звукового кадра). Остается, однако, неопределенность относительно того, какой звуковой кадр фазируется (то есть от 0 до 15). Эта неопределенность легко решается посредством обозначения каждого звукового кадра цифрового сигнала порядковым номером от 0 до 15 (по модулю 16) в течение периода модемного кадра. Практически
 5 рекомендуется, чтобы для идентификации использовались порядковые номера со значительно большим модулем (например, 8-разрядные порядковые номера обозначают звуковые кадры цифрового сигнала от 0 до 255), допуская временные “излишки” на обработку, в то же самое время, однако, предотвращая неопределенность в фазировании модемных кадров в течение задержки разнесения.

10 Разрешение неопределенности в отношении звуковых кадров, описанное в предыдущем абзаце, также может быть упрощено кодированием точного номера звуковых кадров в модемном кадре.

Это требует модификации в звуковом кодере, так что звуковым кадрам с переменной длиной не разрешается охватывать границы модемного кадра с двух сторон. Это
 15 упрощение может исключить необходимость последовательного обозначения звуковых кадров, так как эти кадры (например, 16, 32 или 64 звуковых кадра) появляются в известной фиксированной последовательности в пределах каждого модемного кадра.

После того как ошибка фазирования измерена и известна, эта ошибка устраняется повторным фазированием звуковых кадров цифрового сигнала точно на эту величину. Это
 20 выполняется в 2 этапа. Во время первого этапа повторного фазирования исключается дробная ошибка δ нарушения фазирования выборки, используя дробный интерполятор 130 выборок звукового сигнала. Фактически дробный интерполятор выборок звукового сигнала проводит просто передискретизацию выборок цифрового звукового сигнала с задержкой δ .
 На следующем этапе повторного фазирования исключается целая часть ошибки задержки
 25 выборки. Это выполняется пропуском выборок звукового сигнала с повторно сфазированной дробной частью через буфер 132 обратного магазинного типа (первым пришел, первым вышел). После того как эти выборки считываются из буфера обратного магазинного типа, они повторно корректируются, как изображается блоком 134, так что повторно сфазированные звуковые кадры цифрового сигнала синхронизированы с
 30 ЧМ-звуковыми кадрами. Буфер обратного магазинного типа вводит значительную задержку, которая включает в себя задержку разнесения минус задержка, вносимая кодером. Повторно сфазированные звуковые кадры цифрового сигнала на линии 136 затем смешиваются с ЧМ-звуковыми кадрами на линии 116 для создания смешанного звукового выходного сигнала на линии 138.

35 В приемнике на фиг.4 блок 122 иллюстрирует средство для маркирования первого множества звуковых кадров, представляющих часть с амплитудной модуляцией сигнала ЦЗВ, символом, представляющим фазирование второго множества звуковых кадров, представляющих часть с цифровой модуляцией (ЦМ) сигнала ЦЗВ. Блок 128 иллюстрирует средство для измерения смещения между первым и вторым множествами звуковых кадров для создания сигнала ошибки. Блок 134 иллюстрирует средство для коррекции первого
 40 множества звуковых кадров в ответ на сигнал ошибки и иллюстрирует средство для задержки первого множества звуковых кадров перед объединением первого множества звуковых кадров со вторым множеством звуковых кадров для создания смешанного звукового выходного сигнала. Блок 102 иллюстрирует средство для создания первого
 45 множества звуковых кадров, представляющих часть с аналоговой модуляцией (АМ) сигнала ЦЗВ. Блок 66 на фиг.2 иллюстрирует средство для дискретизации части с АМ сигнала ЦЗВ для создания символов для первого множества звуковых кадров. Блок 132 иллюстрирует средство для размещения заданного количества звуковых кадров из первого множества звуковых кадров в каждом модемном кадре из первого множества модемных кадров. Блок
 50 112 иллюстрирует средство для размещения заданного количества звуковых кадров из второго множества звуковых кадров в каждом модемном кадре из второго множества модемных кадров.

Хотя неопределенность в отношении кадров может быть решена только на границах

модемного кадра, дробная часть (δ) выборок звукового сигнала временного смещения символа синхронизации кадра относительно маркированной выборки основной полосы цифрового сигнала должна измеряться в начале каждого ЧМ-звукового кадра. Это позволяет сглаживать дробное значение δ задержки интерполяции, чтобы минимизировать

5 дрожание тактовой частоты при передискретизации. Динамическое изменение значения δ ошибки во времени пропорционально ошибке опорного генератора тактовых импульсов. Например, если ошибка опорного генератора тактовых импульсов составляет 10 имп./мин относительно генератора тактовых импульсов передатчика ЦЗВ, дробная

10 ошибка δ выборки будет изменяться на полную выборку звукового сигнала примерно каждые 2, 3 с. Аналогично, изменение δ в течение времени одного модемного кадра составляет примерно одну шестую выборки звукового сигнала. Этот размер шага может быть очень большим для высококачественных звуковых систем. Сглаживание δ поэтому желательно для минимизирования этого дрожания тактовой частоты.

15 Эта конкретная реализация смешивания позволяет демодулятору ЦЗВ, декодеру и дробному интерполятору выборок работать без жестких временных ограничений до тех пор, пока эти процессы завершаются в пределах времени задержки разнесения, так что звуковые кадры цифрового сигнала присутствуют в соответствующие моменты времени смешивания.

20 Функция смешивания звуковых сигналов настоящего изобретения включает в себя задержку разнесения, необходимую для всех систем ЦЗВ в полосе частот канала. Предпочтительный вариант осуществления содержит фазирование частоты дискретизации звукового сигнала с частотой тактовых импульсов 44,1 кГц, получаемых от опорного источника тактовых импульсов приемника. Описанное здесь конкретное осуществление

25 содержит использование программируемых процессоров цифровых сигналов, работающих не в реальном времени, в противоположность аппаратному выполнению в реальном времени. Фазирование должно приводить в соответствие виртуальный тактовый генератор ЦЗВ с частотой 44,1 кГц, который синхронизирован с передаваемым цифровым сигналом ЦЗВ. Хотя генераторы тактовых импульсов передатчика и приемника номинально

30 разрабатываются на частоту дискретизации звукового сигнала 44,1 кГц, физические допуски генераторов тактовых импульсов приводят к ошибке, которая должна быть исправлена в приемнике. Способ фазирования включает в себя интерполяцию (передискретизацию) звукового сигнала ЦЗВ для исправления этой ошибки генератора тактовых импульсов.

35 Хотя настоящее изобретение было описано на основе его предпочтительного варианта осуществления, для специалистов в этой области техники ясно, что могут быть выполнены различные модификации описанного варианта осуществления в пределах объема изобретения, определенного в прилагаемой формуле изобретения.

40 Формула изобретения

1. Способ обработки составного сигнала цифрового звукового вещания для подавления нерегулярных прерываний приема сигнала цифрового звукового вещания (ЦЗВ), заключающийся в том, что отделяют часть с аналоговой модуляцией (АМ) сигнала ЦЗВ от

45 части с цифровой модуляцией (ЦМ) сигнала ЦЗВ, создают первое множество звуковых кадров, имеющих символы, представляющие часть с АМ сигнала ЦЗВ, создают второе множество звуковых кадров, имеющих символы, представляющие часть с ЦМ сигнала ЦЗВ, объединяют первое множество звуковых кадров со вторым множеством звуковых кадров, при этом регулируют относительное количество части с АМ и части с ЦМ сигнала ЦЗВ, которые используют для формирования звукового выходного сигнала, причем при наличии

50 части с ЦМ сигнала ЦЗВ удаляют часть с АМ сигнала ЦЗВ во время их смешивания в звуковом выходном сигнале ЦЗВ и в случае обнаружения искажения части с ЦМ сигнала ЦЗВ часть с АМ сигнала ЦЗВ постепенно подмешивают к звуковому выходному сигналу, в то же самое время ослабляя часть с ЦМ сигнала ЦЗВ, при этом звуковым выходным сигналом при смешивании становится полностью часть с АМ сигнала ЦЗВ.

2. Способ по п.1, отличающийся тем, что дополнительно маркируют второе множество звуковых кадров символом, представляющим фазирование второго множества звуковых кадров.

5 3. Способ по п.1, отличающийся тем, что дополнительно измеряют смещения между первым и вторым множествами звуковых кадров для создания сигнала ошибки, корректируют второе множество звуковых кадров в ответ на сигнал ошибки и задерживают откорректированное второе множество звуковых кадров перед упомянутым объединением первого множества звуковых кадров со вторым множеством звуковых кадров для создания смешанного звукового выходного сигнала.

10 4. Способ по п.1, отличающийся тем, что при создании первого множества звуковых кадров, представляющих часть с АМ сигнала ЦЗВ, дискретизируют часть с АМ сигнала ЦЗВ для создания символов для первого множества звуковых кадров и размещают заданное количество звуковых кадров из первого множества звуковых кадров в каждом модемном кадре из первого множества модемных кадров.

15 5. Способ по п.4, отличающийся тем, что при создании второго множества звуковых кадров, представляющих часть с ЦМ сигнала ЦЗВ, размещают упомянутое заданное количество звуковых кадров из второго множества звуковых кадров в каждом модемном кадре из второго множества модемных кадров.

20 6. Способ по п.1, отличающийся тем, что при обнаружении искажения части с ЦМ сигнала ЦЗВ осуществляют контроль с помощью циклического избыточного кода части с ЦМ сигнала ЦЗВ в течение периода времени задержки разнесения.

7. Способ по п.1, отличающийся тем, что дополнительно используют первое множество звуковых кадров для создания исходного звукового выходного сигнала до упомянутого объединения.

25 8. Приемник для обработки составного сигнала цифрового звукового вещания для подавления нерегулярных прерываний приема сигнала цифрового звукового вещания (ЦЗВ), содержащий средство для отделения части с аналоговой модуляцией (АМ) сигнала ЦЗВ от части с цифровой модуляцией (ЦМ) сигнала ЦЗВ, средство для создания первого множества звуковых кадров, имеющих символы, представляющие часть с АМ сигнала ЦЗВ, 30 средство для создания второго множества звуковых кадров, имеющих символы, представляющие часть с ЦМ сигнала ЦЗВ, средство для смешивания первого множества звуковых кадров со вторым множеством звуковых кадров, на которое подается для управления смешиванием звуковых кадров сигнал управления смешиванием, который чувствителен к ухудшению параметров части с ЦМ сигнала ЦЗВ, и регулируется 35 относительное количество части с АМ и части с ЦМ сигнала ЦЗВ, которые используются для формирования звукового выходного сигнала.

9. Приемник по п.8, отличающийся тем, что дополнительно содержит средство для маркировки первого множества звуковых кадров символом, представляющим фазирование второго множества звуковых кадров.

40 10. Приемник по п.8, отличающийся тем, что дополнительно содержит средство для измерения смещения между первым и вторым множествами звуковых кадров для создания сигнала ошибки, средство для коррекции первого множества звуковых кадров в ответ на сигнал ошибки и средство для задержки откорректированного первого множества звуковых кадров перед упомянутым объединением первого множества звуковых кадров со вторым 45 множеством звуковых кадров для создания смешанного звукового выходного сигнала.

11. Приемник по п.8, отличающийся тем, что средство для создания первого множества звуковых кадров, представляющих часть с АМ сигнала ЦЗВ, содержит средство для дискретизации части с АМ сигнала ЦЗВ для создания символов для первого множества звуковых кадров и средство для размещения заданного количества звуковых кадров из 50 первого множества звуковых кадров в каждом модемном кадре из первого множества модемных кадров.

12. Приемник по п.11, отличающийся тем, что средство для создания второго множества звуковых кадров, представляющих часть с ЦМ сигнала ЦЗВ, содержит средство для

размещения упомянутого заданного количества звуковых кадров из второго множества звуковых кадров в каждом модемном кадре из второго множества модемных кадров.

5 13. Приемник по п.8, отличающийся тем, что дополнительно содержит средство для контроля с помощью циклического избыточного кода части с ЦМ сигнала ЦЗВ в течение периода времени задержки разнесения.

14. Способ передачи составного сигнала цифрового звукового вещания, имеющего аналоговую часть и цифровую часть, для подавления нерегулярных прерываний приема сигнала цифрового звукового вещания (ЦЗВ), заключающийся в том, что размещают символы, представляющие цифровую часть сигнала ЦЗВ, в множестве звуковых кадров, 10 создают множество модемных кадров, причем каждый из модемных кадров содержит заданное количество звуковых кадров, добавляют сигнал синхронизации кадра к каждому из модемных кадров, причем сигнал синхронизации кадра указывает на фазирование между аналоговой частью и цифровой частью, передают модемные кадры и передают аналоговую часть сигнала ЦЗВ после временной задержки, соответствующей целому числу 15 модемных кадров, причем передний фронт сигнала синхронизации кадра передают одновременно с эквивалентным передним фронтом аналоговой части.

15. Способ по п.14, отличающийся тем, что дополнительно обозначают каждый из звуковых кадров порядковым номером.

20 16. Способ по п.15, отличающийся тем, что порядковые номера содержат ряд номеров, охватывающий множество модемных кадров.

17. Передатчик для передачи составного сигнала цифрового звукового вещания, имеющего аналоговую часть и цифровую часть, для подавления нерегулярных прерываний приема сигнала цифрового звукового вещания (ЦЗВ), содержащий модулятор для размещения символов, представляющих цифровую часть сигнала ЦЗВ, в множестве 25 звуковых кадров для создания множества модемных кадров, причем каждый из модемных кадров содержит заданное количество звуковых кадров, и для добавления сигнала синхронизации кадра к каждому из модемных кадров, причем сигнал синхронизации кадра указывает на фазирование между аналоговой частью и цифровой частью, и антенну для передачи модемных кадров и для передачи аналоговой части сигнала ЦЗВ после 30 временной задержки, соответствующей целому числу модемных кадров, причем передний фронт сигнала синхронизации кадра передается одновременно с эквивалентным передним фронтом аналоговой части.

18. Передатчик по п.17, отличающийся тем, что дополнительно содержит средство для обозначения каждого из звуковых кадров порядковым номером.

35 19. Передатчик по п.18, отличающийся тем, что порядковые номера содержат ряд номеров, охватывающий множество модемных кадров.

20. Передатчик по п.17, отличающийся тем, что звуковые кадры из первого множества звуковых кадров имеют изменяемую длину, а каждый модемный кадр содержит заданное количество звуковых кадров из первого множества звуковых кадров.

40 21. Радиоприемник для обработки составного сигнала цифрового звукового вещания (ЦЗВ), содержащий разделитель сигналов, который разделяет сигнал на тракт аналогового сигнала и тракт цифрового сигнала, причем в тракте аналогового сигнала осуществляется обработка детектором, создающим первое множество звуковых кадров, имеющих символы, представляющие часть с амплитудной модуляцией (АМ) сигнала ЦЗВ, демодулятор 45 цифрового сигнала, который выводит кадры со сжатыми и закодированными данными в декодер для последующего преобразования во второе множество звуковых кадров, имеющих символы, представляющие часть с цифровой модуляцией (ЦМ) сигнала ЦЗВ, а также осуществляет детектирование модемного сигнала, синхронизацию и декодирование прямого исправления ошибок, и блок для смешивания первого множества звуковых кадров со вторым множеством звуковых кадров, на который подается для управления смешиванием звуковых кадров сигнал управления смешиванием, который чувствителен к 50 ухудшению параметров части с ЦМ сигнала ЦЗВ, и регулируется относительное количество части с АМ и части с ЦМ сигнала ЦЗВ, которые используются для формирования звукового

выходного сигнала.

22. Приемник по п.21, отличающийся тем, что дополнительно содержит блок для маркирования первого множества звуковых кадров фазированием ЧМ-звукового кадра после коррекции на различную задержку обработки фильтрами разделителя.

5 23. Приемник по п.21, отличающийся тем, что дополнительно содержит средство для измерения смещения между первым и вторым множествами звуковых кадров для создания сигнала ошибки, средство для коррекции первого множества звуковых кадров в ответ на сигнал ошибки и средство для задержки откорректированного первого множества звуковых кадров перед упомянутым объединением первого множества звуковых кадров со вторым
10 множеством звуковых кадров для создания смешанного звукового выходного сигнала.

24. Приемник по п.21, отличающийся тем, что процессор для создания первого множества звуковых кадров, представляющих часть с АМ сигнала ЦЗВ, содержит средство для дискретизации части с АМ сигнала ЦЗВ для создания символов для первого множества звуковых кадров и средство для размещения заданного количества звуковых кадров из
15 первого множества звуковых кадров в каждом модемном кадре из первого множества модемных кадров.

25. Приемник по п.24, отличающийся тем, что демодулятор для создания второго множества звуковых кадров, представляющих часть с ЦМ сигнала ЦЗВ, содержит средство для размещения упомянутого заданного количества звуковых кадров из второго множества
20 звуковых кадров в каждом модемном кадре из второго множества модемных кадров.

25

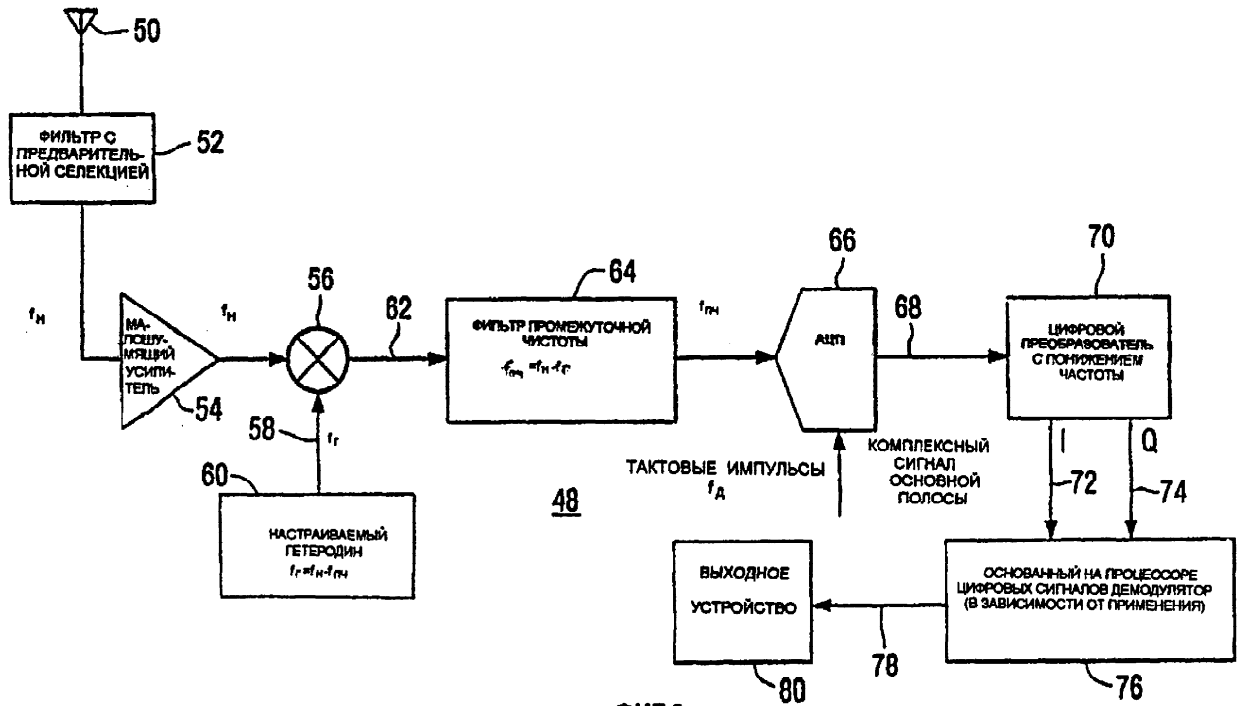
30

35

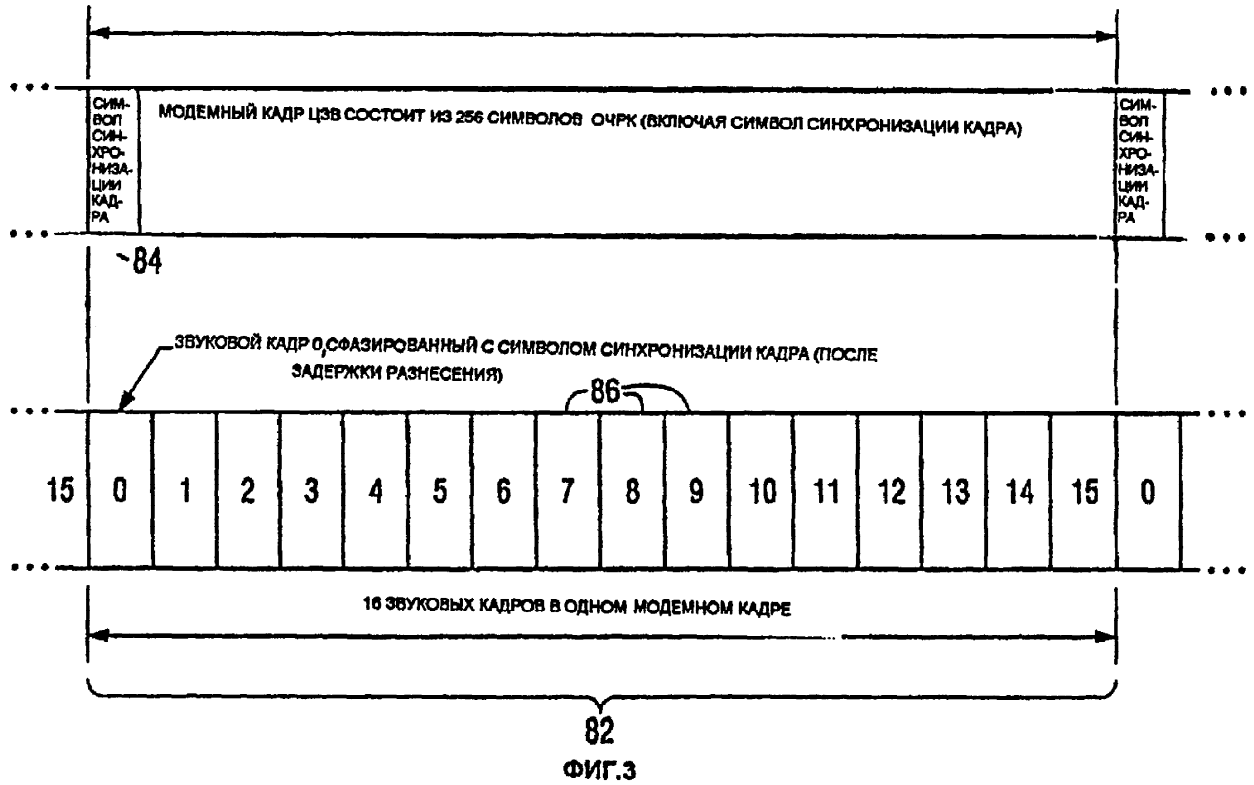
40

45

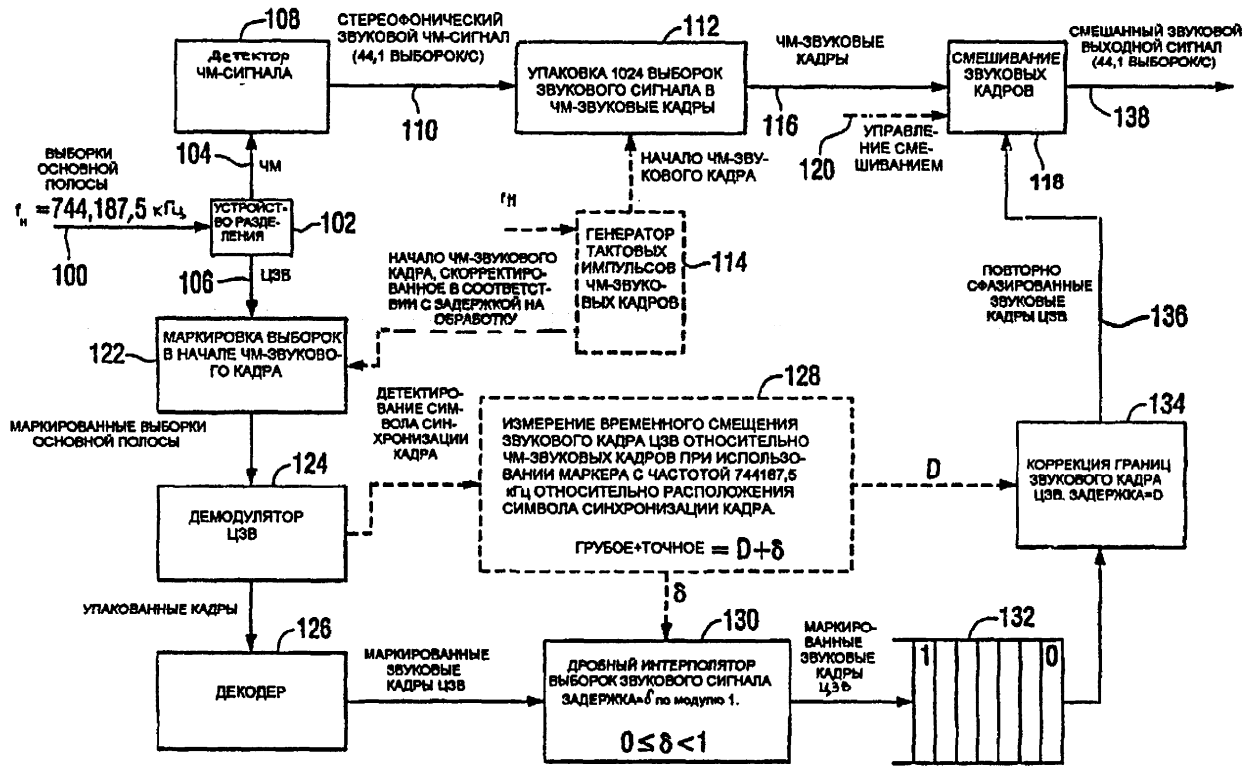
50



ФИГ.2
ОДИН МОДЕМНЫЙ КАДР
(ПРИМЕРНО 371,52 МС)



82
ФИГ.3



ФИГ.4