



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2013129087/07, 25.06.2013

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
25.06.2013

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 25.06.2013

(45) Опубликовано: 10.01.2015 Бюл. № 1

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: WO2010/008177 A1, 21.01.2010.
RU2016494 C2, 15.07.1994. RU2009122206 A,
22.05.2008

Адрес для переписки:

620002, г.Екатеринбург, ул. Мира, 19, УрФУ,
Центр интеллектуальной собственности, Маркс
Т.В.

(72) Автор(ы):

**ВАЛЕЕВ Валерий Гизатович (RU),
КОРНИЛОВ Илья Николаевич (RU)**

(73) Патентообладатель(и):

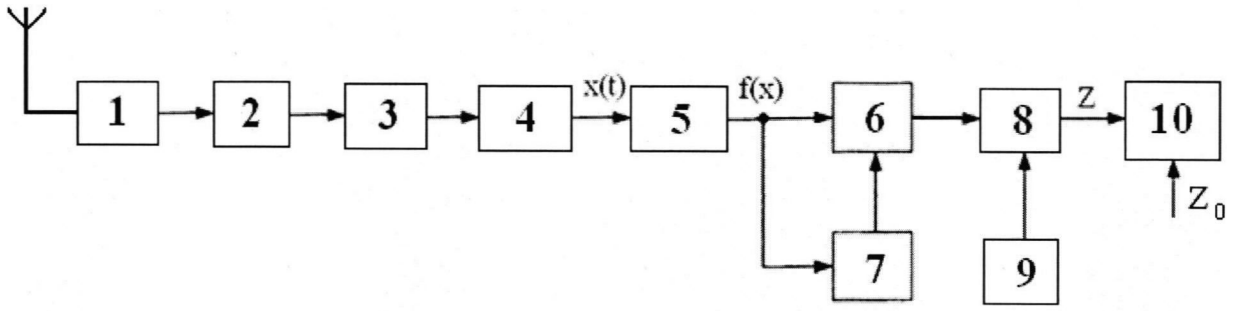
**Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего
профессионального образования "Уральский
федеральный университет имени первого
Президента России Б.Н. Ельцина" (RU)**

(54) СПОСОБ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ В ПОЛОСЕ ЧАСТОТ АНАЛОГОВОГО ТВ

(57) Реферат:

Изобретение относится к технике связи и может использоваться для передачи данных в полосе частот аналогового ТВ. Технический результат состоит в обеспечении магнитной совместимости телевизионных операторов в одной полосе частот. Для этого способ основан на выборе в полосе ТВ частотных окон, пригодных для применения вторичными операторами, при этом частотные окна выбирают из сетки звуковых полос аналогового ТВ, для таких окон определяют показатель "негауссовости" ТВ сигнала и выбирают окна с максимальным показателем "негауссовости",

измеряют уровни ТВ сигналов в выбранных окнах и устанавливают уровень сигнала вторичного оператора в каждом из окон на 20 дБ ниже соответствующего измеренного уровня, после чего информацию передают в выбранных окнах одновременно с передачей ТВ сигналов, а на приемной стороне вторичного оператора смесь ТВ сигнала и сигнала вторичного оператора переносят на промежуточную частоту и выполняют ее нелинейное преобразование для подавления ТВ сигнала, после чего выделяют передаваемую информацию. 5 ил.



Фиг.1

RU 2537972 C1

RU 2537972 C1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: 2013129087/07, 25.06.2013
 (24) Effective date for property rights:
25.06.2013
 Priority:
 (22) Date of filing: 25.06.2013
 (45) Date of publication: 10.01.2015 Bull. № 1
 Mail address:
 620002, g.Ekaterinburg, ul. Mira, 19, UrFU, Tsentr
 intellektual'noj sobstvennosti, Marks T.V.

(72) Inventor(s):
VALEEV Valerij Gizatovich (RU),
KORNILOV Il'ja Nikolaevich (RU)
 (73) Proprietor(s):
Federal'noe gosudarstvennoe avtonomnoe
obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego
professional'nogo obrazovanija "Ural'skij
federal'nyj universitet imeni pervogo Prezidenta
Rossii B.N. El'tsina" (RU)

(54) **METHOD TO TRANSFER DATA IN ANALOGUE TV FREQUENCY BAND**

(57) Abstract:

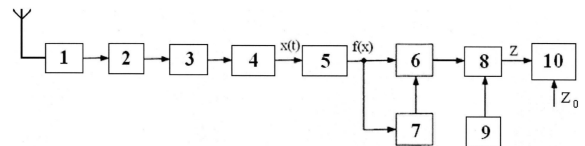
FIELD: physics, communication.

SUBSTANCE: invention relates to communication equipment and may be used for transfer of data in an analogue TV frequency band. The method is based on selection of frequency windows in a TV band suitable for use by secondary operators, at the same time frequency windows are selected from a grid of sound bands of analogue TV, for such windows they determine an index of "being non-Gaussian" for a TV signal, and windows are selected with maximum index of "being non-Gaussian", levels of TV signals are measured in selected windows, and the secondary operator signal level is set in each window as 20 dB below the appropriate measured level, afterwards information is sent in selected windows simultaneously with transfer

of TV signals, and on the receiving side of the secondary operator a mixture of a TV signal and a secondary operator signal is transferred to intermediate frequency, and its non-linear conversion is performed for suppression of a TV signal, afterwards the transmitted information is identified.

EFFECT: technical result consists in provision of magnetic compatibility of television operators in a single frequency band.

5 dwg



Фиг.1

C 1 2 5 3 7 9 7 2 R U

R U 2 5 3 7 9 7 2 C 1

Изобретение относится к радиоэлектронике и может быть использовано для передачи данных в полосе частот аналогового ТВ.

Известен способ передачи данных в полосе частот аналогового ТВ, называемый телетекстом (ГОСТ Р 50861 - 96). Передача сигналов телетекста осуществляется в незанятых изображением телевизионных строках. То есть осуществляется временное разделение телевизионного канала для передачи изображения и для передачи телетекста.

Для приема телетекста телевизионный приемник дополняется декодером.

Недостатком указанного способа является то, что технология телетекста встроена в телевизионную аппаратуру и передачу данных могут осуществлять только ТВ операторы. Передача данных другими, независимыми операторами в полосе частот аналогового ТВ возможна только по согласованию с ТВ операторами.

Известен способ передачи сигналов в диапазоне УКВ, называемый RDS (Radio Data System) (МСЭ-Р 643-2). Данный способ основан на передаче операторами УКВ ЧМ вещания в составе основного сигнала дополнительной информации с использованием поднесущих. При этом спектр сигнала RDS размещается таким образом, чтобы не оказывать влияния на основной вещательный сигнал. Этот способ может применяться и операторами ТВ вещания.

Недостатком указанного способа является то, что технология RDS встроена в аппаратуру первичного оператора и использование этой технологии независимыми вторичными пользователями невозможно без согласования с основным оператором.

Наиболее близким к заявляемому способу является способ-прототип передачи данных, использующий стандарт ЕСМА-392 (Гурьянов И.О. Когнитивное радио: новые подходы к обеспечению радиочастотным ресурсом перспективных радиотехнологий. Журнал "Электросвязь", №8, 2012; Standard ЕСМА-392). Способ основан на поиске в полосе аналогового ТВ незанятых частотных областей (частотных окон), пригодных для передачи данных, и использовании их для передачи данных без согласования с операторами ТВ, которым принадлежат эти полосы частот.

Недостатком этого способа является возможность использования по вторичному назначению только свободных частотных окон.

Предлагаемый способ обеспечивает передачу данных в полосе аналогового ТВ без согласования с операторами ТВ в выбранных частотных окнах и отличается от способа-прототипа передачей данных не в свободных окнах, а в занятых передачей ТВ программ.

Предлагаемый способ передачи данных в полосе частот аналогового ТВ вторичными операторами без оказания помех основному ТВ оператору, основанный на выборе в полосе ТВ частотных окон, пригодных для применения вторичными операторами, отличающийся тем, что частотные окна выбирают из сетки звуковых полос аналогового ТВ, для таких окон определяют показатель "негауссовости" ТВ сигнала и выбирают окна с максимальным показателем "негауссовости", измеряют уровни ТВ сигналов в выбранных окнах и устанавливают уровень сигнала вторичного оператора в каждом из окон на 20 дБ ниже соответствующего измеренного уровня, после чего информацию передают в выбранных окнах одновременно с передачей ТВ сигналов, а на приемной стороне вторичного оператора смесь ТВ сигнала и сигнала вторичного оператора переносят на промежуточную частоту и выполняют ее нелинейное преобразование для подавления ТВ сигнала, после чего выделяют передаваемую информацию.

Таким образом, предлагаемый способ реализуется при следующих условиях:

1. Из сетки звуковых полос аналогового ТВ вещания выбираются те полосы, в которых временной ТВ сигнал минимально искажен внешними помехами. Назовем эти полосы частотными окнами вторичного пользования. Полоса такого частотного окна

составляет 200 кГц.

2. Вторичный оператор использует эти окна для передачи цифровых данных со скоростью $v < 10000$ бит/сек.

3. Уровень сигнала вторичного оператора устанавливается ниже уровня аналогового ТВ сигнала в выбранном окне на 20 дБ с целью исключения мешающего действия первичному пользователю.

4. На приемной стороне вторичного оператора используются алгоритмы, рассчитанные на оптимальный прием вторичного сигнала на фоне первичного аналогового ТВ сигнала.

10 Возможность вторичного использования занятой полосы частот основана на стабильных статистических свойствах первичного сигнала: первичный сигнал в звуковой полосе аналогового ТВ является существенно негауссовским процессом с распределением огибающей по закону Раиса, так как формируется путем частотной модуляции (Тихонов В.И. Статистическая радиотехника. - 2-е изд. - М.: Радио и связь, 15 1982. - 624 с.). При этом его одномерная плотность вероятности огибающей $W(A)$ практически не зависит от содержания звуковой программы. Это значительно облегчает прием вторичного сигнала на фоне первичного при применении в приемнике вторичного пользователя оптимального алгоритма приема. Внешние электромагнитные помехи могут искажать первичные сигналы, снижая их «негауссовость». Поэтому выбор 20 частотных окон вторичного пользования проводится по критерию максимальной «негауссовости» сигнала в этом окне.

Выбор частотных окон вторичного пользования осуществляется из сетки звуковых полос аналогового ТВ вещания следующим образом. Анализируется огибающая сигнала $A(t)$ в выбранном частотном окне. Анализ заключается в сравнении значения средней 25 мощности сигнала $A(t)$ на различных участках его спектра. Выделяются два участка: примыкающий к нулевой частоте с полосой F_H (участок с полосой НЧ) и область за пределами полосы НЧ (участок с полосой ВЧ). В передающей аппаратуре вторичного пользователя измеряются значения мощности $P_{HЧ}$ и $P_{ВЧ}$ первичного сигнала $A(t)$ на 30 обоих участках. По измеренным значениям рассчитывается значение параметра $\alpha = P_{HЧ} / P_{ВЧ}$

Параметр α характеризует степень "негауссовости" первичного сигнала в анализируемом частотном окне. Далее выбираются окна с наибольшими значениями параметра α . Эти окна и используются для передачи данных вторичным пользователем.

35 Прием сигнала во вторичной сети, близкий к оптимальному в данных условиях, реализуется приемником, показанным на фиг.1. Здесь 1 - входная цепь, 2 - усилитель радиочастоты, 3 - преобразователь частоты, 4 - усилитель промежуточной частоты, 5 - блок нелинейной обработки, 6 - умножитель, 7 - схема формирования опорного сигнала, 8 - интегратор со сбросом, 9 - блок тактовой синхронизации, 10 - пороговое 40 устройство. Схема приемника до БНО является частью типовой схемы супергетеродинного приемника. Обоснование схемы приемника, следующей за БНО, дано в (Камнев В.Е., Черкасов В.В., Чечин Г.В. Спутниковые сети связи. Учебн. пособие. - М.: "Альпина Паблишер", 2004. - 536 с.). Наличие БНО обусловлено "негауссовостью" помехи (Валеев В.Г., Корнилов И.Н. Нелинейная обработка сигналов для подавления 45 помех в приемном тракте радиоэлектронных систем / Журнал «Радиотехника», 2010. №6. С.37-42).

На входе БНО действует аддитивная смесь полезного сигнала вторичной сети $S_2(t)$, сигнала первичного пользователя $S_1(t)$ и сторонних помех $n_2(t)$:

$$x(t)=A_x(t)\cos[\omega_0t-\varphi_x(t)],$$

где $A_x(t)$ - огибающая смеси, ω_0 - несущая частота, $\varphi_x(t)$ - закон изменения фазы смеси.

Оптимальный алгоритм обработки сигнала в приемнике вторичного пользователя (фиг.1) обоснован в (Валеев В.Г., Корнилов И.Н. О возможностях вторичного использования занятого частотного ресурса. VI Всероссийская научно-техническая конференция "Радиолокация и радиосвязь": Сборник трудов конференции. Москва: ИРЭ им. В.А.Котельникова РАН, 2012. Том 1, с.272-275) и имеет следующий вид:

$$Z = \int_0^T f[x(t)]S_{\text{ОП}}(t)dt, \quad (2)$$

$$f(x) = g(A_x(t)\cos[\omega_0t - \varphi_x(t)])g(A_x(t)) \approx (A_x(t) - (A_0(t)))/P_{\text{ВЧ}}, \quad (3)$$

где Z - процесс на выходе интегратора; $f(x)$ - характеристика БНО; $g(A_x(t))$ - амплитудная характеристика БНО по первой гармонике; $A_0(t)$ - среднее значение огибающей; T - время интегрирования; $S_{\text{ОП}}(t)$ - опорное колебание, сформированное блоком СФОС.

Для подтверждения эффективности предлагаемого способа было выполнено полунатурное моделирование приемника на фиг.1. В качестве сигнала первичного пользователя $S_1(t)$ рассматривался реальный сигнал в полосе частот звукового сопровождения выбранной программы аналогового ТВ. В этом сигнале присутствует также составляющая $n_2(t)$, которая соответствует помехам окружающей среды. На фиг.2 показана временная реализация огибающей такого сигнала для одного из каналов ТВ (сигнал записан в полосе 83,65...83,85 МГц) на интервале длительностью 20 секунд, а на фиг.3 - гистограмма огибающей, построенная по записанному фрагменту. По виду гистограммы можно сделать вывод, что этот процесс близок к райсовскому.

Сигнал $S_2(t)$ моделировался в виде

$$S_2(t)=A_{S_2} \cos(2\pi f_0t+\varphi),$$

где сдвиг фазы φ при переходе от передачи «1» к передаче «0» принят равным π , а несущая частота f_0 выбрана в центре полосы (83,65...83,85) МГц. Опорное колебание в синхронном детекторе принято в виде

$$S_{\text{ОП}}(t)=\cos 2\pi f_0t,$$

тактовая синхронизация считается установленной. Пороговое значение принято равным $Z_0=0$.

Блок БНО был реализован по схеме фиг.4. Здесь 11 - детектор огибающей, 12 - компенсатор, 13 - блок оценки среднего, 14 - блок вычитания, 15 - ограничитель, 6 - умножитель. Эта схема соответствует обработке по алгоритмам (2) и (3).

Для выбора амплитуды сигнала $S_2(t)$ проводилось измерение уровня мощности P_1 сигнала $S_1(t)$. Амплитуда A_{S_2} вторичного сигнала $S_2(t)$ задавалась на 20 дБ меньше амплитуды первичного сигнала.

Исследовалась зависимость вероятности ошибки $P_{\text{ОШ}}$ на символ во вторичной сети от скорости $V=1/T$ передачи данных. Скорость передачи устанавливалась выбором длительности T сигнала $S_2(t)$. Вероятность ошибки на символ оценивалась по массиву переданных символов размером $N=20V$.

Результаты моделирования приведены на фиг.5 в виде зависимости вероятности ошибки на символ от скорости передачи данных во вторичной сети. График 1 получен

для приемника с линейным коррелятором (без БНО), а график 2 - для приемника с БНО. Если компенсатор в БНО заменить фильтром верхних частот с частотой среза 10 Гц, получаем график 3. Результаты показывают, что полосы частот звукового сопровождения ТВ можно использовать одновременно по основному назначению и для передачи данных вторичными пользователями.

Техническим результатом является электромагнитная совместимость функционирования ТВ оператора и вторичного оператора в одной полосе частот, позволяющая использовать занятые звуковые полосы ТВ для передачи данных одновременно по основному назначению и для передачи данных вторичными пользователями. Электромагнитная совместимость достигается благодаря тому, что мешающее действие вторичных сигналов на прием ТВ программ практически отсутствует. Уровень вторичных сигналов по отношению к ТВ сигналам в полосе звукового сопровождения ТВ составляет минус 20 дБ. При таком уровне помехи на входе частотного детектора приемника ТВ, отношение сигнал/помеха на выходе частотного детектора будет составлять 30-40 дБ (Зюко А.Г., Кловский Д.Д., В.И.Коржик, Назаров М.В. Теория электрической связи: Учебник для вузов / под ред. Кловского Д.Д. - М.: Радио и связь, 1999. - 432 с.). Такого отношения достаточно для качественной передачи звукового сопровождения.

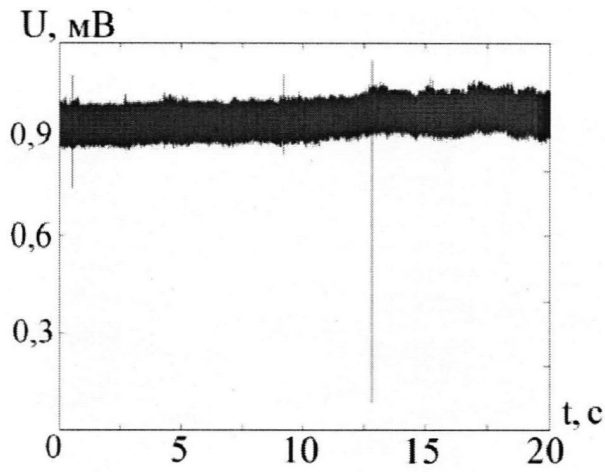
Формула изобретения

Способ передачи данных в полосе частот аналогового ТВ вторичными операторами без оказания помех основному ТВ оператору, основанный на выборе в полосе ТВ частотных окон, пригодных для применения вторичными операторами, отличающийся тем, что частотные окна выбирают из сетки звуковых полос аналогового ТВ, для таких окон определяют показатель "негауссовости" ТВ сигнала и выбирают окна с максимальным показателем "негауссовости", измеряют уровни ТВ сигналов в выбранных окнах и устанавливают уровень сигнала вторичного оператора в каждом из окон на 20 дБ ниже соответствующего измеренного уровня, после чего информацию передают в выбранных окнах одновременно с передачей ТВ сигналов, а на приемной стороне вторичного оператора смесь ТВ сигнала и сигнала вторичного оператора переносят на промежуточную частоту и выполняют ее нелинейное преобразование для подавления ТВ сигнала, после чего выделяют передаваемую информацию.

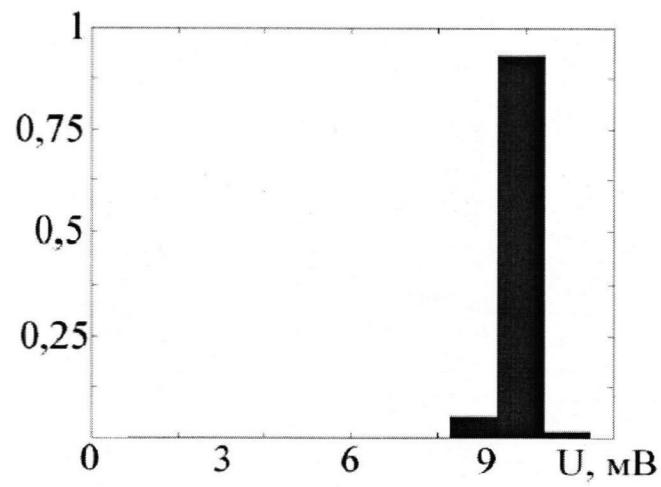
35

40

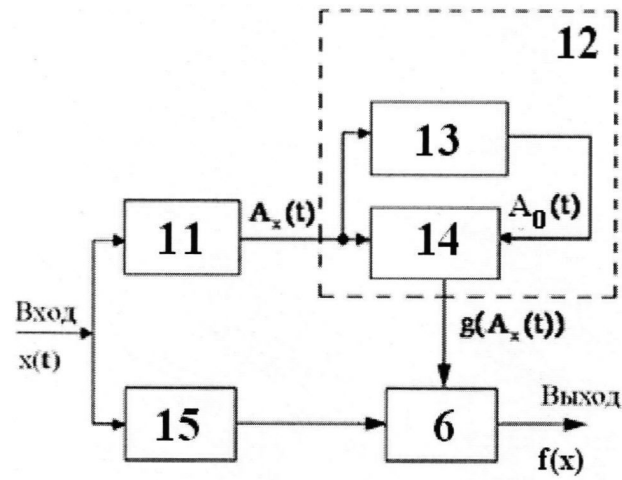
45



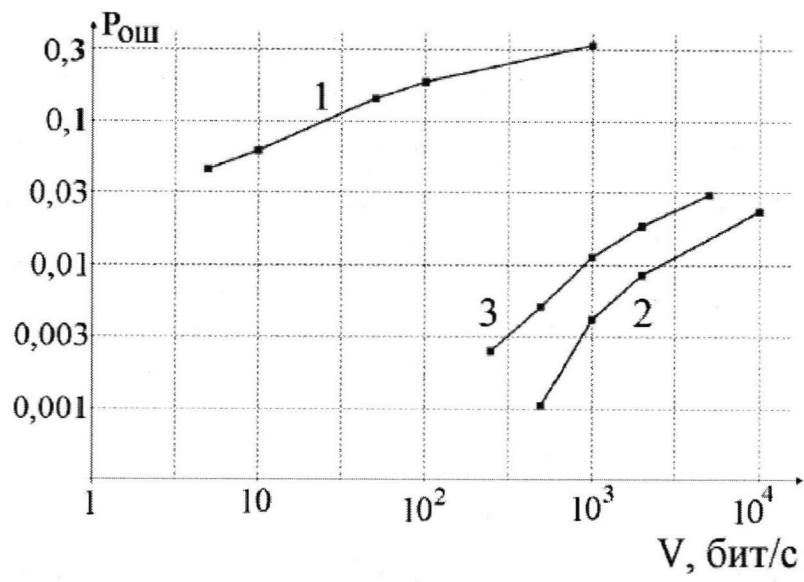
Фиг.2



Фиг.3



Фиг.4



Фиг.5