



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2017106552, 27.02.2017

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
27.02.2017Дата регистрации:
15.12.2017

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 27.02.2017

(45) Опубликовано: 15.12.2017 Бюл. № 35

Адрес для переписки:

690041, г. Владивосток, 41, ул. Балтийская, 43,
ТОИ ДВО РАН, патентный отдел, пат. пов. РФ
Василюк Н.С.

(72) Автор(ы):

Ковзель Дмитрий Георгиевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

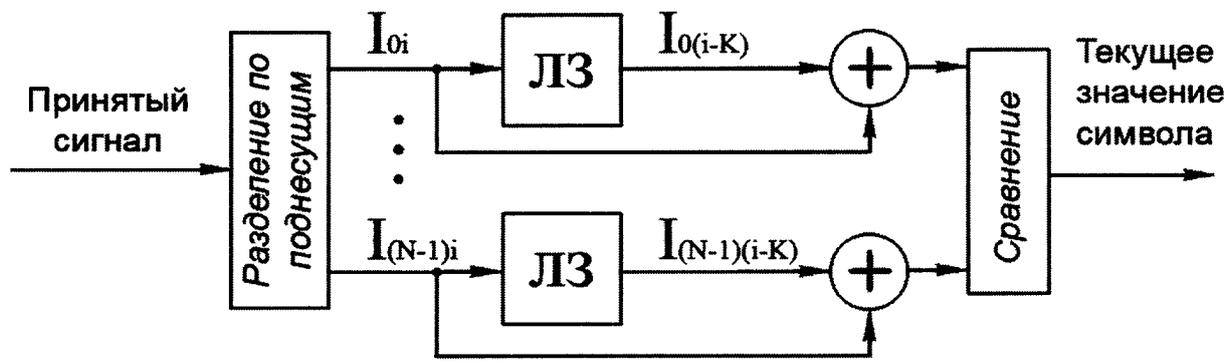
Федеральное государственное бюджетное
учреждение науки Тихоокеанский
океанологический институт им. В.И.
Ильичева Дальневосточного отделения
Российской академии наук (ТОИ ДВО РАН)
(RU)(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: Теория электрической связи:
учебное пособие./ Под ред. К.К. Васильева.
- Ульяновск: УлГТУ, 2008, с. 305. А.Г. Зюко
и др. Теория электрической связи: Учебник
для вузов. - М.: Радио и связь, 1998, с. 208.
RU 2302083 C1, 27.06.2007. RU 2239289 C2,
27.10.2004. EP 0741470 A2, 06.11.1996.

(54) Способ передачи дискретной информации по каналу связи с многолучевым распространением

(57) Реферат:

Изобретение относится к передаче цифровой информации по каналу связи с многолучевым распространением и может быть использовано в системах связи для обеспечения правильного приема переданной информации. Техническим результатом заявляемого решения является повышение вероятности правильного приема сообщения за счет снижения влияния медленных селективных по частоте замираний и компенсации неравномерности амплитудно-частотной характеристики тракта передачи-приема. Способ

осуществляют путем формирования частотно-манипулированных сигналов с временным разнесением как последовательность повторов передаваемого сообщения, при этом перед каждым повтором сообщения содержащаяся в нем дискретная информация подвергается операции побитовой инверсии, а на приеме перед усреднением по повторам производится обратная перестановка оценок сигнала на сигнальных частотах. 2 ил.



Фиг.1

RU 2638760 C1

RU 2638760 C1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: 2017106552, 27.02.2017

(24) Effective date for property rights:
27.02.2017

Registration date:
15.12.2017

Priority:
(22) Date of filing: 27.02.2017

(45) Date of publication: 15.12.2017 Bull. № 35

Mail address:
690041, g. Vladivostok, 41, ul. Baltijskaya, 43, TOI
DVO RAN, patentnyj otdel, pat. pov. RF Vasilyuk
N.S.

(72) Inventor(s):
Kovzel Dmitrij Georgievich (RU)

(73) Proprietor(s):
Federalnoe gosudarstvennoe byudzhethoe
uchrezhdenie nauki Tikhookeanskij
oceanologicheskij institut im. V.I. Ilicheva
Dalnevostochnogo otdeleniya Rossijskoj
akademii nauk (TOI DVO RAN) (RU)

(54) **METHOD OF DISCRETE INFORMATION TRANSMISSION VIA COMMUNICATION CHANNEL WITH MULTIBEAM TRANSMISSION**

(57) Abstract:

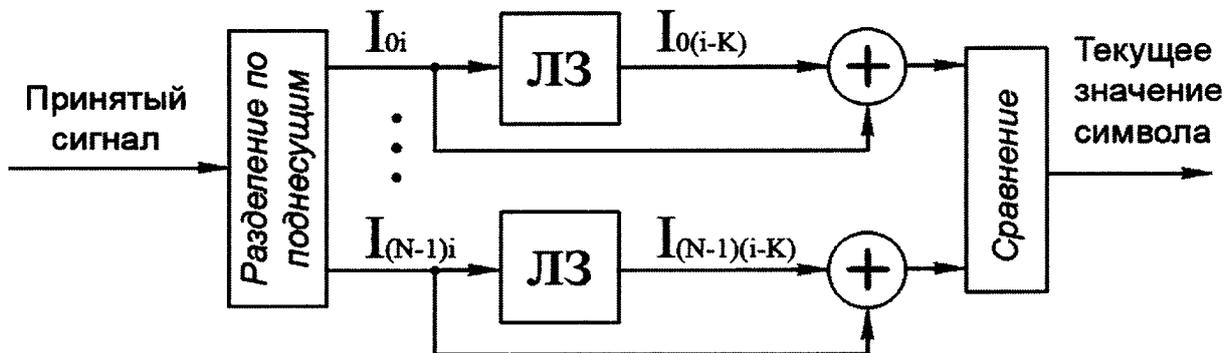
FIELD: radio engineering, communication.

SUBSTANCE: method is implemented by shaping frequency-shift signals with time diversity as a sequence of repetitions of the transmitted message, while before every repetition of the message the discrete information in it undergoes a bit-by-bit inversion, and at the reception before averaging of repetitions inversion of

signal estimation is performed at signal frequencies.

EFFECT: increase in the probability of correct message reception by reducing the effect of slow frequency selective fades and compensating for the unevenness of the amplitude-frequency characteristic of the transmit/receive path.

2 dwg



Фиг.1

RU 2 638 760 C1

RU 2 638 760 C1

Изобретение относится к передаче цифровой информации по каналу связи с многолучевым распространением и может быть использовано в системах связи для обеспечения правильного приема переданной информации.

Известно, что при передаче информации по каналу связи с многолучевым распространением за счет интерференции входящих лучей возникают замирания в принимаемом сигнале. Эти замирания воздействуют на передаваемое сообщение случайным образом, избирательно по частотам и времени воздействия (Л.М. Финк. Теория передачи дискретных сообщений. М.: Советское радио, 1970). Именно они оказывают наибольшее влияние на снижение вероятности правильного приема переданного сообщения.

Известны методы ослабления влияния замираний путем разнесения по частоте. Сигнал передается через M передатчиков и M приемников, работающих на M разных несущих частотах. Разность несущих частот выбирается так, чтобы сигналы на выходах приемников были некоррелированными. Поскольку замирания по разному воздействуют на каждый из M каналов передачи, глубина замираний в суммарном (комбинированном) сигнале снижается. Недостатками частотного разнесения является необходимость дополнительных затрат полосы частот (затраты увеличиваются в M раз) и рост количества аппаратных средств (передатчиков, приемников и средств формирования результирующего сигнала из M принятых). Также либо в M раз возрастает потребляемая этой аппаратурой мощность, либо понижается мощность каждого отдельного передатчика.

Подобные способы передачи данных описаны в (Теория электрической связи: учебное пособие / К.К. Васильев, В.А. Глушков, А.В. Дормидонтов, А.Г. Нестеренко / Под общ. ред. К.К. Васильева. - Ульяновск: УлГТУ, 2008, стр. 305; Теория электрической связи: Учебник для вузов / А.Г. Зюко, Д.Д. Кловский, В.И. Коржик, М.В. Назаров / Под ред. Д.Д. Кловского. - М.: Радио и связь, 1998, стр. 208).

Наиболее близким к заявляемому является способ ослабления влияния замираний, основанный на разнесении по времени (Теория электрической связи: учебное пособие / К.К. Васильев, В.А. Глушков, А.В. Дормидонтов, А.Г. Нестеренко / Под общ. ред. К.К. Васильева. - Ульяновск: УлГТУ, 2008, стр. 305; Теория электрической связи: Учебник для вузов / А.Г. Зюко, Д.Д. Кловский, В.И. Коржик, М.В. Назаров / Под ред. Д.Д. Кловского. - М.: Радио и связь, 1998, стр. 208). При разнесении по времени сигнал запоминается в передатчике и передается M раз через определенный интервал повторения $T_{повт}$. В приемнике повторы сигнала накапливаются и синхронно складываются. При известных фазах прихода повторов сигнала возможно их когерентное сложение, в противном случае используется квазикогерентное сложение.

Цифровая информация передается по каналам связи в виде последовательности символов, формируемых в передатчике из передаваемого сообщения, и в этом случае могут складываться оценки уровня сигнала на временных интервалах, соответствующих символам. Выбором $T_{повт}$ можно обеспечить, чтобы замирания в повторах сигнала $z_j(t)$ были некоррелированными. При этом мощность накопленного сигнала возрастает в M^2 раз, а мощность некоррелированных шумов, в том числе вызванных замираниями, в M раз. Таким образом, влияние замираний ослабляется в M раз.

При частотной манипуляции каждый символ сообщения представляет собой тональный импульс с длительностью, равной длительности символа. Частоты заполнения этих импульсов (поднесущие частоты) принадлежат набору сигнальных частот, используемому конкретной системой связи. Набор содержит $N = 2^n$ частот и

символов, где n - количество бит информации, закодированных в одном символе. Таким образом, номер частоты в наборе (начиная с 0 и заканчивая $N-1$) соответствует передаваемой данным символом комбинации информационных битов. Приемник принимает решение о приеме того или иного символа по соотношениям амплитуд сигнальных частот в течение временного промежутка, соответствующего времени приема этого символа.

В приемнике на интервалах времени, соответствующих приему символов, из принятого сигнала выделяются поднесущие и производится оценка их интенсивностей I_{ji} , где j - номер частоты символа в сигнальном наборе и i - номер символа в сообщении.

Эти оценки поступают на линии задержки (реализованные как сдвиговые регистры) на время $T_{\text{повт}} = K T_{\text{символа}}$, где $T_{\text{символа}}$ - длительность символа и K - период повторов сообщения, выраженный в числе символов. На выходе линии задержки производится суммирование текущих и задержанных на период повторения оценок интенсивностей.

На Фиг. 1 показан алгоритм обработки принятого сигнала с временным разнесением для случая двукратной передачи и некогерентного приема ЧМ сигнала, где

I_{ji} - измеренная на приеме интенсивность частоты N_j из сигнального набора частот для текущего (i -го) символа;

N - число сигнальных частот в наборе;

K - период повторов сообщения, выраженный в числе символов;

ЛЗ - линия задержки на период повтора сообщения, реализованная как сдвиговой регистр на K ячеек.

Таким образом, при выборе решения о значении текущего символа интенсивность каждой сигнальной частоты оценивается по значению, усредненному по всем повторам этого символа. Поскольку воздействие быстрых замираний случайно, такое усреднение повышает вероятность верного приема каждого символа и сообщения в целом. Однако временное разнесение сигнала неэффективно для замираний с длительностью, большей $T_{\text{повт}}$, а увеличение $T_{\text{повт}}$ приводит к росту задержки при передаче информации и увеличению объема памяти, необходимой для реализации линии задержки.

Для решения данной технической проблемы снижения влияния длиннопериодных селективных замираний при многолучевом распространении частотно манипулированного сигнала с временным разнесением предлагается способ, при котором в передатчике перед каждым повтором сообщения содержащаяся в нем цифровая информация подвергается операции побитового отрицания (инверсии), а на приеме перед усреднением по повторам сообщения производится обратная перестановка оценок сигнала на сигнальных частотах, при этом, если в исходном сообщении i -й символ сообщения передавался на j -й частоте из сигнального набора, то в повторе сообщения i -й символ будет передаваться на частоте номер $j_{\text{inv}} = (N - j - 1)$ и на приеме интенсивность i -того символа исходного сообщения $I_{j(i-K)}$, прошедшего через линию задержки, суммируется с интенсивностью i -го символа повтора на частоте j_{inv} , т.е. $I_{(N-j-1)i}$.

Техническим результатом заявляемого решения является повышение вероятности правильного приема сообщения за счет того, что:

- снижается влияние медленных селективных по частоте замираний, поскольку фактически передача каждого символа сообщения производится не на одной, а на паре частот, подобно алгоритму частотно разнесения. При этом количество сигнальных частот, используемых системой связи, не увеличивается.

- компенсируются неравномерности амплитудно-частотной характеристики тракта передачи-приема за счет того, что при повторе сообщения данные передаются на частотах, симметричных исходным, и при сложении интенсивностей воздействие амплитудно-частотной характеристики компенсируется.

5 Фиг. 2 - алгоритм обработки принятого сигнала с временным разнесением, с инверсией повтора на передаче и перестановкой частот на приеме для случая двукратной передачи и некогерентного приема ЧМ сигнала, где

I_{ji} - измеренная на приеме интенсивность частоты N_j сигнального набора частот для текущего (i -го) символа;

10 N - число сигнальных частот в наборе;

K - период повторов сообщения, выраженный в числе символов;

ЛЗ - линия задержки на период повтора сообщения, реализованная как сдвиговый регистр на K ячеек.

Заявляемый способ был реализован при разработке аппаратуры акустической связи гидроакустического измерительно-регистрационного комплекса с автономными донными станциями с борта судна и для поиска станций в случае их смещения с точек постановки. Для акустической связи используется диапазон частот 8500-9000 Гц. Каждый символ канального алфавита содержит информацию о 2 битах передаваемой информации. Таким образом, алфавит включает 4 символа (№№0, 1, 2 и 3), и каждому символу соответствует одна из 4-х сигнальных частот. Обмен информацией со станцией инициализируется телекомандным устройством с борта судна посылкой 32-битного (соответственно, 16-символьного) сообщения, включающего номер станции. Сообщение передается дважды.

Например, если посылается сообщение 0123 3210 1232 3103 и замирание поражает частоту, на которой передается символ 3, т.е. на частоте №3 сигнал в точке приема подавляется интерференцией и интенсивность этой сигнальной частоты в спектре сигнала может стать ниже интенсивности какой-либо другой сигнальной частоты (уровень которой будет определяться шумом или реверберацией). При этом резко снижается вероятность правильного приема символов №№ 3, 4, 10, 12 и 15 (по порядку в сообщении, считая с 0).

Согласно заявляемому способу повтор сообщения представляет собой последовательность символов 3210 0123 2101 0230 и поражены будут символы №№ 0, 7 и 14. После посимвольного сложения (усреднения) интенсивностей пораженных символов не будет и сообщение воспринимается станцией верно.

35 На практике применение заявляемого способа борьбы с замираниями совместно с другими способами позволило увеличить дальность уверенной работы системы связи с 400 м до 6 км без повышения мощности передатчика.

Таким образом, за счет применения разнесенной по времени передачи и приема сигнала с инвертированием повтора сообщения при передаче и перестановкой частот при приеме предлагаемое решение позволяет достичь повышения устойчивости канала передачи дискретных сообщений с использованием частотной манипуляции к замираниям без усложнения аппаратуры связи и без расширения используемого системой связи диапазона частот, то есть решить поставленную техническую проблему с достижением заявленного технического результата.

45

(57) Формула изобретения

Способ передачи дискретной информации по каналу связи с многолучевым распространением с использованием частотно-манипулированных сигналов с временным

разнесением, формируемых как последовательность повторов передаваемого сообщения и детектируемых с использованием квазикогерентного суммирования повторов сообщения, отличающийся тем, что перед каждым повтором сообщения содержащаяся в нем дискретная информация подвергается операции побитового отрицания (инверсии),
5 а на приеме перед усреднением по повторам производится обратная перестановка оценок сигнала на сигнальных частотах.

10

15

20

25

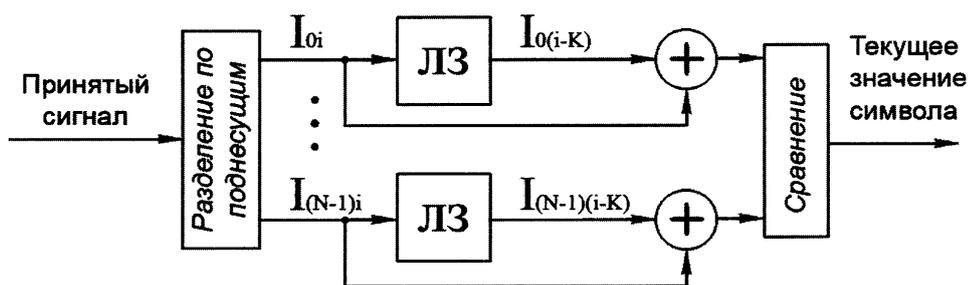
30

35

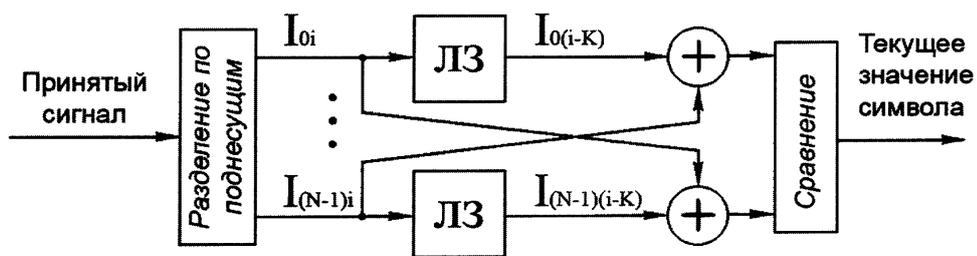
40

45

Способ передачи дискретной информации по каналу связи
с многолучевым распространением



Фиг.1



Фиг.2