



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2013145790/08, 11.10.2013

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
11.10.2013

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 11.10.2013

(45) Опубликовано: 10.09.2014 Бюл. № 25

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: RU 2354048 C1, 27.04.2009. RU 2111619
C1, 20.05.1998. RU 2168277 C2, 27.05.2001. US
7430257 B1, 30.09.2008. US 7133647 B2,
07.11.2006

Адрес для переписки:

194156, Санкт-Петербург, пр. Энгельса, 21, кв.
113, Голубеву А.Г.

(72) Автор(ы):

Голубев Анатолий Геннадиевич (RU),
Молчанов Павел Александрович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Открытое акционерное общество
"Камчатский гидрофизический институт"
(ОАО "КГФИ") (RU)(54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ ДЕКОДИРОВАНИЯ СИГНАЛОВ, ПРОШЕДШИХ МНОГОЛУЧЕВОЙ
КАНАЛ СВЯЗИ

(57) Реферат:

Изобретение относится к области передачи дискретной информации и предназначено для применения в декодерах сигналов связи, передаваемых в каналах с многолучевым распространением. Технический результат заявленного изобретения заключается в обеспечении возможности приема (декодирования) сообщения вне зависимости от количества импульсов (символов) в передаваемом сообщении, а также от интервала стабильности импульсной реакции канала распространения.

Технический результат достигается за счет устройства для декодирования сигналов, которое содержит два коррелятора первой ступени, два дополнительных коррелятора первой ступени, два коррелятора второй ступени, два блока коррекции оценки импульсной реакции канала и решающее устройство, причем входы всех корреляторов первой ступени и дополнительных корреляторов первой ступени объединены и являются входом устройства для декодирования сигналов. 2 ил.

RU 2 528 134 C1

RU 2 528 134 C1



Блок - схема заявляемого устройства.
Фиг.2

RU 2528134 C1

RU 2528134 C1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.
H04L 17/02 (2006.01)
H04B 7/02 (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: 2013145790/08, 11.10.2013
(24) Effective date for property rights: 11.10.2013
Priority:
(22) Date of filing: 11.10.2013
(45) Date of publication: 10.09.2014 Bull. № 25
Mail address:
194156, Sankt-Peterburg, pr. Ehngel'sa, 21, kv. 113,
Golubevu A.G.

(72) Inventor(s):
**Golubev Anatolij Gennadievich (RU),
Molchanov Pavel Aleksandrovich (RU)**
(73) Proprietor(s):
**Otkrytoe aktsionernoe obshchestvo
"Kamchatskij gidrofizicheskij institut" (OAO
"KGFI") (RU)**

(54) **DEVICE FOR DECODING SIGNALS PASSING THROUGH MULTIBEAM COMMUNICATION CHANNEL**

(57) Abstract:

FIELD: radio engineering, communication.

SUBSTANCE: device for decoding signals comprises two first-stage correlators, two additional first-stage correlators, two second-stage correlators, two channel pulse reaction estimate correction units and a decision device, wherein inputs of all first-stage correlators and the additional first-stage correlators are combined and are the input of the device for decoding signals.

EFFECT: enabling reception of a message regardless of the number of pulses in the transmitted message and the stability interval of the pulsed reaction of the propagation channel.

2 dwg



Блок - схема заявляемого устройства.
Фиг.2

RU 2 528 134 C1

RU 2 528 134 C1

Изобретение относится к области передачи дискретной информации и предназначено для применения в декодерах сигналов связи, передаваемых в каналах с многолучевым распространением.

При передаче сигналов связи через многолучевой канал имеют место искажения их формы, при этом для когерентной обработки и декодирования принимаемых сигналов необходим контроль (оценивание) импульсной реакции канала (ИРК). В связи с этим большинство известных решений указанных проблем основаны на излучении наряду с информационными (т.е. неизвестными на приемном конце системы связи) импульсами также испытательных импульсов, по которым осуществляется оценивание ИРК или, точнее, ИРК в полосе частот испытательного импульса. Такой принцип передачи именуется как «система с испытательным импульсом и предсказанием» (СИИП) (см. например, [1], раздел 3.1). Этот принцип лежит и в основе, в частности, объектов [2-4].

Недостатком принципа построения системы связи, на которую рассчитаны известные аналоги, является сравнительно низкое качество приема (декодирования) сообщений, обусловленное либо потерей времени при раздельной во времени передаче испытательных и информационных импульсов (как это имеет место в [1]), либо действием испытательных импульсов, мешающим приему информационных импульсов (а также и наоборот, действием информационных импульсов, мешающим приему испытательных импульсов).

Наиболее близким по технической сущности к заявляемому объекту является устройство, описанное в [5]. Оно рассматривается в качестве прототипа. Прототип решает следующую задачу. Передан один из двух возможных сигналов (или символов) - $S1(t)$ или $S2(t)$ (применительно к цифровому варианту реализации устройства декодирования далее рассматриваем все сигналы как функции дискретного времени, т.е. рассматриваем сигналы $S1(n)$ и $S2(n)$, где n - индекс аргумента дискретного времени). Как отмечено выше, форма переданного символа при распространении в многолучевом канале подверглась искажениям, описываемым как свертка этого символа с ИРК, форма которой априорно неизвестна. В точке приема требуется принять решение о том, какой из двух символов был передан (т.е. декодировать переданное сообщение).

Блок-схема прототипа приведена на фиг.1; пояснения по ней приведены ниже при описании принципа действия прототипа.

Принцип действия прототипа состоит в следующем. Для каждого возможного момента прихода связного сигнала вычисляется взаимная корреляция между принятым сигналом и каждым из двух возможных символов $S1(n)$ или $S2(n)$. Это действие выполняется корреляторами первой ступени (позиции 1-1 и 1-2 на фиг.1). В данном случае корреляторы первой ступени по существу являются согласованными фильтрами, т.е. каждый коррелятор первой ступени играет роль согласованного с соответствующим символом фильтра. В результате выполнения этой функции на выходах корреляторов первой ступени 1-1 и 1-2 формируются временные реализации, причем на выходе того коррелятора, опорное колебание которого совпадает с фактически переданным символом, эта временная реализация - есть оценка ИРК в рабочей полосе частот (с шумом), а на выходе другого коррелятора - только шум. В связи с тем, что прототипу информация о том, какой именно из двух возможных символов был передан, неизвестна, в нем осуществляется суммирование (одноименных временных отсчетов) временных реализаций, сформированных на выходах обоих корреляторов первой ступени (сумматор 2 на фиг.1). Этот результат суммирования оценку ИРК заведомо содержит. Сумматор 2 является также накапливающим на скользящем интервале времени, т.е. в нем накапливаются массивы оценок ИРК (в смеси с шумом), формируемые последовательно

во времени по мере прихода серии связанных символов. Подобное накопление необходимо в, частности, в обеспечение снижения корреляции шумов на входах каждого из корреляторов второй ступени. Количество указанных накапливаемых реализаций ограничено как количеством содержащихся в передаваемом сообщении символов, так и (это более жесткое условие) интервалом стабильности ИРК.

Далее реализуется вычисление корреляции между оценкой ИРК (она формируется на выходе сумматора 2 и подается на опорные входы корреляторов второй ступени) и каждой из временных реализаций, сформированных на выходах корреляторов первой ступени 1-1 и 1-2. Эта функция выполняется в корреляторах второй ступени (позиции 3-1 и 3-2 на фиг.1).

Далее для конкретности, положим, что передан символ $S1(n)$. При этом в корреляторе второй ступени 3-1 фактически формируется отклик, пропорциональный энергии принятого многолучевого сигнала (т.е. искаженного по форме символа $S1(n)$), что соответствует эффекту когерентного сложения лучей. Этот отклик характеризуется высоким уровнем. На выходе же коррелятора второй ступени 3-2 в данной ситуации формируется лишь реализация шума. У нее низкий уровень главным образом потому, что поступающие на входы коррелятора второй ступени 3-2 шумы при большом количестве накапливаемых в сумматоре 2 реализаций оценки ИРК практически некоррелированы. Далее при сравнении (в решающем устройстве 4) между собой и/или с порогом уровней откликов, сформированных на выходах корреляторов второй ступени 3-1 и 3-2, принимается решение о фактически переданном символе. Так, в рассматриваемом случае большим и/или превышающим порог будет, как правило, уровень на выходе коррелятора второй ступени 2-1, что приведет (так же, как правило, т.е. как тенденция) к принятию решения о том, что передан символ $S1(n)$, что в рассматриваемой ситуации и является правильным решением.

Таким образом, в прототипе проблема временного рассеяния энергии сигнала связи решена, поскольку, как отмечено выше, достигнут эффект, эквивалентный когерентному сложению всех лучей (точнее, сигналов, пришедших по всем лучам).

Недостатком прототипа является низкое качество декодирования, имеющее место при приеме сообщения, состоящего из малого количества символов, или при сравнительно малом интервале стабильности ИРК. Так, при приеме сообщения, состоящего из одиночного символа, в сумматоре 2 прототипа формируется результат суммирования откликов корреляторов первой ступени 1-1 и 1-2 на принимаемую аддитивную смесь информационного импульса и шума. В этом случае на обоих входах каждого из корреляторов второй ступени шумы в значительной степени коррелированы. Эта коррелированность шумов существенно нивелирует различия в откликах корреляторов второй ступени 2-1 и 2-2 на принимаемый сигнал и тем самым снижает тенденцию к принятию правильного решения. По мере увеличения количества символов в сообщении действие указанного выше фактора, снижающего качество декодирования, хоть и уменьшается, но весьма плавно. Малый интервал стабильности ИРК в свете приведенного пояснения причины низкого качества декодирования в прототипе приводит к тем же последствиям, что и малое количество символов в сообщении.

Целью заявляемого устройства является устранение указанного недостатка прототипа, т.е. обеспечение возможности приема (декодирования) сообщения вне зависимости от указанных факторов. Цель достигается тем, что в устройство для декодирования сигналов, содержащее два коррелятора первой ступени и два коррелятора второй ступени, а также решающее устройство, причем общий вход корреляторов первой ступени является входом устройства декодирования, выходы первого и второго

корреляторов первой ступени подключены к первым входам соответственно первого и второго корреляторов второй ступени, выходы корреляторов второй ступени подключены ко входам решающего устройства, а выход решающего устройства является выходом устройства декодирования, введены два дополнительных коррелятора первой ступени, входы которых объединены со входом устройства декодирования, и два блока коррекции оценки импульсной реакции канала, первый и второй из которых включены между выходом соответственно первого и второго дополнительных корреляторов первой ступени и вторыми входами соответственно первого и второго корреляторов второй ступени.

Заявляемый объект может быть использован в системе связи в общем случае с многопозиционным кодированием (при этом в нем соответственно увеличивается количество корреляторов первой и второй ступени). При N-позиционном коде в нем количество корреляторов первой и второй ступени, дополнительных корреляторов, а также входов решающего устройства δ составляет по N. Однако минимальный состав его признаков имеет место в случае его использования в бинарной системе связи. При этом одновременно с каждым информационным импульсом (символом) $S1(n)$ или $S2(n)$ (которым соответствуют коды, например, «1» и «0») излучается и соответствующий ему испытательный импульс $S1и(n)$ или $S2и(n)$, причем каждый испытательный импульс излучается в полосе частот, не совпадающей (или совпадающей не полностью) с полосой частот соответствующего ему информационного импульса. Каждый испытательный импульс может отличаться от соответствующего ему информационного, например, только несущей частотой.

Блок-схема заявляемого объекта приведена на фиг.2, где обозначены:

- 5-1 и 5-2 - корреляторы первой ступени;
- 5-3 и 5-4 - дополнительные корреляторы первой ступени;
- 6-1 и 6-2 - блоки коррекции оценки импульсной реакции канала;
- 7-1 и 7-2 - корреляторы второй ступени;
- 8 - решающее устройство.

Каждый коррелятор первой ступени (5-1...5-4) реализуется, например, в соответствии с блок-схемой на рис.5.14, с.295 книги [6]. При этом сигнальным входом коррелятора является нижний на указанном рис.5.14 вход, на который подается принимаемый сигнал $x(n)$. Опорная же функция коррелятора первой ступени (на указанном рис.5.14 она обозначена как $h(n)$) хранится в его долговременной памяти, на рис.5.14 для простоты не показанной. В заявляемом устройстве опорные функции корреляторов первой ступени $h(n)$ имеют вид:

- коррелятор 5-1 - $h1(n)=S1(n)$;
- коррелятор 5-2 - $h2(n)=S2(n)$;
- дополнительный коррелятор 5-3 - $h3(n)=S1и(n)$;
- дополнительный коррелятор 5-4 - $h4(n)=S2и(n)$.

При реализации коррелятора первой ступени в спектральной области (т.е. на базе процедуры быстрой свертки) над опорной функцией каждого из этих корреляторов заранее выполняется операция дискретного преобразования Фурье (ДПФ), и массив результата ДПФ (результат его комплексного сопряжения) запоминается в долговременной памяти соответствующего коррелятора первой ступени. Над массивами отсчетов входного сигнала $x(n)$ также выполняется ДПФ, далее выполняется поэлементное перемножение (т.е. перемножение одноименных отсчетов) массивов результатов ДПФ над опорной функцией и входным сигналом и обратное ДПФ (ОДПФ) от массива результатов указанного перемножения. Период обновления массива отсчетов

входного сигнала при смежных по времени циклах вычисления корреляции в каждом из корреляторов первой ступени обычно выбирается равным длительности каждого из импульсов $S1(n)$, $S2(n)$, $S1и(n)$ и $S2и(n)$ (длительности всех этих импульсов в простейшем случае совпадают), при этом длина окна ДПФ равна двойной длительности каждого из этих сигналов. Четыре независимо работающих коррелятора первой ступени показаны на фиг.2 условно. При их реализации в спектральной области входящая в состав этих корреляторов процедура ДПФ от входного сигнала может быть для всех них общей.

Возможен также эквивалентный рассмотренному вариант блок-схемы коррелятора первой ступени во временной области; описание этого варианта коррелятора приведено в [6], рис.6.18б, с.418., где (в соответствии с сегодняшними возможностями техники) вместо рециркулирующей линии задержки, хранящей массив временных отсчетов опорного сигнала при его жестком ограничении, реализуется многоразрядный регистр сдвига, хранящий те же отсчеты, представленные многоразрядными кодовыми словами.

Динамика обновления входных и выходных данных рассматриваемого коррелятора иллюстрируется, например, в [7, с.76-78.].

Каждый коррелятор второй ступени 7-1 и 7-2 реализуется аналогично коррелятору первой ступени (предпочтительно в варианте во временной области), с той лишь разницей, что нем отсутствует долговременная память, хранящая опорное колебание. Длительность цикла обновления сигнала на выходе каждого коррелятора второй ступени может составлять, например, один период дискретизации входных сигналов.

Блоки коррекции оценки импульсной реакции канала 6-1 и 6-2 осуществляют пересчет оценок ИРК соответственно $\hat{H}1и(n)$ $\hat{H}2и(n)$, сформированных в полосах частот испытательных импульсов $S1и(n)$ и $S2и(n)$ (эти оценки сформированы на выходах дополнительных корреляторов соответственно 5-3 и 5-4), например, в оценки ИРК $\hat{H}1(n)$ $\hat{H}2(n)$ в полосах частот информационных импульсов соответственно $S1(n)$ и $S2(n)$. При этом выходные сигналы блоков 6-1 и 6-2 вычисляются соответственно по формулам

$$\hat{H}1(n) = \text{ОДПФ}\{M1(k)\}, \quad (1)$$

$$\hat{H}2(n) = \text{ОДПФ}\{M2(k)\},$$

где запись $\text{ОДПФ}\{Mj(k)\}$ (при $j=1, 2$) означает выполнение операции ОДПФ над массивом отсчетов дискретного спектра $Mj(k)$ (k - дискретный аргумент частоты), определяемого как

$$M1(k) = S1(k) \cdot \hat{H}1и(k) / S1и(k), \quad (2)$$

$$M2(k) = S2(k) \cdot \hat{H}2и(k) / S2и(k),$$

где $S1(k)$, $S1и(k)$ и $\hat{H}1и(k)$ - массивы спектров, являющиеся результатами выполнения операции ДПФ над массивами временных отсчетов соответственно информационного сигнала $S1(n)$, испытательного сигнала $S1и(n)$, а также оценки ИРК в полосе частот испытательного сигнала $\hat{H}1и(n)$; $S2(k)$, $S2и(k)$ и $\hat{H}2и(k)$ - массивы спектров, являющиеся результатами выполнения операции ДПФ над массивами временных отсчетов соответственно информационного сигнала $S2(n)$, испытательного сигнала $S2и$

(n), а также оценки ИРК в полосе частот испытательного сигнала $\hat{H}_{2и(n)}$.

При реализации коррелятора первой ступени 5-3 (5-4) в спектральной области (т.е. на базе процедуры быстрой свертки) в нем используемый в соотношении (2) дискретные спектр $\hat{H}_{1и(k)}$ (соответственно $\hat{H}_{2и(k)}$) формируется, как промежуточный результат. При этом данный результат может быть использован для расчета по формуле (2) без реализации в блоке 6-1 (соответственно 6-2) операции вычисления ДПФ.

В обеспечение корректности выполнения операции (1) при вычислении всех ДПФ все исходные для этих вычислений массивы дополняются нулевыми отсчетами в соответствии с правилами вычисления свертки.

В итоге каждый из блоков коррекции оценки импульсной реакции канала 6-1 и 6-2 выполняет такое преобразование оценок ИРК (в смеси с шумами) в диапазонах частот испытательных импульсов соответственно $S1и(n)$ и $S2и(n)$, при котором формируются оценки ИРК (также в смеси с шумами) в диапазонах частот информационных импульсов соответственно $S1(n)$ и $S2(n)$,

Решающее устройство 8 представляет собой схему сравнения текущих уровней сигналов на его входах между собой и/или с заданным порогом, хранящимся в его долговременной памяти. В случае превышения уровнем одного из сигналов уровня второго сигнала (и, возможно, порога) на выходе решающего устройства 8 формируется, например, код, соответствующий указанному первому сигналу (например, «1»), в противном случае - код, соответствующий второму сигналу (например, «0»).

Следует заметить, что реализуемая корреляторами 5-1...5-4 и 7-1. 7-2 процедура вычисления корреляции между входным и опорным сигналами является линейной (при этом опорные сигналы (или их спектры) корреляторов 5-1...5-4 хранятся в долговременной памяти этих блоков, а опорные сигналы корреляторов 7-1 и 7-2 оперативно вырабатываются блоками коррекции оценки импульсной реакции канала соответственно 6-1 и 6-2), и поэтому корреляторы 5-1 и 5-2 без изменения принципа действия заявляемого устройства могут быть переставлены местами с корреляторами соответственно 7-1 и 7-2. При этом связи между каждым из корреляторов 7-1 и 7-2 с выходом блока коррекции оценки импульсной реакции канала соответственно 6-1 и 6-2 сохраняются.

Принцип действия заявляемого устройства состоит в следующем. При передаче информационного импульса $S1(n)$ и соответствующего ему на испытательного импульса $S1и(n)$ выходе коррелятора первой ступени 5-1 (опорное колебание которого совпадает с информационным импульсом $S1(n)$) формируется отклик, равный свертке ИРК с автокорреляционной функцией импульса $S1(n)$. При этом на выходе коррелятора первой ступени 5-3 (опорное колебание которого совпадает с испытательным импульсом $S1и(n)$) формируется отклик, равный свертке ИРК с автокорреляционной функцией сигнала $S1и(n)$. Упомянутые отклики корреляторов первой ступени 5-1 и 5-3 в рассматриваемой ситуации являются оценками ИРК в полосе частот информационного импульса $S1(n)$ и испытательного импульса $S1и(n)$ соответственно. При несовпадении диапазонов частот, занимаемых информационным и соответствующим ему испытательным импульсом (т.е. при несовпадении их автокорреляционных функций), оценки ИРК в диапазонах частот этих импульсов некоррелированы, причем вне зависимости от того, какой из символов был передан. В результате же пересчета оценки ИРК в полосе частот испытательного импульса в оценку ИРК в полосе частот информационного импульса, осуществляемого в блоке коррекции оценки импульсной реакции канала 6-1, формируемые на входах коррелятора второй ступени 7-1 в случае передачи импульса

$S1(n)$ (в паре с импульсом $S1и(n)$) становятся коррелированными (совпадающими с точностью до имеющих место на этих входах шумов). Вследствие этого при передаче символа $S1(n)$ уровень отклика коррелятора второй ступени 7-1 высок.

В рассматриваемой ситуации, т.е. при передаче импульса $S1(n)$ (в паре с импульсом $S1и(n)$) на выходах корреляторов первой ступени 5-2 и 5-4 (опорные колебания которых совпадают с информационным импульсом $S2(n)$ и $S2и(n)$ соответственно), формируются отклики, представляющие собой реализации шума (считаем, что все рассматриваемые импульсы квазиортогональны). Эти реализации между собой некоррелированы, причем они остаются некоррелированными и после пересчета, осуществляемого блоком 6-2.

В связи с этим в рассматриваемой ситуации уровень отклика коррелятора второй ступени 7-2 низок.

В итоге в рассматриваемой ситуации уровень отклика коррелятора второй ступени 7-1, как правило, превышает уровень отклика коррелятора второй ступени 7-2, что и регистрируется решающим устройством 8, в результате чего на его выходе формируется (как правило) код «1», соответствующий ситуации передачи импульса $S1(n)$ (в паре с импульсом $S1и(n)$).

При передаче информационного импульса $S2(n)$ и соответствующего ему испытательного импульса $S2и(n)$ соотношение уровней откликов корреляторов второй ступени 7-1 и 7-2, как правило, будет обратным рассмотренному выше. При этом на выходе решающего устройства 8 формируется (как правило) код «0», соответствующий ситуации передачи импульса $S2(n)$ (в паре с импульсом $S2и(n)$). В случаях использования заявляемого устройства в системах связи типа СИИП с многопозиционным кодированием (N - позиционным; в приведенном выше описании заявляемого устройства рассматривался частный случай при $N=2$) кодированием в нем количество корреляторов первой и второй ступеней равно соответственно $2N$ и N , а блоков коррекции оценки импульсной реакции канала - N .

Если в прототипе имело место формирование оценки ИРК, общей для двух цепочек обработки, каждая из которых согласована с одним из возможных информационных символов (импульсов), то в заявляемом устройстве реализуется индивидуальное для каждого варианта передаваемого информационного символа (импульса) формирование оценки ИРК.

Заявляемое устройство обеспечивает высокое качество декодирования даже при малом количестве передаваемых в сообщении символов и малом интервале стабильности ИРК (достаточно всего одного символа и интервала стабильности ИРК, не меньшего длительности этого символа). Кроме этого, имеется еще и следующий фактор, обеспечивающий преимущество в качестве декодирования заявляемого устройства перед прототипом. Качество декодирования определяется практически только различиями (контрастом) в уровнях откликов (на принимаемые сигналы) корреляторов второй ступени. Эти уровни при прочих равных тем выше, чем больше величины корреляции сигналов на их входах, а также чем больше уровни этих сигналов. В прототипе уровни сигналов, подаваемых на опорные входы обоих корреляторов второй ступени совпадают, поскольку на эти входы подается один и тот же сигнал сравнительно большого уровня, содержащий оценку ИРК. В заявляемом же устройстве такой сигнал большого уровня (содержащий оценку ИРК) подается на опорный вход только того коррелятора второй ступени, сигнальный вход которого подключен к выходу коррелятора первой ступени, опорное колебание которого совпадает с действительно переданным информационным импульсом (у каждого из корреляторов второй ступени 7-1 и 7-2 считаем опорным тот вход, который подключен к выходу одного из

дополнительных корреляторов первой ступени 5-3 и 5-4; второй вход каждого их корреляторов второй ступени считаем сигнальным). Это фактор способствует дополнительному «подчеркиванию» уровня сигнала как раз на том входе решающего устройства 8, повышение уровня на котором и является желательным для принятия
5 правильно решения.

Таким образом, цель изобретения достигается.

Литература

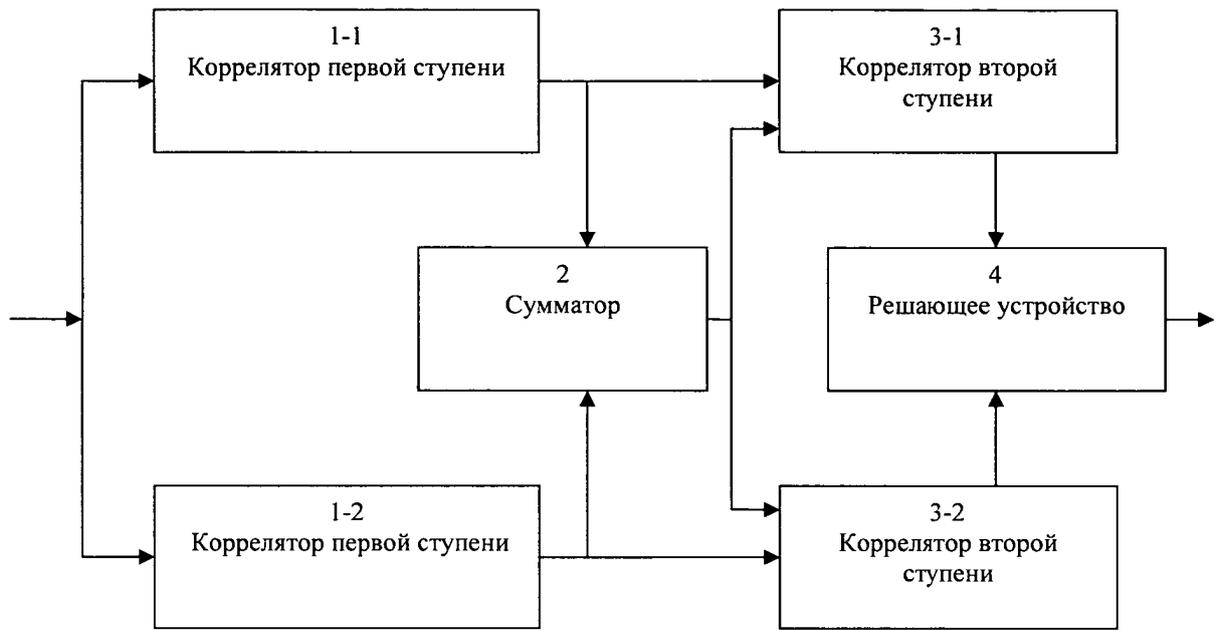
1. Д.Д. Кловский. Передача дискретных сообщений по радиоканалам. М.: Связь, 1969.
- 10 2. Устройство приема дискретных сигналов в многолучевом канале связи. Патент РФ №2048701.
3. Цифровое устройство для демодуляции дискретных сигналов в многолучевом канале связи. Патент РФ №2267230.
4. Устройство для передачи дискретных сигналов в многолучевом канале связи.
15 Патент РФ №959291.
5. Sussman S.M. A matched filter communication system for multipath channels // IEEE Trans. IT - 6. N 3. June 1960.
6. «Применение цифровой обработки сигналов» под ред. Э Оппенгейма. М.: Мир. 1980.
- 20 7. Л. Рабинер, Б. Гоулд. Теория и применение цифровой обработки сигналов. М.: Мир. 1978.

Формула изобретения

Устройство для декодирования сигналов, прошедших многолучевой канал связи,
25 содержащее два коррелятора первой ступени и два коррелятора второй ступени, а также решающее устройство, причем общий вход корреляторов первой ступени является входом устройства декодирования, выходы первого и второго корреляторов первой ступени подключены к первым входам соответственно первого и второго корреляторов
30 второй ступени, выходы корреляторов второй ступени подключены ко входам решающего устройства, а выход решающего устройства является выходом устройства декодирования, отличающееся тем, что в его состав введены два дополнительных коррелятора первой ступени, входы которых объединены со входом устройства декодирования, и два блока коррекции оценки импульсной реакции канала, первый и
35 второй из которых включены между выходом соответственно первого и второго дополнительных корреляторов первой ступени и вторыми входами соответственно первого и второго корреляторов второй ступени.

40

45



Блок-схема прототипа.
Фиг.1