



УКРАЇНА

(19) UA (11) 60223 (13) U
(51) МПК
H04L 27/14 (2006.01)МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬвидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) ПРИСТРІЙ ДЕМОДУЛЯЦІЇ ДЕТЕРМІНОВАНИХ СИГНАЛІВ

1

2

(21) u201014828

(22) 10.12.2010

(24) 10.06.2011

(46) 10.06.2011, Бюл. № 11, 2011 р.

(72) ПОПОВ АНДРІЙ ОЛЕКСІЙОВИЧ

(73) ПОПОВ АНДРІЙ ОЛЕКСІЙОВИЧ

(57) Пристрій демодуляції детермінованих сигналів, що містить М каналів обробки, блок прийняття рішення і генератор еталонних сигналів, при цьому кількість каналів обробки М визначається кількістю детермінованих сигналів, які використовуються, причому перший вхід кожного каналу обробки з'єднаний із входом пристрою, другий вхід кожного каналу обробки з'єднаний з відповідним виходом генератора еталонних сигналів, а вихід кожного каналу обробки з'єднаний з відповідним входом

блока прийняття рішення, при цьому кожний канал обробки містить блок обчислення кореляційної функції, причому вихід блока обчислення кореляційної функції є виходом каналу обробки, при цьому вихід блока прийняття рішення є виходом пристрою, який відрізняється тим, що додатково кожний канал обробки містить блок обчислення нижньої грані, причому перший вхід блока обчислення нижньої грані є входом каналу обробки, а другий вхід блока обчислення нижньої грані з'єднаний із другим входом каналу обробки, при цьому вихід блока обчислення нижньої грані з'єднаний з першим входом блока обчислення кореляційної функції, а другий вхід блока обчислення кореляційної функції з'єднаний із другим входом каналу обробки.

Корисна модель відноситься до галузі обробки сигналів, зокрема, до пристроїв демодуляції сигналів, а саме, до пристроїв демодуляції детермінованих сигналів на фоні перешкод у просторі сигналів із властивостями алгебраїчної решітки.

Відомий демодулятор цифрових сигналів, що містить два синхронізатори, два вхідних процесори, два комутаційно-кореляційних блоки, суматор, генератор еталонних сигналів, блок прийняття рішення і демодулюючий процесор, причому вихід блоку прийняття рішення є виходом пристрою [1].

Недоліком відомого демодулятора цифрових сигналів є те, що він призначений для демодуляції лише цифрових сигналів.

Найбільш близьким технічним рішенням є демодулятор детермінованих сигналів, що містить М каналів обробки, блок прийняття рішення і генератор еталонних сигналів, при цьому кількість каналів обробки М визначається кількістю детермінованих сигналів, які використовуються, причому перший вхід кожного каналу обробки з'єднаний із входом пристрою, другий вхід кожного каналу обробки з'єднаний з відповідним виходом генератора еталонних сигналів, а вихід кожного каналу обробки з'єднаний з відповідним входом блоку прийняття рішення, при цьому кожний канал обробки містить блок обчислення кореляційної функції,

причому вихід блоку обчислення кореляційної функції є виходом каналу обробки, при цьому вихід блоку прийняття рішення є виходом пристрою [2].

Недоліками відомого демодулятора детермінованих сигналів є низька перешкодостійкість демодуляції сигналів в умовах впливу сильних перешкод та залежність перешкодостійкості демодуляції сигналів від умов апіорної невизначеності.

В основу корисної моделі поставлено задачу шляхом використання переваг простору сигналів із властивостями алгебраїчної решітки, а також за рахунок внесення відповідних змін в алгоритм роботи і конструкцію пристрою, а саме, шляхом додаткового включення у кожний канал обробки блоку обчислення нижньої грані забезпечити підвищення перешкодостійкості демодуляції сигналів в умовах впливу сильних перешкод та виключити залежність перешкодостійкості демодуляції сигналів від умов апіорної невизначеності, що дозволяє усунути недоліки найближчого аналога.

Суть корисної моделі в пристрої демодуляції детермінованих сигналів, що містить М каналів обробки, блок прийняття рішення і генератор еталонних сигналів, при цьому кількість каналів обробки М визначається кількістю детермінованих сиг-

(19) UA (11) 60223 (13) U

налів, які використовуються, причому перший вхід кожного каналу обробки з'єднаний із входом пристрою, другий вхід кожного каналу обробки з'єднаний з відповідним виходом генератора еталонних сигналів, а вихід кожного каналу обробки з'єднаний з відповідним входом блоку прийняття рішення, при цьому кожний канал обробки містить блок обчислення кореляційної функції, причому вихід блоку обчислення кореляційної функції є виходом каналу обробки, при цьому вихід блоку прийняття рішення є виходом пристрою, досягається тим, що додатково кожний канал обробки містить блок обчислення нижньої грані, причому перший вхід блоку обчислення нижньої грані є входом каналу обробки, а другий вхід блоку обчислення нижньої грані з'єднаний із другим входом каналу обробки, при цьому вихід блоку обчислення нижньої грані з'єднаний з першим входом блоку обчислення кореляційної функції, а другий вхід блоку обчислення кореляційної функції з'єднаний із другим входом каналу обробки.

Порівняльний аналіз технічного рішення, яке заявляється, із найближчим аналогом дозволяє зробити висновок, що запропонований пристрій демодуляції детермінованих сигналів відрізняється тим, що додатково кожний канал обробки містить блок обчислення нижньої грані, причому перший вхід блоку обчислення нижньої грані є входом каналу обробки, а другий вхід блоку обчислення нижньої грані з'єднаний із другим входом каналу обробки, при цьому вихід блоку обчислення нижньої грані з'єднаний з першим входом блоку обчислення кореляційної функції, а другий вхід блоку обчислення кореляційної функції з'єднаний із другим входом каналу обробки.

Загальна ідея запропонованого пристрою демодуляції детермінованих сигналів полягає в наступному.

При демодуляції детермінованих сигналів ставиться завдання визначити, який з M детермінованих сигналів з множини $S=\{s_i(t)\}$, $i=1, \dots, M$ у визначений момент часу приймається пристроєм демодуляції детермінованих сигналів, за умов одночасного впливу перешкоди $n(t)$ на вході цього пристрою. Розглянемо взаємодію корисного сигналу $s_i(t)$ з множиною детермінованих сигналів $S=\{s_i(t)\}$, $i=1, \dots, M$ і перешкоди $n(t)$ в просторі сигналів із властивостями алгебраїчної решітки $L(\vee, \wedge)$ з операціями верхньої $a \vee b$ і нижньої $a \wedge b$ граней відповідно: $a \vee b = \sup_L(a, b)$, $a \wedge b = \inf_L(a, b)$; $a, b \in L(\vee, \wedge)$ [3]:

$$x(t) = s_i(t) \vee n(t), t \in T_s, i=1, \dots, M, \quad (1)$$

де $T_s = [t_0, t_0 + T]$ - область визначення сигналу $s_i(t)$;

t_0 - відомий час приходу сигналу $s_i(t)$;

T - тривалість сигналу $s_i(t)$;

$M \in \mathbb{N}$, \mathbb{N} - множина натуральних чисел.

Нехай детерміновані сигнали з множини $S=\{s_i(t)\}$, $i=1, \dots, M$ характеризуються однаковою енергією $E_i = \int_{t \in T_s} s_i^2(t) dt = E$ і коефіцієнтами взаємної кореляції $r_{ik} = \int_{t \in T_s} s_i(t) s_k(t) dt / E$. Будемо та-

кож припускати, що перешкода $n(t)$ характеризу-

ється довільними імовірно-статистичними властивостями.

Рішення завдання демодуляції детермінованих сигналів з множини $S=\{s_i(t)\}$, $i=1, \dots, M$ слідує безпосередньо з аксіоми поглинання решітки $L(\vee, \wedge)$ [3]:

$$y_k(t) = s_k(t) \wedge x(t) = s_k(t) \wedge [s_k(t) \vee n(t)] = s_k(t). \quad (2)$$

Таким чином, незалежно від умов параметричної і непараметричної апріорної невизначеності, і, відповідно, імовірно-статистичних властивостей перешкоди і співвідношення сигнал-перешкода, пристрій демодуляції детермінованих сигналів у просторі сигналів із властивостями алгебраїчної решітки безпомилково здійснює демодуляцію сигналів із заданої множини $S=\{s_i(t)\}$, $i=1, \dots, M$.

Відповідно до співвідношення (2) для демодуляції детермінованих сигналів у просторі сигналів із властивостями алгебраїчної решітки необхідно формувати оцінку $y_i(t) = \hat{s}_i(t)$ еталонного сигналу $s_i(t)$ в кожному з M каналів обробки, рівну нижньої грані між вхідним сигналом $x(t)$ і еталонним сигналом $s_i(t)$ каналу обробки:

$$y_i(t) = \hat{s}_i(t) = s_i(t) \wedge x(t) = s_i(t) \wedge [s_k(t) \vee n(t)] = \begin{cases} s_k(t), & i = k; \\ s_i(t) \wedge [s_k(t) \vee n(t)], & i \neq k. \end{cases} \quad (3)$$

З тотожності (3), у свою чергу, впливає, що в кожному каналі обробки необхідно обчислювати кореляційну функцію $R_i(t) = \int_{t \in T_s} y_i(t) s_i(t) dt$ між

отриманою оцінкою $y_i(t)$ і еталонним сигналом $s_i(t)$ каналу обробки і приймати рішення щодо того, що у вхідному сигналі $x(t) = s_k(t) \vee n(t)$ присутній саме той сигнал $s_k(t)$, у каналі якого в момент часу $t=t_0+T$ фіксується максимальне значення кореляційної функції $R_k(t) = \int_{t \in T_s} y_k(t) s_k(t) dt$:

$$\arg \max_{i \in \{1, \dots, M\}} \int_{t \in T_s} y_i(t) s_i(t) dt = k, \quad (4)$$

при цьому кореляційна функція $R_i(t)$ в i -ому каналі обробки приймає максимальне значення при $i=k$ в момент часу $t=t_0+T$, рівне енергії E сигналу $s_i(t)$:

$$R_{i=k}(t_0 + T) = \int_{t \in T_s} y_i(t) s_i(t) dt \Big|_{i=k} = \int_{t \in T_s} s_k(t) s_k(t) dt = E, \quad (5)$$

а при $i \neq k$ в момент часу $t=t_0+T$ буде приймати значення строго менше енергії E сигналу $s_i(t)$:

$$R_i(t_0 + T) = \int_{t \in T_s} y_i(t) s_i(t) dt \Big|_{i \neq k} < E$$

Підсумувавши, таким чином, зміст отриманих співвідношень (3), (4), (5), можна зробити висновок про те, що пристрій демодуляції детермінованих сигналів у процесі обробки вхідного сигналу $x(t)$ на інтервалі $T_s = [t_0, t_0 + T]$ повинний формувати оцінку $y_i(t) = \hat{s}_i(t)$ сигналу $s_i(t)$ в кожному з M каналів обробки, рівну відповідно до (3) нижньої грані між вхідним сигналом $x(t)$ і еталонним сигналом $s_i(t)$ каналу обробки: $\hat{s}_i(t) = s_i(t) \wedge x(t)$; обчислювати в кожному каналі обробки кореляційну функцію

$$R_i(t) = \int_{t \in T_s} y_i(t) s_i(t) dt \text{ між отриманою оцінкою } y_i(t) \text{ і}$$

еталонним сигналом $s_i(t)$ каналу обробки на інтервалі $T_s = [t_0, t_0 + T]$, і, відповідно до рівняння (4) приймати рішення щодо того, що у вхідному сигналі $x(t) = s_k(t) \vee n(t)$ присутній саме той сигнал $s_k(t)$, у каналі якого в момент часу $t = t_0 + T$ фіксується максимальне значення кореляційної функції $R_{i=k}(t_0 + T)$, рівне енергії сигналу E .

Суть корисної моделі пояснюється за допомогою креслень, де на фіг. 1 представлена функціональна схема запропонованого пристрою.

Пристрій демодуляції детермінованих сигналів конструктивно містить (див. фіг. 1): M паралельних каналів обробки - 1.1...1.М; M блоків обчислення нижньої грані - 2.1...2.М; M блоків обчислення кореляційної функції - 3.1...3.М; блок прийняття рішення - 4.

Пристрій демодуляції детермінованих сигналів працює таким чином (див. фіг. 1).

На вхід пристрою демодуляції детермінованих сигналів надходить результат взаємодії $x(t) = s_k(t) \vee n(t)$ корисного сигналу $s_k(t)$ з множини детермінованих сигналів $S = \{s_i(t)\}$, $i = 1, \dots, M$ і перешкоди $n(t)$ у вигляді верхньої грані $s_k(t) \vee n(t)$ простору сигналів із властивостями алгебраїчної решітки $L(\vee, \wedge)$. У процесі обробки вхідного сигналу $x(t)$ на інтервалі $T_s = [t_0, t_0 + T]$ кожний з M блоків обчислення нижньої грані 2.1...2.М формує оцінку $y_i(t) = \hat{s}_i(0)$ сигналу $s_i(t)$ в кожному з M каналів обробки, рівну відповідно до формули (3) нижньої грані між вхідним сигналом $x(t)$ і еталонним сигналом $s_i(t)$ каналу обробки: $\hat{s}_i(t) = s_i(t) \wedge x(t)$. Кожний з M блоків обчислення кореляційної функції 3.1...3.М на інтервалі $T_s = [t_0, t_0 + T]$ у кожному з M каналів обробки обчислює кореляційну функцію $R_i(t) = \int_{t \in T_s} y_i(t) s_i(t) dt$ між

отриманою оцінкою $y_i(t)$ і еталонним сигналом $s_i(t)$ каналу обробки. Відповідно до рівняння (4), блок

прийняття рішення 4 приймає рішення щодо того, що у вхідному сигналі $x(t) = s_k(t) \vee n(t)$ присутній саме той сигнал $s_k(t)$, у каналі якого в момент часу $t = t_0 + T$ фіксується максимальне значення кореляційної функції $R_{i=k}(t_0 + T)$, рівне енергії сигналу E . Відповідно до прийнятого рішення про прийом сигналу $s_k(t)$, на вихід блоку прийняття рішення 4, і, відповідно, на вихід пристрою демодуляції детермінованого сигналу виводиться інформація про номер каналу обробки k , у якому було зафіксовано максимальне значення кореляційної функції $R_{i=k}(t_0 + T) = E$.

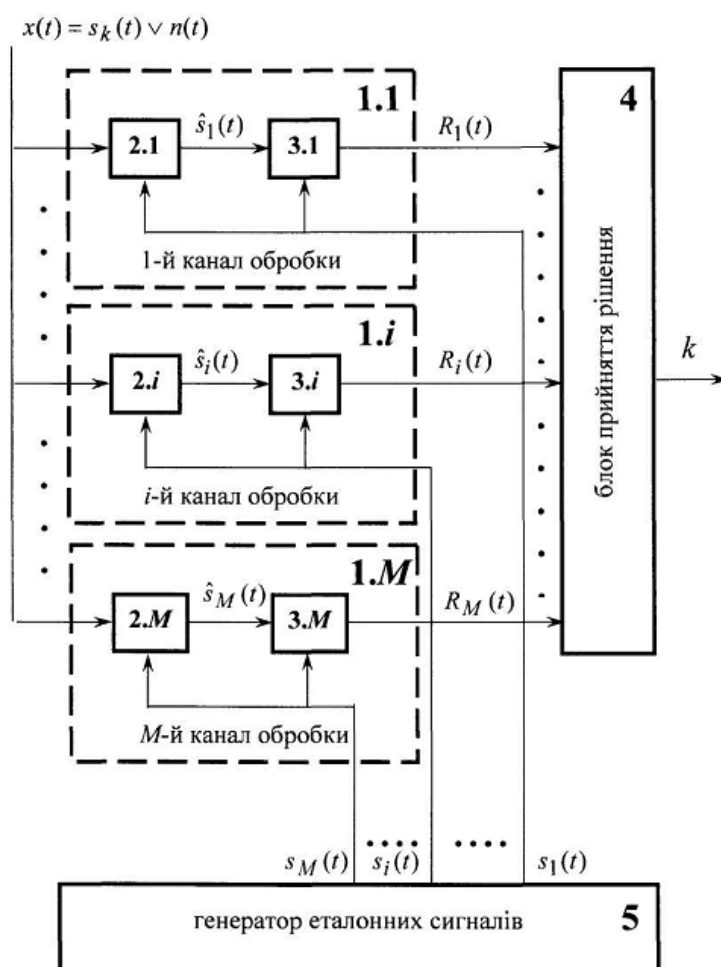
Підвищення ефективності застосування пристрою демодуляції детермінованих сигналів, який заявляється, у порівнянні із прототипом досягається шляхом використання переваг простору сигналів із властивостями алгебраїчної решітки, а також за рахунок внесення відповідних змін в алгоритм роботи і конструкцію пристрою, а саме, шляхом додаткового включення у кожний канал обробки блоку обчислення нижньої грані, за рахунок чого забезпечується підвищення перешкодостійкості демодуляції сигналів в умовах впливу сильних перешкод та виключення залежності перешкодостійкості демодуляції сигналів від умов апіорної невизначеності.

Джерела інформації:

1. Cleveland J.R.. Apparatus and method for many demodulation in digital communication // US patent 6925133, Int.Cl. H03D1/00, р. 3. fig. 3 - аналог.

2. Скляр Б. Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2003, стор. 207, рис. 4.7.а. - прототип.

3. Попов А.А. Возможности обработки сигналов с полностью известными параметрами на фоне помех (шумов) в пространстве сигналов со свойствами алгебраической решетки // Известия вузов. Радиоэлектроника, 2008. - № 8. - С. 25-31.



Фиг. 1