



УКРАЇНА

(19) UA (11) 64743 (13) U
(51) МПК
H04B 1/66 (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ ПЕРЕДАЧІ АКТИВНОГО СПЕКТРА ОБВІДНОЇ ЗМІШАНО-МОДУЛЬОВАНИХ СИГНАЛІВ

1

2

(21) u201108526

(22) 07.07.2011

(24) 10.11.2011

(46) 10.11.2011, Бюл.№ 21, 2011 р.

(72) ТУНИК ВОЛОДИМИР ФЕДОТОВИЧ

(73) ДНІПРОПЕТРОВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ
ІМЕНІ АКАДЕМІКА В.ЛАЗАРЯНА

(57) Пристрій для передачі активного спектра об-
відної змішано-модульованих сигналів, який міс-
тить при лінійному амплітудному детекторі відо-
мий оптимальний амплітудно-фазовий модулятор
(ОАФМ), у який в основному входять послідовно
з'єднані блок логарифмування, перетворювач Гі-

льберта, фазовий модулятор, на другому вході
якого знаходиться задавальний генератор синусо-
їдальних коливань певної частоти, та амплітудний
модулятор (АМ), другий вхід якого з'єднано зі вхо-
дом блока логарифмування, вхід якого є входом
ОАФМ, виходом якого є вихід АМ, який **відрізня-**
ється тим, що ОАФМ знаходиться на приймальній
стороні пристрою, на передавальній стороні якого
уведено послідовно з'єднані обмежувач перешкод,
односмуговий модулятор, лінійний амплітудний
детектор та каналний фільтр нижніх частот, вихід
якого є виходом передавальної частини, входом
якої є вхід обмежувача перешкод.

Корисна модель належить до техніки передачі
сигналів зі скороченою надлишковістю і призначе-
на в основному для збільшення пропускної спро-
можності систем передачі та підвищення захище-
ності від перешкод сигналів, що передаються, за
рахунок скорочення спектра (компресії частотного
діапазону) при збереженні досить високої якості
відтворення (експандування частотного діапазону)
цих сигналів.

З відомих методів скорочення надлишковості
сигналів, що передаються, більш привабливими
з практичної точки зору є можливості використан-
ня особливостей змішано-модульованих сигналів.
Однак ці можливості можна ефективно використо-
вувати лише для простих (не складових) процесів,
а звукові сигнали є складовими процесами, тому їх
необхідно попередньо розкласти на прості складо-
ві [Харкевич А. А. О возможностях сжатия спектра.
«Электросвязь», № 11, 1958 г.].

Відомий метод стиснення смуги звукових сиг-
налів шляхом добування кореня із простого змі-
шано-модульованого сигналу, яким є форманта,
що подібно діленню миттєвої частоти формантно-
го сигналу. При цьому результати комп'ютерного
моделювання показали можливість одержання
коефіцієнта стиснення спектра трохи більше чим у
два рази [Шредер М. Р., Флананган Д. Л., Ландли Е.
А. Сжатие полосы речевого сигнала путём извле-

чения корня из аналитического сигнала. «ТИИЭР»,
том 55, № 3, 1967 г.].

Однак переходи амплітуди сигналу через нуль
супроводжуються скачками фази, які визивають на
виході дільника специфічні тріски. Побудова ж
слабозумлячих дільників частоти приводить до
відповідного ускладнення системи передачі [Тур-
бович И. Т. Метод близких систем и его примене-
ние для создания инженерных методов расчёта
линейных и нелинейных радиотехнических сис-
тем. - М.: «Академия наук СССР», 1961 г.].

Найбільш близьким аналогом до технічного
рішення, що заявляється, є відомий пристрій при
лінійному (не квадратичному) амплітудному детек-
торі оптимальної амплітудно-фазової модуляції
(ОАФМ), який містить в основному блок логариф-
мування, перетворювач Гільберта, генератор си-
нусоїдальних коливань певної частоти, фазовий
модулятор та амплітудний модулятор [Волпернер
Н. Ф., Шуваев В. А. Сигналы с однопосными
спектрами. - К.: «Техніка», 1976 г., Рис. 96].

У цьому пристрою незалежно від структури
звукових сигналів, при певному співвідношенні
функцій обвідної та миттєвої фази, одержується
відповідна асиметрія спектра, близького до спек-
тру одно-смугового сигналу. Якщо функція обвідної
одержаного сигналу відповідає за формою обвід-
ної звичайної амплітудної модуляції з двома боко-

(19) UA (11) 64743 (13) U

вими смугами, то звичайним лінійним амплітудним детектором без значних перекручувань одержується первинний моделюючий сигнал.

Але цим пристроєм при підвищенні перешкодостійкості одержується частотна компресія вихідного модульованого сигналу лише у два рази.

Технічною задачею, яка вирішується корисною моделлю, є задача одержання на основі ОАФМ при підвищенні перешкодостійкості більш чим у два рази частотну компресію шляхом передачі активного (інформаційного) спектра обвідної модульованих сигналів без передачі пасивного (зайвого) спектра функції миттєвої фази або миттєвої частоти.

Ця задача вирішується пристроєм для передачі активного спектра обвідної змішано-модульованих сигналів, який містить при лінійному амплітудному детекторі відомий оптимальний амплітудно-фазовий модулятор (ОАФМ), у який в основному входять послідовно з'єднані блок логарифмування, перетворювач Гільберта, фазовий модулятор, на другому вході якого знаходиться задавальний генератор синусоїдальних коливань певної частоти, та амплітудний модулятор (АМ), другий вхід якого з'єднано зі входом блока логарифмування, вхід якого є входом ОАФМ, виходом якого є вихід АМ.

Новим є те, що ОАФМ знаходиться на приймальної стороні пристрою, на передавальній стороні якого уведено послідовно з'єднані обмежувач перешкод, одно-смуговий модулятор, лінійний амплітудний детектор та каналний фільтр нижніх частот, вихід якого є виходом передавальної частини, входом якої є вхід обмежувача перешкод.

Відома реалізація обмежувача перешкод [Туник В. Ф. Пристрій для оптимально узгодженої фільтрації сигналів. Патент на корисну модель № 44479, Бюл. № 19, 2009 р.] та перетворювача Гільберта [Одесский В. Я. Построение безиндуктивного преобразователя Гильберта по условию минимума квадратичной ошибки. «Радиотехника», Т. 24, № 5, 1969 г.].

На кресленні, що додається, наведені структурні електричні схеми пристрою, який на передавальній стороні фіг. 1 містить послідовно з'єднані обмежувач перешкод (ОП) 1, одно-смуговий модулятор (ОМ) 2, лінійний амплітудний детектор (АД) 3 та каналний фільтр нижніх частот (ФНЧ) 4, вихід якого є виходом передавальної сторони, входом якої є вхід ОП 1. На приймальної стороні фіг. 2 пристрій містить послідовно з'єднані блок логарифмування (БЛ) 5, перетворювач Гільберта (ПГ) 6, фазовий модулятор (ФМ) 7, на другому вході якого знаходиться задавальний генератор (ЗГ) 8 синусоїдальних коливань певної частоти, та амплітудний модулятор (АМ) 9, другий вхід якого з'єднано зі входом БЛ 5, вхід якого є входом приймальної сторони, виходом якої є вихід АМ 9.

Працює запропонований пристрій таким чином:

Напряга змішано-модульованого сигналу, який потрібно передавати, надходить на вхід обмежувача перешкод ОП 1, принцип роботи якого відомий [Туник В. Ф. Метод синтеза оптимальных линейных систем для следящей фильтрации

активного спектра нестационарных процессов. - К.: «Известия ВУЗов. Радиоэлектроника», Т. 53, № 12, 2010 г.].

Можна показати, що любий дійсний низькочастотний сигнал є сигналом зі змішаною амплітудно-фазовою (частотною) модуляцією зі взаємозв'язаними обвідною та миттєвою фазою (частотою). Низькочастотними (НЧ) називають такі сигнали, основна (ефективна) смуга спектральних частот яких зосереджена достатньо близько до начала координат і може мати також і нульову частоту. Ефективна ж смуга частотного спектра - це такий інтервал спектральних частот, на якому зосереджена основна енергія сигналу, за межею якої спектральна енергія «хвостів» спектра достатньо мала. Такі сигнали мають особливе значення [Кадук Б. Г., Круковский-синевиц К. Б., Садовський В. В. Спектральний аналіз із стисненням масштабу часу. - К.: «Техніка», 1968 р., Розд.1, п.1], тому саме їх виміряний активний (інформаційний) спектр обвідної необхідно передавати без пасивного (зайвого) спектра миттєвої фази (частоти), а на приймальної стороні згідно зі вказаному взаємозв'язку необхідно відновлювати НЧ сигнал за виміряної інформації на передавальній стороні.

Напряга сигналу з виходу обмежувача перешкод ОП 1 надходить на вхід одно-смугового модулятора ОМ 2, на виході якого одержується високочастотний одно-смуговий радіосигнал, форма обвідної якого, як відомо, досить точно зберігається [Верзунов М. В. Однополосная модуляция в радиосвязи. - М.: «Воениздат», 1972 г., (1.13) и (1.22)].

Одержаний сигнал з виходу модулятора ОМ 2 надходить на вхід лінійного амплітудного детектора АД 3, на виході якого одержується потрібна обвідна вхідного НЧ сигналу виміряної інформації (ВИ), яка має лише активний спектр. Таким чином, ця обвідна саме і є сигналом ВИ для НЧ сигналу, що передається. На відміну від відомих методів скорочення надлишковості модульованих сигналів завдяки взаємозв'язку обвідної та миттєвої фази (частоти) для встановлення переданого сигналу достатньо мати лише активний спектр обвідної.

Напряга цього сигналу надходить на вхід канального ФНЧ 4, який відфільтровує ВЧ складові, які є наслідком побічних продуктів перетворень у блоках ОМ 2 та АД 3. Одержаний на виході ФНЧ 4 сигнал передається по каналу передачі з відповідно вузькою смугою більше чим у два рази в залежності від умов конкретної технічної задачі.

Якщо змішано-модульований сигнал розглядати як добуток двох функцій обвідної та фазово-модульованого або частотно-модульованого сигналу, то згідно із особливостями згортки функцій, як відомо, ефективна смуга спектра такого сигналу мінімум у два рази більше чим смуга спектра співмножників. Це означає, що смуга спектра обвідної та фазо-модульованого або частотно-модульованого сигналу мінімум у два рази є меншими ефективного спектра.

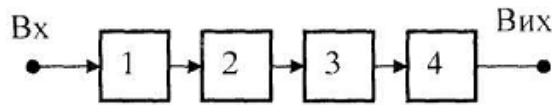
З виходу каналу передачі прийнятий сигнал надходить на вхід блока логарифмування БЛ 5. Оскільки функція логарифмування є нелінійною, то смуга активного спектра обвідної є значно мен-

шою, чим смуга зайвого спектра миттєвої фази (частоти).

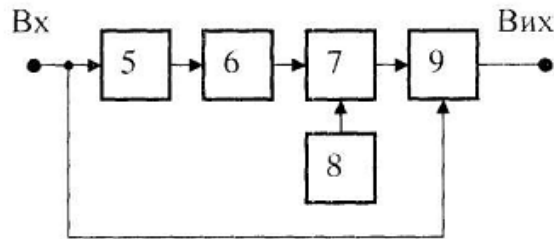
З виходу блока БЛ 5 напруга надходить на вхід перетворювача Гільберта ПГ 6, на виході якого одержується напруга миттєвої фази у повної відповідності до вище вказаного взаємозв'язку її з обвідною. З виходу блока ПГ 6 напруга надходить на сигнальний вхід фазового модулятора ФМ 7, на другий вхід якого надходить з виходу задавального генератора ЗГ 8 синусоїдальна напруга заданої постійної частоти. У результаті на виході модулятора ФМ 7 одержується фазово-модульований сигнал, напруга якого надходить на вхід амплітудного модулятора АМ 9 - звичайного перемножителя сигналів, на другий вхід якого зі входу прийма-

льної частині надходить прийнята обвідна переданого змішано-модульованого НЧ сигналу ВІ, який у принципі встановлюється на виході цього модулятора.

Отже можна стверджувати, що запропонований пристрій дійсно у принципі і реально дозволяє вирішувати проблемну задачу передачі активного спектра обвідної саме змішано-модульованих сигналів при більш чим двократному скороченні ефективного спектра та підвищенні перешкодостійкості їх, що саме і визначає практичну корисність упровадження його у науку і техніку для автоматичного телекерування реальними фізичними об'єктами.



Фиг. 1



Фиг. 2