



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **76428** (13) **C2**  
(51) **МПК (2006)**  
**H04B 1/62**

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

## ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

**(54) ПРИСТРІЙ БАБУРОВА ДЛЯ ЗАГЛУШЕННЯ ІМПУЛЬСНИХ ЗАВАД**

1

2

**(21)** 2003032107

**(22)** 11.03.2003

**(24)** 15.08.2006

**(46)** 15.08.2006, Бюл. № 8, 2006 р.

**(72)** Бабуров Едуард Федорович

**(73)** СЕВАСТОПОЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ  
ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

**(56)** Палшков В.В. Радиоприемные устройства. // - М.: Радио и связь, 1984, - С.241, - С.259, - С.391 Буга Н.Н., Фалько А.И., Чистяков Н.И., Радиоприемные устройства. // - М.: Радио и связь, 1986, - С.320 Штейн В.М. О расчете предискажающих и корректирующих устройств. // Радиотехника, - №2, 1956, - С.60 SU 1131030 А, 23.12.84 RU 2100902 С1, 27.12.1997 RU 96106293

А, 27.07.1998 RU 95111411 А1, 27.06.1997 RU 2205507 С1, 27.05.2003 US 4613978, 23.09.1986 US 3916320, 28.10.1975 US 5640432 А, 17.06.1997 DE 3543907, 25.06.1987

**(57)** Пристрій для заглушення імпульсних завад, що містить послідовно сполучені широкопasmовий підсилювач, перший обмежувач і вузькопasmовий підсилювач, який **відрізняється** тим, що вихід першого обмежувача сполучено з входом вузькопasmового підсилювача через введені послідовно включені передспотворюючий фільтр, другий обмежувач і коректор, причому коректор і передспотворюючий фільтр виконані з взаємооберненими амплітудно-частотними характеристиками.

Винахід, що пропонується, відноситься до радіотехніки і може бути використаний для боротьби з імпульсними завадами в системах передачі інформації, зокрема в пристроях, що приймають імпульсні та аналогові сигнали в умовах дії імпульсних завад.

Відомо про пристрій для передачі сигналів з їх попереднім спотворенням, та корегуванням сигналів, що приймаються, наприклад, пристрій, описаний в статті В.М.Штейн «О расчете предискажающих и корректирующих устройств»-«Радиотехника» № 2, 1956р., С.60. Недоліком таких пристроїв потрібно вважати збільшення пікфактора сигналу в результаті його перед спотворення.

По технічній суті і найбільшому числу ознак прототипом є широко відома система ШОВ, опис якої увійшов в більшість підручників по радіоприймальним пристроям, наприклад С.259 Палшков В.В. Радиоприемные устройства.м.: Радио и связь, 1984.-391 С. Назва «Система ШОВ» є сталою і загальноприйнятою в літературі. Утворена вона початковими літерами назв, що увійшли в цей пристрій блоків: Ш - широкопasmовий підсилювач, О - обмежувач, В - вузько пasmовий підсилювач.

Система ШОВ ефективна в умовах дії короткочасних адитивних імпульсних завад. На виході широкопasmового підсилювача Ш внаслідок його широкої смуги пропускання імпульси завади мають велике пікове значення і малу тривалість. Обмежувач О «зрізає» амплітуду завади до рівня корисного сигналу. На виході вузько пasmового підсилювача В відносний рівень завади зменшується внаслідок селекції сигналу і відфільтровування спектральних складових завади, що не попадають в смугу пропускання вузько пasmового підсилювача.

Відношення сигнал-завада по потужності на виході системи ШОВ пропорційно відношенню квадратів смуг до і після обмежувача [див. с.241 Буга Н.Н., Фалько А. И., Чистяков Н.И. Радиоприемные устройства.м.: Радио и связь, 1986.-320 с.]

$$h^2 \approx \frac{1}{4k_{\text{ш}}^2} \frac{\Pi_{\text{ш}}^2}{\Pi_{\text{у}}^2}; \quad (1)$$

де  $k_{\text{ш}} = \Pi_{\text{ш}} T_n$  - постійний коефіцієнт, що визначається через тривалість імпульсу перешкоди  $T_n$ ,  $k_{\text{ш}} \approx 1$ . Потенційна можливість підвищення завадостійкості системи ШОВ, що визначається згідно (1) відношенням смуг

(19) **UA** (11) **76428** (13) **C2**

пропускання широкосмужного і вузькосмужного блоків, є досить високою. Проте практично завадостійкість обмежена, як вказано на С.241 в книзі Палшков В.В. Ради оприемные устройства. м.: Радио и связь, 1984.-391 е., співвідношенням  $\Gamma_{\text{ш}} \approx (2,5-6)\Gamma_{\text{у}} (2)$

і згідно (1) складає порівняно незначну величину.

Обмеження смуги пропускання широкосмужного блоку виникає при наявності зосереджених по частоті завад, діючих на частотах, що попадають в смугу пропускання.

В основу винаходу встановлено задачу підвищення завадостійкості пристрою шляхом придушення імпульсних завад.

Пристрій містить послідовно сполучені широко смужний підсилювач, перший обмежувач та вузько смужний підсилювач, і відрізняється тим, що вихід першого обмежувача сполучений з входом вузькосмужного підсилювача через введені послідовно включені передспотворюючий фільтр, другий обмежувач та коректор, причому коректор і передспотворюючий фільтр виконані з взаємно оберненими амплітудно-частотними характеристиками.

У порівнянні з прототипом, за який прийнята система ШОВ, запропонований пристрій дозволяє досягнути істотно більшої завадостійкості в боротьбі з імпульсними завадами. При цьому якщо система ШОВ істотно придушує тільки ті імпульсні перешкоди, рівень яких перевищує рівень сигналу шляхом їх обмеження по амплітуді, то пристрій, що пропонується забезпечує ефективне придушення перешкод як високого, так і низького рівнів, навіть якщо амплітуда перешкоди нижче за рівень обмеження першого обмежувача. Імпульсні перешкоди, які перевищують по амплітуді рівень сигналу, зазнають в запропонованому пристрої додаткової обробки в порівнянні з прототипом, завдяки чому також досягається додатковий позитивний ефект.

Ця властивість запропонованого пристрою є новою і істотною, а сам пристрій може бути успішно застосований у всіх випадках, де застосовується система ШОВ, а також в тих випадках, коли імпульсна перешкода по амплітуді нижче за рівень сигналу і система ШОВ мало ефективна.

На Фіг.1 зображена структурна схема запропонованого пристрою. На Фіг.2 представлені часові і спектральні діаграми, що пояснюють роботу цього пристрою.

Пристрій, як показано на Фіг.1, містить послідовно включені широко смужний підсилювач 1, перший обмежувач 2, передспотворюючий фільтр 3, другий обмежувач 4, коректор 5 і вузько смужний підсилювач 6. Вихід вузькосмужного підсилювача є виходом пристрою. На вхід пристрою поступає адитивна суміш сигналу і імпульсної завади. На виході широкосмужного блоку 1 імпульси завади перевищують сигнал по амплітуді і зберігають малу в порівнянні з сигналом тривалість. Наступний за блоком 1 обмежувач 2 зрізає амплітуду перешкоди до рівня корисного сигналу. Тривалість завади при цьому

не змінюється і залишається істотно меншою ніж тривалість сигналу, а ширина її спектра багато більша ширини спектра корисного сигналу. Спектр імпульсної завади в порівняно невеликій смузі каналу практично рівномірний, а спектр вузькосмужного сигналу що приймається, відрізняється істотною нерівномірністю. Це характерно як для імпульсних, так і для аналогових сигналів (телефонних, фототелеграфних, телевізійних і інш.). Такі особливості мають модульовані і продетектовані сигнали. Виходячи з цього запропонований винахід може мати як додетекторну, так і після детекторну реалізацію.

Розглянемо післядетекторну реалізацію запропонованого пристрою на прикладі проходження через нього імпульсного сигналу тривалістю  $T_c$  і імпульсної завади тривалістю  $T_c > T_n$ , причому  $T_c > T_n$  або  $T_c \gg T_n$ .

На Фіг.2 представлено імпульси сигналу  $u_c$  і завади  $u_n$  на виході кожного з блоків запропонованого пристрою, АЧХ цих блоків  $K(\omega)$  та енергетичні спектри вказаних імпульсів сигналу  $G(\omega)$  і завади  $N(\omega)$ .

Імпульси сигналу і завади на виході широкосмужного підсилювача 1 і їх енергетичні спектри показані на Фіг.2а. Верхня частота основної смуги каналу позначена  $\omega_B$ . На Фіг.2б показано як внаслідок обмеження зменшується рівень імпульсів завади на виході обмежувача 2, підключеного до виходу широкосмужного підсилювача. При цьому тривалість імпульсів сигналу  $u_c$  і завади  $u_n$ , а отже, і ширина їх спектрів практично не змінюються завдяки достатньої ширини смуги пропускання широкосмужного підсилювача і обмежувача.

АЧХ передспотворюючого фільтра 3, підключеного до виходу першого обмежувача, також зображена на малюнку 2б в одних частотних координатах з енергетичними спектрами сигналу та завади, і позначена  $K_{пр}(\omega)$ . Ця АЧХ з зростанням частоти має підйом в межах основної смуги пропускання каналу зв'язку аж до верхньої його частоти. Таким чином передспотворюючий фільтр реалізується як фільтр верхніх частот, що виділяє спектральні складові завади, які перевищують по рівню складові сигналу. Імпульси сигналу і завади отримують передспотворення, що виявляється у вигляді квазидиференціювання вказаних імпульсів. Обмежувач 2 не тільки обмежує перешкоду по амплітуді, але і створює умови для ефективної роботи передспотворюючого фільтра шляхом формування прямокутної вершини імпульсу перешкоди. При цьому виникають додаткові високочастотні спектральні складові, що й забезпечує підвищення ефективності передспотворюючого фільтра.

На Фіг.2в зображені імпульси сигналу  $u'_c$  і

перешкоди  $u'_n$  на виході передспотворюючого фільтра і відповідні ним енергетичні спектри  $G'(\omega)$ ,  $N'(\omega)$ . Високий рівень викидів переднього і заднього фронтів імпульсів перешкоди  $u'_n$

зумовлений підйомом їх височастотних складових.

На Фіг.2г показані імпульси сигналу  $u'_c$  і завади  $u'_n$  на виході обмежувача 4, підключеного до виходу передспотворюючого фільтра 3, і їх енергетичні спектри  $G'(\omega)$  і  $N'(\omega)$ . Частіше за все тут потрібно застосовувати двосторонній обмежувач, який, як показано на малюнку 2г, забезпечує більш ефективне обмеження імпульсної перешкоди в порівнянні з одностороннім обмежувачем. Рівні обмеження наближаються до рівня сигналу. Енергетичний спектр імпульсної завади  $N'(\omega)$ , що пройшла через обмежувач, стає більш пологим, його нерівномірність зменшується. Сигнал і його спектр залишаються без змін.

На Фіг.2д зображено імпульси сигналу  $u_c$  і завади  $u_n$  на виході вузькосмугового підсилювача 6. Слід зазначити, що вузькосмуговий підсилювач 6 підключено до виходу коректора 5, який, в свою чергу, приєднано до виходу другого обмежувача 4. Коректор являє собою також вузькосмуговий фільтр. При необхідності збереження форми сигналу що приймається, АЧХ коректора повинна бути взаємнообернена по відношенню до АЧХ передспотворюючого фільтра.

Для порівняння вихідних сигналів запропонованого пристрою, показаних на Фіг.2д, і взятої як прототип системи ШОВ, на Фіг.2е показано імпульси сигналу  $u_c$  і завади  $u_n$ , отриманих на виході вузькосмугового підсилювача системи ШОВ при однакових імпульсах сигналу і завади на входах системи ШОВ і запропонованого пристрою.

З порівняння рисунків 2д і 2е видно, що в запропонованому пристрої додаткове придушення завади досягається за рахунок другого її обмеження і додаткової селекції корисного сигналу. Обидві ці операції стали можливі завдяки попередньому спотворенню як перешкод, так і корисного сигналу.

Використання нових елементів у вигляді передспотворюючого фільтра і обмежувача вигідно відрізняє запропонований пристрій від прототипу, оскільки досягається додаткове придушення імпульсних завад, що забезпечує підвищення завадостійкості пристрою.

Завадостійкість системи ШОВ, вибраної як прототип, визначена формулою (1) виходячи з критерію відношення сигнал / завада. Ефективність застосування системи ШОВ показує виграш, який визначає в скільки раз збільшується відношення сигнал / завада на виході системи по відношенню до її входу

$$B = \frac{(P_c / P_n)_{\text{вих}}}{(P_c / P_n)_{\text{вх}}} \quad (3)$$

Ця ефективність може бути визначена як добуток ефективності кожного з блоків системи

$$B_1 = B_{\text{Ш}} B_{\text{О}} B_{\text{У}}, \quad (4)$$

де  $B_1 = B_{\text{Ш}} B_{\text{О}} B_{\text{У}}$  - відповідно ефективності кожного з блоків: широкосмугового підсилювача, обмежувача та вузько смугового підсилювача. Зазначимо, що  $B_{\text{Ш}} = 1$ . Ефективність запропонованого пристрою

$$B_2 = B_{\text{Ш}} B_{\text{О}} B_{\text{П}} B'_{\text{О}} B_{\text{К}} B_{\text{У}}, \quad (5)$$

де  $B_{\text{П}} B'_{\text{О}} B_{\text{К}}$  - відповідно ефективності передспотворюючого фільтра, другого обмежувача і коректуючого фільтра. Тут як і раніше  $B_{\text{Ш}} = 1$  і, з очевидністю,  $B_{\text{П}} = 1$ . Представляє інтерес встановити співвідношення між ефективністю прототипу і запропонованого пристрою  $B_1$  і  $B_2$ . Для цього визначимо значення  $B'_0$  і  $B_{\text{К}}$ . Оцінку  $B'_0$  отримаємо шляхом порівняння  $B_0$  і  $B'_0$ . Як видно з діаграми малюнка 2б значення  $B_0$  визначається відношенням  $u_c/u_n$  на виході обмежувача і вибраним рівнем обмеження. Для практично істотних співвідношень  $u_c/u_n = 0,1$  можна вважати

$$B_0 = B'_0, \quad (6)$$

оскільки на виході передспотворюючого фільтра (Фіг.2) відношення сигнал / завада отримують такого ж порядку  $u'_c / u'_n = 0,1$ . Заздалегідь спотворений сигнал отримує повну корекцію при умові взаємооберненості передавальних функцій передспотворюючого і коректуючого блоків. Звідси можна показати що АЧХ коректуючого блоку повторює форму амплітудного спектра корисного сигналу, що підлягає спотворенню

$$K_{\text{КОР}}(\omega) = AS(\omega), \quad (7)$$

де  $A$  - коефіцієнт пропорційності. Отже, з точністю до постійного коефіцієнта

$$K_{\text{КОР}}(\omega) \approx K_{\text{У}}(\omega), \quad (8)$$

де  $K_{\text{У}}(\omega)$  - АЧХ вузькосмугового підсилювача. Звідси отримуємо результуючу ефективність послідовно включених коректуючого фільтра і вузькосмугового підсилювача

$$B_{\text{К}} B_{\text{У}} = B_{\text{У}}^2. \quad (9)$$

Виходячи з (4) і (5), з урахуванням (6) і (9) отримуємо

$$B_2 = B_1^2. \quad (10)$$

Таким чином, якщо в реальних системах ШОВ ефективність становить  $B_1=2-4$ , то ефективність запропонованого пристрою досягає  $B_2=4-16$  разів.

