



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) UA

(11) 112834

(13) U

(51) МПК

G01S 7/36 (2006.01)

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: **u 2016 07939**

(22) Дата подання заявки: **18.07.2016**

(24) Дата, з якої є чинними
права на корисну
модель: **26.12.2016**

(46) Публікація відомостей
про видачу патенту: **26.12.2016, Бюл.№ 24**

(72) Винахідник(и):

**Леховицький Давід Ісаакович (UA),
Рябуха Вячеслав Петрович (UA),
Семеняка Андрій Вікторович (UA),
Катюшин Євген Анатолійович (UA)**

(73) Власник(и):

**ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ РАДІОЕЛЕКТРОНІКИ,
пр. Науки, 14, м. Харків, 61166 (UA)**

(54) СИСТЕМА ЗАХИСТУ ОСНОВНИХ (ІНФОРМАЦІЙНИХ) КАНАЛІВ ВІД ШУМОВИХ ЗАВАД

(57) Реферат:

Система захисту основних (інформаційних) каналів від шумових завад включає основний канал, М спільних компенсаційних каналів, що з'єднані з адаптивним процесором, суматор та помножувач, один з входів якого з'єднаний з відповідним виходом адаптивного процесора. Додатково має ще (P-1) основний канал. Основними є перші S та останні (P-S) вхідні канали системи, що також з'єднані з адаптивним процесором. Як адаптивний процесор використовують АРФ, що складається з решітчастого фільтру (РФ), перший ступінь якого складається з нормувачів, а наступні (M+P-1) ступеня - з однотипних елементарних решітчастих фільтрів - двовходових вагових суматорів з перехресними зв'язками, які в свою чергу, складаються з помножувачів і суматорів, та блоку оцінки параметрів РФ. Система додатково має ще (P-1) помножувач, один вхід кожного з яких з'єднаний з відповідним виходом адаптивного процесора, та (P-1) суматор. Один вхід i-го ($i \in 1, P$) суматора з'єднаний з i-м ($i \in 1, P$) основним каналом, а інший - з виходом i-го ($i \in 1, P$) помножувача, другий вхід i-го ($i \in 1, P$) помножувача з'єднаний з компенсаційними каналами. Як компенсаційні канали використовуються, окрім спільних компенсаційних каналів, інформаційні канали з порядковими номерами $j > 1$, у разі, якщо $i \in 1, S$, або $j < i$, у разі, якщо $i \in (S+1), P$, виходом системи є виходи P суматорів.

UA 112834 U

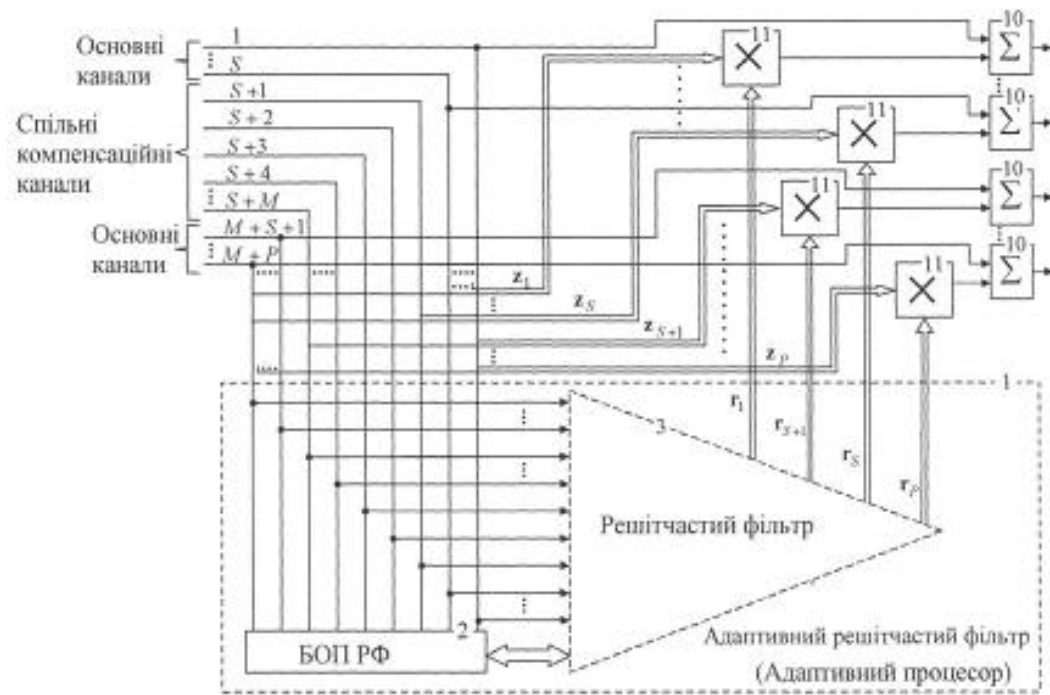


Fig. 1

Корисна модель належить до радіолокаційної техніки та може бути використана для захисту РЛС з фазованою антенною решіткою (ФАР) від шумових завад.

Найближчою за технічною суттю до запропонованої корисної моделі є адаптивна система заглушення завад на базі антенної решітки. [Монзинго Р.А., Миллер Т.У. Адаптивные антенные решётки: Введение в теорию: Пер. с англ. - М.: Радио и связь, 1986. - С. 399-400, рис. 12.6]. Ця система складається з основного каналу, суматора, N входів якого з'єднані з N елементами антенної решітки, адаптивного процесора (АП), один вхід якого підключений до виходу помножувача, а інші M ($M \leq N$) входів до M компенсаційних елементів антенної решітки, вихід АП підключено до одного з входів помножувача, а інший вхід помножувача з'єднаний з виходом суматора, який є виходом системи в цілому.

Ця система має суттєве функціональне обмеження: вона дозволяє захистити лише один основний канал за допомогою одного адаптивного процесора.

Технічною задачею корисної моделі є спрощення конструкції системи та підвищення її ефективності шляхом збільшення кількості основних каналів, що захищаються одночасно за допомогою одного адаптивного процесора на основі адаптивного решітчастого фільтра.

Ця задача вирішена наступним чином. Система захисту основних (інформаційних) каналів від шумових завад, що включає в себе основний канал, M спільних компенсаційних каналів, що з'єднані з адаптивним процесором, суматор та помножувач, один з входів якого з'єднаний з відповідним виходом адаптивного процесора, згідно з запропонованим технічним рішенням, додатково має ще $(P-1)$ основний канал, причому основними є перші S та останні $(P-S)$ вхідні канали системи, що також з'єднані з адаптивним процесором, як адаптивний процесор використовують АРФ, що складається з решітчастого фільтра (РФ), перший ступінь якого складається з нормувачів, а наступні $(M+P-1)$ ступеня - з однотипних елементарних решітчастих фільтрів - двовходових вагових суматорів з перехресними зв'язками, які в свою чергу, складаються з помножувачів і суматорів, та блоку оцінки параметрів РФ, система додатково має ще $(P-1)$ помножувач, один вхід кожного з яких з'єднаний з відповідним виходом адаптивного процесора, та $(P-1)$ суматор, причому один вхід i -го ($i \in 1, P$) суматора з'єднаний з i -м ($i \in 1, P$) основним каналом, а інший - з виходом i -го ($i \in 1, P$) помножувача, другий вхід i -го ($i \in 1, P$) помножувача з'єднаний з компенсаційними каналами, причому як компенсаційні канали використовуються, окрім спільних компенсаційних каналів, інформаційні канали з порядковими номерами $j > i$, у разі, якщо $i \in 1, S$, або $j < i$, у разі, якщо $i \in (S+1), P$, виходом системи є виходи P суматорів.

На фіг. 1 зображено загальну схему запропонованої системи.

На фіг. 2 зображено схему решітчастого фільтра, який є складовою частиною запропонованої системи.

На фіг. 3 зображено схему елементарного решітчастого фільтра (ЕРФ), який є складовою частиною схеми решітчастого фільтра.

Система захисту основних (інформаційних) каналів від шумових завад включає в себе P основних каналів, причому основними є перші S та останні $(P - S)$ вхідні канали системи, M спільних компенсаційних каналів, адаптивний решітчастий фільтр (1), що складається з блоку оцінки параметрів решітчастого фільтра (БОП РФ) (2) та решітчастого фільтра (РФ) (3), перший ступінь якого складається з нормувачів (4), а наступні $(M+P-1)$ ступеня - з однотипних елементарних решітчастих фільтрів (5-7) - двовходових вагових суматорів з перехресними зв'язками, які в свою чергу, складаються з помножувачів (8) і суматорів (9). Вхідні канали системи (P основних та M спільних компенсаційних каналів) з'єднані з адаптивним решітчастим фільтром (1), а саме з БОП РФ (2) та РФ (3), виходом системи є виходи P суматорів (10). Один вхід i -го ($i \in 1, P$) суматора (10) з'єднаний з i -м ($i \in 1, P$) основним каналом, а інший - з виходом i -го ($i \in 1, P$) помножувача (11), в свою чергу, один з входів i -го ($i \in 1, P$) помножувача (11) з'єднаний з відповідним виходом РФ (3), а інший - з компенсаційними каналами, причому, як компенсаційні канали використовуються, окрім спільних компенсаційних каналів, інформаційні канали з порядковими номерами $j > i$, у разі, якщо $i \in 1, S$, або $j < i$, у разі, якщо $i \in (S+1), P$.

Система працює таким чином. На вхід системи подаються відліки P основних каналів, сформованих діаграмоутворюючими схемами, підключеними до модульної ФАР та відліки M спільних компенсаційних каналів, сформованих, наприклад, модулями ФАР. Ці відліки разом утворюють вхідний вектор $u = \{u_i\}_{i=1}^{P+M}$. Для формування оцінок параметрів АРФ (1) цей вектор подається в БОП РФ (2) і одночасно він подається на вхід РФ (3), що працює сумісно з БОП РФ (2). При цьому розташування вхідних каналів РФ (3) відповідає розташуванню основних та компенсаційних каналів на вході системи. На першому ступені РФ (3) вхідні нормувачі (4)

нормують вхідний вектор $u = \{u_i\}_{i=1}^{P+M}$ та перетворюють його на $2 * (M+P)$ -вимірний вектор

$\begin{Bmatrix} p_1(\ell) \\ q_1(\ell) \end{Bmatrix}_{\ell=1}^{M+P}$, компонентами якого є $p_1(\ell) = q_1(\ell) = S_1(\ell) \cdot u_\ell$ ($\ell \in 1, (M+P)$). В кожному наступному

ступені РФ (3) компоненти вхідних векторів $q_{m-1}(\ell)$ та $p_{m-1}(\ell+1)$, ($\ell \in 1, (M+1-m)$) перетворюються в компоненти вихідних векторів $p_m(\ell)$ та $q_m(\ell)$ за співвідношеннями

$$\begin{aligned} p_m(\ell) &= S_m(\ell) \{p_{m-1}(\ell+1) + \alpha_m(\ell) q_{m-1}(\ell)\}, \\ q_m(\ell) &= C_m(\ell) \{q_{m-1}(\ell) + \beta_m(\ell) p_{m-1}(\ell+1)\}, \end{aligned}$$

де $S_m(\ell)$, $C_m(\ell)$, $\alpha_m(\ell)$, $\beta_m(\ell)$ - параметри решітчастого фільтра, що формуються в БОП РФ (2) і являють собою дійсні коефіцієнти нормування на одиницю потужності вихідних сигналів нормувачів (4) і ЕРФ (5-7) (параметри $S_m(\ell)$, $C_m(\ell)$) та комплексні коефіцієнти кореляції,

необхідні для декореляції вихідних процесів $p_m(\ell)$ та $q_m(\ell)$ ЕРФ (5-7) з його вхідними процесами $q_{m-1}(\ell)$ та $p_{m-1}(\ell+1)$ (параметри $\alpha_m(\ell)$, $\beta_m(\ell)$). В результаті на верхньому виході ЕРФ (6-7) ($E_K(1)$), K -го ступеня настроєного РФ (3) ($K \in (M+S+1), (M+P)$), формується ваговий вектор r_{K-M} для захисту ($K-M$)-го основного каналу (K - й вхідний канал системи), на нижньому виході цього ЕРФ ($E_K(1)$) (6-7) формується ваговий вектор $r_{(1+M+P-K)}$ для захисту $(1+M+P-K)$ -го основного каналу $((1+M+P-K)$ - й вхідний канал системи), наприклад, на верхньому виході ЕРФ ($E_{M+P}(1)$) ($M+P$)-го ступеня (7) РФ (3) формується ваговий вектор r_P для захисту P -го основного каналу $((M+P)$ -й вхідний канал системи), на нижньому виході цього ЕРФ ($E_{M+P}(1)$) (7) формується ваговий вектор r_1 для захисту 1-го основного каналу (1-й вхідний канал системи), на верхньому виході ЕРФ ($E_{M+S+1}(1)$) ($M+S+1$)-го ступеня (6) РФ (3) формується ваговий вектор r_{M+S+1} для захисту $(S+1)$ -го основного каналу $((M+S+1)$ -й вхідний канал системи), на нижньому виході цього ЕРФ ($E_{M+S+1}(1)$) (6) формується ваговий вектор r_S для захисту S -го основного каналу (S -й вхідний канал системи). Сформовані вагові вектори подаються на помножувачі (11), причому, на входи i -го ($i \in 1, P$) помножувача (11) подаються i -й ($i \in 1, P$) ваговий вектор r_i ($i \in 1, P$) та вектор відліків вхідних сигналів компенсаційних каналів z_i ($i \in 1, P$) як компенсаційних каналів для захисту i -го ($i \in 1, P$) основного каналу, крім спільних компенсаційних каналів використовуються інформаційні канали з порядковими номерами $j > i$, у разі, якщо $i \in 1, S$, або $j < i$, у разі, якщо $i \in 1, (S+1), P$. Вихідний ефект i -го ($i \in 1, P$) помножувача (11) подається на один вхід суматора (10), на інший вхід якого подається відлік вхідного сигналу i -го ($i \in 1, P$) основного каналу для компенсації завад.

З виходів суматорів (10) знімається вихідний сигнал системи.

Таким чином, запропонована система захисту основних (інформаційних) каналів від шумових завад базується на одночасному формуванні за допомогою АРФ (1) вагових векторів для захисту P основних каналів. При цьому для захисту основного каналу залучаються окрім спільних компенсаційних каналів також частина інформаційних каналів.

Внаслідок зазначеного, використання даної системи дозволить збільшити кількість основних каналів які захищаються одночасно без збільшення кількості спільних компенсаційних каналів, а отже, зменшити апаратну складність системи та підвищити її ефективність.

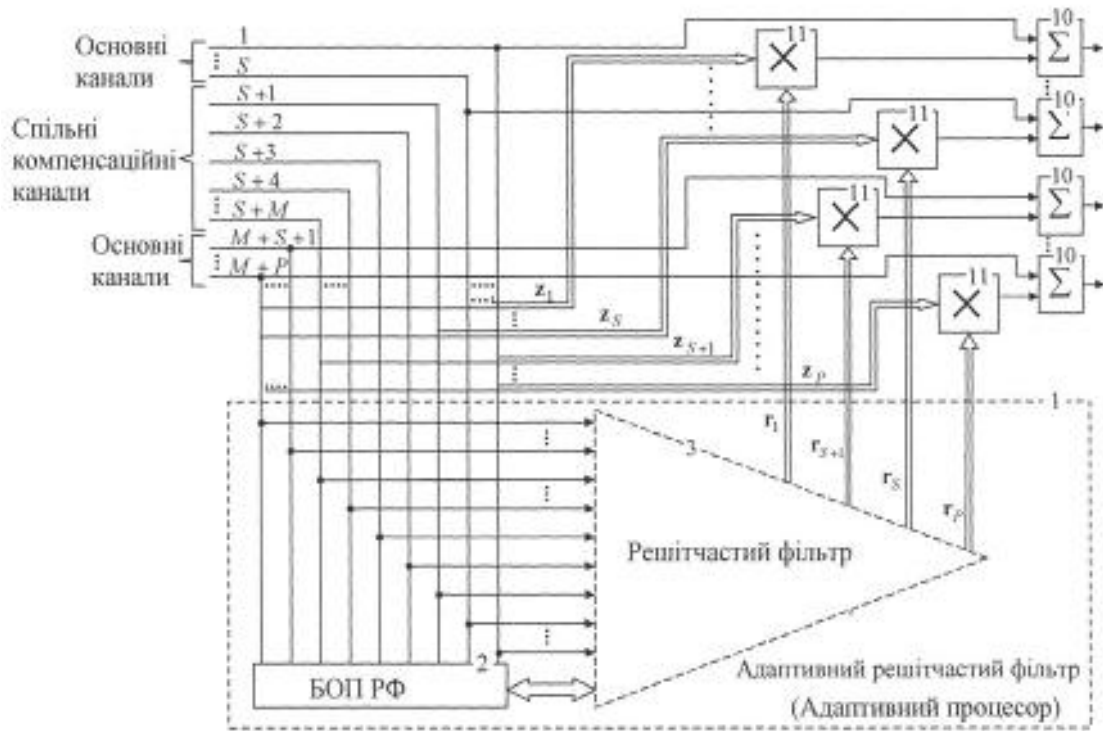
ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

40

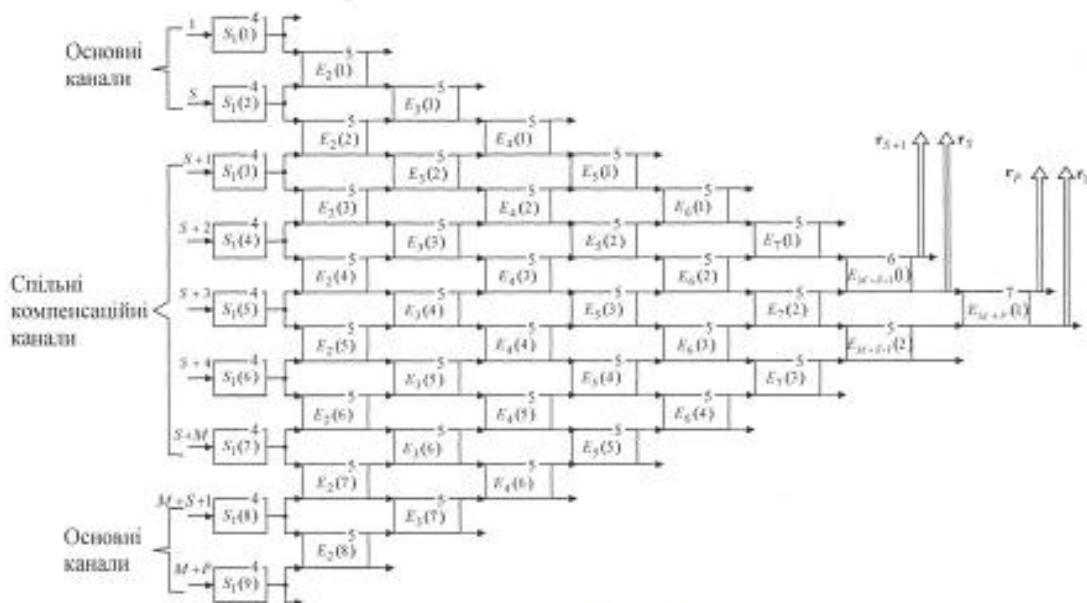
Система захисту основних (інформаційних) каналів від шумових завад, що включає в себе основний канал, M спільних компенсаційних каналів, що з'єднані з адаптивним процесором, суматор та помножувач, один з входів якого з'єднаний з відповідним виходом адаптивного процесора, яка **відрізняється** тим, що додатково має ще $(P-1)$ основний канал, причому основними є перші S та останні $(P-S)$ вхідні канали системи, що також з'єднані з адаптивним процесором, як адаптивний процесор використовують АРФ, що складається з решітчастого фільтра (РФ), перший ступінь якого складається з нормувачів, а наступні $(M+P-1)$ ступеня - з однотипних елементарних решітчастих фільтрів - двовходових вагових суматорів з перехресними зв'язками, які в свою чергу, складаються з помножувачів і суматорів, та блока оцінки параметрів РФ, система додатково має ще $(P-1)$ помножувач, один вхід кожного з яких з'єднаний з відповідним виходом адаптивного процесора, та $(P-1)$ суматор, причому один вхід i -го ($i \in 1, P$) суматора з'єднаний з i -м ($i \in 1, P$) основним каналом, а інший - з виходом i -го ($i \in 1, P$) помножувача, другий вхід i -го ($i \in 1, P$) помножувача з'єднаний з компенсаційними каналами, причому як компенсаційні канали використовуються, окрім спільних компенсаційних каналів,

50

інформаційні канали з порядковими номерами $j > 1$, у разі, якщо $i \in 1, S$, або $j < i$, у разі, якщо $i \in (S+1), P$, виходом системи є виходи P суматорів.



Фіг. 1



Фіг. 2

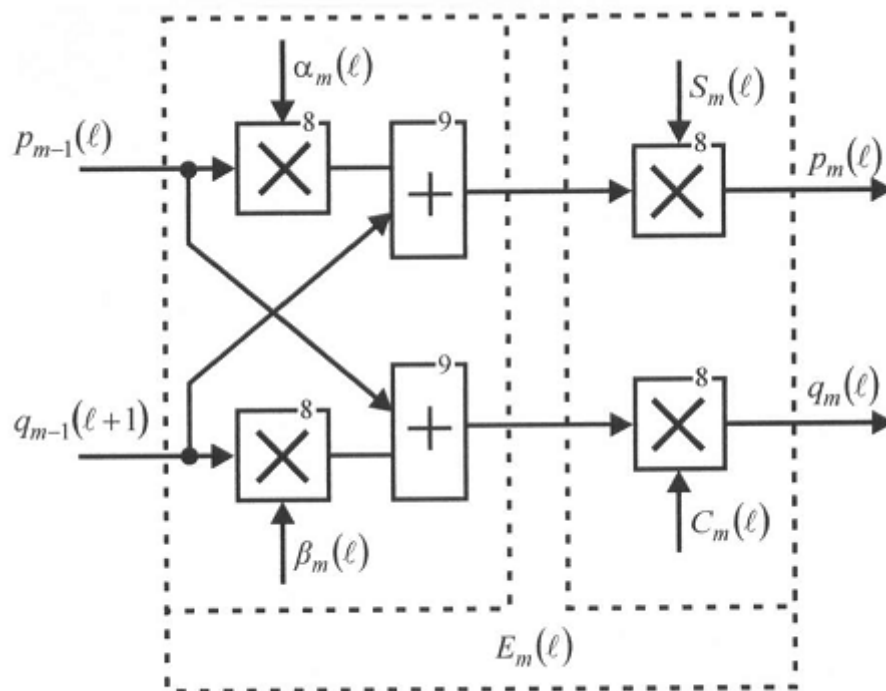


Fig. 3