

УДК 623.465.5

А. М. Зубков, д. т. н.;
 А. В. Д'яков;
 С. А. Мартиненко;
 А. А. Щерба

АНАЛІЗАТОР ЗАВАДОВОЇ ОБСТАНОВКИ ДЛЯ АДАПТИВНОЇ БАГАТОСПЕКТРАЛЬНОЇ СИСТЕМИ СПОСТЕРЕЖЕННЯ

Розглянуто оптимальний алгоритм адаптивної обробки сигналів в багатоспектральній системі спостереження.

Вступ і постановка задачі

Актуальною є науково-технічна задача оптимізації побудови приладів спостереження, які призначені для використання у складі перспективних систем моніторингу земної поверхні, навігації та управління.

Найбільша ефективність дистанційного моніторингу досягається при комплексуванні активних і пасивних каналів спостереження різних ділянок спектру електромагнітних хвиль (ЕМХ) в рамках єдиної інформаційно-вимірювальної системи.

Реалізацію максимальної ефективності багатоспектрального приладу спостереження в заводовій обстановці, що динамічно та швидко змінюється можна досягнути шляхом адаптації параметрів парціальних каналів з використанням аналізатора заводовій обстановки.

Викладення основного матеріалу

В роботі [1] з використанням методу максимуму правдоподібності показано, що приріст ефективності багатоспектральної системи спостереження визначається кількістю спектральних парціальних каналів та (що найважливіше) величиною спектрального рознесення парціальних каналів, тобто максимальний приріст ефективності досягається при комплексуванні фізичних сенсорів, які суттєво відрізняються по діапазону (наприклад, оптичного, інфрачервоного, радіо діапазонів). При цьому підвищується інформаційна смуга системи моніторингу та заводозахищеність. Останнє зумовлено майже неможливістю одночасного заводового ураження всіх парціальних каналів. Аналітичні оптимальні алгоритми обробки вихідних сигналів парціальних каналів на всіх етапах спостереження (виявлення, вимірювання координат, розпізнавання) зводяться до вагового підсумовування статистичних рішень, що прийнято поканально. Структурна схема оптимального багатоспектрального приладу спостереження показана на рис. 1.

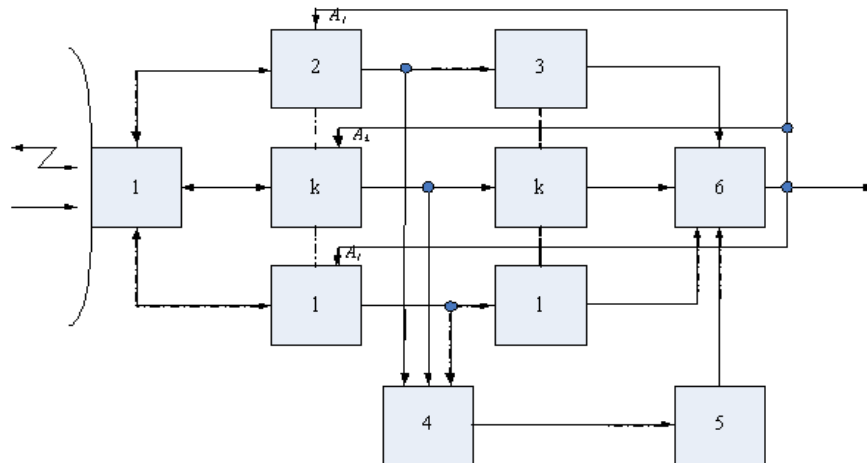


Рис. 1. Структурна схема оптимального багатоспектрального приладу спостереження: 1 — єдиний діаграмоутворювальний блок; 2 — приймальний тракт парціального спектрального каналу; 3 — блок виробітки рішень парціального спектрального каналу; 4 — аналізатор заводовій обстановки; 5 — блок вирахування каналних вагових коефіцієнтів; 6 — блок обчислення вагових сум; $A_1 \dots A_l$ — сигнали управління адаптацією приймальних трактів парціальних спектральних каналів

Але, в заводській ситуації, що швидко змінюється необхідна адаптивна перебудова (ранжування) вагових коефіцієнтів з метою досягнення максимальної ефективності багатоспектральної системи.

Введемо такі, практично виправдані, передумови:

1. Ранжування парціальних каналів за пріоритетом здійснюється на етапі виявлення.
2. Еквівалентом методу максимуму правдоподібності є метод максимізації відношення сигнал/завада на виході каналу спостереження [2].
3. Априорі завжди можна налаштувати парціальний спектральний канал на максимум відношення сигнал/завада для деякої опосередненої заводської ситуації.
4. Динамічні діапазони приймальних трактів парціальних спектральних каналів забезпечують лінійну обробку вхідної адитивної суміші сигнал + завада.

Без втрати спільності, положимо, що багатоспектральна система має три парціальних канали (наприклад, оптичний, інфрачервоний та радіо). Тоді, у передбаченні гаусівського характеру завади на вході кожного парціального каналу, оптимальне правило виявлення зводиться до виразу [2]

$$\sum_{k=1}^3 \frac{1}{\delta_k^2} \sum_{i=1}^{n_k} x_{ki} a_{ki} \geq A,$$

де $x_k = a_{ki} + n_{ki}$ — дискретна реалізація процесу на вході k -го парціального каналу; a_{ki} — дискретна реалізація корисного сигналу на вході k -го парціального каналу, n_{ki} — дискретна реалізація завади на вході k -го парціального каналу; δ_k^2 — дисперсія завади на вході k -го парціального каналу; n_k — об'єм дискретної вибірки в k -му парціальному каналі.

Бачимо, що ефективність виявлення монотонно залежить від відношення сигнал/завада $\frac{a_k}{\delta_k^2}$ в каналах спостереження, що комплексуються. В припущенні, що парціальні спектральні канали нерівнозначні за ефективністю, можна записати систему нерівностей

$$\left. \begin{aligned} A &\geq \frac{1}{\delta_1^2} \sum_{i=1}^{n_1} x_{1i} a_{1i} > A_1; \\ A_1 &> \frac{1}{\delta_2^2} \sum_{i=1}^{n_2} x_{2i} a_{2i} > A_2; \\ A_2 &> \frac{1}{\delta_3^2} \sum_{i=1}^{n_3} x_{3i} a_{3i} > A_3 \end{aligned} \right\}$$

для $\frac{a_1}{\delta_1^2} > \frac{a_2}{\delta_2^2} > \frac{a_3}{\delta_3^2}$.

Звідси випливає, що оптимальний алгоритм роботи аналізатора заводської обстановки багатоспектральної системи спостереження зводиться до вибору у режимі виявлення парціального каналу з найвищим відношенням сигнал/завада. Структурна схема оптимального аналізатора заводської обстановки наведена на рис. 2.

Вона включає керований комутатор виходів приймальних трактів парціальних спектральних каналів 1, перший блок відбору сигналів за максимумом відношення сигнал/завада 2. Після відбору пріоритетного каналу, блок управління комутатором 3 перемикає парціальні канали, що залишилися на вхід другого блоку відбору сигналу за максимумом відношення сигнал/завада 4. У блоці 5 здійснюється ранжування парціальних спектральних каналів.

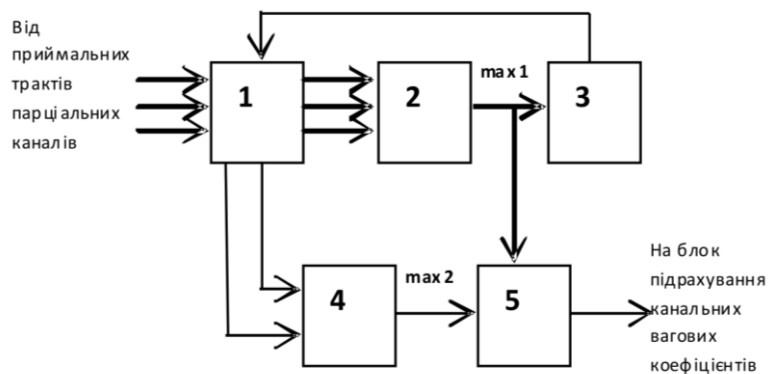


Рис. 2. Структурна схема оптимального аналізатора заводської обстановки

Нормування парціальних спектральних каналів за заводою може здійснюватися традиційними мірами, наприклад, системою шумового автоматичного регулювання підсилення (ШАРП) [2].

Необхідно відмітити такі важливі обставини:

Запропонований алгоритм адаптації розповсюджується на будь-яку кількість парціальних спектральних каналів та є інваріантним до типу фізичного сенсора парціального спектрального каналу спостереження.

Для вирішення задач цілодобового спостереження, а також спостереження у будь-яких погодних умовах, парціальний канал радіодіапазону є обов'язковим.

Парціальний канал радіодіапазону доцільно використовувати навіть за сприятливих погодних умов, вдень для «прицілювання» оптичних та інфрачервоних каналів для спостереження на максимальних відстанях.

Висновки

Синтезовано оптимальний алгоритм роботи аналізатора заводою обставинки адаптованої багатоспектральної системи спостереження, яка припускає просту фізичну інтерпретацію та реалізацію за допомогою відомих технічних рішень. Його застосування дозволяє суттєво підвищити інформативність та заводо захищеність комплексованих систем моніторингу земної поверхні, навігації та управління на основі сенсорів різних ділянок спектру ЕМХ.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Зубков А. Н. Интегрированные многоспектральные системы геомониторинга. Концепция построения / А. Н. Зубков, И. Н. Прудюс // МРФ '2008 : 3-й Междун. радиоэлектрон. форум : сб. науч. трудов. — Харьков : ХНУРЕ, 2008. — С. 283—286.
2. Вопросы статистической теории радиолокации / П. А. Бакут, И. А. Большаков, Б. М. Герасимов [и др.] ; под. ред. Г. П. Тартаковского. — М. : Сов. радио, 1963. — 425 с.

Рекомендована кафедрою теплоенергетики

Надійшла до редакції 27.01.10
Рекомендована до друку 2.02.10

Зубков Анатолій Миколайович — провідний науковий співробітник, **Мартиненко Сергій Анатолійович** — начальник науково-дослідної лабораторії.

Науково-дослідна лабораторія перспектив розвитку РВіА;
Д'яков Андрій Володимирович — ад'юнкт науково-організаційного відділу, **Щерба Андрій Анатолійович** — старший помічник начальника навчального відділу.

Академія сухопутних військ імені гетьмана П. Сагайдачного