

УДК 004.045:621.396.96

О.О. Стрельницький, В.А. Андрусевич

Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків

ЯКІСТЬ ІНФОРМАЦІЙНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СПОЖИВАЧІВ НА ОСНОВІ СУМІСНОЇ ОБРОБКИ ІНФОРМАЦІЇ СИСТЕМ СПОСТЕРЕЖЕННЯ ПОВІТРЯНОГО ПРОСТОРУ

У статті розглянуто варіант підвищення якості інформаційного забезпечення споживачів на основі сумісної обробки інформації спільної системи спостереження повітряного простору. Показано, що реалізація сумісної обробки інформації усіх інформаційних каналів спільної системи спостереження призводить до підвищення показників якості інформаційного забезпечення споживачів.

Ключові слова: інформаційне забезпечення, спільні системи спостереження, показники якості.

Вступ

Постановка проблеми й аналіз літератури. Підвищення надійності інформаційного забезпечення (ІЗ) користувачів системи контролю повітряного простору (ПП) неможливо без використання інформаційних технологій (ІТ) у процесі отримання, збору, обробки, зберігання й розповсюдження аеронавігаційних даних [1 – 2].

Реалізація цифрової обробки інформації у СС [3] дозволили здійснювати обробку інформації СС починаючи з виходів фазових детекторів. У цьому разі використання ІТ дозволило підвищити рівень ІЗ, що забезпечило безпеку польотів, підвищення економічності й регулярності польотів цивільної й військової авіації в районі аеродрому, на повітряних трасах та у позатрасовому ПП. ІТ у цій ситуації припускають автоматизацію процесів отримання, збору, обробки й відображення інформації від різнорідних СС та здійснюють мережеву обробку інформації. ІЗ системи використання ПП здійснюється СС [3, 4], як правило, спільні, які включають до свого складу первинну та одну чи дві вторинні (запитальні). Це дає можливість сформувати повний формуляр повітряного об'єкту (ПО), який видається споживачам інформації сполученою СС.

У [5, 6] наведено як загальну структуру ІЗ користувачів, так і інтегральний показник якості ІЗ користувачів при застосуванні ІТ починаючи з ПОІ СС. Однак слід зазначити, що ведучою у ІЗ є первинна СС, координатна інформація (КІ) ПО якої і закладається у формуляр ПО. Обчислення КІ ПО вторинними (запитальними) СС потрібним тільки для поєднання інформації первинних та запитальних СС, що суттєвим чином зменшує ІЗ користувачів.

Мета роботи. Підвищення якості ІЗ користувачів на основі сумісної обробки інформації СС повітряного простору.

Основна частина

У цей час в існуючих системах спостереження споживачам видається оцінка вектора виміру $\hat{\alpha}$, що характеризується кореляційною матрицею помилок \bar{C}^{-1} , отриманою за результатами виміру первинної СС. Інформація вторинних СС використовується для одержання бортової інформації від ПО, яка також передається споживачеві. При цьому слід зазначити, що для об'єднання оцінки вектора вимірів ПО, отриманої по первинній СС, і польотної інформації, отриманої вторинними СС, на запитальних СС здійснюються всі ті процедури виявлення й виміру, що й на первинній СС. Ця обставина може бути врахована при обробці інформації, що дозволить підвищити якість інформації, видаваної споживачам. Покажемо це.

Відомо [5], що інтегральним показником якості ІЗ користувачів може бути імовірність інформаційного забезпечення, котра має наступний вигляд:

$$P_{\text{inf}} = D_{11}, D_{12}, D_{13}, P_{\text{obe}}, P_{\text{poe1}}, P_{\text{poe2}}, \quad (1)$$

де D_{1i} – імовірність виявлення ПО первинним та вторинними каналами сумісної СС; P_{obe} – імовірність об'єднання координатної і польотної інформації; P_{poe} – імовірність об'єднання інформації каналів обробки.

Імовірність об'єднання інформації каналів обробки визначається точносними показниками якості виміру координат ПО кожним з каналів. Однак при сумісній обробці інформації, коли поєднання інформації здійснюється на етапі обробки пакетів ПО імовірність інформаційного забезпечення визначається з урахуванням результуючої матриці точності, яка визначається як

$$\bar{C}_p = \sum_{k=1}^M \bar{C}_k, \quad (2)$$

де \bar{C}_k – матриця точності виміру координат ПО кожним з каналів обробки.

Характеристики виявлення ПО при спільному використанні сигналів первинного й вторинного каналів сполученої СС оцінюються наступним чином. При цьому слід зазначити, що об'єднання каналних розв'язків може здійснюватися:

- на етапі виявлення сигналів;
- на етапі виявлення ПО.

Слід зазначити, що вибір вирішального правила при спільному виявленні сигналів сполучених СС, як правило, повинен визначатися не тільки вимогами найкращого виявлення сигналів у таких системах. Дійсно, як нами відзначено вище, при виявленні ПО повинна бути проведена ідентифікація ПО. Це припускає жорсткість вирішального правила, хоча при цьому результуючі ХВ можуть погіршуватися. Жорсткість вирішального правила потрібна й при використанні сигналів спільних СС для точного визначення координат ПО.

Проведемо порівняльний аналіз варіантів об'єднання розв'язків виявлення ПО.

Для першого варіанту, бінарно-квантована послідовність імпульсів з виходу виявлювача сигналів у кожному з каналів сполученої СС надходять на виявлювач ПО. Результати каналних виявлень сигналів можуть поєднуватися відповідно до правил «1 з 2» або «2 з 2» і далі, об'єднана послідовність розв'язків надходить на виявлювач. Завдання виявлювача ПО полягає в тому, щоб на основі аналізу послідовності нулів, що надходять, і одиниць ухвалити рішення (оптимальним образом) про наявність або відсутність ПО у прийнятій послідовності. Для вирішення задач виявлення необхідно одержати відношення правдоподібності й зрівняти його з порогом, обраним відповідно до припустимої ймовірності неправильної тривоги виявлення F . Функції правдоподібності для гіпотез H_1 і H_0 можна записати в наступному вигляді:

$$L(x_i | H_1) = \prod_{i=1}^N P_{\text{сп}}^{x_i}(x_i) [1 - P_{\text{сп}}^{x_i}(x_i)]^{1-x_i}, \quad (3)$$

$$L(x_i | H_0) = \prod_{i=1}^N P_{\text{п}}^{x_i}(x_i) [1 - P_{\text{п}}^{x_i}(x_i)]^{1-x_i}, \quad (4)$$

де x_i – об'єднана послідовність нулів і одиниць.

Використовуючи (3) і (4), відношення правдоподібності можна записати як

$$l(x_i) = \frac{L(x_i | H_1)}{L(x_i | H_0)} = \prod_{i=1}^N \left(\frac{P_{\text{сп}}^{x_i}(x_i)}{P_{\text{п}}^{x_i}(x_i)} \right)^{x_i} \left(\frac{1 - P_{\text{сп}}^{x_i}(x_i)}{1 - P_{\text{п}}^{x_i}(x_i)} \right)^{1-x_i} \geq l_0. \quad (5)$$

Логарифмуючи (5), перетворюючи отриманий вираз, одержуємо

$$\sum_{i=1}^N x_i \eta_i \geq C, \quad (6)$$

де

$$\eta_i = \ln \frac{P_{\text{сп}}(x_i) [1 - P_{\text{сп}}(x_i)]}{P_{\text{п}}(x_i) [1 - P_{\text{п}}(x_i)]},$$

$$C = \ln l_0 - \sum_{i=1}^N \ln \frac{1 - P_{\text{сп}}(x_i)}{1 - P_{\text{п}}(x_i)}.$$

Таким чином, алгоритм оптимального виявлення ПО (6) зводиться до підсумовування вагових коефіцієнтів η_i , обумовлених формами діаграм спрямованості антен відповідного каналу сумісної СС, відповідних до позицій пачки, де $x_i = 1$.

Отже, характерною рисою вирішального пристрою виявлення ПО у спільній СС є наявність двох порогів. Перший поріг установлюється в граничних пристроях виявлювача сигналів кожного з каналів спільної СС. Цей поріг аналоговий і за допомогою тільки його можна змінювати умовну ймовірність неправильної тривоги на виході спільного виявлювача ПО. Другий поріг установлюється в граничному обладнанні спільного виявлювача ПО і є порогом виявлення ПО. Він може бути тільки дискретним.

Якщо припустити, що $P_{\text{сп}}(x_i)$ однакова в межах усієї ширини діаграми спрямованості антен сполученої СС (пачка прийнятих сигналів має прямокутну форму), то алгоритм (6) зводиться до вигляду:

$$\sum_{i=1}^N x_i \eta_i \geq C_1. \quad (7)$$

Як впливає з виразу (7), у випадку прямокутної пачки процедура виявлення ПО зводиться до підрахунку одиниць, у межах ширини пачки, і порівняння числа накопичених імпульсів із граничним числом C_1 .

Аналіз ефективності алгоритмів ІЗ проаналізуємо з урахуванням кінцевого результату, а саме, виявлення ПО. При цьому використовуємо правила виявлення по пачці двоїчно-квантованих сигналів, а також будемо розглядати випадок дешифрованих сигналів з виходів вторинних СС. При цьому будемо досліджувати два алгоритми об'єднання результатів виявлення: каналне накопичення й об'єднання результатів (НО) і об'єднання каналних розв'язків і накопичення (ОН). Також проведемо порівняльний аналіз характеристик виявлення виявлювачів ПО, що розглядається і що використовується на практиці. Будемо розглядати випадок однакових значень відносин c/s $q_i, i = \overline{1, m}$ для сигналів як первинного, так і вторинного каналів спільної СС. У цьому випадку багатоканальне виявлення дає найбільший ефект.

Ймовірність інформаційного забезпечення при сумісній обробці інформації у поєднаних СС повітряного простору для різній кількості каналів обробки (m) наведено на рис. 1 – для варіанту поєднання і

подальшого накопичення, а на рис. 2 – для варіанту накопичення и подальшого поєднання (варіанти 1 та 2 відповідно). Порівняльний аналіз рис. 1, 2 дозволяє зробити такі висновки:

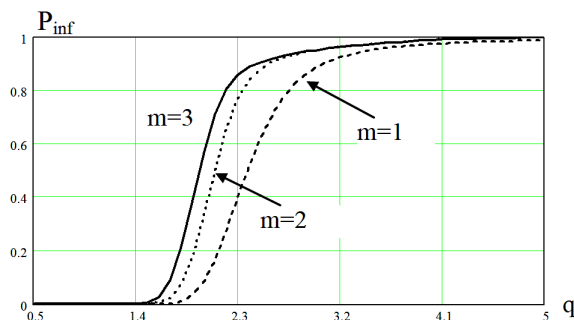


Рис. 1. Залежність $P_{inf} = f(q, m)$ (варіант 1)

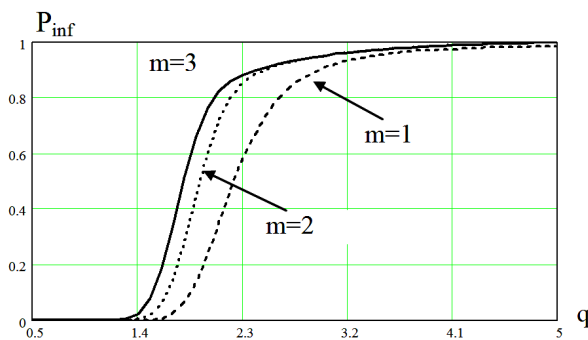


Рис. 2. Залежність $P_{inf} = f(q, m)$ (варіант 2)

Порівняльний аналіз рис. 1, 2 дозволяє зробити наступні висновки:

- при збільшенні кількості поєднуваних каналів спільної СС якість ІЗ споживачів поліпшується;
- кращі показники мають місце при використанні методу обробки сигналів, заснованого на накопиченні з наступним об'єднанням.

Слід зазначити, що нами розглянуто випадок однакових відносин сигнал-шум у каналах обробки спільної СС. На практиці ж, відношення сигнал-шум

вторинних каналів спільної СС значно перевершує цей показник первинного каналу.

Висновки

Отримані показники якості інформаційного забезпечення показали доцільність використання сумісної обробки інформації каналів системи спостереження контролю повітряного простору при широкому застосуванні інформаційних технологій на етапі первинної обробки інформації.

Список літератури

1. Агаджанов П.А. Автоматизация самолетовождения и управления воздушным движением / П.А. Агаджанов, В.Г. Воробьев, А.А. Кузнецов. – М.: Транспорт, 1980. – 342 с.
2. Грачев В.В. Радиотехнические средства управления воздушным движением / В.В. Грачев, В.М. Кейн. – М.: Транспорт, 1975. – 237 с.
3. Фарина А. Цифровая обработка радиолокационной информации / А. Фарина, Ф. Студер. – М.: Радио и связь, 1993. – 319 с.
4. Комплексне інформаційне забезпечення систем управління польотами авіації та протиповітряної оборони / [Ткачев В.В., Даник Ю.Г., Жуков С.А. та ін.] – К.: МОУ, 2004. – 342 с.
5. Обод І.І. Структура та показники якості обробки інформації систем спостереження повітряного простору / І.І. Обод, О.О. Стрельницький, В.А. Андрусевич // Системи обробки інформації: Збірник наукових праць. – Х.: ХУ ПС, 2013. – Вип. 8(115). – С. 80-83.
6. Обод І.І. Порівняльний аналіз двох методів обробки сигналів відповіді запитальних систем спостереження / І.І. Обод, О.О. Стрельницький, В.А. Андрусевич // Системи обробки інформації: Збірник наукових праць. – Х.: ХУ ПС, 2014. – Вип. 1(117). – С. 41-43.

Надійшла до редколегії 23.04.2014

Рецензент: д-р техн. наук, проф. І.І. Обод, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», Харків.

КАЧЕСТВО ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ НА ОСНОВЕ СОВМЕСТНОЙ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ СИСТЕМ НАБЛЮДЕНИЯ ВОЗДУШНОГО ПРОСТРАНСТВА

О.О. Стрельницкий, В.А. Андрусевич

В статье рассмотрен вариант повышения качества информационного обеспечения потребителей на основе совместной обработки информации общей системы наблюдения воздушного пространства. Показано, что реализация совместной обработки информации всех информационных каналов общей системы наблюдения приводит к повышению показателей качества информационного обеспечения потребителей.

Ключевые слова: информационное обеспечение, совместные системы наблюдения, показатели качества.

QUALITY INFORMATION SECURITY BASED ON CONSUMER INFORMATION PROCESSING JOINT SURVEILLANCE SYSTEMS AIRSPACE

A.A. Strelnickiy, V.A. Andrysevich

The article presents an option to improve the quality of information support consumers through shared information processing system of general surveillance of airspace. It is shown that the implementation of joint processing of information of all information channels total surveillance system led to an increase of quality of information consumers provide.

Keywords: informative providing, joint supervision systems, index of quality.