

УДК 004.045:621.396.96

І.І. Обод, Г.Е.Заволодько, М.Ю.Охрименко

Національний технічний університет «ХПІ», Харків

## ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ІНФОРМАЦІЙНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СПОЖИВАЧІВ НА ОСНОВІ СУМІСНОЇ ОБРОБКИ ІНФОРМАЦІЇ СИСТЕМ СПОСТЕРЕЖЕННЯ ПОВІТРЯНОГО ПРОСТОРУ

*Робота присвячена варіанту підвищення якості інформаційного забезпечення споживачів на основі сумісної обробки інформації, поєднаної системами спостереження повітряного простору у складі первинного, вторинного та ідентифікаційного каналів, при формуванні формуляру повітряного об'єкту. Показано, що реалізація сумісної обробки інформації усіх інформаційних каналів сполученої системи спостереження призводить до підвищення показників якості інформаційного забезпечення споживачів.*

**Ключові слова:** інформаційне забезпечення, поєднанні системи спостереження, показники якості

### Вступ

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. Реалізація цифрової обробки інформації у системах спостереження (СС) [1] дозволила 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 [1, 2], як правило, сполученими, які включають до свого складу первинну та одну чи дві вторинні (запитальні).

Це дає можливість сформулювати повний формуляр повітряного об'єкту (ПО), який видається споживачам інформації сполученою СС.

У [3, 4] наведено як загальну структуру ІЗ користувачів, так і інтегральний показник якості ІЗ користувачів при застосуванні ІТ починаючи з первинної обробки інформації (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 літальних апаратів (ЛА), 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 [3], що інтегральним показником якості ІЗ користувачів може бути імовірність інформаційного забезпечення, котра має наступний вигляд:

$$P_{\text{inf}} = D_{11} D_{12} D_{13} P_{\text{окр}} P_{\text{пое1}} P_{\text{пое2}}, \quad (1)$$

де  $D_{11}$  - імовірність виявлення ПО первинним та вторинними каналами сумісної СС,  $P_{\text{окр}}$  - імовірність об'єднання координатної і польотної інформації,  $P_{\text{пое}}$  - 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 характеристики виявлення (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 надходить 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 і одиниць, що надходять ухвалити рішення (оптимальним чином) 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 хибної тривоги виявлення  $V$ . Функції правдоподібності для гіпотез  $H_1$  і  $H_0$  можна записати в наступному вигляді

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

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

де  $x_i$  – об'єднана послідовність нулів і одиниць.

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

$$l(x_i) = \frac{L(x_i|H_1)}{L(x_i|H_0)} = \prod_{i=1}^N \left( \frac{P_{cn}(x_i)}{P_n(x_i)} \right)^{x_i} * \left( \frac{1 - P_{cn}(x_i)}{1 - P_n(x_i)} \right)^{1-x_i} \geq l_0,$$

Логарифмуючи (5), перетворюючи отриманий вираз, одержуємо

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

де

$$\eta_i = \ln \frac{P_{cn}(x_i) [1 - P_{cn}(x_i)]}{P_n(x_i) [1 - P_n(x_i)]},$$

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

Таким чином, алгоритм оптимального виявлення ПО (6) зводиться до підсумовування вагових коефіцієнтів  $\eta_i$ , обумовлених формами діаграм спрямованості антен відповідного каналу сполученої 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 хибної 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  $P_{cn}(x_i)$  однакова в межах усієї ширини діаграми спрямованості антен сполученої СС (пачка прийнятих сигналів має прямокутну форму), то алгоритм (6) зводиться до вигляду:

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

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 двійково-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 с/ш  $q_i, i = \overline{1, m}$  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 різної кількості каналів обробки ( $m$ ) наведено на рис. 1 – для варіанту поєднання і

подальшого накопичення, а на рис. 2 – для варіанту накопичення и подальшого поєднання.

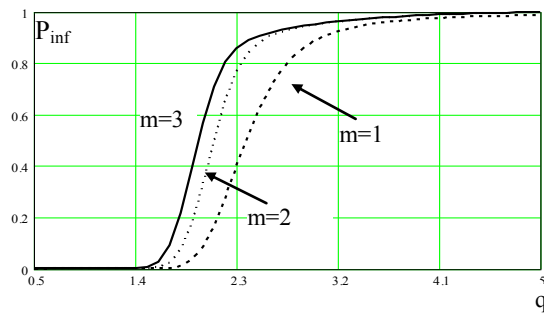


Рис. 1. Залежність  $P_{inf} = f(q, m)$

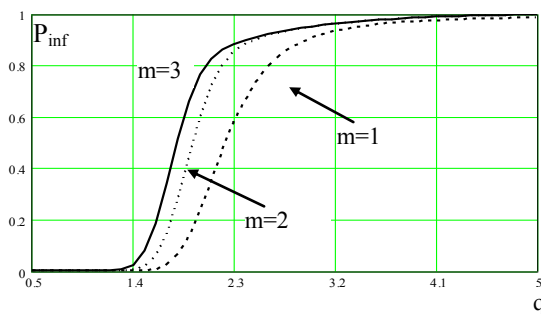


Рис. 2. Залежність  $P_{inf} = f(q, m)$

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

- при збільшенні числа поєднуваних каналів спільної СС якість ЗІ 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.

### Висновок

Отримані показники якості ІЗ показали доцільність використання сумісної обробки інформації каналів СС ПП при широкому застосуванні ІТ на етапі первинної обробки інформації.

### Список літератури

1. Фарина А. Цифровая обработка радиолокационной информации / А.Фарина, Ф.Студер. – М.: Радио и связь, 1993. – 319 с.
2. Комплексне інформаційне забезпечення систем управління польотами авіації та протиповітряної оборони / [Ткачев В.В., Даник Ю.Г., Жуков С.А. і др.] – К.: МОУ, 2004. – 342 с.
3. Обод І.І. Структура та показники якості інформаційного забезпечення споживачів системами спостереження повітряного простору / І.І. Обод, Г.Е. Заволодько // Системи обробки інформації: Збірник наукових праць. – Вип. 8(98). – X.: ХУПС, 2011. – С. 106 – 109.
4. Обод І.І. Інформаційні технології підвищення якості інформаційного забезпечення споживачів системами спостереження повітряного простору / І.І. Обод, Г.Е.Заволодько, М.Ю.Охрименко // Системи управління, навігації та зв'язку: Збірник наукових праць. – Вип. 1(21). – К.: -2012. – С. 116-119.

Надійшла до редколегії 23.06.2012

**Рецензент:** д-р техн. наук доцент Г.В. Єрмаков, Харківський університет Повітряних Сил ім. І.Кожедуба, Харків.

### ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ НА ОСНОВЕ СОВМЕСТИМОЙ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ СИСТЕМ НАБЛЮДЕНИЯ ВОЗДУШНОГО ПРОСТРАНСТВА

И.И. Обод, А.Э.Заволодько, М.Ю.Охрименко

*Работа посвящена варианту повышения качества информационного обеспечения потребителей на основе совместимой обработки информации, соединенной системами наблюдения воздушного пространства в составе первичного, вторичного и идентификационного каналов, при формировании формуляра воздушного объекта. Показано, что реализация совместной обработки информации всех информационных каналов соединенной системы наблюдения приводит к повышению показателей качества информационного обеспечения потребителей.*

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

### INFORMATION TECHNOLOGY TO IMPROVE THE QUALITY OF INFORMATION SUPPORT SYSTEMS PROVIDE CONSUMERS WITH THE OBSERVATION OF AIR SPACE

I.I. Obod, G.E. Zavalodko, M.Yu. Okhrymenko

*Work is sanctified to the variant of upgrading of the consumers informative providing on the basis of information compatible treatment connected by the air space supervision systems in composition primary, secondary and identification channels at forming of air object formular. It is shown that realization results compatible treatment of all informative channels information of the supervision united system in the increase of the informative providing quality indexes of consumers.*

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