УДК 004.045:621.396.96

М.Ю.ОХРИМЕНКО, асистент, НТУ «ХПІ»

ПІДВИЩЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ІНФОРМАЦІЙНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ КОРИСТУВАЧІВ СИСТЕМ СПОСТЕРЕЖЕННЯ ПОВІТРЯНОГО ПРОСТОРУ

Розглянуто структуру інформаційного забезпечення первинної обробки інформації в сполучених системах спостереження повітряного простору. Проведено оцінку характеристик виявлення повітряного об'єкта при спільному використанні сигналів первинного й вторинного каналів системи спостереження. Виявлено, що реалізація сумісної обробки інформації усіх інформаційних каналів сполученої системи спостереження призводить до підвищення показників якості інформаційного забезпечення споживачів.

The structure of information providing of primary information processing systems in the joint air space supervision systems are considered. The evaluation of the characteristics of the object detecting air in the sharing of signals of primary and secondary channels of the monitoring system are found. It was revealed that the implementation of joint processing of all information channels dual monitoring system increases the quality of information support of consumers.

Рассмотрена структура информационного обеспечения первичной обработки информации в совместных системах наблюдения воздушного пространства. Проведена оценка характеристик обнаружения воздушного объекта при совместном использовании сигналов первичного и вторичного каналов системы наблюдения. Выявлено, что реализация совместной обработки информации всех информационных каналов сопряженной системы наблюдения приводит к повышению показателей качества информационного обеспечения потребителей.

Постановка проблеми й аналіз літератури. Історично інформаційні технології (ІТ) у процесі отримання, збору, обробки, зберігання й розповсюдження аеронавігаційних даних використовувалися починаючи з вторинної обробки інформації (ВОІ) систем спостереження (СС) повітряного простору (ПП), а первинна обробка інформації (ПОІ) здійснювалася у СС. Це призводило до складностей у виборі показників якості інформаційного забезпечення (ІЗ) користувачів, тобто був неможливий єдиний параметр для оптимізації характеристик ПОІ та ВОІ [1]. Реалізація цифрової обробки інформації у СС та підвищення продуктивності ЕОМ дозволили здійснювати обробку інформації СС починаючи з виходів фазових детекторів. Це дозволило використовувати ІТ для автоматизації процесів отримання, обробки й відображення інформації від різнорідних СС та здійснювати мережеву обробку інформації. ІЗ системи контролю ПП здійснюється, як правило, сполученими СС [1,2], що включають до свого складу первинну та одну чи дві вторинні (запитальні) СС. Це дає можливість сформувати повний формуляр повітряного об'єкту (ПО), який видається споживачам інформації сполученою СС.

У [3] 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 потрібне тільки для поєднання інформації первинних та запитальних СС, що суттєвим чином зменшує ІЗ користувачів.

Мета роботи. Підвищення якості ІЗ користувачів при використанні ІТ на етапі накопичення та поєднання інформації сумісних СС.

Основна частина. Структура первинної обробки інформації в сполучених СС показана на рис. 1. Вона є двоканальною й формує об'єднану інформацію для споживачів на основі вагового об'єднання результатів канального виявлення й оцінок векторів канальних вимірів ПО з одночасним включенням до складу інформаційного блоку й польотної інформації, отриманої по каналах запитальних СС.

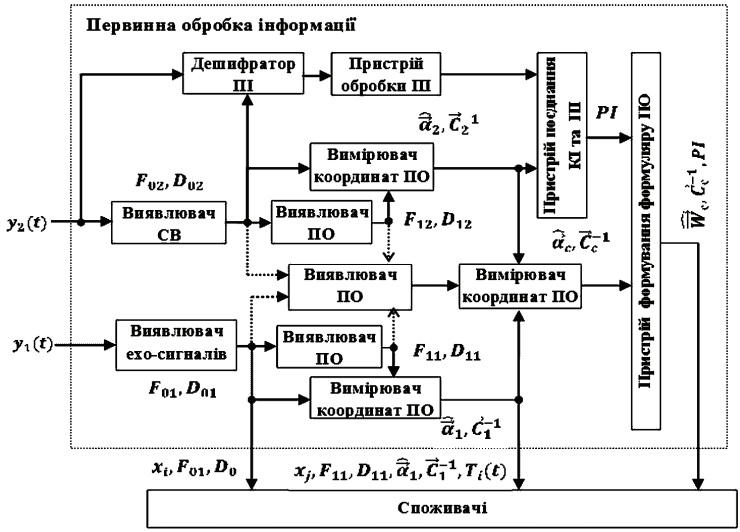

Рисунок 1 – Структура інформаційного забезпечення користувачів

Отримані в кожному з каналів оцінки векторів виміру, разом з кореляційними матрицями помилок виміру надходять на пристрій об'єднання оцінок. В пристрої об'єднання оцінок, на основі аналізу оцінок векторів виміру й кореляційних матриць помилок виміру обчислюється оцінка результуючого вектора вимірів і результуюча кореляційна матриця помилок. Результуючий вектор виміру $\hat{\vec{\alpha}}_{\text{р}}$, разом з результуючої кореляційною матрицею помилок $\vec{C}^{-1}{}_{\text{р}}$, видаються споживачам.

Інформація вторинних СС використовується для одержання бортової інформації від літальних апаратів, яка також передається споживачеві. При

цьому слід зазначити, що для об'єднання оцінки вектора вимірів ПО, отриманої від первинної 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 та дозволить підвищити якість інформації, що видається споживачам.

Оцінимо характеристики виявлення ПО при спільному використанні сигналів первинного й вторинного каналів сполученої СС.

У випадку об'єднання канальних розв'язків, бінарно-квантовані послідовності імпульсів з виходів виявлювачів сигналів у кожному з каналів сполученої СС надходять на виявлювач ПО. Результати канальних виявлень сигналів можуть поєднуватись 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 образом) про наявність або відсутність ПО. Для вирішення задач виявлення необхідно одержати відношення правдоподібності й порівняти його з порогом, обраним відповідно до припустимої ймовірності хибної тривоги виявлення. Функції правдоподібності для гіпотез H_1 і H_0 можна записати в наступному вигляді

$$L(x_i / H_1) = \prod_{i=1}^{N} P_{cn}^{x_i}(x_i)[1 - P_{cn}^{x_i}(x_i)]^{1-x_i}; \qquad (1)$$

$$L(x_i / H_0) = \prod_{i=1}^{N} P_{n}^{x_i}(x_i)[1 - P_{n}^{x_i}(x_i)]^{1-x_i}, \qquad (2)$$

де x_i – об'єднана послідовність нулів і одиниць.

Використовуючи (1) і (2), відношення правдоподібності можна записати як

$$l(x_i) = \frac{L(x_i / H_1)}{L(x_i / H_0)} = \prod_{i=1}^{N} \left(\frac{P_{cn}(x_i)}{P_n(x_i)} \right)^{x_i} \cdot \left(\frac{1 - P_{cn}(x_i)}{1 - P_n(x_i)} \right)^{1-x_i} \geq l_0, \qquad (3)$$

Логарифмуючи (3) та перетворюючи отриманий вираз, одержуємо

$$\sum_{i=1}^{N} x_i \eta_i \geq C, \qquad (4)$$

де

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

Таким чином, алгоритм оптимального виявлення ПО (4) зводиться до підсумовування вагових коефіцієнтів η_i, обумовлених формами діаграм спрямованості антен відповідного каналу сполученої СС, відповідно 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 встановлюється 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 (4) зводиться до вигляду:

$$\sum_{i=1}^{N} x_i \geq C_1 \ . \tag{5}$$

Як випливає з виразу (5), 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.

На рис. 2-3 наведено характеристики виявлення ПО, для виявлювача при використанні двох каналів виявлення (первинний і вторинний), а на рис. 4-5 – трьох каналів виявлення (первинний, вторинний і ідентифікаційний). Розглянуто випадок однакових значень відносин с/ш q_i, $\overline{q1,m}$ для сигналів як первинного, так і вторинного каналів спільної СС. У цьому випадку багатоканальне виявлення дає найбільший ефект.

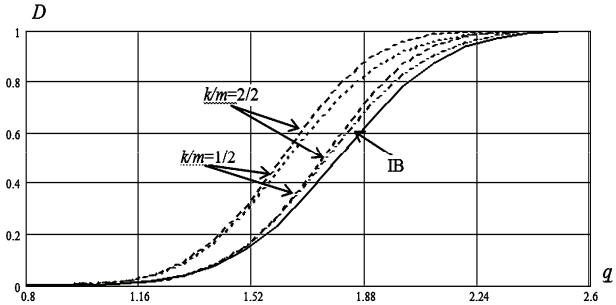

Рисунок 2 – Виявлення ПО при $P_0 = 1$

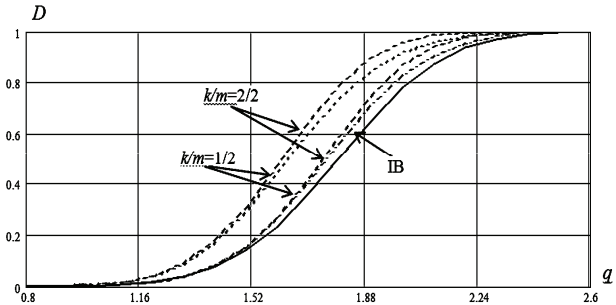

Рисунок 3 – Виявлення ПО при $P_0 < 0{,}9$

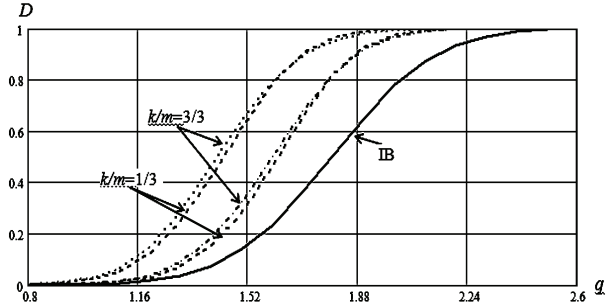

Рисунок 4 – Виявлення ПО при $P_0 = 1$

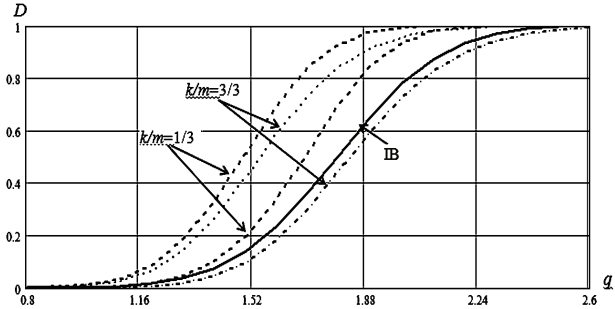

Рисунок 5 – Виявлення ПО при $P_0 < 0,9$

Аналізуючи рис. 2-3, можна зробити наступні висновки:

– ІЗ споживачів має кращі показники при використанні методу обробки сигналів, заснованого на накопиченні з наступним об'єднанням;
– коефіцієнт готовності (КГ) літакового відповідача істотно впливає на якість ІЗ. Так вже при $P_0<0.9$ використання такого об'єднання є небажаним.

Порівняльний аналіз рис. 2-5 дозволяє зробити наступні висновки:

– при збільшенні числа поєднуваних каналів спільної СС до трьох якість ІЗ споживачів поліпшується;
– КГ літакового відповідача істотно впливає на якість ІЗ.

Слід зазначити, що було 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. Використання сумісної обробки інформації каналів СС ПП при широкому застосуванні ІТ на етапі первинної обробки інформації дозволяє підвищити показники якості ІЗ споживачів.

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). – Х.: 2011. – С. 106-109. **4.** *Черних О.П., Обод І.І. Охрименко М.Ю.* Розподілена обробка інформації у сполучених мережах систем спостереження повітряного простору // Системи обробки інформації. – Х.: ХУПС, 2011. – Вип. 2 (92). – С. 180-182. **5.** *Обод І.І, Охрименко М.Ю., Тюрін О.О., Черних О.П.* Структура та показники якості інформаційного забезпечення споживачів сполученими системами спостереження повітряного простору // Системи управління, навігації та зв'язку. – К.: ЦНДІ НУ, 2011. – Вип. 1 (17). – С. 24-26.

Надійшла до редколегії 12.04.2012.