

## ОПТИМІЗАЦІЯ ОБРОБКИ ДАНИХ В МЕРЕЖАХ СИСТЕМ СПОСТЕРЕЖЕННЯ ПОВІТРЯНОГО ПРОСТОРУ

*У статті на основі розгляду процедур, котрі виконуються на етапах обробки даних систем спостереження повітряного простору, показано, що оптимізувати виявлення та вимір координат повітряних об'єктів можливо тільки при розподіленій обробці інформації в мережах систем спостереження, а величина аналогового порогу виявлення сигналів використовується в якості параметру при сумісній оптимізації обробки даних спостереження.*

**Ключові слова:** оптимізація обробки даних, системи спостереження, повітряні об'єкти.

### Вступ

#### Постановка проблеми та аналіз літератури.

Особливістю системи контролю повітряного простору (ПП) України є її цивільно-військовий статус [1]. Система в значній мірі забезпечує безпеку держави та безпеку повітряного руху, що вже само по собі визначає рівень вимог до захищеності інформаційних процесів її функціонування. Основні елементи процедури контролю ПП - аналіз повітряної обстановки й прийняття рішень [2, 3]. Рішення приймає особа на основі аналізу відповідним чином підготовленої інформації про стан повітряної обстановки. Правильне рішення може бути прийнято лише тоді, коли є досить повна, точна, достовірна й безперервна інформація про повітряну обстановку в зоні управління.

Отже, якість прийняття рішень визначаються якістю й складом інформації, на основі якої особа приймає рішення. Існуючі автоматизовані системи обробки інформації (АСОІ) [1] побудовані на принципі етапності обробки інформації, що утрудняє реалізацію сумісної оптимізації як виявлення сигналів, повітряних об'єктів (ПО), трас ПО, так і виміру стану ПО. Це виникає і з цього, що матриці точності виміру не передаються між пристроями етапів обробки інформації.

**Мета роботи.** Оптимізація виявлення та виміру координат повітряних об'єктів в мережі систем спостереження повітряного простору.

### Основна частина

У цей час в автоматизованих системах системи контролю використання ПП основним джерелом динамічної інформації про повітряну обстановку є системи спостереження, обробка інформації яких і є основою для прийняття рішень. Процес збирання та обробки інформації з роками все в більшій мірі автоматизуються. Використовується велика кількість різноманітних технічних та програмно-технічних

засобів. Впроваджуються автоматизовані системи підтримки прийняття рішень.

Залежно від ступеня централізації системи обробки даних мережі систем спостереження (СС) можуть бути розділені на два класи:

- з розподіленою обробкою даних;
- з централізованою обробкою даних.

У мережах з розподіленою обробкою на кожній СС є ЕОМ, що виконує функції супроводу за даними цієї СС. Отримані траєкторії передаються в центр обробки даних, в якому формується єдина траєкторія руху кожного ПО.

Для централізованої архітектури характерне використання єдиного процесора даних, в який з кожної СС надходять позначки, а не траєкторії. Після обробки цих вимірів також формується єдина траєкторія для кожного ПО [4, 5].

Слід зауважити, що реалізація розподіленої архітектури пов'язана з меншими технічними задачами. Це обумовлено тим, що в розподіленій системі лише об'єднуються процесори даних окремих СС, а при створенні централізованої архітектури доводиться заново конструювати всю систему.

Крім того, при централізованій архітектурі більш високі вимоги пред'являються до ліній передачі даних, тому що по них передається інформація як про справжні, так і про хибні ПО (при розподіленій архітектурі передаються тільки справжні траєкторії). Однак у централізованих системах швидкість отримання відміток вище і, отже, вище точність супроводу ПО.

В інформаційних СС має місце жорстка послідовність обробки інформації за етапами [6,7]. Кожен етап має свій масштаб реального часу обробки, що дозволяє здійснювати їх автономну реалізацію. Основними, автономними за реалізацією, етапами обробки інформації є:

- обробки сигналів;
- первинної обробки інформації (ПОІ);
- вторинної обробки інформації (ВОІ).

Основним завданням обробки сигналів є:

➤ виявлення корисних (відбитих або випромінених ПО) сигналів. Задача виявлення корисних сигналів вирішується в пристроях післядетекторної обробки сигналів і складається у винесенні однозначного рішення: або сигнал є ( $x_i = 1$ ), або сигналу немає ( $x_i = 0$ ). Оптимальність рішення задачі виявлення сигналів розуміється, як правило, за критерієм Неймана-Пірсона, що зводиться до максимізації ймовірності правильного виявлення сигналів при обмеженнях на ймовірність хибного виявлення;

➤ вимір параметрів виявлених (прийнятих) сигналів. Операції оцінки параметрів сигналів у загальному випадку оптимізуються за критерієм мінімуму середнього ризику.

Сигнальний процесор визначає наявність або відсутність в прийнятому сигналі складової, обумовленої відображеннями від ПО. Крім того, він компенсує з сигнали, що заважають, обумовлені відображеннями від підстильної поверхні, метеоутворень, а також випромінюванням радіозасобів, джерел шумів і постановників завад. У процесорі здійснюється когерентна або (і) некогерентна обробка прийнятих сигналів, дискретизована за часом.

При когерентній обробці враховуються синфазна і квадратурна складові відеосигналу. Некогерентна обробка відбувається після усунення інформації про фазі сигналу в детекторі. Виявлення здійснюється шляхом порівняння відеосигналу на виході приймача із заданим пороговим рівнем; перевищення цього рівня розглядається як факт виявлення ПО.

Сигнальний процесор реалізується в поточно-му часі з використанням спеціалізованих апаратних засобів.

За результатами обробки сигналів приймається однозначне рішення про наявність сигналу з показниками ( $D_0, F_0$ ) та оцінюється параметри сигналу з відповідною матрицею точності.

Основним завданням первинної обробки інформації є:

Визначення (оцінка) миттєвого положення (координат) ПО у просторі за результатами одного огляду СС. У процесі цієї операції здійснюється виявлення ПО за пачкою відбитих (випромінених) сигналів, статистична оцінка часу затримки відбитих (випромінених) сигналів щодо моментів послідовності зондувальних сигналів (статистична оцінка дальності до ПО відносно точки розташування СС), а також статистична оцінка кутових координат ПО за кутовим положенням антени СС у момент проходження максимуму діаграми спрямованості через ПО. Точність оцінки координат у загальному випадку характеризується матрицею точності оцінки.

Основним завданням вторинної обробки даних:

➤ виявлення траєкторії ПО за сукупністю оцінок, отриманих у ряді послідовних оглядів СС. У

процесі цієї операції оцінюється приналежність декількох оцінок з різних періодів огляду СС одному ПО, приймається рішення про наявність або відсутність ПО, а також обчислюються початкові значення параметрів траєкторії виявленого ПО;

➤ спостереження за траєкторією ПО (супровід траєкторії). У процесі спостереження за траєкторією в кожному огляді відбираються нові оцінки для продовження траєкторії, уточнюються параметри траєкторій з урахуванням координат нових оцінок, а також згладжування й прогнозування (екстраполяція) координат.

При проходження інформації через зазначені етапи відбувається поступове розрізнення корисних і заважаючих сигналів в результаті поетапного процесу прийняття рішень. При обробці інформація послідовно приводиться до вигляду, що полегшує користувачеві прийняття рішень. Так, необроблений відеосигнал містить багато хибних складових, обумовлених відбитками. Пристрій виділення даних локалізує ПО, а процесор даних розпізнає ПО, визначає швидкість ПО та інші параметри.

При централізованій обробці ці етапи проводяться в різних пунктах обробки та реалізується, як правило, сигнальним процесором, пристроєм виділення даних та процесором даних.

Ця обставина значно ускладнює процес сумісної оптимізації обробки інформації СС, котрий, як відомо, складається з:

➤ оптимізації виявлення сигналів, ПО та траси ПО;

➤ оптимізації вимірювання стану ПО.

Задача виявлення сигналів, ПО та траси ПО складається у винесенні однозначного рішення: або сигнал, ПО чи траса ПО є ( $x_i = 1$ ), ( $x_j = 1$ ) та ( $x_l = 1$ ) відповідно або сигналу, ПО та траси ПО немає ( $x_i = 0$ ), ( $x_j = 0$ ) та ( $x_l = 0$ ) відповідно.

Оптимальність рішення задачі виявлення розуміється, як правило, за критерієм Неймана-Пірсона, що зводиться до максимізації ймовірності правильного виявлення сигналів, ПО та траси ПО при обмеженнях на ймовірність хибного виявлення.

Слід зазначити, що аналоговим порогом, управління котрим може здійснюватися оптимізація виявлення на всіх етапах обробки даних, є поріг виявлення сигналів. Ця обставина однозначно визначає, що тільки в системах з розподільчою обробкою інформації може здійснюватися сумісна оптимізація виявлення на всіх етапах обробки.

При оптимізації виміру координат та трас ПО повинно бути відомим матриці точності попередніх вимірювань. На жаль, відомі АСУ обробки інформації не передають ці матриці у складі формуляру ПО [1]. Це не дозволяє здійснити сумісну оптимізацію виміру стану ПО.

Наведене вище дозволяє сформувати структуру обробки даних спостереження ПП у вигляді структури, наведеної на рис. 1. Слід зазначити що:

➤  $z_0, k_1, k_2$  - аналоговий та цифрові пороги виявлення сигналів, ПО та траси ПО;

➤  $N, m$  – довжина пачки сигналів за якими приймається рішення про виявлення ПО та траси ПО;

➤  $\vec{w}, \vec{C}$  – вектор стану та матриця точності траси ПО.

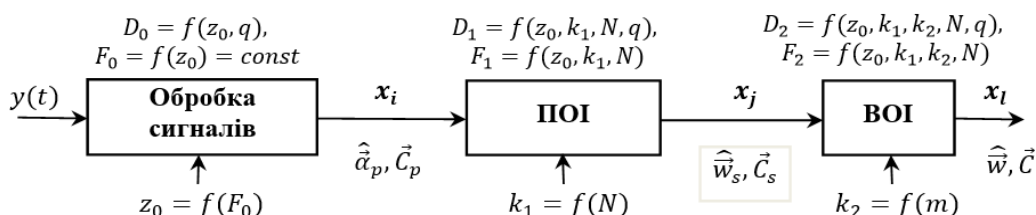


Рис.1. Загальна структура обробки даних

Структура обробки даних СС наочно показує що забезпечити сумісну оптимізацію обробки можливо тільки при розподіленій обробці інформації.

Дійсно, наведені на рис. 1 залежності показників якості виявлення сигналів, ПО та трас ПО показують, що управляються вони тільки регулюванням аналогового порогу виявлення сигналів.

## Висновки

Сумісна оптимізація етапів обробки даних мережі СС можливе тільки при розподіленій обробці інформації.

Величина аналогового порогу виявлення сигналів використовується в якості параметру при сумісній оптимізації обробки даних спостереження.

Для оптимізації виміру стану ПО повинні передаватися, у складі формуляру ПО, матриці точності виміру параметрів сигналу та координат ПО попередніх етапів обробки інформації.

## Список літератури

1. Автоматизированные системы управления воздушным движением: новые информационные технологии

в авиации / Под ред. С.Г. Пятко и А.И. Краснова. – СПб.: Политехника, 2004. – 446 с.

2. Агаджанов П.А. Автоматизация самолетовождения и управления воздушным движением / П.А. Агаджанов, В.Г. Воробьев, А.А. Кузнецов. – М.: Транспорт, 1980. – 342 с.

3. Грачев В.В. Радиотехнические средства управления воздушным движением / В.В. Грачев, В.М. Кейн. – М.: Транспорт, 1975. – 237 с.

4. Фарина А. Цифровая обработка радиолокационной информации / А. Фарина, Ф. Студер. – М.: Радио и связь, 1993. – 319 с.

5. Lok J.J.  $C^2$  for the air warrior // Jane's International Defense Review. – October 1999. – V. 2. – P. 53-59.

6. 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.

7. Обод І.І. Інформаційна мережа систем спостереження повітряного простору / І.І. Обод, О.О. Стрельницький, В.А. Андрусевич. – Х.: ХНУРЕ, 2015. – 270 с.

Надійшла до редколегії 19.01.2016

Рецензент: д-р техн. наук, проф. О.А. Серков, Національний технічний університет «ХПІ», Харків.

## ОПТИМИЗАЦИЯ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ В СЕТЯХ СИСТЕМ НАБЛЮДЕНИЯ ВОЗДУШНОГО ПРОСТРАНСТВА

И.И. Обод, А.А. Стрельницкий, А.Э. Заволодько, В.А. Андрусевич

В статье, на основе рассмотрения процедур, которые выполняются на этапах обработки данных систем наблюдения воздушного пространства, показано, что оптимизировать выявление и измерение координат воздушных объектов возможно только при распределенной обработке информации в сетях систем наблюдения, а величина аналогового порога обнаружения сигналов используется в качестве параметра при совместной оптимизации обработки данных наблюдения.

**Ключевые слова:** оптимизация обработки данных, системы наблюдения, воздушные объекты.

## OPTIMIZATION OF PROCESSING DATA NETWORKS OF AIR SPACE SURVEILLANCE

I.I. Obad, A.A. Strelnickiy, G.E. Zavalodko, V.A. Andrysevich

The article, based on the review procedures, which are performed on the stages of data processing systems, surveillance of the airspace, it is shown that optimize the detection and measurement of the coordinates of air objects is possible only when the distributed processing of information in networks surveillance systems, and the analog signal detection threshold value is used as a parameter with the joint optimization of the processing of surveillance data.

**Keywords:** optimization of data, surveillance systems, aircraft objects.