

УДК 004.045:621.396.96

О.О. Стрельницький¹, Г.Е. Заволодько², В.А. Андрусевич¹¹ Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків² Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», Харків

ІНФОРМАЦІЙНА МОДЕЛЬ ЛОКАЛЬНОЇ СИСТЕМИ СПОСТЕРЕЖЕННЯ ПОВІТРЯНОГО ПРОСТОРУ

У статті запропонована інформаційна модель локальної системи спостереження повітряного простору в складі первинної та ідентифікаційної систем. Дано характеристику основних завдань систем обробки інформації систем спостереження, етапів та процесу обробки інформації в локальних системах спостереження.

Ключові слова: інформаційна модель, локальна система спостереження.

Вступ

Постановка проблеми й аналіз літератури.

Особливістю системи контролю повітряного простору (ПП) України є її цивільно-військовий статус. 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. Рішення приймає особа на основі аналізу відповідним чином підготовленої інформації про стан повітряної обстановки. Правильне рішення може бути прийнятим лише тоді, коли є досить повна, точна, достовірна й безперервна інформація про повітряну обстановку в зоні управління. Отже, якість прийняття рішень визначається якістю й складом інформації, на основі якої особа приймає рішення.

У цей час, в автоматизованих системах 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.

Ефективне виконання всіх призначених у системі контролю ПП функцій залежить від ефективності протікання інформаційних процесів та міри їхньої захищеності.

Мета роботи – аналіз інформаційної моделі локальної системи спостереження повітряного простору.

Основна частина

Спостереження визначається як спосіб своєчасного виявлення ПО та визначення їхнього місцезнаходження (а за потреби й отримання додаткової

інформації, що стосується ПО), і своєчасного надання цієї інформації користувачам, щоб забезпечити підтримку безпечного управління, виходячи з визначеної сфери інтересів. У більшості випадків, система спостереження дає користувачеві інформацію про те, "хто" знаходиться "де" і "коли". Мінімальним критерієм СС є надання інформації про ПО у встановлений час.

Для системи контролю ПП основним видом спостереження є незалежне некооперативне на основі локальної мережі спостереження в складі первинної СС та системи ідентифікації за ознакою «свій-чужий». Дійсно, первинна СС надає дані про місцезнаходження ПО, тобто відповідає на запитання «де», а система ідентифікації відповідає на запитання «хто».

Локальну СС можна розглядати у вигляді «чорного ящика», який приймає сирі дані від джерел спостереження, а видає оброблені дані, придатні для застосування в додатках спостереження користувачів.

Виходячи з вищезазначеного інформаційну модель локальної системи спостереження ПП можливо зобразити у вигляді, наведеному на рис. 1. Інформаційна модель відображає взаємодію інфраструктури обміну даними спостереження з модулями наземних приймальних та передавальних частин СС. Вона має дистанційну та локальні підсистеми спостереження (ПС).

СС складається з декількох частин, які повинні працювати відповідно до вимог конкретного застосування. Ні джерело даних, ні користувач даних не є частинами СС.

Система спостереження є інтерфейсом, вона зазвичай передбачає деяку обробку даних. По входу інтерфейс-система з'єднується з датчиком спостереження (наприклад, первинна СС), а по виходу – зі споживачем даних спостереження (це може бути відповідач, мовна система, диспетчер). При трансляції інформації між входом і виходом відбувається відповідна її обробка.

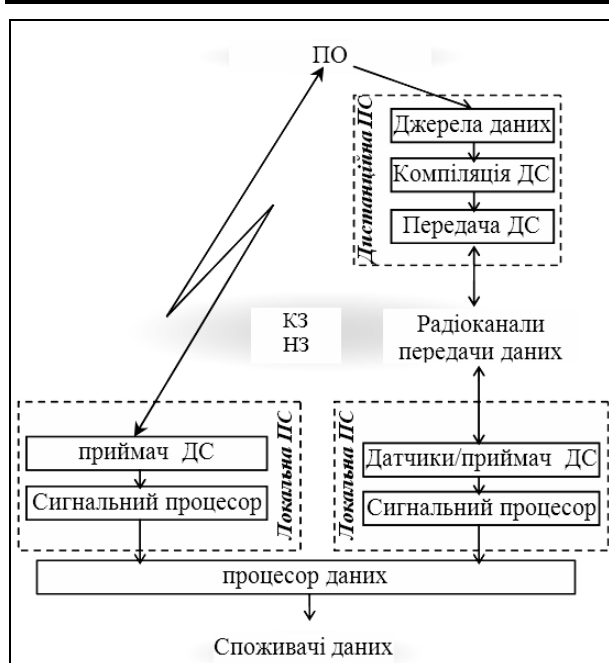


Рис. 1. Інформаційна модель локальної СС

Передача сигналів у СС здійснюється радіоканалами, що передбачає присутність корельованих (КЗ) та некорельованих (НЗ) завад. Наявність завад посилює вимоги до обробки інформації СС. Обробка інформації СС – процес приведення інформації, що отримується від СС, у придатний для подальшої передачі користувачам вид. У цей час обробка інформації СС неможлива без широкого використання інформаційних технологій, що дозволяє реалізувати автоматичний збір, обробку, зберігання, передачу й видачу інформації споживачам, підвищуючи при цьому практично всі показники якості.

Система обробки інформації СС безпосередньо пов'язана із джерелами сигналів і забезпечує рішення наступних завдань:

- виявлення корисних сигналів, прийнятих від ПО, і відсіювання завад;
- визначення параметрів прийнятих сигналів;
- виявлення повітряних об'єктів;
- вимір координат і параметрів руху повітряних об'єктів;
- одержання польотної інформації з борта повітряного об'єкта;
- ідентифікація повітряного об'єкта за ознакою «свій-чужий»;
- «зав'язки» відбитих сигналів у траєкторії й визначення параметрів цих траєкторій;
- обчислення згладжених і випереджених на деякий відрізок часу координат повітряних об'єктів;
- формування узагальненої повітряної обстановки в зоні управління від декількох джерел.

Рішення перерахованих задач призводить до різноманіття функцій, що виконуються системою, пов'язаних із поетапною обробкою великих потоків

інформації. На кожному етапі обробки виконуються певні операції над вхідними сигналами окремими пристроями різної складності. Система обробки може бути представлена як сукупність елементарних підсистем зі складними взаємозв'язками. Складність системи обробки не дозволяє проводити формалізацію й аналіз її роботи в цілому, тому доводиться попередньо розбивати систему на елементи, і вивчати їхнє функціонування. У зв'язку із цим, доцільно, щоб елементи системи обробки мали чітко виражене призначення, а також те, що їх можна було б описати з досить загальних математичних позицій. Такий підхід дозволяє процес обробки інформації СС повітряного простору розділити на наступні функціонально закінчені етапи:

- первинна обробка інформації;
- вторинна обробка інформації;
- третинна обробка інформації.

Як правило, у СС проводиться первинна обробка інформації, тобто визначаються координати ПО. Вторинна та третинна обробка інформації здійснюється в центрах обробки інформації. Це унеможливує проведення оптимізації обробки інформації на всіх етапах обробки - що є суттєвим недоліком такої структури обробки інформації.

Таким чином, кожний канал локальної СС має сигнальний процесор, у якому здійснюється первинна обробка інформації СС. Суть першого етапу полягає у формуванні формуляра ПО, що вимагає інформацію від первинної й ідентифікаційної СС. Для рішення задач процес обробки інформації в локальній СС можна розділити на наступні функціонально закінчені операції:

- виявлення корисних (відбитих або випромєнених ПО) сигналів. Задача – виявлення корисних сигналів складається у винесенні однозначного рішення: або сигнал є, або сигналу немає. Оптимальність рішення задачі виявлення сигналів розуміється, як правило, за критерієм Неймана-Пірсона;
- вимір параметрів виявлених (прийнятих) сигналів. Операції оцінки параметрів сигналів у загальному випадку оптимізуються за критерієм мінімуму середнього ризику;
- визначення (оцінка) миттєвого положення (координат) ПО в просторі за результатами одного огляду. У процесі цієї операції здійснюється виявлення ПО за пачкою відбитих (випромєнених) сигналів, а також статистична оцінка часу затримки відбитих (випромєнених) сигналів, щодо моментів посилок 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. Оптимальна оцінка параметра – максимальне наближення оцінки до дійсного значення оцінюва-

ного параметра (тобто мінімізація помилок оцінки). Точність оцінки координат, що в загальному випадку характеризується кореляційною матрицею погрешності оцінки, а в найпростішому випадку дисперсією погрешності оцінки;

– декодування польотної (бортової) інформації ПО, отриманої за каналом відповіді запитальної системи спостереження.

Таким чином, при формуванні інформації про виявлення ПО з виходу вимірювача координат ПО кожного каналу локальної системи спостереження видається оцінка вектора вимірювання координат $\hat{\alpha}_i$, котра характеризується кореляційною матрицею похибок \bar{C}_i^{-1} .

Закінчується первинна обробка інформації формуванням формуляру ПО тобто:

$$\hat{W}_p; \bar{C}_p^{-1}; \text{"свій - чужий"}; T_1,$$

який включає:

\hat{W}_p – поточний вектор стану ПО,

\bar{C}_p – матриця точності,

T_1 – час отримання даного вимірювання.

При цьому слід зазначити, що поточний вектор стану ПО з відповідною матрицею точності складений на основі виміру координат ПО первинною СС. Швидкість руху повітряного об'єкту, як правило, не оцінюється за результатом обробки сигналів, що приймаються. Однак слід зазначити, що за ПО з ознакою «свій» швидкість може бути отримана за запитальною СС та наявністю потрібного літакового відповідача.

Складання повного формуляру повітряного об'єкту на основі інформації первинної й вторинної системи спостереження шляхом порівняння координатної інформації зазначених систем спостереження здійснюється, як правило, процесором даних.

Проведемо оцінку інформаційної ємності каналу передачі інформації локальної системи спостереження. Для цього скористаємося складом та довжиною повідомлень при автоматичному залежному

спостереженні. У цьому разі вектор стану має 48 біт, матриця точності – 48 біт, інформація ідентифікації – 24 біт, час – 15 біт. Таким чином, інформаційний пакет одного повітряного об'єкту може складати 111 чи 135 біт.

Щоб мати можливість ототожнювати повідомлення, які ідентифікують один і той же повітряний об'єкт, але надходять до відповідного вузла різними маршрутами, а отже в різні моменти часу, потрібна розвинена система управління в часі.

Висновки

Подальший розвиток систем контролю ПП буде характеризуватись високим рівнем автоматизації процесів, глибокою інтеграцією ІТ-додатків, збільшенням складності ІТ-продуктів і зростанням обсягів їх упровадження в зазначену систему. Без широкого використання інформаційних технологій неможливо оптимізувати обробку інформації системи спостереження та забезпечити надійне інформаційне забезпечення користувачів.

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. Фарина А. Цифровая обработка радиолокационной информации / А. Фарина, Ф. Студер. – М.: Радио и связь, 1993. – 319 с.
3. Lok J.J. C^2 for the air warrior / J.J. Lok // *Jane's International Defense Review*. – October 1999. – V.2. – P. 53-59.
4. 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.
5. 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 13.11.2015

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

ИНФОРМАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ЛОКАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ НАБЛЮДЕНИЯ ВОЗДУШНОГО ПРОСТРАНСТВА

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

В статье предложена информационная модель локальной системы наблюдения воздушного пространства в составе первичной и идентификационной систем. Дано характеристику основных задач систем обработки информации систем наблюдения, этапов и процесса обработки информации в локальных системах наблюдения.

Ключевые слова: информационная модель, локальная система наблюдения.

LOCAL INFORMATION MODEL AIR MONITORING SYSTEMS SPACE

A. A. Strelnickiy, G. E. Zavolodko, V. A. Andrysevich

In the article the information model of local airspace surveillance system as part of the primary and identification systems. Given the characteristics of the main tasks of information processing systems of surveillance systems, stages and information processing in the local systems of observation.

Keywords: information model, the local system monitoring.