

Міністерство освіти і науки України
Одеська національна академія зв'язку ім. О.С. Попова

**Восьма міжнародна
науково-практична конференція**
**“ІНФОКОМУНІКАЦІЇ – СУЧАСНІСТЬ
ТА МАЙБУТНЄ”**

14-16 листопада 2018 року

Збірник тез

Частина 3

Одеса
ОНАЗ
2018

Заволодъко Г.Е.
 НТУ "ХПІ"
ann.zavolodko@gmail.com
 Мальцев О.С.
 ХНУРЕ
aleksandr.maltsev@nure.ua
 Павлова Д.Б.
 НТУ "ХПІ"
d_rics@nure.ua

ОПТИМІЗАЦІЯ ОБРОБКИ ДАНИХ КООПЕРАТИВНИХ СИСТЕМ СПОСТЕРЕЖЕННЯ ПОВІТРЯНОГО ПРОСТОРУ

Анотація. Надається оцінка якості інформаційного забезпечення споживачів системою спостереження повітряного простору у складі первинної та двох кооперативних систем при модернізованій структурі обробки даних кооперативних систем спостереження. Показано, що завдяки проведенню міжперіодної обробки даних кооперативних систем спостереження до декодування сигналів відповіді вдається підвищити якість інформаційного забезпечення користувачів та зменшити вплив коефіцієнта готовності літакових відповідачів кооперативних систем спостереження на якість інформаційного забезпечення.

Основними елементами процедури контролю повітряного простору (ПП) є аналіз повітряної обстановки і прийняття рішень. 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 керування. Отже, якість прийняття рішень визначаються якістю й складом інформації, на основі якої особа приймає рішення [1, 2].

Підвищення якості інформаційного забезпечення (ІЗ) користувачів системи контролю ПП не є можливим без використання інформаційних технологій (ІТ) у процесі отримання, збору, обробки, збереження й розповсюдження аеронавігаційних даних. Природна еволюція призводить до об'єднання систем спостереження (СС) чи інших датчиків інформації, розосереджених на певній ділянці контрольованого простору, в інформаційну мережу [1]. Основним джерелом інформації про повітряну обстановку у системі контролю використання ПП є системи спостереження (СС), які розділяються на первинні та кооперативні (до яких входять вторинна та ідентифікаційна СС) [1, 2]. При цьому слід зазначити, що ведучою є первинна СС. Інформація кооперативних СС використовується при формуванні формуляру повітряного об'єкта (ПО) на етапі первинної обробки даних.

Розширення можливостей використання повітряного простору країни для польотів ПО можливо шляхом підвищення ступеня технічної оснащеності сучасними засобами повітряного й наземного зв'язку, спостереження й автоматизації управління повітряним рухом, що відповідають вимогам глобальної експлуатаційної концепції організації повітряного руху Міжнародної організації цивільної авіації, так і широким використанням ІТ про отриманні, обробці, збереженні та передачі інформації. Підвищення якості ІЗ можливо досягти зміною алгоритмів та структури обробки даних СС за рахунок широкого використання ІТ.

Як правило, для складання повного формуляра ПО необхідна інформація від первинної, вторинної та ідентифікаційної СС [3, 4]. Дві останні СС відносяться до кооперативних СС і зміна алгоритмів чи структури обробки даних котрих може підвищити якість ІЗ користувачів системи контролю ПП.

Широке використання інформаційних технологій з етапу первинної обробки даних посилює задачу сумісної оптимізації обробки даних на подальших етапах обробки і, як показано у [5], дозволяє сформувати структуру та ввести інтегральний показник якості (ІПЯ) (ІЗ) користувачів. Розглянемо можливість підвищення якості ІЗ за рахунок зміни структури обробки даних кооперативних СС.

Як показано у [5], ІПЯ ІЗ при використанні ІТ з етапу первинної обробки даних може бути ймовірність ІЗ, яка може бути записана як

$$P_{inf} = D_{11}, D_{12}, D_{13}, P_{per}, P_{obe}, P_{por1}, P_{por2},$$

де D_{1i} - імовірності правильного виявлення ПО кожною СС; P_{obe} - імовірність правильної передачі польотних даних вторинною СС; P_{obe} - імовірність об'єднання координатних та польотних даних вторинної СС; P_{por1} - імовірність порівняння координатних даних первинної та вторинної СС; P_{por2} - імовірність порівняння координатних даних первинної та ідентифікаційної СС.

Імовірності правильного виявлення ПО кожним каналом СС, що розглядається, $P_i = D_{1i}$, є функціями

$$D_{1i} = f(D_{0i}, F_{0i}, C_i, P_0) = f(q_{0i}, z_{0i}, C_i, P_0),$$

де $z_0(C)$ - аналоговий (цифровий) поріг виявлення сигналу (ПО), q_{0i} - відношення сигнал/шум у каналі обробки; P_0 - коефіцієнт готовності (КГ) відповідача ПО, що є характерним для вторинної та ідентифікаційної СС.

Таким чином структура ІЗ користувачів на базі первинної обробки даних СС, включає канали первинної та кооперативних СС. Для складання формуляру ПО у кожному каналі СС повинно бути здійснено:

- виявлення сигналів та вимірювання їх параметрів;
- виявлення ПО та вимір їх координат.

Крім того вторинною СС повинні бути прийняті та оброблені польотні дані. Також повинні мати місце пристрої порівняння та поєднання даних.

Розглянемо можливості підвищення якості ІЗ користувачів на основі оптимізації обробки даних кооперативних СС. Існуючі кооперативні СС побудовані за принципом несинхронної мережі, обслуговування першого правильно прийнятого сигналу запиту (СЗ) і відкритої одноканальної системи масового обслуговування з відмовами [3]. Така побудова останніх відкриває широкі можливості зацікавленій стороні у несанкціонованому використанні відповідачів цих систем для дальнього виявлення ПО, а також для повної паралізації відповідачів шляхом постановки корельованих завад необхідної інтенсивності. При роботі відповідача тільки в полі дії багатьох кооперативних СС, що створюють внутрішньосистемні завади, коефіцієнт готовності (КГ) відповідача завжди менше одиниці.

На вхід кооперативної СС можуть надходити флуктуаційні й імпульсні (хаотичні, внутрішньосистемні і т.д.) завади. У існуючих кооперативних СС реалізовано квазіоптимальну структуру обробки СВ, яка включає: аналоговий пороговий пристрій та дешифратор (виявлювач СС) та виявлювач ПО на основі міжперіодної обробки (МО) пачки виявлених СВ. Проведемо зміну структури обробки СВ у якій спочатку виконаємо МО СВ, а після - декодування СВ та обчислимо вплив такої обробки на імовірність ІЗ.

Будемо враховувати, що у пристрої МО використовується логіка k/N , для виконання якої необхідна наявність імпульсів СВ на одних і тих же ділянках дальності в k із N запитів, тобто k виступає в якості цифрового порога, а у дешифраторі застосовується цілочисленна логіка n/n , для виконання якої необхідна наявність всіх імпульсів у СВ.

Можливо показати, що для існуючої структури обробки СВ імовірність виявлення ПО визначається як

$$D_1 = \sum_{i=k}^N C_N^k (P_0 D_{01})^k (1 - P_0 D_{01})^{N-k}, \tag{1}$$

де D_{01} - імовірність виявлення одиночного імпульсу СВ.

Для запропонованої структури обробки СВ імовірність виявлення СВ на виході пристрою МО визначається як

$$D_1 = \sum_{i=k}^N C_N^i P_0^i (1-P_0)^{N-i} \sum_{l=k-i}^N C_{N-i}^l D_{01}^{N-l-i} (1-D_{01})^{N-l-i},$$

а імовірність виявлення ПО як

$$D_2 = \sum_{i=k}^N C_N^i P_0^i (1-P_0)^{N-i} \left[\sum_{l=k-i}^N C_{N-i}^l D_{01}^{N-l-i} (1-D_{01})^{N-l-i} \right]^n. \quad (2)$$

Оцінимо вплив флукуаційної завади у каналі відповіді та КГ літакового відповідача на ймовірність ІЗ користувачів на етапі первинної обробки інформації СС.

Розрахунки імовірності інформаційного забезпечення користувачів СС при виявленні та виміри координат ПО на основі аналізу усієї пачки отриманих сигналів, різних КГ (P_0) літакових відповідачів та різних відношень сигнал/шум $q_{zap} = kq_{per}$ кооперативних та первинних СС наведено на рис.1-2. При цьому безперервна крива відповідає ІЗ, котре забезпечує існуюча структура обробки СВ кооперативних СС, а штрих-пунктирна – при модернізованому варіанті структури обробки СВ.

P_{inf}

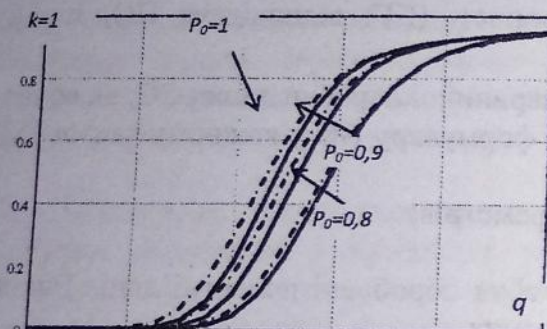


Рисунок 1 – Залежність $P_{inf} = f(k, P_0, q)$

P_{inf}

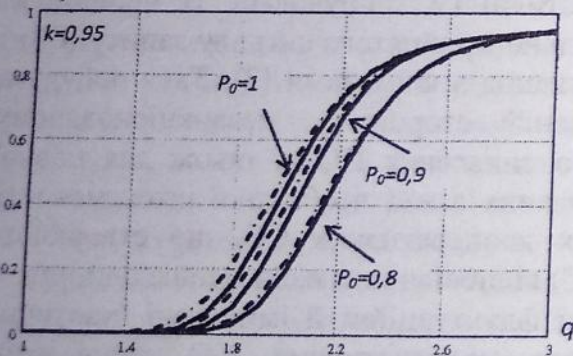


Рисунок 2 – Залежність $P_{inf} = f(k, P_0, q)$

Висновки. Наведені розрахунки ІЗ користувачів дозволяють зробити наступні висновки:

- модернізована структура обробки даних кооперативних СС дозволяє підвищити якість ІЗ користувачів системи контролю ПП;
- модернізована структура обробки даних кооперативних СС дозволяє зменшити вплив КГ ЛВ на якість ІЗ;
- мають місце і певні межі як КГ ЛВ, так і різниці у відношенні сигнал/шум для первинної та кооперативних СС при перевищенні яких ефекту від модернізації структури обробки СВ не має.

Останній висновок потребує висловувати вимоги до КГ ЛВ та різниці у відношенні сигнал/шум, для яких можливо використання даної структури обробки, а у супротивному випадку – структури, яка є у існуючих СС.

Література

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. Обод І.І. Обробка даних систем спостереження повітряного простору / І.І.Обод, Г.Е.Заволодько. - Харків.: НТУ "ХПІ", 2016. - 281 с.
5. Обод І.І. Структура та показники якості обробки інформації систем спостереження повітряного простору / І.І.Обод, Г.Е.Заволодько. // Системи обробки інформації: Збірник наукових праць. - Вип. 8(98). - Х.: ХУПС. -2011. - С. 106-109.