

# Зв'язок, радіотехніка, радіолокація, акустика та навігація

УДК 621.396.967.2

В.А. Андрусевич

Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків

## ОПТИМІЗАЦІЯ СТРУКТУРИ ОБРОБКИ СИГНАЛІВ ВІДПОВІДІ ЗАПИТАЛЬНИХ СИСТЕМ СПОСТЕРЕЖЕННЯ ПОВІТРЯНОГО ПРОСТОРУ

У статті наводиться оцінка якості інформаційного забезпечення споживачів системою спостереження повітряного простору у складі первинної, вторинної та ідентифікаційної при модернізованій структурі обробки сигналів відповіді запитальних систем спостереження. Показано, що завдяки проведенню міжперіодної обробки сигналів відповіді до декодування сигналів відповіді вдається підвищити якість інформаційного забезпечення користувачів та зменшити вплив коефіцієнта готовності літакових відповідачів на якість інформаційного забезпечення.

**Ключові слова:** інформаційне забезпечення, системи спостереження, сигнали відповіді.

### Вступ

#### Постановка проблеми й аналіз літератури.

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

Розширення можливостей використання повітряного простору країни для польотів ПО можливо шляхом підвищення як 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 отримані, обробці, збереженні та передачі інформації. Підвищення якості інформаційного забезпечення (ІЗ) можливо досягти зміною алгоритмів та структури обробки сигналів за рахунок використання ІТ.

Як правило, для складання повного формуляру ПО необхідна інформація від первинної, вторинної та ідентифікаційної СС [3, 4]. Дві останні СС відносяться до запитальних СС і зміна алгоритмів чи структури обробки сигналів котрих може підвищити якість інформаційного забезпечення користувачів інформації.

Широке використання інформаційних технологій з етапу первинної обробки інформації посилює задачу сумісної оптимізації обробки інформації на подальших етапах обробки і, як показано у [5], дозволяє сформувати структуру та ввести інтегральний показник якості (ПЯ) інформаційного забезпечення користувачів.

Розглянемо можливість підвищення якості ІЗ за рахунок зміни структури обробки сигналів відповіді (СВ) запитальних СС.

**Мета роботи.** Оцінка можливості підвищення якості ІЗ користувачів на основі зміни структури обробки СС у запитальних системах спостереження.

### Основна частина

Як показано у [5], ПЯ ІЗ при використанні ІТ з етапу ПОІ може бути ймовірність ІЗ, яка може бути записана як

$$P_{\text{inf}} = D_{11} \cdot D_{12} \cdot D_{13} \cdot P_{\text{per}} \cdot P_{\text{obe}} \cdot P_{\text{por1}} \cdot P_{\text{por2}}$$

де  $D_{1i}$  – ймовірності правильного виявлення ПО кожною СС;  $P_{\text{obe}}$  – ймовірність правильної передачі ПІ вторинною СС;  $P_{\text{obe}}$  – ймовірність об'єднання координатної та польотної інформації вторинної СС;  $P_{\text{por1}}$  – ймовірність порівняння координатної інформації первинної та вторинної СС;  $P_{\text{por2}}$  – ймовірність порівняння координатної інформації первинної та ідентифікаційної СС.

Ймовірності правильного виявлення ПО кожним каналом сумісної системи спостереження  $P_i = D_{1i}$ , є функціями

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

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

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

– виявлення та вимірювання параметрів виявлених сигналів;

– виявлення та вимір координат виявлених ПО.

Крім того вторинною СС повинна бути прийнята та оброблена ПІ. Також повинні матися пристрої порівняння та поєднання інформації.

Розглянемо можливості підвищення якості ІЗ користувачів на основі оптимізації обробки запитальних СС.

Існуючі запитальні СС побудовані за принципом несинхронної мережі, обслуговування першого правильно прийнятого сигналу запиту (СЗ) і відкритої системи масового обслуговування з відмовами [3].

Така побудова останніх відкриває широкі можливості зацікавленій стороні у несанкціонованому використанню відповідачів цих систем для дальнього виявлення ПО, а також для повної паралізації шляхом постановки корельованих завад необхідної інтенсивності. При роботі відповідача тільки в полі дії багатьох запитальних СС, що створюють внутрішньосистемні завади, КГ відповідача завжди менше одиниці.

На вхід запитальної СС можуть надходити флукуційні і імпульсні (хаотичні, внутрішньосистемні і т.д.) завади. У існуючих запитальних СС реалізована квазіоптимальна структура обробки СВ, яка включає:

аналоговий пороговий пристрій;

дешифратор (виявлювач СС);

виявлювач ПО на основі міжперіодної обробки (МО) пачки виявлених СВ.

Проведемо зміну структури обробки СВ у який 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 порогу, 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 таким чином:

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

де  $D_{01}$  – імовірність виявлення одиночного імпульсу СВ.

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

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

а імовірність виявлення ПО як

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

Оцінимо вплив флукуційної 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 вимірі координат ПО на основі аналізу усієї пачки отриманих сигналів, різних КГ ( $P_0$ ) літакових відповідачів та різних відношень сигнал/шум

$$q_{zap} = kq_{per}$$

запитальних та первинних СС наведені на рис. 1 – 4.

При цьому безперервна крива відповідає ІЗ, котре забезпечує існуюча структура обробки СВ запитальних систем спостереження, а штрих-пунктирна – при модернізованому варіанті структури обробки СВ.

## Висновки

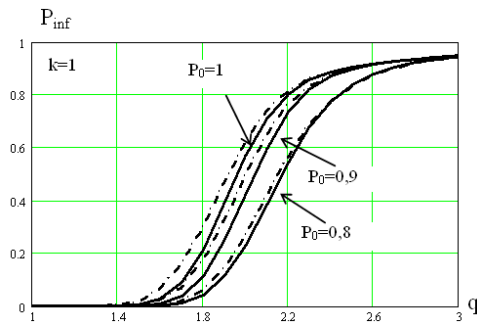
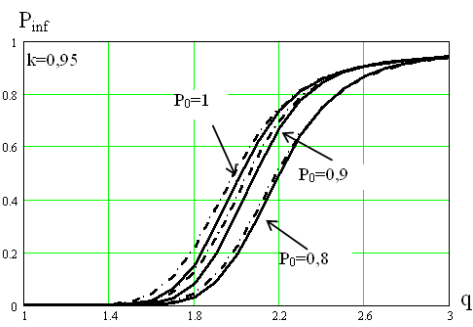
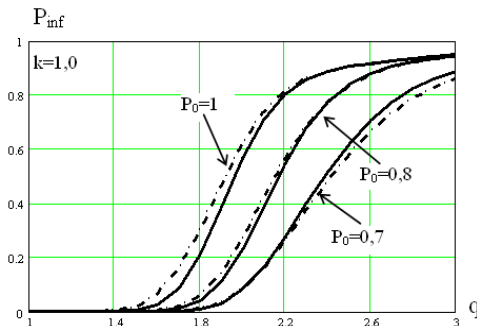
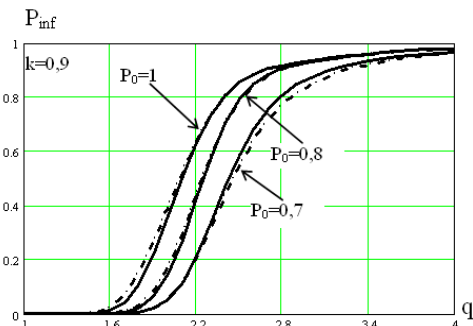
Наведені розрахунки ІЗ користувачів дозволяють зробити наступні висновки:

– модернізована структура обробки СВ запитальних систем спостереження дозволяє підвищити якість ІЗ користувачів;

– модернізована структура обробки СВ запитальних СС дозволяє зменшити вплив КГ ЛВ на якість ІЗ;

– маються певні межі як КГ ЛВ так і різниці у відношенні сигнал/шум для первинної та запитальних систем спостереження при перевищенні котрих ефекту від модернізації структури обробки СВ не мається.

Останній висновок потребує накладати вимоги до КГ ЛВ та різниці у відношенні сигнал/шум при котрих можливо використання даної структури обробки, а у супротивному випадку – структури яка мається у існуючих СС.

Рис. 1. Залежність  $P_{inf} = f(k, P_0, q)$ Рис. 2. Залежність  $P_{inf} = f(k, P_0, q)$ Рис. 3. Залежність  $P_{inf} = f(k, P_0, q)$ Рис. 4. Залежність  $P_{inf} = f(k, P_0, q)$ 

## 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. 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. Комплексне інформаційне забезпечення систем управління польотами авіації та протиповітряної оборони // В.В. Ткачев, Ю.Г. Даник, С.А. Жуков, І.І. Обод, І.О. Романенко. – К.: МОУ, 2004. – 342 с.

5. Обод І.І. Структура та показники якості обробки інформації систем спостереження повітряного простору / І.І. Обод, О.О. Стрельницький, В.А. Андрусевич // Системи обробки інформації. – Х.: ХУПС. – 2013. – Вип. 8(115). – С. 80-83.
6. Обод І.І. Структура та показники якості обробки інформації систем спостереження повітряного простору / І.І. Обод, О.О. Стрельницький, В.А. Андрусевич // Системи обробки інформації. – Х.: ХУПС, 2014. – Вип. 1(115). – С. 80-83.

Надійшла до редколегії 13.01.2014

Рецензент: д-р техн. наук, проф. І.І. Обод, Національний технічний університет «ХПІ», Харків.

## ОПТИМИЗАЦИЯ СТРУКТУРЫ ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ ОТВЕТА ЗАПРОСНЫХ СИСТЕМ НАБЛЮДЕНИЯ ВОЗДУШНОГО ПРОСТРАНСТВА

В.А. Андрусевич

В статье приводится оценка качества информационного обеспечения потребителей системой наблюдения воздушного пространства в составе первичной, вторичной и идентификационной при модернизированной структуре обработки ответных сигналов запросных систем наблюдения. Показано, что благодаря проведению межпериодной обработки ответных сигналов к декодированию сигналов ответа удается повысить качество информационного обеспечения пользователей и уменьшить влияние коэффициента готовности самолетных ответчиков на качество информационного обеспечения.

**Ключевые слова:** информационное обеспечение, системы наблюдения, сигналы ответа.

## STRUCTURE OPTIMIZATION SIGNAL PROCESSING SYSTEMS FOR MONITORING RESPONSE INTERROGATION AIRSPACE

V.A. Andrysevich

The article provides a comparative analysis of the detection of air quality facilities request system for monitoring the implementation of mezhperiodnoy treatment response signals before or after decryption with the latest availability factor in the defendant's action in the channel response fluctuation and impulse noise. It is shown that the use of pre-processing mezhperiodnoy response signals is preferred.

**Keywords:** provision of information, monitoring system response signals.