

УДК 621.396.96

Ткач М. Г., аспірант

Науковий керівник: Свид І. В., к.т.н., доцент

Харківський національний університет радіоелектроніки, м. Харків, Україна

ОПТИМІЗАЦІЯ ОБРОБКИ ІНФОРМАЦІЇ СУМІСНИХ СИСТЕМ СПОСТЕРЕЖЕННЯ ПОВІТРЯНОГО ПРОСТОРУ

Основними елементами процедури контролю повітряного простору (ПП) 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].

Основним джерелом інформації про повітряну обстановку в системі контролю ПП є системи спостереження (СС), які розділяються на первинні та кооперативні [3–5]. При цьому слід зазначити, що основною є первинна СС. Інформація кооперативних СС використовується при формуванні формуляру повітряного об'єкту (ПО) на етапі первинної обробки інформації.

Широке використання інформаційних технологій (ІТ) з етапу первинної обробки інформації посилює задачу сумісної оптимізації обробки інформації на подальших етапах обробки і, як показано у [4], дозволяє сформувати структуру та ввести інтегральний показник якості (ІПЯ) інформаційного забезпечення (ІЗ) користувачів. Розглянемо можливість підвищення якості ІЗ за рахунок зміни структури обробки інформації кооперативних СС.

Як показано у [4], ІПЯ ІЗ при використанні ІТ з етапу первинної обробки інформації може бути ймовірність ІЗ, який може бути записаний як

$$P_{\text{inf}} = D_{11}, D_{12}, P_{\text{per}}, P_{\text{obe}}, P_{\text{por}},$$

де D_{1i} - імовірності правильного виявлення ПО кожною СС, P_{per} - імовірність правильної передачі польотних інформації кооперативною СС, P_{obe} - імовірність об'єднання координатної та польотної інформації кооперативної СС, P_{por} - імовірність порівняння координатної інформації первинної та кооперативної СС.

Імовірності правильного виявлення ПО кожним каналом сумісної СС 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 с/ш у каналі обробки, P_0 - коефіцієнт готовності (КГ) відповідача ПО, що є характерним для кооперативної СС.

Таким чином структура ІЗ користувачів на базі первинної обробки інформації СС, включає канали первинної та кооперативної СС. Для складання формуляру ПО у кожному каналі СС повинно бути здійснено: виявлення сигналів та вимірювання їх параметрів; виявлення ПО та вимір їх координат.

Також кооперативною СС повинні бути прийняті та оброблені польотні дані. Та необхідно виконати операцію порівняння та поєднання інформації.

Розглянемо можливості підвищення якості ІЗ користувачів на основі оптимізації обробки інформації кооперативних СС. Існуючі кооперативні СС побудовані за принципом несинхронної мережі, обслуговування першого правильно прийнятого сигналу запиту (СЗ) і відкритої одноканальної системи масового обслуговування (СМО) з відмовами [4, 5].

При роботі відповідача тільки на фоні дії багатьох кооперативних СС, що створюють внутрісистемні завади, коефіцієнт готовності (КГ) відповідача завжди менше одиниці.

На вхід кооперативної СС можуть надходити флуктуаційні та імпульсні (хаотичні, внутрісистемні й т.п.) завади. В існуючих кооперативних СС реалізована квазіоптимальна структура обробки сигналу відповіді (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 $k/N = 5/6$, 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 цілочислена логіка n/n , для виконання якої необхідна наявність всіх імпульсів у СВ.

Тоді для існуючої структури обробки СВ імовірність виявлення ПО визначається як

$$D = \sum_{i=k}^N C_N^i P^i (1-P)^{N-i} \quad (1)$$

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

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

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

а імовірність виявлення ПО як

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

Оцінимо вплив флуктуаційної завади у каналі відповіді та коефіцієнт

готовності (КГ) літакового відповідача на ймовірність ІЗ користувачів на етапі первинної обробки інформації СС.

Розрахунки ймовірності ІЗ 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 наведені на рис. 1. При цьому безперервна крива відповідає ІЗ, яке забезпечує існуюча структура обробки СВ кооперативних СС, а штрих-пунктирна – при модернізованому варіанті структури обробки СВ.

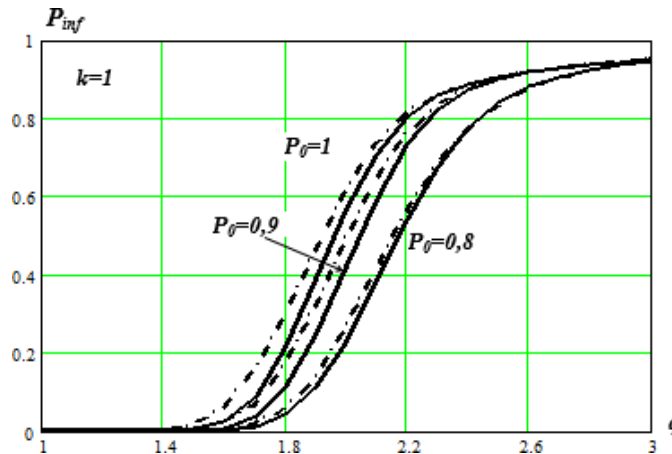


Рисунок 1 – Залежність $P_{inf} = f(k, P_0, q)$

Наведені розрахунки дозволяють зробити наступні висновки: модернізована структура обробки даних сумісних СС дозволяє підвищити якість ІЗ користувачів системи контролю ПП; наявні певні межі як КГ літакового відповідача, так і різниці у відношенні с/ш для первинної та кооперативної СС при перевищенні яких ефекту від модернізації структури обробки СВ не буде. Останній висновок висуває вимоги до КГ літакового відповідача та до різниці у відношенні с/ш, при яких можливо використання даної структури обробки, а у іншому випадку – існуючої структури СС.

Список літератури

1. Ткачев В. В., Даник Ю. Г., Жуков С. А., Обод І. І., Романенко І. О. Комплексне інформаційне забезпечення систем управління польотами авіації та протиповітряної оборони. К.: МОУ. 2004.
2. Автоматизированные системы управления воздушным движением: Новые информационные технологии в авиации / под ред. С.Г. Пятко и А.И. Краснова. СПб.: Политехника. 2004.
3. Обод І. І., Стрельницький О. О., Андрусевич В. А. Інформаційна мережа систем спостереження повітряного простору. Х.: ХНУРЕ. 2015.
4. Обод І. І., Свид І. В.. Порівняльний аналіз якості виявлення повітряних об'єктів запитальними системами спостереження. Системи обробки інформації. Вип. 9 (90). Харків: ХУПС. 2010. С. 74–76.

5. Свид І. В. Показники якості інформаційного забезпечення користувачів сполученими системами спостереження повітряного простору. *Радіотехніка: Всеукр. міжвід. наук.-техн. зб.* Вип. 165. Х.: ХНУРЕ. 2011. С. 157–160.

6. Свид І. В., Обод А. І.. Інформаційні технології обробки даних систем спостереження. *Системи управління, навігації та зв'язку*. Полтава: Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка. 2016. Вип. 4 (40). С. 91–93.