

УДК 621.396.967.2

І.І. Обод¹, О.О. Стрельницький², В.А. Андрусевич²¹ Національний технічний університет «ХПИ», Харків² Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ДВОХ МЕТОДІВ ОБРОБКИ СИГНАЛІВ ВІДПОВІДІ ЗАПИТАЛЬНИХ СИСТЕМ СПОСТЕРЕЖЕННЯ

У статті наводиться порівняльний аналіз якості виявлення повітряних об'єктів запитальними системами спостереження при реалізації міжперіодної обробки сигналів відповіді до або після дешифрування останніх з урахуванням коефіцієнта готовності відповідача при дії у каналі відповіді флуктуаційних та імпульсних завад. Показано, що використання попередньої міжперіодної обробки сигналів відповіді більш переважно.

Ключові слова: виявлення повітряних об'єктів, запитальні системи спостереження.

Вступ

Постановка проблеми й аналіз літератури.

Основним джерелом інформації про повітряну обстановку в системі контролю використання повітряного простору є системи спостереження (СС), до яких входять первинні та вторинні (запитальні) СС [1, 2]. Сучасний інформаційний комплекс для надання інформаційних послуг споживачам системи контролю використання повітряного простору, як правило, містить в собі [2, 3]:

- первинну та вторинні СС із вбудованою апаратурою первинної та вторинної обробки інформації;
- апаратуру передачі даних.

Широке використання інформаційних технологій 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 (ПЯ) інформаційного забезпечення (ІЗ) користувачів.

Мета роботи. Порівняльний аналіз методів обробки сигналів запитальних СС.

Основна частина

Як показано у [4], ПЯ ІЗ при використанні ІТ з етапу ПОІ може бути ймовірність ІЗ, яка може бути записана як

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

де P_{obe} – ймовірність об'єднання координатної та польотної інформації вторинної СС; P_{por1} – ймовірність порівняння координатної інформації первинної та вторинної СС; P_{por2} – ймовірність порівняння координатної інформації первинної та ідентифікаційної СС.

Ймовірності правильного виявлення ПО кожним каналом сумісної СС $P_i = D_{1i}$, 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 с/ш у каналі обробки, P_0 – коефіцієнт готовності (КГ) відповідача літака, що є характерним для вторинної та ідентифікаційної СС.

Наведемо порівняльний аналіз якості виявлення повітряних об'єктів (ПО) запитальними СС з різними методами обробки СВ.

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. Коефіцієнт готовності відповідача залежить від інтенсивності потоку СЗ, утвореного потоком СЗ від запитальних СС, потоком навмисних корельованих завад, а також потоком СЗ, що утворився з потоку навмисних і ненавмисних некорельованих завад.

На вхід запитальної СС можуть надходити флуктуаційні і імпульсні (хаотичні, внутрішньосистемні і т.д.) завади. Проведемо порівняльний аналіз ймовірності виявлення ПО запитальною СС при використанні різних сигналів відповіді (СВ), що використовуються в існуючих запитальних СС, а також при різних пристроях обробки СВ, тобто при міжперіодній обробці (МО) до або після дешифрування СВ (квазіоптимального виявлювача) з урахуванням КГ відповідача.

При цьому слід зазначити, що КГ відповідача

не робить впливу на хибні тривоги.

Припустимо, що у каналі відповіді (КВ) діє імпульсна завада з тривалістю імпульсів, яка дорівнює тривалості імпульсів корисного сигналу та інтенсивністю λ .

Отримаємо вирази для виявлення ПО при використанні попередньої МО СВ. Нехай 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. У дешифраторі застосовується цілочисельна логіка n/n , для виконання якої необхідна наявність всіх імпульсів в кожній повторній послідовності.

Імовірність D_1 виявлення СВ на виході пристрою МО для вказаної логіки визначається як

$$D_1 = \sum_{i=0}^{N-k} C_N^i P_0^{N-i} (1-P_0)^i \sum_{l=0}^{N-k-i} C_{N-i}^l P_1^{N-l-i} (1-P_1)^l,$$

де P_1 – імовірність виявлення одиночних імпульсів СВ.

Імовірність виявлення ПО запитальною СС у виявлювачі з попередньою МО можна визначити з наступного виразу

$$D_{11} = \sum_{i=0}^{N-k} C_N^i P_0^{N-i} (1-P_0)^i \left[\sum_{l=0}^{N-k-i} C_{N-i}^l P_1^{N-l-i} (1-P_1)^l \right]^n. \quad (1)$$

Отримаємо вирази для виявлення ПО при використанні подальшої МО СВ.

Імовірність виявлення n -імпульсних СВ D_2 дешифратором визначається як

$$D_2 = P_1^n P_0.$$

Імовірність виявлення ПО на виході МО визначається як

$$D_{22} = \sum_{i=0}^{N-k} C_N^i (P_0 P_1^n)^{N-i} (1-P_0 P_1^n)^i. \quad (2)$$

Оцінимо вплив флуктуаційної завади у КВ на ймовірність виявлення ПО. Досліджено вплив КГ літакового відповідача та значності коду СВ на значення цифрового порогу виявлення ПО запитальною СС для пачки СВ рівною 25. Значення оптимального цифрового порогу виявлення ПО як функції КГ відповідача та значності СВ представлені в табл. 1.

Таблиця 1

Залежність $k_{\text{опт}} = f(P_0, n)$

Значність коду	Спосіб обробки	$P_0 = 1$	$P_0 = 0,8$	$P_0 = 0,6$
n=2	МО+ДШ	$k_{\text{опт}} = 12$	$k_{\text{опт}} = 7$	$k_{\text{опт}} = 6$
	ДШ+МО	$k_{\text{опт}} = 12$	$k_{\text{опт}} = 8$	$k_{\text{опт}} = 6$
n=3	МО+ДШ	$k_{\text{опт}} = 12$	$k_{\text{опт}} = 6$	$k_{\text{опт}} = 4$
	ДШ+МО	$k_{\text{опт}} = 10$	$k_{\text{опт}} = 8$	$k_{\text{опт}} = 6$

Як впливає з табл. 1, поріг виявлення ПО запитальною СС істотно залежить від P_0 і n . Цю обставину слід враховувати при побудові автоматичних виявлювачів-вимірювачів координат ПО запитальною СС.

На рис. 1, 2 представлені криві виявлення ПО для різної значності кодів СВ при оптимальному цифровому порозі.

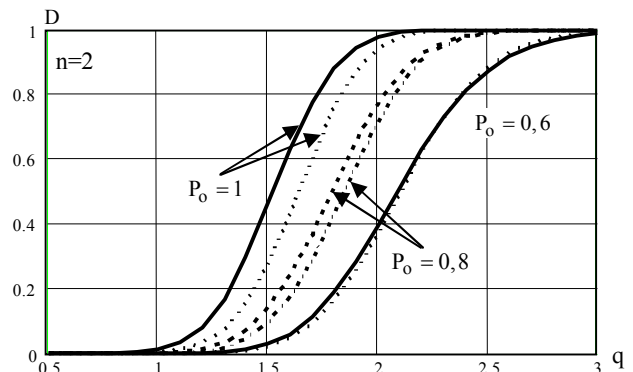


Рис. 1. Імовірність виявлення ПО (n = 2)

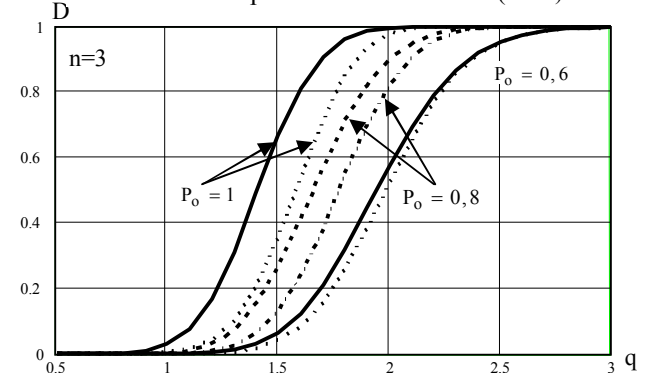


Рис. 2. Імовірність виявлення ПО (n = 3)

Представлені розрахункові дані показують, що при дії у КВ флуктуаційних завад збільшення значності коду дозволяє дещо збільшити ймовірність виявлення ПО запитальною СС при виборі оптимального цифрового порогу. Використання попередньої МО обробки сигналів більш переважно у порівнянні з наступною МО. Однак при збільшенні значності коду СВ це перевага зменшується. На рис. 3 наведено вплив КГ відповідача на ймовірність виявлення ПО. Представлені розрахунки показують, що при $P_0 > 0,7$ (для $q = 2$) попередня МО дозволяє послабити вплив КГ відповідача на ймовірність виявлення ПО.

Оцінимо вплив імпульсних завад у КВ на ймовірність виявлення ПО. На рис. 4, 5 представлені ймовірності виявлення ПО запитальною СС при дії у КВ імпульсних завад інтенсивністю λ і постійному цифровому порозі виявлення рівному половині пачки СВ.

Представлені залежності показують, що використання попередньої МО істотно зменшує негативну дію імпульсних завад на завадостійкість запитальних СС.

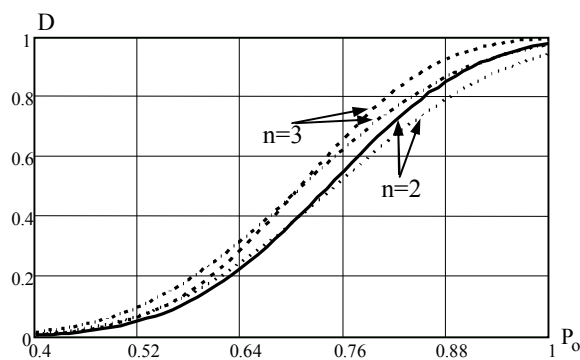


Рис. 3. Вплив КГ на імовірність виявлення ПО

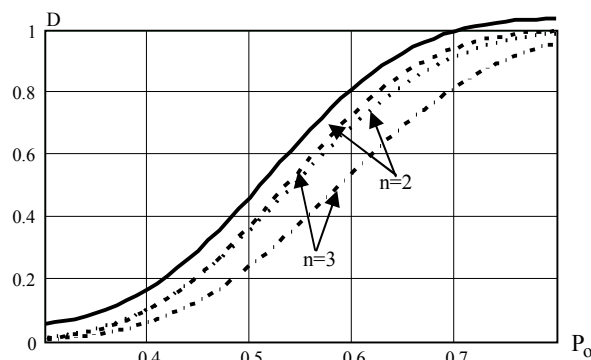
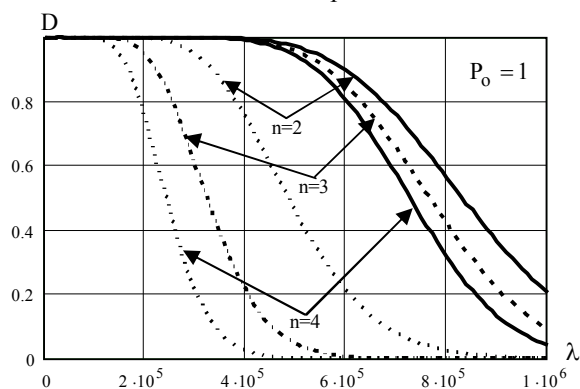
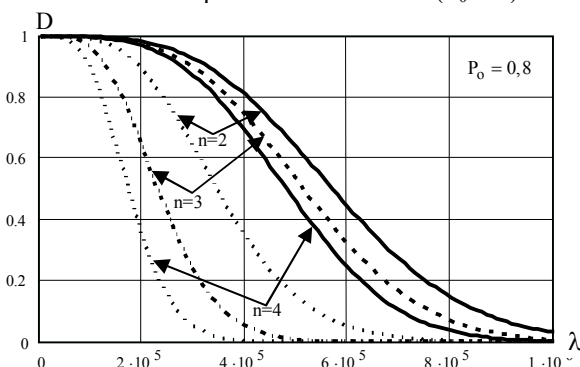


Рис. 6. Вплив КГ на імовірність виявлення ПО

Рис. 4. Імовірність виявлення ПО ($P_0 = 1$)Рис. 5. Імовірність виявлення ПО ($P_0 = 0,8$)

На рис. 6 представлено вплив КГ відповідача на ймовірність виявлення ПО за наявності у КВ імпульсних завад інтенсивністю 100000 і фіксованому порозі виявлення. Можна показати, що оптимальний поріг виявлення в цьому випадку також залежить від КГ відповідача.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ДВУХ МЕТОДОВ ОБРАБОТКИ ОТВЕТНЫХ СИГНАЛОВ ЗАПРОСНЫХ СИСТЕМ НАБЛЮДЕНИЯ

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

В статье приводится сравнительный анализ качества обнаружения воздушных объектов запросными системами наблюдения при реализации межпериодной обработки ответных сигналов до или после дешифрации последних с учетом коэффициента готовности ответчика при действии в канале ответа флуктуационных и импульсных помех. Показано, что использование предварительной межпериодной обработки ответных сигналов более предпочтительно.

Ключевые слова: обнаружение воздушных объектов, запросные системы наблюдения.

A COMPARATIVE ANALYSIS OF THE TWO METHODS OF TREATMENT RESPONSE SIGNALS INQUIRE SURVEILLANCE

I.I. Obad, A.A. Strelnickiy, 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: detection of air targets, query-based surveillance system.

Висновки

Представлені залежності дозволяють проводити порівняльний аналіз існуючих запитальних СС за якістю виявлення ПО при дії у КВ флуктуаційних та імпульсних завад. Крім того, з представлених залежностей можливо бачити, що використання попередньої МО СВ більш переважно, у порівнянні з наступною МО, яка використовується в існуючих запитальних СС. Ця обставина дозволить підвищити ПЯ ІЗ 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. Грачев В.В. Радиотехнические средства управления воздушным движением / В.В. Грачев, В.М. Кейн. – М.: Транспорт, 1975. – 237 с.
3. 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.
4. Обод І.І. Структура та показники якості обробки інформації систем спостереження повітряного простору / І.І. Обод, О.О. Стрельницкий, В.А. Андрусевич // Системи обробки інформації: Збірник наукових праць. – Х.: ХУ ПС, 2013. – Вип. 8(115). – С. 80-83.

Надійшла до редколегії 23.09.2013

Рецензент: д-р техн. наук, проф. Г.В. Єрмаков, Національний технічний університет «ХПІ», Харків.