

УДК 621.396.967.2

І.І. Обод, І.В. Свид

Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ВАРІАНТІВ УПРАВЛІННЯ ІНФОРМАЦІЙНОГО КАНАЛУ У ЗАПИТАЛЬНИХ СИСТЕМАХ СПОСТЕРЕЖЕННЯ ПОВІТРЯНОГО ПРОСТОРУ

У статті наводиться оцінка можливостей отримання декількох видів польотної інформації з каналів запитальних систем спостереження при знаходженні повітряних об'єктів на однаковому азимуті щодо запитувача й наводиться порівняльний аналіз способів управління інформаційним каналом отримання польотної інформації запитальних систем спостереження зі статистичною розрядкою в каналі відповіді.

Ключові слова: польотна інформація, запитальні системи спостереження.

Вступ

Постановка проблеми та аналіз літератури. Відомо [1, 2], що канал відповіді (КВ) запитальних систем спостереження (СС) використовується для передачі польотної інформації (ПІ) з борту повітряного об'єкта (ПО) на наземні пункти обробки інформації. При цьому відомо, що в цей час використовуються два стандарти передачі ПІ: режим RBS і режим УПР. Вони відрізняються друг від друга, як принципом кодування, так і часовою базою для передачі повідомлень. Режим УПР, на відміну від режиму RBS, більше інформативний, але й має значну часову базу, що затрудняє отримання ПІ з даного каналу при наявності ПО на однакових азимутах, щодо запитувача. Для підвищення ймовірності прийому ПІ, переданої в режимі УПР, у літакових відповідачах (ЛВ) використовується статистична розрядка, тобто ПІ передається не на кожний сигнал запиту, а через деяке їхнє число. У зв'язку із цим оцінимо можливість отримання ПІ в запитальних СС і проведемо порівняльну характеристику декільком варіантам управління запиту ПІ.

Мета статі – підвищення показників якості отримання ПІ по КВ запитальних СС об'єктів.

Основний розділ

В теперішній час для передачі ПІ в запитальних СС використовується кілька видів інформаційних відповідей. Велика часова база відповідної кодової послідовності й обмеження на середню потужність передавача не дозволяють формувати інформаційну послідовність на кожен запит. Однак не тільки використанням статистичної розрядки можливо підвищити ймовірність прийому неспотвореної інформації по КВ запитальних СС, а і створення програми формування сигналів запиту. Покажемо це.

Будемо розглядати існуючий формат передачі ПІ, у якому передача інформації здійснюється не в кожному часовому інтервалі запиту, а через визначене число k (коефіцієнт розрядки). Однак і в цьому

випадку при великій кількості ПО, що знаходяться на одному азимуті, можливе перетинання в часі інформації від багатьох пар сусідніх за дальністю літаків, що призводить до перекручування кодів і, отже, до відбраковування інформації при декодуванні.

Припустимо, що розташування кожного з N ПО, що знаходяться на одному азимуті, рівномірно в будь-якій точці в межах дальності дії запитальних СС R , а тривалість СВ у перерахуванні на дальність дорівнює ΔR . У цьому випадку ймовірність прийому інформації від якогось одного ПО на цьому часовому інтервалі з урахуванням того, що ці події для різних ПО незалежні, можна визначити як

$$P_p = P_1(1 - P_1 P_2)^{N-1},$$

де $P_1 = 1/k$ – ймовірність того, що цей ПО випромінює ПІ у цьому інтервалі часу; $P_2 = [\Delta R - r / \Delta R](1/R)$ – ймовірність того, що інформаційний сигнал деякого i -го ПО перетнеться в часі із сигналом від розглянутого ПО у запитальних СС.

Ймовірність прийому на цьому часовому інтервалі правильної інформації від r літаків можна визначити як

$$P_r = C_N^r P^r (1 - P)^{N-r}.$$

При ширині пачки координатних сигналів, одержуваних від одного ПО, у M часових інтервалах від цього ПО протягом пачки може бути передана інформація m або $m+1$ раз, де m – найближче менше ціле значення M/k .

Ймовірність того, що інформація буде передана m або $m+1$ раз можна визначити з наступних співвідношень:

$$P_m = 1 - (M/k - m); \quad P_{m+1} = M/k - m.$$

Тому ймовірність прийому ПІ від цього ПО хоча б один раз за час спостереження складе

$$P_{pn} = P_m [1 - (1 - P_p k)^m] + P_{m+1} [1 - (1 - P_p k)^{m+1}].$$

Ймовірність того, що інформація не буде прийнята протягом усього часу спостереження, може

бути виражена як

$$1 - P_{pn} = [1 - (1 - P_1 P_2)^{N-1}]^m \times [1 - (M/k - m)(1 - P_1 P_2)^{N-1}].$$

Середнє число ПО, від яких прийнята інформація протягом часу спостереження, можна визначити як

$$K = N P_{pn}.$$

Імовірність того, що протягом часу спостереження буде прийнята інформація від s ПО, має вигляд $P_s = C_N^s P_{pn}^s (1 - P_{pn})^{N-s}$.

На підставі вищевикладених виразів на рис. 1 наведені залежності середнього числа ПО K , від яких буде прийнята неспотворена інформація протягом усієї пачки сигналів запиту в функції від загального числа ПО N , що знаходяться на одному азимуті. Як випливає з приведених залежностей, не завжди вдається обслужити всі ПО, що знаходяться на одному азимуті. Однак за час спостереження ПО завжди потрібно одержати декілька (два і більше) видів спеціальної інформації. У цьому випадку імовірність прийому декількох (d) видів інформації від одного літального апарата протягом часу спостереження буде складати

$$P_{pn} = \left\{ P_m \left[1 - (1 - P_p k)^m \right] + P_{m+1} \left[1 - (1 - P_p k)^{m+1} \right] \right\}^d.$$

Розрахунки для середнього числа апаратів K , від яких буде прийнята інформація трьох видів протягом усієї пачки сигналів запиту у функції від загального числа ПО, що знаходяться на одному азимуті, наведені на рис. 2.

Для зниження імовірності накладення інформаційних посилок у часі ПО формують свою програму передачі ПІ. Дійсно у літакових відповідачах може застосовуватися різна схема розрядки. Зокрема, може бути використана схема розрядки, в якій формується d часових стробів, що перекривають d сусідніх періодів повторення сигналів запиту. У цьому випадку при періоді запитів ПІ, які чергуються, вдається за d запитів одержати всю польотну інформацію з ПО.

Таким чином, у залежності від методу формування інформаційної послілки на наземному пункті обробки інформації можливі такі види прийому інформації: незалежний, при якому реєструються всі відповіді, і пріоритетний – за визначеною ознакою.

Автономність роботи відповідача запитальної СС при черезперіодному формуванні відповіді приводить до надмірності у сигналах відповіді, наприклад, за номером. Це погіршує характеристики інформаційного каналу.

Оскільки завдання інформаційного каналу запитальних СС – забезпечення інформацією про ідентифікаційний номер, висоту польоту і т.д., то імовірність одержання повної інформації P_p за огляд становить одну з основних характеристик інформаційного каналу.

рність одержання повної інформації P_p за огляд становить одну з основних характеристик інформаційного каналу.

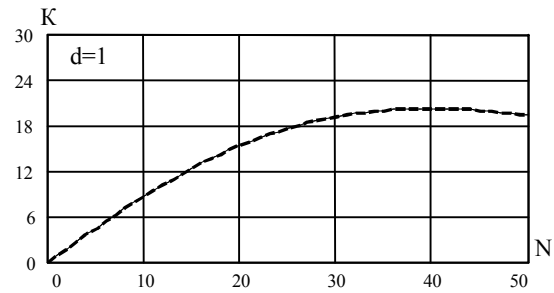


Рис. 1. Залежність $K = f(N, d)$

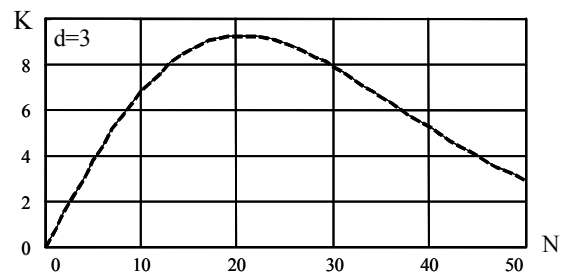


Рис. 2. Залежність $K = f(N, d)$

При виконанні умов незалежності формування відповідей і їхнього прийому в сусідніх циклах розрядки імовірність P_p знаходиться аналізом можливих комбінацій отриманих відповідей у межах огляду. Одержимо відповідний вираз при $d = 2$.

Для дискретної схеми розрядки: послідовне формування інформаційної послілки, прийом незалежний

$$P_p = \sum_{k=2}^{km} P(k) \left[1 - (1 - P_d)^k - \sum_{i=1}^k \frac{1}{2^{i-1}} B_i \right],$$

послідовне формування інформаційної послілки, прийом пріоритетний

$$P_p = \sum_{k=2}^{km} P(k) \left[1 - (1 - P_d)^k - \sum_{i=1}^k \frac{i+1}{2^i} B_i \right],$$

$$\text{де } B_i = \begin{cases} 1 & k < 2; \\ C_k^i P_d^i (1 - P_d)^{k-i} & k > 2, \end{cases}$$

$P_d = P_{pr} (1 + \lambda \tau_k)^{-1}$; P_{pr} – імовірність прийому інформаційної відповіді, що залежить від числа ПО у зоні, коефіцієнта розрядки, ХІЗ й ін.; $P(k)$ – розподіл числа запитів розглянутого запитувача на виході дільника; λ – інтенсивність потоку сигналів запиту; τ_k – час обслуговування запитів по інформаційному каналу.

Для часової схеми розрядки при зазначених вище режимах роботи запитальних СС можна записати відповідно як

$$P_p = \sum_{k_p}^{k_{pm}} P(k_p) \left[1 - P_{00}^{k_p} - \sum_{i=1}^{k_p} \left\{ \frac{1}{2^{i-1}} C_{k_p}^i P_{00}^{k_p-1} \cdot \right. \right. \\ \left. \left. \cdot (1 - P_{00})^i (P_{01} + P_{10})^i \right\} \right];$$

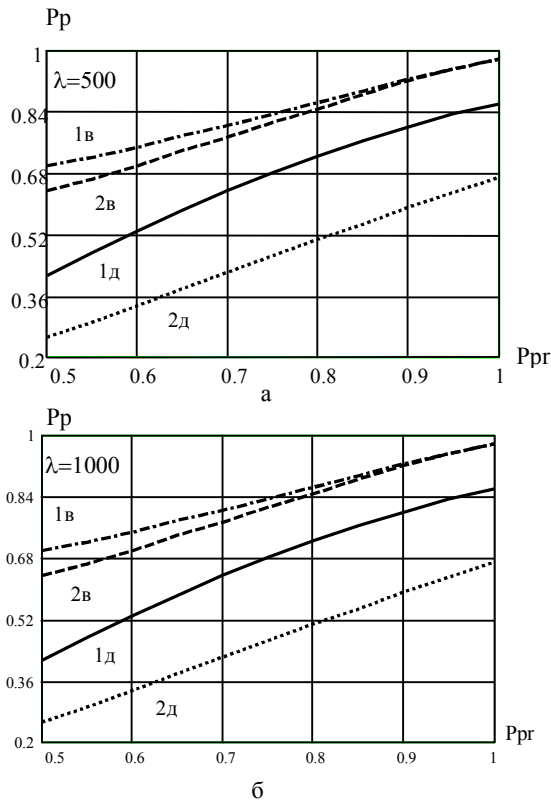


Рис. 3. Залежність $P_p = f(P_{pr})$

$$P_p = \sum_{k_p}^{k_{pm}} P(k_p) \left\{ 1 - P_{00}^{k_p} - \sum_{i=1}^{k_p} \left[\frac{1}{2^i} C_{k_p}^i P_{00}^{k_p-1} (1 - P_{00})^i (P_{01} + P_{10}) \cdot \right. \right. \\ \left. \left. \cdot [P_{11} + (i+1)(P_{10} + P_{01})] \right] \right\},$$

де $P(k_p)$ – розподіл числа циклів розрядки;
 $P_{11}, P_{00}, P_{10}, P_{01}$ – імовірності варіантів в одержанні
 d відповідей за цикл розрядки;

$$P_{11} = P_0 P_{pr}^d; \quad P_{00} = (1 - P_0) + P_0 (1 - P_{pr})(1 - P_{pr2});$$

$$P_{10} = P_0 P_{pr} (1 - P_{pr}); \quad P_{01} = P_0 P_{pr2} (1 - P_{pr}),$$

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ВАРИАНТОВ УПРАВЛЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫМ КАНАЛОМ В ЗАПРОСНЫХ СИСТЕМАХ НАБЛЮДЕНИЯ ВОЗДУШНОГО ПРОСТРАНСТВА

И.И. Обод, И.В. Свид

В статье приводится оценка возможностей получения нескольких видов полетной информации по каналам запросных систем наблюдения при нахождении воздушных объектов на одинаковом азимуте относительно запросчика и приводится сравнительный анализ способов управления информационным каналом получения полетной информации запросных систем наблюдения с статистической разрядкой в канале ответа.

Ключевые слова: полетная информация, запросные системы наблюдения.

A COMPARATIVE ANALYSIS OF VARIANTS OF AN INFORMATION CHANNEL MANAGEMENT IS IN THE REQUESTING OBSERVING SYSTEMS

I.I. Obad, I.V. Svyd

This article provides an assessment of the availability of several types of flight information through the requesting observing systems for determining air targets at the same azimuth with respect to Requester and induced a comparative analysis of ways to control information channel for receiving flight information requesting observing systems with statistical discharge in the response channel.

Keywords: flight information, requesting observing systems.

де P_{pr2} – імовірність прийому другої відповіді в одному циклі розрядки за умови подавлення першої.

При дії ХІЗ у каналі прийому ПІ з огляду на те, що потік цієї завади на часовому інтервалі, рівному тривалості часового стробу τ_c пуасонівський, тоді імовірність одержання ПІ можна записати як $P_0 = (1 + \lambda \tau_c)^{-1}$.

З огляду на те, що основний фактор, який заважає, при прийомі – інформаційні відповіді інших ЛВ, можна вважати $P_{pr2} = 0,5$.

Для якісного порівняння різних режимів роботи запитальної СС будемо вважати, що ймовірність прийому ПІ P_{pr} однакова для обох варіантів схем розрядки. Наведені на рис. 3 залежності ймовірності одержання повної інформації від P_{pr} отримані для реальних параметрів ЛВ при різних потоках ХІЗ і умові, що

$$P(k) = \begin{cases} 1 & k=4; \\ 0 & k \neq 4, \end{cases} \quad P(k_p) = \begin{cases} 1 & k_p = 2; \\ 0 & k_p \neq 2. \end{cases}$$

ВИСНОВКИ

Отримані результати вказують на перевагу використання часової схеми розрядки в порівнянні з дискретною, тому що для такої схеми розрядки характеристики інформаційного каналу кращі приблизно на 15%.

Список літератури

1. Теоретичні основи побудови заводозахисених систем інформаційного моніторингу повітряного простору / В.В. Ткачев, Ю.Г. Даник, С.А. Жуков, І.І. Обод, І.О. Романенко. – К.: МОУ, 2004. – 271 с.
2. Агаджанов П.А. Автоматизация самолетовождения и управления воздушным движением / П.А. Агаджанов, В.Г. Воробьев, А.А. Кузнецов. – М.: Транспорт, 1980. – 342 с.

Надійшла до редколегії 23.11.2010

Рецензент: д-р техн. наук, доцент Г.В. Єрмаков, Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків.