

УДК 621.396.967.2

І.В. Свид

Харківський національний університет радіоелектроніки

МЕТОДИ СПАДКОЄМНОГО РОЗВ'ЯЗАННЯ СУПЕРЕЧНОСТЕЙ ЗАПИТАЛЬНИХ СИСТЕМ ПЕРЕДАЧІ ПОЛЬОТНОЇ ІНФОРМАЦІЇ

У статті наводиться методи розв'язання суперечностей запитальних систем спостереження за рахунок спадкоємного переходу до запитальних каналів та запитальних систем передачі польотної інформації на основі включення просторових координат повітряних об'єктів до складу польотної інформації. Наведено показники якості деяких методів спадкоємного переходу до завадостійких запитальних систем передачі польотної інформації.

Ключові слова: запитальні системи передачі польотної інформації, завадостійкість

Вступ

Постановка проблеми й аналіз літератури. Інформаційне забезпечення (ІЗ) системи використання повітряного простору здійснюється системами спостереження (СС) [1, 2], як правило, сумісними, які включають до свого складу первинну та одну чи дві вторинні (запитальні).

При цьому слід зазначити, що ведучою є первинна СС, координатна інформація (КІ) якої і закладається у формуляр ПО. Обчислення КІ ПО запитальними СС потрібно тільки для вирішення задачі поєднання інформації первинних та вторинних СС.

Таким чином якість ІЗ користувачів визначається якістю інформації первинних та вторинних СС.

Первинні СС, як показали, останні військові конфлікти, у його традиційній побудові, перетворився з інформаційного засобу в засіб небезпеки. Дійсно, створення високоточної зброї й оцінка місця розташування випромінюючих об'єктів засобами радіорозвідки поза зоною видимості СС не залишають шансів захисту останнього від вогневого впливу. Одним з ефективних способів зниження вразливості первинних СС до вогневого впливу є перехід від однопозиційної до багатопозиційної (БП) [3,4], зокрема до мережної [5], побудови.

Вторинні СС побудовані за принципами: несинхронної мережі; відкритих одноканальних систем масового обслуговування з відмовами. Реалізація у цих системах принципу обслуговування першого, правильно прийнятого, сигналу запиту не дозволяє віднести їх до завадостійких систем. Така побудова вторинних СС дозволяє стверджувати, що зацікавлена сторона одержує від таких систем значно більше інформації в порівнянні зі стороною, що експлуатує їх [6]. Крім того, сучасні вторинні СС не мають можливості роботи в рознесеному режимі. Ця особливість не дозволяє вирішити інформаційну задачу ідентифікації ПО без розмі-

щення на приймальних (невипромінюючих) пунктах БП СС вторинних СС, тобто випромінюючих об'єктів, що приводить до демаскування приймальних пунктів БП первинних СС.

Таким чином, сучасна побудова вторинних СС обумовила ряд суперечностей у їхньому спільному функціонуванні з системами первинних СС при ІЗ користувачів.

Мета роботи – розв'язування суперечностей запитальних каналів передачі інформації.

Основна частина

Як показано у [7], інтегральним показником якості (ІПЯ) ІЗ сумісною СС може бути ймовірність ІЗ, яке запишемо як

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

де P_{ppi} – ймовірність правильного прийому ПІ, 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

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

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.

Вищевикладене показує що, з одного боку, запитальні СС вносять суттєвий вклад у ІЗ, а з іншого боку принцип побудови останніх не може забезпечити потрібну завадостійкість цих систем і, як наслідок, якість ІЗ.

Слід значною м. вані на пр при цьому сигналів за передачу відповіді п ній основ (СПП) (ри

Рис.1. С

Для за ти вимір к передають що просто ються з за сленням їх запитальни

Оціни ординат П На рис. 2 польотної льних СС ного коду канали відп

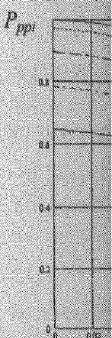


Рис. 2. Імо

На р передачі 50 існуючим хунки пок відповіді л задовільну Як п завадостій

Слід зазначити, що недоліки запитальних СС значною мірою визначаються тим, що вони побудовані на принципах системи спостереження, маючи при цьому два канали (запиту та відповіді) передачі сигналів запиту та відповіді. Таким чином, здійснив передачу просторових координат ПО за каналом відповіді перетворює ці СС можливо, на спадкоємній основі, у запитальну систему передачі ПП (СПП) (рис. 1).

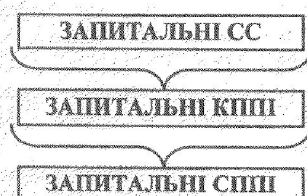


Рис. 1. Спадкоємний перехід до завадостійких систем передачі ПП

Для запитальних СППІ не потрібно здійснювати вимір координат ПО на запитувачі, так як вони передаються з борту ПО. При цьому слід зазначити, що просторові координати ПО на борту обчислюються з значно більшою якістю у порівнянні з обчисленням їх на запитувачі. ППІ при використанні запитальних МППІ можна записати як

$$P_{inf} = D_{11} \cdot P_{ppi} \cdot P_{por1} \cdot P_{por2} \quad (2)$$

Оцінимо можливість передачі просторових координат ПО за каналом відповіді запитальних СППІ. На рис. 2 наведені розрахунки імовірності передачі польотної інформації за каналами існуючих запитальних СС при передачі 12-ї розрядного інформаційного коду в залежності від КГ та щільності завад у каналі відповіді.

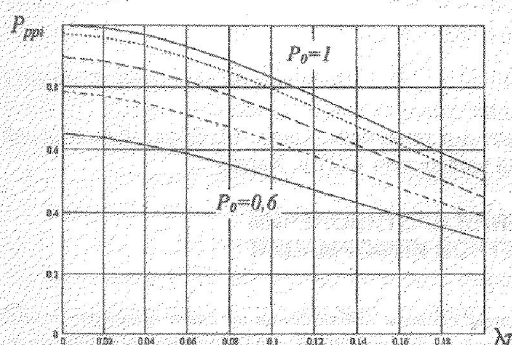


Рис. 2. Імовірність передачі польотної інформації

На рис. 3 наведені залежності $P_{ppi} = f(P_0, \lambda_T)$ при передачі 50-ти розрядного інформаційного коду за існуючими стандартами каналу передачі ПП. Розрахунки показують, що при щільності завад у каналі відповіді $\lambda_T = 0,02$ запропонований варіант ІЗ показує задовільну якість.

Як показано в [6] суттєвий вклад у зниження завадостійкості ЗСПІ показує обраний метод пере-

дачі на основі позиційного коду. Використання багатопозиційних методів модуляції дозволить зменшити часову базу СВ і, як наслідок, підвищити завадостійкість ЗСПІ.

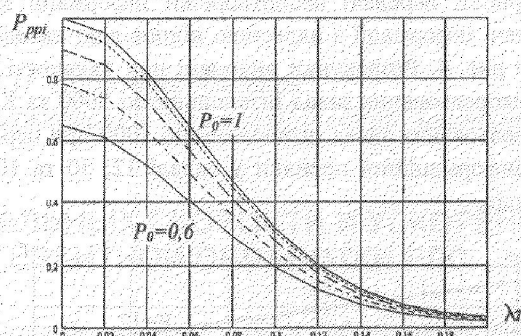


Рис. 3. Імовірність передачі польотної інформації

Проведемо порівняльний аналіз часової бази СВ при використанні позиційного коду та сучасних видів модуляції при передачі 12 розрядного коду (існуюча ситуація) та при збільшенні числа розрядів передаваної інформації до 50 та 100 розрядів. Відомо, що для передачі 12 розрядного СВ у існуючому стандарті використовується часова база 20,3 мкс, тобто кожний розряд інформації займає 1,45 мкс. Це дозволяє записати вираз для розрахунку часової бази коду відповіді при використанні позиційного коду як

$$T_{pk} = 20,3 + 1,45 \cdot (N - 12)$$

При використанні ФМ та КАМ сигналів їх тривалість дорівнює $\tau_i = 1/\Pi$, де Π - ширина смуги пропуску приймача існуючих запитальних СС (як правило $\Pi = 5$ МГц). З урахуванням швидкості кодування часову базу коду відповіді можна записати як

$$T_{pk} = \left[\frac{\tau_i \cdot N \cdot k}{K \cdot n} \right],$$

де K - значність модуляції. Розрахунки часової бази за наведеними виразами дано в табл. 1.

Таблиця 1

Кількість розрядів коду	Часова база для ІЧК, мкс	Часова база для $K = 16$, мкс		Часова база для $K = 32$, мкс	
		Швидкість кодування			
		2/3	5/6	2/3	5/6
12	20,3	0,4	0,4	0,2	0,2
50	75,4	1,0	0,8	0,6	0,4
100	147,9	2,0	1,6	1,0	0,8

Наведені розрахунки показують суттєве зменшення часової бази СВ при використанні сучасних методів модуляції у порівнянні з існуючим позиційним кодом. Слід зауважити, що у запропонованому варіанті передача ПП здійснюється за принципом «точка-точка». Перехід до принципу передачі «точ-

ка-багатоточка» запропонованому у [9,10] дозволяє змінити принципи обслуговування запитувачів.

Одним з таких методів передачі інформації у ЗСП є спосіб з адресною відповіддю. Розрахунки імовірності передачі неспотвореної інформації КЗ передачі інформації з адресною відповіддю наведено на рис. 4. Розрахунки виконані при наявності у КЗ некорельованих завад інтенсивністю 5000 та КВ некорельованих завад інтенсивністю 1000 при передачі інформаційної посилки у складі 12, 50 та 100 розрядів.

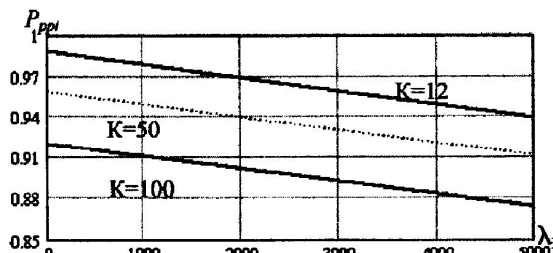


Рис. 4. Імовірність передачі неспотвореної інформації запитальним каналом передачі ПІ

Наведені розрахунки дозволяють зробити наступні висновки:

- реалізація запитального каналу передачі ПІ з включенням у склад передаваної інформації просторових координат ПО дозволяє реалізувати адресний метод відповіді, що призводить до суттєвого підвищення завадостійкості ЗСП, за рахунок переходу від обслуговування окремого запитувача до обслуговування мережі;

- збільшення кількості розрядів передаваної інформації у запитальному каналі передачі показує задовільну завадостійкість.

Висновки

Розв'язання окремих суперечностей запитальних систем передачі польотної інформації повинен базуватися на принципі спадкоємного переходу від існуючих запитальних систем спостереження.

МЕТОДЫ ПРЕЕМСТВЕННОГО РАЗРЕШЕНИЯ ПРОТИВОРЕЧИЙ ЗАПРОСНЫХ СИСТЕМ ПЕРЕДАЧИ ПОЛЕТНОЙ ИНФОРМАЦИИ

И.В. Свид

В статье приводятся методы разрешения противоречий запросных систем наблюдения за счет преемственного перехода к запросным каналам и запросным системам передачи полетной информации на основе включения пространственных координат воздушных объектов в состав полетной информации. Приведены показатели качества некоторых методов преемственного перехода к помехоустойчивым запросным системам передачи полетной информации.

Ключевые слова: запросные системы передачи полетной информации, помехоустойчивость.

METHODS OF CONTINUITY OF RESOLVING CONTRADICTIONS INTERROGATION TRANSMISSION SYSTEMS FLIGHT INFORMATION

I.V. Svid

The paper presents methods of resolving contradictions surveillance interrogations by successive transition to an interrogation request system channels and transmit flight information through the inclusion of the spatial coordinates of objects in the air flight information. The indexes of the quality of some of the methods of successive transition to request system error-correcting transmission of flight information.

Keywords: query-transmission system flight information, immunity.

Задовільних показників завадостійкості ЗСП можливо досягти за рахунок переходу до зміни принципу передачі інформації з ПО від «точка-точка» до «точка-багатоточка».

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. Lok J.J. C² for the air warrior // Jane's International Defense Review. - October 1999. - V.2. - P. 53-59.
5. 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.
6. Теоретичні основи побудови завадозахищених 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.
7. Обод І.І. Оцінка якості передачі інформації у запитальних каналах передачі систем спостереження повітряного простору / І.І.Обод, О.П.Черних, І.В.Свид // Східно-Європейський журнал передових технологій. - № 3/11(51). - Х.: 2011. - С. 52-54.
8. Обод І.І. Оцінка якості передачі інформації запитальними каналами передачі при використанні сучасних методів модуляції / І.І.Обод, І.В.Свид, Шевцова В.В. // Вісник НТУ «ХПІ»: Збірник наукових праць. Серія: Техніка та електрофізика високих напруг. - Вип. 52 (958). - Х.: НТУ «ХПІ». - 2012. - С.133-137.
9. Обод І.І., Свид І.В. Запитальний спосіб передачі інформації. Патент на корисну модель № 58523.
10. Обод І.І., Свид І.В., Шевцова В.В. Запитальний спосіб передачі інформації. Патент на корисну модель № 79487.

Надійшла до редколегії 23.10.2012

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