

УДК 004.045:621.396.96

Ткач М.Г., аспірант кафедри метрології та технічної експертизи

Семенець В.В., д.т.н., проф., ректор

Обод І.І., д.т.н., професор кафедри мікропроцесорних технологій і систем

ІНФОРМАЦІЙНА ЄМНІСТЬ ЗАПИТАЛЬНИХ СИСТЕМ СПОСТЕРЕЖЕННЯ ПОВІТРЯНОГО ПРОСТОРУ

Харківський національний університет радіоелектроніки, Україна

Інформаційне забезпечення (ІЗ) системи контролю повітряного простору (ПП) значною мірою базується на основі запитальних систем спостереження [1, 2]. Запитальні системи спостереження (ЗСС), як доводить практика використання, мають незадовільну завадостійкість та завадозахищеність, які обумовлені принципом побудови (несинхронна мережа) та принципом обслуговування сигналів запиту (одноканальна система масового обслуговування з відмовами). Ця обставина обумовила потребу виміру координат повітряного об'єкту (ПО) на запитувачі, що потребує прийому пачки сигналів відповіді, що важко в умовах складної завадової обстановки. При цьому слід зазначити, що координати ПО з значно більшою точністю визначаються на борту ПО і можуть бути передані на запитувач за каналом відповіді. Таким чином, ЗСС, які мають канал запиту та канал відповіді, більш відносяться до систем обміну інформацією між наземним пунктом управління та бортом ПО і можуть характеризуватися як запитальні системи передачі даних (ЗСПД), за допомогою яких можливо здійснити передачу координат з борту ПО.

Метою роботи є порівняльний аналіз інформаційної ємності ЗСС ПП.

У якості переносників даних у ЗСПД використовуються інтервально-часові, частотно-часові та позиційні коди.

Обробка цих кодів здійснюється на основі аналізу певного часового положення окремого імпульсу коду, що вимагає чіткого виділення фронту кожного імпульсу. Це обумовлює потребу в розширенні полоси пропускання приймачів сигналів значно більше ніж ширина спектру імпульсів, які використовуються, що, як наслідок, призводить до зниження завадостійкості цих кодів. Дійсно, можливо показати, що імовірність виявлення сигналів у ЗСПД визначається як

$$P_n = \{1 - [0,5 + F(\sqrt{2q_0/nk})]\}^n,$$

де $q_0 = qk$ – відношення сигналу до завади, віднесене до оптимальної смуги, k – відношення смуги пропускання приймального тракту до оптимальної смуги, n – значність коду.

З наведеного виразу видно, що при збільшенні k імовірність виявлення сигналів зменшується. Ці обставини призводять до зниження завадостійкості обробки сигналів і, як наслідок, до зниження швидкості передачі даних СС, що розглядаються.

Для оцінки ефективності систем передачі даних може бути використано коефіцієнт частотної ефективності

$$\gamma = R/\Delta F, \quad (1)$$

де R - швидкість передачі даних; ΔF - ширина смуги частот, яка зайнята радіоканалом.

У ЗСПД швидкість передачі інформації може бути визначена як

$$R = f(C_0, \vec{V}_m, \vec{V}_k, \vec{V}_{kan}, P_e), \quad (2)$$

де C_0 - відносна пропускна спроможність відповідача; $\vec{V}_m$ - вектор параметрів модуляції каналу відповіді; $\vec{V}_k$ - вектор параметрів способу кодування каналу відповіді; $\vec{V}_{kan}$ - вектор параметрів радіоканалу відповіді; P_e - імовірність помилки у каналі відповіді.

У свою чергу відносна пропускна спроможність відповідача може визначатися як

$$C_0 = f(t_p, k_r, k_z, \vec{V}_{mz}, \vec{V}_{kz}, \vec{V}_{kanz}, P_{ez}), \quad (3)$$

де t_p - час паралізації відповідача при обслуговуванні запиту; k_r - коефіцієнт розрядки відповідача; k_z - коефіцієнт максимальної завантаженості відповідача; $\vec{V}_{mz}$ - вектор параметрів модуляції каналу запиту; $\vec{V}_{kz}$ - вектор параметрів способу кодування у каналі запиту; $\vec{V}_{kanz}$ - вектор параметрів радіоканалу запиту; P_{ez} - імовірність помилки у каналі запиту.

ЗСПД вирішують задачі ідентифікації та передачі польотних даних (ПД). На теперішній час у світі широко використовуються такі ЗСС: поєднана, у якій задачі передачі ПД та ідентифікації ПО вирішуються за наявності різних режимів роботи; роз'єднана, у якій передача ПД вирішується однією системою, а ідентифікація ПО - іншою.

При цьому слід зазначити, що у роз'єднаній ЗСПД мають різні частотні діапазони. Ця обставина потребує наявності на ПО двох відповідачів. Крім того, у системі ідентифікації такої ЗСПД також є канал передачі ПД.

Поєднана ЗСПД для передачі використовує 12-розрядний код. Сигнал відповіді має два опорних імпульси координатної відмітки, між якими передаються 12 розрядів двійкового коду. Передача ПД здійснюється на кожний сигнал запиту при чергуванні, за відповідним правилом, признак інформації, що запитується. У режимах ідентифікації (неімітостійкий та імітостійкий режими роботи) здійснюється ідентифікація ПО за признаками державної приналежності «свій-чужий». При цьому слід зазначити, що імітостійкий режим практично унеможливує тільки імітацію признаку «свій», але не покращує завадостійкість системи при дії навмисних корельованих завад.

У радіоканалі відповіді роз'єднаної ЗСС передача ПД може здійснюватися як у поєднаній ЗСПД (режим RBS), так і у режимі УПР. В режимі УПР випромінюються сигнали координатної відмітки та польотних даних (45-імпульсний позиційний код). У склад кодової послідовності входять 2-імпульсний код координатної відмітки, 3-імпульсний код признаку інформації, що передається (бортового номера, висоти польоту, запасу палива) та 2-20 двійкових розрядів ПД. Оскільки, інформаційна послідовність складає значну часову базу, то передача ПД здійснюється через певне число запитів, тобто здійснюється відповідна розрядка. Коефіцієнт розрядки при цьому є статистичною величиною. Система ідентифікації роз'єднаної ЗСПД має імітостійкий та неімітостійкий режими, які схожі з аналогічними режимами поєднаної ЗСПД, а також має канал передачі ПД режиму УПР. Однак коефіцієнт завантаженості цієї системи ідентифікації обрано значно більшим у порівнянні з поєднаною ЗСПД, що призводить, як показано у [1] до суттєвого зниження завадостійкості останньої.

Можливо показати, що коефіцієнт максимальної завантаженості відповідача визначає потенційну швидкість передачі даних у ЗСПД. Це дозволяє обчислити кількість даних, що передається запитальним каналом передачі та дозволяє визначити спектральну ефективність ЗСПС. Розрахунки показали, що спектральна ефективність для режиму УПР складала 0,0027 та 0,0078, а для режиму RBS – 0,0084.

Проведенні дослідження показали вкрай низку інформаційну ємність існуючих ЗСПД, котра обумовлена як принципом побудови системи взагалі та принципом обслуговування запитів, так і модуляцією сигналів у каналі передачі. Підвищення якості передачі даних можливо досягнути тільки при зміні модуляції сигналів та принципів побудови та обслуговування.

Література.

1. Теоретичні основи побудови заводо захищених систем інформаційного моніторингу повітряного простору / [В.В. Ткачев, ЮТ. Даник, СЛ. Жуков, І.І.Обод, І.О. Романенко.] -К: МОУ, 2004. -271 с.
2. Обод І.І. Інформаційна мережа систем спостереження повітряного простору / І.І.Обод, О.О. Стрельницький, В.А. Андрусевич. – Х.: ХНУРЕ, 2015. -270 с.
3. І.І. Обод, О.О. Стрельницький, І.В. Свид, Є.Ю. Семенова. Аналіз інформаційних процесів обміну даними у системі контролю повітряного простору. // Системи озброєння і військова техніка: науковий журнал. – Х.: Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, 2016. – № 3 (47) – С. 88-90.