

Література

1. Антоненко, І. Електронні ресурси як об'єкт каталогізації: історія питання, термінологія, форматне забезпечення [Текст] / І. Антоненко, О. Баркова // Бібл. вісник. - 2004. - № 2. - С. 11-22.
2. Про національну програму інформатизації: Закон України від 4 лютого 1998 року N 74/98-ВР [Текст] // Відомості Верховної Ради України. - 1998. - № 27-28. - С. 181.
3. Е-будущее и информационное право [Текст]: учеб. пособие / В.М. Брыжко, В.С. Цимбалюк, А.А. Орехов, О.Н. Гальченко; под общ. ред. Р.А. Калужного, М.Я. Швеца. - К.: Интеграл, 2002. - 264 с.
4. ГОСТ 7.82-2001. Библиографическая запись. Библиографическое описание электронных ресурсов. Общие требования и правила составления [Текст]: Межгосударственный стандарт. - Минск: Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации. 2001. - 23 с.
5. Антопольский, А.Б. Электронные издания: проблемы и решения [Текст] / А.Б. Антопольский, К.В. Вигурский // Информационные ресурсы. - 1998- № 1. - С. 19-23.
6. ГОСТ 7.83-2001. Электронные издания: Основные виды и выходные сведения [Текст]: Межгосударственный стандарт. - Минск: Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации. 2002. - 13 с.
7. Про електронні документи та електронний документообіг: Закон України від 22 травня 2003 р. № 851-IV [Текст] // Урядовий кур'єр. - 2003. - № 119. - С.1-6.

Наводиться оцінка варіанту організації інформаційного забезпечення користувачів системи контролю повітряного простору на основі спадкоємного переходу від визначення координатної інформації запитальними системами спостереження до передачі координатної інформації, визначеної на основі навігаційних засобів

Ключові слова: інформаційне забезпечення, координатна інформація

Приводится оценка варианта организации информационного обеспечения пользователей системы контроля воздушного пространства на основе наследственного перехода от определения координатной информации вопросительным системами наблюдения до передачи координатной информации, определенной на основе навигационных средств

Ключевые слова: информационное обеспечение, координатная информация

The evaluation variant of the provision of information to the control of airspace based on the child transition from the definition of the coordinate information inquiring surveillance systems to coordinate the transfer of information, based on the navigational aids

Keywords: information system, coordinate information

УДК 004.045:621.396.967.2

ОЦІНКА ЯКОСТІ ПЕРЕДАЧІ ІНФОРМАЦІЇ У ЗАПИТАЛЬНИХ КАНАЛАХ ПЕРЕДАЧІ СС ПОВІТРЯНОГО ПРОСТОРУ

І.І. Обод

Доктор технічних наук, професор*

Контактний тел.: (057) 702-14-29

E-mail: prof.obod@gmail.com

І.В. Свид

Старший викладач, аспірант*

Контактний тел.: (057) 702-14-29

E-mail: svid_iv@ktute.kharkov.ua

*Кафедра «Мережі зв'язку»**

О.П. Черних

Кандидат технічних наук

Центр навчання студентів на іноземній мові**

Контактний тел.: (057) 702-14-27

E-mail: chernyh@ktute.kharkov.ua

**Харківський національний університет

радіоелектроніки

пр. Леніна, 14, м. Харків, Україна, 61166

1. Вступ

Інформаційне забезпечення (ІЗ) системи контролю повітряного простору здійснюється системами спостереження (СС) [1, 2], котрі, як відомо

[3], побудовані на основі сполучених чи спільних мереж.

При цьому слід зазначити, що формування формуляру повітряного об'єкту (ПО) здійснюється за наступними процедурами:

- визначення координат ПО первинною та вторинною СС;
- неспотвореному прийомі польотної інформації (ПІ) вторинною СС;
- прив'язка ПІ до координатної інформації (КІ) ПО, визначеної вторинною СС;
- порівняння КІ отриманої первинною та вторинною СС і, за результатами котрого, формування формуляру ПО у склад якого входять:
 - КІ ПО, яка отримана первинною СС;
 - ПІ ПО, яка отримана вторинною СС.

Однак, визначення координат ПО запитальною СС, при наявності внутрісистемних, а також навмисних корельованих завад не завжди можливе. Це пов'язано з тим, що запитальні системи побудовані за принципом відкритої системи масового обслуговування, що дозволяє зацікавленій стороні не тільки отримувати інформацію літакових відповідачів (ЛВ), але і подавляти їх постановкою навмисних завад потрібної інтенсивності.

Виключення запитальних СС з ІЗ користувачів призводить до суттєвого зменшення безпеки польотів, а також до значних матеріальних збитків, що наглядно показала операція у Перській затоці.

При цьому слід зазначити, що поява навмисних корельованих завад [3] призводить до зменшення коефіцієнта готовності (КГ) - P_0 ЛВ і, як наслідок, виключає можливість виявлення та вимір координат ПО запитальною СС. Відомо, що КІ на борту ПО визначається з показниками значно ліпшими у порівнянні з показниками визначення КІ запитальною СС.

У зв'язку з чим актуальними питаннями є розгляд можливостей передачі за існуючим каналом передачі запитальної СС з борту ПО крім усього ще і КІ. Це передбачає перехід у ІЗ користувачів від запитальних СС до запитальних систем передачі ПІ, з використанням сучасних методів модуляції сигналів.

2. Мета роботи

Оптимізація передачі ПІ в запитальних каналах передачі при використанні сучасних методів модуляції сигналів.

3. Основна частина

Підвищення імовірності ІЗ користувачів системи контролю використання повітряного простору можливе за рахунок:

- підвищення імовірності виявлення ПО вторинною СС за рахунок збільшення пачки СВ;
- переходом від запитальних СС до запитальних систем передачі ПІ.

Оцінимо можливість першого варіанту для чого розглянемо можливість виявлення ПО запитальною СС у області великих значень співвідношень c/z , при яких флуктуаційними завадами у каналах можна зневажити. У цьому випадку характеристики виявлення визначаються тільки довжиною пачки сигналів відповіді (N) та КГ ЛВ.

Імовірності правильного виявлення пачок СВ для оптимального й квазіоптимального алгоритмів, при постійних значеннях N і P_0 , сходяться до границі

$$D = \sum_{i=c}^N C_N^i P_0^i (1-P_0)^{N-i}, \quad (1)$$

величина якого залежить від цифрового порога виявлення c .

При заданих значеннях D, N, c (1) являє собою рівняння відносно P_0 . Корінь цього рівняння є граничним значенням КГ, що має наступні властивості:

- якщо P_0 більше за порогове значення, то для каналу відповіді (КВ) запитальної СС існує таке значення співвідношення c/z , що при заданому P_0 забезпечує задане значення імовірності правильного виявлення ПО;
- якщо $P_0 < P_0^*(D, N, c)$, то незалежно від значення співвідношення c/z у КВ низький КГ ЛВ не дозволяє ймовірності D досягти заданої величини при фіксованих N і c . На відміну від співвідношення c/z збільшення довжини пачки завжди дозволяє досягти заданої величини ймовірності D незалежно від значення P_0 .

На рис. 1 наведені залежності порогового значення P_0 від довжини пачки N для різних значень D . Суцільна крива відповідає порогу, що дорівнює одиниці, штрихова крива – для порога, що дорівнює двом, а ламана крива відповідає вибору цифрового порога, рекомендованого для первинних СС. Як видно з рис. 1, імовірність правильного виявлення, що дорівнює 0,95 при $N=12$ при виборі порога, рекомендованого для первинної СС, досягається для $P_0=0,68$, у той час як при виборі порога, що дорівнює двом ця ймовірність досягається при $P_0=0,4$.

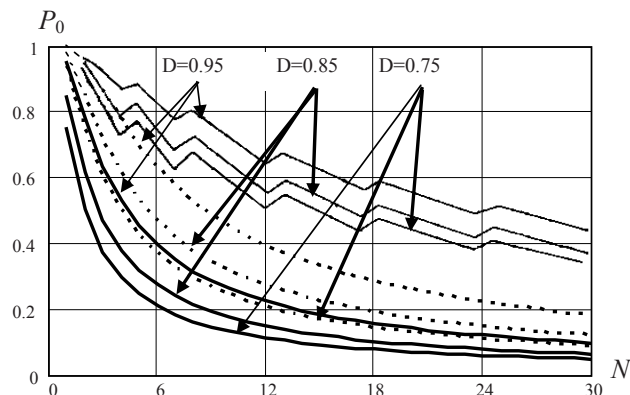


Рис. 1. Залежність $P_0 = f(D, N)$

Таким чином, підвищення імовірнісних характеристик запитальної СС при роботі ЛВ у полі значних потоків навмисних і внутрішньосистемних завад забезпечується вибором порогів виявлення залежно від значень КГ відповідача. З іншого боку, застосування оптимальних для даних умов роботи відповідача в каналі запиту (КЗ) порогів виявлення на запитальній СС дозволяє знизити вимоги до пропускної здатності ЛВ при значних інтенсивностях потоків внутрішньосистемних і навмисних корельованих завад.

Однак збільшення пачки СВ не завжди можливе, так як воно суттєвим чином зменшує розділяючу спроможність запитальних СС.

Розглянемо можливість використання КВ існуючих запитальних СС для передачі не тільки ПІ але і КІ. Будемо рахувати, що об'єм передаваної інформації, у цьому разі, дорівнює об'єму, що відповідає автоматичному залежному спостереженню [4].

Будемо вважати, що у КВ реалізуються цифрова передача інформації та сучасні методи модуляції сигналів. Для передачі інформації у цифровому вигляді використовуються системи сигналів $\vec{X} = \|X_{si}(t)\|$, де $i = 1, N$, N – кількість сигналів.

Систему з N сигналів характеризують з допомогою функцій невизначеності (ФН). Крім того, важливою характеристикою вражається енергетична відстань між сигналами

$$D_{ij} = \int_0^T [x_{si}(t) - x_{sj}(t)] \{ [x_{si}(t) - x_{sj}(t)] \}^* \quad (2)$$

де * – знак комплексного сполучення.

Відстань між сигналами, що отримуємо в точці прийому, пов'язано з імовірністю помилки на біт P_e , наприклад, для каналу Гауса і двійкової модуляції

$$P_e = \frac{1}{2} \left[1 - \Phi \left(\sqrt{\frac{D_{12}}{2N_0}} \right) \right], \quad (3)$$

де $N_0 = kT\Delta f$ – спектральна щільність білого шуму; k – постійна Больцмана; T – шумова температура, Δf – полоса частот прийому; $\Phi(x) = \frac{2}{\sqrt{2\pi}} \int_0^x e^{-t^2/2} dt$ – функція Лапласа.

Найбільш перспективними сигналами для використання у запитальних каналах передачі можуть бути: сигнали з фазовою модуляцією (ФМ); сигнали з квадратурно-амплітудною модуляцією (КАМ).

Наведемо порівняльну характеристику цим системам сигналів при використанні їх у запитальних каналах передачі інформації. Показником якості запитального каналу передачі оберемо імовірність помилки на біт інформації (3).

Відстань між сусідніми сигналами СС з $M = 2^k$ фазами в загальному випадку визначається наступним чином:

$$D_{i,i+1} = 2\sqrt{E} \sin(\pi/M). \quad (4)$$

Відстань між сусідніми сигналами для СС з КАМ модуляцією визначається як

$$D_{i,i+1} = \sqrt{2E} (\sqrt{M} - 1)^{-1}. \quad (5)$$

Будемо вважати, що відстань між ПО та запитувачем складає r . Тоді щільність потоку енергії, котра утворюється випромінюваним сигналом у місці розміщення приймальної антени яка знаходиться на відстані r від антени, що випромінює, складе $S_{pr} = PG/4\pi r^2$, де P – потужність передавача, G – коефіцієнт підсилення антени передавача. Потужність сигналу на вході приймача, у цьому разі, можна записати як

$$P_p = S_p A = \frac{PGA}{4\pi r^2},$$

де A – ефективна площа антени приймача.

Для виявлення сигналів необхідно, щоб відношення сигнал/шум було більше порогового. Відношення сигнал/шум можна оцінити на основі наступного виразу $q = \sqrt{P_p/N_0}$.

Враховуючи (3), (4) та з урахуванням швидкості кодування $V_k = k/n$ отримуємо імовірність P_e при передачі рівноймовірних сигналів фазової модуляції:

$$P_e = \frac{1}{2} \left[1 - \Phi \left(\sqrt{\frac{2PGAn}{4\pi r N_0 k}} \sin \frac{\pi}{M} \right) \right]. \quad (4)$$

Використовуючи (5) отримуємо вираз імовірності помилки на біт інформації при використанні у запитальному каналі КАМ сигналів.

Розрахунки імовірності помилки на біт інформації при використанні фазової модуляції сигналів у каналі передачі польотної інформації запитальних систем спостереження наведено на рис. 2.

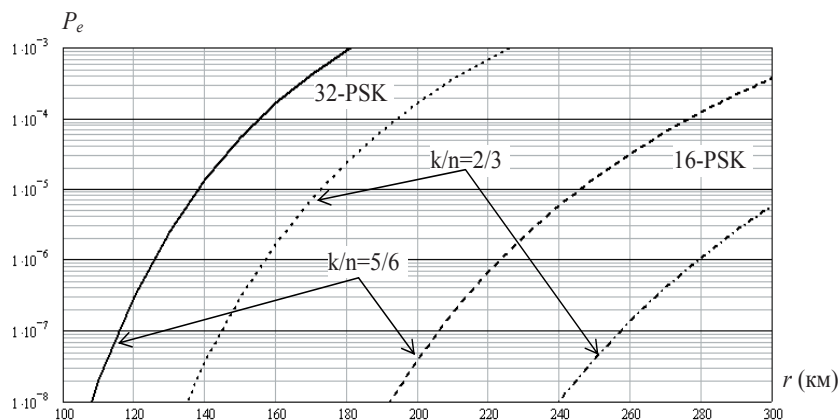


Рис. 2. Залежність імовірності помилки від відстані

Наведені розрахунки показують задовільні імовірності помилки на біт інформації при використанні у запитальному каналі сигналів 16- та 32-PSK. При використанні КАМ сигналів ці імовірності ще значно покращаться.

4. Висновки

Таким чином перехід від запитальних систем спостереження до запитальних каналів передачі інформації дозволяє суттєво підвищити імовірність інформаційного забезпечення користувачів системи контролю використання повітряного простору.

Література

1. Комплексне інформаційне забезпечення систем управління польотами авіації та протиповітряної оборони [Текст] / В.В. Ткачев, Ю.Г. Даник, С.А. Жуков, І.І. Обод, І.О. Романенко. – К.: МОУ, 2004. – 342 с.
2. Теоретичні основи побудови заводозахисних систем інформаційного моніторингу повітряного простору [Текст] / В.В. Ткачев, Ю.Г. Даник, С.А. Жуков, І.І. Обод, І.О. Романенко. – К.: МОУ, 2004. – 271 с.
3. Обод, И.И. Помехоустойчивые системы вторичной радиолокации [Текст] / И.И. Обод – М.: ЦИИТ, 1998.-118 с.
4. Агаджанов, П.А. Автоматизация самолетовождения и управления воздушным движением [Текст] / Агаджанов П.А., Воробьев В.Г., Кузнецов А.А. – М.: Транспорт, 1980. - 342 с.