

УДК 621.396.967.2

І.І. Обод, О.О. Стрельницький, М.Є. Алферов, А.О. Мерзлікін

Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків

АНАЛІЗ ВНУТРІШНЬОСИСТЕМНИХ ЗАВАД В ЗАПИТАЛЬНИХ СИСТЕМАХ СПОСТЕРЕЖЕННЯ ПОВІТРЯНОГО ПРОСТОРУ

У статті наведено аналіз внутрішньосистемних завад систем спостереження повітряного простору таких як: вторинні системи спостереження, бортові системи попередження зіткнення, системи ідентифікації за ознакою «свій-чужий», системи ADS-B та TIS-B котрі використовують однакові частоти запиту та відповіді. Розглянуті деякі методи захисту зазначених інформаційних засобів від внутрішньосистемних завад.

Ключові слова: внутрішньосистемні завади, системи спостереження повітряного простору.

Вступ

Постановка проблеми та аналіз літератури.

Важливою умовою підтримки цілісності і безпеки повітряного простору над територією будь-якої держави є забезпечення надійної ідентифікації об'єктів в повітряному просторі, використовуючи безперервне відображення поточної повітряної обстановки в конкретному районі.

Система КПП в значній мірі забезпечує безпеку держави та безпеку повітряного руху, що вже само по собі визначає рівень вимог до захищеності інформаційних процесів її функціонування. Основні елементи процедури контролю ПП - аналіз повітряної обстановки й прийняття рішень[1-3]. Рішення приймає особа на основі аналізу відповідним чином підготовленої інформації про стан повітряної обстановки. Правильне рішення може бути прийнято лише тоді, коли є досить повна, точна, достовірна й безперервна інформація про повітряну обстановку в зоні управління. Отже, якість прийняття рішень

визначаються якістю й складом інформації, на основі якої особа приймає рішення.

До головних інформаційних засобів системи КПП входять запитальні системи спостереження принцип побудови яких призводить до наявності значних внутрішньосистемних завад.

Мета роботи. Оцінка впливу внутрішньосистемних завад на імовірність інформаційного забезпечення вторинними системами спостереження повітряного простору.

Основна частина

Використовувані при забезпеченні УПР системи ВОРЛ, ADS-B, БСПЗ та військові системи ідентифікації за ознакою «свій-чужий» IFF працюють на одних і тих же частотах (1030 МГц і 1090 МГц) (рис.1). Технічні або експлуатаційні зміни в одній зі згаданих вище систем зачіпають саму систему, впливають на інші системи, що працюють на тих же частотах, і навіть на системи, що працюють на сусідніх частотах (наприклад, DME).

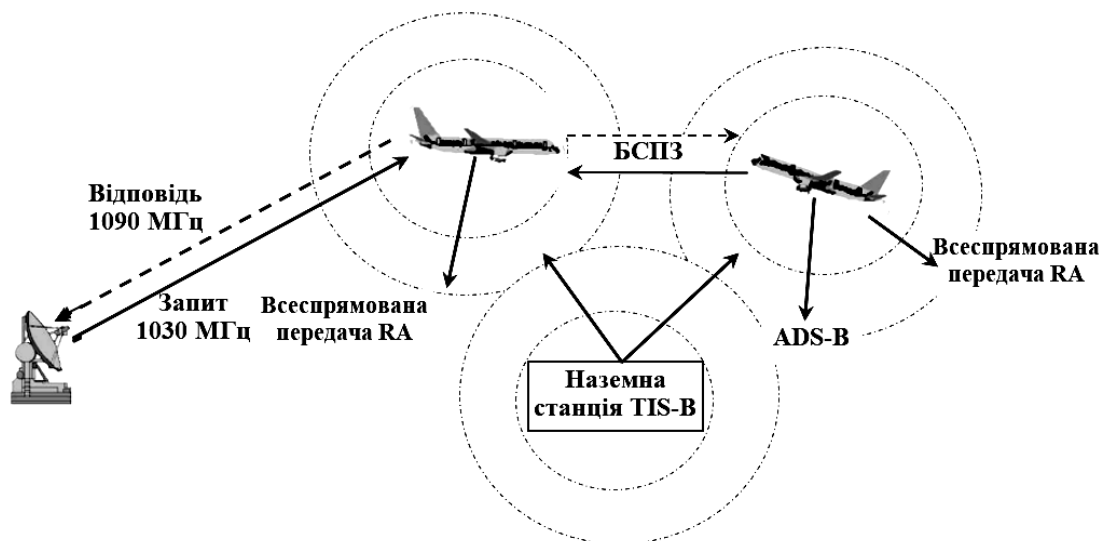


Рис. 1. Використання частот вторинних систем спостереження

На рис. 2 показані системи, що працюють на частотах 1030/1090 МГц, в смузі авіаційного діапазону частот 960-1215 МГц. Системи MLAT можуть бути або пасивними або активними. Для пасивних систем необхідна наявність тільки наземних приймальних станцій.

В активній системі повинні бути як наземні приймальні станції, так і запитувач. Запитувач дозволяє системі бути незалежною від інших джерел при ініціюванні передач з борта ПО.

Можливість вільного використання частот 1030 МГц і 1090 МГц в будь-якому конкретному ПП залежить від кількості та розподілу ПО, наземних/бортових запитувачів і частоти їх запитів. Оскільки в більшості випадків кожен запитувач працює незалежно від інших, на нього негативно впливають завади, створювані відповідями на запити інших наземних або бортових пристроїв, і на додаток до цього він може не отримати відповіді від прийомовідповідачів, які зайняті іншими запитувачами в момент, коли він намагається встановити з ними контакт.

Запит		Відповідь
	Нові системи IFF	
	Системи IFFMkX/XII	
	Військові БСПЗ	
	БСПЗ	
	ADS-B	
	TIS-B	
	Режим S ВОРЛ	
	Режим А/С ВОРЛ	
1030	МГц	1090

Рис. 2. Канали частоти в діапазоні частот 1030 -1090 МГц

Завади можуть призвести до зниження характеристик вторинних СС в результаті втрати або передачі невірної інформації. Причинами зниження характеристик є в основному зайнятість прийомовідповідача та спотворення радіочастотного сигналу. Зайнятість прийомовідповідача не дозволяє достовірним сигналам викликати передачу необхідної відповіді. Радіочастотні сигнали як по лінії зв'язку "вгору", так і по лінії зв'язку "вниз" можуть спотворюватися іншими накладаючимися радіочастотними сигналами, які ускладнюють або не дозволяють здійснювати правильне декодування необхідних сигналів. Ступінь зниження характеристик залежить від завантаженості каналу.

Смуга частот навколо 1030/1090 МГц призначена для спільного використання в цивільних і військових цілях. Виходячи з цього, для забезпечення

цілісності аеронавігаційних систем може знадобитися обмежити в мирний час польоти військових ПО і проведення навчань і тренувань за участю військових ПО.

Виникаючі при роботі вторинної СС завади можуть бути зведені до мінімуму за рахунок використання:

- мінімально можливого рівня потужності передавача, при якому забезпечуються необхідні характеристики;
- мінімальної частоти СЗ, які при цьому не повинні бути синхронними із СЗ будь-якої іншої наземної станції з перекривається зоною дії.

Для виключення синхронних завад можна також використовувати зміщення частоти повторення імпульсів.

Обробка радіочастотних сигналів з метою прийняття запитів не може здійснюватися прийомовідповідачем за таких умов:

- якщо прийомовідповідач заблокований внутрішнім сигналом, що надходить від іншого бортового обладнання ПО, що здійснює в даний момент ВЧ-передачу (наприклад, БСПЗ, UAT, DME);
- якщо прийомовідповідач здійснює в даний момент цикл прийому передач;
- якщо прийомовідповідач не може декодувати сигнали в режимі А/С через прийом пари імпульсів подавлення (до закінчення періоду подавлення).

Важливим чинником скорочення завантаженості каналу є використання мінімального числа запитувачів в будь-якому даному ПП при дотриманні експлуатаційних вимог.

Відповіді вторинних СС від прийомовідповідачів можуть спотворюватися іншими сигналами, які надходять в один і той же момент на вхід приймачів запитувачів.

Існує два види спотворення:

- асинхронне спотворення - коли відповідь вторинних СС спотворюється випадковим сигналом, що не синхронізований із СЗ;
- синхронне спотворення - коли відповідь вторинних СС спотворюється іншими відповідями одному і тому ж запитувачу.

Асинхронне спотворення не може призвести до зриву супроводу ПО засобами вторинної обробки інформації систем спостереження повітряного простору. Це пов'язано з тим, що вторинна СС передає кілька ЗС кожному ПО, коли він знаходиться в секторі променю. Видається малоімовірним, що випадкова завада спотворить всі СВ в промені. Вторинна СС використовує функцію усереднення відповідей, яка зіставляє відповіді в секторі променю, зменшуючи вплив будь-яких випадкових помилок. Крім того, радіолокатор зазвичай здійснює кореляцію даних окремих сканувань і траєкторії ПО, що може передбачати додаткові функції виправлення поми-

лок, які залежать від попередніх даних відстеження ПО. Найбільш поширеним джерелом сигналів, що викликають асинхронне спотворення, є відповіді ПО інших запитувачів і БСПС. У цьому є важливим експлуатувати сусідні запитувачі з різними значеннями PRF і використовувати функції випадкового зсуву PRF (для забезпечення несинхронності СЗ).

Синхронне спотворення має місце в тому випадку, коли ПО, що знаходяться близько один до одного по похилій дальності, відповідають на один і той же запит. Залежно від різниці відстаней до ПО імпульси відповідей можуть накладатися одна на одну або ущільнюватися. Стандартній відповіді в режимі А або С вторинний СС відповідає довжина приблизно 1,7 м. милі, і тому імпульси відповідей від ПО, що знаходяться один від одного в межах цієї відстані і на близьких азимутах (тобто в межах ширини промені антени), можуть накладатися один на одного. Оскільки відповіді запитувача від всіх ПО синхронізовані, велика кількість відповідей в секторі променю може бути спотворено, що може стати причиною того, що функція усереднення відповідей в СС видаватиме неправильний результат. Якщо спотворення буде зберігатися від одного сканування до іншого, то може також порушитися функція вправлення помилок за попередніми даними траєкторії і можливо наступне:

- неправильний код режиму А для ПО;
- неправильні дані режиму С (ешелон польоту) для ПО;
- перемикання кодів, коли ПО відповідають неправильні дані режиму А і / або режиму С;
- фіктивний ПО, коли накладені імпульси відповідей формують відповідь, яка представляється, що надходить від двох реальних ПО.

Синхронне спотворення може виникати в тому випадку, коли ПО судна знаходяться на близьких азимутах і похилих дальностях, навіть якщо має місце велике поділ по абсолютній висоті. Таке спотворення може зберігатися протягом декількох сканувань.

Ширина смуги пропускання приймача бортового прийомовідповідача і приймача наземної станції вторинної СС становить приблизно 8 МГц на рівні 3 дБ з центральною частотою 1030 і 1090 МГц. При такій ширині смуги можуть виникати значні завади в суміжних каналах від передавачів інших систем, що працюють на сусідніх частотах. Такі завади можна звести до мінімуму за рахунок розносу за частотою або просторового рознесення передавачів що створюють завади та відповідних приймачів вторинних СС. Зокрема, DME і первинний радіолокатор, можуть бути джерелами завад. Канали DME, суміжні з частотами вторинних СС, можуть створювати завади для вторинних СС. У деяких передавачах первинного радіолокатора використовуються дві частоти, і якщо вони рознесені на 60 МГц, то може виникати взаємна модуляція, що заподіює завади для роботи суміжних з первинними радіолокаторами вторинних СС.

Висновки

Проведений аналіз внутрішньосистемних завад запитальних систем спостереження показує необхідність використання засобів синхронізації запитальних систем спостереження для досягнення прийнятних показників завадостійкості

Список літератури

1. Автоматизированные системы управления воздушным движением: Новые информационные технологии в авиации / Под ред. С.Г. Пятко и А.И. Краснова. – СПб.: Политехника, 2004. – 446 с.
2. Грачев В.В. Радиотехнические средства управления воздушным движением / В.В. Грачев, В.М. Кейн. – М.: Транспорт, 1975. – 237 с.
3. Обод І.І. Інформаційна мережа систем спостереження повітряного простору / І.І. Обод, О.О. Стрельницький, В.А. Андрусевич. – Х.: ХНУРЕ, 2015. – 270 с.

Надійшла до редколегії 19.05.2016

Рецензент: д-р техн. наук, проф. О.А. Серков, Національний технічний університет «ХПІ», Харків.

АНАЛИЗ ВНУТРИСИСТЕМНЫХ ПОМЕХ У ЗАПРОСНЫХ СИСТЕМАХ НАБЛЮДЕНИЯ ВОЗДУШНОГО ПРОСТРАНСТВА

И.И. Обод, А.А. Стрельницкий, Н.Е. Алферов, А.О. Мерзликін

В статье приведен анализ внутрисистемных помех систем наблюдения воздушного пространства таких как: вторичные системы наблюдения, бортовые системы предупреждения столкновения, системы идентификации по признаку «свой-чужой», системы ADS-B и TIS-B которые используют одинаковые частоты запроса и ответа. Рассмотрены некоторые методы защиты указанных информационных средств от внутрисистемных помех.

Ключевые слова: внутрисистемные помехи, системы наблюдения воздушного пространства.

ANALYSIS-INTERFERENCE DO INTERROGATION SYSTEMS OBSERVATIONS OF AIRSPACE

I.I. Obad, A.A. Strelnickiy, N.E. Alferov, A.O. Merzlikin

The article provides an analysis of self-interference of air space surveillance systems such as secondary surveillance systems, airborne collision avoidance systems, identification systems on the basis of "friend or foe" system ADS-B and TIS-B which use the same frequency of the request and the response. Consider us, some of these methods of protection of information assets of self-interference.

Keywords: intersystem interference, surveillance system of air space.