

И.И. ОБОД, д-р техн. наук, НТУ "ХПИ",
А.А. ТЮРИН, НТУ "ХПИ"

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПОМЕХОУСТОЙЧИВОСТИ СПОСОБОВ ПЕРЕДАЧИ ПОЛЕТНОЙ ИНФОРМАЦИИ ПО КАНАЛАМ СИСТЕМ ИДЕНТИФИКАЦИИ

Проводится сравнительный анализ помехоустойчивости трех способов передачи полетной информации в существующих и перспективных системах идентификации воздушных объектов. Показано, что использование временного способа трансляции полетной информации в несинхронной сети систем идентификации позволяет повысить помехоустойчивость в 2 раза.

Ключевые слова: полетная информация, система идентификации, воздушный объект.

Постановка проблемы и анализ литературы. Системы идентификации (СИ) воздушных объектов [1 – 4] находят широкое применение в системах контроля использования воздушного пространства и являются основным источником получения полетной информации (ПИ) с борта летательного аппарата (ЛА). Возможность получения координатной информации, точность которой более чем на порядок превышает точность координатной информации этого ЛА, получаемую наземными средствами первичной локации, явилась основным критерием широкого использования рассматриваемых систем [5] в системах наблюдения.

Существующие методы передачи ПИ используют позиционный код [2, 3, 5] и, следовательно, требуют высоких энергетических затрат, а также характеризуются низкой помехоустойчивостью [4, 6, 7]. Применение временного способа трансляции ПИ [8, 9] в существующих несинхронных сетях СИ, а также перспективных синхронных сетях (СС) СИ [6, 7] позволяет повысить показатели качества получения ПИ на наземных пунктах управления. В связи с этим представляет интерес сравнительный анализ помехоустойчивости передачи ПИ указанными методами.

Цель работы – сравнительный анализ помехоустойчивости передачи полетной информации в несинхронных и синхронных сетях СИ.

Основная часть. Произведем сравнительный анализ помехоустойчивости рассматриваемых способов передачи ПИ с учетом действия в информационном радиоканале помех. При этом расчеты будем производить для случая, когда самолетный ответчик (СО) СИ излучает в каждом периоде запроса N -импульсный позиционный код. Это позволяет рассмотреть как метод передачи ПИ режима РБС ($N = 12$), так и временные способы передачи ПИ, реализованные на базе несинхронных ($N = 2n$, где n – значность интервально-временного кода) и синхронных ($N = n$) сетях.

Будем считать, что помехи в ответном канале действуют на отдельные импульсы кодовой посылки независимо и для данного радиоканала известны вероятности P_{01} и P_{10} [4]. При декодировании сигналов ПИ будем исследовать в дешифраторе следующую логику обработки информации: после декодирования любого сигнала координатной отметки осуществляется параллельное считывание информации с заданных временных позиций. В качестве сигнала координатной отметки будем использовать сигнал, аналогичный режиму РБС. Для сравнительной оценки выигрыша рассматриваемых СС СИ по сравнению с существующими запросными СИ, реализованными на базе несинхронных сетей, проведем исследование для общего случая работы СИ.

Рассмотрим декодирование с предварительной межпериодной обработкой (МО) сигналов. Пусть в N -разрядном коде ПИ информация значения "1" в разрядах передается на r позициях и значения "0" – на остальных позициях, а в устройстве МО используется логика k/m . В этом случае, вероятности правильного приема и искажения ПИ на выходе дешифратора можно записать как

$$D_1 = D_{k/m}^r (1 - F_{k/m})^{N-r} \sum_{i=0}^{m-k} C_m^i P_o^{m-i} (1 - P_o)^i \left[\sum_{l=0}^{m-k-i} C_{m-i}^l (1 - P_{10})^{m-l-i} P_{10}^l \right]^2;$$

$$D_u = [1 - D_{k/m}^r (1 - F_{k/m})^{N-r}] \sum_{i=0}^{m-k} C_m^i P_o^{m-i} (1 - P_o)^i \left[\sum_{l=0}^{m-k-i} C_{m-i}^l (1 - P_{10})^{m-l-i} P_{10}^l \right]^2,$$

где $D_{k/m}$ и $F_{k/m}$ – вероятности прохождения полезных и ложных сигналов через устройство МО сигналов с логикой k/m , которые могут быть определены как

$$D_{k/m} = \sum_{i=0}^{m-k} C_m^i (1 - P_{10})^{m-i} P_{10}^i; \quad F_{k/m} = \sum_{i=0}^{m-k} C_m^i P_{01}^{m-i} (1 - P_{01})^i;$$

P_o – коэффициент готовности (КГ) самолетного ответчика (СО).

Для случая декодирования с последующей МО принимаемых сигналов вероятности правильного приема и искажения ПИ можно определить следующим образом.

Вероятность обнаружения кода сигнала координатной отметки составляет

$$P_{2/2} = P_o (1 - P_{10})^2. \quad (1)$$

Вероятности правильного приема и искажения кода полетной информации на выходе устройства МО сигналов можно определить соответственно как

$$D_2 = D_{k/m}^r (1 - F_{k/m})^{N-r} \sum_{i=0}^{m-k} C_m^i P_{2/2}^{m-i} (1 - P_{2/2})^i; \quad (2)$$

$$D_i = [1 - D_{k/m}^r (1 - F_{k/m})]^{N-r} \sum_{i=0}^{m-k} C_m^i P_{2/2}^{m-i} (1 - P_{2/2})^i. \quad (3)$$

Подставляя (1) в (2) и (3) получаем

$$D_2 = D_{k/m}^r (1 - F_{k/m})^{N-r} \sum_{i=0}^{m-k} C_m^i [P_0 (1 - P_{10})^2]^{m-i} [1 - P_0 (1 - P_{10})^2]^i;$$

$$D_i = [1 - D_{k/m}^r (1 - F_{k/m})]^{N-r} \sum_{i=0}^{m-k} C_m^i [P_0 (1 - P_{10})^2]^{m-i} [1 - P_0 (1 - P_{10})^2]^i.$$

Вышеприведенные выражения получены для общего случая, когда P_0 и P_{10} переменные. При $P_0 = 1$ имеет место частный случай, когда учитывается только влияние помех в ответном канале, что характерно для СС СИ.

Вероятности правильного приема и искажения полетной информации при $P_0 = 1$ для обоих способов обработки информации можно записать как

$$D_1 = D_{k/m}^r (1 - F_{k/m})^{N-r} \sum_{i=0}^{m-k} C_m^i P_0^{m-i} (1 - P_0)^i \left[\sum_{l=0}^{m-k-i} C_{m-i}^l (1 - P_{10})^{m-l-i} P_{10}^l \right]^2;$$

$$D_i = [1 - D_{k/m}^r (1 - F_{k/m})]^{N-r} \sum_{i=0}^{m-k} C_m^i P_0^{m-i} (1 - P_0)^i \left[\sum_{l=0}^{m-k-i} C_{m-i}^l (1 - P_{10})^{m-l-i} P_{10}^l \right]^2;$$

$$D_2 = D_{k/m}^r (1 - F_{k/m})^{N-r} \sum_{i=0}^{m-k} C_m^i P_{2/2}^{m-i} (1 - P_{2/2})^i;$$

$$D_i = [1 - D_{k/m}^r (1 - F_{k/m})]^{N-r} \sum_{i=0}^{m-k} C_m^i P_{2/2}^{m-i} (1 - P_{2/2})^i; \quad P_{2/2} = (1 - P_{10})^2.$$

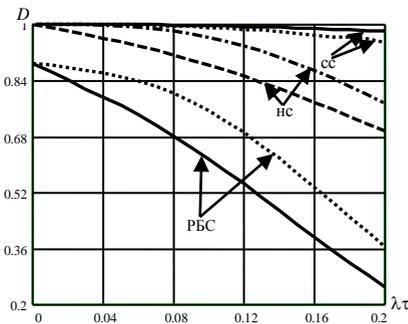


Рис. Помехоустойчивость методов ПИ

Как следует из представленных зависимостей, вероятности D_1 и D_2 отличаются только вероятностями прохождения координатной отметки. На рис. представлены вероятности правильного приема кода ПИ при $N = 12$ для рассматриваемых способов МО сигналов при использовании логики обработки "3 из 5". При этом приведен расчет помехоустойчивости передачи ПИ для метода режима РБС и временного способа, реализованного на базе несинхронной (нс) и синхронной (сс) сети СИ.

Расчет помехоустойчивости канала передачи ПИ для временного способа произведен при использовании значности ИВК $n = 4$. Помехоустойчивость способа с последующей МО сигналов несколько выше по сравнению со

способом предварительной МО. Приведенные зависимости указывают на значительное преимущество рассматриваемых СС СИ по сравнению с существующими запросными СИ. При этом следует заметить, что если не изменять принцип реализации сети СИ, то использование временного способа позволяет повысить помехоустойчивость передачи ПИ почти в 2 раза. Использование же принципа СС СИ позволяет не только повысить помехоустойчивость передачи ПИ, но и исключить влияние КГ СО на помехоустойчивость передачи ПИ.

Выводы. Приведенные расчеты показывают, что при модернизации СИ воздушных объектов необходимо переходить на временной способ трансляции ПИ с борта летательного аппарата на наземные пункты управления.

Список литературы: 1. ААР-28(В) NATO Glossary of Identification. – NATO Standardization Agency, 2002. 2. Давыдов П.С., Сосновский А.А., Хаймович И.А. Авиационная радиолокация: Справочник. – М.: Транспорт, 1984. – 224 с. 3. Маляренко А.С. Системы вторичной радиолокации для управления воздушным движением и государственного радиолокационного опознавания: Справочник. – Х.: ХУПС, 2007. – 78 с. 4. Обод И.И. Помехоустойчивые системы вторичной радиолокации. – М.: ЦНТИ, 1998. – 119 с. 5. Савицкий В.И. Автоматизированные системы управления воздушным движением. – М.: Транспорт, 1986. – 192 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. Комплексне інформаційне забезпечення систем управління польотами авіації та протиповітряної оборони / В.В. Ткачев, Ю.Г. Даник, С.А. Жуков, І.І. Обод, І.О. Романенко. – К.: МОУ, 2004. – 342 с. 8. Обод И.И., Михайлин А.Ю. Помехоустойчивость передачи полетной информации в синхронной сети систем вторичной локации // Вестник ХГПУ. – 1998. – Вып. 17. – С. 65–68.

УДК 621.396.962.38

Порівняльний аналіз завадостійкості способів передачі польотної інформації з каналів систем ідентифікації / Обод І.І., Тюрін А.А. // Вісник НТУ "ХПІ". Тематичний випуск: Інформатика і моделювання. – Харків: НТУ "ХПІ", 2008. – № 24. – С. 120 – 123.

Проводиться порівняльний аналіз перешкодостійкості трьох способів передачі польотної інформації в існуючих і перспективних системах ідентифікації повітряних об'єктів. Показано, що використання часового способу трансляції польотної інформації у несинхронній мережі систем ідентифікації дозволяє підвищити перешкодостійкість у 2 рази. Іл.: 1. Бібліогр. 8 назв.

Ключові слова: польотна інформація, система ідентифікації, повітряний об'єкт.

UDC621.396.962.38

Comparative analysis of noise-immunity methods of flight information transmission on channels of detection system / Obod I.I., Tyurin A.A. // Herald of the National State University "KhPI". Subject issue: Information science and modelling. – Kharkov: NSU "KhPI", 2008. – № 24. – P. 120 – 123.

The report contains a comparative analysis of three methods noise-immunity of flight information transfer in the existent and air objects identification perspective systems. It is shown that the use of temporal method of flight information translation in the asynchronous network of the systems of identification allows to promote noise-immunity in 2 times. Figs: 1. Refs: 8 titles.

Key words: flight information, identification system, air object.

Поступила в редакцію 24.04.2008