

УДК 004.045:621.396.96

А.І. Обод

Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків

ВИМОГИ ДО ЯКОСТІ ІНФОРМАЦІЇ БАГАТОПОЗИЦІЙНИХ СИСТЕМ СПОСТЕРЕЖЕННЯ

У статті на основі аналізу існуючих систем спостереження, котрі використовуються в автоматизованих системах управління, сформульовані вимоги до якості інформаційного забезпечення споживачів багатопозиційними системами спостереження повітряного простору при використанні сигналів відповіді запитальних систем спостереження та сформульовані питання забезпечення потрібної якості інформаційного забезпечення.

Ключові слова: якість інформаційного забезпечення, системи спостереження, показники якості.

Вступ

Постановка проблеми й аналіз літератури.

Основою інформаційного забезпечення (ІЗ) споживачів системи контролю повітряного (КПП) та управління повітряного руху (УПР) є системи спостереження (СС), котрі поєднуються у синхронну інформаційну мережу [1-3]. Підвищення надійності ІЗ користувачів системи контролю повітряного простору (ПП) неможливо без використання інформаційних технологій (ІТ) у процесі отримання, збору, обробки, зберігання й розповсюдження аеронавігаційних даних. ІТ, у цій ситуації, припускають автоматизацію процесів отримання, збору, обробки й відображення інформації від різномірних СС та здійснюють мережеву обробку інформації. Однією з таких систем є система мультілатерації MLAT [4-6]. Система мультілатерації MLAT являє собою незалежну кооперативну СС нового рівня. Система використовується з вже існуючим обладнанням запитальних СС і не потребує додаткової бортової апаратури.

Мета роботи. Розгляд вимог до якості інформації багатопозиційних систем спостереження при їх використанні а аеродромних автоматизованих системах.

Основна частина

В останні роки стрімко зростає інтенсивність вантажних і пасажирських авіаперевезень, зростає завантаженість авіатрас, щільність повітряного руху. У зв'язку з цим традиційні засоби вторинної радіолокації, такі як моноімпульсний вторинний радіолокатор (МВРЛ), все менше відповідають сучасним вимогам по точності й швидкості визначення місця розташування повітряного об'єкту (ПО) для більш ефективного ешелонування. Відповідно до концепції CNS/ATM найбільш перспективним методом отримання даних про ПП визнано автоматичне залежне спостереження (ADS) на базі цифро-

вих ліній передачі даних (ЛПД). Автоматичне залежне спостереження (АЗН) - метод спостереження, відповідно до якого ПО автоматично надають за ЛПД конкретному (при ADS-C і ADS-A) або будь-якому (при ADS-B) споживачеві інформацію, отриману від бортових пілотажно-навігаційних комплексів ПО. При цьому слід зазначити, що існує технологія, яка дозволить поєднати і взаємопов'язати застосування ADS-B з традиційною системою радіолокаційного спостереження.

Застосування багатопозиційних систем спостереження (БПСС), або систем мультілатерації (MLAT), дозволить здійснити перехід до технології ADS-B без істотної зміни бортового обладнання та наземної інфраструктури.

Відомо, що впровадження аеродромних систем ADS-B+MLAT дозволить забезпечити:

- контроль ПП в аеродромній зоні;
- вирішення завдання виявлення потенційно-конфліктних ситуацій в повітрі;
- контроль ПО, що заходять на посадку;
- контроль за рухом ПО і транспортних засобів по льотному полю [2].

Мультілатераційне спостереження за становищем ПО щодо курсу посадки і глибини може бути використано для виведення ПО на ЗПС, тобто для побудови на основі MLAT системи посадки ПО.

В даний час спостерігається тенденція об'єднання БПСС в «широкозонні» (Wide Area Multilateration) інтегровані системи [3].

У порівнянні з первинними та вторинними СС БПСС має ряд переваг:

- формування зони спостереження незалежно від рельєфу місцевості;
- висока точність і швидкість оновлення інформації;
- сумісність з ADS-B;
- не пред'являються додаткові вимоги до бортового обладнання ПО;
- невеликі габарити і вага;

- низька витрата електроенергії;
- низька вартість обладнання;
- низькі витрати на експлуатацію та обслуговування.

У загальних рисах, додатки системи КПП на основі мультілатерації поділяються на кілька напрямків:

- зональний огляд і огляд заходу на посадку в повітряному просторі з радіолокаційним оглядом;
- зональний огляд і огляд заходу на посадку в повітряному просторі без радіолокаційного огляду;
- аеродромні додатки наземного руху для наземного і аеродромного управління;

- технічні поліпшення системи УПР, включаючи вибірку параметрів RVSM і вибірку параметрів ADS-B

Розглянемо вимоги до інформації БПСС у аеродромній зоні. Можливо стверджувати, що інформація від БПСС повинна задовольняти вимогам, що пред'являються до існуючих систем ІЗ. Таким чином БПСС повинна працювати в режимах А/С і S вторинних СС і і забезпечувати виконання таких вимог:

- ймовірність виявлення ПО повинна бути не менше 97%;
- ймовірність помилкового виявлення ПО не повинна перевищувати 0,1%;
- ймовірність отримання інформації о бортовому номері не менше 99%;
- ймовірність отримання коду в режимі А не менше 98%;
- ймовірність отримання коду в режимі С не менше 96%;
- ймовірність помилкового виявлення кодів не повинна перевищувати 0,1%;
- СКО визначення горизонтальних координат не повинна перевищувати 150 м;
- часова затримка передачі інформації в БПСС не повинна перевищувати 500 мс;
- час обробки інформації з моменту прийому сигналу не повинна перевищувати 1 с;
- інтервал оновлення інформації повинен бути не менше 5 секунд з імовірністю 95%;
- максимально допустимий інтервал оновлення інформації повинен бути не більше 15 секунд з імовірністю 95%;
- ймовірність виникнення максимально допустимого інтервалу оновлення інформації не повинна перевищувати 0,1%;
- час взяття на супровід (виявлення і зав'язки траси) нового ПО не повинно перевищувати 25 секунд з імовірністю 99%;
- час взяття на супровід (виявлення і зав'язки траси) ПО, що злітає, не повинно перевищувати 15 секунд з імовірністю 99%;
- БПСС повинна забезпечувати обслуговування не менше 250 ПО.

Крім того, БПСС повинна забезпечувати визначення:

- горизонтальних координат в аеродромній декартовій системі координат (СК);
- координат широта і довгота в геодезичній СК WGS-84;
- швидкостей і прискорень по осях аеродромної декартовій та геодезичній WGS-84 СК;
- СКО і коваріації координат ПС у аеродромній декартовій та геодезичній СК;
- барометричної висоти;
- розрахункової висоти для областей, де вона доступна для визначення з достатньою точністю;
- істинної висоти в СК WGS-84 та її СКО.

Для забезпечення цілісності БПСС повинна формуватися ознака «прийнято або спотворено» інформації надходить з борту ПО:

- ідентифікації ПО;
- барометричної висоти польоту (пріоритет має висота польоту в режимі S);
- бортового номера ПО.

Вимоги до інформації БПСС в зоні заходу на посадку повинні бути не нижче якості ІЗ посадкових радіолокаторів (ПРЛ), які забезпечують вимірювання дальності до ПО, відхилення ПО за курсом від посадкової прямої і відхилення ПО від заданої глибини зниження.

Це вимагає виконання таких основних характеристик:

- дальність дії, не менше при $D > 0,8$ $F = 10^{-6}$ для ПО з ЕОП = 15 м^2 - 17 км;
- кути огляду простору, не менш
 - а) за азимутом – 20°
 - б) за кутом місця - 7°
- максимально допустима помилка у визначенні відстані від ПО до розрахункової точки приземлення, не більше 30 м +3% відстані від ПО до точки приземлення;
- максимально допустима помилка у визначенні відхилення ПО від лінії курсу, не більше 0,6% відстані від антени ПРЛ до ПО плюс 10% бокового відхилення від лінії курсу або 9 м (брати більшу величину);
- максимально допустима помилка у визначенні відхилення ПО від заданої траєкторії зниження, не більше 0,4% відстані від антени ПРЛ до ПО плюс 10% вертикального відхилення від заданої траєкторії зниження або 6 м (брати більшу величину);
- роздільна здатність, не гірше:
 - за дальністю – 30 м;
 - за курсом – $1,2^{\circ}$;
 - за кутом місця – $0,6^{\circ}$;
- оновлення інформації, не більше – 1 с.

Вимоги до БПСС в зоні посадки повітряного об'єкту. Посадка ПО складається з двох ділянок:

повітряної ділянки, що включає планування, вирівнювання, витримування і парашутування, і наземної ділянки - пробігу по ЗПС. Висота початку посадки чітко не визначена, але може починатися з моменту прийняття пілотом рішення про посадку.

Кордоном між повітряним ділянкою і пробігом є приземлення. Вирівнювання - плавний перехід літака від планування до витримування - починається на висоті 8-10 м і закінчується на висоті 0,5-1 м; воно служить для погашення вертикальної швидкості зниження, яку літак мав на плануванні. Витримування має на меті погасити швидкість до нормальної посадкової і виконується з поступовим наближенням літака до землі. До кінця витримування літак повинен знаходитися на висоті 0,25 - 0,5 м (вважається від коліс). Коли підйомна сила стає менше ваги літака, починається парашутування - зниження зі зростаючою вертикальною швидкістю з висоти кінця витримування. Заключний етап посадки - пробіг по ЗПС.

Таким чином, при обґрунтуванні вимог до точносних і просторових характеристик БПСС в зоні посадки необхідно керуватися двома документами, що регламентують вимоги до засобів спостереження:

- до торкання ПО поверхні ЗПС вимогами до ПРЛ;

на етапі пробігу ПО по ЗПС керуватися вимогами, що пред'являються до систем контролю руху на аеродромі.

Наведене вище дозволяє сформулювати основні питаннями, які стоять перед розробниками системи БПСС:

- вибір конфігурації системи (розташування приймальних станцій і їх кількість), що забезпечує прийнятну величину GDOP в заданій зоні дії системи;

- вибір технічних засобів, що забезпечують необхідну точність вимірювання TDOA;

- вибір алгоритму визначення місцеперебування ПО.

Висновки

Задача забезпечення потрібної якості ІЗ користувачів БПСС пов'язана з оптимізацією мультілатераційної системи.

Ця задача є задачею багатокритеріальної оптимізації що потребує формалізувати і скласти вагову функцію з такими параметрами:

- кількість приймальних станцій;
- координати приймальних станцій;
- координати центральної станції;
- координати контрольного відповідача;
- характер залежності абсолютної похибки від дальності і висоти.

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. *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.*

3. *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.*

4. *Technical specification for Wide Area Multilateration (WAM) systems. ED-142, September, 2010.*

5. *Implementation of MLAT/ADS-B System. ICAO/FAA Workshop on ADS-B and Multilateration Implementation. Mexico-City, September, 6, 2011. ERA beyond radar.*

6. *Implementation of MLAT/ADS-B System. ICAO/FAA Workshop on ADS-B and Multilateration Implementation. Mexico-City, September, 6, 2011. ERA beyond radar.*

Надійшла до редколегії 23.06.2016

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

ТРЕБОВАНИЯ К КАЧЕСТВУ ИНФОРМАЦИИ МНОГОПОЗИЦИОННЫХ СИСТЕМ НАБЛЮДЕНИЯ

А.И. Обод

В статье на основе анализа существующих систем наблюдения, которые используются в автоматизированных системах управления, сформулированы требования к качеству информационного обеспечения потребителей многопозиционными системами наблюдения воздушного пространства при использовании сигналов ответа запросных систем наблюдения и сформулированы вопросы обеспечения нужного качества информационного обеспечения.

Ключевые слова: качество информационного обеспечения, системы наблюдения, показатели качества.

REQUIREMENTS FOR QUALITY INFORMATION MULTIPOSITION SURVEILLANCE SYSTEMS

A.I. Obad

On the basis of the analysis of existing surveillance systems that are used in automatic control systems, the requirements to the quality of information support of consumers of observation systems multiposition airspace using an interrogation signal response surveillance systems and formulated questions to ensure the required quality of information support.

Keywords: quality information support, monitoring system, quality indicators.