

УДК 004.045:621.396.96

О.П. Черних, І.І. Обод, М.Ю. Охрименко

Національний технічний університет «ХПІ», Харків

## РОЗПОДІЛЕНА ОБРОБКА ІНФОРМАЦІЇ У СПОЛУЧЕНИХ МЕРЕЖАХ СИСТЕМ СПОСТЕРЕЖЕННЯ ПОВІТРЯНОГО ПРОСТОРУ

У статті наводиться структура та показники якості інформаційного забезпечення споживачів сполученими системами спостереження повітряного простору. Показано, що завдяки перерозподілу розподіленої та централізованої обробки сигналів інтегральний показник якості інформаційного забезпечення споживачів збільшується та зменшується вплив коефіцієнту готовності літакових відповідачів на якість інформаційного забезпечення.

**Ключові слова:** інформаційне забезпечення, системи спостереження, інтегральний показник якості.

### Вступ

**Постановка проблеми й аналіз літератури.** Інформаційне забезпечення (ІЗ) системи використання повітряного простору здійснюється системами спостереження (СС) [1, 2], як правило, сполученими, яки включають до свого складу первинну та одну чи дві вторинні (запитальні). Синхронна робота сполученої СС за часом та простором дозволяє розглядати її як сполучену синхронну мережу СС. У теперішній час підвищення надійності ІЗ користувачів неможливо без використання інформаційних технологій (ІТ) у процесі отримання, збору, обробки, зберігання й розповсюдження аеронавігаційних даних. Дійсно, використання ІТ дозволяє підвищити рівень ІЗ, що забезпечить безпеку польотів, підвищення економічності й регулярності польотів цивільної й військової авіації в районі аеродрому, на повітряних трасах та у поза трасовому повітряному просторі. ІТ, у цій ситуації, припускають повну автоматизацію процесів виявлення та виміру координат повітряних об'єктів (ПО) різнорідними СС та отримання, збору, обробки й відображення інформації. При цьому слід зазначити, що ведучою є первинна СС, координатна інформація (КІ) котрої і закладається у формуляр ПО. Обчислення КІ ПО вторинними (запитальними) потрібно тільки для поєднання інформації первинних та запитальних СС, що суттєвим чином зміншує інформаційні можливості запитальних СС.

Автоматичне обчислення КІ ПО всіма каналами обробки у мережі СС, що розглядаються, обробка ПП та формування формуляра ПО, у теперішній час, здійснюється апаратурою первинної обробки інформації (АПОІ). Це обумовлено застарілим парком СС, а також і застарілим поглядом на СС конструкторів.

У роботі [3] розглянута загальна структура ІЗ користувачів так і інтегральний показник якості ІЗ при розгляді сполученої СС як синхронної мережі. Однак при цьому обробка інформації кожної з СС, котрі входять о мережі залишено незмінним у порівнянні з існуючим варіантом обробки.

**Мета роботи** – підвищення якості ІЗ користувачів на основі перерозподілу розподіленої та централізованої обробки у синхронних сполучених мережах СС.

### Основна частина

Розширення можливостей використання повітряного простору країни для польотів ПО можливо шляхом підвищення як ступеня технічної оснащеності сучасними засобами повітряного й наземного зв'язку, спостереження й автоматизації управління повітряним рухом, що відповідають вимогам глобальної експлуатаційної концепції організації повітряного руху Міжнародної організації цивільної авіації, так і широким використанням ІТ про отримані, обробці, збереженні та передачі інформації. Підвищення якості ІЗ можливо досягти зміною алгоритмів та структури обробки сигналів за рахунок використання ІТ.

Розглянемо структуру ІЗ користувачів на базі первинної обробки інформації синхронною мережею СС, котра включає канали первинної та вторинної СС. У теперішній час, для складання формуляра ПО у кожному каналі СС повинно бути здійснено:

- виявлення та вимірювання параметрів виявлених сигналів;
- виявлення та вимір координат виявлених ПО.

Крім того вторинною СС повинна бути прийнята та оброблена ПП. Також повинні матися пристрої порівняння та поєднання інформації.

Однак у зв'язку синхроністтю роботи обох каналів можливо розподілену обробку на рівні виявлення ПО та вимірю координат замінити на централізовану. У цьому випадку структура ІЗ користувачів має вигляд показаний на рис. 1.

Структура містить у кожному каналі виявлювач поодиноких сигналів, з виходу якого знімається послідовність випадкових нулів і одиниць. Оптимальний поріг виявлення сигналу вибирається відповідно до обраного критерію. Таким чином, виявлення сигналу здійснюється за необхідними показниками якості, тобто  $F_{0i}$ ,  $D_{0i}$ .

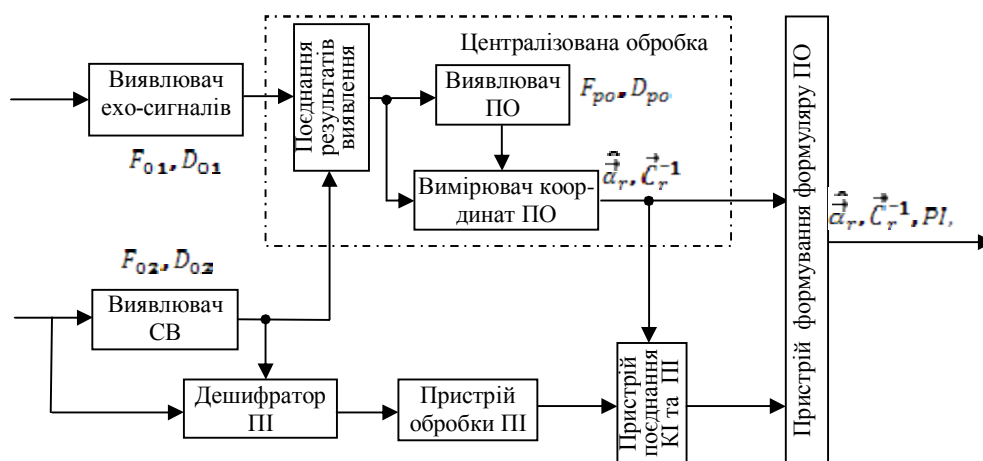


Рис. 1. Структура інформаційного забезпечення користувачів

Послідовність нулів і одиниць з виходу каналних виявлювачів сигналу проходить часову дискретизацію і поступає далі на централізовану обробку, у котрій здійснюється виявлення ПО і вимірювання їх координат.

Для вирішення сформульованого завдання виявлювач ПО має обробляти сигнали, що надходять, відповідно до деякого алгоритму, котрий включає алгоритм поєднання результатів виявлення сигналів кожним з каналів мережі СС. Алгоритм виявлення ПО зводиться до перевірки гіпотези  $H_0$  про відсутність ПО проти альтернативної гіпотези  $H_1$  про її наявність, тобто до утворення співвідношення правдоподібності й порівняння цього відношення з якимось наперед заданим числом, яке обирається, виходячи з припустимої імовірності хибного виявлення. Рішення про виявлення об'єкту з показниками якості  $F_{po}$  і  $D_{po}$  надходить на вимірювач координат ПО. Оцінка координат миттєвого положення ПО робиться одночасно з виявленням ПО. Завдання вимірювача координат ПО полягає в тому, щоб на основі аналізу отриманої послідовності нулів і одиниць оцінити оптимальним чином координати ПО.

Для вирішення сформульованого завдання вимірювач координат ПО також має обробляти сигнали, що надходять, відповідно до деякого алгоритму. Оптимальний алгоритм вимірювання координат синтезується, як правило, за критерієм максимальної правдоподібності. Вигляд функції правдоподібності залежить від статистичних характеристик сигналів і завад, форми діаграми спрямованості антенної системи, а також від способу сканування антени СС у процесі вимірювання.

Таким чином, при формуванні сигналу про виявлення ПО з виходу вимірювача координат ПО кожного каналу сполученої СС видається оцінка вектора вимірювання координат  $\hat{a}_r$ , що характеризується кореляційною матрицею похибок  $\bar{C}_r^{-1}$ .

Виходячи з вищесказаного, при ІЗ частковими показниками якості будуть імовірності правильного виявлення ПО та якість виміру КІ ПО. Останнє потрібно, крім всього, для включення ПІ у склад формуляру ПО.

При порівнянні та поєднанні інформації, що потрібно для автоматичного складання формуляру ПО критерієм є якість виміру КІ, та імовірності деяких подій до яких належать:

- імовірність втрати правильної ПІ;
- імовірність спотворення ПІ;
- імовірність об'єднання КІ і ПІ у сполученій СС.

Можливо показати [3], що при вживанні в пристрої обробки ПІ схем підтвердження польотної інформації по критерію  $\frac{k}{m}$  імовірність об'єднання координатної і польотної інформації складе:

$$P_{okp} = (1 - P_{vtr.p.i})(1 - P_{ick.p.i})P \left\{ \begin{matrix} +N'_o \\ -N'_o \end{matrix} \right\},$$

де  $P \left\{ \begin{matrix} +N'_o \\ -N'_o \end{matrix} \right\}$  – умовна імовірність приходу ПІ у

стробі від  $+N'_o$  до  $-N'_o$  відносно КІ ПО;  $P_{vtr} = 1 -$

$P_{p.i}^k$  – імовірність втрат правильної ПІ у пристрої

обробки;  $P_{p.i}$  – імовірність видачі ПІ з виходу запитальної СС у перших інформаційних відповідях;

$P_{ick.p.i} = \sum_{i=k}^m C_m^i P_{ick}^i (1 - P_{ick})^{m-i}$  – імовірність спотворення ПІ складе;  $P_{ick}$  – імовірність видачі запитальною СС хибної ПІ.

Виходячи з вищевисловленого інтегральним показником якості ІЗ користувачів може бути імовірність інформаційного забезпечення, котра для структури, відображеної на рис. 1, може мати наступний вигляд:

$$P_{\text{inf}} = D_{\text{po}} \cdot P_{\text{okp}}$$

Розрахунки імовірності інформаційного забезпечення користувачів сполученою СС при виявленні та вимірі координат ПО на основі аналізу усієї пачки отриманих сигналів та різних коефіцієнтів готовності (КГ) ( $P_0$ ) літакових відповідачів (ЛВ) наведені на рис. 2 – 4. При цьому безперервна крива відповідає ІЗ, котре забезпечує існуюча структура СС, а криві (1/2), (2/2) – для варіанту ІЗ, що розглядається, при різних логіках поєднання результатів виявлення сигналів у каналах обробки.

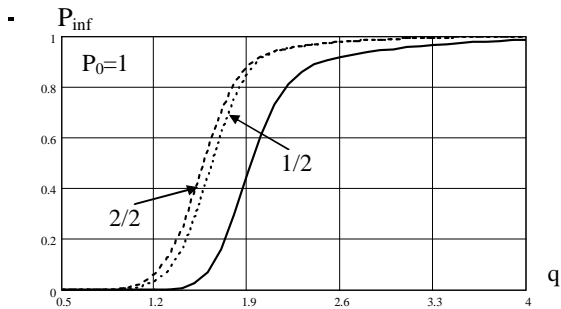


Рис. 2. Залежність  $P_{\text{inf}} = f(q, P_0)$ ,  $P_0 = 1$

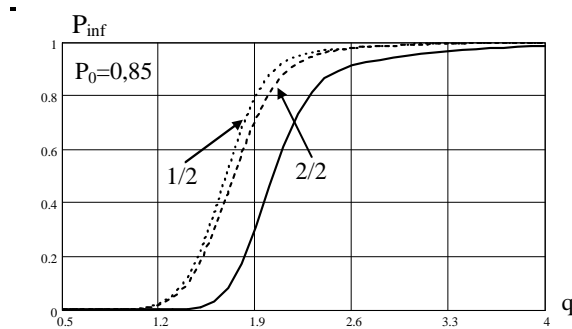


Рис. 3. Залежність  $P_{\text{inf}} = f(q, P_0)$ ,  $P_0 = 0,85$

## Висновки

Наведені розрахунки ІЗ користувачів синхронною мережею сполучених СС при централізованому

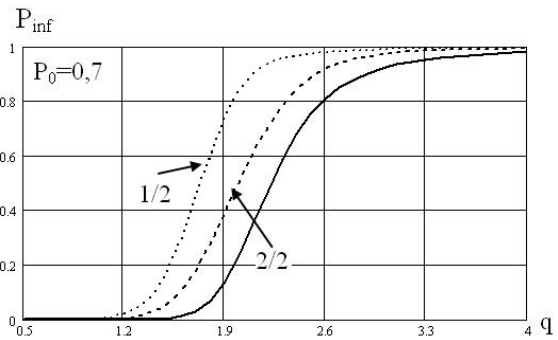


Рис. 4. Залежність  $P_{\text{inf}} = f(q, P_0)$ ,  $P_0 = 0,7$

виявленні ПО та вимірі їх координат показали збільшення імовірності ШЗ на 15 – 20 % у порівнянні з існуючим ІЗ користувачів.

При цьому слід зазначити, що зменшився вплив КГ ЛВ на якість ІЗ, а також те, що доцільно використовувати у пристрої поєднання результатів виявлення сигналів логіку обробки 1/2.

## Список літератури

1. 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.
2. Агаджанов П.А. Автоматизація самолетовождения и управления воздушным движением / П.А. Агаджанов, В.Г. Воробьев, А.А. Кузнецов. – М.: Транспорт, 1980. – 342 с.
3. Структура та показники якості інформаційного забезпечення користувачів сумісними системами спостереження повітряного простору / І.І. Обод, М.Ю. Охрименко, О.О. Тюрін, О.П. Черних // Системи управління, навігації та зв'язку. – К.: ДП «ЦНДІ НіУ», 2011. – Вип. 1 (17). – С. 165-168.

Надійшла до редколегії 24.01.2011

**Рецензент:** д-р техн. наук, доцент Г.В. Єрмаков, Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків.

## РАСПРЕДЕЛЕННАЯ ОБРАБОТКА ИНФОРМАЦИИ В СОВМЕСТНЫХ СЕТЯХ СИСТЕМ НАБЛЮДЕНИЯ ВОЗДУШНОГО ПРОСТРАНСТВА

Е.П. Черных, И.И. Обод, М.Ю. Охрименко

В статье приводится структура и показатели качества информационного обеспечения потребителей совместными системами наблюдения воздушного пространства. Показано, что благодаря перераспределению распределенной и централизованной обработки сигналов интегральный показатель качества информационного обслуживания увеличивается и уменьшается влияние коэффициента готовности самолетных ответчиков на качество информационного обслуживания.

**Ключевые слова:** информационное обеспечение, системы наблюдения, интегральный показатель качества.

## THE DISTRIBUTED PROCESSING OF INFORMATION IS IN THE JOINT NETWORKS OF THE SYSTEMS OF SUPERVISION OF AIR SPACE

E.P. Chernyh, I.I. Obod, M.Yu. Okhrymenko

A structure over and indexes of quality of the informative providing of users the joint systems of supervision of air space is brought in the article. It is rotined that due to the redistribution of the distributed and centralized processing of signals the integral index of quality of informative service is increased and diminishes influence of coefficient of readiness of airplane defendants on quality of informative service.

**Keywords:** informative providing, systems of supervision, integral index of quality.