УДК 621.396.96

О.О. Стрельницький, В.А. Андрусевич

Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків

РОЗПОДІЛЕНА ОБРОБКА ІНФОРМАЦІЇ У МЕРЕЖАХ СИСТЕМ СПОСТЕРЕЖЕННЯ ПОВІТРЯНОГО ПРОСТОРУ

У статті наводиться аналіз структури та якості інформаційного забезпечення споживачів при розподіленій обробці інформації у мережах системам 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. Розширення можливостей використання повітряного простору країни для польотів повітряних об'єктів (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 використання інформаційних технологій (ІТ) про отримання, обробку, збереження та передачу інформації.

Підвищення якості інформаційного забезпечення (ІЗ) можливо досягти зміною алгоритмів та структури обробки сигналів за рахунок використання ІТ.

ІЗ системи використання повітряного простору здійснюється системами спостереження (СС) [1, 2], як правило, сумісними, яки включають до свого складу первинну та одну чи дві вторинні (запитальні). При цьому слід зазначити, що сумісні СС створюють мережу СС. Формуляр ПО, який видається споживачам інформації сумісною СС, крім усього, повинен включати [3-5]:

– просторові координати ПО;

– додаткову польотну інформацію (ПІ) ПО;

– інформацію ідентифікації ПО за ознакою «свій-чужий».

Однак слід зазначити, що ведучою є первинна СС, координатна інформація (КІ) котрої і закладається у формуляр ПО. Обчислення КІ ПО запитальними СС потрібно тільки для поєднання інформації СС, що суттєвим чином зменшує інформаційні можливості запитальних СС, якість котрого значно більше якості КІ первинних СС, котре забезпечується більшим відношення с/ш. Можливо стверджувати, що все це обмежує показники якості ІЗ споживачів при видачі повного формуляру.

Мета роботи. Підвищення якості ІЗ користувачів на основі реалізації розподіленої обробки інформації у мережі первинної та запитальної систем спостереження.

Основна частина

Синхронна робота первинної та запитальної СС за часом та простором дозволяє розглядати її як сумісну синхронну мережу СС. Розглянемо структуру ІЗ користувачів на базі первинної обробки інформації синхронною мережею СС, котра включає канали первинної та запитальної СС. У теперішній час, для складання формуляру 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 ПІ. Також повинні матися пристрої порівняння та поєднання інформації.

Тоді, як показано у [5], інтегральним показником якості (ІПЯ) може бути ймовірність ІЗ, яка для випадку, що розглядається, може бути записана як

$$P_{inf} = D_{11}, D_{12}, P_{per}, P_{obe}, P_{por},$$

де D_{1i} –імовірності правильного виявлення ПО кожною СС, P_{per} – імовірність правильної передачі ПІ запитальною СС, P_{obe} – імовірність об'єднання координатної та польотної інформації запитальної СС, P_{por1} – імовірність порівняння координатної інформації первинної та запитальної СС.

Імовірності правильного виявлення ПО кожним каналом сумісної СС $P_i = D_{1i}$, є функціями

$$D_{1i} = f(D_{0i}, F_{0i}, C_i, P_0) = f(q_{0i}, z_{0i}, C_i, P_0),$$

де $z_0(C)$ – аналоговий (цифровий) поріг виявлення сигналу (ПО), q_{0i} – відношення с/ш у каналі обробки, P_0 – коефіцієнт готовності (КГ) відпові-

© О.О. Стрельницький, В.А. Андрусевич

дача літака, що є характерним для запитальної системи спостереження.

Однак у зв'язку з синхроністю роботи обох каналів можливо розподілену обробку на рівні виявлення ПО та вимірювання координат замінити на централізовану.

У цьому випадку структура обробки інформації повинна мати у кожному каналі виявлювач поодиноких сигналів, з виходу якого знімається послідовність випадкових нулів і одиниць. Оптимальний поріг виявлення цих сигналів вибирається відповідно до обраного критерію. Таким чином, виявлення сигналу здійснюється за необхідними показниками якості, тобто F_{0i}, D_{0i}.

Послідовність нулів і одиниць з виходу виявлювача сигналу проходить часову дискретизацію і поступає далі на входи сумісного виявлювача-вимірювача координат ПО, де здійснюється обробка сигналів відповідних ПО. Завдання виявлювачу ПО полягає в тому, щоб на основі аналізу отриманої послідовності нулів і одиниць вирішити оптимальним чином, чи являє собою прийнята вибірка пачку сигналів або вона відноситься до завади. Рішення про виявлення об'єкту з показниками якості F_{1i} і D_{1i} надходить на пристрій розподіленої обробки, де здійснюється сумісне виявлення ПО мережею СС, показниками якості F_{00} і D_{00}. Рішення про сумісне виявлення ПО надходить на вимірювачі координат ПО кожної з СС. Оцінка координат миттєвого положення ПО робиться одночасно з сумісним виявленням ПО.

Таким чином, при формуванні сигналу про виявлення ПО з виходу вимірювача координат ПО кожного каналу мережі СС видається оцінка вектору вимірювання координат $\hat{\vec{\alpha}}$, що характеризується кореляційною матрицею (КМ) точності $\vec{C}^{-1}$.

У пристрої розподіленої обробки здійснюється поєднання оцінок вимірювання на основі векторів вимірювання та КМ точності вимірювання кожної з СС, в результаті чого обчислюються результуючі вектор вимірювання та КМ точності. У подальшому результуючі вектор вимірювання $\hat{\vec{\alpha}}_p$ та КМ точності $\vec{C}_p^{-1}$ надаються споживачам.

Поєднання оцінок вимірювання здійснюється наступним чином. Коли припустити, що оцінки вектор вимірювань $\hat{\vec{\alpha}}$ виробляються одночасно у М каналах мережі СС і визначаються нормальним законом розподілу кожної з складових вектору $\hat{\vec{\alpha}}$, то логарифм відношення правдоподібності можливо записати як

$$\ln l = \sum_{k=1}^{M} \ln l_k = \sum_{k=1}^{M} \left[-\frac{1}{2} (\vec{\alpha} - \hat{\vec{\alpha}}_k)^T \vec{C}_k (\vec{\alpha} - \hat{\vec{\alpha}}_k) \right]. \quad (1)$$

Легко показати, що вираз (1) з точністю до постійної величини приводиться до вигляду

$$\ln l = -\frac{1}{2} (\vec{\alpha} - \hat{\vec{\alpha}}_p)^T \vec{C}_p (\vec{\alpha} - \hat{\vec{\alpha}}_p),$$

$$\text{де} \qquad \hat{\vec{\alpha}}_p = \vec{C}_p^{-1} \sum_{k=1}^{M} \vec{C}_k \hat{\vec{\alpha}}_k, \quad \vec{C}_p = \sum_{k=1}^{M} \vec{C}_k. \qquad (2)$$

Таким чином, на основі виразу (2) можлива оцінка результуючого вектору виміру та результуючої КМ точності, а, отже, і результуючої КМ похибок вимірювань.

Виходячи з вищесказаного, частковими показниками якості ІЗ будуть імовірності правильного виявлення ПО кожним каналом мережі сумісних СС, тобто каналами первинної та запитальної СС.

Однак, враховуючи те, що у запропонованому варіанті реалізації ІЗ здійснюється сумісне виявлення ПО двома каналами виявлення, інтегральним показником якості ІЗ користувачів може бути імовірність ІЗ, котра буде мати наступний вигляд:

$$P_{inf} = D_{00} P_{per} P_{por}, \qquad (3)$$

де D_{00} – імовірність виявлення ПО при розподіленій обробці інформації.

Вираз (3) наведено для випадку видачі інформації про ПО, який відповідає на сигнали запиту вторинної СС. У випадку коли сигналів відповіді немає, то прийметься рішення про «чужій» ПО і вираз (3) спрощується до імовірності виявлення ПО первиною СС.

Розрахунки імовірності ІЗ споживачів сумісною мережею СС як функції

$$P_{inf} = f(k, q, P_0),$$

де $k = q_p / q_z$, q_z – відношення с/ш у каналі запитальної СС, q_p – відношення с/ш у каналі первинної СС при виявленні та виміри координат ПО на основі аналізу усієї пачки отриманих сигналів та цифрового порогу виявлення ПО, котрий дорівнює половину пачки отриманих сигналів, наведені на рис. 1 – 3.

При цьому безперервна крива відповідає ІЗ, котре забезпечує існуюча структура СС, а другі криві – для варіанту ІЗ, що розглядається, для різних КГ літакового відповідача та відношеннях с/ш у каналах первинної та запитальної СС.

Висновки

Наведені розрахунки дозволяють зробити наступні висновки:

– використання розподіленої обробки інформації каналів СС з урахуванням можливості використання рівноцінності факту виявлення ПО первинною та запитальною СС більш доцільно у порівнянні з існуючою структурою інформаційного забезпечення, що забезпечується більш енергетичним (вторинним) каналом обробки;

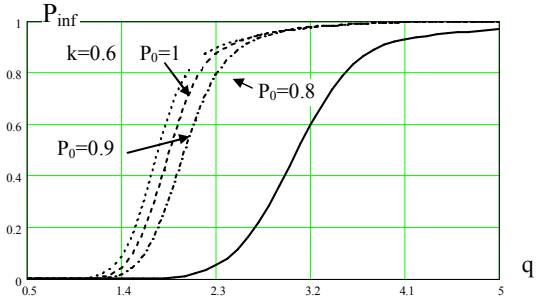

Рис. 1. Залежність $P_{inf}=f(k,q,P_0)$

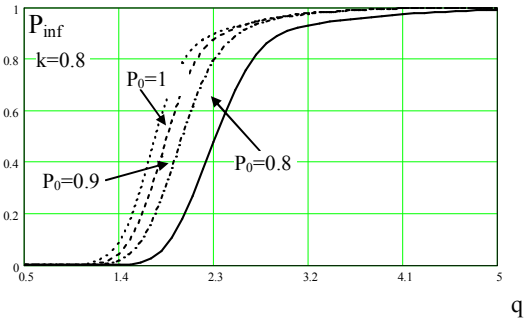

Рис. 2. Залежність $P_{inf}=f(k,q,P_0)$

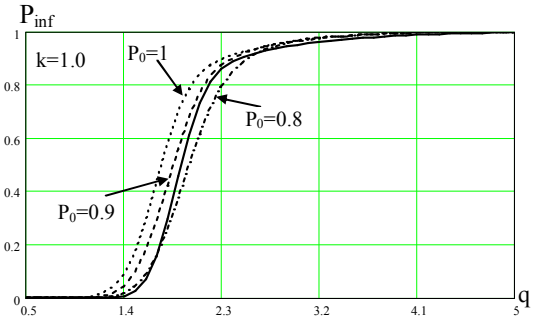

Рис. 3. Залежність $P_{inf}=f(k,q,P_0)$

– при розподіленій обробці зменшується вплив коефіцієнт готовності ЛВ на якість інформаційного забезпечення;

– у пристрої поєднання результатів виявлення сигналів доцільно використовувати логіку обробки 1/2.

Список літератури

1. Агаджанов П.А. Автоматизация самолетовождения и управления воздушным движением / П.А. Агаджанов, В.Г. Воробьев, А.А. Кузнецов. – М.: Транспорт, 1980. – 342 с.

2. Грачев В.В. Радиотехнические средства управления воздушным движением / В.В. Грачев, В.М. Кейн. – М.: Транспорт, 1975. – 237 с.

3. Фарина А. Цифровая обработка радиолокационной информации / А. Фарина, Ф. Студер. – М.: Радио и связь, 1993. – 319 с.

4. 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.

5. Обод І.І. Структура та показники якості обробки інформації систем спостереження повітряного простору / І.І.Обод, О.О. Стрельницкий, В.А. Андрусевич // Системи обробки інформації: Збірник наукових праць. – – Х.: ХУПС, 2013. – Вип. 8(115). – С. 80-83.

6. Обод І.І. Порівняльний аналіз двох методів обробки сигналів відповіді запитальних систем спостереження / І.І. Обод, О.О. Стрельницкий, В.А. Андрусевич // Системи обробки інформації: Збірник наукових праць. - – Х.: ХУПС, 2014. – Вип. 1(117). – С. 75-78.

Надійшла до редколегії 13.01.2014

Рецензент: д-р техн. наук, проф. І.І. Обод, Національний технічний університет «ХПІ», Харків.

РАСПРЕДЕЛЕННАЯ ОБРАБОТКА ИНФОРМАЦИИ В СЕТЯХ СИСТЕМ НАБЛЮДЕНИЯ ВОЗДУШНОГО ПРОСТРАНСТВА

А.А. Стрельницкий, В.А. Андрусевич

В статье приводится анализ структуры и качества информационного обеспечения потребителей при распределенной обработке информации в сетях систем наблюдения воздушного пространства. Показано, что благодаря перераспределению распределенной и централизованной обработки сигналов интегральный показатель качества информационного обеспечения потребителей увеличивается и уменьшается влияние коэффициента готовности самолетных ответчиков на качество информационного обеспечения.

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

DISTRIBUTED PROCESSING INFORMATION NETWORK SURVEILLANCE SYSTEMS AIRSPACE

A.A. Strelnickiy, V.A. Andrysevich

This article provides an analysis of the structure and quality of information provide consumers with information distributed processing networks surveillance airspace. Shown that due to the redistribution of distributed and centralized signal processing integrated indicator of the quality of information provide consumers with increases and decreases the impact of availability of aircraft transponders on the quality of information provision.

Keywords: *information system, monitoring system, an integral component of quality.*