

УДК 004.045:621.396.96

*Даценко О.О., аспірант кафедри
мікропроцесорних технологій і систем
Обод І.І., д.т.н., професор кафедри
мікропроцесорних технологій і систем
Свид І.В., к.т.н., завідувач кафедри
мікропроцесорних технологій і систем*

АНАЛІЗ ВИМОГ ДО ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ ПОВІТРЯНОГО ПРОСТОРУ

Харківський національний університет радіоелектроніки, Україна

Основними елементами процедури контролю повітряного простору є аналіз повітряної обстановки й прийняття рішень. Рішення приймає особа на основі аналізу, відповідним чином підготовлених даних, про стан повітряної обстановки.

Метою роботи, що розглядається є обґрунтування вимог до інформаційних систем системи контролю повітряного простору.

Система контролю повітряного простору є інформаційною системою (ІС), але її дані використовується для управляючих (виконавчих) систем. Задача ІС полягає в наданні даних про повітряні об'єкти (ПО) з такою точністю, щоб інформаційні системи керуючих систем могли здійснювати супровід спостережуваних ПО без додаткового пошуку. Дійсно, відповідно до характеру вирішуваних завдань інформаційній засіб (ІЗ) управління має вузьку діаграму спрямованості антени і обмежену зону пошуку. Тому завданням інформаційного забезпечення цілевказівки є видача координат і параметрів руху ПО на рубежі цілевказівки з точністю, що дозволяє ІЗ виконуючих систем призвести за даними цілевказівки захват ПО без додаткового пошуку або принаймні обмежити зону для пошуку до мінімуму [1-3].

Помилки цілевказівки $P_{\text{ц}}$ визначаються похибками вимірювання координат ПО інформаційного забезпечення цілевказівки, сумарним часом згладжування координат і параметрів, часом передачі, прийому та відпрацювання команд цілевказівки.

При відсутності систематичних помилок цілевказівки і нормальному розподілі випадкових помилок з дисперсіями $\sigma_{x\text{ц}}^2$, $\sigma_{y\text{ц}}^2$, $\sigma_{z\text{ц}}^2$ отримаємо

$$P_{\text{ц}} = \Phi_0 \left(\frac{\Delta x_{\text{ц}}}{\sigma_{x\text{ц}}} \right) \Phi_0 \left(\frac{\Delta y_{\text{ц}}}{\sigma_{y\text{ц}}} \right) \Phi_0 \left(\frac{\Delta z_{\text{ц}}}{\sigma_{z\text{ц}}} \right),$$

$$\text{де } \Phi_0(x) = \frac{1}{2\pi} \int_0^x e^{-t^2/2} dt.$$

З наведеного випливає, що, якщо задана необхідна ймовірність реалізації цілевказівки і розміри зони цілевказівки $\Delta x_{\text{ц}}$, $\Delta y_{\text{ц}}$, $\Delta z_{\text{ц}}$, то можна пред'явити вимоги до допустимих значень дисперсії помилок цілевказівки. Виходячи з наведеного цілевказівка повинна:

– мати кругову зону огляду та дальність дії, необхідну для забезпечення цілевказівки на заданому рубежі;

– забезпечувати точність оцінки координат в упередженій точці цілевказівки, достатню для захоплення ПО інформаційною системою управління без додаткового пошуку.

Виходячи з критерію ефективності інформаційних систем контролю повітряного простору, показниками якості, що входять в цю систему інформаційного забезпечення, повинні бути вибрані [1, 2]:

1) дальність дії - дальність, на якій забезпечується виконання функціональних завдань кожною із інформаційних систем;

2) точність видаваної на заданих рубежах даних, яка характеризується кореляційної матрицею помилок;

3) показник, що характеризує вплив зовнішніх і внутрішніх завад на розглядаєму систему і визначається числом хибних ПО, виявлених і супроводжуваних в певний час в системі.

Показники якості 1 і 2 пов'язані між собою, так як точність видачі даних за інших рівних умов залежить від дальності. Крім того, необхідно мати на увазі статистичний характер показників 1, 2 і 3 і їх безпосередній зв'язок з імовірністю виявлення, ймовірністю хибної тривоги і точністю вимірювання координат системою спостереження. А так як імовірнісні та точнісні характеристики ІС визначаються їх технічними параметрами, то є безпосередній зв'язок розглянутих показників якості з технічними параметрами ІС (потужністю, тривалістю, шириною спектру випромінених сигналів, габаритами і типом антенних пристроїв і т. д.), що підлягають вибору в процесі проектування системи.

При проектуванні радіоелектронної техніки, внаслідок складності математичної моделі радіолокаційного спостереження, важко вибрати загальний критерій, що задовольняє переліченим вимогам. Тому доцільно замість загального критерію ввести проміжний показник, який пов'язував би основні параметри системи спостереження і системи обробки, що підлягають проектування [4-6].

Таким показником може бути енергетичне відношення сигнал/завада. Дійсно він є узагальненим параметром, який може бути з успіхом застосований в якості критерію ефективності при проектуванні системи спостереження і систем обробки даних.

Розглядаючи систему обробки даних як автономну підсистему системи спостереження, можна ставити і вирішувати завдання її проектування не для кожної конкретної система спостереження, а стосовно до класів систем спостереження, виходячи з їх функціонального призначення в системах більш високого порядку.

Системний підхід до проектування систем обробки припускає наявність деяких базових математичних моделей і структур, які повинні бути покладені в основу нових розробок. При проектуванні системи обробки в якості базової приймається традиційна і добре відпрацьована структура приймального тракту системи спостереження, а в якості базових математичних моделей використовуються алгоритми оптимальних операцій обробки, отримані в статистичній теорії радіолокації [3-6].

Вирішуючи завдання проектування системи обробки радіолокаційних даних при фіксованих енергетичних параметрах система спостереження, розробник головну увагу приділяє оптимізації приймального тракту при роботі в умовах природних і штучних завад прийому. Усі завдання оптимального прийому вирішуються методами теорії статистичних рішень. Тому й показники ефективності системи обробки в основному запозичені з теорії статистичних рішень, хоча в деяких випадках ці показники отримали характерну радіолокаційну забарвленість [4-7].

Обробка даних здійснюється на основі жорсткої послідовності за етапами. Кожен етап має свій масштаб реального часу обробки, що дозволяє здійснювати їх автономну реалізацію.

Незалежно від призначення системи спостереження основними показниками ефективності операцій обробки даних є:

– для операцій просторово-часової обробки когерентних сигналів - коефіцієнт використання енергії $k_{isp} = q^2/q_0^2$, де q^2 - енергетичне відношення сигналу до завади плюс шум, а q_0^2 - це ж відношення в відсутність зовнішньої завади;

– для операцій первинної обробки сигналів - ймовірність правильного виявлення сигналу D_0 , ймовірність хибного виявлення сигналу F_0 , точність оцінки параметрів сигналу, яка в загальному випадку характеризується кореляційною матрицею помилок оцінки C_0^{-1} ;

– для операцій первинної обробки даних - ймовірність правильного виявлення повітряного об'єкту D_1 , ймовірність хибного виявлення повітряного об'єкту F_1 , точність оцінки координат повітряного об'єкту, яка в загальному випадку характеризується кореляційною матрицею помилок оцінки вектору стану C_1^{-1} ;

– для операцій вторинної обробки даних - ймовірність правильного виявлення траєкторій повітряного об'єкту D_2 , ймовірність виявлення хибної траєкторії F_2 , точність оцінки параметрів траєкторії, яка характеризується кореляційною матрицею помилок оцінки параметрів траєкторії C_2^{-1} , ймовірність зриву супроводу P_{zr} та ін.

Процес проектування системи цифрової обробки даних розділяється на два етапи: проектування алгоритмів; проектування обчислювальних засобів.

Проектування алгоритмів починається зі з'ясування мети їх розробки, формування основних функцій алгоритмів в системі, визначення основних обмежень і критерію ефективності (цільової функції проектування). Послідовність розробки алгоритмів наступна:

1. Визначення призначення і основних функцій алгоритму.

2. Розробка формальних і логічних схем алгоритму (таких схем повинно бути розроблено декілька).

3. Автономне налагодження окремих алгоритмів або блоків алгоритмів, перевірка моделюванням на універсальній ЕОМ працездатності та ефективності алгоритмів (блоків алгоритмів).

4. Складання та оптимізація комплексного алгоритму вирішення задач обробки, здійснюваних в одному масштабі часу (для кожного з етапів обробки). Оптимізація проводиться зазвичай методом дискретного вибору компромісного варіанту з множини можливих варіантів, складених з алгоритмів виконання відповідних операцій етапу, що дозволяє поєднувати евристичні та машинні методи проектування і оптимізацію алгоритмів.

На підставі результатів проектування і налагодження комплексного алгоритму можна (на другому етапі) визначити склад і сформулювати вимоги до основних параметрів обчислювальних засобів для реалізації етапів обробки і системи в цілому.

Слід зазначити, що методологія створення систем обробки даних в останні роки зазнала докорінних змін. Термін «технологія» стосовно до сучасних методологій показує, що вони засновані на формалізованих дисциплінах з точними, продуманими методами. Строго кажучи, термін «інформаційна технологія» відноситься до набору взаємопов'язаних дисциплін, які потрібні для створення та побудови комп'ютеризованих систем, які ґрунтуються на сучасних інтегрованих базах даних. Основа інформаційної технології - дані, а також інформація, яку отримують із цих даних. Інформаційна технологія передбачає формалізацію методів створення сучасних складних автоматизованих систем. Перша і основна передумова створення інформаційних технологій автоматизованих систем контролю повітряного простору, полягає в тому, що в центрі сучасного управління виробництвом і процесом прийняття рішень знаходяться дані про функціонування самої системи. Дані зберігаються і ведуться за допомогою різних систем управління базами даних.

Література.

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

2. Савицкий В.И. Автоматизированные системы управления воздушным движением. / В.И. Савицкий. - М.: Транспорт, 1986.-192 с.
3. І.І. Обод, І.В. Свид, І.В. Рубан, Г.Е. Заволодько. Математичне моделювання інформаційних систем. / За редакцією І.І. Обода – Харків : Друкарня Мадрид, 2019. – 270 с.
4. I. Obod, I. Svyd, O. Maltsev, G. Zabolodko and D. Pavlova, "Optimization of Data Processing of Primary Radar Systems," 2020 IEEE 40th International Conference on Electronics and Nanotechnology (ELNANO), Kyiv, Ukraine, 2020, pp. 757-760, doi: 10.1109/ELNANO50318.2020.9088842.
5. І.В. Свид, А.І. Обод. Інформаційні технології обробки даних систем спостереження. // Системи управління, навігації та зв'язку. – Полтава, Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка, 2016 – Вип. 4 (40). С. 91-93.
6. І.І. Обод, І.В.Свид, О.П. Черних. Оцінка якості передачі інформації у запитальних каналах передачі СС повітряного простору. // «Восточно-Европейский журнал передовых технологий» 3/11(51) 2011 - Харків, 2011 – С. 52-54.
7. І.І. Обод, І.В. Свид, О.С. Мальцев. Оцінка пропускної спроможності мереж радіодоступу. // Системи обробки інформації: збірник наукових праць. – Х.: Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, 2015 – Вип. 12 (137) – С. 145-147.