

УДК 623.6-523.8

Д.М. Сорокін¹, О.А. Шатров²

¹Державний науково-дослідний інститут авіації, Київ

²Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків

ОБҐРУНТУВАННЯ ВИМОГ ЩОДО ШВИДКОДІЇ ПЕРСПЕКТИВНОЇ КОРЕЛЯЦІЙНО-ЕКСТРЕМАЛЬНОЇ НАВІГАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ БЕЗПІЛОТНОГО ЛІТАЛЬНОГО АПАРАТУ

Пропонується підхід щодо обґрунтування швидкодії рельєфометричної кореляційно-екстремальної навігаційної системи для оперативно-тактичних та стратегічних безпілотних літальних апаратів.

Ключові слова: кореляційно-екстремальна навігаційна система, безпілотний літальний апарат.

Вступ

Інтенсивне зростання номенклатурного ряду безпілотних літальних апаратів (БПЛА), що розробляються та випускаються у світі, певною мірою пов'язано, із мініатюризацією та здешевленням їх бортового обладнання. Практично всі системи керування БПЛА мають у якості основного елемента орієнтації у просторі гіроскопічну курсовертикаль, яка є одним із самих дорогих та складних пристроїв бортового обладнання. Так наприклад, гіровертикалі виробництва Арзамаського ВАТ «Темп-авиа» МГВ-5 та МГВ-6 (найлегші виробництва Російської Федерації) мають масу 1,3 та 1кг, а ціну \$12000 та \$6000 відповідно. При цьому вартість сучасної електронно-обчислювальної техніки є на порядок нижчою [1].

Основна частина

Класична схема побудови кореляційно-екстремальної навігаційної системи (КЕНС) оперативно-

тактичних і стратегічних БПЛА, яка передбачає наявність другої гіроскопічної навігаційної системи для завдання району пошуку та жорстко зафіксованих районів корекції, має ряд суттєвих недоліків, а саме:

– застосування такої схеми обмежує оперативність зміни маршруту польоту, який виконується лише по заздалегідь заданим траєкторіям та жорстко визначеним районам корекції, що суттєво знижує ефективність БПЛА оперативно-стратегічного рівня;

– корекція не виконується при видачі помилкових даних навігаційною системою, яка задає район пошуку, внаслідок технічної відмови її обладнання або бойових ушкоджень. Крім того, при бойовому застосуванні можливі значні аномальні помилки навігації, причинами яких можуть бути вплив повітряних мас, вибухових хвиль та вплив організованих завад на попередній ділянці корекції [2];

– використання інформації з існуючих косміч-

них навігаційних систем викликає суттєві технічні труднощі (не враховуючи політичні) через відсутність офіційної опублікованої матриці переходу між використовуваними системами координат [3];

– просте дублювання КЕНС другою навігаційною системою хоч й підвищить точність навігації, але в цілому не забезпечить якісного підвищення навігаційних можливостей.

Таким чином, природно виникає прагнення виключити гіроскопічну курсовертикаль із складу бортового обладнання БПЛА. При цьому особливий інтерес мають такі КЕНС, функціонування яких в загальні не залежало від інших навігаційних систем. У цьому аспекті пропонується використання рельєфометричної КЕНС у режимі постійного спостереження при малому часовому інтервалі між двома корекціями. Такий режим роботи дозволяє використовувати результати попередньої корекції при завданні апріорного району наступної корекції без необхідності використання додаткових навігаційних систем.

Основною проблемою практичної реалізації такого режиму роботи рельєфометричної КЕНС є необхідність визначення місця знаходження БПЛА в межах жорстко обмеженого часу. Це обумовлює необхідність забезпечення високого темпу надходження нових реалізацій поточного зображення з датчиків та еталонного зображення із пам'яті КЕНС. При цьому сигнал помилки місцезнаходження необхідно сформувати за час польоту БПЛА між двома сусідніми районами корекції. Для цього необхідна наявність не тільки еталонного зображення, що охоплює всю зону дії БПЛА, а й швидкодіючого механізму вибірки фрагменту еталонного зображення для подальшої обробки, оскільки в цілому має місце пряма залежність між точністю прив'язки, об'ємом та часом отримання фрагменту еталонного зображення із носія інформації. Збільшення останнього параметру, може привести до неможливості формування сигналу помилки визначення місця у заданий час [3].

Таким чином, однією із основних проблем практичної реалізації такого режиму роботи рельєфометричної КЕНС є необхідність визначення місцезнаходження БПЛА в межах жорстко обмеженого часу, тобто сигнал помилки місцезнаходження повинен бути сформований за час його польоту між двома сусідніми районами корекції (Δt). При цьому оцінкою швидкодії роботи КЕНС є час, який відводиться на формування сигналу помилки місцезнаходження БПЛА [4]

$$\tau = T_1 + T_2 + T_3, \quad (1)$$

де T_1 – час формування поточного зображення інформаційним датчиком;

T_2 – час отримання фрагменту еталонного зображення із пам'яті КЕНС;

T_3 – час оцінки місцезнаходження БПЛА.

При цьому час $T_2 + T_3$ обмежено можливістю появи масштабних перекручувань («змазування») зображення у залежності від висоти польоту. Допустимою вважається величина здвигу елемента зображення, що не перевищує половини плями діаграми спрямованості антени (ДСА) [4].

У якості прикладу зазначимо, що при горизонтальному польоті на швидкості 300 м/с та висоті 10 км, пляма на земній поверхні ДСА 8-ми міліметрового діапазону буде мати діаметр 350 м. За 0,1 секунду польоту вона переміститься на 30 м. Тобто, при діаметрі плями ДСА 350 м, здвиг на 30 м не приводить до перекручування зображення. У випадку ж польоту на висоті 1 км, діаметр плями ДСА вже дорівнює 35 м, тобто здвиг елемента зображення на 30 м вже є недопустимим. Очевидно, що у цьому випадку час $T_2 + T_3$ необхідно зменшити до 0,01 с.

Алгоритм роботи рельєфометричної КЕНС передбачає використання попередніх результатів вимірів. У цьому випадку траєкторію руху БПЛА в горизонтальній площині можна представити у вигляді ланцюга відрізків (рис. 1), кожний з яких він проходить за час Δt .

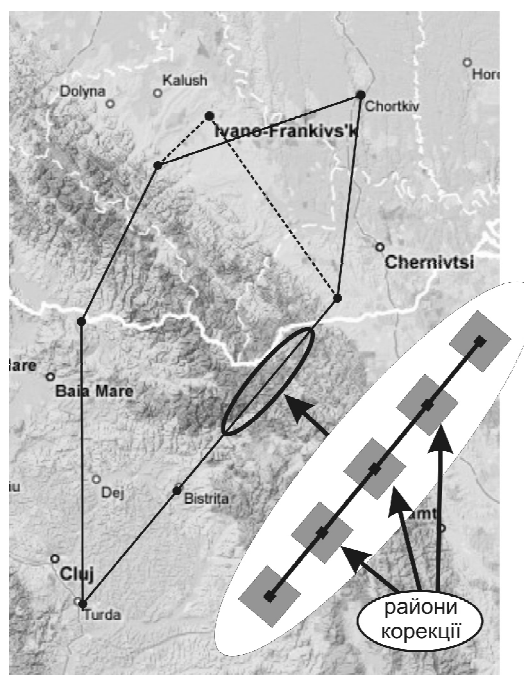


Рис. 1. Траєкторія руху БПЛА у горизонтальній площині у вигляді відрізків

На основі отриманих даних можливе прогнозування місця його знаходження через час Δt (точка E^*), що у свою чергу визначить район наступної прив'язки КЕНС до еталонного зображення (рис. 2). Область Z у даному випадку визначає множину положень БПЛА через час Δt при параметрах польоту на момент $t = 0$. При цьому, у реальних умовах мо-

же мати місце відхилення прогнозованої траєкторії руху (точка E^*) від реальної (точка E).

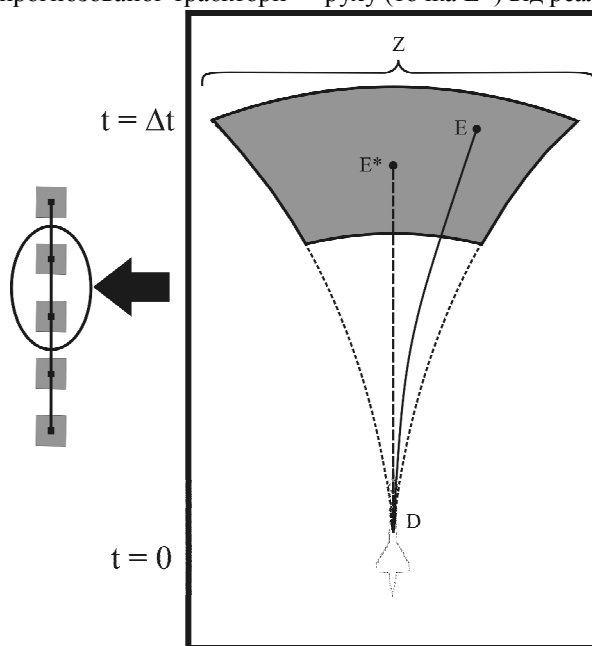


Рис. 2. Визначення області пошуку еталонного зображення рельєфометричної КЕНС у режимі постійного спостереження

Висновок

Таким чином, область пошуку еталонного зображення повинна бути обрана так, щоб забезпечити визначення місця знаходження БПЛА при його будь-якому русі в межах області Z на кожному кроці роботи алгоритму. При цьому забезпечення нормальної роботи рельєфометричної КЕНС у режимі постійного спостереження досягається твердим дотриманням умови $\Delta t \geq \tau$.

Список літератури

1. Коврижкін О.Г. Визначення кутової орієнтації об'єкта з використанням магнітного поля землі / О.Г. Коврижкін, І.А. Коваленко, М.С. Шмельов // Збірник наукових праць Державного науково-дослідного інституту авіації. – К.: ДНДІА. – 2007. – Вип. 3(10). – С. 30-36.
2. Баклицкий В.К. Применение метода нелинейной фильтрации Калмана к синтезу корреляционно-экстремальных систем / В.К. Баклицкий // Известия ВУЗов СССР. Радиоэлектроника, 1982. – Т. 25, №3. – С. 53-58.

3. Козелков С.В. Космічні навігаційні системи. Аналіз існуючих та перспективи розвитку навігаційних систем в Україні / С.В. Козелков, Д.П. Пашков // Системи управління, навігації та зв'язку. – К.: Центральний науково-дослідний інститут навігації та управління, 2008. – Вип. 3(7). – С. 16-18.

4. Радіометричні кореляційно-екстремальні системи навігації літальних апаратів / В.І. Антюфєєв, В.М. Биков, О.М. Грїчанюк, В.О. Краюшкін. – Х.: ХНУ ім. В.Н. Каразіна, 2008. – 356 с.

Надійшла до редколегії 14.07.2010

Рецензент: д-р техн. наук, проф. Ю.М. Седишев, Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків.

ОБОСНОВАНИЕ ТРЕБОВАНИЙ К БЫСТРОДЕЙСТВИЮ ПЕРСПЕКТИВНОЙ КОРРЕЛЯЦИОННО-ЭКСТРЕМАЛЬНОЙ НАВИГАЦИОННОЙ СИСТЕМЕ БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

Д.М. Сорокин, О.А. Шатров

Предлагается подход по обоснованию быстродействия рельефометрической корреляционно-экстремальной навигационной системы для оперативных-тактических и стратегических беспилотных летательных аппаратов.

Ключевые слова: корреляционно-экстремальная навигационная система, беспилотный летательный аппарат.

UNDERSTANDING SPEED REQUIREMENTS FOR DATA PROCESSING IN PERSPECTIVE TERRAIN-REFERENCED NAVIGATION SYSTEMS FOR UNMANNED AIR VEHICLES

D.M. Sorokin, O.A. Shatrov

An approach for time limits in data processing operations into perspective Terrain-Referenced Navigation Systems for operative and strategic unmanned air vehicles.

Keywords: correlation-extreme navigation system, pilotless aircraft.