

УДК 621.396.969

Н. С. ЄРЬОМІНА, О. М. СОТНІКОВ, В. А. ТАРШИН

ФОРМУВАННЯ ВИРІШАЛЬНОЇ ФУНКЦІЇ КОРЕЛЯЦІЙНО-ЕКСТРЕМАЛЬНИХ СИСТЕМ НАВІГАЦІЇ ЗА КРИТЕРІЄМ МАКСИМУМУ УЗАГАЛЬНЕНОГО КОЕФІЦІЄНТА ВЗАЄМНОЇ КОРЕЛЯЦІЇ

Проведено аналіз впливу геометрії візування кореляційно-екстремальних систем навігації (КЕСН) на вирішальну функцію (ВФ), яка визначає точнісні характеристики системи. Встановлено, що найбільший вплив з геометричних спотворень на ВФ здійснюють перспективні спотворення.

Запропоновано метод формування ВФ КЕСН, заснований на адаптації еталонних зображень (ЕЗ) до перспективних спотворень. Показана доцільність формування ЕЗ поверхні візування (ПВ) шляхом визначення максимуму коефіцієнта взаємної кореляції в кожному елементі розрізнення та побудови узагальненої взаємної функції кореляції.

Ключові слова: кореляційно-екстремальні системи навігації, вирішальна функція, перспективні спотворення, еталонні зображення.

Проведен анализ влияния геометрии визирования корреляционно-экстремальных систем навигации (КЭСН) на решающую функцию (РФ), которая определяет точностные характеристики системы. Установлено, что наибольшее влияние из геометрических искажений на РФ осуществляют перспективные искажения.

Предложен метод формирования РФ КЭСН, основанный на адаптации эталонных изображений (ЭИ) к перспективным искажениям. Показана целесообразность формирования ЭИ поверхности визирования (ПВ) на основе определения максимума коэффициента взаимной корреляции в элементах разрешения и построения обобщенной взаимной функции корреляции.

Ключевые слова: корреляционно-экстремальные системы навигации, решающая функция, перспективные искажения, эталонные изображения.

The article deals with issues related to improving the correlation-extreme navigation systems by developing a method of forming a crucial function based on adaptation of reference images to perspective distortion depending on the viewing conditions in obtaining basic information about viewing surface. The research include: suggestions for improving the correlation-extreme navigation systems and increasing system performance. In scientific innovation first formulated and solved the problem of developing a method of forming the crucial function of correlation-extreme air navigation systems based on the adaptation of reference images to perspective distortion depending on the viewing conditions in obtaining basic information about viewing surface. Method wording set out an approach based on identifying cross-correlation coefficient maximum in each distribution building elements and functions of generalized cross correlation.

The practical significance lies in the possibility of using the proposed method in designing and researching ways to improve value-extreme navigation systems of aircraft and their systems of recycling.

Keywords: correlation-extreme navigation system, a critical function, perspective distortions, reference image.

Вступ. Ефективність функціонування КЕСН визначається впливом факторів, що призводять до невідповідності первинної інформації про ПВ, яка використовується для формування поточних зображень (ПЗ), еталонній, одержаній задалегідь [1]. До такої невідповідності можуть призводити зміни електрофізичних властивостей об'єктів і фонів ПВ, застосування засобів спотворення об'єктів та самої ПВ [2, 3]. Також на ефективність функціонування КЕСН можуть впливати сезонні, погодні, добові зміни, які мають природний характер. Крім того, невідповідність ПЗ задалегідь сформованому ЕЗ виникає при різних геометричних умовах візування КЕСН та формування ЕЗ [4]. Вплив факторів, які призводять до невідповідності ПЗ еталонному зображенню, не може бути компенсований на етапі первинної обробки.

Основне завдання КЕСН полягає в високоточному місцевизначенні об'єкта навігації на основі формування неспотвореної унімодальної ВФ, яка визначається шляхом порівняння поточного та еталонного зображень. Тому забезпечення відповідності зображень, що використовуються КЕСН при місцевизначенні, підкреслює актуальність розробки методу формування ВФ КЕСН безпілотних літальних апаратів (БПЛА), заснованого на адаптації ЕЗ до перспективних спотворень зображень ПВ.

Аналіз літературних даних та постановка проблеми. Питанням розробки методів формування ЕЗ присвячена значна кількість публікацій. Так в [5] запропоновано підхід до синтезу ЕЗ на основі формування поля кореляційного аналізу; в [6] запропоновано

підхід до синтезу ЕЗ на основі формування поля фрактальних розмірностей; в [7] досліджується можливість використання в якості інформативних ознак геометричних параметрів сукупності фрагментів зображення; в [8] розглядаються принципи вибору ділянок місцевості для формування ЕЗ; в [9] пропонується підхід до формування ЕЗ в умовах високої об'єктової насиченості; в [10] розглядається підхід до покращення зображень на основі фільтрації шумів. Але не зважаючи на широкий спектр досліджень в області створення ЕЗ, в відомих роботах синтез ЕЗ здійснюється без урахування умов візування КЕСН, перспективні спотворення не беруться до уваги. Відповідно до цього виникає необхідність проведення досліджень, спрямованих на розробку методу формування ВФ, заснованого на урахуванні перспективних спотворень при формуванні еталонних зображень в залежності від умов візування при одержанні первинної інформації про поверхню візування.

Мета та задачі дослідження. Метою дослідження є зменшення впливу перспективних спотворень на ефективність функціонування КЕСН.

Задачею дослідження є розробка методу формування ВФ кореляційно-екстремальними системами навігації БПЛА, заснованого на адаптації ЕЗ до перспективних спотворень.

Для досягнення поставленої мети були поставлені наступні завдання:

1. Дослідження впливу геометричних спотворень на ВФ КЕСН.
2. Розробка методу формування ВФ КЕСН

по критерію максимуму коефіцієнта взаємної кореляції в кожному елементі розрізнення та побудови узагальненої взаємної функції кореляції шляхом адаптації ЕЗ до перспективних спотворень.

Матеріали та методи дослідження впливу геометричних спотворень на ВФ та їх урахування при корекції ЕЗ.

Методичною основою виконання комплексних досліджень є: моделювання процесу формування ВФ в умовах геометричних спотворень на різних типах поверхонь візування; моделювання побудови узагальненої взаємної кореляційної функції на основі визначення максимуму коефіцієнта взаємної кореляції в кожному елементі розрізнення.

Об'єктом дослідження є процес формування ВФ в умовах впливу перспективних спотворень на ПЗ за критерієм максимуму коефіцієнта взаємної кореляції в

кожному елементі розрізнення та побудови узагальненої взаємної функції кореляції.

Предметом дослідження є зменшення впливу перспективних спотворень на ВФ шляхом корекції ЕЗ.

Відповідно до узагальненої структурної схеми КЕСН, яка наведена на рис. 1, вирішальна функція $\mathbf{R}(t, \mathbf{r}, \theta)$, що формується системою навігації має наступний вигляд

$$\mathbf{R}(t, \mathbf{r}, \theta) = \mathbf{F}[\mathbf{S}_{Cl}(t, \theta), \mathbf{S}_{Rl}], \quad (1)$$

де t – параметр часу; \mathbf{r} – вектор зсуву ПЗ $\mathbf{S}_{Cl}(t, \theta)$ відносно ЕЗ $\mathbf{S}_{Rl}(\theta)$; θ – кут візування, що визначає перспективні спотворення поточного зображення $\mathbf{S}_{Cl}(t, \theta)$.

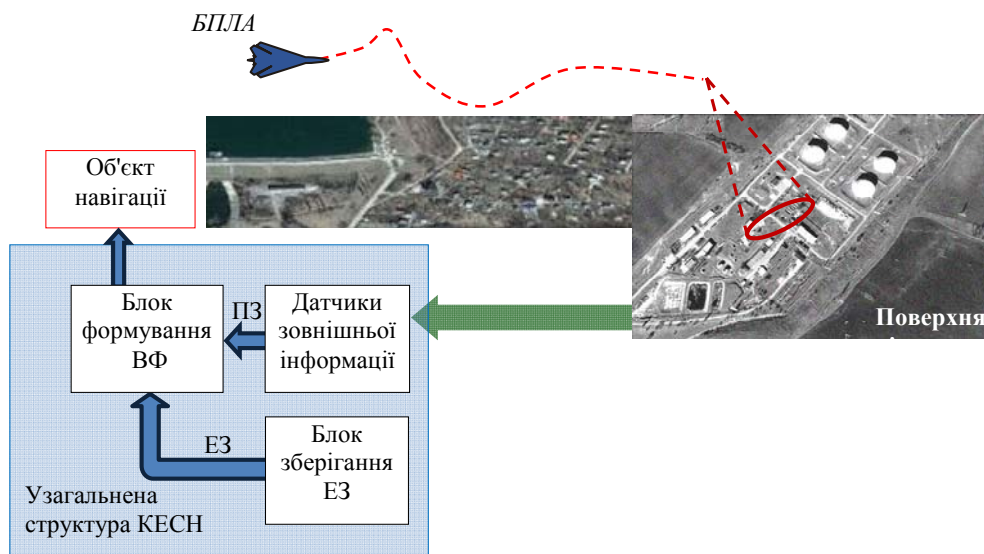


Рис. 1 – Приклад схеми системи навігації з КЕСН та її узагальненої структури

Модель поточного зображення $\mathbf{S}_{Cl}(t, \theta)$ з урахуванням впливу середовища розповсюдження та шумів приймальної системи має вигляд

$$\mathbf{S}_{Cl}(t, \theta) = \mathbf{F}_{RS} \{ \mathbf{F}_{PM} [\mathbf{F}_{OS} (\boldsymbol{\varepsilon}(t), \boldsymbol{\mu}(t))], \mathbf{n}(t), \theta \}, \quad (2)$$

де \mathbf{F}_{RS} – оператор первинної обробки інформації в приймальній системі КЕСН; \mathbf{F}_{PM} – оператор середовища розповсюдження сигналів; \mathbf{F}_{OS} – оператор, що описує яскравість (відбивну здатність) елементів ПВ в залежності від діелектричної $\boldsymbol{\varepsilon}(t)$ та магнітної $\boldsymbol{\mu}(t)$ проникностей об'єктів і фонів; $\mathbf{n}(t)$ – адитивний шум приймальної системи.

Така модель ПЗ справедлива в разі, якщо поворот ПЗ щодо ЕЗ відсутній. В іншому випадку модель ПЗ повинна враховувати геометричні спотворення, обумовлені геометрією візування.

При теоретичних дослідженнях КЕСН використовують ЕЗ, які синтезовані заздалегідь та не враховують геометричних умов візування району місцевизначення БПЛА. Тобто ЕЗ на етапі вторинної обробки не підлягають перетворенням. Але у процесі функці-

онування КЕСН може виникати необхідність корекції ЕЗ до конкретних умов візування.

Розглянемо формування ВФ у випадку виникнення геометричних спотворень на типових поверхнях візування, модель яких розроблена та досліджена в роботах [4, 5, 7]. За результатами статистичного моделювання процесу місцевизначення КЕСН на ПВ з різним фоново-об'єктовим складом (ФОС) визначено, що яскравість елемента неспотвореного вихідного зображення (ВЗ) $S_{Oj}(i, j)$ має описуватися через яскравість об'єктів і фонів ПВ

$$S_{Oj} = \left\| \sum_{v=1}^V F_{O_v}(i, j) + \sum_{w=1}^W F_{B_w}(i, j) \right\|, \quad (3)$$

де F_{O_v} – яскравість зображення v -го об'єкта; F_{B_w} – яскравість зображення w -го фону; V та W – кількість об'єктів та фонів різної яскравості і форми на ВЗ.

Загальна кількість об'єктів і фонів (V і W) на зображенні ПВ може бути довільною.

За результатами аналізу великої кількості зображень ПВ та використання їх при статистичному моделюванні процесу місцевизначення КЕСН на ПВ з різ-

ним ФОС на основі розробленої моделі ВЗ (3) здійснено класифікацію зображень ПВ за об'єктовою насиченістю. Згідно з цією класифікацією зображення ПВ з кількістю об'єктів $V \leq V_{\min} = 3 \dots 5$, віднесені до ПВ з низькою об'єктовою насиченістю та позначені підмножиною Φ_{01} , зображення з $V_{\min} < V \leq V_{\max} = 10 \dots 15$ віднесені до ПВ з нормальною об'єктовою насиченістю (Φ_{02}), а зображення з $V > V_{\max}$ – до ПВ з високою об'єктовою насиченістю (Φ_{03}).

При моделюванні процесу формування ВФ покладаємо відомими висоту h_0 зйомки ПВ з БПЛА, координати центру ПЗ в системі координат, пов'язаної з ПВ в районі прив'язки (рис. 2), а також розподіл як-

равостей (відбиваючих властивостей) об'єктів та фонів в залежності від типу датчика зовнішньої інформації в площині, що збігається з земною поверхнею. Крім того, припустимо, що діаграма спрямованості антени (ДСА) (по потужності) для кожного з парціальних променів багатопроменевої антени КЕСН відома, також відомі розміри матриці ЕЗ та крок сітки ЕЗ по кожній з координат.

Відповідно до сітки зображення ПВ (рис.2, в) лінійні розміри на краях відносно центру зображення мають суттєву нелінійну відмінність. Ці обставини обумовлюють необхідність їх врахування для зменшення або повного усунення перспективних спотворень зображень.

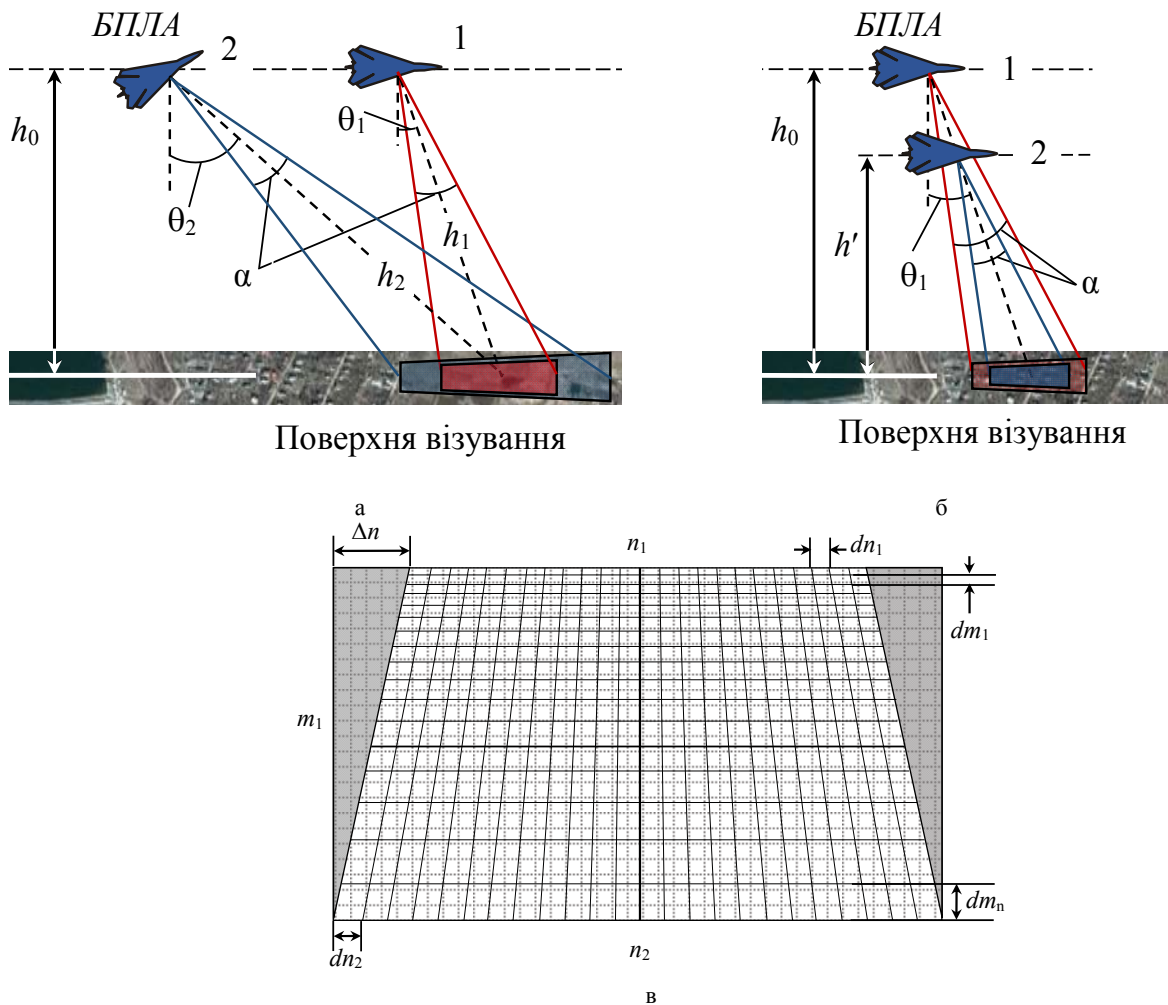


Рис. 2 – Геометричні спотворення: а – перспективні спотворення; б – масштабні спотворення; в – сітка зображення

Для урахування впливу перспективних спотворень доцільно використовувати модель опису ПВ, яка враховує кореляційні властивості зображень ПВ та уявляє собою узагальнений телеграфний процес [11]. Відповідно до цієї моделі ПВ вибір фрагменту місцевості для побудови ЕЗ доцільно здійснювати кореляційним методом на основі побудови взаємної кореляційної функції (ВКФ) та пошуку її максимального значення. Але, враховуючи нерівномірність спотворень зображення, пошук максимального значення ВКФ потрібно здійснювати шляхом побудови окре-

мих ВКФ для кожного елементу розрізнення та побудови узагальненої ВКФ. Для формування часткових вирішальних функцій для різних кутів візування необхідно мати сукупність G еталонних зображень, $G-1$ з яких побудовані з урахуванням виникнення перспективних спотворень зображення ПВ відповідно до виразу

$$S_{Rl} = \|S_{Rl_1}(\theta_1) \ S_{Rl_2}(\theta_2) \ \dots \ S_{Rl_G}(\theta_G)\|, \quad (4)$$

де $S_{R_{I_2}}(\theta_2)$, $S_{R_{I_G}}(\theta_G)$ – ЕЗ, сформовані при наявності перспективних спотворень.

В подальшому відповідно до виразу (1) формулюються часткові ВФ

$$R_g(t, \mathbf{r}, \theta, \theta_g) = F[S_{Cl}(t, \theta), S_{R_I}(\theta_g)]. \quad (5)$$

Відповідно до представленої на рис. 2, а геометрії візування КЕСН для різних типів поверхонь району місцевизначення шляхом математичного моделювання одержані усереднені оцінки коефіцієнта взаємної кореляції (КВК) ПЗ та ЕЗ. Результати оцінки КВК для умов візування $\alpha = 40^\circ$ та $h_0 = 1000$ м наведені на рис. 3.

Усереднені для вказаних вище умов моделювання оцінки середньоквадратичних помилок (СКП) суміщення ПЗ та ЕЗ при наявності перспективних спотворень наведені на рис. 4.

Аналіз результатів оцінки коефіцієнта кореляції та СКП суміщення ПЗ та ЕЗ з різною об'єктивною насиченістю показав, що перспективні спотворення незалежно від типу ПВ суттєво впливають на ВФ, що обумовлює необхідність їх врахування при місцевизначенні КЕСН.

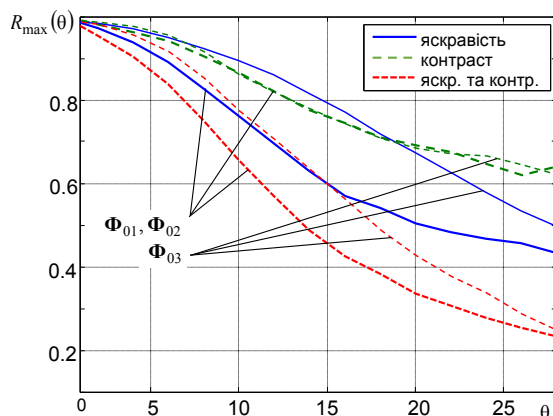


Рис. 3 – Результати оцінки коефіцієнта кореляції ПЗ та ЕЗ при наявності перспективних спотворень на зображеннях з різною об'єктивною насиченістю

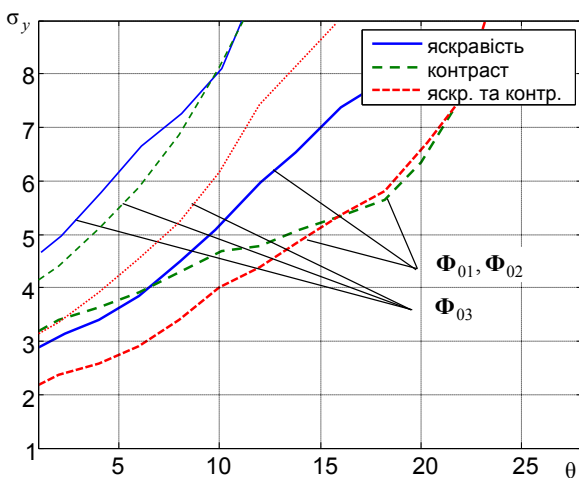


Рис. 4 – Результати оцінки СКП суміщення ПЗ та ЕЗ при наявності перспективних спотворень на зображеннях з різною об'єктивною насиченістю

Визначення максимального значення коефіцієнта взаємної кореляції ПЗ та ЕЗ здійснюється шляхом одночасного формування сукупності часткових ВФ відповідно до виразу (5). При цьому максимальне значення $R_g(t, \mathbf{r}, \theta, \theta_g)$ буде забезпечуватися при умові $|\theta - \theta_g| \rightarrow \min$. Виконання цієї умови також буде забезпечувати мінімальне значення похибки місцевизначення КЕСН

$$\Delta R(\bar{\mathbf{r}}) = |R_{g_{\max}}(t, \mathbf{r}, \theta, \theta_g) - R_{g_{\max}}(t, \mathbf{r})| \rightarrow \min. \quad (6)$$

Приклад формування часткових ВФ КЕСН, відповідно до виразу (5), для трьох кутів візування ($G=3$) КЕСН при здійсненні місцевизначення на ПВ з нормальною об'єктивною насиченістю наведений на рис. 5.

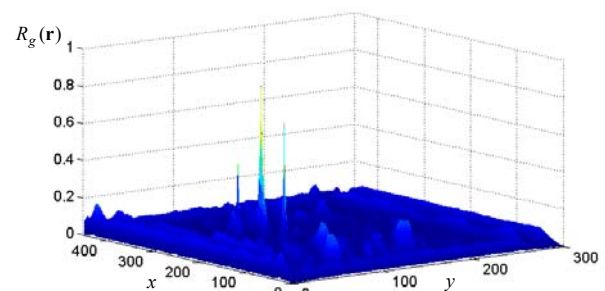


Рис. 5 – Результати обчислення часткових ВФ при наявності перспективних спотворень

Відповідно до одержаного результату уточнення оцінки максимуму ВФ ($\bar{\mathbf{r}}$) може бути здійснене шляхом побудови параболічної апроксимації часткових ВФ (рис. 6). Також слід зазначити, що застосування запропонованого підходу до формування ВФ забезпечує можливість оцінки величини перспективних спотворень зображень ПВ по параметрах ВФ.

Алгоритм реалізації розробленого методу формування ВФ по критерію максимуму узагальненої ВФ, який ґрунтується на локалізації об'єктів прив'язки шляхом поелементного кореляційного аналізу поточного та еталонного зображень ПВ, представлений у вигляді структурної схеми, наведений на рис. 7.

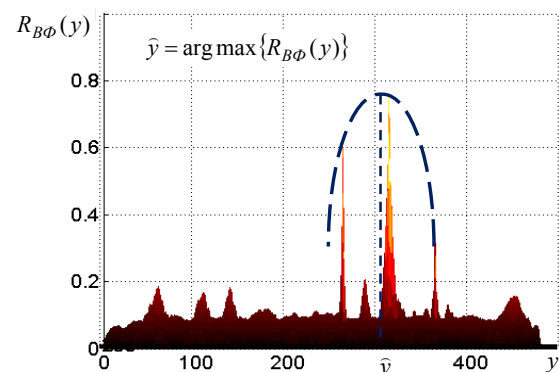


Рис. 6 – Результати визначення координат максимуму результуючої ВФ КЕСН шляхом параболічної апроксимації

Обговорення результатів розробки методу формування вирішальної функції КЕСН за критерієм максимуму узагальненого коефіцієнта взаємної кореляції.

Формування унімодальної неспотвореної ВФ потребує урахування геометричних спотворень, що виникають в залежності від геометрії візування КЕСН. Одержані шляхом моделювання чисельні оцінки коефіцієнта взаємної кореляції та середньоквадратичної помилки суміщення ПЗ та ЕЗ з різною об'єктовою насиченістю показали, що зменшення помилки місцевизначення КЕСН потребує використання для прив'язки ділянок ПВ з нормальною та низькою об'єктовою насиченістю, оскільки на ділянках ПВ з високою об'єктовою насиченістю точність прив'язки буде гіршою.

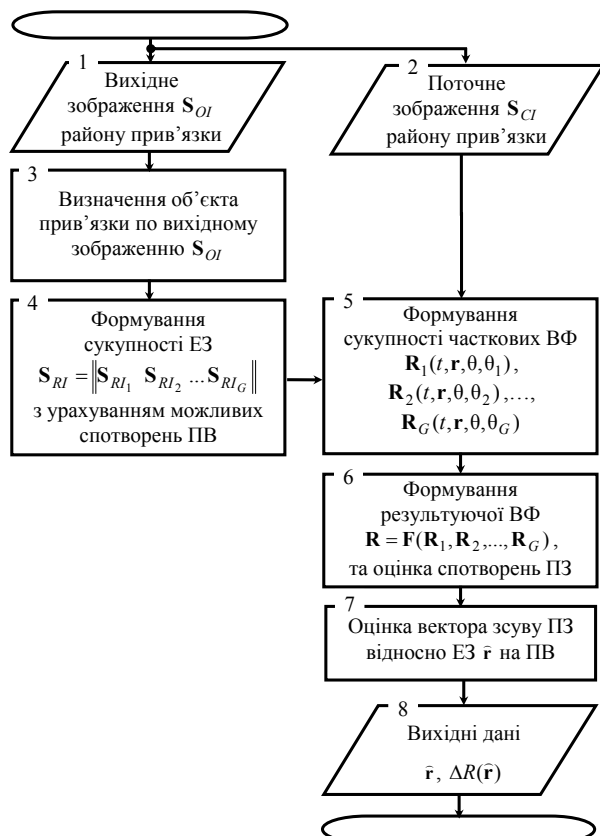


Рис. 7 – Структурна схема алгоритму формування ВФ матричним корелятором

Уточнення місцевизначення КЕСН в умовах перспективних спотворень ПВ доцільно здійснювати шляхом формування матриці часткових ВФ побудованих для кожного з елементів розрізнення, та визначення максимального значення узагальненої взаємної функції кореляції, яка в свою чергу визначає як ймовірність правильної локалізації об'єкту прив'язки на ПВ, так і точність місцевизначення КЕСН.

Висновки

1. Розроблений метод формування вирішальної функції КЕСН за критерієм максимуму узагальненого коефіцієнта взаємної кореляції дозволяє на етапі вторинної обробки інформації врахувати вплив перспективних спотворень на функціонування КЕСН за рахунок адаптації ЕЗ до геометричних умов візування. Та-

кий підхід суттєво спрощує алгоритми формування ВФ, в яких усунення впливу геометричних спотворень здійснюється за рахунок геометричних перетворень поточного зображення.

2. Чисельні оцінки визначення координат максимуму результуючої ВФ підтверджують обґрунтованість розробленого методу та показують можливість забезпечення малих значень помилки місцевизначення КЕСН незалежно від типу ПВ та кутів візування.

Список літератури:

1. Сотников, А. М. Проблемы и перспективы развития навигационного обеспечения летательных аппаратов [Текст] / А. М. Сотников, В. А. Таршин // Збірник наукових праць Харківського університету Повітряних Сил. – 2013. – Вип. 3 (36). – С. 57–63.
2. Сотников, О. М. Проблемы и напрямки розвитку кореляційно-екстремальних систем наведення керованих літальних апаратів [Текст] / О. М. Сотников, В. А. Таршин, П. В. Опенько // Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки та оборони. – 2013. – № 3 (18). – С. 93–96.
3. Vorobiov, O. Development of radioisotopic-plasma technology for the protection of radio electronic means from powerful electromagnetic radiation [Text] / O. Vorobiov, V. Savchenko, A. Sotnikov, V. Tarshyn, T. Kurtseitov // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2017. – № 1/5 (85). – P. 16–22. doi:10.15587/1729-4061.2017.91642
4. Сотников, А. М. Обоснование принципов построения и разработка модели корреляционно-экстремальной системы наведения комбинированного типа [Текст] / А. М. Сотников, В. А. Таршин // Системы управления навигации та зв'язку. – 2012. – № 4 (24). – С. 7–11.
5. Таршин, В. А. Подготовка эталонных изображений для высокоточных корреляционно-экстремальных систем навигации на основе использования прямого корреляционного анализа [Текст] / В. А. Таршин, А. М. Сотников, Р. Г. Сидоренко // Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. – 2015. – № 2. – С. 69–73.
6. Таршин, В. А. Подготовка эталонных изображений для высокоточных корреляционно-экстремальных систем навигации на основе формирования поля фрактальных размерностей [Текст] / В. А. Таршин, А. М. Сотников, Р. Г. Сидоренко, В. В. Мегельбей // Системы озброєння і військова техніка. – 2015. – № 2. – С. 142–144.
7. Таршин, В. А. Принципы формирования сложных эталонных изображений для высокоточных корреляционно-экстремальных систем навигации [Текст] / В. А. Таршин, А. М. Сотников, Р. Г. Сидоренко // Системы обробки інформації. – 2014. – № 6. – С. 86–89.
8. Таршин, В. А. Методика выбора исходных изображений при подготовке эталонных изображений для корреляционно-экстремальных систем навигации [Текст] / В. А. Таршин, А. М. Сотников, Р. Г. Сидоренко // Збірник наукових праць Харківського університету Повітряних Сил. – 2015. – № 4. – С. 67–70.
9. Таршин, В. А. Метод оперативной подготовки эталонов на основе фрактальной обработки изображений с высокой объектовой насыщенностью [Электронный ресурс] / В. А. Таршин, А. М. Сотников, Р. Э. Пащенко // Техническое зрение. – 2014. – Вып. 1 (5). – С. 2–8. – Режим доступа: \www/URL: <http://magazine.technicalvision.ru/archive/issue-1-5>
10. Егорова, И. Н. Методика повышения качества изображений с использованием методов фильтрации шумов [Электронный ресурс] / И. Н. Егорова, Е. К. Коваленко // Восточно-Европейский журнал передовых технологий – 2011. – № 4/2 (52). – С. 64–66. – Режим доступа: \www/URL: <http://journals.urau.ua/eejet/article/view/1324>
11. Еремينا, Н. С. Обобщенная модель изображений поверхности визуирования для представления в базах данных [Текст] / Н. С. Еремينا, Ю. В. Самсонов, А. М. Сотников // Системы управления, навигации та зв'язку. – 2015. – № 3 (35). – С. 77–79.

Bibliography (transliterated):

1. Sotnikov, A. M., Tarshyn, V. A. (2013). Problemy i perspektivy razvitiya navigatsionnogo obespecheniya letatelnykh apparatov. Zbirnyk naukovykh prats Kharkivskoho universytetu

- Povitrianykh Syl, 3 (36), 57–63.
2. Sotnikov, A. M., Tarshyn, V. A., Openko, P. V. (2013). Problemy ta napriamky rozvytku korelyatsiino-ekstremalnykh system navedennia kerovanykh litalnykh aparativ. Suchasni informatsiini tekhnolohii u sferi bezpeky ta oborony, 3 (18), 93–96.
 3. Vorobiov, O., Savchenko, V., Sotnikov, A., Tarshyn, V., Kurtseitov, T. (2017). Development of radioisotopic-plasma technology for the protection of radio electronic means from powerful electromagnetic radiation. Eastern-European Journal Of Enterprise Technologies, 1(5(85)), 16–22. doi:10.15587/1729-4061.2017.91642
 4. Sotnikov, A. M., Tarshyn, V. A. (2012). Obosnovanie printsipov postroeniya i razrabotka modeli korrelyatsionno-ekstremalnoy sistemy navedeniya kombinirovannogo tipa. Systemy upravlinnia navihatsii ta zviazku, 4 (24), 7–11.
 5. Tarshyn, V. A., Sotnikov, A. M., Sidorenko, R. G. (2015). Podgotovka etalonnih izobrazheniy dlya vyisokotochnih korrelyatsionno-ekstremalnykh sistem navigatsii na osnove ispolzovaniya pryamogo korrelyatsionnogo analiza. Nauka i tekhnika Povitrianykh Syl Zbroinykh Syl Ukrainy, 2, 69–73.
 6. Tarshyn, V. A., Sotnikov, A. M., Sidorenko, R. G., Megelbey, V. V. (2015). Podgotovka etalonnih izobrazheniy dlya vyisokotochnih korrelyatsionno-ekstremalnykh sistem navigatsii na osnove formirovaniya polya fraktalnih razmernostey. Systemy ozbroeniya i viiskova tekhnika, 2, 142–144.
 7. Sotnikov, A. M., Tarshyn, V. A., Sidorenko, R. G. (2014). Printsipy formirovaniya slozhnykh etalonnih izobrazheniy dlya vyisokotochnih korrelyatsionno-ekstremalnykh sistem navigatsii. Systemy obrobky informatsii, 6, 86–89.
 8. Tarshyn, V. A., Sotnikov, A. M., Sidorenko, R. G. (2015). Metodika vyibora ishodnykh izobrazheniy pri podgotovke etalonnih izobrazheniy dlya korrelyatsionno-ekstremalnykh sistem navigatsii. Zbirnyk naukovykh prats Kharkivskoho universytetu Povitrianykh Syl, 4, 67–70.
 9. Sotnikov, A. M., Tarshyn, V. A., Paschenko, R. E. (2014). Metod operativnoy podgotovki etalonov na osnove fraktalnoy obrabotki izobrazheniy s vyisokoy ob'ektovoy nasyischen-nostyu. Tehnicheskoe zrenie, 1 (5), 2–8. Available at: <http://magazine.technicalvision.ru/archive/issue-1-5>.
 10. Egorova, I., Kovalenko, E. (2011). The technique of improving the quality of images using the methods of filtering noise. Eastern-European Journal Of Enterprise Technologies, 4(2(52)), 64–66. Available at: <http://journals.urau.ua/eejet/article/view/1324>
 11. Eremina, N. S., Samsonov, Yu. V., Sotnikov, A. M. (2015). Obobschennaya model izobrazheniy poverhnosti vizirovaniya dlya predstavleniya v bazah daniy. Zbirnyk naukovykh prats. Systemy upravlinnia, navihatsii ta zviazku, 3 (35), 77–79.

Надійшла (received) 11.11.2016

Бібліографічні описи / Библиографические описания / Bibliographic descriptions

Формування вирішальної функції кореляційно-екстремальних систем навігації за критерієм максимуму узагальненого коефіцієнта взаємної кореляції/ Н. С. Єрміна, О. М. Сотніков, В. А. Таршин// Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Механіко-технологічні системи та комплекси. – Харків : НТУ «ХПІ», 2016. – No 50(1222). – С.68–73. – Бібліогр.: 10 назв. – ISSN 2079-5459.

Формирование решающей функции корреляционно-экстремальных систем навигации по критерию максимума обобщенного коэффициента взаимной корреляции/ Н. С. Еремина, А. М. Сотников, В. А. Таршин// Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Механіко-технологічні системи та комплекси. – Харків : НТУ «ХПІ», 2016. – No 50(1222). – С.68–73. – Бібліогр.: 10 назв. – ISSN 2079-5459.

Creating a decision function correlation-extreme systems navigation on generalized criterion of maximum cross-correlation coefficient/ N. Eremina, Alexander Sotnikov, Volodymyr Tarshyn//Bulletin of NTU “KhPI”. Series: Mechanical-technological systems and complexes. – Kharkov: NTU “KhPI”, 2016. – No 50 (1222). – P. 68–73. – Bibliogr.: 10. – ISSN 2079-5459.

Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors

Єрміна Наталія Сергіївна – Українська інженерно-педагогічна академія, асистент кафедри, вул. Університетська, 16, м. Харків, Україна, 61003; e-mail: eremina-port@mail.ru.

Еремина Наталья Сергеевна – Украинская инженерно-педагогическая академия, ассистент кафедры теплоэнергетики и энергосберегающих технологий, ул. Университетская, 16, г. Харьков, Украина, 61003.

Yeromina Nataliia – Ukrainian Engineering Pedagogic Academy, teaching assistant of the Department of Heat and Power Engineering and Energy Saving Technologies, str. Universitetskaya, 16, Kharkov, Ukraine, 61003.

Сотніков Олександр Михайлович – доктор технічних наук, професор, Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, провідний науковий співробітник Наукового центру Повітряних Сил, вул. Сумська, 77/79, м. Харків, Україна, 61023, e-mail: alexsot@ukr.net.

Сотников Александр Михайлович – доктор технических наук, профессор, Харьковский национальный университет Воздушных Сил имени Ивана Кожедуба, ведущий научный сотрудник Научного центра Воздушных Сил, ул. Сумская, 77/79, г. Харьков, Украина, 61023; e-mail: alexsot@ukr.net.

Sotnikov Alexander – Doctor of Technical Sciences, Professor, Kharkiv national Ivan Kozhedub Air Force University, Leading Researcher of Department of the Air Force Scientific Center, Sumska str., 77/79, Kharkiv, Ukraine, 61023.

Таршин Володимир Анатолійович – доктор технічних наук, доцент, Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, професор кафедри озброєння радіотехнічних військ, вул. Сумська, 77/79, м. Харків, Україна, 61023; e-mail: vratar-73@ukr.net.

Таршин Владимир Анатольевич – доктор технических наук, доцент, Харьковский национальный университет Воздушных Сил имени Ивана Кожедуба, профессор кафедры вооружения радиотехнических войск, ул. Сумская, 77/79, г. Харьков, Украина, 61023; e-mail: vratar-73@ukr.net.

Tarshyn Volodymyr – Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Kharkiv national Ivan Kozhedub Air Force University, Professor of the Department of Armament of Radar Troops, Sumska str., 77/79, Kharkiv, Ukraine, 61023.