

МЕТОДИ КЕРУВАННЯ ГРУПОЮ НОСІЇВ РАДІОЛОКАЦІЙНОГО ВИМІРЮВАННЯ У СКЛАДІ НАПІВАКТИВНОЇ СИСТЕМИ РАДІОБАЧЕННЯ

*Дружинін В. А., д.т.н., професор; Степанов М. М., д.т.н, с.н.с
КПІ ім. Ігоря Сікорського, м. Київ, Україна*

Якість радіолокаційного зображення при картографуванні місцевості визначають такі величини як роздільна здатність і динамічний діапазон зображень об'єктів моніторингу. Крім того, роздільна здатність в значній мірі визначає ефективність вирішення завдань виявлення малорозмірних об'єктів радіолокаційного моніторингу, розпізнавання групових і зосереджених об'єктів, а також визначення їх координат. А в межах цього необхідно керувати групою носіїв радіолокаційного вимірювання в складі напівактивної системи радіобачення. В якості носіїв можуть виступати такі літальні апарати як безпілотні апарати.

Припустима помилка визначення параметрів траєкторії руху антени системи бортового радіолокаційного вимірювача (АС БРЛВ) у складі напівактивної системи радіобачення (НА СРБ) дорівнює декільком міліметрам (у сантиметровому діапазоні електромагнітних хвиль). У зв'язку з цим реалізація прямолінійної траєкторії радіокерованого літального апарату-носія (ЛА-носія) БРЛВ вимагає точного визначення координат носія радіолокаційного вимірювання (НРЛВ) в кожний конкретний момент часу в процесі синтезування апертури (СА).

Завдання просторового керування ЛА зводиться до визначення і передачі команд керування (КК) на борт веденого НРЛВ з фіксованим запізненням відносно КК ведучого об'єкта. Ця задача характеризується тим, що керування польотом здійснюється безперервно на всій траєкторії польоту групи НРЛВ. Для спрощення сприйняття визначена задача розглядається в одній площині, як показано на рис. 1.

Положення ведучого і веденого ЛА визначиться у інерціальній системі координат з осями $H, P, D(\bar{V})$. Ведучий ЛА рухається зі швидкістю \bar{V}_1 на висоті H_1 . Аналогічно швидкість веденого $\bar{V}_2 = \bar{V}_1$, а напрямок співпадає з напрямком ведучого. З цього випливає, що кут нахилу траєкторії θ дорівнює курсовому куту ведучого. Це справедливо у випадку, якщо кут атаки дорівнює 0. Для цього випадку кінематичні співвідношення показані на рис. 2.

Кут лінії візування на рис. 2 позначений β , відстань між ведучим та веденим — R , проекції векторів швидкості ведучого та веденого на лінію візування — $V_{\beta T}, V_{\beta M}$, а до нормалі до лінії візування — $V_{\alpha T}, V_{\alpha M}$.

Призначення системи утримання (СУ) веденого на потрібній траєкторії

(наведення) полягає у формуванні таких КК (на автопілот), які будуть забезпечувати утримання веденого за ведучим навіть при маневруванні останнього. Припустимо, що система утримання буде відпрацьовувати вхідний сигнал, що дорівнює (пропорційний) куту лінії візування β або швидкості візування $\dot{\beta}$. За таких вхідних сигналах можлива реалізація тільки одного закону керування, що може використовуватися для утримання веденого, — це переслідування. У цьому випадку ведений ЛА завжди знаходиться прямо за ведучим, тобто $\theta = \beta$.

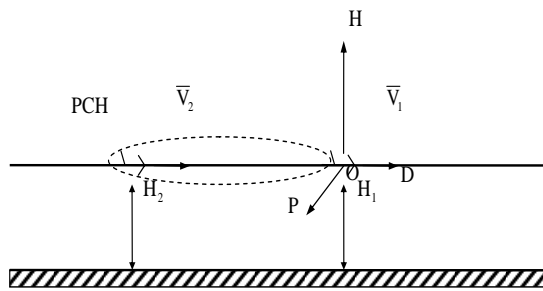


Рисунок 1. Просторові характеристики ведучого та веденого ЛА в інерціальній системі координат $H, P, D(\bar{V})$

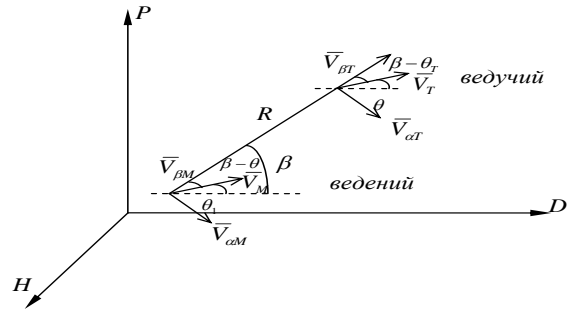


Рисунок 2. Графічна інтерпретація кінематичних співвідношень при русі ведучого та веденого НРЛВ (вигляд зверху)

У випадку відсутності маневру це означає, що ведений рухається з постійною бічною швидкістю, а при сталій повздовжній швидкості буде забезпечуватися “ідеальна” дистанція між двома об’єктами по прямій лінії.

У відповідності до рис. 2 метод “чистого” переслідування буде визначатися тим, що ані ведучий, ані ведений не маневрують. При цьому $V_T = \text{const}$, а $\theta_T = 0$, $\theta = \beta$.

Отримуємо (1).

$$\frac{dR}{d\beta} = \left(-\text{ctg}\beta + \frac{V_M}{V_T} \text{cosec}\beta \right) R \quad \frac{dR}{R} = (-\text{ctg}\beta + \gamma \text{cosec}\beta) d\beta, \quad (1)$$

де $\gamma = \frac{V_M}{V_T}$ — співвідношення швидкостей ведучого і веденого НРЛВ

Динамічна помилка (промах) утримання ведених на потрібній траєкторії як і у випадку чистого переслідування, так і у випадку переслідування зі зміщенням можна виразити як (2).

$$M = y_t(t_i) - y_m(t_i) \quad (2)$$

У випадку повороту ведучого (при зміні об’єкта моніторингу) не допускається зміщення точки наведення ведених, оскільки, як і в методі погоні, зміщення точки зустрічі призведе до двох випадків [1, 2, 3, 4]:

– згладжування траєкторії веденого призведе до зменшення перевантаження і випередження ведучого;

– згладжування траєкторії призведе до виникнення кутових швидкостей і прискорень $\dot{\theta}_m, \dot{E}_m, \ddot{\theta}_m, \dot{E}_m$, що також призведе до випередження ведучого.

Враховуючи існуючий теоретичний апарат методу переслідування і можливості реалізації його в сучасних ЛА, можна стверджувати про обґрунтованість створення методу переслідування ведучого і ведених НРЛВ без зміщення і зі зміщенням з фіксованим кутом θ [5].

Перелік посилань

1. Цьопа Н.В. Методи та алгоритми обробки радіолокаційної інформації в багато-позиційних системах зі змінною просторовою конфігурацією / С.В. Толюпа, В.А. Дружинін, В.С. Наконечний, Н.В. Цьопа, Є.О. Батрак. — К.: Логос, 2014. — 251 с.
2. Лок Дж. Системы радиуправления летательными аппаратами / Лок Дж.; пер. с англ. — Нью-Йорк, 1971. — 536 с.
3. Вейцель В.А. Основы радиуправления / Е.С. Вентцель. — М.: Радио и связь, 1995. — 326 с.
4. А. с. № 213238 СССР. Разнесенная радиолокационная система / Богданович В.Ю., Копнов М.А., Латко Ю.И.
5. S. M. Scarborough, C. H. Casteel Jr, L. Gorham, M. J. Minardi, U. K. Majumder, M. G. Judge, E. Zelnio, M. Bryant, H. Nichols, and D. Page, "A challenge problem for SAR-based GMTI in urban environments," E. G. Zelnio and F. D. Garber, Eds., vol. 7337, no. 1. SPIE, 2009, p. 73370G. [Online]. Available: <http://link.aip.org/link/?PSI/7337/73370G/1>

Анотація

Представлено вдосконалені алгоритми радіокерування рухомими радіолокаційними вимірювачами НА СРБ, використання яких, на відміну від існуючих за рахунок використання теоретичного апарату методів переслідування, дозволяє збільшити кількість приймальних позицій просторово-часового сигналу на визначених інтервалах часу та реалізувати необхідну конфігурацію системи в залежності від геометричних характеристик об'єктів спостереження.

Ключові слова: радіокерування, рухомі радіолокаційні вимірювачі, система спостереження.

Аннотация

Представлены усовершенствованные алгоритмы радиуправления подвижными радиолокационными измерителями НА СРБ, использование которых, в отличие от существующих за счет использования теоретического аппарата методов преследования, позволяет увеличить количество приемных позиций пространственно-временного сигнала на определенных интервалах времени и реализовать необходимую конфигурацию системы в зависимости от геометрических характеристик объектов наблюдения.

Ключевые слова: радиуправления, подвижные радиолокационные измерители, система наблюдения.

Abstract

Presents advanced algorithms for radio mobile radar gauges FOR DRR, the use of which, in contrast to the existing through the use of the theoretical apparatus of methods of persecution, allows to increase the number of receiving positions of the space-time signal at certain time intervals and implement necessary system depending on the geometrical characteristics of observation objects.

Keywords: radio, mobile radar gauges, monitoring system.