

О.В. Висоцький, к.т.н., В.П. Поздняк, Д.А. Ложечка, В.Ю. Комаров
(Харківський національний університет Повітряних Сил
імені Івана Кожедуба, Україна)

Алгоритм формування сигналів траєкторного управління посадкою повітряного судна у просторі станів різницевих параметрів

Запропонований алгоритм формування сигналів траєкторного управління посадкою повітряних суден у просторі станів різницевих параметрів по методу пропорційних збільшень. Просторові параметри (кутові координати та похилі дальності повітряного судна) перетворюють таким чином, щоб отримати поверхні положення з вертикальною твірною.

Одним з основних напрямків з реалізації стійкого та безперервного автоматичного керування рухом повітряних суден є використання нових методів обробки координатної (радіолокаційної) інформації, пов'язаних із застосуванням особливого класу поверхонь положення, що визначають вектор простору станів об'єкта управління. При цьому просторові параметри (кутові координати та похилі дальності) необхідно перетворити таким чином, щоб отримати поверхні положення з вертикальною твірною (ППВТ). Подібні поверхні називаються також циліндричними і докладно розглянуті у [1].

При вирішенні задачі керування рухом ПвС з використанням циліндричних поверхонь положення (ЦПП), можна здійснити перехід від просторово вимірюваних параметрів до плоских. Це значно спрощує синтез системи траєкторного управління рухом ПвС на основі алгоритмів управління в просторі ЦПП, і дозволяє при цьому отримати стійку і керовану систему управління, що фактично реалізується, з високою точністю управління за заданим критерієм якості.

Алгоритм формування сигналів траєкторного управління посадкою ПвС у просторі станів різницевих параметрів по методу пропорційних збільшень наведений на рис. 1, де позначено:

- $R_1(k), R_2(k), R_3(k)$ - похилі дальності ПвС;
- $R_{1N}(k), R_{2N}(k), R_{3N}(k)$ - похилі дальності програмної точки;
- $P_1(k) = R_1^2(k) - R_2^2(k), P_2(k) = R_2^2(k) - R_3^2(k), P_{1N}(k) = R_{1N}^2(k) - R_{2N}^2(k), P_{2N}(k) = R_{2N}^2(k) - R_{3N}^2(k)$ - різницеві параметри;
- $\Delta P_1(k) = P_{1N}(k) - P_1(k), \Delta P_2(k) = P_{2N}(k) - P_2(k)$ - значення “великих” різностей;
- $\delta P_1(k) = P_1(k) - P_1(k-1), \delta P_2(k) = P_2(k) - P_2(k-1)$ - значення “малих” різностей;
- $n(k) = \frac{\delta P_1(k)}{\delta P_1(k)}$ - відносини збільшень по каналах різницевих параметрів P_1 і P_2 :

$$- n_{\Pi}(k) = \frac{\Delta P_1(k)}{\Delta P_2(k)} = \frac{\delta P_1(k+1)}{\delta P_2(k+1)} \quad - \text{необхідне (априорне) значення}$$

відносини збільшень по каналах різницевих параметрів P_1 і P_2 ;

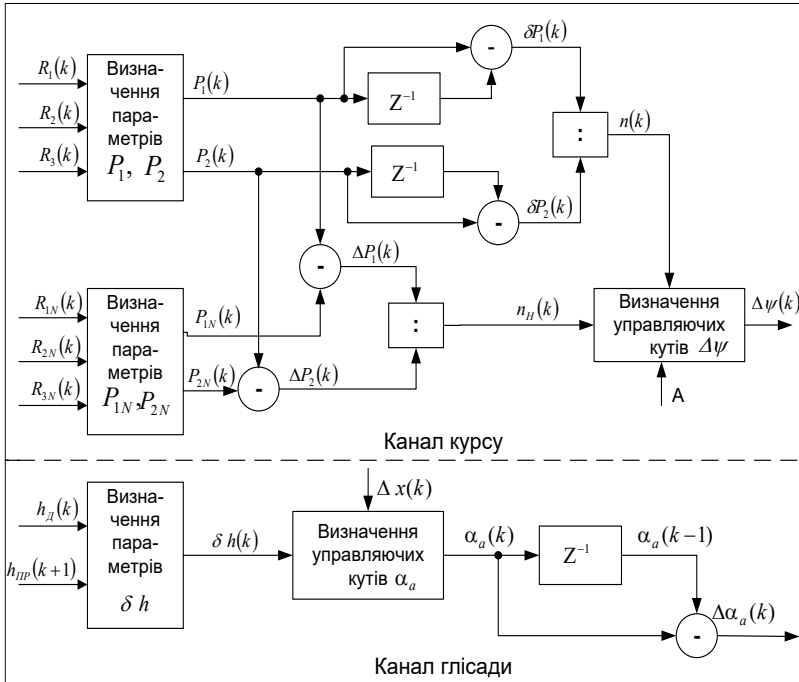


Рис. 1. Алгоритм формування сигналів траєкторного управління посадкою ПвС у просторі станів різницевих параметрів

- $\Delta \psi(k)$ - збільшення по курсу;
- $h_d(k), h_{IP}(k)$ - дійсна висота ПвС та висота програмної точки глісаді;
- $\delta h(k) = h_d(k) - h_{IP}(k+1)$ - поточні значення різниці висот;
- $\alpha_a(k) = \arctg \frac{\delta h(k-1)}{\Delta x_k}$ - кут нахилу траєкторії руху ПвС;
- $\Delta \alpha_a(k)$ - збільшення по глісаді;
- Δx_k - відстань між програмними точками глісаді.

Сутність методу пропорційного зближення полягає в тому, що в процесі управління кутова швидкість обертання вектору швидкості ПвС підтримується

пропорційною до кутової швидкості обертання лінії візування ПвС - програмна точка [2]. Застосування методу пропорційних збільшень доцільно за умови, коли швидкість об'єкту управління значно перевищує швидкість зміни програмних точок. Тому його застосування є ефективним для реалізації алгоритмів траєкторного управління посадкою ПвС у просторі станів різницевих параметрів.

Для реалізації запропонованого алгоритму траєкторія посадки ПвС розбивається на k програмних точок, кожна з яких являє собою вертикаль у просторі із заданою висотою. Управління по курсу здійснюється за проєкціями програмних точок на площину курсу, управління по глісаді - за проєкціями програмних точок на площину глісади. При цьому здійснюється перехід від просторово-вимірних координат ПвС до координат на площині.

Таким чином, алгоритми управління у просторі ППВТ за висотою польоту (глісадою планування) та за боковим рухом (курсом) ПвС (рис. 1) при формуванні сигналів управління відповідно до законів функціонування системи автоматичного управління ПвС забезпечують формування законів управління в дискретній системі траєкторного управління посадкою ПвС, яка створена у просторі станів різницевих параметрів на основі використання координатної інформації від бортової радіолокаційної станції (вимірювання похилої дальності) та радіовисотомірів малих висот ПвС (вимірювання дійсної висоти). Слід зазначити, що управління по каналах курсу і глісади в даній системі є незалежним та здійснюється одночасно у дискретні моменти часу шляхом виводу ПвС на лінію магнітного курсу посадки з подальшим зниженням по глісаді до точки прийняття рішення.

Список літератури

1. Барышев И. В. Формирование поверхностей положения с вертикальной образующей радиотехническими системами измерений / И. В. Барышев, О. А. Горбуненко, В. И. Барышев // Радіоелектронні і комп'ютерні системи. - 2015. - № 2. - С. 121–126. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/recs_2015_2_19.
2. Дорофеев М. В. Анализ методов та систем наведения современных артиллерийских боеприпасов / М. В. Дорофеев, В. М. Семененко // Збірник наукових праць Центру воєнно-стратегічних досліджень Національного університету оборони України. – 2019. - № 1 (65). - С. 104–111. URL: <http://znpcvsd.nuou.org.ua/article/view/179078>.