

МАТЕРІАЛИ
II МІЖНАРОДНОЇ
НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ
“СУЧАСНІ НАУКОВІ
ДОСЛІДЖЕННЯ – '2006”

20-28 лютого 2006 року

Том 14
Технічні науки

Дніпропетровськ
Наука і освіта
2006

Матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції “Сучасні наукові дослідження – ‘2006”. Том 14. Технічні науки. - Дніпропетровськ: Наука і освіта, 2006. - 102 с.

ISBN 966-7191-99-0

У збірнику містяться матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції “Сучасні наукові дослідження – ‘2006” з секції “технічні науки” як вищих навчальних закладах, так і у закладах загальної освіти. Для студентів, аспірантів та викладачів вузів.

ISBN 966-7191-99-0

© Колектив авторів, 2006

© Наука і освіта, 2006

факторів, характеризуючих умови виконання вимірювань навігаційних параметрів.

Воловик Ю.М., Шутило М.А., Воловик А.Ю.
*Вінницький національний технічний університет,
Підрозділ А-3848*

АНАЛІЗ ТОЧНОСТІ ПЕРВИННИХ СПОСТЕРЕЖЕНЬ ЗА НАЯВНОСТІ ФЛУКТУАЦІЙНИХ ШУМІВ ТА ХАОТИЧНИХ ІМПУЛЬСНИХ ПЕРЕШКОД

ВСТУП

У радіотехнічних системах різного цільового призначення широкого розповсюдження набули схеми вимірювання навігаційних параметрів замкненого типу, які мають певні переваги перед схемами з безпосереднім відліком в умовах наявності дестабілізуючих факторів [1]. Загальноприйнятий метод підвищення точності вищезгаданих схем полягає в оптимізації смуги пропускання системи стеження ΔF_{opt} , виходячи з міркувань мінімізації суми динамічної та флуктуаційної складових результуючої похибки $\sigma^2 = \sigma_d^2 + \sigma_{фл.}^2$. У системах посадки сантиметрового діапазону величина ΔF_{opt} знаходиться у межах 0,1-1,5 Гц для нормальних умов польоту [3, 4]. Проте для повітряних суден, які заходять на посадку, характерним є режим інтенсивного маневрування при суттєвих обмеженнях у просторі та часі можливостей компенсації супутніх похибок пілотування, тому для зменшення динамічної складової σ_d^2 , апертуру часового дискримінатора збільшують до величини $(2-3)\tau_i$, де τ_i - тривалість сигнального імпульсу [2]. Розширення апертури часового дискримінатора позитивно впливає на надійність процедури стеження, але разом з тим збільшує ризик появи в апертурі дискримінатора окрім сигнального імпульсу ще й інших, побічних імпульсів, наприклад, від суміжно працюючого радіоелектронного обладнання, сигналів відбиття від місцевих предметів, навколишніх аеродромних споруд, індустріальних перешкод тощо. Як правило, час появи таких імпульсів, їх амплітуда, інтенсивність та тривалість є по суті випадковими величинами. У літературі подібну категорію імпульсів класифікують як хаотичну імпульсну перешкоду (ХІП) і моделюють пуассонівським потоком рідких подій заданої інтенсивності [5]. У даній роботі досліджується сукупний вплив саме таких перешкод та флуктуаційних шумів на точність первинних вимірювань кутових координат повітряного судна у бортовій підсистемі посадочної системи сантиметрового діапазону.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ ТА ОСНОВНІ СПІВВІДНОШЕННЯ

УД

Розглянемо статистичні характеристики оцінок часового положення кутового сигнального імпульсу у разі широкої апертури часового дискримінатора при

спільній дії хаотичної імпульсної перешкоди та флуктуаційного шуму. Припустимо, що усередині часового інтервалу $[0, T_c]$ при $T_c > \tau_i$ знаходиться сигнальний імпульс, "розмитий" відносно дійсного його часового положення t_0 адитивним нормальним шумом. У цьому випадку виміри часового положення сигналу розподіляються за нормальним законом $N(t_0, \sigma_m^2)$. Якщо імпульс ХП, який перевищив захисний поріг вимірювального пристрою, потрапляє в апертуру дискримінатора, тобто у часовий інтервал $[0, T_c]$ і переедує сигнальному імпульсу, то відбувається хибне спрацьовування вимірювача і це у кінцевому рахунку сприяє зростанню похибок вимірювань. Інтегральний закон розподілу одиничних вимірів $F(t)$ можна отримати за формулою додавання ймовірностей

$$F(t) = F_c(t) + F_n(t) - F_c(t) \cdot F_n(t), \quad (1)$$

де $F_c(t)$ - інтегральний нормальний закон розподілу ймовірностей;

$F_n(t)$ - інтегральний закон розподілу інтервалів часу між двома послідовними подіями пуассонівського потоку [5]. Густина розподілу одиничних вимірів $f(t)$ визначають за загальним правилом – диференціюванням $F(t)$ по параметру t

$$f(t) = f_c(t) + f_n(t) - f_c(t) \cdot F_n(t) - F_c(t) \cdot f_n(t). \quad (2)$$

При зміщенні розподілу (2) на величину t_0 отримуємо закон розподілу похибок одиничних вимірів при сукупній дії ХП та флуктуаційного шуму. Конкретний вигляд розподілу (2) залежить від статистичної моделі ХП. Якщо припустити, що ХП являє собою пуассонівський потік рідких подій з заданою інтенсивністю λ , причому усі випадкові імпульси перевищують поріг спрацьовування вимірювального пристрою, то густина розподілу (2) матиме наступний вигляд

$$f(t) = N(t_0, \sigma_m^2) \cdot e^{-\lambda t} + \lambda e^{-\lambda t} \cdot 0.5 \{1 - \Phi[(t-t_0)/\sigma_m\sqrt{2}]\}, \quad (3)$$

де $N(t_0, \sigma_m^2)$ - нормальна густина розподілу ймовірностей з середнім значенням t_0 та дисперсією σ_m^2 ; $\Phi[(t-t_0)/\sigma_m\sqrt{2}]$ - інтеграл ймовірності.

На рис. 1 зображено вигляд густини розподілу одиничних вимірів (3) при різних значеннях інтенсивності ХП. Аналіз представлених графіків вказує на несиметричність апостеріорного розподілу та наявність зсуву оцінки часового положення сигнального імпульсу вліво відносно дійсного значення t_0 .

На рис.2 приведені залежності величини зсуву ΔT від інтенсивності ХП при різних значеннях t_0 , нормованих до тривалості сигнального імпульсу t_i . Незавжди бачити, що величина зсуву оцінок зростає з ростом інтенсивності ХП та наближенням сигнального імпульсу до правої границі апертури дискримінатора. Ймовірність правильного оцінювання p_n визначимо як відношення площі під піком апостеріорного розподілу, обумовленим сигнальним імпульсом, до загальної площі під густиною розподілу $f(t)$ [5]. Тоді ймовірність аномальних похибок буде визначатись як $p_a = 1 - p_n$. Площу під піком апостеріорного розподілу $f(t)$ знайдемо наступним чином:

$$S_n = \int_{t_0 - \tau_i / 2}^{t_0 + \tau_i / 2} f(t) dt = S_1 + S_2 + S_3, \quad S_1 = \int_{t_0 - \tau_i / 2}^{t_0 + \tau_i / 2} e^{-\lambda t} N(t_0, \sigma_m^2) dt;$$

$$S_2 = \int_{t_0 - \tau_i / 2}^{t_0 + \tau_i / 2} \lambda e^{-\lambda t} dt; \quad S_3 = \int_{t_0 - \tau_i / 2}^{t_0 + \tau_i / 2} \lambda e^{-\lambda t} \Phi\left(\frac{t - t_0}{\sigma_m \sqrt{2}}\right) dt.$$

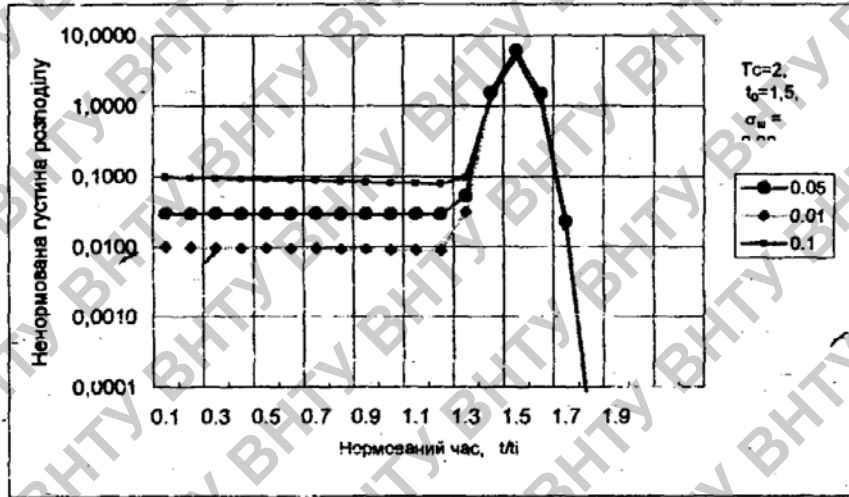


Рис. 1

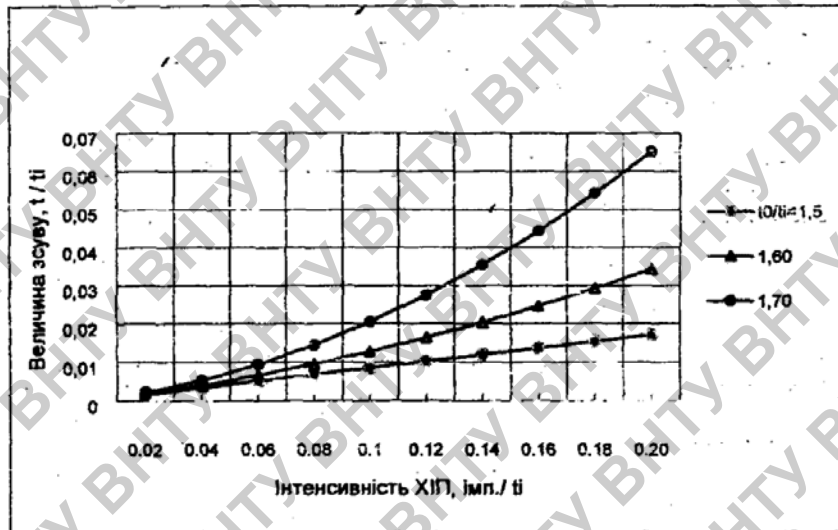


Рис. 2

Загальна площа під кривою апостеріорного розподілу $f(t)$ знаходиться аналогічно. Опускаючи проміжні викладки, можна показати, що аналітичний вираз для ймовірності аномальної похибки матиме наступний вигляд:

$$P_a = 1 - \frac{e^{-\lambda t_0} \left[\operatorname{sh}(\lambda \tau_i / 2) + \Phi\left(\frac{\tau_i / 2}{\sigma_m \sqrt{2}}\right) \cdot \operatorname{ch}(\lambda \tau_i / 2) \right]}{\frac{1}{2} \left[1 + \Phi\left(\frac{t_0}{\sigma_m \sqrt{2}}\right) \right] - \frac{1}{2} e^{-\lambda t_0} \left[1 - \Phi\left(\frac{T_c - t_0}{\sigma_m \sqrt{2}}\right) \right]} \quad (4)$$

Залежності ймовірностей аномальних похибок P_a , розрахованих за формулою (4) для різних значень інтенсивності флукуаційних шумів та ХПІ показані на рис. 3-4.

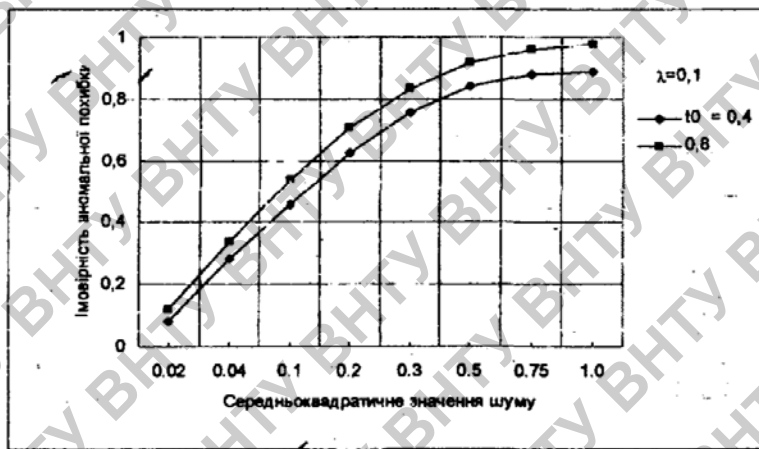


Рис. 3

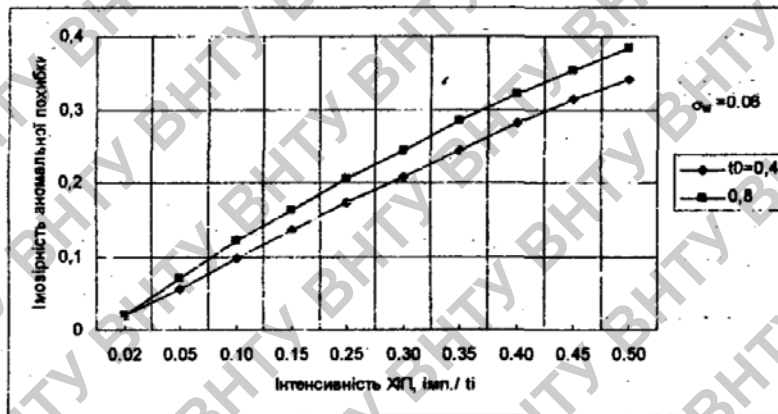


Рис. 4

ВИСНОВКИ

За підсумками наведених розрахунків та графіків можна стверджувати :

- розподіл похибок одиничних вимірів кутового положення повітряного судна при сукупній дії флуктуаційного шуму та ХІП- несиметричний, а одиничні оцінки кутових координат є зміщеними;
- імовірність похибок більших тривалості сигнального імпульсу суттєво залежить від інтенсивності шуму $\sigma_{ш}$ та інтенсивності ХІП λ при відносно незначному впливі інших факторів: довжини апріорного інтервалу T_c та часового положення сигнального імпульсу t_0 .

Література:

1. Первачев С.В., Валуев В.А., Чиликин В.М. Статистическая динамика радиотехнических следящих систем. М.: Советское радио, 1973. - 488с.
2. Сосновский А.А., Хаймович И.А. Радиоэлектронное оборудование летательных аппаратов. М.: Транспорт, 1987.- 256с.
3. Бортовые радиоустройства посадки самолетов / И.А. Хаймович, П.А.Иванов, Ю. Е. Устроев и др. – М.: Машиностроение, 1980.- 328с.
4. Сантиметровые системы посадки самолетов / В.М. Бенин, В.А.Кожевников, И.А.Хаймович.- М.: Машиностроение, 1985. - 224с.
5. Ярлыков М.С. Статистическая теория радионавигации. - М.: Радио и связь, 1985.-344с.