

МОДЕЛЬ СТАНУ БЕЗПЛАТФОРМЕННОЇ ІНЕРЦІАЛЬНОЇ НАВІГАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ

Представлено повну нелінійну модель стану безплатформенної інерціальної навігаційної системи, реалізовану в формі простору станів, яку доцільно використовувати для чисельного дослідження інтегрованих MEMS – GPS систем.

Ключові слова: інерціальна навігаційна система, нелінійна модель, простір станів, MEMS – GPS.

A. V. RUDYK
 National Aviation University

MODEL OF STATE STRAPDOWN INERTIAL NAVIGATION SYSTEM

Presented full nonlinear model of state strapdown inertial navigation systems sold in the form of state space, which should be used for numerical study of integrated MEMS – GPS systems.

Keywords: inertial navigation system, nonlinear model, state space, MEMS – GPS.

При реалізації навігаційної системи мобільного робота може використовуватися інтеграція мікроелектромеханічних (MEMS) інерціальних давачів та супутникової радіонавігаційної системи (СРНС) GPS, при цьому реалізується варіант оцінювання похибок інерціальної навігаційної системи (ІНС). Для моделювання таких інтегрованих навігаційних систем доцільно використовувати повну нелінійну модель стану безплатформенної ІНС (БІНС) [1], реалізовану в формі простору станів, а не модель її похибок:

$$\dot{Y} = f(Y, W^{BHC}; t) + f_0(Y, t)\vartheta(t), \quad (1)$$

де $Y = \{\lambda, \phi, h, V_{east}, V_{north}, V_h, M_{CE}^{(v)}\}$ – вектор стану БІНС розмірністю 15x1; ϕ, λ, h – геодезичні широта, довгота і висота; V_{east}, V_{north}, V_h – східна, північна та вертикальна складові лінійної швидкості БІНС відносно Землі; $W^{BHC} = \{w_x^a, w_y^a, w_z^a, w_x^\omega, w_y^\omega, w_z^\omega\}$ – вектор вихідних сигналів акселерометрів w_i^a та гіроскопів w_i^ω ($i = x, y, z$) БІНС з врахуванням відомих оцінок систематичних похибок, що виникають через дрейф нуля, спотворення масштабних коефіцієнтів, а також впливу вібрацій, температури, вологості й інших факторів (розмірність 6x1); $\vartheta = \{\vartheta_x^a, \vartheta_y^a, \vartheta_z^a, \vartheta_x^\omega, \vartheta_y^\omega, \vartheta_z^\omega\}$ – вектор білого шуму акселерометрів та гіроскопів розмірністю 6x1; $M_{CE}^{(v)}$ – вектор розмірністю 9x1, складений з компонент матриці Пуассона M_{CE} розмірністю 3x3; $f(Y, W; t)$ та $f_0(Y, t)$ – векторна та матрична функції:

$$f(Y, W^{BHC}; t) = \begin{pmatrix} V_{north}/R_\phi \\ V_{east}/R_\lambda \cos \phi \\ V_h \end{pmatrix} M_{C \rightarrow E} \begin{pmatrix} w_x^a \\ w_y^a \\ w_z^a \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} a_{east} \\ a_{north} \\ a_h \end{pmatrix} M_{CE}^{(\bar{v})} \begin{pmatrix} w_x^\omega \\ w_y^\omega \\ w_z^\omega \end{pmatrix} - (I \otimes \bar{\omega}_\gamma) M_{CE}^{(v)};$$

$$f_0(Y, t) = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & M_{C \rightarrow E} & 0 \\ 0 & 0 & M_{CE}^{(\bar{v})} \end{pmatrix}; \quad R_\phi = \frac{a(1-e^2)}{(1-e^2 \sin^2 \phi)^{3/2}} + h; \quad R_\lambda = \frac{a}{(1-e^2 \sin^2 \phi)^{1/2}} + h;$$

де a та e – параметри еліпсоїда Красовського; \otimes – символ кронекерівського добутку.

Модель (1) можна використовувати для описання будь-якої БІНС з будь-яким складом MEMS давачів. Вона дозволяє реалізувати методи нелінійної дискретної фільтрації і є достатньо точною, тому що розширена за рахунок високочастотних вимірювань цих давачів і враховує апіорні моделі їх похибок. Враховуючи динаміку наземного мобільного робота, модель (1) можна вважати неперервною.

Література

1. Щербань І.В., Щербань О.Г., Конев Д.С. Обобщенная модель подвижного объекта для реализации тесной интеграции разнородных навигационных систем // Автоматизация и современные технологии. – 2013. – № 2. – С. 24-29.

References

1. Scherban I.V., Scherban O.G., Konev D.S. Obobshchennaya model podvizhnogo objekta dlya realizatsii tesnoy integratsii raznorodnih navigatsionnih sistem // Avtomatizatsiya i sovremennye tehnologii. – 2013. – № 2. – P. 24-29.