

## ЧИСЕЛЬНО-АНАЛІТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ВІБРАЦІЙНОЇ ОБСТАНОВКИ ДЛЯ АНАЛІЗУ ТОЧНОСТІ АЛГОРИТМУ МІЛЛЕРА

Плаксій Ю.А., Гомозкова І.О.

*Національний технічний університет  
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

Розглядається задача аналізу похибок визначення орієнтації в безплатформених інерціальних системах орієнтації (БІСО) під впливом вібрацій основи. Відомо, що вплив вібрацій на точність роботи БІСО є суттєвим. Аналіз похибок БІСО, викликаних дією вібраційного середовища, дозволяє в значній мірі спростити алгоритми роботи обчислювальних пристроїв і виробити обґрунтовані вимоги до корекції системи орієнтації.

В основу чисельно-аналітичного моделювання вібраційної обстановки покладені дві еталонні моделі обертання твердого тіла, для яких кватерніони орієнтації і прирощення інтегралів від проекцій кутової швидкості на зв'язані осі на такті обчислень (квазікоординати) представляються в аналітичному вигляді. Кутовий рух рухомого об'єкта як твердого тіла в умовах відсутності вібрацій представляється послідовністю трьох поворотів на кути Крилова  $\varphi(t)$ ,  $\psi(t)$ ,  $\vartheta(t)$ :

$$\Lambda_1 = \left( \cos \frac{\varphi(t)}{2} + \vec{i}_3 \sin \frac{\varphi(t)}{2} \right) \circ \left( \cos \frac{\psi(t)}{2} + \vec{i}_2 \sin \frac{\psi(t)}{2} \right) \circ \left( \cos \frac{\vartheta(t)}{2} + \vec{i}_1 \sin \frac{\vartheta(t)}{2} \right), \quad (1)$$

де  $\vec{i}_1, \vec{i}_2, \vec{i}_3$  – орти відповідних осей.

Для моделювання вібраційного впливу на датчики кутової швидкості орієнтація об'єкта в умовах вібрацій представляється кватерніоном [1]:

$$\Lambda_2 = \Lambda_1 \circ \left( \cos \frac{\chi(t)}{2} + \vec{i}_2 \sin \frac{\chi(t)}{2} \right), \quad (2)$$

тобто додається додаткове обертання на кут  $\chi(t)$  навколо другої повернутої осі.

Розглядається випадок, коли кути  $\varphi(t)$ ,  $\psi(t)$ ,  $\vartheta(t)$ ,  $\chi(t)$  змінюються у часі лінійно:  $\varphi(t) = k_1 t$ ,  $\psi(t) = k_2 t$ ,  $\vartheta(t) = k_3 t$ ,  $\chi(t) = k_4 t$ . Тоді квазікоординати, що відповідають кутовому руху з кватерніоном (2), можуть бути отримані у вигляді аналітичних виразів. При моделюванні вібраційного впливу на точність алгоритма орієнтації, квазікоординати, що відповідають кватерніону (2), подаються на вхід алгоритма, а кватерніон (1) при цьому розглядається як еталонний. Проведений чисельно-аналітичний аналіз точності алгоритму Міллера для різних значень частот  $k_1, k_2, k_3, k_4$ . Приводяться рекомендації щодо вибору величини такту обчислень параметрів орієнтації для мінімізації похибки накопиченого дрейфу.

### Література:

1. Плаксій Ю.А., Гомозкова І.О. Оптимізація і програмно-чисельна реалізація алгоритма Міллера на чотиричастотній моделі вібраційного руху твердого тіла// Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Динаміка і міцність машин – Х.: НТУ «ХПІ». – 2021.–№2 . – №2С.44–49.