

СПОСІБ ЗБІЛЬШЕННЯ ТОЧНОСТІ ВИЗНАЧЕННЯ КУТОВОЇ ОРІЄНТАЦІЇ РЕФЛЕКТОРА СУПУТНИКОВОЇ АНТЕННОЇ СТАНЦІЇ ЗА ДОПОМОГОЮ MEMS АКСЕЛЕРОМЕТРА

UDC 621.326

M. Palamar, T. Horyn, M. Trukhanskyi, P. Hirniak, V. Neliubin
(Ternopil Ivan Puluj National Technical University, Ukraine)

METHOD OF INCREASING MEASUREMENT ACCURACY ANGLE ORIENTATION REFLECTOR USING MEMS ACCELEROMETER

Для забезпечення достатнього рівня сигналу з антенної станції при роботі в штатному режимі радіо апаратури, важливу роль відіграє точність наведення рефлектора антенної системи на супутник. У зв'язку із розвитком сучасної елементної бази на світовому ринку доступна велика кількість давачів, виготовлених по технології MEMS. Пристрої такого типу забезпечують високу роздільну здатність та точність вимірювання, зберігаючи при цьому невеликі розміри в межах від 1 до 100 мкм.

Використання MEMS акселерометра та магнітометра є невід'ємною складовою контуру керування антенною системою, де важливу роль відіграють давачі кута. До складу класичних опорно-поворотних пристроїв входять двигуни, які приводять в рух антену по осях азимута та кута місця. Тому більшість кутових давачів виготовляються таким чином, щоб їх можна було закріпити на осях обертання опорно-поворотного пристрою. Але для антен із класичним опорно-поворотним пристроєм встановлення давача можливе на рефлектор антени, що забезпечує підвищення точності орієнтації дзеркала антени. Тому запропоновано використання давача кутів на основі MEMS акселерометра та магнітометра. Однак при використанні даного методу визначення кутового положення виникає потреба в калібруванні осей давача.

Таким чином, задачею калібрування є визначення коефіцієнтів в рівнянні перетворення еліпсоїда в сферу:

$$\begin{bmatrix} Ax \\ Ay \\ Az \end{bmatrix} = (M_{xyz}) \begin{bmatrix} 1/K_x & 0 & 0 \\ 0 & 1/K_y & 0 \\ 0 & 0 & 1/K_z \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Rx - A_{x0} \\ Ry - A_{y0} \\ Rz - A_{z0} \end{bmatrix},$$

де A – скориговані значення XYZ, M – матриця нерівності, K – чутливість кожного каналу, R – вихідні дані із давача, A_0 – коригуючі значення матриці.

Для усунення похибки зміщення системи координат було виконано коригування розміщення нульової точки давача за допомогою визначених коефіцієнтів. В такому випадку калібрування давача отримано наступний вигляд:

$$\bar{X}_a = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_{ia}, \quad X = X_{ia} - \bar{X}_a,$$

де X_{ia} – числові компоненти точок масиву даних, X_a – середнє значення, X – матриця коригуючих значень.

Основною перевагою методу визначення вектора оцінок з допомогою методу найменших квадратів є можливість проведення процедури калібрування без прив'язки до системи координат. Така дія має велике значення при калібруванні магнітометра, коли можна не враховувати кут нахилу осей та проводити калібрування автономно, без акселерометра. Запропонований метод зменшує похибку зміщення нуля, а також компенсує неединичний масштаб осей давачів та похибку кутової орієнтації магнітометра.