

УДК 631.372

## ОБРОБКА ДАНИХ ДАТЧИКУ ДИНАМІКИ

Докучаєв К. І. студент, Антощенко Р. В., д.т.н., проф.

*Державний біотехнологічний університет*

*В роботі наведено метод обробка даних датчику динаміки мобільних машин.*

Датчик динаміки був створений на основі датчику GY-85. Він являє собою закінчений модуль, що включає в себе наступні компоненти:

ITG3205 – одночиповий тривісний MEMS гіроскоп, цифровий вихід, мікросхема оптимізована для ігор, 3D-миші і 3D-додатків віддаленого управління. Має розширені можливості зсуву і стабільності, температурна чутливість, можливість користувальницької калібрування чутливості. Низькочастотний шум нижче, ніж у попередніх поколінь пристроїв, що спрощує розробку додатків і рішень для більш чуйних пристроїв.

ADXL345 – це мініатюрний, тонкий, має високу енергоефективність, тривісний акселерометр з високою роздільною здатністю (13 біт) і діапазоном вимірювання до +/-16g. Цифрові результати вимірювання представляються у вигляді 16-розрядних чисел в додатковому коді.

Для обчислення проекції сили гравітації на вісь  $X$  скористаємося наступною формулою:

$$A_x = g \sin(\alpha), \quad (1)$$

де  $\alpha$  – кут між віссю акселерометра і горизонтом.

За горизонт зазвичай приймають площину, ортогональну силі гравітації. Так як вихідне значення акселерометра пропорційно синусу кута нахилу в поле гравітації, для визначення ухилу отримаємо наступну формулу:

$$\alpha = \arcsin\left(\frac{A_x}{g}\right). \quad (2)$$

В поле силі гравітації, крім осі  $X$  також знаходяться осі  $Y$  і  $Z$ . Подібно ситуації з віссю  $X$ , де значення виміряне акселерометром буде пропорційно синусу кута нахилу, прискорення, виміряний акселерометром по осі  $Y$ , буде пропорційно косинусу кута нахилу. З цього можна зробити висновок, що в той час як чутливість по одній осі буде зменшуватися, вона ж за іншою буде збільшуватися. Внаслідок цього, розрахунок кута нахилу можна буде провести, скориставшись формулами:

$$\tan(\alpha) = \frac{A_x}{A_y}; \quad (3)$$

$$\alpha = \arctan\left(\frac{A_x}{A_y}\right). \quad (4)$$

Для того щоб було можливо точно виміряти значення кутів для всієї сфери,

необхідно використання третьої чутливої осі. У початковій позиції положення пристрою таке, при якому осі  $X$  і  $Y$  знаходяться в площині горизонту, а вісь  $Z$  ортогональна цим осям.

У початковий момент часу, коли сила гравітації діє тільки на вісь  $Z$ , отримуємо всі значення кутів рівні нулю. При цьому значення кутів можуть бути обчислені за наступними формулами:

$$\alpha = \arctan \left( \frac{A_x}{\sqrt{A_y^2 + A_z^2}} \right); \quad (5)$$

$$\beta = \arctan \left( \frac{A_y}{\sqrt{A_x^2 + A_z^2}} \right); \quad (6)$$

$$\gamma = \arctan \left( \frac{A_x}{\sqrt{A_x^2 + A_y^2}} \right). \quad (7)$$

Рівняння динаміки поступального руху трактора має вигляд:

$$m_T a_T(v) = P_T(v) - P_{кр}(v) - mg(f(v)), \quad (8)$$

Знаючи прискорення трактора  $a_T$  з формули (2.8) визначаємо силу тяги:

$$P_T(v) = P_{кр}(v) + mg(f(v)) + m_T a_T(v), \quad (9)$$

де  $m_T$  – загальна маса трактора;  $\dot{V}_T$  – лінійне прискорення трактора;  $P_{тяг}(V)$  – тягове зусилля на ведучих колесах, умовно визначений для випадку відсутності втрат енергії в трансмісії;  $P_{кр}(V)$  – функція зміни зусилля на гаку від швидкості руху;  $g$  – прискорення вільного падіння,  $g = 9,80 \text{ м/с}^2$ ;  $f(V)$  – функція зміни коефіцієнта опору коченню коліс трактора від швидкості;  $f_{тр}(V)$  – умовне збільшення коефіцієнта опору коченню коліс трактора за рахунок приведенного до коліс опору в трансмісії і ходовій частині машини.

### Список використаних джерел:

1. Антощенко Р. В. Динаміка та енергетика руху багатоелементних машинно-тракторних агрегатів: монографія. Х.: ХНТУСГ, 2017. 244 с.
2. Антощенко Р. В. Обробка даних мобільного вимірювального комплексу для контролю за функціонуванням мобільних енергетичних засобів. *Вібрації в техніці та технологіях*. Вінниця, 2013. №2(70). С. 6–9.
3. Мехатронні системи автомобілів і тракторів: підручник / Р. В. Антощенко, О. В. Нанка, А. Т. Лебедев, В. М. Антощенко, В. М. Кісь, І. В. Галич – Харків: ХНТУСГ, 2020 р. – 219 с.
4. Антощенко Р. В., Никифоров А. О., Череватенко Г. І., Антощенко В. М. Мікропроцесорна вимірювальна система динаміки та енергетики мобільних машин. *Український журнал прикладної економіки та техніки*, 2021. Том 6. № 4. С. 241–248.