



Результати роботи можуть бути використані для визначення пружно-деформованого стану крила при проектуванні літаків транспортної категорії.

**УДК 681.3+681.518.3**

**Васінський Е.П., Шантир С.В.**

## **ДОСЛІДЖЕННЯ АЛГОРИТМУ ВИМІРЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ВІБРАЦІЇ МЕТОДОМ ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ**

Застосування методу імітаційного моделювання дозволяє виконати дослідження алгоритмів обробки вимірювальної інформації, складність яких унеможливує аналітичне дослідження, до стадії створення реальних вимірювальних блоків системи. Створення на універсальних комп'ютерах імітаційних моделей засобів вимірювальної техніки потребує розв'язання проблем пов'язаних з суперечливими вимогами: продуктивність комп'ютера для забезпечення режиму роботи моделі в реальному часі; складність алгоритму, яку можна визначити, наприклад, як його довжину; розрядність числа і шини даних; мінімізація похибок обчислень та об'єму пам'яті та інше.

Було виконано дослідження методом імітаційного моделювання алгоритму вимірювання віброшвидкості з метою оцінки можливості його використання в мікропроцесорних вимірювальних блоках.

Структура схеми дослідження складається з моделі об'єкта, блоку визначення параметрів вібросигналу, імітаційної моделі алгоритму, блоку визначення похибок. Модель об'єкта імітує вимірювальну інформацію про його стан, носієм якої є параметр вібрації, і є додатком регулярної складової, реалізованої, за рекурентними формулами, у вигляді полігармонічного коливання з двадцяти гармонік із заданими амплітудами та фазами та випадкової складової на генераторі псевдовипадкової двійкової послідовності з законом розподілу Гауса. Форма подання моделі – дискретна реалізація з вибіркового значень дійсного типу. Блок визначення параметрів забезпечує отримання зразкового вектору параметрів. Імітаційна модель алгоритму імітує цілочисельні операції аналого-цифрового перетворення за методом порозрядного врівноваження, цифрового фільтру, інтегратора за Сімпсоном та слідкуючого перетворювача середнього квадратичного значення. Модель дозволяє змінювати такі параметри, як частота дискретизації, час інтегрування, коефіцієнти фільтру, розрядність цілочисельних операцій обчислення та інше. Блок визначення похибок забезпечує оцінку результатів дослідження та їх відображення. Дослідження реалізовано в середовищі LabVIEW 2011.

В роботі метод імітаційного моделювання практично застосовано для дослідження та оптимізації алгоритму вимірювання віброшвидкості за

критерієм мінімізації складності та об'єму пам'яті при заданій похибці обчислення. Оптимізований алгоритм вимірювання віброшвидкості практично реалізований у вимірювальному блоці монітору вібрації на мікроконтролері з 16-розрядною сіткою обчислень при похибці вимірювання до  $\pm 10\%$  в робочому частотному діапазоні до 1000 Hz в реальному масштабі часу.

#### УДК 629.7.05

Відякіна К.Р., Черняк М.Г.

### ТЕМПЕРАТУРНЕ КАЛІБРУВАННЯ ТРИВІСНОГО БЛОКУ НАВІГАЦІЙНИХ АКСЕЛЕРОМЕТРІВ

Температурне калібрування блоку акселерометрів (БА) - це процес ідентифікації та паспортизації числових значень коефіцієнтів метрологічної моделі БА таких як: зміщення нуля (ЗН), коефіцієнта перетворення (КП), коефіцієнта перехресної чутливості (КПЧ), та визначення температурних залежностей цих коефіцієнтів для подальшого виконання алгоритмічної компенсації температурних похибок.

Для калібрування БА використовується метод тестових та послідовних поворотів, при якому в якості еталону приймають вектор прискорення сили тяжіння. Такий метод ще називають векторним. Основний недолік - пред'явлення жорстких вимог до виставки випробувального обладнання.

Стендове обладнання, що використовується для виконання експериментальних досліджень, складається з двовісної горизонтальної основи, кантувача, бульбашкового рівня, термокамери ТВТ-2, персонального комп'ютера, сервісної електроніки, прецизійного вольтметра Agilent 34970A. Кантувач представляє собою металевий куб в якому сформовано сім базових установочних поверхонь. Двовісна основа і кантувач є задатчиками тестової орієнтації БА.

Критерієм якості калібрування є похибка вимірювання модуля вектора сили тяжіння. За проведеним калібруванням БА при температурах  $T_{н.у.} = +20^\circ\text{C}$ ,  $T_{н.} = -40^\circ\text{C}$ ,  $T_{в.} = +70^\circ\text{C}$  були визначені похибки вимірювання прискорення сили тяжіння при нормальній температурі - не більше  $\pm 0,12\text{ mg}$ , в діапазоні робочих температур - не більше  $\pm 0,15\text{ mg}$ . Також були визначені температурні коефіцієнти за кусочно-лінійною моделлю для двох діапазонів по крайніх точках калібрування ( $T_{н.у.} = +20^\circ\text{C}$ ,  $T_{н.} = -40^\circ\text{C}$ ,  $T_{в.} = +70^\circ\text{C}$ ).