

методами надлишковість подання мовної інформації, здійснити процеси сегментації і маркування сигналу на звукотипи паралельно до часу і тим самим збільшити точність і швидкість розпізнавання. Запропонований метод ієрархічного структурування фонетичної інформації у вигляді дерева еталонів слів за допомогою навчених на вибіркового матеріалі класифікаторів дав можливість використати ієрархічний принцип розпізнавання мови з використанням додаткових модулів за збільшення складності задачі розпізнавання.

1. Биков М.М., Кузьмін І.В., Коберський О.Г., Пастушенко О.В. Звіт про науково-дослідну роботу "Розробка моделей, методів і алгоритмів для опису, кодування та розпізнавання сигналів мови" (шифр 46-Д-170), № держреєстрації 0197UO12877. – Вінниця, 1997. 2. Биков М.М. Методы и средства измерения и преобразования информации в системах машинного распознавания речи. – Дисс. ... канд. техн. наук. – Винница, 1985. – С.67–73. 3. Вуков Н.М., Кузьмін І.В., Яковенко А.І. Development of effective strategy of pattern recognition // Proceedings of SPIE. – 2000. – Vol.4425. – P.75–82. 4. Фант Г. Акустическая теория речеобразования. – М., 1964. 5. Сапожков М.А. Речевой сигнал в кибернетике и связи. – М., 1963. 6. Фланаган Дж. Анализ, синтез и восприятие речи. – М., 1968.

УДК 681.213

В.О. Поджаренко, В.Ю. Кучерук, В.М. Севастьянов
Вінницький національний технічний університет

МЕТРОЛОГІЧНА АТЕСТАЦІЯ АЛГОРИТМУ ВИМІРЮВАННЯ КУТОВОЇ ШВИДКОСТІ

© Поджаренко В.О., Кучерук В.Ю., Севастьянов В.М., 2006

Проведено аналіз метрологічних та технічних характеристик, необхідних для метрологічної атестації алгоритму вимірювання кутової швидкості.

The analysis metrological and characteristics necessary for metrological certification of algorithm of measurement of angular speed is carried out.

Вступ. Існує велика кількість алгоритмів функціонування цифрових тахометрів, проте їх структурна схема фактично однакова. Вона складається із послідовного з'єднання вала двигуна з валом тахометричного перетворювача, аналого-цифрового перетворювача та числового вимірювального перетворювача. Наведена послідовність становить вимірювальний канал кутової швидкості, для оцінки якості функціонування якого необхідно провести атестацію алгоритмічного забезпечення. Проте більшість вимірювань кутової швидкості проводяться у динамічному режимі, тобто за неусталеної кутової швидкості, тому пропонується атестувати алгоритм вимірювання кутової швидкості у динамічному режимі.

Аналіз стану досліджень та формування мети. Атестація алгоритмічного забезпечення – це визначення основних характеристик алгоритмів, які дають можливість зіставляти їх і вибирати для конкретних задач, а також оцінювати похибки одержаних результатів, що ґрунтується, з одного боку, на статистичних методах (насамперед "аналізі даних"), і з іншого, – на загальній метрологічній ідеології атестації різних об'єктів [1].

Процедура атестації алгоритмів має загальніший характер, ніж їх метрологічна атестація в рамках конкретних методик виконання вимірювань. Відмінність полягає у тому, що сукупність моделей початкових даних у першому випадку повинна бути максимально широкою, а в другому –

адекватною реальним умовам вимірювань. Результати атестації в першому випадку носять довідковий характер, в другому – мають також законодавчий відтінок.

Під час застосування диференціатора необхідно визначити, яким має бути пристрій для того, щоб за визначених умов вимірювання похибка не перевищувала заданої. Більше того, потрібно використовувати пристрій, у якому забезпечується мінімально досяжна похибка, а не просто похибка, яка не перевищує заданої. Можна виділити такі критерії, як мінімізація середньоквадратичної похибки, максимальної похибки, поточної (миттєвої) похибки.

Перший критерій застосовують в „середніх” випадках, коли окремі рідкісні викиди похибки мають неістотне значення, і тому є найбільш поширеним. Другий можливо пов’язати з такими умовами вимірювання, коли відхилення швидкості процесу, що вимірюється за допустимі межі, є сигналом якої-небудь небезпеки, тобто окремі викиди похибки дуже важливі. Третій критерій може бути використаний під час використання пристроїв підвищеної точності, які працюють у складних динамічних режимах. Аналіз критеріїв вимірювання кутової швидкості дає змогу зробити висновок про необхідність дослідження шляхів мінімізації миттєвої похибки.

Розв’язання задач та результати досліджень. Згідно з наведеною послідовністю структурної схеми цифрових тахометрів розроблено вимірювальний канал кутової швидкості, який виконано на основі перетворювача кутових переміщень ЛІР-120 [2], універсальної плати вводу-виводу L-780М з цифровим сигнальним процесором DSP2185М [3] (рис. 1).

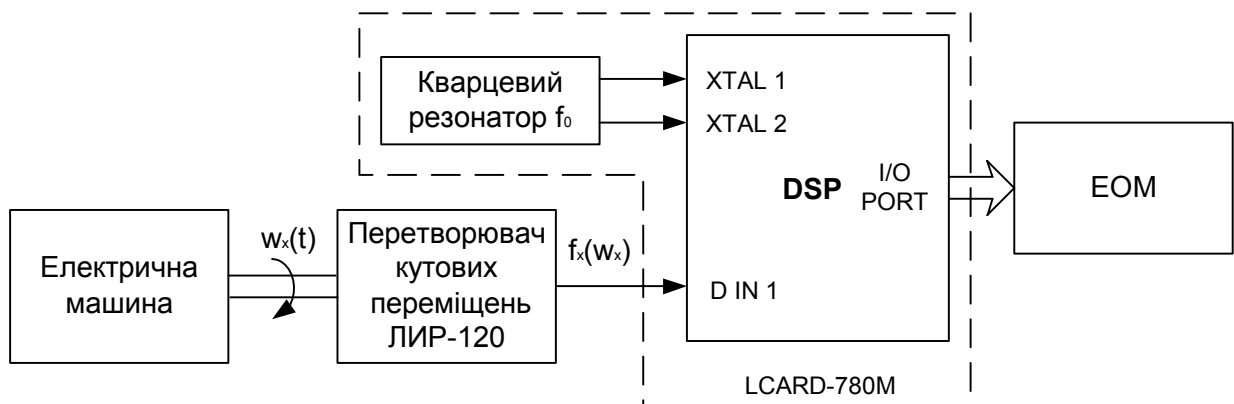


Рис. 1. Вимірювальний канал кутової швидкості

Кількість періодів вихідного сигналу перетворювача кутових переміщень ЛІР-120 дорівнює 5000 за один оберт. Вихідний сигнал з перетворювача подається на цифровий вхід цифрового сигнального процесора, тактова частота роботи якого $f_0 = 30$ МГц, що уможлиблює проводити вимірювання кутової швидкості з високою точністю.

Рівняння перетворення має вигляд

$$N_{\omega}(t) = \frac{2\pi \cdot f_0}{\omega_x(t) \cdot z}, \quad (1)$$

де z – кількість міток в фотоелектричному перетворювачі кутових переміщень.

Похибка квантування визначається так:

$$\delta_{\omega}(t) = \frac{\omega_x(t) \cdot z}{2\pi \cdot f_0} \cdot 100 \% \quad (2)$$

де f_0 – частота імпульсів квантування – 30 МГц; z – розрізнявальна здатність сенсора кутової швидкості – 5000; $\omega_x(t) - 1 : 300 \frac{рад}{сек}$; $\delta_{\omega}(t) = 0.007958 \%$.

Максимальна місткість бінарного лічильника мікроконтролера становить

$$N_{\max} = 2^n, \quad (3)$$

де n – розрядність лічильника.

Враховуючи (3), рівняння (1) запишемо так:

$$2^n = \frac{2\pi \cdot f_0}{z \cdot \omega_{x \min}}. \quad (4)$$

Тоді з рівняння (4) визначимо нижню межу вимірювання:

$$\omega_{x \min} = \frac{2\pi \cdot f_0}{z \cdot (2^n - 1)}. \quad (5)$$

Верхня межа вимірювання $\omega_{x \max}$ для частотоміра миттєвих значень визначається із рівняння похибки квантування (2):

$$\omega_{x \max} = \frac{2\pi \cdot \delta_{\omega n} \cdot f_0}{z \cdot 100\%}, \quad (6)$$

де $\delta_{\omega n}$ – нормоване значення похибки квантування, ω .

Задаючись величиною $\delta_{\omega n} = 0,02 \%$, отримаємо

$$\omega_{x \min} = 0.288 \frac{рад}{сек} \left| \begin{array}{l} f_0 = 30 \text{ МГц} \\ z = 5000 \\ n = 32 \end{array} \right|; \quad (7)$$

$$\omega_{x \max} = 753.982 \frac{рад}{сек} \left| \begin{array}{l} f_0 = 30 \text{ МГц} \\ z = 5000 \end{array} \right|. \quad (8)$$

Отримані значення задовольняють умови дослідження для вимірювання кутової швидкості у діапазоні $1 - 300 \frac{рад}{с}$. Для вимірювання наведеного діапазону у динамічному режимі з необхідною точністю запропоновано [7] використання алгоритму, який зображено на рис. 2. Доцільність використання обумовлена малими похибками періодоміра на низьких кутових частотах та відповідно малими похибками частотоміра на великих частотах. За досягнення заданої кутової швидкості ω_k , яка вимірюється із необхідною (мінімальною) похибкою, відбувається перехід від вимірювання періоду до вимірювання за допомогою частотоміра (рис. 2).

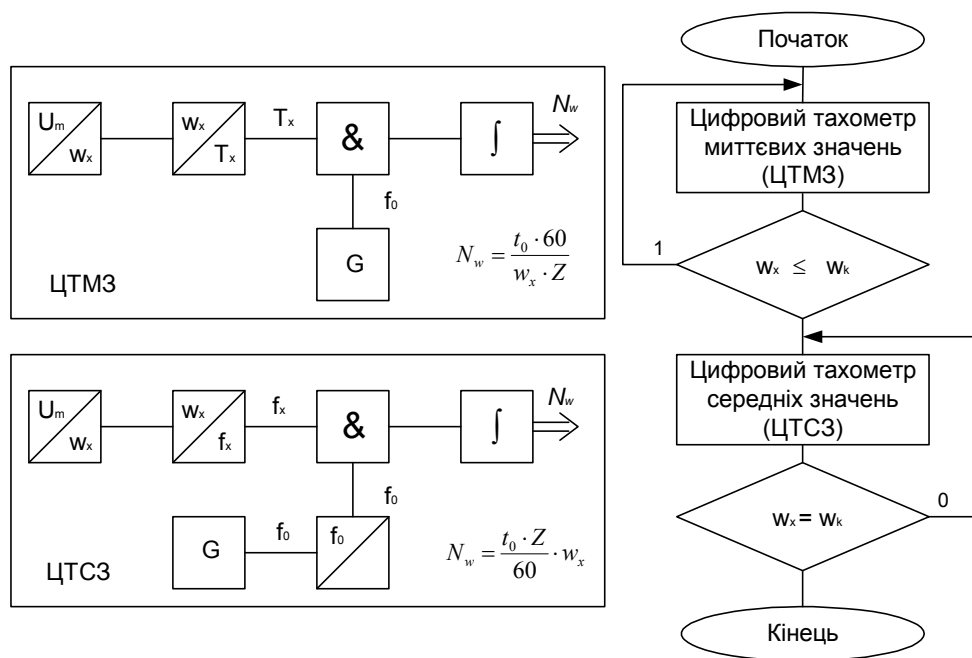


Рис. 2. Алгоритм вимірювання кутової швидкості

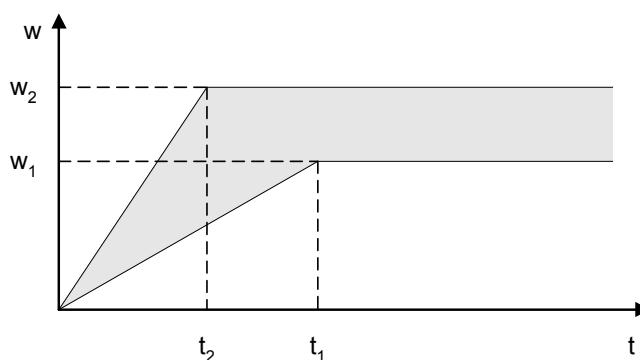


Рис. 3. Форма сигналу для атестації алгоритму

Для атестації наведеного алгоритму подамо на вхід вимірювального каналу рівноприскорений та лінійнозмінний цифровий тестовий сигнал, форма якого показана на рис. 3:

$$y(t) = \begin{cases} \frac{\omega \cdot x}{t} & \text{при } x \leq t \\ \omega & \text{при } x \geq t \end{cases} \quad (9)$$

Система обробки даних обчислює на ЕОМ, за допомогою програмного забезпечення, відновлені значення $\omega = \omega(y(t)) = \omega(y(t_1), \dots, y(t_N))$.

Натурний сигнал, що поступає на систему обробки даних, містить спотворення та випадкові шуми. Крім того, сигнал від об'єкта дослідження завжди містить невизначеності різних типів, обумовлених фізичною природою як самого сигналу, так і системи передачі сигналу. Оже, загалом сигнал є випадковою функцією, тоді відновлені значення $\omega(y(t))$ параметрів будуть вибірковими значеннями ω_i випадкової величини ω :

$$\omega_i = \omega(y(t_i)), \quad (10)$$

де ω_i – відновлене за i -ою реалізацією сигналу значення параметра ω ; $\omega(y(t_i)) = (y(t_1), \dots, y(t_N))$ – реалізація стохастичного тестового сигналу; i – індекс реалізації.

Отримання відновлених значень параметрів об'єкта, що вимірюються за допомогою системи обробки даних на тестовому сигналі, є процес вимірювання, в якому ω_i є результатом спостереження; апіорно відоме значення параметра ω має зміст дійсного значення вимірюваної величини. Відхиленнями результату спостереження $\Delta\omega_i$ будуть різниці $\Delta\omega_i = \omega_i - \omega$, які у загальному випадку будуть вибірковими значеннями випадкової величини $\Delta\omega$.

Відхиленнями $\Delta\omega_i$ є повні відхилення, що враховують похибки власне програмного забезпечення як інструментальну похибку, методичну похибку, а також похибки, викликані невиключеними та додатковими шумами функціональних блоків. Множина отриманих значень $\Delta\omega_i$ для всіх наборів значень параметрів, що задаються, є вихідними даними для отримання значень необхідних метрологічних характеристик (рис. 4).

За допомогою ЕОМ на вхід вимірювального каналу 1000 разів подається цифровий тестовий сигнал заданої форми. У моменти часу t_i з інтервалом в 1 с, проводиться вимірювання кутової швидкості. Результати обробки отриманої вимірювальної інформації наведено у таблиці.

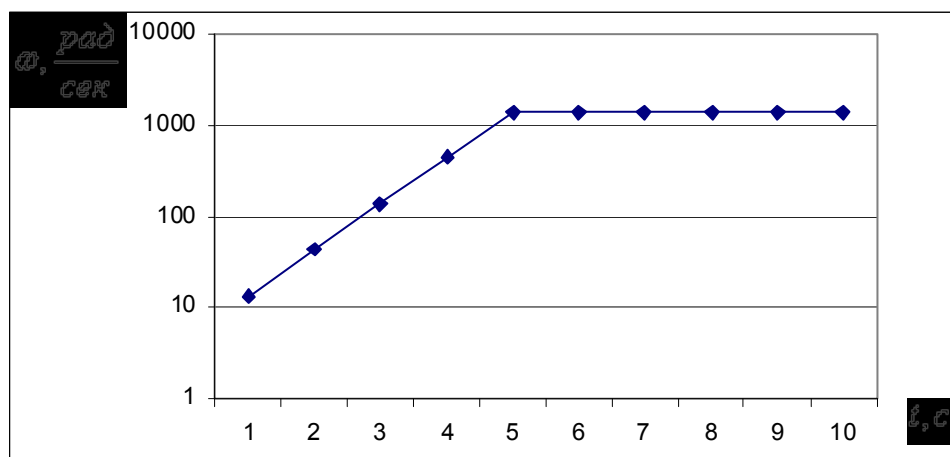


Рис. 4. Експериментальна характеристика
Результати експериментальних досліджень

№з п	Відтворена кутова швидкість		Відносна похибка	
	$M(\omega)$, рад/с	$СКВ_{\omega}$, рад/с	$M(\delta)$	$СКВ_{\delta}$
1	13,621	0.00010268	0.00071313	0.00024475
2	44,201	0.00074168	0.0014067	0.00091371
3	136,03	0.0085	0.0049	0.0039
4	442,27	0.0234	0.004	0.0035
5	1367,6	0.2056	0.0129	0.00176
6	1369	0.1366	0.0084	0.0054
7	1369	0.13662	0.00844	0.00541
8	1369	0.13661	0.00842	0.00538

9	1369	0.1359	0.00837	0.00533
10	1369	0.1366	0.0084	0.0054

У разі вимірювання одновимірного параметра ω для забезпечення стандартних показників точності вимірювань за МИ 1317-86 [5] відповідно до ГОСТ 8.009-84 [6] визначаються такі метрологічні характеристики:

– середня квадратична похибка вимірювання (СКП) $S_{\Sigma} [\omega]$:

у динамічному режимі $S_{\Sigma} [\omega] = 0,004859931$;

у статичному режимі $S_{\Sigma} [\omega] = 2,60768 \cdot 10^{-05}$;

– значення систематичної складової $\Delta_s \omega$, яка у цьому випадку визначається, як зсув, що дорівнює математичному очікуванню $M[\Delta\omega]$ відхилення $\Delta\omega$:

$$M[\Delta\omega] = 0,092067436;$$

– середнє квадратичне відхилення (СКВ) $\sigma[\Delta\omega]$ випадкової складової $\Delta_q \omega$ похибки;

– інтервал $[(\Delta\omega)_{\min}, (\Delta\omega)_{\max}]$, в якому з встановленою ймовірністю знаходиться похибка вимірювання:

$$[(\Delta\omega)_{\min}, (\Delta\omega)_{\max}] = [(7.13 \cdot 10^{-4}), (8.44 \cdot 10^{-3})];$$

– функція або щільність розподілу ймовірності випадкової складової похибки.

Висновки. Виконано аналіз умов для проведення метрологічної атестації алгоритму вимірювання кутової швидкості. Показано, що, використовуючи потужність числового сигнального процесора для атестації, застосовується сигнал спеціальної форми, який уможливує провести оцінку алгоритму у динамічному режимі.

1. МИ 2174-91 ГСИ. Аттестация алгоритмов и программ обработки данных при измерениях. Основные положения. 2. <http://www.modmash.nnov.ru/2dat4.htm>. 3. <http://www.lcard.ru>. 4. Куцевалов А.В. Автоматизация процесса измерения частоты вращения электрических машин в динамических режимах / Известия высших учебных заведений. Серия “Электромеханика”. – 1984. – №1. – С. 50–53. 5. МИ 1317-86. ГСИ. Результаты измерений и характеристики погрешности измерений. Формы представления. Способы использования при испытаниях образцов продукции и контроля их параметров. 6. ГОСТ 8.009-84. ГСИ. Нормирование и использование метрологических характеристик средств измерений. 7. А.с. № 1262385 Поджаренко В.О. Вимірювання кутової швидкості.

УДК 658.562

О.І. Краснопольська

Національний університет “Львівська політехніка”,
кафедра метрології, стандартизації та сертифікації

ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ ДИЗЕЛЬНОГО ПАЛИВА

© Краснопольська О.І., 2006