

УДК 631.371:621.31

## ЗАСТОСУВАННЯ СПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛІЗУ У ВИРОБНИЦТВІ КОМБІКОРМІВ

Гомонець О.П., інженер

e-mail: modetex@yandex.ru

Таврійський державний агротехнологічний університет

**Постановка проблеми.** В загальному випадку можна виділити два основних етапи оцінювання параметрів сигналів пристрою газорозрядної візуалізації (ГРВ) за допомогою інформаційно-вимірювальних систем (ІВС): швидке (експрес) та детальне дослідження. Зазначені дослідження можна здійснювати для сигналів з пристрою

Сучасні ІВС для оцінювання параметрів сигналів як правило функціонують у режимі однократних вимірювань, при цьому не враховуються додаткові інформативні параметри точок, наприклад, наявні у них “піки” [1]. Також як правило не здійснюється попереднє оцінювання станів окремо виділеної групи вимірювальних точок. Описана ситуація визначає актуальність здійснення досліджень щодо усунення зазначених недоліків.

**Основні матеріали дослідження.** Основними етапами обробки в часовій області для сигналів, форма яких має деяку стійку структуру, є:

1. Фільтрація.
2. Кускова апроксимація.
3. Сегментація за часовими властивостями сигналів.
4. Виділення характерних точок сигналу (екстремумів, точок перегину, точок перетину базової лінії та ін.).
5. Обчислення за характерними точками різноманітних похідних параметрів, в тому числі й ознак форми.
6. Статистичний аналіз послідовності класифікованих фрагментів.
7. Структурний аналіз.

Попередня обробка сигналу включає в себе аналогові та цифрові перетворення, найважливішими з яких є згладжуюча фільтрація, режекторна фільтрація для уникнення наводок, смугова фільтрація для шумоподавлення та деякі спеціальні операції: корекція базової лінії, фільтрація коротких імпульсних завад, автоматичне регулювання підсилення та ін. Ці операції можуть бути виконані як аналоговими, так і цифровими методами [3-5]. При аналізі вихідних сигналів пристрою газорозрядної візуалізації необхідно відокремити корисний сигнал від фонових шумів, таких наприклад, як завада від кола живлення. Пристроями, що виконують функції усунення небажаних сигналів, є фільтри. При цьому аналогові фільтри обробляють сигнали, що подаються безперервною величиною; цифрові фільтри обробляють в дискретні моменти часу сигнали, перетворені в послідовність чисел, яка може бути оброблена ЕОМ за допомогою створеного програмно алгоритму фільтрації.

Порівняно з аналоговими фільтрами цифрові фільтри мають переваги:

- високий ступінь перешкодостійкості, пов'язаний з використанням цифрових схем;
- точність цифрового фільтра залежить лише від похибки округлення при арифметичних операціях в ЕОМ, тоді як точність в аналогових схемах залежить від допусків елементів схеми і перешкод;

- зміну характеристик цифрового фільтру можна виконати шляхом зміни програми або навіть приймаючи параметри фільтру як вхідні дані для програми;
- напруга живлення, коливання температури та старіння компонентів, які змінюють характеристики аналогових фільтрів, не впливають на програми, що зберігаються в ЕОМ, тому характеристики цифрового фільтру на протязі часу залишаються незмінними.

Фільтрування частіше за все проводиться за рахунок використання наближення за методом найменших квадратів [3,5]. Цей алгоритм реалізує нерекурсивний фільтр нижніх частот шляхом апроксимації значень відліків у вхідній послідовності за допомогою параболічного степеневого ряду. Можна вибрати будь-яку непарну кількість точок для їх наближення кожною параболою. Далі апроксимується параболою кожна група з п'яти точок у вхідній послідовності, з використанням критерію найменшої квадратичної похибки. Для кожної точки використовується апроксимація до цієї точки з урахуванням попередніх 2-х точок і наступних 2-х точок (тому першою точкою обробки є 3-тя точка). У випадку параболічної апроксимації маємо поліном виду:

$$p(nT + kT) = s_0(nT) + ks_1(nT) + k^2s_2(nT), \quad (1)$$

де  $p(nT + kT)$  - значення параболі для кожного з п'яти значень  $k$  (-2,-1,0,1,2).

Змінні  $s_0(nT)$ ,  $s_1(nT)$  та  $s_2(nT)$  треба визначити для наближення параболою кожною з п'яти вхідних точок даних.

Наближення досягається шляхом знаходження параболі (коефіцієнтів  $s_0$ ,  $s_1$  та  $s_2$ ), яка найкращим чином апроксимує п'ять точок даних, що оцінюється за найменшою квадратичною похибкою, що може бути виражена наступним чином:

$$\varepsilon(s_0, s_1, s_2) = \sum_{k=-2}^2 \left\{ x(nT - kT) - [s_0(nT) + ks_1(nT) + k^2s_2(nT)] \right\}^2. \quad (2)$$

Мінімальне значення цієї похибки визначається прирівнюванням до нуля її часткових похідних за параметрами параболі:

$$\frac{\partial \varepsilon}{\partial s_0} = 0, \quad \frac{\partial \varepsilon}{\partial s_1} = 0, \quad \frac{\partial \varepsilon}{\partial s_2} = 0, \quad (3)$$

У результаті отримуємо систему рівнянь:

$$\begin{aligned} 5s_0(nT) + 0 + 10s_2(nT) &= \sum_{k=-2}^2 x(nT - kT), \\ 0 + 10s_1(nT) + 0 &= \sum_{k=-2}^2 kx(nT - kT), \\ 10s_0(nT) + 0 + 34s_2(nT) &= \sum_{k=-2}^2 k^2x(nT - kT) \end{aligned} \quad (4)$$

Для безперервного сигналу  $y(t)$  коефіцієнти  $a_n$ ,  $b_n$  та амплітуда  $\alpha_n$   $n$ -й гармоніки Фур'є обчислюються за стандартними формулами

$$a_n = \frac{2}{T_n} \int_t^{t+T} y(t) \sin(2\pi n f_n t) dt;$$

$$b_n = \frac{2}{T_n} \int_t^{t+T} y(t) \cos(2\pi n f_n t) dt;$$

$$\alpha_n = \sqrt{a_n^2 + b_n^2}, (n = 1, 2, \dots)$$

де  $f_n = \frac{1}{T_n}$  - частота першої гармоніки Фур'є, Гц.

**Висновки.** Підвищити точність та швидкодію системи для вимірювання сигналів КТ можливо, шляхом введення у її структуру аналого-цифрового перетворювача (АЦП) на основі надлишкових позиційних систем числення (НПСЧ), що функціонує за методом порозрядного врівноваження [2]. Це у комплексі дає змогу підвищити точність (зокрема шляхом усереднення отриманих результатів), швидкодію вимірювань та компенсацію динамічних похибок з метою коректної обробки додаткових інформативних параметрів – “піків”.

#### **Література.**

1. Азаров О. Д., Снігур А. В., Розман Г. В., Кручай І. С. Застосування вимірювальної системи для оцінювання параметрів сигналів контрольних точок електричної схеми. Сб. наук. праць. – Суми: СумДУ, 2006. – С 217 – 220.
2. Азаров О. Д. Основи теорії аналого-цифрового перетворення на основі надлишкових позиційних систем числення. Монографія. – Вінниця: УНІВЕРСУМ – Вінниця, 2004. – 260 с.
3. Фурно Г. и др. Микрокомпьютерные медицинские системы: Проектирование и применения. Пер. с англ.– М: Мир, 1983 - 546с.
4. Павлов С.В., Кожем'яко В.П., Петрук В.Г., Колісник П.Ф., Марков С.М. Біомедичні оптико-електронні системи і апарати. Ч.1. Неінвазивні методи діагностики серцево-судинної системи. – ВДТУ, Вінниця. – 2003. – 142 с.
5. Минцер О.П., Молотков В.Н. и др. Биологическая и медицинская кибернетика. Справочник.- К.:Наукова думка,1986.-374 с.