

## ОБРОБКА ВИМІРЮВАЛЬНОГО СИГНАЛУ СЕНСОРА ЗА ДОПОМОГОЮ ПАРАБОЛІЧНОЇ ІНТЕРПОЛЯЦІЇ

*Осадчук О. В., д.т.н., проф.; Савицький А. Ю., к.т.н;  
Звягін О. С., к.т.н*

*Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, Україна*

Основним джерелом інформації систем контролю та регулювання є сенсори фізичних величин, що впливають на процеси обробки, виробничий мікроклімат та інші об'єкти, що впливають на процес виробництва та якість готової продукції. Важливою складовою таких систем є процес обробки первинної інформації та методика прийняття рішень про регулювання параметрів системи.

Розглянемо структуру звичайного двоканального сенсора (рис. 1), наприклад сенсора вологості, описаного в [1].

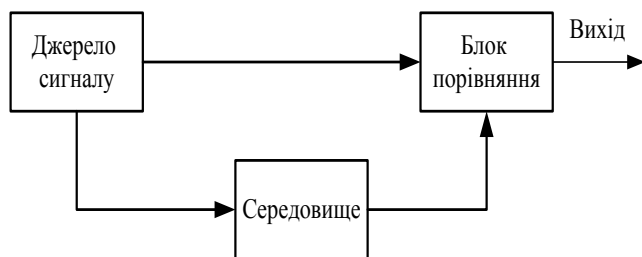


Рисунок 1. Структурна схема двоканального сенсора

Проходження вимірювального сигналу вимірювальним середовищем супроводжується, в залежності від типу сенсора, поглинанням частини його енергії чи відбиттям від нього. Порівнюючи сигнал, що пройшов крізь середовище з опорним сигналом того самого джерела, можна визначити кількісну ознаку вимірюваного

параметру [2]. Точність порівняння даних сигналів впливає на результат вимірювання. Для вимірювання різницевого сигналу двох каналів застосування компараторів та інших аналогових пристроїв обмежена внаслідок їх низької завадостійкості та необхідності використання АЦП для інтеграції у загальну інформаційно-вимірювальну систему. Тому блоки обробки первинних сигналів сенсорів таких систем часто виконуються на основі мікропроцесорів [1].

Для розробки програмного забезпечення мікропроцесорних вимірювальних систем застосовуються чисельні методи, реалізація яких пов'язана з апроксимацією періодично знятих показників і подальшого обчислення визначеного інтеграла за одним з чисельних методів. Точність даних методів залежить від частоти повторення вимірювань та степеня апроксимуючого полінома, що описує функцію між двома точками. Однак, серед таких методів нелінійної апроксимації широкого практичного застосування отримав метод Сімпсона.

В даній роботі пропонується метод на основі уточнення метода трапецій за рахунок параболічної інтерполяції, що дозволяє використання з од-

ного боку переваги лінійної інтерполяції (простота, висока швидкодія), з іншого боку усунути необхідність «склеювання» парабол за методом Сімсона.

Нехай на відрізку  $[ab]$  існує функція диференційована на даному відрізку  $F(x)$  (рис. 2). Розділимо даний відрізок на  $n$  рівних відрізків прямими  $y = x_0 = a, y = x_1, \dots, y = x_n = b$  з кроком  $x_n - x_{n-1} = h$ .

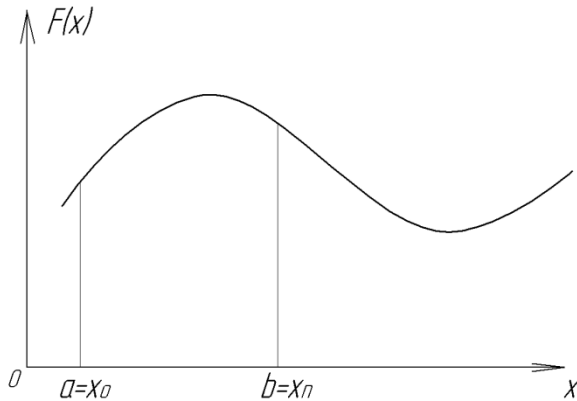


Рисунок 2. Графік вхідної функції

Для перевірки даного твердження проведемо відрізок  $[AB]$  (де  $A$  — перетин графіків  $F(x)$  та  $y(x) = x_0$  та  $B$  — перетин графіків функцій  $F(x)$  та  $y(x) = x_1$ ). Точка  $C$  є серединою відрізка  $[AB]$ .

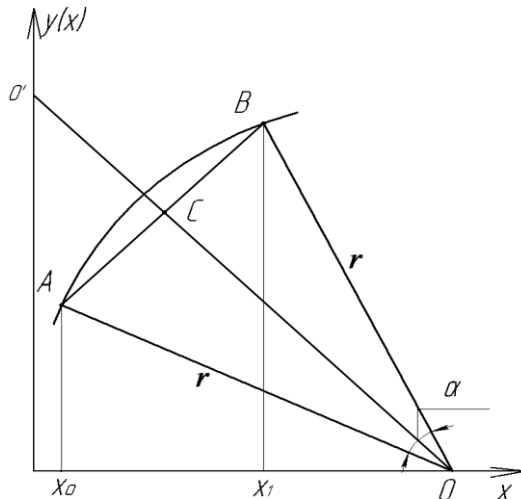


Рисунок 3. Геометричне місце точок центрів кіл  $O$

Чається з виразу:

$$S_{trap} = h \frac{F(x_1) + F(x_0)}{2}. \quad (1)$$

Площа сегменту кола з центром в точці  $O$  обмежена хордою  $AB$  описується рівнянням:

Знайдемо площу, обмежену зверху графіком функції  $F(x)$ , знизу — віссю абсцис та графіками функцій  $y = x_0, y = x_1$ , що математично є визначеним інтегралом функції  $F(x)$  на відрізку  $X_0X_1$  (рис. 3).

Розглянемо випадок, коли функція  $F(x)$  випукла вгору.

Проводимо через точку  $C$  пряму, перпендикулярну відрізку  $[AB]$ . Дана пряма є геометричним місцем точок центрів кіл, що проходять через точки  $A$  та  $B$ . Позначимо  $O$  точку перетину даної прямої та осі абсцис, та  $O'$  - точку перетину даної прямої з віссю ординат.

Площа, яку необхідно знайти, є сумою площі трапеції  $X_0ABX_1$  та сегменту кола в центрі в точці  $O$ , яке проходить через точки  $A$  та  $B$ .

Площа трапеції  $X_0ABX_1$  визначається з виразу:

$$S_{\text{segm}} = \frac{r^2}{2} \left( \pi \frac{\alpha}{180} - \sin \alpha \right). \quad (2)$$

Площа, обмежена графіками функцій  $x = x_0$ ,  $F(x)$ ,  $x = x_n$  замінюється інтегральною сумою:

$$\int_a^b F(x) dx = \sum_{i=0}^n S_{\text{trap.}^3} + \sum_{i=0}^n S_{\text{segm.}^3},$$

де 
$$\sum_{i=0}^n S_{\text{trap.}^3} = h \left( \frac{F(x_0) + F(x_n)}{2} + F(x_1) + \dots + F(x_{n-1}) \right),$$

$$\sum_{i=0}^n S_{\text{segm.}^3} = \sum_{i=0}^n \frac{r_i^2}{2} \left( \pi \frac{\alpha_i}{180} - \sin \alpha_i \right)$$

Для порівняння обрахуємо визначений інтеграл функції  $y(x) = \frac{\ln x}{x^2 + 5}$  на відрізку  $[1; 2]$  з кроком  $0,1$  за допомогою уточненого метода трапецій і метода Сімпсона. При розрахунку за методом Сімпсона отримуємо результат  $0,05022$ , а при розрахунку запропонованим уточненим методом  $0,050299$ . Отже результат за двома методами дає збіжність до 4-го знака після коми.

#### Перелік посилань

1. Осадчук О. В. Прилад для вимірювання вологості повітря чистих кімнат / О. В. Осадчук, А. Ю. Савицький, О. М. Жагловська // Вісник Хмельницького національного університету. – 2014. – №4. – С. 60–64.

2. Давачі: довідник. / [З. Ю. Готра, Л. Я. Іляницький, Є. С. Поліщук, та ін. ] ; під ред. З. Ю. Готри. – Львів : Каменяр, 1995. – 312 с. – ISBN 5-7745-0233-3.

#### Анотація

Розглянуто можливість чисельної обробки вимірювальних сигналів сенсорів. Виведено методику розрахунку енергії сигналів за визначений період на основі уточненого метода трапецій. Проведено експериментальне порівняння отриманих результатів з методом Сімпсона.

Ключові слова: інтеграл, сенсор, чисельний метод.

#### Аннотация

Рассмотрена возможность численной обработки измерительных сигналов сенсоров. Выведена методика расчета энергии сигналов за определенный период на основе уточненного метода трапеций. Проведено экспериментальное сравнение полученных результатов с методом Симпсона.

Ключевые слова: интеграл, сенсор, численный метод.

#### Abstract

The possibility of numerical processing of the measurement signals of sensors. We derive a method of calculating the signal energy over a given period based on an improved method of trapezoids. The experimental results are compared with the method of Simpson.

Keywords: integral, sensor, numerical method.