

## ПОБУДОВА ВБУДОВАНОЇ СИСТЕМИ АНАЛІЗУ СКЛАДУ ДОВКІЛЛЯ

© Іванців Р.-А.Д., Марікуца У.Б., 2006

Розглянуто основні аспекти побудови вбудованої системи аналізу моніторингу довкілля. Розглянуто особливості вимірювальної системи, алгоритмів обробки інформації і можливих похибок, які будуть виникати під час роботи вбудованої системи аналізу.

The main aspects of embedded analyzing system development for monitoring of environment are considered. The peculiarities of the measuring system, algorithms of information processing and possible errors, which will arise during functioning embedded analyzing system are discussed.

### Вступ

Швидкий прогрес у галузі електронних засобів ставить перед вченими та інженерами завдання освоєння ринку технічних засобів, які б давали швидку оцінку наявності тих чи інших речовин у довкіллі. В останнє десятиріччя відбулася інтеграція технічних досягнень в галузі мікроелектроніки, механіки, інформатики та вимірювальної техніки, які, об'єднані тенденцією до мініатюризації, привели до зародження нового науково-технічного напрямку – інтегрально-комплексних технологій. До них належать технології проектування та виготовлення мікроелектромеханічних систем і пристроїв мікросистемної техніки, в яких електричні зв'язки взаємодіють з механічними переміщеннями і які функціонують за різними фізичними принципами. Такі пристрої надзвичайно широко використовуються у різних системах, в одних випадках як основні елементи, а в інших як допоміжні.

### Основна частина

Вбудовані системи аналізу можна ефективно використовувати для визначення наявності низки речовин автоматизованими і напівавтоматизованими способами. На наш погляд, найефективнішою структурою вбудованої системи аналізу є двоканальна різницева вимірювальна система. Розглянемо основні аспекти побудови такої системи.

До автоматизованих систем зараховуємо такі, в яких більшість вимірювальних процедур і обробка інформації виконуються без втручання оператора. До напівавтоматизованих систем належать такі, в яких значну частину операцій виконують з ініціативи оператора і у тій послідовності, яка ним задається.

На рис. 1 наведена двоканальна різницева вимірювальна система.

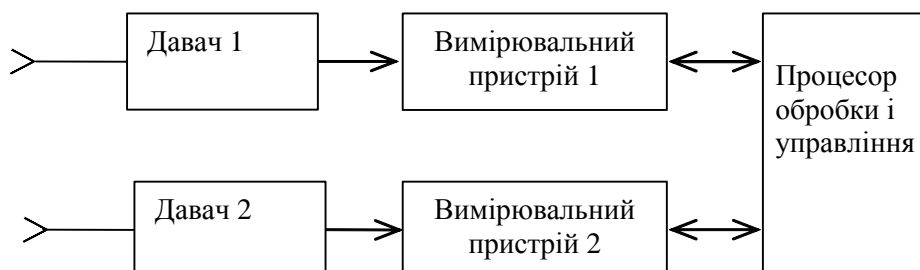


Рис. 1. Двоканальна різницева вимірювальна система

Важливе місце у вбудованій системі аналізу займає її механічна складова. Від якості виконання механічних елементів вбудованої системи аналізу залежить і достовірність результатів. Особливості побудови механічної складової вбудованої системи аналізу розглядаються в [1]. Нижче розглянемо особливості вимірювальної системи, алгоритмів обробки інформації і можливих помилок, які будуть виникати під час роботи вбудованої системи аналізу. Саме перетворення аналогової інформації в цифрову розглядається в [2, 3]. Тому особливу увагу доцільно приділити циклограмі роботи вбудованої системи аналізу, алгоритмам обробки результатів.

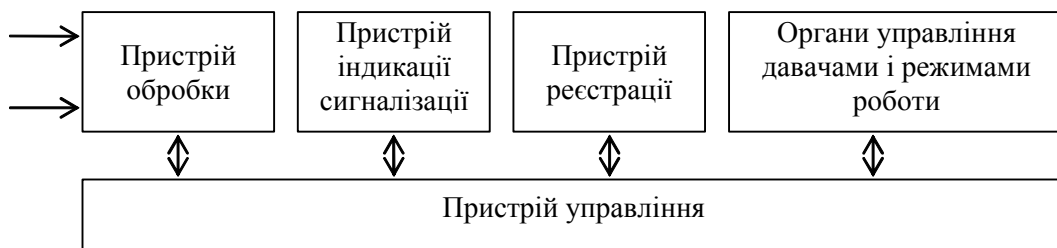


Рис. 2. Структурна схема процесора обробки і управління

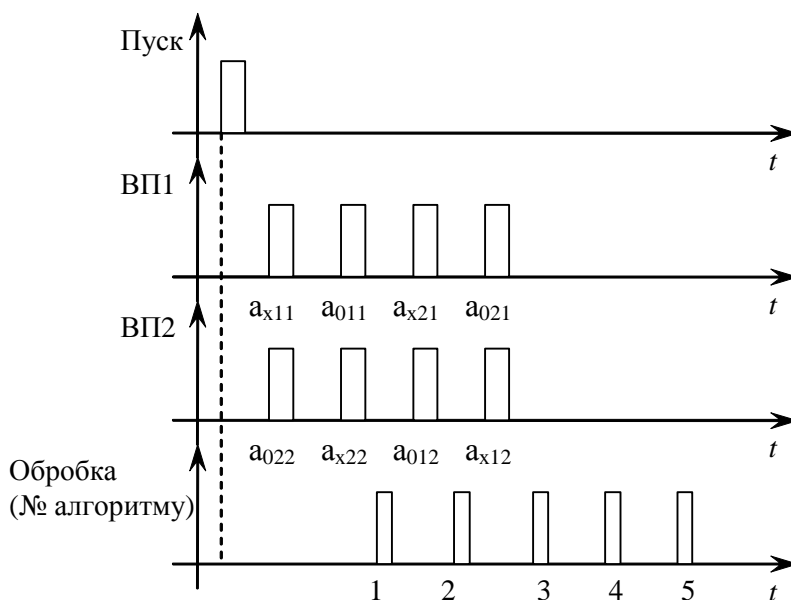


Рис. 3. Циклограма роботи вбудованої системи аналізу

На рис.3 наведена циклограма роботи вбудованої системи аналізу. Застосуємо такі позначення:

$D_i$  – датчик (1,2);

$a_{xij}$  – значення величини, яке фіксується  $i$ -м датчиком та вимірюється  $j$ -м вимірювальним пристроєм у зоні наявності контролюваної речовини;

$a_{oij}$  – значення величини, яке фіксується  $i$ -м датчиком та вимірюється  $j$ -м вимірювальним пристроєм у зоні відсутності контролюваної речовини;

$Ka_1$  ( $Ka_2$ ) – коефіцієнт передачі (чутливість) датчика 1 (датчика 2).

Згідно з циклограмою (рис. 3) вбудована система аналізу здійснює одночасно чотири парні вимірювання і виконує обробку результатів після кожного парного вимірювання і після завершення повного циклу.

Розглянемо, які результати будемо одержувати. Після першого вимірювання отримуємо:

$$A_{x1} = a_{x11} \cdot K_{a1} - \text{покази ВП1 (вимірювальний прилад 1);}$$

$$A_{01} = a_{022} \cdot K_{a2} - \text{покази ВП2;}$$

Після другого, третього і четвертого вимірювань одержимо:

$$\left. \begin{aligned} A_{02} &= a_{011} \cdot K_{a1} \\ A_{x2} &= a_{x22} \cdot K_{a2} \end{aligned} \right\} \text{друге вимірювання}$$

$$\left. \begin{aligned} A_{x3} &= a_{x21} \cdot K_{a2} \\ A_{03} &= a_{012} \cdot K_{a1} \end{aligned} \right\} \text{третьє вимірювання}$$

$$\left. \begin{aligned} A_{04} &= a_{021} \cdot K_{a2} \\ A_{x4} &= a_{x12} \cdot K_{a1} \end{aligned} \right\} \text{четверте вимірювання;}$$

де  $A_{xi}$  – покази, які одержують у зоні наявності контрольованої речовини (КР);

$A_{0j}$  – покази, які отримують в зоні відсутності контрольованої речовини (КР).

Розглянемо порядок обробки результатів вимірювань. Допускаємо, що ВПі має такі похибки (в абсолютних одиницях):

$\Delta_0$  – похибка зміщення “нуля” (адитивна похибка);

$$\delta_k = \frac{\Delta K_{bi}}{K_{bi}} \cdot A_i - \text{похибка крутості (мультиплікативна похибка);}$$

$\delta_m$  – випадкова похибка.

Результат вимірювань можна записати в загальному вигляді:

$$N_i = K_{bi} \cdot A_i \pm \Delta_0 \pm \delta_k \pm \delta_m.$$

Допустимо, що параметри ВПі протягом циклу вимірювання, який може тривати від секунд до декількох десятків секунд, не будуть істотно змінюватися (крім  $\delta_m$ ).

Розглянемо алгоритм обробки результатів вимірювання процесором. Після виконання другого такту вимірювання отримуємо такі результати:  $A_{x1}$ ,  $A_{02}$ ,  $A_{x2}$ ,  $A_{01}$ .

Обчислимо такі проміжні результати:

$$\begin{aligned} N_{x1} &= A_{x1} - A_{01} = a_{x11} \cdot K_{a1} \cdot K_{b1} \pm \Delta_0 \pm \delta_{x1} \cdot a_{x11} \cdot K_{a1} \cdot K_{b1} \pm \delta_m - \\ & a_{011} \cdot K_{a1} \cdot K_{b1} \pm \Delta_0 \pm \delta_{x1} \cdot a_{011} \cdot K_{a1} \cdot K_{b1} \pm \delta_m; \end{aligned}$$

Якщо допустити, що за час експерименту параметри ВПі і параметри контрольованого середовища змінюються неістотно, то можна допустити таке:

похибка  $\Delta_{01}$  в обох вимірюваннях буде одного знака і взаємно компенсується.

$$N_{x1} = (F_{x11} - F_{011}) \pm (F_{x11} - F_{011}) \cdot \delta_{x1} \pm \delta_m,$$

$N_{x1}$  – це результуюча величина вимірювання після двох тактів;

$(F_{x11} - F_{011})$  – результат приросту амплітуди контрольованої речовини у заданих точках простору;

$(F_{x11} - F_{011}) \cdot \delta_{x1}$  – похибка вимірювання, яка визначається мультиплікативною складовою загальної похибки.

Крім того, визначаємо такі величини:

$$\Delta_{F_x} = N_{Xi\max} - N_{Xi\min}$$

– максимальне абсолютне значення розкиду результатів вимірювання КР у заданій точці простору.

$$\Delta_{F_0} = N_{0i\max} - N_{0i\min}$$

– максимальне абсолютне значення розкиду результатів вимірювання відсутності КР у заданій точці простору.

За результатами кожної пари вимірювань також фіксуємо результати  $N_{0i}$  для усіх комбінацій структури ВПі.

Для всіх значень  $N_{xi}$  в їхньому складі є власні мультиплікативні похибки і випадкові похибки  $\delta_m$ . Випадкова похибка при усередненні зменшується в  $\sqrt{n}$  разів, де  $n$  – кількість усереднених результатів [4]. За результатами повного циклу вимірювань будуюмо результативне співвідношення даних.

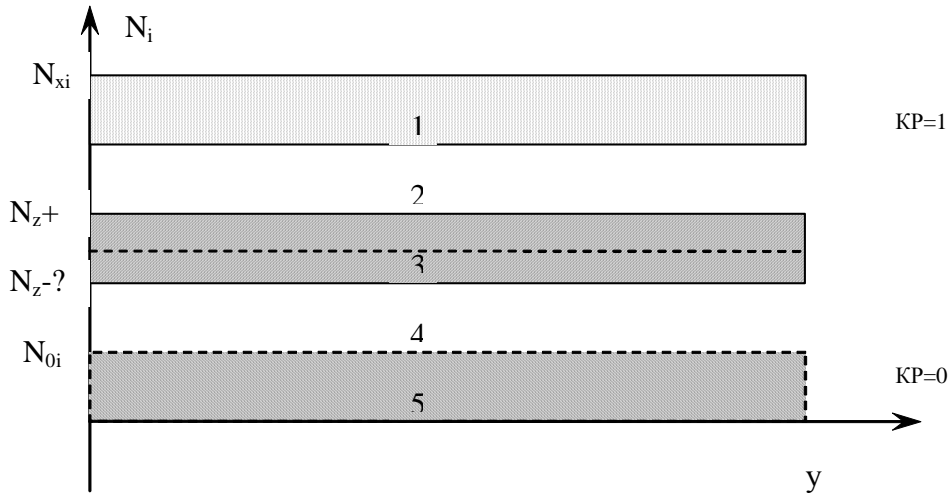


Рис. 4. Графічне зображення результатів повного циклу вимірювань

де  $n$  – кількість циклів вимірювань;  $\pm \Delta$  – максимальне абсолютне значення сумарної похибки вимірювання (максимальне і мінімальне відхилення від середнього значення)

$$N_{cp} = \frac{\sum_{xi}^4 N_{xi}}{4};$$

$$N_z = \frac{N_{xi} + N_{0i}}{2}.$$

Щоб запобігти впливу випадкових похибок на результат аналізу, можна використати такий алгоритм. Якщо результат вимірювання попадає в 1 і 2 зони – він зараховується як результат наявності КР, в 4 і 5 – зараховується як результат відсутності КР. Якщо результат попадає в 3 зону – він не враховується, результат не може бути преданий до першого чи другого випадку. З кожним наступним циклом вимірювання всі результати ( $N_{xi}$ ,  $N_{0i}$ ,  $N_{cp}$ ,  $+\Delta$ ,  $-\Delta$ ) перераховують і перші чотири складові усереднюються, а похибки  $\pm \Delta$  визначаються як екстремальні. Отже, забезпечується інтегральна оцінка наявності КР у певних точках середовища, яка забезпечує мінімальні похибки результату аналізу.

### Висновок

Розглянуто основні аспекти побудови вбудованої системи аналізу моніторингу довкілля. Розглянуто особливості вимірювальної системи, алгоритмів обробки інформації і можливих похибок, які будуть виникати під час роботи вбудованої системи аналізу, яка дає змогу

забезпечувати інтегральну оцінку наявності КР в певних точках середовища, за мінімальної похибки результату аналізу.

1. Лобур М.В., Марікуца У.Б. *Application of the embedded analysing systems for the detection of dangerous substances* // *Матеріали II Міжнародної конференції молодих вчених MEMSTECH 2005, "Перспективні технології і методи проектування МЕМС"* 23-25 травня 2006, Львів-Поляна, Україна. 2. Antonyuk M., Ivanciv R.-A., Marikutsa U. *Increase in Accuracy of Phase Detecting* // *Матеріали VIII Міжнародної науково-технічної конференції CADSM 2005 "Досвід розробки та застосування приладо-технологічних САПР в мікроелектроніці"*, 23–26 лютого 2005, Львів–Поляна, Україна. С. 102-106. 3. Ivantsiv R.-A., Marikutsa U., *Digital Method of Measuring the phase Shift* // *Матеріали I Міжнародної конференції молодих вчених MEMSTECH 2005, "Перспективні технології і методи проектування МЕМС"* 25-28 травня 2005, Львів-Поляна, Україна. С. 28-30. 4. Маликов М.Ф. *Основы метрологии*. – М., 1949, ч.1. 5. Орнатский П.П. *Автоматические измерения и приборы*. – К.