

створює засоби для своєї еволюції. Формування системи, що само розвивається - найважливіший підсумок, досягнутий у сфері інформаційної технології. Таким чином, усі вищевикладені риси інформаційної технології вказують на те, що вона й у майбутньому залишиться самим перспективним видом технології, що допомагає людині впевнено крокувати шляхом прогресу.

ЩЕРБАНЬ В.Ю., КОРОГОД Г.О.

## **ПРЕДСТАВЛЕННЯ УЗАГАЛЬНЕНИХ МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ МЕТОДІВ НАДЛИШКОВИХ ВИМІРЮВАНЬ**

SHCHERBAN V.YU., KOROGOD G.O.

### **PRESENTATION OF GENERALIZED MATHEMATICAL MODELS OF SUPERVISION MEASUREMENT METHODS**

*The article presents general information on the methods redundant measurements, their features, generalized mathematical models and their advantages in solving urgent problems associated with increased accuracy of measurement. This is done by processing the measurement results by the equation of redundant measurements, which ensures the independence of the desired physical value from the parameters of the sensor conversion function.*

*Keywords: methods of redundant measurements, nonlinear transformation function of the sensor, mathematical models of methods, the equation of redundant measurements.*

### **Вступ**

Особливістю сучасного розвитку техніки є широке впровадження методів і засобів автоматики, викликане переходом на автоматизоване і автоматичне керування виробничими і технологічними процесам. Покращення ефективності і якості автоматичних систем управління, що проектуються, неможливе без підвищення надійності технічних засобів управління. Недостовірна вимірювальна інформація різко збільшує ризик виникнення браку продукції або аварій. За деякими оцінками, вона породжує до 60% таких подій.

Для підвищення точності відомих методів необхідно вирішити наступні задачі: по-перше, існуючі методи та підходи не забезпечують безпосереднє виключення систематичних складових похибки, які обумовлені нестабільністю параметрів функції перетворення сенсора або вимірювального каналу під дією дестабілізуючих факторів; по-друге, розширення діапазону вимірювання за рахунок підвищення точності вимірювання.

На вирішення зазначених задач і направлені методи надлишкових вимірювань.

### **Основна частина**

Методи надлишкових вимірювань — це методи, засновані на виконанні кінцевої сукупності вимірювальних перетворень інформативної фізичної величини (від об'єкта дослідження) і декількох нормованих за

значенням фізичних величин, при незмінних і дискретно змінених на нормовані значення параметрах нелінійної функції перетворення сенсора (або вимірювального каналу з сенсором) з наступним визначенням значення шуканої фізичної величини, яке одержують в результаті рішення системи рівнянь величин [1, 2].

Згідно з [1], математичні моделі методів надлишкових вимірювань розрізняються як за видом функції перетворення сенсора або вимірювального каналу, так і за вибраними рядами перетворюваних фізичних величин (наприклад, потоків оптичного випромінювання), які, по-перше, є однорідні з шуканою (інформативною), а, по-друге, розміри цих величин складають арифметичну або геометричну прогресію.

У методах надлишкових вимірювань замість математичного поняття різниці арифметичної прогресії використовується поняття «нормована фізична величина» ( $\pm\Delta x_0$ ), а замість поняття «знаменник геометричної прогресії» — поняття коефіцієнт  $k_{\text{л}}$  локальної лінеаризації, що не дорівнює нулю чи одиниці. Практично цей коефіцієнт вибирають в межах 20 %:  $0,8 \leq k_{\text{л}} \leq 0,99$  і  $1,01 \leq k_{\text{л}} \leq 1,2$ .

Якщо фізична величина (ФВ) має направлену дію (наприклад, струм), то в цьому випадку інформативну величину  $x_i$  можна змінювати на нормовану за значенням величину  $\Delta x_0$ :  $(x_i + \Delta x_0)$  чи  $(x_i - \Delta x_0)$ . У випадку, коли ФВ  $x_i$  має ненаправлену дію (наприклад, потік випромінювання) і операцію віднімання провести не можливо, то в цьому випадку застосовується додаткове формування фізичних величин  $x_2$  і  $x_3$  нормованого значення, наприклад,  $\{x_2\} = \{x_0\} + \{\Delta x_0\}$  і  $\{x_3\} = \{x_0\} - \{\Delta x_0\}$ . Слід зазначити, що вибір кількості рядів перетворюваних фізичних величин залежить від кількості невідомих параметрів функції перетворення.

У загальному випадку система нелінійних рівнянь величин має вид:

$$\begin{cases} y'_{\text{н1}} = f(0, S'_{\text{н1}}, S'_{\text{л1}}) + \Delta y'_{\text{н}}; \\ y'_{\text{н2}} = f(x_0 - \Delta x_0, S'_{\text{н1}}, S'_{\text{л1}}) + \Delta y'_{\text{н}}; \\ y'_{\text{н3}} = f(x_0 + \Delta x_0, S'_{\text{н1}}, S'_{\text{л1}}) + \Delta y'_{\text{н}}; \\ y'_{\text{н4}} = f(x_i - \Delta x_0, S'_{\text{н1}}, S'_{\text{л1}}) + \Delta y'_{\text{н}}; \\ y'_{\text{н5}} = f(x_i + \Delta x_0, S'_{\text{н1}}, S'_{\text{л1}}) + \Delta y'_{\text{н}}; \end{cases} \quad (1)$$

де  $\Delta y'_{\text{н}}$  — зміщення функції перетворення з урахуванням адитивної складової похибки;

$S'_{\text{н1}}$ ,  $S'_{\text{л1}}$  — крутість перетворення нелінійної і лінійної складових функції перетворення.

Якщо параметри функції перетворення (ФП) можуть бути нормовано змінені, тобто є керованими, то, наприклад, при наступних п'яти ФВ:  $\{x_1\} = 0$ ,  $\{x_2\} = \{x_i\}$ ,  $\{x_3\} = k_{\text{л1}} \{x_i\}$ ,  $\{x_4\} = \{\Delta x_0\}$  і  $\{x_5\} = k_{\text{л1}} \{\Delta x_0\}$  можна

скласти систему нелінійних рівнянь величин, що описує стан ВК у дискретні моменти часу:

$$\begin{cases} y'_{н1} = f(0, S'_{н1}, S'_{л1}) + \Delta y'_{н}; \\ y'_{н2} = f(x_i, S'_{н1}, S'_{л1}) + \Delta y'_{н}; \\ y'_{н3} = f(k_{л}x_i, S'_{н1}, S'_{л1}k_{л1}) + \Delta y'_{н}; \\ y'_{н4} = f(\Delta x_0, S'_{н1}, S'_{л1}) + \Delta y'_{н}; \\ y'_{н5} = f(k_{л}\Delta x_0, S'_{н1}, S'_{л1}) + \Delta y'_{н}, \end{cases} \quad (2)$$

де  $k_{л}$  — коефіцієнт локальної лінеаризації.

Рішення даної системи відносно інформативної ФВ  $x_i$  дає змогу отримати рівняння надлишкових вимірювань, яке в загальному випадку має такий вигляд:

$$x_i = \Delta x_0 F(\Delta x_0, n, k_{л1}, y'_{н1}, \dots, y'_{нn}), \quad (3)$$

де  $F$  — функція взаємного зв'язку інформативної ФВ від перетворених та нормованих за значенням ФВ і коефіцієнтів, які приведені в дужках;  $n$  — показник ступеня при ступеневій ФП вимірювального каналу;  $y'_{н1}, \dots, y'_{нn}$  — вихідні величини.

Як видно з рівняння (3), шукана фізична величина  $x_i$  не залежить від параметрів ФП ( $S'_{н1}$ ,  $S'_{л1}$  та  $\Delta y'_{н}$ ) та і від їх відхилень від номінальних значень. Тобто представлені методи забезпечують безпосереднє виключення систематичних складових похибки, що призводить до підвищення точності вимірювання. Крім того, за рахунок виключення впливу на результат вимірювання параметрів нелінійної ФП представлені методи можуть безпосередньо бути використані як при лінійній, так і при нелінійній ФП на всьому діапазоні вимірювання без поділу його на лінійні ділянки.

### Висновки

Таким чином, запропоновані методи надлишкових вимірювань забезпечують автоматичне виключення систематичних складових похибок результату вимірювання, що обумовлені зміною параметрів функції перетворення під дією дестабілізуючих факторів. Це здійснюється завдяки обробці результатів вимірювання за рівнянням надлишкових вимірювань.

Слід також зазначити, що методи надлишкових вимірювань можуть бути використані при будь-якому виді функції перетворення сенсора (або вимірювального каналу), як при лінійній, так і при нелінійній без поділу її на лінійні ділянки чи лінеаризації.

### Література

1. Кондратов В.Т. Основи теорії автоматичної корекції систематичних похибок вимірювання фізичних величин при нестабільній і нелінійній

функції перетворення датчика: дис. д-ра техн. наук: 05.11.15 і 05.11.01/ Кондратов Владислав Тимофійович. – К., 2001. – Т.1, 2 – 501, 791 с.

2. Корогод Г.О. Методи та оптико-електронні засоби вимірювального контролю температури розплавів скломас з використанням інформативної надлишковості: дис...канд.техн.наук: 05.11.13/ Корогод Ганна Олександрівна. – К., 2016. – 291 с.

3. Назарено Л.А. Еталонний оптичний пірометр ЕОП-93/ Л.А. Назарено, И.С. Ромоданов, О.М. Кисіль, П.П.Сергиенко // Український метрологічний журнал. – 1996. – Вып.2-3. – С.46 – 48.

ЧУПРИНКА Н.В.

## ПРОЕКТУВАННЯ ФОРМИ ДЕКОРАТИВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ

CHUPRINKA N.V.

### DESIGN OF THE FORM OF DECORATIVE ELEMENTS

*One of the most important stages in the design of finishing on external contours of parts in the form of teeth is the representation of this part of the outer contour of the detail in the form of a broken line consisting of segments of the same length. The work is devoted to solving this problem.*

*Key words: circle, intersection, line segment, teeth*

#### Вступ

В даний час накопичений значний досвід щодо автоматизації підготовки виробництва взуття та одягу, але задача автоматизованого проектування виробництва шкіргалантерейних виробів залишається ще невирішеною.

З метою розширення асортименту і поліпшення якості готової продукції, до виробництва виробів шкіргалантереї необхідно висувати усе більш високі вимоги. Конструкції моделей шкіргалантерейних виробів і технологічний процес їх складання повинні сприяти максимальній механізації та автоматизації процесів, росту продуктивності праці та зниженню собівартості продукції. Тому удосконалення конструкторської підготовки виробництва і, зокрема, створення високоефективного методу автоматизованого проектування деталей виробів шкіргалантереї різних конструкцій є актуальною задачею. Одним із важливіших етапів проектування зубців на зовнішніх контурах деталей у вигляді зубців є представлення цієї ділянки зовнішнього контуру деталі у вигляді ломаної лінії, що складається із відрізків однакової довжини.

#### Основна частина

Для того, щоб визначити координати точки  $B_{j+1}(Xb_{j+1}, Yb_{j+1})$ , де  $j=1, 2..m-1$ , необхідно розв'язати задачу про знаходження точки перетину відрізка  $A_iA_{i+1}$  з колом радіусу  $R$  та з центром в точці  $B_j(Xb_j, Yb_j)$ . При цьому потрібно врахувати, що точка  $A_1$  співпадає з точкою  $B_1$ . Очевидно,