

використання енергії (енергетична ефективність) в цьому випадку є неоптимальною.

1. Варакин Л.Е. Системы связи с шумоподобными сигналами - М.: Радио и связь, 1985. - 34 с.
2. Прокис Дж. Цифровая связь. Пер. с англ./Под ред. Д. Д. Кловского. - М.: Радио и связь, 2000. - 598с. 3. Г.Корн, Т.Корн Справочник по математике для

научных работников и инженеров. - М.: Наука, 1977.- 832с. 4. В.И.Тихонов. Статистическая радиотехника. - М.: Советское радио, 1966. - 680с. 5. И.С. Ризаев. Теория информации и кодирования. Учебное пособие. Казанский государственный технический университет им. А.Н. Туполева. - Казань 2002. - 157 с.

УДК 389.14: 681.5

ВЛАСТИВОСТІ АЛГОРИТМУ КОРЕКЦІЇ СИСТЕМАТИЧНИХ ПОХИБОК З ВИКОРИСТАННЯМ РОЗРАХУНКОВИХ ПОПРАВОК

© Євтух П.С., 2006

Тернопільський державний технічний університет імені І. Пулюя

© Пелешок Т.М., 2006

ДП "Тернопільський регіональний центр стандартизації, метрології і сертифікації"

Представлені результати досліджень властивостей одного з варіантів алгоритмів автоматичної корекції за точністю характеристик первинних вимірювальних перетворювачів. Показано, що досліджуваний алгоритм можна успішно застосувати при наявності похибок мультиплікативного, адитивного та адитивно-мультиплікативного характеру

У статті [1] досліджені властивості алгоритму автоматичної корекції за точністю характеристик первинних вимірювальних перетворювачів спотворених систематичними похибками мультиплікативного характеру. Однак можливий випадок, коли характеристики перетворювачів спотворені похибками адитивного та адитивно-мультиплікативного характеру. У зв'язку з цим виникає задача дослідження можливості застосування запропонованого алгоритму для автоматичної корекції характеристик первинних вимірювальних перетворювачів у цьому більш складному випадку.

Як показано у статті [1], існують випадки коли для корекції похибок можна застосувати лише розрахункові поправки. Однак виявилось, що застосувавши ітераційну процедуру за відповідним алгоритмом, можна добитись позитивного результату, тобто компенсації похибки шляхом використання такої розрахункової похибки.

Припустимо спочатку, що похибка первинного вимірювального перетворювача зумовлена лише впливом адитивної складової похибки. З метою автоматичної компенсації цієї похибки застосуємо алгоритм запропонований в роботі [1], який був призначений для компенсації лише мультиплікативної похибки. Для цього подамо цей алгоритм у наступному вигляді:

$$x_n = x_1 + \Pi_n, \quad (1)$$

де x_1 - перше вимірне значення сигналу на виході первинного вимірювального перетворювача, Π_n - значення поправки при n -й ітерації, n - номер ітерації.

У статті [1] доведено, що внаслідок застосування такого алгоритму величина мультиплікативної похибки буде зменшуватись по мірі нарощування кількості ітерацій у процесі автоматичної компенсації теоретично до нуля при $n \rightarrow \infty$. Розглянемо тепер як працює цей же алгоритм у даному випадку, якщо застосувати його для компенсації лише адитивної похибки.

Якщо адитивну похибку представити як Δ , то вимірне значення сигналу на виході перетворювача можна визначити за наступною формулою:

$$x = K_n y + \Delta, \quad (2)$$

де K_n - значення номінального коефіцієнта перетворення (2); y і x відповідно, значення сигналу на вході і на виході перетворювача.

Похибка Δ має систематичний характер і може бути скомпенсована поправками, котрі визначаються за результатами вимірювального експерименту із застосуванням установки для перевірки перетворювача. Формула для визначення поправки у цьому випадку подається у такому вигляді:

$$P_E = \frac{\delta_a y}{K_H}, \quad (3)$$

де $\delta_a = \Delta / y$ – значення відносної адитивної похибки; y – те значення сигналу на вході перетворювача, яке встановлене з високою точністю за допомогою установки для перевірки.

Однак відомо, що застосувати установку для перевірки перетворювача в умовах його експлуатації не завжди можливо, а значить і скористатись традиційним способом компенсації похибки Δ за допомогою поправок теж немає можливості. Проте в нашому випадку є можливість визначити не експериментальне, а вираховане значення поправки P у вигляді:

$$P = -\frac{\delta_a}{K_H} (K_H y + \delta_a y). \quad (4)$$

Значення поправки, отримане за виразом (4), буде дещо відрізнятись від значень поправки, отриманої згідно з виразом (3) експериментальним традиційним методом із застосуванням установки для перевірки. Перевіримо можливість застосування варіанту поправки отриманої нетрадиційним способом для підвищення точності значень сигналу на виході первинного вимірювального перетворювача.

Скориставшись виразом (4), опишемо результат процедури корекції величини вимірюваного значення сигналу x згідно з алгоритмом (1) у вигляді:

$$x_1 = K_H y + \delta_a y - \frac{\delta_a}{K_H} (K_H y + \delta_a y), \text{ або } x_1 = K_H y - \frac{\delta_a^2 y}{K_H}. \quad (5)$$

Другий доданок у формулі (5) представляє собою вираз для визначення величини абсолютного значення адитивної похибки Δ_a після закінчення процедури корекції вимірюваного значення x , тобто

$$\Delta_a = \frac{\delta_a^2 y}{K_H}. \quad (6)$$

Отримане значення Δ_a – це величина другого порядку малості. Звідси висновок – алгоритм (1), який застосовувався для корекції за точністю вихідного сигналу первинного вимірювального перетворювача за допомогою поправок при наявності лише мультиплікативної похибки, успішно працює і у випадку його застосування при наявності адитивної похибки.

Ускладнимо задачу, припустивши наявність одночасно адитивної та мультиплікативної похибок і перевіримо можливість застосування алгоритму (1) для цього узагальненого випадку. Формула для визначення поправки у цьому випадку, з врахуванням формули (4), набуде вигляду:

$$P_\Sigma = \alpha K_H y - \frac{\delta_a^2 y}{K_H}, \quad (7)$$

де P_Σ – узагальнена поправка при наявності одночасно адитивної та мультиплікативної похибок; α – величина, якою оцінюється відхилення значення коефіцієнта перетворення K_H від його номінального значення під впливом мультиплікативної похибки.

Застосувавши вираз (1), опишемо результат процедури корекції вихідного сигналу за допомогою алгоритму для даного узагальненого випадку таким чином:

$$x = K_H (1 + \alpha) y + \delta_a y - \alpha [K_H (1 + \alpha) y + \delta_a y] - \frac{\delta_a}{K_H} [K_H (1 + \alpha) y + \delta_a y].$$

Після нескладних перетворень цього виразу отримаємо:

$$x = K_H y - \alpha^2 K_H y - 2\alpha \delta_a y - \frac{\delta_a^2 y}{K_H}. \quad (8)$$

В останньому співвідношенні можна виділити нову адитивну та нову мультиплікативну складові загальної похибки, які є другого порядку малості, а також деяку „перехресну” складову загальної похибки, що зв'язана з впливом одночасно адитивної та мультиплікативної похибок і по величині теж другого порядку малості. Той факт, що всі ці складові зведені в результаті застосування досліджуваного алгоритму до другого порядку малості свідчить про те, що алгоритм успішно працює і в цьому узагальненому випадку. Ця властивість алгоритму (1) є підставою для його застосування з метою автоматичної корекції за точністю первинних вимірювальних перетворювачів без додаткової адаптації до природи похибок і пов'язаних з цим ускладнень в організації процедури корекції.

1. Пелешок Т.М. Обґрунтування структури алгоритму автоматичної компенсації мультиплікативних похибок первинних вимірювальних перетворювачів // Методи та прилади контролю якості, № 15.- Івано-Франківськ: 2005. – С. 62 - 63. 2. Євтух П.С., Пелешок Т.М. Алгоритм автоматичної компенсації мультиплікативних похибок у масштабуючих первинних вимірювальних перетворювачах // Тези всеукраїнської науково-технічної конференції „Вимірювання витрати та кількості газу”. - Івано-Франківськ: 2005. – С. 40-41.