КОРРЕКЦИЯ СИСТЕМАТИЧЕСКИХ ПОГРЕШНОСТЕЙ ПРИ НАТУРАЛЬНОЙ ПОКАЗАТЕЛЬНОЙ ФУНКЦИИ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ДАТЧИКА

Кондратов В.Т.

Институт кибернетики НАН Украины, г. Киев

Abstract

Kondratov V.T. *The systematic errors correction problem under the natural exponential transfer function of sensor with unknown values of parameters is dedicated this work. The functional - algoritmical method of linearization of the sensor calibration charachteristic and directional effect method as new systematic erros corection method under the nonliner model transfer function of sensor are put to basis of the decision correction problem.*

В работе дальнейшее развитие получили обобщенные методы автоматической коррекции систематических погрешностей при нелинейной модельной функции преобразования (НМФП) датчика или измерительного преобразователя (ИП), названные автором методами направленных воздействий (МНВ - методами). МНВ - методы - методы, основанные на получении в заданной последовательности информативной избыточности за счет нормированного изменения (вариации или декомпозиции): элементов структуры датчика, ИП и/или ОП, различных типов связей между этими элементами, между контролируемой и корректирующей ФВ и ЧЭ нелинейного датчика, а также между информативными н влияющими параметрами преобразовательной характеристики датчика, ИП и/или ОП путем использования различного типа адекватных направленных воздействий на ЧЭ этого датчика, на структуру датчика, ИП и/или ОП и структуру связей между ними и их элементами однородными и/или сопряжёнными с контролируемой ФВ корректирующими величинами и сигналами, с последующей обработкой результатов промежуточных измерительных преобразований по алгоритму, определенному априори из системы когерентных нелинейных уравнений измерительного преобразования контролируемой и/или корректирующей ФВ.

Ниже рассматривается задача автоматической коррекции погрешностей нелинейных датчиков, градуировочная характеристика (ГХ) которых представляет собой показательную кривую. НМФП таких датчиков может быть описана в общем виде смещенной ординарной (наименование функции предложено автором для отличия ее от "бинарной" показательной функции, образованной путем перемножения двух показательных функций) показательной функцией вида [5]

$$y_i = S'_i a^{xS'_e} + \Delta y_i \tag{1}$$

с неприметными значениями параметров.

Графиком ординарной показательной функции преобразования (ФП) (1) естественно является показательная кривая. Семейство показательных кривых для различных значений а приведено на рисунке 1.

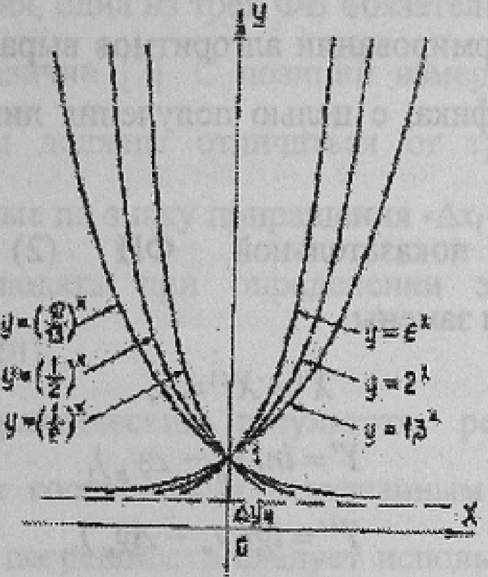

Рисунок 1 — Семейство показательных кривых для различных значений

Как видно из рисунка, кривые проходят через точку А $[0, (1+\Delta y_н)]$ и приближаются асимптотически к прямой $y_н = \Delta y_н$ при $a > 1$ - слева, при $a < 1$ - справа) и тем быстрее, чем больше $|S\pi.|$ При отрицательных значениях переменной график показательной функции расположен над прямой $y_н = \Delta y_н$

Наибольший практический интерес представляет натуральная показательная ФП (при $a = e = 2{,}718$)

$$y_i = S_i' a^{eS_e'} + \Delta y_i\,, \qquad (2)$$

которая и выбрана в качестве НМФП некоторого датчика с управляемыми параметрами. Графиком НМФП (2) является натуральная показательная кривая, смещенная на $\Delta y_н$ по оси ординат.

Для решения задачи линеаризации показательной ФП (2) выбран функционально-алгоритмический метод линеаризации (ФАЛ-метод), в основу которого положено использование формул замены переменных и получение алгоритмов выравнивания или линеаризации с новыми переменными

ФАЛ - методы линеаризации - это методы, основанные на использовании заданной функциональной зависимости между величинами, определении существенных свойств линеаризируемой функции и характерных точек ее графика, соответствующем подборе и введении новых переменных, связанных с первоначальными определенной функциональной и/или линейной зависимостями, на формировании алгоритмов выравнивания без и с привязкой к заданной точке графика, с целью получения линейной зависимости между новыми переменными.

Линеаризация показательной ФП (2) осуществляется путем использования формул замены

$$X' = X'' = x, \qquad (3)$$

и

$$Y' = ln(y_н - \Delta y_н), \qquad (4)$$

или

$$Y'' = lg(y_н - \Delta y_н). \qquad (5)$$

При несмещенной показательной ФП (при $\Delta y_н = 0$) используются формулы замены (3)

и

$$Y' = ln\, y_н\,, \qquad (6)$$

или

$$Y'' = lg\, y_н\,. \qquad (7)$$

Прологарифмируем выражение (2). С учетом новых переменных (3), (4) и (5) получим:

$$Y' = ln(y_н - \Delta y_н) = X_i S_\pi' + ln\, S_н'\,, \qquad (8)$$

$$Y'' = lg(y_н - \Delta y_н) = X_i S'_\pi \, lg\, e + lg S'_н. \qquad (9)$$

Рассмотрим линейное уравнение вида (8) с новыми переменными. Для простоты запишем его в виде:

$$Y_i = X_i S'_\pi + ln S'_н. \qquad (10)$$

Как и в описанном выше случае, неизвестные параметры S'_π, $S'_н$ и $\Delta y_н$ ФП (2) и (10), а также результат измерения контролируемой ФВ $x_i = X_i$ могут быть определены путем проведения нескольких тактов измерений априори заданных корректирующих ФВ.

Исследования показали, что важной особенностью определения неизвестных парамстров показательной ФП является необходимость измерения только трех ФВ, нормированных по значению. В общем случае эти корректирующие величины могут быть выбраны произвольно. С математической точки зрения, одна из трех ФВ обязательно должна быть равна полусумме двух других величин [7]. С позиций измерительной техники две корректирующие величины должны отличаться от третьей на равные по значению и противоположные по знаку приращения $-\Delta x_i$ и. Δx_i. Это важнейшее условие необходимо соблюдать при определении значений неизвестных параметров показательной ФП.

Теоретические и практические результаты решения поставленной проблемы показали, что, в соответствии с указанным условием, для целей линеаризации и коррекции погрешности следует использовать ряд, состоящих из однородных (минимум трех) ФВ, значения которых образуют арифметическую прогрессию с разностью $\Delta x_{ap} = \Delta x_i$. В общем виде этот ряд запишется следующим образом:

$$x_1 = (k_{\pi 1} - 1)\Delta x_i, x_2 = (k_{\pi 2} - 1)\Delta x_i \text{ и } x_3 = (k_{\pi 3} - 1)\Delta x_i, \qquad (11)$$

где k_{ii} целое число ($k_{\pi 1} = 0, 1, 2, \ldots, k_{\pi i}$). Создание или формирование указанного ряда однородных ФВ значительно проще, чем ФВ произвольного значения, поскольку априори задана закономерность значений элементов ряда.

Весьма перспективен выбор тех корректирующих ФВ, формирование которых связано с созданием или использованием только одной ОМ ($\Delta x° = \Delta x_i$) или одной нормированной по значению ФВ Δx_i. При решении проблемы коррекции погрешностей наибольший интерес представляет применение частных последовательностей, когда корректирующие величины образуют арифметическую прогрессию с разностью $\Delta x_{ap} = \Delta x_i$, начинающуюся с заданной или с нулевой точки графика НМФП. Из (11) видно, что возможны следующие частные случаи формирования и применения для указанных целей нормированных но значению троек ФВ :

$$x_1 = -\Delta x_i,\ x_2 = 0 \text{ и } x_3 = \Delta x_i, \quad (12)$$

- при $k_{\pi i} = 0$;

$$x_1 = 0,\ x_2 = \Delta x_i \text{ и } x_3 = 2\Delta x_i \quad (13)$$

- при $k_{\pi i} = 1$;

$$x_1 = \Delta x_i,\ x_2 = 2\Delta x_i \text{ и } x_3 = 3\Delta x_i \quad (14)$$

- при $k_{\pi i} = 2$ и

$$\tilde{o}_1 = x_0 - \Delta x_i,\ x_2 = x_0 \quad \text{и } x_3 = x_0 + \Delta x_i, \quad (15)$$

- при некотором конечном значении $k_{\pi i} = k_{\pi n}$, при котором $x_0 = k_{\pi n}\Delta x_i$.

Анализ показал, что для определения как неизвестных параметров ФП, так и истинного значения ФВ x_i, необходимо выбрать еще три ФВ, одна из которых является непосредственно контролируемой, т. е x5 = xi, а две других отличаются от нее на равные по значению и противоположные по знаку приращения -Δx_i; и Δx_i , т. е. ФВ $\tilde{o}_4 = x_0 - \Delta x_i$ и $x_6 = x_0 + \Delta x_i$. Необходимо отметить, что в этом случае контролируемая ФВ $x_5 = x_i$ отвечает указанному выше условию равенства полусумме корректирующих ФВ $\tilde{o}_4 = x_0 - \Delta x_i$ и $x_6 = x_0 + \Delta x_i$.

Выведем алгоритмы для определения значений неизвестных параметров показательной ФП значения контролируемой ФВ x_i . В результате измерений указанных ФВ получают :

$$y_{i1} = S'_{i} e^{(k_{\varepsilon 1}-1)\Delta x_i S'_{\varepsilon}} + \Delta y_i , \qquad (16)$$

$$y_{i2} = S'_i e^{k_{\varepsilon 1}\Delta x_i S'_{\varepsilon}} + \Delta y_i , \qquad (17)$$

$$y_{i3} = S'_i e^{(k_{\varepsilon 1}+1)\Delta x_i S'_{\varepsilon}} + \Delta y_i , \qquad (18)$$

$$y_{i4} = S'_i e^{(x_i-\Delta x_i)S'_{\varepsilon}} + \Delta y_i , \qquad (19)$$

$$y_{i5} = S'_i e^{x_i S'_{\varepsilon}} + \Delta y_i , \qquad (20)$$

$$y_{i6} = S'_i e^{(x_i+\Delta x_i)S'_{\varepsilon}} + \Delta y_i . \qquad (21)$$

С учетом новых переменных, имеем:

$$Y_1 = ln(y_{н1} - \Delta y_н) = (k_{л1} - 1)\Delta x_i S'_л + lnS'_н , \qquad (22)$$

$$Y_2 = ln(y_{н2} - \Delta y_н) = k_{л1}\Delta x_i S'_л + lnS'_н , \qquad (23)$$

$$Y_3 = ln(y_{н3} - \Delta y_н) = (k_{л1} + 1)\Delta x_i S'_л + lnS'_н , \qquad (24)$$

$$Y_4 = ln(y_{н4} - \Delta y_н) = (x_i - \Delta x_i)S'_л + lnS'_н , \qquad (25)$$

$$Y_5 = ln(y_{н5} - \Delta y_н) = x_i S'_л + lnS'_н , \qquad (26)$$

$$Y_6 = ln(y_{н6} - \Delta y_н) = (x_i - \Delta x_i)S'_л + lnS'_н . \qquad (27)$$

Определим неизвестные параметры алгоритма выравнивания (10) через новые переменные с учетом выражений (22)... (27).

Параметр $S'_л$, можно выразить как через новые переменные Y_1 , Y_2 ,и Y_3 , так и через новые переменные Y_4 , Y_5, и Y_6. Проведенные исследования показали, что оптимальным подходом, при решении задачи линеаризации любой НМФП, является определение неизвестных параметров этой функции именно в рабочей точке. В рассматриваемом случае линеаризации показательной ФП используются результаты Y_4 (25) и Y_5 (26) преобразований корректирующих ФВ $\delta_4 = x_0 - \Delta x_i$ и $x_6 = x_0 + \Delta x_i$, а также результат Y_6(26) преобразования контролируемой ФВ .

Вычтем выражение (25) из (26), (26) из (27), а (25) из (27). Полученные равенства решим относительно $S'_{н}$, через новые переменные. В результате, соответственно, имеем:

$$S'_{в} = \frac{1}{\Delta x_i}(Y_5 - Y_4), \tag{28}$$

$$S'_{в} = \frac{1}{\Delta x_i}(Y_6 - Y_5) \tag{29}$$

$$S'_{в} = \frac{1}{\Delta x_i}(Y_6 - Y_4). \tag{30}$$

Для исключения неопределенности целесообразно в (26) подставить выражение (30). В результате (при $Y_5 = Y$i) получим:

$$Y_i = x_i\,(Y_6 - Y_4)\,/\,2\Delta x_i + lnS'_{н}\,. \tag{31}$$

Предположим, что- $x_2 = k_{н,i}\Delta x_i = x_0$. Тогда из выражения (23) имеем:

$$lnS'_{н} = Y_2 - x_0\, lnS'_{л} = Y_2 - x_0\,(Y_6 - Y_4)\,/\,2\Delta x_i\,. \tag{32}$$

С учетом (32), алгоритм выравнивания показательной ФП примет, окончательно, вид:

$$Y_i = (x_i - x_0)(Y_6 - Y_4)\,/\,2\Delta x_i + Y_2 = (X_i - X_0)(Y_6 - Y_4)\ \ /\,2\Delta X + Y_2\,. \tag{33}$$

Из (33) алгоритм определения истинного значение ФВ, имеет вид:

$$X_i = X_0 + 2\Delta X\,\frac{Y_i - Y_2}{Y_6 - Y_4} \tag{34}$$

Покажем, что при других подходах к определению значения $lnS'_{н}$, алгоритм выравнивания примет иной вид, как и алгоритм определения значения ФВ $x_i = X_i$. Действительно, если $lnS'_{н}$ определить, например, через полусумму выражений (22) и (24), то, с учетом (30), получим :

$$lnS'_{н} = 0{,}5(Y_1 + Y_3) - x_0\, lnS'_{л} = 0{,}5(Y_1 + Y_3) - x_0\,(Y_6 - Y_4)\ \,/\,2\Delta x_i\,. \tag{35}$$

В этом случае алгоритм выравнивания показательной ФП опишется выражением:

$$Y_i = (X_i - X_0)(Y_6 - Y_4) / 2\Delta x_i + 0{,}5(Y_1 + Y_3), \qquad (36)$$

а алгоритм определения значения ФВ $x_i = X_i$ - выражением:

$$X_1 = X_0 + 2\Delta x_i \left[\frac{Y_i - 0{,}5(Y_1 + Y_3)}{Y_6 - Y_4} \right] \qquad (37)$$

Сравнительный анализ выражений (36) и (33), (37) и (34) показал, что при указанном выше условии формирования корректирующих ФВ, для линеаризованной ФП (36) результат преобразования ФВ x_2 будет равен полусумме результатов преобразования ФВ x_1 и x_3, т.е. $Y_2 = 0{,}5(Y_1 + Y_3)$.

Выведем алгоритм определения истинного значения ФВ x_1, через первоначальные переменные. Для этого выведем алгоритмы определения значения неизвестного параметра $S'_п$, через первоначальные переменные таким же способом, как и через новые переменные. В результате получим :

$$S'_e = \frac{1}{\Delta x_i} \ln \frac{y_{i5} - \Delta y_i}{y_{i4} - \Delta y_i}, \qquad (38)$$

$$S'_e = \frac{1}{\Delta x_i} \ln \frac{y_{i6} - \Delta y_i}{y_{i5} - \Delta y_i} \qquad (39)$$

$$S'_e = \frac{1}{2\Delta x_i} \ln \frac{y_{i6} - \Delta y_i}{y_{i4} - \Delta y_i}. \qquad (40)$$

Приравняем правые части равенств (38) и (39) и решим полученное уравнение относительно $\Delta\acute{o}_i$. В результате получим алгоритм вычисления смещения $\Delta\acute{o}_i$ показательной ФП в виде:

$$\Delta y_i = \frac{y_{i4} y_{i6} - y_{i5}^2}{(y_{i4} - y_{i5}) + (y_{i6} - y_{i5})} \qquad (41)$$

Подставим (31) в любое из выражений (38) ... (40). Алгоритм определения неизвестного параметра $S'_п$ показательной ФП окончательно получим через результаты промежуточных измерений соответствующих пар ФВ x_4, x_5, и x_6 в виде:

$$S'_{в} = \frac{1}{\Delta x_i} ln \frac{y_{i5} - y_{i6}}{y_{i4} - y_{i5}}. \quad (42)$$

Выражение для вычисления значения $S_н$ может быть определено из выражений (16) ... (18) путем определения разности пар этих выражений и решения полученных равенств относительно неизвестного параметра $S'_н$.

При $k_{л1} = 2$, т. е. в результате измерений ФВ $\tilde{o}_1 = x_0 - \Delta x_i$, $\tilde{O}_2 = x_0$ и $x_3 = x_0 + \Delta x_i$, и проведения указанных операций получают:

$$S'_i = \frac{y_{i3} - y_{i1}}{e^{x_0 S'_в} 2Sh(\Delta x_i S'_в)} \quad ((43)$$

Прологарифмируем выражения (43) :

$$lnS'_i = ln\left[\frac{y_{i3} - y_{i1}}{2Sh(\Delta x_i S'_в)}\right] - x_0 S'_в \quad (44)$$

При $S'_л$, определяемом выражением (42), получим:

$$lnS'_i = ln \frac{y_{i3} - y_{i1}}{2Sh\left(ln \frac{y_{i5} - y_{i6}}{y_{i4} - y_{i5}}\right)} - \frac{x_0}{\Delta x_i} ln\left[\frac{y_{i5} - y_{i6}}{y_{i4} - y_{i5}}\right]. \quad (45)$$

Из (45) алгоритм (43) определения значения неизвестного параметра $S'_н$ через результаты промежуточных измерений примет, с учетом (42), вид:

$$S'_i = \frac{y_{i3} - y_{i1}}{2Sh\left[ln \frac{y_{i5} - y_{i6}}{y_{i4} - y_{i5}}\right]} \cdot \left[\frac{y_{i4} - y_{i5}}{y_{i5} - y_{i6}}\right]^{\frac{x_0}{\Delta x_i}}. \quad (46)$$

При $x_o = к_{п1} \Delta x_i$, значение параметра $S'_н$ (46) будет зависеть от значения $k_{л1}$:

$$S'_i = \frac{y_{I3} - y_{I1}}{2Sh\left[\ln\dfrac{y_{I5} - y_{I6}}{y_{I4} - y_{I5}}\right]} \cdot \left[\frac{y_{I4} - y_{I5}}{y_{I5} - y_{I6}}\right]^k. \qquad (47)$$

Анализ выражения (46) показал, что существует методическая погрешность определения значения параметра. $S'_н$. Она обусловлена тем, что в рабочей точке Bx $(xi\ ,ун)$ значение параметра $S'_н$ будет отличаться от значения этого параметра в точке $B_0[x_0,y_0]$. Чем ближе точка B_0 расположена к точке Bx, тем меньше методическая погрешность. Следовательно, значение методической погрешности определения параметра $S'_н$ связано со значением разности контролируемой и корректирующей ФВ.

Указанную методическую погрешность априори можно уменьшить. Для этого, после измерения контролируемой ФВ x, в первом такте, подбирается ОМ или корректирующая ФВ x_0 , значение которой близко к значению контролируемой ФВ т.е. $x^0 = x_0 \approx x_i$.. После этого проводятся измерения заданных корректирующих и контролируемой ФВ.

При наличии перестраиваемой ОМ можно осуществить итерационный процесс определения значения контролируемой ФВ по результатам уточненных значений параметра $S'_н$. Итерационный процесс может продолжаться до момента времени достижения изменения параметра $S'_н$ заданного значения, т. е. $S'_{нi} - S'_{нi-1} = \Delta S'_н$. При $B_0 \rightarrow B_x$. $X_0 \rightarrow x_i$, а ($у_{н3} - у_{н1}$) $\rightarrow$ ($у_{н6} - у_{н4}$). Тогда методическая погрешность определится выражением:

$$\Delta S'_i = \frac{1}{2Sh\left[\ln\dfrac{y_{I5} - y_{I6}}{y_{I4} - y_{I5}}\right]}\left[(y_{I6} - y_{I4})\left[\frac{y_{I4} - y_{I5}}{y_{I5} - y_{I6}}\right]^{\frac{x_I}{\Delta x_I}} - (y_{I3} - y_{I1})\left[\frac{y_{I4} - y_{I5}}{y_{I5} - y_{I6}}\right]^{\frac{x_0}{\Delta x_I}}\right] \qquad (48)$$

Выведем выражение для вычисления истинного значения x, по результатам промежуточных измерений корректирующих и контролируемой ФВ. Для этого определим разность выражений (21) и (19) и решим полученное равенство относительно искомой величины:

$$x_i = \frac{ln(y_{i6} - y_{i5}) - ln[2Sh(\Delta x_i S'_e)] - lnS'_i}{S'_e}. \tag{49}$$

С учетом (42) и (46), алгоритм определения значения ФВ x, получим в виде

$$\Delta x_i\, ln\left[\left(\frac{y_{i6} - y_{i5}}{y_{i3} - y_{i1}}\right)\left(\frac{y_{i6} - y_{i5}}{y_{i5} - y_{i4}}\right)^{\frac{x_0}{\Delta x_i}}\right] \Bigg/ ln\left(\frac{y_{i6} - y_{i5}}{y_{i5} - y_{i4}}\right), \tag{50}$$

или, после логарифмирования произведения и с учетом, что $y_{i5} = \acute{o}_{ii}$, - в виде

$$x_i = x_0 + \Delta x_i\, ln\left(\frac{y_{i6} - y_{i1}}{y_{i3} - y_{i1}}\right) \Bigg/ ln\left(\frac{y_{i6} - y_{i1}}{y_{i1} - y_{i4}}\right). \tag{51}$$

Следовательно, получены алгоритмы линеаризации показательной ФП и аналитические выражения для определения значения контролируемой ФВ. Не трудно показать, что по результатам измерений корригирующих ФВ $x_1 = \Delta x_1$, $x_2 = 2\Delta x_i$, $x_3 = 3\Delta x_i$ неизвестные параметры $\Delta y_н$ и $S'л$ показательной ФП могут быть определены по следующим алгоритмам:

$$\Delta y_i = \frac{y_{i1} y_{i3} - y_{i2}^2}{(y_{i1} - y_{i2}) + (y_{i3} - y_{i2})}, \tag{52}$$

$$S'_e = \frac{1}{\Delta x_i} ln \frac{y_{i2} - y_{i3}}{y_{i1} - y_{i2}}, \tag{53}$$

$$S'_i = \frac{y_{i3} - y_{i1}}{2Sh\left[ln\left(\frac{y_{i2} - y_{i1}}{y_{i1} - y_{i2}}\right)\right]} \left[\frac{y_{i2} - y_{i1}}{y_{i1} - y_{i2}}\right]^{\frac{x_0}{\Delta x_i}}. \tag{54}$$

Как уже отмечалось, для уменьшения методической погрешности необходимо, чтобы $Xo \longrightarrow x_i$. При $x_o = kit\Delta x$, выражение (54) несколько упроститься и примет вид:

$$S'_i = (y_{i3} - y_{i1}) \left[\frac{y_{i2} - y_{i1}}{y_{i1} - y_{i2}} \right]^k \Bigg/ 2Sh \left[\ln \frac{y_{i2} - y_{i1}}{y_{i1} - y_{i2}} \right]. \qquad (55)$$

Таким образом, описан метод и получены алгоритмы линеаризации натуральной показательной ФП с использованием соответствующих формул замены и алгоритмов выравнивания. Показано, что решение поставленной задачи коррекции погрешностей при показательной ФП возможно при измерениях контролируемой и четырех корректирующих ФВ . Выведены алгоритмы вычисления действительного значения контролируемой ФВ по результатам промежуточных измерений.

Установлено, что для линеаризации показательной ФП необходимо использовать простое взаимно-однозначное логарифмическое преобразование только одной переменной - функции, без преобразования аргумента.

Показано, что важной особенностью определения неизвестных параметров показательной ФП является измерение только трех, произвольно выбранных и нормированных но значению ФВ. С математической точки зрения, одна из трех ФВ должна быть равна полусумме двух других величин. С позиций измерительной техники, две корректирующие величины должны отличаться от третьей на равные по значению и противоположные по знаку приращения -Δx_i и Δx. Это условие необходимо соблюдать особенно при определении значения смещения $\Delta y_н$ показательной ФП

При решении задачи линеаризации показательной ФП рекомендовано, ввиду трудности создания и использования в средствах измерений последовательного ряда дискретных значений ОМ или нормированных по значению ФВ, выбирать и использовать те корректирующие величины, значения которых образуют арифметическую прогрессию с разностью.

Установлено существование методической погрешности определения значения параметра S'n . Она обусловлена тем, что в рабочей точке Bx, $[_x$i, $_y$i] значение параметра S'н будет отличаться от значения этого параметра в точке

$B0$ $[x_0,y_0]$. Уменьшение методической погрешности досигается выбором корректирующей ФВ x_o, близкой к контролируемой величине xi .

Получены алгоритмы вычисления значения контролируемой ФВ x, при смещенной натуральной показательной ФП датчика с неизвестным значениями ее параметров. Полученные алгоритмы обеспечивают исключение влияния нестабильности параметров $Sн$ и Si ФП и их значений на конечный результат.

Показано, что для определения неизвестных параметров $S'n$ и S', показательной ФП и решения поставленной задачи необходимо провести всего четыре такта измерительного преобразования нормированных но значению ФВ $\tilde{o}_1 = 0$, $\tilde{o}_2 = 1$, $\tilde{o}_3 = x_0 - \Delta x_i$ $и$ $x_4 = x_0 + \Delta x_i$.

Особенностью полученных алгоритмов определения 'значения параметра $S'n$ является отсутствие необходимости в формировании и использовании корректирующей ФВ нулевого значения. В них используются ФВ, находящиеся в окрестности рабочей точки ГХ датчика.

Установлено, что смещение $\Delta y_н$ показательной ФП может быть определено только по результатам измерений контролируемой ФВ x_i, и двух нормированных по значению ФВ $\tilde{o}_3 = x_0 - \Delta x_i$ $и$ $x_4 = x_0 + \Delta x_i$, связанных между собой соотношением : $x_i = 0{,}5(x_3 + x_4)$. В принципе, вместо Xi может быть использована любая другая ФВ, удовлетворяющая указанному соотношению. Однако это приведет к увеличению общего количества тактов измерений.

Литература:

1. Кондратов В.Т. Алгоритмы коррекции погрешностей нелинейных измерительных преобразователей. В сб. Первые международные чтения "Новые технологии, материалы, оборудование (исследования, разработки, внедрение) /Посвящаются памяти М.П. Носова/ . Киев, 21-23 ноября 1995. Донецк. УТА, ДРО УТА. 1996. - С. 42-50.

2. Kondratov V.T."The Systematic Error Correction in Measurement' Transduction of the Physical Quantities x, x2 and x3'. Proc. of the Joint Conf. : "

IHEE Instrumentation & Measurement Technology Conference & IMI'.KO Technical Committee 7" /IMC/96 /. Brussels, Belgium, June, 4-6, 1996.

3. Kondratov V.T. New Correction Method of the Nonlinear Errors. Proc. of the International Symposium on "New Measurement and Calibration Methods of Electrical Quantities and Instruments /8th TCM Symposium/. Budapest, Hungary, September, 16-17, 1996.