

Краткие сообщения

УДК 621.375

ПРИМЕНЕНИЕ ПРОЦЕССОРНЫХ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ
В ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ**В.Н. Астапов¹, В.В. Плешивцев²**¹ Самарский государственный аэрокосмический университет им. ак. С.П. Королева
443086, Самара, Московское шоссе, 34² Самарский государственный технический университет,
443100, Самара, ул. Молодогвардейская, 244

Рассматривается анализ проведения косвенных, совокупных, совместных и статистических измерений входных воздействий, а именно носителей информации о значении измеряемой величины – октанового числа (диэлектрической проницаемости, скорости ультразвука (УЗ), температуры и т.д.).

Ключевые слова: процесс измерения, интеллектуальные устройства, микропроцессор, аналого-цифровое преобразование, косвенные, совокупные измерения, октанометр, линеаризация

Для уяснения сути процесса измерения, осуществляемого «интеллектуальными» устройствами, обратимся к формализованному описанию измерительной процедуры [1].

$$\lambda^* = R_2 K R_1 \gamma(t), \quad (1)$$

где λ^* – результат измерений (именованное число), [Октан. число, плотность (кг/см³) и т. д.];

R_1 – преобразования, выполняемые в аналоговой форме;

R_2 – преобразования, выполняемые в цифровой форме;

K – аналого-цифровое преобразование;

$\gamma(t)$ – входное воздействие (носитель информации о значении измеряемой величины λ^*) [диэлектрическая проницаемость, скорость ультразвука (УЗ) и т.д.].

При проведении косвенных, совокупных, совместных и статистических измерений необходим ряд функциональных преобразований. Выполнение в числовой форме преобразований и легло в основу косвенных, совокупных, совместных и статистических измерений. Применение процессоров в составе разработанных устройств контроля качества и технологических параметров в нефтепереработке существенно расширяет возможности и повышает метрологический уровень процессорных устройств контроля.

Астапов Владислав Николаевич – к.т.н., доцент.

Плешивцев Виталий Викторович – к.т.н., доцент.

По аналогии с (1) общий вид уравнения обыкновенных косвенных измерений может быть представлен следующим образом:

$$\lambda^* = R_2'' R_1'^{-1} K R_1'' R_1' \gamma, \quad (2)$$

где R_1' – оператор, представляющий вспомогательные аналоговые измерительные преобразования, которые требуют обязательного выполнения обратного преобразования ($R_1'^{-1}$) (изменение вида величины, нормализация и т.п.);

R_2'' и R_1'' – операторы, представляющие собой преобразования, которые реализуют положенную в основу косвенных измерений функциональную связь между измеряемой величиной λ^* и входным воздействием γ , т.е.

$$R_2'' R_1'' \gamma = F(\gamma) = \lambda^*.$$

Из (2) следует, что

$$R_1'' R_1' = R_1 \quad \text{и} \quad R_2'' R_1'^{-1} = R_2.$$

Поскольку совокупные и совместные измерения могут быть представлены аналогичным уравнением при многомерном входном воздействии, можно ограничиться уравнением (2).

Косвенные измерения с помощью процессорных измерительных устройств, которые получили название «интеллектуальные датчики», открывают принципиально новые возможности по проведению измерительного процесса (косвенных измерений) в реальном масштабе времени с высокими метрологическими характеристиками.

Универсальный октаномер [2, 3] АС-2004, относящийся к классу приборов, осуществляющих совокупные и косвенные измерения, представляет собой многоканальную измерительную систему. Измерительные цепи в данном случае содержат различные первичные и вторичные измерительные преобразователи, а также коммутатор, АЦП и процессор. Каждой измерительной цепи (результату измерения каждой величины) ставится в соответствие свой коэффициент масштабирования, учитывающий характеристики выполняемых преобразований.

В случае измерения октанового числа бензина, являющегося сложной измерительной процедурой в отличие от прямого измерения, операция масштабирования осуществляется следующим образом. Пусть результат прямых обыкновенных измерений получается с применением нормализации (изменения значения) входного воздействия. Такая процедура может быть представлена уравнением [1]

$$\lambda^* = [a^{-1} [a\lambda] \Delta_k \varphi] \Delta_k \lambda; \quad \varphi = a\lambda,$$

где Δ_k – интервал квантования.

При выполнении преобразования, обратного нормализации, в числовой форме (деление на a) значение масштабного коэффициента остается тем же. Однако при фиксированном a можно совместить операции масштабирования и деления на a , приняв следующее значение коэффициента масштабирования:

$$m_\lambda = \frac{\Delta_k \varphi}{a \lambda_1}. \quad (3)$$

Введение подобного «сквозного» коэффициента масштабирования позволяет заменить периодическую подстройку составляющих измерительную цепь блоков по результатам поверки простой корректировкой значения m_λ . Коэффициент масшта-

бирования будет одинаковым для всего диапазона измерений, если аналоговое преобразование носит линейный характер. Тогда, полагая, что

$$\Delta_k \lambda = \frac{\lambda_{\max}}{(2^{n_{AII}} - 1) \lambda_1}.$$

где n_{AII} – число разрядов АЦП,

получим
$$m_\lambda = \frac{\lambda_{\max}}{(2^{n_{AII}} - 1) \lambda_1},$$

а из (3) следует:

$$m_\lambda = \frac{\varphi_{\max}}{a(2^{n_{AII}} - 1) \lambda_1}.$$

Если аналоговые преобразования имеют нелинейный характер, совместить операцию масштабирования с обратным преобразованием не удастся. В этом случае используем так называемую программную линейризацию градуировочной характеристики измерительной цепи и масштабирование. Метод программной линейризации градуировочной характеристики выполняется процессором по алгоритму, реализованному в его программном обеспечении.

Уравнение измерений при этом запишется следующим образом:

$$\lambda^* = [S^{-1}[S(\lambda)]\Delta_k \varphi] \Delta_k \lambda,$$

$$\varphi = S(\lambda), \quad \lambda = S^{-1}(\varphi).$$

Процессором выполняются два измерительных преобразования – обратное аналоговому и масштабирование. Использование «интеллектуальных» измерительных устройств создает возможность повышения степени использования априорной и текущей информации о свойствах объекта измерений и условиях измерительного процесса с помощью адаптивных и итеративных измерительных процедур.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Цветков Э.И. Процессоры в измерительной цепи // Измерения. Контроль. Автоматизация – 1988. – №2.
2. Патент РФ № 2305283. Способ измерения октанового числа бензинов / Астапов В.Н.; 2007. Бюл. №24.
3. Патент № 2207557 РФ. Устройство для измерения октанового числа бензина / Астапов В.Н.; 2003. Бюл. №18.

Статья поступила в редакцию 27 августа 2009 г.

UDC 621.375

APPLICATION OF PROCESSOR MEASURING DEVICES IN PHYSICOTECHNICAL RESEARCHES

V.N. Astapov, V.V. Pleshivcev

The analysis of carrying out of indirect, cumulative, joint and statistical measurements of entrance influences, namely data carriers about value of the measured size – octan-numbers (dielectric permeability, speed of ultrasound (US), temperature etc.) is considered.

Keywords: *measurement process, intellectual devices, microprocessor, analogue-digital transformation, indirect, cumulative measurements, octanometr, linearization.*