

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОСТОЯННЫХ ВРЕМЕНИ АПЕРИОДИЧЕСКИХ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ

Захаров И. П., Сергиенко М. П.

Харьковский национальный университет радиоэлектроники

(66166, Харьков, пр. Ленина, 14, кафедра метрологии

и измерительной техники, тел. (057) 702-13-31)

E-mail: [zip@bi.com.ua](mailto:zip@bi.com.ua)

The offered method consists in discrete measurement of the transitive characteristic of not oscillatory measuring converters with any number of time constants determined by a method Prony. Errors of a method and an opportunity of its application are considered at measurement of other dynamic characteristics.

Динамические характеристики (ДХ) являются одними из числа нормируемых метрологических характеристик аналоговых измерительных преобразователей (ИП) [1]. Для ИП с линейной функцией преобразования нормируется одна из следующих полных ДХ: дифференциальное уравнение, импульсная характеристика, переходная характеристика, передаточная функция, совокупность амплитудно- и фазочастотной характеристик.

При определении полных ДХ предпочтительными являются прямые методы, при которых на вход ИП подается испытательный сигнал, позволяющий непосредственно по выходному сигналу определить искомую характеристику [2]. Если невозможно воспроизвести с требуемой точностью испытательный сигнал, позволяющий найти полную ДХ непосредственно из опытных данных, то допускается ее определять пересчетом другой характеристики, найденной прямым методом. При определении ДХ, представляющих собой функции, вид которых известен, допускается определять экспериментально только коэффициенты указанных функций. Для апериодических ИП таковыми являются постоянные времени.

Поскольку для большинства физических величин наиболее точно воспроизводятся импульсные сигналы, чаще всего при нормировании ДХ предпочтение отдается импульсной и переходной характеристикам. Известные методы определения переходной характеристики [3] предполагают графоаналитическую обработку результатов измерений, что сказывается на их точности.

Предлагаемый метод основан на дискретном измерении значений переходной характеристики  $h(t)$  апериодического ИП с периодом дискретизации  $\Delta t$ . Результат измерения в этом случае можно записать как

$$h(j\Delta t) = 1 - \sum_{i=1}^n A_i \exp\left(-\frac{j\Delta t}{\tau_i}\right), \quad (1)$$

где  $\tau_1 > \tau_2 > \dots > \tau_n$  - постоянные времени звеньев модели ИП;  $A_i$  - неизвестные коэффициенты;  $j = 1, 2, \dots, 2n$ .

Обозначая  $1 - h(j\Delta t) = C_j$ ,  $\exp\left(\frac{\Delta t}{\tau_i}\right) = X_i$ , преобразуем систему (1) к

$$\text{виду } C_j = \sum_{i=1}^n A_i X_i^j.$$

Это выражение представляет собой систему нелинейных уравнение с числом неизвестных  $2n$ . Ее решение осуществляется методом Прони [4]. В соответствии с этим методом  $X_i$  находятся как корни полинома

$\Phi(X) = \sum_{m=0}^n a_m X^{n-m}$ , в котором коэффициенты  $a_m$  ( $a_0 = 1$ ), рассчитываются

по измеренным значениям  $C_j$

$$a_m = \frac{\begin{vmatrix} C_n & C_{n-1} & \dots & -C_{n+1} & \dots & C_1 \\ C_{n+1} & C_n & \dots & -C_{n+2} & \dots & C_2 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ C_{2n-1} & C_{2n-2} & \dots & -C_{2n} & \dots & C_n \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} C_n & C_{n-1} & \dots & C_1 \\ C_{n+1} & C_n & \dots & C_2 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ C_{2n-1} & C_{2n-2} & \dots & C_n \end{vmatrix}}.$$

Получив  $X_i$ , нетрудно отыскать постоянные времени  $\tau_i$  ИП, а также коэффициенты  $A_i$  модели переходной характеристики.

В докладе исследуются погрешности предлагаемого метода, рассматривается вопрос его помехоустойчивости. Применение указанного метода позволяет снизить временные затраты на измерение и обработку результатов. Его преимуществом является также возможность отыскания постоянных времени при использовании других импульсных испытательных сигналов.

### Список литературы

1. ГОСТ 8.009-84 Нормирование и использование метрологических характеристик средств измерений. – М.: Изд-во стандартов, 1988. – 38 с.
2. ГОСТ 8.256-77 Нормирование и определение динамических характеристик аналоговых средств измерений. – М.: Изд-во стандартов, 1980. – 8 с.
3. Грановский В. А. Динамические измерения: Основы метрологического обеспечения. – Л.: Энергоатомиздат, 1984. – 220 с.
4. Марпл С. Л. (мл.) Цифровой спектральный анализ и его приложения/ Пер. с англ. О. И. Хабарова, Г. А. Сидоровой; Под ред. И. С. Рыжака. – М.: Мир, 1990. – 584 с.