

Отрицательный знак корреляционного момента $K(m, r/x)$ объясняется тем, что с повышением меры точности r рассеивание случайной величины m должно уменьшаться, а при малой мере точности r разброс параметра m должен быть большим.

Как известно [1], апостериорные значения параметров μ , τ , α и β в зависимости от результатов испытаний изменяются согласно выражениям

$$\left. \begin{aligned} \mu &= (\tau_0 \mu_0 + n\bar{x})(\tau_0 + n)^{-1}, \quad \tau = (\tau_0 + n)r, \\ \alpha &= \alpha_0 + n/2, \quad \beta = \beta_0 + nS^2/2 + \tau_0 nV^2(\tau_0 + n)^{-1/2}, \end{aligned} \right\} \quad (11)$$

где $S^2 = \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2/n$, $V^2 = (\bar{x} - \mu)^2$, $\bar{x} = \sum_{i=1}^n x_i/n$; μ_0 , τ_0 , α_0 , β_0 — априорные значения параметров, задаваемые соотношениями $\mu_0 = F(m)$, $\alpha_0 = F^2(r)/D(r)$, $\beta_0 = F(r)/D(r)$, $\tau_0 = F(r)D^{-1}(m)[F^2(r) - D(r)]^{-1}$; n — число испытаний; $F(m)$, $F(r)$, $D(m)$, $D(r)$ — априорные значения средних и дисперсий математического ожидания и меры точности.

Если подставить (11) в (10), можно найти апостериорное значение корреляционного момента $K(m, r/x)$ в зависимости от числа проведенных испытаний.

Полученное выражение (10) определяет корреляционную связь математического ожидания и меры точности для нормального распределения, которая должна учитываться при анализе и оценках статистических данных байесовским методом, что позволяет повысить эффективность статистических исследований.

1. Бронштейн И. Н., Семендяев К. А. Справочник по математике. М.: Наука, 1981. 718 с. 2. Де Гроот М. Оптимальные статистические решения. М.: Мир, 1974. 492 с. 3. Прудников А. П., Брычков Ю. А., Маричев О. И. Интегралы и ряды. М.: Наука, 1981. 800 с.

Поступила в редколлегию 10.09.86

УДК 621.372

В. С. СКРЫНСКИЙ, канд. техн. наук, В. Б. КУЛЬКО, мл. науч. сотр.,
М. В. ГЛАЗКОВА, студентка

МНОГОМЕРНАЯ ПЕРЕДАТОЧНАЯ ФУНКЦИЯ НЕЛИНЕЙНОГО ЭЛЕКТРОТЕПЛООВОГО ЭЛЕМЕНТА

Существует множество устройств, объединенных общим признаком — нелинейным инерционным тепловым преобразованием сигнала [2]. Для его анализа использовались методы, не обладающие общностью и применимые лишь для конкретных типов нелинейных дифференциальных уравнений и специальных постановок краевых и начально-краевых задач для этих уравнений [3]. Применение метода, основанного на использовании функциональных рядов Вольтерра и многомерного преобразования Лапласа, введение многомерных передаточных функций для описания электротеплового преобразования (ЭТП)

сигнала позволяет непосредственно в явном виде представить нелинейно-инерционную зависимость выходного сигнала от входного [4].

Рассмотрим пример ЭТЭ с сосредоточенными электротепловыми параметрами [1] и линейной зависимостью выходного сигнала от температуры электротеплового элемента (ЭТЭ) (рис. 1)

$$\begin{cases} \frac{d\Theta}{dt} + \frac{1}{\tau} \Theta = R_n I^2(t) \\ R(t) = R_0 + \alpha \Theta, \end{cases} \quad (1)$$

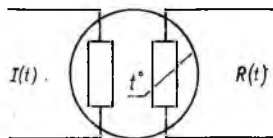


Рис. 1. Линейная зависимость выходного сигнала от температуры ЭТЭ

где Θ — температура перегрева ЭТЭ; $\Theta = T_{\text{раб. тела}} - T_{\text{окр. среды}}$; τ — тепловая постоянная времени; R_n — сопротивление нагревателя; $I(t)$ — входной ток; $R(t)$ — выходное сопротивление; R_0 , α — параметры линейного термометра.

Решение (1) ищем в виде суммы одномерного и двумерного операторов Вольтера [4]

$$\Theta = H_1 [I] + H_2 [I, I]. \quad (2)$$

После подстановки (2) в (1) и небольших преобразований получим систему двух линейных ДУ

$$\begin{cases} \frac{dH_1 [I]}{dt} + \frac{1}{\tau} H_1 [I] = 0; \\ \frac{dH_2 [I, I]}{dt} + \frac{1}{\tau} H_2 [I, I] = R_n I I. \end{cases} \quad (3)$$

Для получения одномерной передаточной функции применим одномерное преобразование Лапласа к первому ДУ (3): $pH_1(p)I(p) + \frac{1}{\tau} H_1(p)I(p) = 0$, откуда

$$H_1(p) = 0. \quad (4)$$

Применяя двумерное преобразование Лапласа ко второму ДУ (3), получим

$$\begin{aligned} (p_1 + p_2) H_2(p_1 p_2) I(p_1) I(p_2) + \frac{1}{\tau} H_2(p_1 p_2) I(p_1) I(p_2) = \\ = R_n I(p_1) I(p_2), \end{aligned} \quad (5)$$

откуда

$$H_2(p_1 p_2) = R_n \left(p_1 + p_2 + \frac{1}{\tau} \right).$$

Как видно из (4) и (5), решение исходных ДУ в общем виде содержит только второе слагаемое $\Theta = H_2 [I, I]$.

Общее решение системы (1) в операторной форме равно

$$K = K_0 + K_2 [p_1 p_2],$$

где $K_0 = R_0$,

$$K_2 [p_1 p_2] = \frac{\alpha R_H}{p_1 + p_2 + \frac{1}{\tau}}. \quad (6)$$

При подстановке в (6) $p_1 = j\omega_1$ и $p_2 = j\omega_2$ получим двумерный комплексный коэффициент передачи

$$K_2 [j\omega_1, j\omega_2] = \alpha R_H / (j(\omega_1 + \omega_2) + \frac{1}{\tau}), \quad (7)$$

модуль и аргумент которого соответственно равны

$$K_2 [\omega_1, \omega_2] = \alpha R_H / (\sqrt{(\omega_1 + \omega_2)^2 + \frac{1}{\tau^2}}); \quad (8)$$

$$\varphi_2 [\omega_1, \omega_2] = -\text{arctg} (\omega_1 + \omega_2) \tau.$$

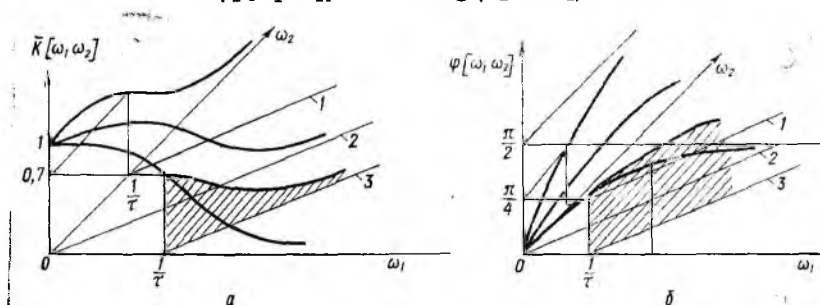


Рис. 2. Модуль и аргумент двумерного комплексного коэффициента передачи:

1 — $\omega_2 = \omega_1 + 1/\tau$; 2 — $\omega_2 = \omega_1$; 3 — $\omega_2 = \omega_1 - 1/\tau$

Полученные модуль и аргумент двумерного комплексного коэффициента передачи (рис. 2) используются для расчета отклика ЭТП с сосредоточенными параметрами для любого вида воздействия.

1. Бокринская А. А., Скрынский В. С., Панкратова Н. В. Применимость уравнения теплового баланса для анализа ЭТЭ // Изв. вузов СССР. Радиоэлектроника. 1974. № 9. С. 55—58. 2. Букреев И. Н., Шер Ю. А., Шишов В. Р. Электротепловые функциональные элементы // Микроэлектроника. 1974. Вып. 7. С. 80—85. 3. Кабанов Д. А. Функциональные устройства с распределенными параметрами. М.: Сов. радио, 1979. 614 с. 4. Пупков К. А., Копалин В. И., Ющенко А. С. Функциональные ряды в теории нелинейных систем. М.: Наука, 1976. 87 с.

Поступила в редколлегию 04.09.86