

ІНФОРМАЦІЙНИЙ АНАЛІЗ РАДІОТЕХНІЧНИХ ВИМІРЮВАЧІВ

Бичковський В. О., к. т. н., доцент; Реутська Ю. Ю., ст. викладач

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»,

м. Київ, Україна

В системах радіокерування вимірювальна ланка реалізується у вигляді радіозасобів, які визначають координати керованого об'єкта та цілі або їх відносні координати [1]. Інерційність радіовимірювачів (РВ) пов'язана з необхідністю фільтрації корисного сигналу на фоні завад та суттєво впливає на їх інформаційні характеристики (ІХ). Існуючі підходи до аналізу ІХ базуються на визначенні відносної помилки γ та подальшого встановлення частотно-квантової спроможності [2, 3]. В разі такої методики динаміка інформаційних процесів залишається прихованою.

Приймемо до уваги, що кількість інформації $I = I(t)$, а швидкість її зміни $C_n = dI/dt$. З іншого боку, $I = \ln N$, $N = 1/2\gamma$, де N — інформаційна спроможність, γ — відносна помилка перехідного процесу [2, 3]. Таким чином, можна записати

$$C_n = \frac{dN}{Ndt}, \quad C_n = -\frac{d\gamma}{\gamma dt}. \quad (1)$$

Значна кількість РВ має передаточну функцію

$$W(p) = \frac{K}{Tp + 1}, \quad (2)$$

де K — коефіцієнт передачі, T — постійна часу, p — оператор Лапласа [1]. Для таких РВ маємо $\gamma = \exp(-t/T)$ [3]. На підставі формули (1) визначимо $C_n = 1/T$. В РВ із запізненням сигналу на час τ передаточна функція

$$W(p) = \frac{K}{Tp + 1} \exp(-p\tau). \quad (3)$$

Приймемо до уваги, що

$$\gamma = \frac{y_{\text{ст}} - y(t)}{y_{\text{ст}}}, \quad (4)$$

$$y_{\text{ст}} = \lim_{t \rightarrow \infty} y(t) = \lim_{p \rightarrow 0} pY(p), \quad (5)$$

$$Y(p) = \frac{A}{p} W(p), \quad (6)$$

де A/p — зображення сигналу на вході РВ, $Y(p)$ — зображення сигналу на виході РВ. На підставі залежностей (3) – (6) знаходимо

$$\gamma = \exp\left[-(t - \tau)/T\right]. \quad (7)$$

З формули (1) визначаємо $C_n = 1/T$. Якщо розглядати радіовимірювач з передаточною функцією

$$W_B(p) = \frac{1}{\prod_{i=1}^n (T_i p + 1)},$$

то існує можливість використання моделі заміщення з передаточною функцією (3) за умови

$$T = \sqrt{\sum_{i=1}^n T_i^2}, \quad (8)$$

$$\tau = \sum_{i=1}^n T_i - T. \quad (9)$$

Найгірша точність апроксимації спостерігається тоді, коли $T_1 = T_2 = \dots = T_n$ [4].

Таким чином, γ визначається на підставі формул (7), (8), (9). Для найгірших умов апроксимації на підставі залежностей (8), (9) знаходимо

$$T = T_1 \sqrt{n}, \quad \tau = T_1 (n - \sqrt{n}). \quad (10)$$

Отже, для загальних умов відповідно до формул (1), (7), (8), (9) визначаємо

$$C_n = \frac{1}{\sqrt{\sum_{i=1}^n T_i^2}}.$$

Для найгірших умов апроксимації на підставі залежностей (1), (7), (10) знаходимо

$$C_n = \frac{1}{T_1 \sqrt{n}}.$$

Зауважимо, що використання моделі заміщення дає можливість встановити також частотно-квантову спроможність $F = 1/t$ [3]. Оскільки $N = 1/2\gamma$, то на підставі формули (7) визначаємо

$$F = \frac{1}{T \ln 2N + \tau},$$

де T та τ знаходяться із залежностей (8), (9) або (10).

Розглянемо радіовимірювач з передаточною функцією

$$W_B(p) = \frac{1}{(0,5p + 1)^2}.$$

На підставі залежностей (10) визначаємо $T = 0,707$ с; $\tau = 0,414$ с; $C_n = 1,414$ (1/с).

Таким чином, в результаті проведеного аналізу показано, що в разі переходу від передаточних функцій вимірювачів до передаточної функції моделі заміщення інерційною ланкою та ланкою запізнювання процедура інформаційного аналізу спрощується. Це дає можливість використовувати єдину методику математичного опису РВ різноманітного призначення, порівнювати їх характеристики та прогнозувати функціональні можливості.

Отримані результати дають можливість визначати інформаційні характеристики РВ та доповнюють відомі дані щодо їх частотно-квантових спроможностей та швидкості збільшення кількості інформації. Вони можуть використовуватись в процесі модернізації існуючих РВ та на початковому етапі проектування нових РВ.

Перелік посилань

1. Вейцель В. А. Радиосистемы управления. / В. А. Вейцель, А. С. Волковский, С. А. Волковский. — М.: Дрофа, 2005. — 416 с.
2. Новицкий П. В. Основы информационной теории измерительных устройств. — М.: Энергия, 1968. — 248 с.
3. Ацюковский В. А. Построение систем связей комплексов оборудования летательных аппаратов. — М.: Сов.радио, 1974. — 160 с.
4. Шаракшанэ А. С. Сложные системы. / А. С. Шаракшанэ, И. Г. Железнов, В. А. Ивницкий. — М.: Высшая школа, 1977. — 247 с.

Анотація

На підставі аналізу відносних помилок перехідного процесу визначено швидкості зміни кількості інформації в радіовимірювачах без затримки та із затримкою сигналу. Результати інформаційного аналізу поширено на радіовимірювачі, які мають складні передаточні функції, та встановлено їх інформаційні показники.

Ключові слова: радіовимірювач, перехідний процес, відносна помилка, інформація.

Аннотация

На основании анализа относительных ошибок переходного процесса определены скорости изменения количества информации в радиоизмерителях без задержки и с задержкой сигнала. Результаты информационного анализа распространены на радиоизмерители, которые имеют сложные передаточные функции, и установлены их информационные показатели.

Ключевые слова: радиоизмеритель, переходной процесс, относительная ошибка, информация.

Abstract

Based on the analysis of relative errors in the transition process, the speed of changing the amount of information in radio meters without delayed signal and delayed signal is determined. The results of information analysis are distributed on radio meters, which have complex transfer functions, and their information indicators are established.

Keywords: radio meter, transient process, relative error, information.