

ІНФОРМАЦІЙНИЙ ОПИС ПРОЦЕСІВ В РАДІОЕЛЕКТРОННИХ АВТОМАТИЧНИХ СИСТЕМАХ

*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*

Складовою частиною майже всіх засобів радіоелектронного обладнання є радіоелектронні автоматичні системи (РАС). Характерна ознака РАС — перенесення інформації про мету та результат керування за допомогою електромагнітних хвиль [1]. Методи математичного опису РАС, як і інших систем керування, є досить відомими, а в останні роки все більше уваги приділяється інформаційним методам аналізу систем [2, 3, 4]. Доцільність переходу до інформаційного опису зумовлена тим, що традиційний підхід залишає прихованою змістовну складову керування [5, 6, 7]. Отже, стає зрозумілим застосування аналізу методом аналогій з електричними колами або частотно-квантових спроможностей (ЧКС) [3, 4]. Обмежені можливості таких методів зумовлені тим, що тлумачення опору (часу запізнювання), ємності (пам'яті) та індуктивності (ригідності) необхідно пов'язувати з реальними характеристиками РАС [3]. Застосування ЧКС передбачає аналіз тільки перехідних або амплітудно-частотних характеристик РАС і не дає можливості простежити динаміку РАС з інформаційної точки зору [4]. Таким чином, задача інформаційного опису процесів в РАС залишається актуальною як в теоретичному, так і практичному сенсі.

Для розв'язання поставленої задачі приймемо до уваги, що кількість інформації I , що надходить в РАС, визначається як $I = \ln N$, де $I = I(t)$, $N = N(t)$ — інформаційна спроможність. Таким чином,

$$\frac{dI}{dt} = \frac{d \ln N}{dt}. \quad (1)$$

Якщо γ — відносна помилка РАС, $N = 1/a\gamma$, де коефіцієнт a залежить від характеристик сигналу та абсолютної помилки [6]. Введемо у розгляд позначення $C_n = dI/dt$, $\dot{\gamma} = d\gamma/dt$. Тоді на підставі формули (1) можна записати

$$C_n = -\frac{\dot{\gamma}}{\gamma}. \quad (2)$$

Розглянемо ситуацію, коли передаточна функція моделі заміщення РАС $\Phi(p) = K/(Tp + 1)$, де K — коефіцієнт передачі, T — постійна часу. Відносна помилка від перехідного процесу $\dot{\gamma} = \exp(-t/T)$ [4]. На підставі формули (2) визначаємо $C_n = 1/T$.

Розглянемо систему автоматичного слідкування за частотою (АСЧ) [8]. Передаточна функція розімкненої системи

$$W(p) = \frac{K_1}{T_1 p + 1}, \quad (3)$$

де T_1 — постійна часу фільтра нижніх частот. Оскільки передаточна функція замкненої системи

$$\Phi(p) = \frac{W(p)}{1 + W(p)}, \quad (4)$$

то на підставі формул (3, 4) визначаємо $\Phi(p) = K/(Tp + 1)$, де $T = T_1/(K_1 + 1)$, $K = K_1/(K_1 + 1)$. Таким чином, $C_n = (K_1 + 1)/T_1$.

Розглянемо систему автоматичного слідкування за дальністю (АСД). В багатьох випадках запізнювання інформації на один період повторення імпульсів можна не враховувати [8]. Тоді передаточна функція розімкненої системи $W(p) = K_2/T_n p$, де T_n — інтервал часу між зондувальними імпульсами передавача радіолокаційної станції. На підставі формули (4) знаходимо

$$\Phi(p) = 1/(Tp + 1),$$

де $T = T_n/K_2$. Отже, $C_n = K_2/T_n$.

Розглянемо для РАС модель заміщення першого типу другого порядку [9, 10]:

$$\Phi_2(p) = \frac{K}{(Tp + 1)^2}.$$

Для такої моделі

$$\gamma = \left(1 + \frac{t}{T}\right) \exp\left(-\frac{t}{T}\right). \quad (5)$$

На підставі формул (2), (5) визначаємо

$$C_n = \frac{1}{T^2 \left(\frac{1}{t} + \frac{1}{T}\right)}.$$

Отримані результати дають можливість перейти від аналізу перехідних процесів до інформаційного опису характеристик радіоелектронних автоматичних систем. З іншого боку, використання залежності (2) дає можливість перейти від використання відносних помилок γ до абсолютних помилок. Представляється можливим розглядати не тільки помилки перехідного процесу, але і помилки, що виникають в разі типових впливів на вході РАС. Отже, з'являється можливість перейти на новий рівень інформаційного аналізу РАС та доповнити відомі результати [3, 4].

Перелік посилань

1. Вагапов В. Б. Радіоавтоматика. / Б. В. Вагапов, І. Ю. Бурляй, М. О. Рюмшин. — К.: Техніка, 2002. — 228 с.
2. Попович М. Г. Теорія автоматичного керування. / М. Г. Попович,

О. В. Ковальчук. — К.: Либідь, 2007. — 656 с.

3. Денисов А. А. Информационные основы управления. — Л.: Энергоиздат, 1983. — 72 с.

4. Ацюковский В. А. Построение систем связей комплексов оборудования летательных аппаратов. — М.: Сов.радио, 1974. — 160 с.

5. Новицкий П. В. Оценка погрешностей результатов измерений. / П. В. Новицкий, И. А. Зограф. — Л.: Энергоатомиздат, 1991. — 304 с.

6. Новицкий П. В. Основы информационной теории измерительных устройств. / Л.: Энергия, 1968. — 248 с.

7. Волкова В. Н. Основы теории систем и системного анализа. / В. Н. Волкова, А. А. Денисов. — СПб.: СПбГПУ, 2004. — 520 с.

8. Вагапов В. Б. Автоматика радиоэлектронных систем. — К.: «Вища школа», 1988. — 351 с.

9. Остапенко Ю. В. Ідентифікація та моделювання технологічних об'єктів керування. / К.: Задруга, 1999. — 420 с.

10. Бичковський В. О. Функціональні можливості моделей заміщення систем. / В. О. Бичковський, Ю. Ю. Реутська // Вісник НТУУ «КПІ». Сер. Радіотехніка. Радіоапаратобудування. — 2009. — № 39. — С. 23–26.

Анотація

Встановлено залежність між швидкістю зміни кількості інформації та відносною помилкою від перехідного процесу в радіоелектронних автоматичних системах. Розглянуто типові моделі заміщення систем, системи автоматичного слідування за частотою та дальністю. Визначені швидкості зміни кількості інформації в таких системах.

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

Аннотация

Установлена зависимость между скоростью изменения количества информации и относительной ошибкой от переходного процесса в радиоэлектронных автоматических системах. Рассмотрены типовые модели замещения систем, системы автоматического слежения за частотой и дальностью. Определены скорости изменения количества информации в таких системах.

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

Abstract

The dependence between the information quantity rate and the relative error on the transition process in the radio-electronic automatic systems is determined. The typical substitution systems models, the automatic tracking frequency and range are considered. The rates of information quantity change in these systems if defined.

Keywords: system, information, transition process, relative error.