УДК 621.3.089

# СПРОЩЕНА МОДЕЛЬ ЛІНІЙНИХ ІНЕРЦІЙНИХ ВИМІРЮВАЛЬНИХ СИСТЕМ

***Полярус О. В.[1], Медведовська Я. С.[1], Поляков Є. О.[1], Чепусенко Є. О.[1], Жарко Ю. Г.[2]***

***[1]Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Харків***

***[2]Державне підприємство «Харківський регіональний науково-виробничий центр стандартизації, метрології та сертифікації»***

Безпека роботи багатьох підприємств, які використовують складні технологічні процеси, істотно залежить від інформації, що надходить від датчиків, які вимірюють параметри процесів. Для підвищення метрологічної надійності вимірювальної системи кількість датчиків, що вимірюють один і той же параметр процесу, збільшується до декількох одиниць. Процес прийняття рішення при невеликій різниці між показаннями тиску в різних датчиках є простим, однак при виникненні істотних відмінностей він може стати невизначеним. Задача ускладняється в умовах прийому нестаціонарних вхідних дій, які є типовими при функціонуванні технічно складних об'єктів. Для якісного аналізу вихідних сигналів з метою прийняття рішення необхідно побудувати достовірну модель багатоканальної вимірювальної системи на основі її синтезу з використанням моделей вхідних сигналів та можливих завад. Такий синтез, як правило, ґрунтується на використанні марковської теорії лінійної фільтрації, але наявність зв'язку між вхідним та вихідним сигналами лінійної інерційної системи через інтеграл згортки істотно ускладнює процес отримання оптимального пристрою. Звідси випливає необхідність розробки методу апроксимації інтегрального рівняння згортки, що описує лінійну інерційну систему, і оцінки меж його застосування.

У загальному випадку, процес визначення вхідної реалізації $x(t)$ випадкового процесу лінійною інерційною вимірювальною системою, що має імпульсну характеристику $h(t)$, здійснюється на основі виміряного вихідного сигналу $y(t)$.

Теоретичний вихідний сигнал системи визначається за допомогою рівняння згортки (1).

$$y_T(t) = \int_{-\infty}^{\infty} h(t-\tau) \cdot x(\tau) d\tau. \tag{1}$$

Теоретично, можливо замінити інтеграл згортки (1) на добуток реалізації вхідного випадкового процесу та деякої поки що невідомої часової функції $x(t)$:

$$y_M(t) \approx x(t) \cdot a(t). \tag{2}$$

На практиці важко отримати сигнал $y_T(t)$, оскільки не завжди є точна інформація про імпульсну характеристику системи. Таким чином, можна порівнювати тільки сигнали $y(t)$ та $y_M(t)$. Порівняння зводиться до мінімізації відстані між цими сигналами у функціональному просторі з квадратичною метрикою

$$J = \int_{-\infty}^{\infty} [y(t) - y_M(t)]^2 dt = \int_{-\infty}^{\infty} [y(t) - \sum_{i=1}^{n} \alpha_i(t) \cdot \psi_i(t)]^2 dt, \tag{3}$$

де функція $a(t)$ в модельному сигналі $y_M(t)$ представлена у вигляді ряду, члени якого являють собою добутки невідомих коефіцієнтів $\alpha_i$ на ортогональні функції $\psi_i(t)$, які вибираються дослідником:

$$a(t) = \sum_{i=1}^{n} \alpha_i(t) \cdot \psi_i(t). \tag{4}$$

Мінімізація функціоналу (3) здійснюється з допомогою генетичного алгоритму і в результаті цієї операції отримуються значення невідомих коефіцієнтів $\alpha_i(t)$, а потім з співвідношення (4) і саму функцію $a(t)$. Число членів ряду $n$ у виразах (3) і (4) визначається з умови необхідної точності апроксимації функції рядом. Результати моделювання для множини стаціонарних сигналів при різних імпульсних характеристиках системи показують, що різниця між $y_T(t)$ та $y_M(t)$ не перевищує 1%.

**Література:**


[1] Poliarus O., Koval O., Medvedovska Ya., Poliakov Ye., Ianushkevych S. Identification of a nonlinear inertial measuring pressure channel. Ukrainian metrological journal, 2019. №1. С. 63-70.

[2] Poliarus O., Ianushkevych S., Koval A., Lebedynskyi A., Medvedovska Y., Poliakov Y. Influence of Measurements Uncertainty on Uncertainty of Gilbert-Huang Transform Modes. Proceedings of 2019 IEEE 8th International Conference on Advanced Optoelectronics and Lasers, CAOL 2019, Sozopol (Bulgaria), 2019 (6-8 September). Pp. 644 647.

[3] Полярус О. В., Поляков Є. О. Наближене розв'язання оберненої задачі вимірювань та його метрологічне забезпечення. Харків: Видавництво «Лідер». 120 с.

[4] Тихонов В. И. Нелинейное преобразование случайных процессов. Москва: Радио и связь, 1986. 296 с.

[5] Khan A. A., Vyas N. S. Application of Volterra and Wiener Theories for Nonlinear Parameter Estimation in a Rotor-Bearing System. Nonlinear Dynamics, 2001. 24. Pp. 285 304.

[6] Bai E. W. An optimal twostage identification algorithm for Hammerstein-Wienernon-linear systems. Automatica, 1998. 34 (3). Pp. 333-338.

[7] Фалькович С. Е., Пономарев В. И., Шкваренко Ю. В. Оптимальный прием пространственно-временных сигналов в радиоканалах с рассеянием. Москва: Радио и связь, 1989. 296 с.