

АЛГОРИТМ ВИЗНАЧЕННЯ ЧАСТОТ ПРИХОВАНИХ ПЕРІОДИЧНОСТЕЙ НА ОСНОВІ ЕКСПОНЕНЦІАЛЬНОЇ АПРОКСИМАЦІЇ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДАНИХ

Плаксій Ю.А.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

Виявлення прихованих періодичностей, тобто розпізнавання спектральної структури реальних процесів за результатами їх вимірювань, є важливою проблемою теорії математичної обробки даних. В теперішній час головною областю прикладень методів виявлення прихованих періодичностей є вивчення вібраційних явищ в техніці [1].

Для оцінювання частот коливальних процесів, що мають місце в механічних системах і пристроях, можна використати експоненціальну апроксимацію вихідних експериментальних даних, які отримані через однаковий проміжок часу. Припускаємо при цьому, що експериментальні дані задовольняють нормальному закону розподілу.

В основу алгоритму визначення частот прихованих періодичностей покладається представлення вихідних даних многочленом від експонент у вигляді:

$$Q_m(x) = c_1 \exp(\lambda_1 t) + c_2 \exp(\lambda_2 t) + \dots + c_m \exp(\lambda_m t). \quad (1)$$

Задача полягає в обчисленні частот $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_m$ в умовах мінімізації середньоквадратичної похибки апроксимації

$$S = \sum_{i=0}^n (y_i - c_1 \exp(\lambda_1 t_i) + c_2 \exp(\lambda_2 t_i) + \dots + c_m \exp(\lambda_m t_i))^2 \rightarrow \min.$$

Вхідними даними є масив значень $y_0, y_1, y_2, \dots, y_n$ в рівновіддалених вузлах $t_0 = 0, t_1 = h, t_2 = 2h, \dots, t_n = nh$ і порядок m апроксимуючого многочлена (1).

Алгоритм визначення $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_m$ складається з наступних операцій:

1) сформулювати і обчислити елементи матриці і праві частини системи рівнянь

$$z_m (y_{k-1} y_0 + y_k y_1 + \dots + y_{n-m+k-1} y_{n-m}) + z_{m-1} (y_{k-1} y_1 + y_k y_2 + \dots + y_{n-m+k-1} y_{n-m+1}) + \dots + z_1 (y_{k-1} y_{m-1} + y_k y_m + \dots + y_{n-m+k-1} y_{n-1}) = -(y_{k-1} y_m + y_k y_{m+1} + \dots + y_{n-m+k-1} y_n), \quad k = 1, \dots, m; \quad (2)$$

2) розв'язати чисельно систему (2) відносно невідомих $z_k, k = 1, \dots, m$;

3) розв'язати чисельно рівняння $u^m + z_1 u^{m-1} + z_2 u^{m-2} + \dots + z_{m-1} u + z_m = 0$, знайти u_k ;

4) обчислити невідомі частоти за формулою

$$\lambda_k = \frac{1}{h} \ln(u_k), \quad k = 1, \dots, m.$$

Розроблено комп'ютерну програму визначення частот прихованих періодичностей, наводяться результати розрахунків модельних задач.

Література:

1. Javorskyj I., Matsko I., Yuzefovych R., Lychak O., Lys R. Methods of Hidden Periodicity Discovering for Gearbox Fault Detection. *Sensors* 2021, 21(18), 6138; <https://doi.org/10.3390/s21186138>