

УДК 519.63; 51-74

**О. Муль**, канд. техн. наук, доц.

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

## **МОЖЛИВОСТІ МЕТОДУ НОРМАЛЬНИХ ФУНДАМЕНТАЛЬНИХ ФУНКЦІЙ ДЛЯ АНАЛІЗУ КОЛИВНИХ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ**

**O. Mul**, Ph.D., Assoc. Prof.

### **POSSIBILITIES OF NORMAL METHOD FUNDAMENTAL FUNCTIONS FOR ANALYSIS OSCILLATING TECHNICAL SYSTEMS**

Граничні задачі з неперервними та дискретними параметрами складають широкий клас вібраційних задач, важливих як для теоретичної математики, так і для різноманітних застосувань у техніці. Зокрема, такі задачі описують технічні системи, поширені у важкій, гірничодобувній і переробній промисловості, космічній техніці, транспорті, тощо. У таких системах можливе виникнення складних динамічних процесів.

З математичної точки зору динаміку таких систем можна описати за допомогою диференціальних рівнянь у частинних похідних з нестационарними неперервними та дискретними коефіцієнтами. При цьому, складність розв'язання задачі полягає в тому, що розв'язки диференціальних рівнянь повинні задовольняти не лише складним граничним умовам, але також деяким додатковим умовам спряження.

Для дослідження подібних математичних моделей можливо застосувати як асимптотичні, так і чисельні методи, зокрема метод нормальних фундаментальних функцій, який дозволяє визначити частоти можливих коливань, а також умови стійкості при активному контролі коливань.

Ідея методу нормальних фундаментальних функцій полягає в тому, що розв'язання початкової граничної задачі у диференціальних рівняннях в частинних похідних виду

$$\frac{\partial z_k}{\partial y} = \sum_{j=1}^N A_{kj}(y)z_j + \sum_{j=1}^N B_{kj}(y)\frac{\partial^2 z_j}{\partial t^2} + \sum_{j=1}^N C_{kj}(y)\frac{\partial z_j}{\partial t}, \quad y_0 \leq y \leq y_n, \quad k = \overline{1, N},$$

зводиться до багатократного розв'язання системи звичайних диференціальних рівнянь першого порядку у нормальній формі з заданими граничними умовами. Тоді, будь-яким відомим чисельним методом, наприклад, методом Рунге-Кутта, можна декілька разів розв'язати задачу Коші для системи звичайних диференціальних рівнянь першого порядку у нормальній формі з простими початковими умовами і в такий спосіб сформулювати нормальну фундаментальну систему розв'язків. Як відомо, шуканий загальний розв'язок системи рівнянь записується як лінійна комбінація знайдених розв'язків нормальної фундаментальної системи з коефіцієнтами, що визначаються з граничних умов та умов спряження. Використання чисельного методу нормальних фундаментальних функцій для розв'язання розглянутого класу задач дозволяє визначати і контролювати частотний спектр, в якому можливе збудження коливань у системі. Після аналізу впливу різних параметрів системи на можливі коливання можна зробити висновки про її оптимальні параметри, цілеспрямовано змінювати частотний спектр, в якому можливе збудження коливань, та уникнути в досліджуваній системі виникнення небажаних коливань, включаючи автоколивання.

Результати даної роботи можуть бути використані при проектуванні широкого класу покращених технічних систем, що характеризуються неперервними та дискретними параметрами.