

З урахуванням отриманих результатів вибираємо спліт–систему Toshiba RAS–M18GAV–E з двома внутрішніми блоками, яка може забезпечити для теплої пори року необхідні повітрообмін і охолодження зовнішнього повітря для підтримки оптимальних параметрів мікроклімату в приміщенні лабораторії. Продуктивність кондиціонера – 1920 м<sup>3</sup>/ год, потужність охолодження – 8,5 кВт, енергоспоживання при охолодженні – 2,55 кВт, рівень шуму – 39 дБ. Еквівалентний рівень шуму на робочому місці відповідно до ДСН 3.3.6.037–99 не перевищує 50 дБА.

## КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ СКЛАДНИХ СИСТЕМ НА ОСНОВІ МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ ДЕЯКИХ НЕСТАЦІОНАРНИХ ПРОЦЕСІВ

к.т.н., проф. О. Б. Ахієзер, к.т.н., доц. О. І. Дунаєвська, к.т.н.,  
доц. О. А. Бутова, НТУ «ХП», викладач вищої категорії Н. Є. Коломойська, ХДАК

Більшість випадкових процесів, з якими ми зустрічаємося на практиці, мають суттєво нестационарний характер. До даного часу не існує єдиної методології, в рамках якої можливо аналізувати властивості нестационарного випадкового процесу будь якого типу, використовуючи індивідуальну його реалізацію. Тому для аналізу нестационарних процесів використовують стаціонарні випадкові процеси. Це ставить на перший план необхідність розробити спеціальні методи моделювання, які можливо використовувати тільки для окремих класів нестационарних процесів в складних системах.

Вивчення випадкових скалярних процесів як математичних об'єктів достатньо складної природи по суті справи зводиться до застосування вже регулярних функцій. Це дозволяє використовувати добре розроблений апарат функціонального аналізу, зокрема теорію функціонального аналізу та трикутних моделей, для побудови кореляційної та спектральної теорії нестационарних випадкових процесів, розв'язання низки задач та прогнозу таких процесів. Трикутні моделі дають можливість будувати деякі «елементарні» нестационарні процеси, та за допомогою універсальних моделей зібрати з них більш загальні класи нестационарних випадкових функцій або послідовностей.

При цьому підході випадковий процес  $\xi(t)$  розглядається як крива у спеціальному гільбертовому просторі  $H$ . Будь-який стаціонарний процес може бути отриманий як межа послідовності процесів з дискретним спектром, а також можна як завгодно добре апроксимувати лінійною комбінацією гармонійних коливань.

Кореляційна функція  $K_X(\tau)$  стохастичного процесу  $X_v(t)$  має вигляд

$$K_{X_v(t)}(\tau) = |a_0^v|^2 + \sum_{w=1}^{10} 2\pi |a_w^v|^2 \cos \omega t,$$

де  $a$  - випадкові коефіцієнти, що визначають періодичний випадковий процес з періодом  $2\pi$ ;  $\omega$  – частота;  $(\nu = \overline{1, 11})$  - кількість реалізацій випадкового процесу імітаційних експериментів.

В якості прикладу стохастичних випадкових процесів, що має назву пуассонівський імпульсний процес, було розглянуто тиск в циліндрі системи трансмісії. Механічної динамічною системою, на яку діють випадкові обурення, є транспортний засіб, що рухається з певною швидкістю. При цьому випадкові коливальні процеси можна розглядати як стаціонарні, що протікають по часу щодо однорідних, і мають вигляд безперервних випадкових коливань близько деякого середнього значення.

Якщо при подачі на вхід динамічної системи компонент вектору зовнішніх збурень являє собою білий шум, то на виході маємо випадковий процес. Було розглянуто зв'язок між кореляційною функцією  $K_X(\tau)$  стохастичного процесу  $X(t)$  та його спектральної густини  $S_X(\omega)$ . Отримана крива спектральної густини, яка має два явно виражених максимуми.

Таким чином, передаточну функцію формуючої динамічної ланки, що перетворює білий шум  $\eta(t)$  у стохастичний процес  $X(t)$  можливо представити у вигляді передавальної функції

$$W(p) = \frac{k}{(T_{11}^2 p^2 + T_{12} p + 1)(T_{21}^2 p^2 + T_{22} p + 1)},$$

послідовного з'єднання двох динамічних ланок. Одна передавальна функція  $T_{11}$  відповідає інерційній коливальній ланці другого порядку та відображає перехідний процес в насосі; друга  $T_{21}$  - відповідає інерційній аперіодичній ланці другого порядку та відображає перехідний процес в моторі (двигуні).

Рівняння динаміки перехідного процесу можна записати у вигляді системи диференціальних рівнянь та використати чисельний метод Рунге-Кутта для їх вирішення.

Для створення програмного забезпечення моделювання нестационарних випадкових процесів було використано середовище програмування Inprise (Borland) Delphi. Вся інформація після закінчення виконання завдання виводиться на екран в графічному вигляді і чисельними значеннями, які записуються в окремий файл, що дає можливість проводити порівняльний аналіз і дослідити результат моделювання. Результат імітаційного моделювання тиску наведено на рис. 1.

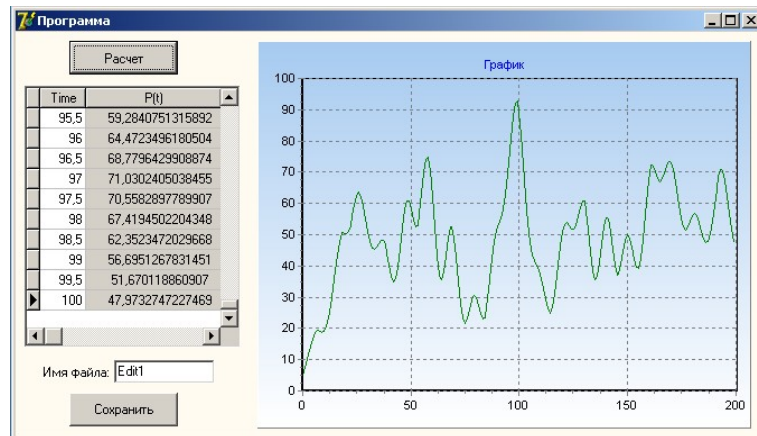


Рис. 1 Результат імітаційного моделювання

В роботі отримала подальший розвиток задача із створення математичних моделей, що описують нестационарні випадкові процеси у різних технічних та економічних системах, на основі використання трикутних представлень та їх комп'ютерне моделювання.

## РОЗВ'ЯЗОК ХВИЛЬОВИХ ЗАДАЧ У СКЛАДНИХ ГРАНИЧНИХ УМОВАХ

аспірант С.В. Кошевий, ХНУРЕ

Щоб визначити електромагнітні коливання у електродинамічній системі необхідно використовувати рівняння Максвелла. Рівняння Максвелла включають в себе основи електромагнетизму і є вихідними постулатами теоретичної електродинаміки.

Перетворення рівнянь Максвелла призводять до хвильових рівнянь для компонент векторів електричної та магнітної складової електромагнітного поля. У декартовій системі координат це виходить шість рівнянь для складових  $E_x$ ,  $E_y$ ,  $E_z$  та  $H_x$ ,  $H_y$ ,  $H_z$ . Кожна з цих складових є функцією від трьох координат і від часу підпорядковується хвильовому рівнянню виду:

$$\frac{\partial^2 W}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 W}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 W}{\partial z^2} - \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 W}{\partial t^2} = 0. \quad (1)$$

Як правило, рішення шукається тільки для однієї зі складових, а інші визначаються за допомогою рівнянь Максвелла. Ця складова вибирається так, щоб в області для неї існували однозначні граничні умови, щоб для неї прямо визначалися джерела поля, щоб по ній було легко визначити інші. Цей вибір залежить від досвіду і навичок фахівця.

Рішення рівнянь типу (1) проводять розділення змінних. Суть методу полягає в тому, що шукану функцію представляють добутком