УДК 514.18

Мартин Є.В., д.т.н.
Ренкас А.Г.*, аспірант

ГЕОМЕТРИЧНА ІНТЕРПРЕТАЦІЯ ДИНАМІЧНИХ ПОЖЕЖОБЕЗПЕЧНИХ СИСТЕМ

Національний університет “Львівська політехніка”
*Львівський інститут пожежної безпеки МНС України**

Постановка проблеми. Пожежна безпека об’єкта визначена сукупністю належних деякій області робочих параметрів, які забезпечують номінальний режим його функціонування. Границями такої області слугують багатовиди просторів різної розмірності, утворені множиною дійсних чи комплексних чисел. Дослідження особливостей формування робочих областей геометричними засобами n-просторів дають можливість визначати характер гіперповерхонь та гіперплощин, що обмежують граничні значення параметрів досліджувальної динамічної системи.

Аналіз останніх досліджень. Визначення особливостей функціонування динамічних пожежобезпечних систем здійснюють, аналізуючи множину параметрів у замкненій області, границею якої слугує крива лінія [1]. При відомих значеннях робочих параметрів системи забезпечення протипожежного стану об’єкта можливо одержати чисельний розв’язок системи диференціальних рівнянь, що визначає її поведінку в заданий момент часу [2]. Узагальнити результати можна, якщо прийняти для аналізу вільну складову перехідного процесу системи [3]. Тоді границі області можуть бути представлені залежністю з наступною її реалізацією за допомогою геометричних моделей [3,4], для яких практично доцільним є визначення особливостей багатовидів на границях робочих зон параметрів динамічної пожежобезпечної системи.

Формування цілей статті. Дослідження багатовидів як геометричних моделей динамічних систем у робочому діапазоні зміни параметрів динамічних систем.

Основна частина. Поведінку динамічної системи , у тому числі пожежобезпечних систем народногосподарських об’єктів, описують за допомогою диференціальних рівнянь з лінійними та нелінійними коефіцієнтами. При можливості лінеаризації їх коефіцієнтів таку систему можна оцінити за допомогою лінеаризованого диференціального рівняння, порядок якого визначається числом прийнятих допущень [2]. Результати розрахунку дають можливість оцінити перебіг процесу в часі та визначити вплив одночасно не більше одного параметра на стійкість цієї системи. Подальшим узагальненням слугує визначення характеру перебігу вільної складової перехідного процесу на основі аналізу характеристичного рівняння системи, параметри якої входять складовими його коефіцієнтів a_j:

$$a_n p^n + a_{n-1} p^{n-1} + \ldots + ap = 0. \qquad (1)$$

Таке характеристичне рівняння являє узагальнення комплексного багаточлена

$$a_n p^n + a_{n-1} p^{n-1} + \ldots + ap = P(p) \qquad (2)$$

при рівній нулю його правій частині.

При ненульових значеннях коефіцієнтів a_j представимо комплексний багаточлен у вигляді

$$P(p) = \sum_{j=0}^{n} r_j q^j (\cos(\varphi_j + j\psi) + i\sin(\varphi_j + j\psi)), \qquad (3)$$

де r_j, q^j - модулі коефіцієнтів a_j і аргументу z;

φ_j, ψ - аргументи коефіцієнтів a_j і аргументу z.

Границями областей параметрів, побудованих з використанням залежності (3), слугують багатовиди, що реалізуються геометричними засобами просторів різної розмірності. Послідовним проекціюванням вказаних багатовидів на підпростори нижчої розмірності одержуємо їх проекції на двовимірні розширені площини дійсних, уявних чи комплексних чисел.

Моделлю одного з різновидів замкненої області у n-вимірному просторі слугує гіперсфера [5]:

$$x^2 + y^2 + r^2 + t^2 = R^2. \qquad (4)$$

Аналогом (4) у просторі K^n слугує багатовид, для побудови якого необхідно приймати комплексними усі значення координат і радіуса R. Для чотиривимірного комплексного простору рівняння сфери має вигляд [6]:

$$\omega^2 + z^2 = R^2. \qquad (5)$$

Функція (5) двозначна в усій розширеній комплексній площині $\omega = u + iv$, довільне комплексне число $\omega \neq 0$ являє образ двох різних точок z і навпаки.

Границі зміни параметрів системи зручно досліджувати, використовуючи параметричне подання сфери шестивимірного комплексного простору $ot_1 it_2 xiyuiv$:

$$\begin{aligned} \omega &= u + iv = R(\sin t_1 cht_2 + i\cos t_1 sht_2), \\ z &= x + iy = R(\cos t_1 cht_2 - i\sin t_1 sht_2) \end{aligned} \qquad (6)$$

і значення гіперболічних функцій

$$cht_2 = \frac{e^{t_2} + e^{-t_2}}{2} \text{ і } sht_2 = \frac{e^{t_2} - e^{-t_2}}{2}.$$

Модель кожної з складових (6) являє гіперповерхня – двовимірна поверхня чотиривимірного комплексного підпростору простору K^6. Перетнемо її комплексною координатною гіперплощиною $it_2=0$. Параметричні рівняння

$$\begin{aligned} \omega = u = R\sin t_1, \\ z = x = R\cos t_1 \end{aligned} \qquad (7)$$

являють рівняння сфери (кола) двовимірного підпростору – площини *oxy* евклідового підпростору.

Перетнемо кожну з поверхонь комплексною координатною гіперплощиною $t_1=0$.

Параметричні рівняння

$$\begin{aligned} \omega = iv = iR\frac{e^{t_2} - e^{-t_2}}{2}, \\ z = iy = iR\frac{e^{t_2} + e^{-t_2}}{2} \end{aligned} \qquad (8)$$

описують проекції багатовиду уявної площини *oiyiv*. При значеннях t_2

$$0 \le t_2 \le \infty$$

значення складових змінюються в границях

$$0 \le iv \le \infty,$$
$$iR \le iy \le \infty.$$

Висновки. Замкнені області параметрів динамічної системи у просторі K^4 одержуємо, зокрема як проекції сфери комплексного простору у площині дійсних змінних параметрів. Необмежене зростання модуля уявної складової аргументу комплексного параметра спричинює відповідне збільшення уявної складової функції комплексної змінної. Граничних значень функція набуває в підпросторі двох дійсних змінних. Це дає змогу досліджувати динаміку розвитку різних систем, зокрема, системи управління пожежною безпекою у галузі прогнозування техногенної та пожежної обстановки.

Л І Т Е Р А Т У Р А

1. Диневич В.А., Емельянов А.П., Форандс Г.Ф. Повышение эффективности и качества труда в пожарной охране. – М.: Стройиздат, 1982.– С. 45-51.
2. Нижегородцев Р.М. Анализ и прогнозирование катастроф в сложных динамических системах / Материалы 6-й междунар. конф. “Проблемы управления безопасностью сложных систем”. – М.: ИПУ РАН, 1999.
3. Гумен М.С., Мартин Є.В. Відображення областей стійкості у комплексному просторі / Прикладна геометрія та інженерна графіка. – Мелітополь:ТДАТА, 2000. – Вип.. 4. Т.11. – С. 48-52.
4. Найдыш В.М. Номограммирование построений и реконструкции аксонометрических чертежей многомерных объектов / Прикладная геометрия и математика. – Мелитополь: МИМСХ, 1967. – С. 67-75.
5. Филиппов П.В. Начертательная геометрия многомерного пространства и ее приложения. Л.: Изд-во Лен. ун-та, 1979.– С. 121-141.
6. Гумен М.С., Мартин Є.В., Ренкас А.Г. Сфери комплексного простору.// Прикладна геометрія та інженерна графіка. – К.: КНУБА, 2002. - Вип.71. – С. 37-40.