

УДК 514.18

ВИЗНАЧЕННЯ ОБЛАСТЕЙ ПАРАМЕТРІВ ДИНАМІЧНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ПОЖЕЖНОЮ ОХОРОНОЮ

Мартин Є.В., д.т.н.

Національний університет “Львівська політехніка”

Ренкас А.Г., аспірант

Львівський інститут пожежної безпеки МНС України

Тел. (0322) 33-00-55

Анотація – Розглядаються питання розроблення геометричних засобів простору K^3 для відображення областей параметрів динамічної системи з однаковими чи подібними якісними закономірностями.

Ключові слова – динамічна система, комплексний простір, область параметрів, багатовид.

Постановка проблеми. Математичні моделі складних динамічних систем різної природи ґрунтуються на використанні подібних математичних залежностей. Прогнозування надзвичайних ситуацій здійснюють для конкретних параметрів системи організацією ітераційного процесу для певного значення постійної чи слабозмінної зовнішньої сили. Складова частина досліджень являє узагальнення тих чи інших подібних властивостей динамічної системи на область значень її параметрів.

Аналіз останніх досліджень. Властивості складних динамічних систем різної природи з конкретним фізичним, технічним чи соціальним змістом досліджують на основі подібних математичних моделей [1,2]. Розроблені засоби дозволяють прогнозувати настання критичних ситуацій на основі аналізу конкретних суттєвих параметрів системи з урахуванням дії зовнішньої сили. Зміна одного чи декількох параметрів вимагає організації нового ітераційного процесу з призначенням необхідної точності розв'язку. Підвищення ефективності дослідження динамічних систем вказаного типу полягає в розробленні засобів прогнозування подібних закономірностей розвитку чи виникнення критичних ситуацій з урахуванням робочої зони значущих параметрів [3]. Формування областей параметрів вимагає проведення досліджень можливості конструювання багатовидів на підставі аналізу узагальненої математичної моделі і розвиток розроблених алгоритмів [4] визначення належності точки стану динамічної системи області параметрів з однаковими якісними закономірностями.

Формування цілей статті. Аналіз та обґрунтування засобів простору K^3 для дослідження якісних закономірностей розвитку складних динамічних систем.

Основна частина. Функціонування багатопараметричної системи „люди - засоби виробництва - зовнішнє середовище - забезпечення протипожежного стану об'єкта” характеризується впливом на неї ряду незалежних факторів, що сприяють зміні якісних та кількісних її показників. Неперервна зміна або збурення, що виникають, як правило, є причиною переходу системи з одного стану в інший. Такі критичні стани виникають у досліджуваній системі „люди - засоби виробництва - зовнішнє середовище - забезпечення протипожежного стану об'єкта” періодично і незворотно. Так, виникнення пожежі, як і інших надзвичайних ситуацій, має місце у функціонуючій системі, а їх настання визначається взаємовпливом і взаємозалежністю параметрів системи напередодні події [1].

Для динамічної системи, яку являє система „люди - засоби виробництва - зовнішнє середовище - забезпечення протипожежного стану об'єкта”, справедливе записане відносно змінного параметра x диференціальне рівняння, яке при наявності спрощень може бути доведено до лінійного [5]

$$x^n + a_1x^{n-1} + \dots + a_nx = P_m(y)e^{\lambda y}, \quad (1)$$

де $P_m(y)e^{\lambda y}$ - квазіполіном степені m ;

λ - дійсний чи комплексний параметр.

Для випадку досліджуваної системи значення правої частини (1) являє зовнішня діюча сила, яка може бути постійною або слабо змінною [1].

Для загального випадку розв'язком рівності (1) слугує залежність комплексного параметра x в часі. Зокрема, якщо параметри досліджуваної системи не передують параметрам настання катастрофічної ситуації при $t=t_k$ в системі (пожежа чи інша надзвичайна ситуація), то вільна складова $x_b \equiv e^{-\delta t}$ змінного параметра

$$x = x_0(t) + x_b(t) \quad (2)$$

при великих значеннях $t(t \rightarrow \infty)$ необмежено зменшується. Постійна складова $x_0(t)$ як частинний розв'язок рівняння (1) залежить від характеру правої частини $P_m(y)e^{\lambda y}$ і являє постійну в часі або періодичну функцію. Очевидно, для виникнення катастрофічної ситуації достатньо, щоб в (2) при $t \rightarrow \infty$ $x_b(t) \rightarrow \infty$, тобто вільна складова, яка визначається параметрами a_j досліджуваної системи, необмежено зростала.

Таким чином, для оцінки здатності системи наблизитись до часу t_k катастрофічного стану, слід аналізувати область параметрів a_j системи при рівній нулю правій частині (1). Для складних динамічних систем конкретного призначення, у т.ч. досліджуваної системи „люди

- засоби виробництва - зовнішнє середовище - забезпечення протипожежного стану об'єкта", лінійне диференціальне рівняння має вигляд [1]:

$$(t_k - t)^2 \frac{d^2 x}{dt^2} + b(t_k - t) \frac{dx}{dt} + cx = P_m(y) e^{\lambda y}, \quad (3)$$

де b і c – параметри системи.

Для визначення можливості надзвичайного стану досить проаналізувати множину розв'язків диференціального рівняння (3) при його нульовій правій частині:

$$(t_k - t)^2 \frac{d^2 x}{dt^2} + b(t_k - t) \frac{dx}{dt} + cx = 0. \quad (4)$$

Прирівняємо $\frac{d}{dt} = p$ і одержуємо рівняння для визначення вільної складової $x_b(t)$:

$$(t_k - t)^2 p^2 + b(t_k - t)p + c = 0. \quad (5)$$

Перепишемо (5) у вигляді

$$p^2 + \frac{b}{t_k - t} p + \frac{c}{(t_k - t)^2} = 0. \quad (6)$$

Прийmemo значення p комплексним:

$$p = \alpha + j\omega. \quad (7)$$

Тоді границею областей параметрів слугує багатовид, який одержимо при умові наявності в системі незатухаючих коливань, тобто $p = j\omega$:

$$-\omega^2 + j \frac{b}{t_k - t} \omega + \frac{c}{(t_k - t)^2} = 0. \quad (8)$$

Прирівнявши обидві частини (8) до нуля, одержимо:

$$\begin{aligned} \frac{\omega b}{t_k - t} &= 0; \\ \omega^2 &= \frac{c}{(t_k - t)^2}. \end{aligned} \quad (9)$$

Значення параметрів визначаємо із залежності:

$$\begin{aligned} b &= 0; \\ c &= \omega^2(t_k - t)^2 \end{aligned} \quad (10)$$

для значень $\omega > 0$.

З аналізу (10) маємо, що при значеннях $b=0$ рівняння (3) являє рівняння Ньютона із значенням частоти власних коливань динамічної системи [5]

$$\omega_0 = \frac{\sqrt{c}}{t_k - t}.$$

У тривимірному комплексному просторі $obcj\omega$ перша рівність (10) виступає як обмеження по параметру b (площина $ocj\omega$), друга рівність (10) визначає двовимірний циліндр комплексного простору із направляючою $c = \omega^2(t_k - t)^2$ у комплексній площині $ocj\omega$ і твірною, паралельною осі ob . Такий циліндр може бути зорієнтований відносно комплексної площини $ocj\omega$ в напрямку додатної чи від'ємної півосі ob .

Для визначення потрібного напрямку півосі ob проаналізуємо вплив коефіцієнта b на розв'язок рівняння [5]:

$$\frac{d^2x}{dt^2} + b \frac{dx}{dt} + \omega_0^2 x = f. \quad (11)$$

Загальний розв'язок рівняння (11)

$$x(t) = x_0(t) + C e^{-bt}$$

показує, що значення $b > 0$ забезпечують згасання перехідного процесу. Тоді шукану область параметрів визначає частина тривимірного комплексного простору [6] із обмеженнями у вигляді комплексного двовимірного циліндра з направляючою $c = \omega^2(t_k - t)^2$, і напрямом твірної, що співпадає з напрямком додатної півосі ob (рис.1). Другим обмеженням слугує розширена комплексна площина $ocj\omega$. Очевидно, що для всіх точок кривої при певному значенні $\Delta t_j = t_k - t_j$ має місце рівність (8). Належність деякої точки A робочій зоні параметрів динамічної системи визначається від'ємним знаком дійсної частини u функції комплексної змінної $u + iv$, яку одержимо при підстановці значень c_1, ω_1 у рівняння (8).

Висновки.

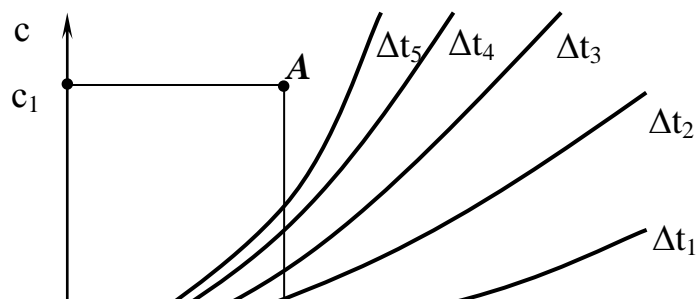


Рис. 1.

Література

1. *Нижегородцев Р.М.* Анализ и прогнозирование катастроф в сложных динамических системах / Материалы 6-й международной конференции “Проблемы управления безопасностью сложных систем”. – М.: ИПУ РАН, 1999.
2. *Нижегородцев Р.М.* Логистическая диссипативная итерационная модель оптимизации инвестиционного процесса / Моделирование экономической динамики: риск, оптимизация, прогнозирование/ Под ред. Р.М.Нижегородцева. – М.: Диалог – МГУ, 1997. – с.118-135.
3. *Чередниченко Л.С., Гумен Н.С., Гумен В.С.* Геометрическое моделирование некоторых многопараметрических систем химической технологии. – К.: Вища школа, 1977. – с. 9, 83-104.
4. *Найдыш В.М.* Номограммирование построений и реконструкции аксонометрических чертежей многомерных объектов / Прикладная геометрия и математика. – Мелитополь: МИ МСХ, 1967. – с. 67-75.
5. *Федорюк М.В.* Обыкновенные дифференциальные уравнения. М.: Наука, 1980. – с.33-41.
6. *Ренкас А.Г.* Визначення областей раціональної діяльності пожежної охорони // Прикладна геометрія та інженерна графіка. - К.:КНУБА, 2003. – Вип.72. - с. 142-145.

**THE DEFINITION OF PARAMETERS AREAS OF FIRE
SAFETY DYNAMIC CONTROL SYSTEM**

E.Martyn, A.Renkas

Summary

Questions of development of geometrical means of space K^3 for display of parameters areas of dynamic system with identical or similar qualitative laws are considered.