Секция «Дифференциальные уравнения, динамические системы и оптимальное управление»

Системы-хамелеоны автоматического управления

Кузнецова Оксана Игоревна
Аспирант
Тульский государственный университет, Тула, Россия
E-mail: Scream-lady@yandex.ru

В работе [1] была предложена следующая классификация аттракторов динамических систем, основанная на связи их областей притяжения и состояний равновесия: аттрактор называется самовозбуждающимся, если любая окрестность некоторого состояния равновесия системы пересекается с областью его притяжения, в противном случае аттрактор называется скрытым. Недавно в [2] было введено новое понятие "системы хамелеоны". Эти системы демонстрируют самовозбуждающиеся или скрытые аттракторы в зависимости от значений входящих в них параметров.

В настоящей работе предложен метод конструирования систем-хамелеонов вида

$$\frac{dx}{dt} = Ax + bf(\sigma,\varepsilon), \sigma = c^T x, (1)$$

A – n$\times n$ матрица, b и c – n - векторы, $f(\sigma,\varepsilon)$ скалярная функция, $\varepsilon \in [0,1]$ – параметр. Суть метода такова: на основании теорем, доказанных в [2], строится система вида (1) такая, что при малых $\varepsilon > 0$ она имеет легко обнаруживаемый самовозбуждающийся орбитально асимптотически устойчивый цикл. Численно отслеживается эволюция этого цикла при возрастании ε до 1. При некотором $\varepsilon \in (0,1)$ происходит бифуркация, при которой меняется тип аттрактора системы. При $\varepsilon = 1$ существующий аттрактор системы является скрытым.

Рассмотрим систему с обратной связью, содержащую параметр

$$\begin{gathered}\frac{dx}{dt} = Ax + b[\varepsilon\varphi(c^T x) + (1-\varepsilon)\psi(c^T x)],\\ \varphi(\sigma) = 15\,\mathrm{arctg}(\sigma) - 0.27\sigma, \psi(\sigma) = 0.9\,\mathrm{arctg}(\sigma),\\ A = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0\\ 0 & 0 & 1\\ 0 & -1 & -1\end{pmatrix}, b = \begin{pmatrix}0\\0\\1\end{pmatrix}, c = \begin{pmatrix}-19\\-3.5\\-3.2\end{pmatrix}.\end{gathered} \tag{2}$$

При $\varepsilon = 0$ система (2) имеет самовозбуждающийся цикл из окрестности (0,0,0). При $\varepsilon \approx 0.3327$ цикл становится скрытым. Начиная с $\varepsilon = 0.95$ наблюдается каскад удвоений периода цикла. При $\varepsilon = 0.995$ наблюдается хаотический аттрактор. При $\varepsilon = 1$ система (2) имеет три состояния равновесия и пару скрытых симметричных относительно начала координат хаотических аттракторов-близнецов с ляпуновскими показателями $\lambda_1 = 0.028, \lambda_2 = 0, \lambda_3 = -0.942$ и размерностью Каплана Йорке $D_{ky} = 2.030$.

В данной работе предложен метод синтезирования однопараметрических систем - хамелеонов вида (1).

Источники и литература

1) *Leonov G.A., Kuznetsov N.V, Vagaitsev V.I.* Localization of hidden Chua's attractors // Phys Lett. A., 2011. V. 375. P. 2230–2233.

2) *Rajagopal K, Akgul A, Jafari S, Karthikeyan A., Koyuncu I.* Chaotic chameleon: Dynamic analyses, circuit implementation, FPGA design and fractional-order form with basic analyses. // Chaos, Solitons and Fractals, 2017, V. 103. P. 476-487.