

МОДЕЛИ ГЕННЫХ СЕТЕЙ С НЕЛИНЕЙНОЙ ДЕГРАДАЦИЕЙ КОМПОНЕНТ

Кириллова Н.Е., Аюпова Н.Б.

Новосибирский государственный университет, Новосибирск
n.kirillova@g.nsu.ru, n.aiupova@g.nsu.ru

Рассматриваются трехмерная

$$\frac{dx_1}{dt} = L_1(x_3) - \Gamma_1(x_1); \quad \frac{dx_2}{dt} = L_2(x_1) - \Gamma_2(x_2); \quad \frac{dx_3}{dt} = L_3(x_2) - \Gamma_3(x_3) \quad (1)$$

и четырёхмерная динамические системы

$$\begin{aligned} \frac{dx_1}{dt} &= F_1(x_4) - \Gamma_1(x_1); \quad \frac{dx_2}{dt} = \gamma_2(x_1) - \Gamma_2(x_2); \\ \frac{dx_3}{dt} &= \gamma_3(x_2) - \Gamma_3(x_3); \quad \frac{dx_4}{dt} = \gamma_4(x_3) - \Gamma_4(x_4), \end{aligned} \quad (2)$$

моделирующие функционирование кольцевых генных сетей, аналогичных рассмотренным в [1, 2]. Неотрицательные переменные $x_j = x_j(t)$ обозначают концентрации веществ. Во всех уравнениях положительные слагаемые описывают скорости синтеза веществ, участвующих в реакциях, а вычитаемые — скорости их разложения. Скорости синтеза в (1) описываются гладкими монотонно убывающими положительными функциями L_j , $j = 1, 2, 3$, такими, что $\sup \Gamma_j > L_j(0)$ при всех j , а в (2) скорость синтеза компоненты с концентрацией $x_1(t)$ описывается монотонно убывающей положительной гладкой функцией $F_1(x_4)$, скорости синтеза остальных компонент моделируемой генной сети описываются монотонно возрастающими гладкими функциями γ_s , $s = 2, 3, 4$. Скорости разложения компонент описываются монотонно возрастающими гладкими ограниченными функциями Γ_j , для системы (2) предполагается, что $\Gamma_j(0) = 0$, $j = 1, 2, 3, 4$.

Для системы (1) доказана теорема существования цикла и проведены численные эксперименты, иллюстрирующие эту теорему. Полученные результаты, математические и численные, можно перенести и на динамические системы старших размерностей.

Для системы (2) найдены явные формулы нахождения стационарной точки, а также сформулирована и доказана теорема существования цикла.

Работа проводилась при частичной поддержке РНФ, проект 23-21-00019.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Likhoshvai V.A., Golubyatnikov V.P., Khlebodarova T.M.* Limit cycles in models of circular gene networks regulated by negative feedback loops // BMC bioinformatics, 2020, V. 21(11), P. 1 – 15.
2. *Glass L., Pasternack J.S.* Stable oscillations in mathematical models of biological control systems // Journal of Mathematical Biology, 1978, V. 6, P. 207 – 223.