

ФОРМИРОВАНИЕ ТОРА И РЕЗОНАНСНЫХ ЦИКЛОВ ПРИ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ ДВУХ ОДИНАКОВЫХ 3-Х МЕРНЫХ КОЛЬЦЕВЫХ ОСЦИЛЛЯТОРОВ.

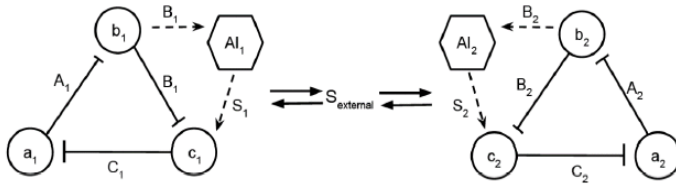
Волков Е.И., Сухоруков Н.И.

Физический институт академии наук имени П.Н. Лебедева.
Россия. 119991 Москва, Ленинский проспект, д.53.
Email: volkov@td.lpi.ru, sukhni@mail.ru

Рассматривается взаимодействие 2-х одинаковых кольцевых осцилляторов, описываемых следующей системой уравнений, предложенных в работе (1).

$$\begin{aligned} \frac{dA_1}{dt} &= \beta_1 \left(-A_1 + \frac{\alpha}{1+C_1^n} \right) & \frac{dA_2}{dt} &= \beta_1 \left(-A_2 + \frac{\alpha}{1+C_2^n} \right) \\ \frac{dB_1}{dt} &= \beta_2 \left(-B_1 + \frac{\alpha}{1+A_1^n} \right) & \frac{dB_2}{dt} &= \beta_2 \left(-B_2 + \frac{\alpha}{1+A_2^n} \right) \\ \frac{dC_1}{dt} &= \beta_3 \left(-C_1 + \frac{\alpha}{1+B_1^n} + \frac{\kappa S_1}{1+S_1} \right) & \frac{dC_2}{dt} &= \beta_3 \left(-C_2 + \frac{\alpha}{1+B_2^n} + \frac{\kappa S_2}{1+S_2} \right) \\ \frac{dS_1}{dt} &= -k_{s0} S_1 + k_{s1} B_1 - \eta(S_1 - S_{ext}) & \frac{dS_2}{dt} &= -k_{s0} S_2 + k_{s1} B_2 - \eta(S_2 - S_{ext}) \end{aligned}$$

Каждый осциллятор состоит из 3-х нелинейных элементов, соединенных в кольцо, каждый элемент однонаправленно подавляет активность последующего (см. Рис). Взаимодействие между осцилляторами строится по аналогии с механизмом «чувства плотности» (2), который используется бактериями и осуществляется путем



обмена сигнальными молекулами S_i .

Предполагается, что обмен молекулами S_i между контурами происходит «мгновенно» и дифференциальные уравнениями для S_1 ,

S_2 можно редуцировать до:

$$S_1 = \frac{1}{2} k_{s1} \left[\frac{B_1 + B_2}{k_{s0} + \eta - \eta Q} + \frac{B_1 - B_2}{k_{s0} + \eta} \right] \quad S_2 = \frac{1}{2} k_{s1} \left[\frac{B_1 + B_2}{k_{s0} + \eta - \eta Q} - \frac{B_1 - B_2}{k_{s0} + \eta} \right]$$

Будет показано, что данная система демонстрирует большое количество динамических режимов, начиная с противофазного предельного цикла и до образования квазипериодического режима с большим числом резонансных циклов с различными числами вращения, некоторые из которых могут порождать хаос.

Работа частично поддержана грантами РФФИ: №18-31-00411, №17-01-00070.

Литература

1. Hellen, E.H., Volkov, E. Flexible dynamics of two quorum-sensing coupled repressilators (2017) Physical Review E, 95 (2), art. no. 022408
2. Potapov, I., Zhurov, B., Volkov, E. "Quorum sensing" generated multistability and chaos in a synthetic genetic oscillator. (2012) Chaos (Woodbury, N.Y.), 22 (2), p. 023117.