

УДК 519.21, 517.957, 519.62, 536.75

**ВЛИЯНИЕ ВНЕШНЕГО ШУМА НА ЭВОЛЮЦИЮ  
СЕГМЕНТИРОВАННЫХ СПИРАЛЕЙ**

Шаповалова Е. А., Курушина С. Е.

Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика  
С. П. Королёва (национальный исследовательский университет), г. Самара

Для исследования механизмов формирования сегментированных волн в активных средах была изучена диссертация Бориной М.Ю. по теме: «Исследование механизмов формирования пространственно-временных структур в реакционно-диффузионных системах».

Рассмотрен случай, когда некоторая распределённая система представляет собой объединение двух подсистем, одна из которых соответствует возбудимой активной среде, а другая потенциально (при соответствующих параметрах) обладает тьюринговской неустойчивостью.

Для численного моделирования использовался метод переменных направлений в квадратной области с нулевыми потоками на границах. В качестве начальных условий для первой подсистемы использовался отрезок плоской волны со свободным концом, для второй подсистемы – однородное распределение, возмущённое случайным шумом.

Возьмём в качестве первой подсистемы модель ФитцХью-Нагумо, а в качестве второй – модель Брюсселятор. Рассмотрим случай, когда параметр  $b$  модели Брюсселятор линейно зависит от активаторной переменной  $u$  модели ФитцХью-Нагумо.

Тогда система будет иметь следующий вид:

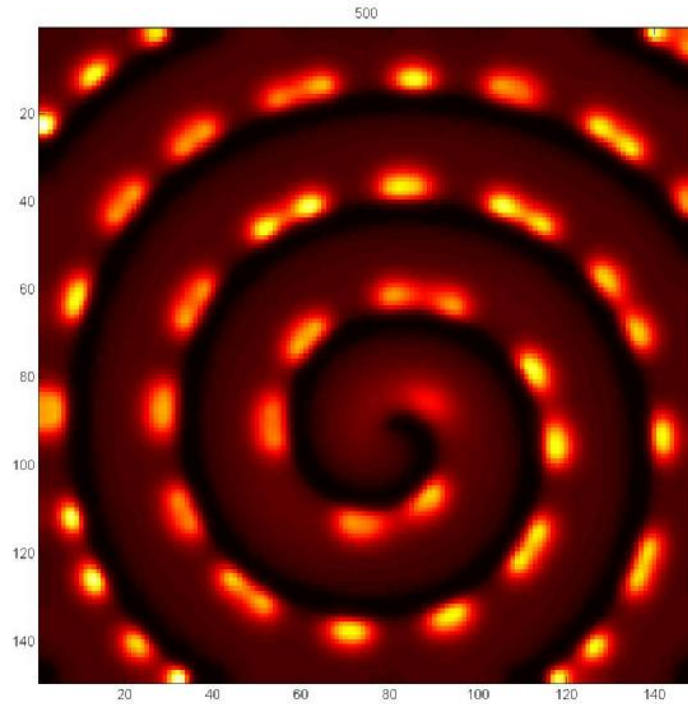
$$\begin{cases} \frac{du}{dt} = u - \frac{u^3}{3} - v + D_F \nabla^2 u, \\ \frac{dv}{dt} = (u - \gamma v + \delta) \varepsilon, \\ \frac{dx}{dt} = a - (b(u) + 1)x + x^2 y + \nabla^2 x, \\ \frac{dy}{dt} = b(u)x - x^2 y + D_B \nabla^2 y, \end{cases} \quad (1)$$

где  $b(u) = \begin{cases} b_c + \Delta \cdot u, u \geq 0 \\ b_c, u < 0 \end{cases}$ ,  $b_c$  – значение параметра  $b$ , соответствующее бифуркации

Тьюринга.

Результаты численного моделирования для системы (1) изображены на рис. 1. На рисунке показано пространственное распределение активаторной переменной потенциально неустойчивой по Тьюрингу подсистемы (в данном случае модели Брюсселятор).

Гладкая спиральная волна, развивающаяся в возбудимой подсистеме под действием неустойчивости во второй подсистеме, начинает дробиться.



*Рис. 1. Развитие одиночной сегментированной спирали (переменная  $x$ ).  
Размер области  $150 \times 150$ . Параметры модели:  $\varepsilon=0.09$ ,  $\gamma=0,5$ ,  $\delta=0,7$ ,  $D_F=0,1$ ,  
 $a=2$ ,  $D_B=100$ ,  $b_c=1,25$ ,  $\Delta=2$*

В результате проведённых численных экспериментов можно заключить, что при воздействии внешнего шума на систему структуры Тьюринга подавляются спиральной волной и притягиваются к ней.