

# ДВИЖЕНИЕ КИНКА В ПОЛЕ ЧАСТОТНО-МОДУЛИРОВАННОЙ ВНЕШНЕЙ СИЛЫ В УСЛОВИЯХ ДИССИПАЦИИ

Даукаев Т.Р., Закирьянов Ф.К.

Башкирский государственный университет,  
Россия, 450074, г. Уфа, ул. Заки Валиди, 32, (347)22-99-645, timurdaukaev@gmail.com

Модифицированное с учётом диссипации и внешнего воздействия уравнение синус-Гордона

$$u_{tt} - u_{xx} + \sin u = -\beta u_t + F(t) \quad (1)$$

имеет множество физических приложений, в том числе в нелинейной физике, биофизике и наноэлектронике. Движением кинка такого МУСГ можно управлять с помощью периодического внешнего воздействия. Наибольший интерес с точки зрения возможностей управления представляют случаи малых коэффициентов диссипации  $\beta$  и частотно-модулированной внешней силы с малой амплитудой  $A_0$ .

Если рассматривать силу вида  $F(t) = A_0 f(t)$ , где амплитуда  $f(t)$  равна 1, то с помощью метода Маклафлина-Скотта [1] можно получить следующее выражение для скорости кинка:

$$v(t) = \frac{x(t)}{\sqrt{1 + x^2(t)}}, \text{ где } x(t) = e^{-\beta t} \left( v_0 \gamma_0 + \frac{\pi A_0}{4} \int_0^t e^{\beta \tau} f(\tau) d\tau \right) \quad (2)$$

Функция  $f(t)$  в случае частотно-модулированной внешней силы имеет вид:

$$f(t) = \cos(\omega_0 t + A_1 \cos \omega_1 t) \quad (3)$$

Зависимость скорости кинка от времени представляет собой незатухающие осцилляции в окрестностях кривой тренда.

Для исследования динамики кинка была написана программа, с помощью которой можно получить графики положения кинка и его скорости, а также получить кривую тренда для скорости (т. н. скорость тренда [1]). В дальнейшем также планируется добавить возможность приостановить вычисление в любой момент времени, чтобы изменить параметры внешней силы.

Вычисление положения и скорости кинка основано на решении системы уравнений, полученной с помощью метода Маклафлина-Скотта

$$\begin{cases} \dot{x} = v \\ \dot{v} = -\beta v(1 - v^2) + \frac{\pi}{4}(1 - v^2)^{3/2} F(t) \end{cases} \quad (4)$$

Решение ищется с помощью метода Рунге-Кутты 4 го порядка.

## Литература

1. Шаповалов А.В., Краснобаева Л.А. Солитоны уравнения синус Гордона. – Томск: Томский государственный университет, 2009. 192 стр.