

Динамика двух скалярных полей в модели с потенциалом, обладающим седловой точкой

Выполнил: Мурыгин Б.С.

Научный руководитель: Кириллов А.А

2019

Введение

- ▶ Модели инфляции с несколькими полями могут включать потенциалы сложного вида .
- ▶ Такие потенциалы могут иметь несколько минимумов, а также максимумов.
- ▶ В таких потенциалах возможно формирование топологических дефектов — солитонов.

Модель

Плотность Лагранжиана

$$\mathcal{L} = \frac{1}{2} g_{\mu\nu} (\partial_\mu \partial_\nu \varphi + \partial_\mu \partial_\nu \chi) - \mathcal{V}(\varphi, \chi)$$

$$\mathcal{V} = d(\varphi^2 + \chi^2) + a \exp[-b(\varphi - \varphi_0)^2 - c(\chi - \chi_0)^2]$$

Параметры: $a = 70$, $b = 1$, $c = 1$, $d = 1$, $\varphi_0 = -5$, $\chi_0 = 0$

Модель

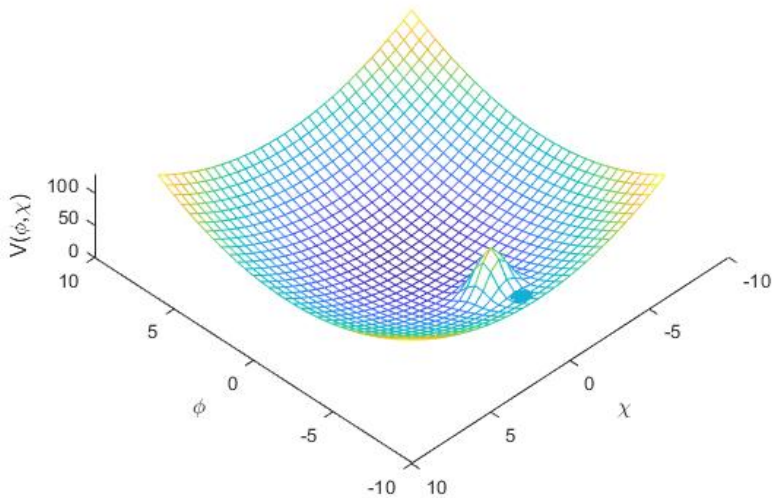
Начальные условия:

$$\begin{cases} \varphi(x, y, 0) = \mathcal{R} \cos \Theta + l_1, \\ \chi(x, y, 0) = \mathcal{R} \sin \Theta + l_2, \\ \varphi_t(x, y, 0) = 0, \\ \chi_t(x, y, 0) = 0, \end{cases}$$

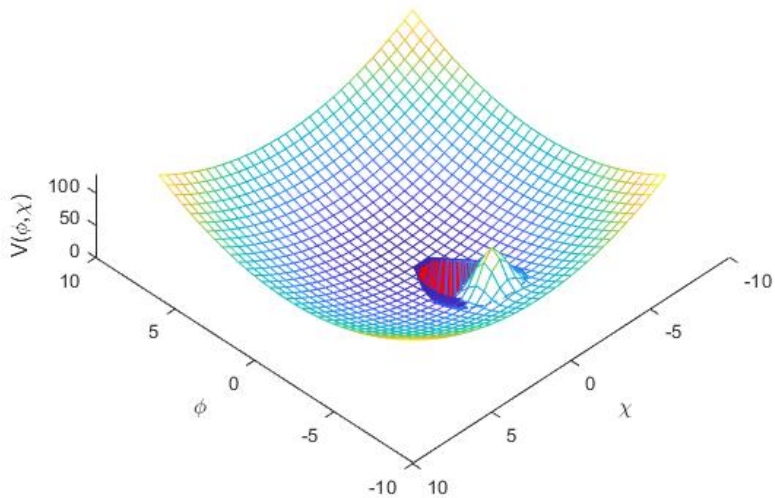
$$\begin{cases} \mathcal{R}(r) = \frac{\mathcal{R}_0}{\cosh \frac{r_0}{r}}, \\ \Theta = \theta. \end{cases}$$

$$\mathcal{R}_0 = 0,5, \quad l_1 = -7, \quad l_2 = 0, \quad r_0 = 1$$

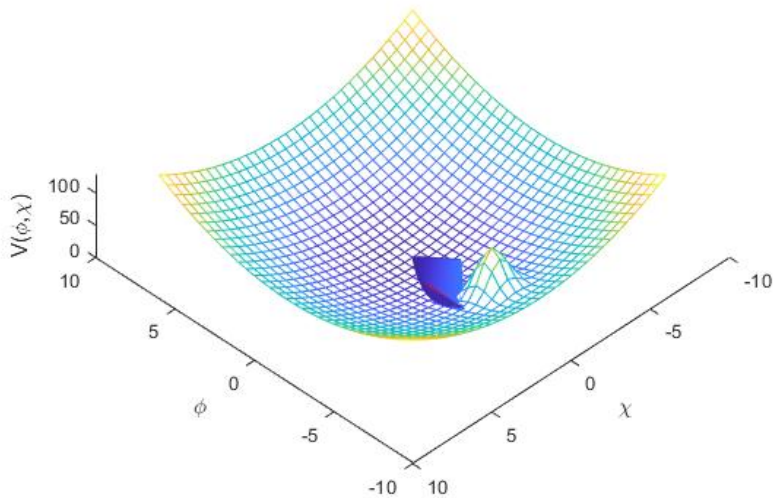
Результаты



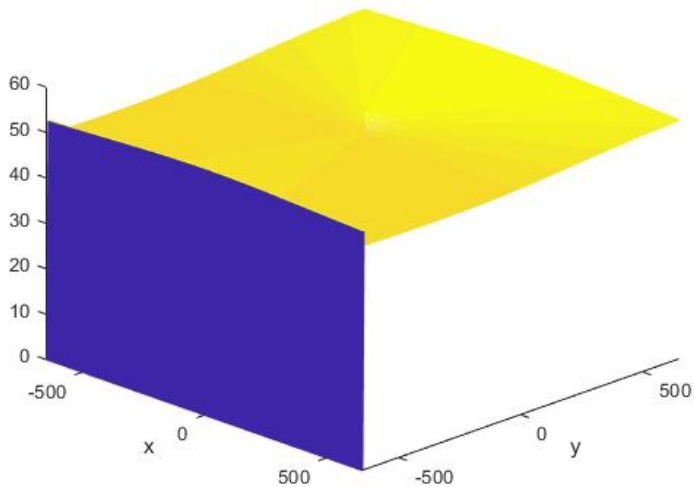
Результаты



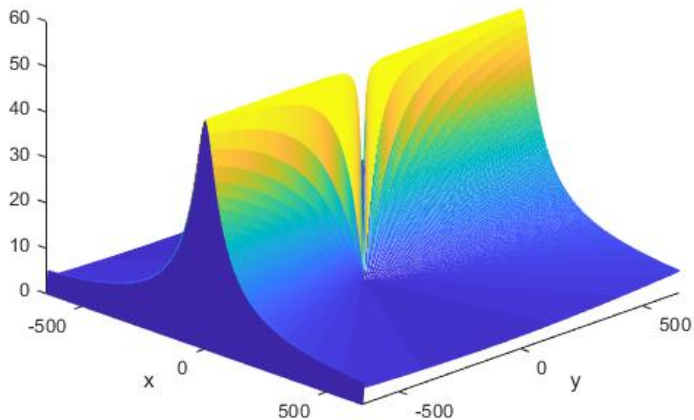
Результаты



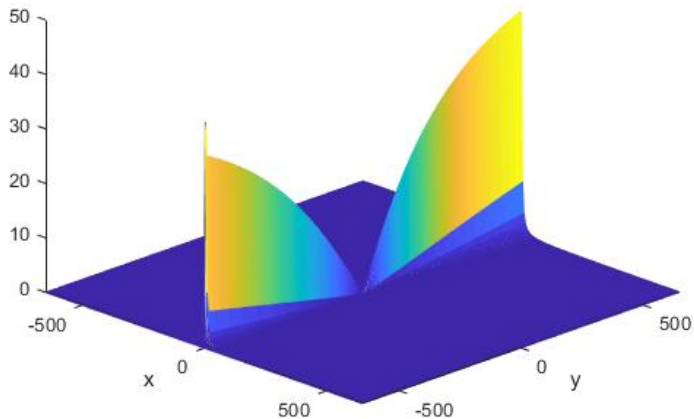
Плотность энергии



Плотность энергии



Плотность энергии



Заключение

- ▶ Наличие седловой точки позволяет ожидать образования солитонов .
- ▶ Однако в ходе численного моделирования возникли технические трудности связанные с решением уравнений в частных производных.
- ▶ Предположительно, некорректное поведение решений связано с низким пространственным разрешением.

Планы:

- ▶ Изменение разностной схемы решения уравнений.
- ▶ Получение условий при которых возможно образование солитонов в данной модели.

Уравнения полученные из Лагранжиана

$$\begin{cases} \varphi_{tt} - 3H\varphi_t - \varphi_{xx} - \varphi_{yy} = -\frac{\partial\mathcal{V}}{\partial\varphi}, \\ \chi_{tt} - 3H\chi_t - \chi_{xx} - \chi_{yy} = -\frac{\partial\mathcal{V}}{\partial\chi}. \end{cases}$$

Граничные условия

$$-\infty \leq x \leq \infty, -\infty \leq y \leq \infty$$

$$\begin{cases} \varphi_x(\pm\infty, y, t) = 0, \\ \varphi_y(x, \pm\infty, t) = 0. \end{cases} \quad \begin{cases} \chi_x(\pm\infty, y, t) = 0, \\ \chi_y(x, \pm\infty, t) = 0. \end{cases}$$