

УДК 530.12:531.51:519.711.3

DOI: 10.17223/00213411/62/5/37

Ю.Г. ИГНАТЬЕВ

# ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ЕВКЛИДОВЫМ ЦИКЛАМ В КОСМОЛОГИЧЕСКИХ МОДЕЛЯХ, ОСНОВАННЫХ НА СКАЛЯРНЫХ ПОЛЯХ

На основе полученных уравнений энергетического баланса для скалярных полей в космологических моделях подтверждено предположение автора о существовании предельных Евклидовых циклов в космологических моделях, основанных на скалярных полях с потенциалом типа Хиггса.

**Ключевые слова:** космологическая модель, асимметричный скалярный дублет, предельные Евклидовы циклы.

## 1. Базовые соотношения космологической модели

В работах [1–8] были исследованы космологические модели, основанные на классических и фантомных скалярных полях с потенциалами типа Хиггса. В этих работах на основе качественного и численного анализа было высказано предположение о возможности существования так называемых предельных Евклидовых циклов, к которым может стремиться космологическая эволюция. В предлагаемой работе на основе полученных уравнений баланса энергии полей мы внесем ясность в этот вопрос.

В безразмерных переменных замкнутая система обыкновенных дифференциальных уравнений, описывающих космологическую эволюцию асимметричного скалярного дублета в случае пространственно-плоской Вселенной имеет вид [1]

$$3\frac{a'^2}{a^2} = \left( \Phi'^2 + e\Phi^2 - \frac{\alpha_m}{2}\Phi^4 \right) - \left( \varphi'^2 - \varepsilon\mu^2\varphi^2 + \frac{\beta_m}{2}\varphi^4 \right) + \lambda_m; \quad (1)$$

$$\Phi'' + 3\frac{a'}{a}\Phi' + e\Phi - \alpha_m\Phi^3 = 0; \quad (2)$$

$$\varphi'' + 3\frac{a'}{a}\varphi' - \varepsilon\mu^2\varphi + \beta_m\varphi^3 = 0, \quad (3)$$

где  $e, \varepsilon = \pm 1$ ;

$$\lambda_m \equiv \frac{\lambda}{m^2}, \quad \alpha_m \equiv \frac{\alpha}{m^2}, \quad \beta_m \equiv \frac{\beta}{m^2}, \quad \mu \equiv \frac{m}{m};$$

$\alpha, \beta$  – константы самодействия для классического и фантомного полей;  $m, m$  – массы этих полей соответственно;  $\lambda$  – космологическая постоянная; штрихом обозначены производные по безразмерной временной переменной  $\tau$ , связанной с физическим временем  $t$  соотношением

$$\tau = mt.$$

В круглых скобках (1) выделены вклады в суммарную плотность энергии классического ( $\mathcal{E}_c$ ) и фантомного ( $\mathcal{E}_p$ ) полей соответственно:

$$\mathcal{E}_c = m^2 \left( \Phi'^2 + e\Phi^2 - \frac{\alpha_m}{2}\Phi^4 \right), \quad \mathcal{E}_p = m^2 \left( -\varphi'^2 + \varepsilon\mu^2\varphi^2 - \frac{\beta_m}{2}\varphi^4 \right),$$

$$p_c = m^2 \left( \Phi'^2 - e\Phi^2 + \frac{\alpha_m}{2}\Phi^4 \right), \quad p_p = m^2 \left( -\varphi'^2 - \varepsilon\mu^2\varphi^2 + \frac{\beta_m}{2}\varphi^4 \right).$$

Вводя, согласно [1], потенциальную энергию классического ( $V(\Phi)$ ) и фантомного ( $v(\varphi)$ ) полей

$$V(\Phi) = -\frac{\alpha}{4} \left( \Phi^2 - e\frac{m^2}{\alpha} \right)^2, \quad v(\varphi) = -\frac{\beta}{4} \left( \varphi^2 - \varepsilon\frac{m^2}{\beta} \right)^2, \quad (4)$$

Уважаемые читатели!

Доступ к полнотекстовой версии журнала  
**«Известия высших учебных заведений. Физика»**  
осуществляется на платформе  
Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU  
на платной основе:

<https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=7725>