

УДК 530.12:531.51:519.711.3

DOI: 10.17223/00213411/62/4/55

Ю.Г. ИГНАТЬЕВ, А.Р. САМИГУЛЛИНА

О ПРЕДЕЛЬНЫХ ЕВКЛИДОВЫХ ЦИКЛАХ В КОСМОЛОГИЧЕСКИХ МОДЕЛЯХ, ОСНОВАННЫХ НА СКАЛЯРНЫХ ПОЛЯХ*

Проведен детальный анализ фазовых траекторий космологических моделей, основанных на классических и фантомных скалярных полях вблизи поверхностей нулевой эффективной энергии. Исследование дифференциальных параметров сближения фазовых траекторий с границей поверхности нулевой энергии показывает, что фазовые траектории за конечное время сливаются с фазовыми траекториями свободных колебаний, соответствующих нулевой эффективной энергии. Это подтверждает предположение, сформулированное в ряде предшествующих работ одним из авторов о существовании предельных евклидовых циклов в космологических моделях, основанных на скалярных полях с хиггсовым потенциалом взаимодействия.

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

Введение

В [1] была предложена и частично исследована космологическая модель, основанная на асимметричном скалярном дублете, то есть система, состоящая из двух скалярных полей, классического (Φ) и фантомного (ϕ) с потенциалом типа Хиггса. В [2–8] было проведено всестороннее качественное и численное моделирование космологической модели, основанной на классическом и фантомном скалярных полях. Результаты этих исследований позволили одному из авторов** выдвинуть предположение о существовании в таких моделях предельных евклидовых циклов с эффективной нулевой энергией, к которым стремится система в будущем (классическое поле) либо в прошлом (фантомное поле). При этом Вселенная становится глобально евклидовой, хотя скалярные поля отличны от нуля и осциллируют, находясь в устойчивом динамическом равновесии. Поскольку вопрос о существовании предельных евклидовых циклов чрезвычайно важен для космологии, в данной работе мы более подробно исследуем эту возможность. При этом, как и в ряде предыдущих статей, мы будем проводить численное моделирование с помощью расширенного авторского пакета программ DifEqTools, специально предназначенного для исследования нелинейных динамических систем [9].

1. Основные соотношения космологической модели, основанной на асимметричном скалярном дублете

Функция Лагранжа скалярного дублета, состоящего из классического и фантомного скалярных полей с самодействием в форме Хиггса с минимальной связью, имеет вид [1]

$$L = \frac{1}{8\pi} (g^{ik} \Phi_{,i} \Phi_{,k} - 2V(\Phi)) - \frac{1}{8\pi} (g^{ik} \phi_{,i} \phi_{,k} + 2v(\phi)), \quad (1)$$

где

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

– потенциальная энергия Хиггса соответствующих скалярных полей; α и β – константы их самодействия; m и m – их массы квантов.

Динамические уравнения космологической модели, основанной на асимметричном скалярном дублете, имеют следующий вид:

$$\begin{aligned} \Phi' &= Z, \\ Z' &= -\sqrt{3}Z \sqrt{E_m(\Phi, Z, \phi, z)} - e\Phi + \alpha_m \Phi^3, \end{aligned}$$

* The work is performed according to the Russian Government Program of Competitive Growth of Kazan Federal University.

** Ю.Г. Игнатьев.

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>