ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ
Т. 64, № 5 ФИЗИКА 2021

УДК 530.12:531.51:519.711.3 DOI: 10.17223/00213411/64/5/147

Ю.Г. ИГНАТЬЕВ, А.Р. САМИГУЛЛИНА

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЛНОЙ МОДЕЛИ КОСМОЛОГИЧЕСКОЙ ЭВОЛЮЦИИ КЛАССИЧЕСКОГО СКАЛЯРНОГО ПОЛЯ С ХИГГСОВЫМ ПОТЕНЦИАЛОМ. II. ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ *

Проведено исследование и компьютерное моделирование полной модели космологической эволюции классического скалярного поля с Хиггсовым потенциалом без предположения о неотрицательности постоянной Хаббла. Показано, что в большинстве случаев начальных условий космологическая модель переходит из стадии расширения на стадию сжатия. Таким образом, космологические модели, основанные на классическом поле Хиггса, неустойчивы по отношению к конечным возмущениям.

Ключевые слова: *космологические модели, поля Хиггса, гиперповерхности Эйнштейна – Хиггса, глобальное поведение.*

1. Динамическая система и замечания к задаче Коши

В первой части работы [1] были сформулированы основные математические соотношения космологической модели, основанной на классическом скалярном Хиггсовом поле. Это, во-первых, – нормальная автономная система дифференциальных уравнений

$$\Phi' = Z\ ; \tag{1}$$

$$Z' = -3hZ - e\Phi + \alpha_m \Phi^3\ ; \tag{2}$$

$$h' = -3h^2 + \frac{e\Phi^2}{2} - \frac{\alpha_m \Phi^4}{4} + \lambda_m\ , \tag{3}$$

где производные берутся по времени $\tau = mt$ в комптоновских единицах; $\lambda = \lambda_0 - m^4/4\alpha_m$; остальные обозначения см. в [1]. Во-вторых, это – уравнение гиперповерхности Эйнштейна – Хиггса, являющееся, по сути, с одной стороны, уравнением Эйнштейна $^4_4$, с другой стороны – первым интегралом динамической системы (1) – (3):

$$3h^2 - \frac{Z^2}{2} - \frac{e\Phi^2}{2} + \frac{\alpha_m \Phi^4}{4} - \lambda_m = 0. \tag{4}$$

В третьих, это – соотношения для физических характеристик космологической модели: инвариантного космологического ускорения

$$\Omega \equiv \frac{a\ddot{a}}{\dot{a}^2} \equiv 1 + \frac{\dot{H}}{H^2}, \tag{5}$$

инвариантной кривизны пространства Фридмана

$$\sigma \equiv \sqrt{R_{ijkl}R^{ijkl}} = H^2\sqrt{6\left(1+\Omega^2\right)} \equiv \sqrt{6}\sqrt{H^4 + (H^2+\dot{H})^2} \geqslant 0, \tag{6}$$

эффективной энергии динамической системы

$$\mathcal{E}_m\left(\Phi, Z\right) = \frac{Z^2}{2} + \frac{e\Phi^2}{2} - \frac{\alpha_m \Phi^4}{4} + \lambda_m \geqslant 0\ . \tag{7}$$

Наконец, в-четвертых, это – некоторые дифференциальные соотношения между динамическими переменными, являющиеся следствием полной системы уравнений Эйнштейна и скалярного поля Хиггса, в частности эквивалентная форма уравнения (5)

* This paper has been supported by the Kazan Federal University Strategic Academic Leadership Program.

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