УДК 530.12:531.51:519.711.3

DOI: 10.17223/00213411/64/3/136

Ю.Г. ИГНАТЬЕВ, А.Р. САМИГУЛЛИНА

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЛНОЙ МОДЕЛИ КОСМОЛОГИЧЕСКОЙ ЭВОЛЮЦИИ КЛАССИЧЕСКОГО СКАЛЯРНОГО ПОЛЯ С ХИГГСОВЫМ ПОТЕНЦИАЛОМ. I. АНАЛИЗ МОДЕЛИ *

Проведено исследование и компьютерное моделирование полной модели космологической эволюции классического скалярного поля с Хиггсовым потенциалом без предположения о неотрицательности постоянной Хаббла. Проведены качественный анализ соответствующей динамической системы и классификация гиперповерхностей Эйнштейна – Хиггса, топология которых определяет глобальные свойства фазовых траекторий космологической модели.

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

Введение

В ряде последних работ [1–4] одним из авторов было сформулировано предположение о возможности существования так называемых *предельных Евклидовых циклов* в космологических моделях, основанных как на классических, так и на фантомных скалярных полях. Суть явления Евклидовых циклов заключается в стремлении космологических моделей при определенных параметрах полевой модели к состоянию с нулевой эффективной энергией. При этом пространство-время становится псевдоевклидовым, хотя скалярные поля отличны от нуля и совершают свободные нелинейные колебания. Это предположение было сформулировано на основе анализа большого числа как качественных, так и численных исследований космологических моделей со скалярными полями (см., например, [5–7], кроме цитированных в них работ). Мы не будем в рамках данной статьи приводить обзор работ по космологическим моделям со скалярными полями других авторов, не относящихся непосредственно к существу исследования. Такой достаточно подробный обзор можно найти в [1, 4]. В работах авторов [8, 9] были изучены детали явления Евклидовых циклов, в частности спектр нелинейных колебаний, обнаруживающий черты теплового спектра.

Заметим, что все указанные работы основывались на динамических системах, в которых постоянная Хаббла $H(t)$ подставлялась из уравнения Эйнштейна $\frac{4}{4}$, как его *неотрицательный* корень, что позволяло понизить на единицу размерность динамической системы. Однако в работе [10] было показано, что *предположение о неотрицательности $H(t)$* может противоречить полной системе динамических уравнений, сформулированной в указанной работе. В [10] было проведено предварительное исследование полной динамической системы, в частности, проведен ее качественный анализ и показано, что динамическая система, основанная на классическом поле Хиггса, в процессе космологической эволюции может переходить из стадии расширения на стадию сжатия. Это совершенно неожиданное свойство исследуемой космологической модели нуждается в дополнительном более детальном исследовании. Кроме того, необходимо более тщательно исследовать фазу перехода модели со стадии расширения на стадию сжатия, когда реализуются нулевые и близкие к нулевым значения постоянной Хаббла и геометрия становится близкой к псевдоевклидовой. Исследованию этих вопросов для космологических моделей, основанных на классическом скалярном поле Хиггса, и посвящена данная работа.

1. Математическая модель

1.1. Базовые отношения

Опишем, согласно [10], базовые соотношения математической модели космологической эволюции классического скалярного Хиггсова поля и ее основные свойства. В качестве полевой модели рассмотрим самосогласованную систему уравнений Эйнштейна и классического скалярного поля Φ с потенциалом Хиггса, которому соответствует функция Лагранжа

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

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>