

**ФИЗИКА ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ И ТЕОРИЯ ПОЛЯ**

УДК 530.12:531.551

DOI: 10.17223/00213411/63/9/26

*А.Н. МАКАРЕНКО<sup>1</sup>, А.В. ТИМОШКИН<sup>2</sup>*

**ГОЛОГРАФИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ РАННЕЙ ВСЕЛЕННОЙ**

Голографический принцип применяется к описанию Вселенной на ранней стадии ее эволюции. В качестве примера изучается космологическая модель с отскоком с последующим переходом к ранней стадии инфляции. Исследуются космологические модели вязкой жидкости с обобщенным уравнением состояния в терминах голографического обрезания, предложенного Ноджири и Одинцовым. В рамках этих моделей вычисляется инфракрасный радиус в терминах горизонта частиц или горизонта событий. Получены законы сохранения энергии с голографической точки зрения. Вязкая жидкость, описывающая отскок и раннюю инфляцию, представлена как обобщенная голографическая энергия.

*Ключевые слова:* инфляция, космология с отскоком, голографический принцип, объемная вязкость.

**Введение**

Один из способов объяснения ускоренного расширения поздней Вселенной связан с голографической темной энергией [1]. Происхождение голографического принципа объясняется термодинамикой черных дыр и теорией струн. Обобщенная голографическая модель темной энергии с обрезанием была предложена Ноджири – Одинцовым [2]. Исследования с применением голографического принципа проводились в основном в космологии поздней Вселенной [3]. Голографическое описание темной энергии представляет интерес с феноменологической точки зрения [4, 5], так как оно согласуется с результатами астрономических наблюдений [6, 7]. Голографическое описание применялось также для описания ранней Вселенной, включая инфляцию [8] и космологию с отскоком [9]. Разработке различных подходов и обобщений голографической темной энергии посвящены обзоры [10–12].

Согласно голографическому принципу все физические величины внутри Вселенной, включая плотность темной энергии, могут быть описаны некоторыми значениями на границе пространства-времени [13, 14]. Плотность голографической темной энергии можно рассчитать с помощью параметров: массы Планка  $M_p$  и некоторой характеристической длины  $L_{IR}$  (инфракрасного радиуса) [1]:

$$\rho_{de} = 3c^2 M_p^2 L_{IR}^{-2}, \tag{1}$$

где  $c$  – произвольный параметр.

В настоящее время нет точных рекомендаций для выбора параметра  $L_{IR}$ , поэтому в качестве инфракрасного радиуса можно взять размер горизонта частиц  $L_p$  или размер горизонта событий  $L_f$  [2]:

$$L_p(t) \equiv a(t) \int_0^t \frac{dt'}{a(t')}, \quad L_f(t) \equiv a(t) \int_t^\infty \frac{dt'}{a(t')}. \tag{2}$$

В общем случае инфракрасный радиус может быть функцией комбинации  $L_p$ ,  $L_f$  и их производных [12] или горизонта Хаббла, масштабного фактора  $a(t)$  и его производных [3].

В представленной работе голографический принцип применяется к описанию ранней Вселенной. Рассматривается одна из базовых моделей космологии с отскоком [15] и последующая начальная стадия инфляционной Вселенной. Предполагается, что отскок и инфляция имеют голографическое происхождение и описываются физической жидкостью, в которой учитывается свойство объемной вязкости. Включение свойства вязкости связано с тем обстоятельством, что оно позволяет достичь лучшего соответствия между теоретическими моделями и данными астрономических наблюдений [16, 17].

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>