

ФИЗИКА ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ И ТЕОРИЯ ПОЛЯ

УДК 530.12:531.551

DOI: 10.17223/00213411/64/9/128

ВЛИЯНИЕ ТЕПЛООВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ
НА СИНГУЛЯРНОЕ ПОВЕДЕНИЕ ВСЕЛЕННОЙА.Н. Макаренко¹, А.В. Тимошкин^{1,2}¹ Томский государственный педагогический университет, г. Томск, Россия² Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, г. Томск, Россия

Рассматриваются космологические модели с неоднородными вязкими жидкостями с логарифмическим уравнением состояния во Вселенной Фридмана – Леметра – Робертсона – Уокера. Исследуется влияние тепловых эффектов, вызванных излучением Хокинга на видимом горизонте Вселенной, на изменение типа сингулярности темной Вселенной. Показано, что под влиянием теплового излучения с учетом свойства вязкости темной жидкости возможно качественное изменение типа сингулярности Большой разрыв, которое может привести к отсутствию во Вселенной сингулярности вообще.

Ключевые слова: темная энергия, излучение Хокинга, сингулярность, вязкая темная жидкость.

В 1998 г. с помощью данных астрономических наблюдений, полученных независимо в лабораториях А. Рисса и С. Перлмуттера, было доказано, что Вселенная быстро расширяется. В связи с этим большой интерес представляет изучение природы темной энергии, которая ответственна за ускорение космического расширения [1–3]. Одним из свойств фантомной темной энергии является феномен сингулярности Большого разрыва в будущем [4]. Это наиболее разрушительный тип сингулярности, когда масштабный фактор и функция Хаббла стремятся к бесконечности за конечное время, называемое временем разрыва t_s . В этом случае Вселенная расширяется очень быстро, и любой протяженный объект будет разрушен приливной силой за несколько миллионов лет до достижения времени разрыва. Заметим, что это рассмотрение имеет чисто классический характер.

В эпоху темной энергии Вселенную можно качественно описать с помощью экзотической жидкости с отрицательным давлением, удовлетворяющей необычному уравнению состояния с эффективным параметром ω_{eff} . Экспериментальное значение эффективного параметра уравнения состояния определено с недостаточной точностью и находится в следующих пределах $\omega_{\text{eff}} = 1.04_{-0.10}^{+0.09}$ [5]. Вследствие этого нельзя однозначно определить фазу эволюции, в которой находится современная Вселенная.

С физической точки зрения следует ожидать, что возрастание функции Хаббла приведет к повышению температуры. При высоких температурах, особенно вблизи сингулярности, должно появиться тепловое излучение. Тепловое излучение связано с излучением Хокинга, которое эффективно генерируется на видимом горизонте Вселенной Фридмана – Леметра – Робертсона – Уокера [6]. Излучение Хокинга проявляется в черных дырах и связано с существованием видимого горизонта черной дыры, а также видимого горизонта космических событий в пространстве де Ситтера. Излучение Хокинга в тепловом спектре появляется в поздней Вселенной при высоких температурах незадолго до ее разрыва. Учет теплового излучения позволяет качественно изменить классическое описание и дать более реалистичную картину будущего Вселенной.

Влияние теплового излучения на формирование сингулярностей изучалось в работе [7]. Установлено, что из-за тепловых эффектов для сингулярных Вселенных I, III типов, как и для Вселенной с Малым разрывом, происходит качественное изменение сингулярности. Сингулярности такого типа превращаются в сингулярности II типа. В сингулярных Вселенных II и IV типов не происходит качественного изменения конечного состояния.

Модель невязкой жидкости в космологии представляет идеализированный случай. Включение свойства вязкости жидкости значительно расширяет универсальность теории. Вязкие жидкости можно рассматривать как подкласс обобщенных жидкостей. Влияние вязкости необходимо учитывать при рассмотрении турбулентности [8]. Турбулентные эффекты могут возникать, когда кос-

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>