

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

о диссертации Хуршудяна Мартироса Жораевича
«Феноменологические модели и ускоренное расширение Вселенной»,
представленной на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук
по специальности 01.04.02 – Теоретическая физика

В диссертационной работе Хуршудяна М.Ж. предложены новые космологические модели и механизмы параметризации скрытой массы, позволяющие реалистично описать ускоренное расширение современной Вселенной. В частности, исследованы новые модификации призрачной темной энергии, построена меняющаяся политропная жидкость, также рассмотрена голографическая модель темной энергии типа Ноджири – Одинцова. Отдельное внимание уделено построению новых параметризаций не гравитационного взаимодействия между темной энергией и темной материей.

Актуальность. В последнее время исследование проблем ускоренного расширения крупномасштабной Вселенной получило новое развитие. В частности, возникла необходимость построения феноменологических моделей, позволяющих описать эволюцию Вселенной на различных этапах ее развития. Если опираться на общую теорию относительности, то решение возникающих проблем можно получить, если допустить наличие во Вселенной темной энергии и темной материи. Однако, понимания, что это за компоненты, на сегодняшний момент нет.

Хуршудяном М.Ж. предложены и исследованы новые космологические модели, которые описывают ускоренное расширение крупномасштабной Вселенной, где общая теория относительности рассматривается как теория для описания динамики фона.

Научная новизна. Предложены и изучены новые параметризации темной энергии. В частности, рассмотрены новые феноменологические параметризации призрачной темной энергии и политропного газа. Другим ключевым аспектом диссертационной работы является рассмотрение новых нелинейных взаимодействий между темной энергией и темной материей. Была построена новая космологическая модель с взаимодействующей обобщенной темной энергией типа Ноджири – Одинцова. В работе построены новые космологические модели и показано, что с их помощью можно решить проблему ускоренного расширения крупномасштабной Вселенной.

Общая характеристика диссертационной работы. Диссертация состоит из введения, трех глав и заключения. Во введении сформулированы цели и задачи диссертации, обоснована их актуальность и новизна, сформулированы положения, выносимые на защиту.

Первая глава носит обзорный характер: в ней излагаются основы современной космологии.

Во **второй главе** диссертант рассматривает три разных моделей вариативной призрачной темной энергии. Для возникновения первой модели предполагалось существование некой динамики между призрачной темной энергией и испарившейся жидкостью, благодаря чему возникает предполагаемый эффект. Более того, ожидается, что это происходило на ранних этапах эволюции Вселенной в условиях, которые сегодня невозможно повторить экспериментальным путем.

Кроме того, при рассмотрении других моделей вариативной призрачной темной энергии диссертант предположил возможную связь между плотностью энергии темной материи и плотностью призрачной темной энергии. Далее, при помощи космографического анализа демонстрируется практическое значение предложенных модификаций. Проведено сравнение теоретических результатов с данными наблюдений, которое позволяет заключить, что предложенные феноменологические модификации и модели жизнеспособны. С другой стороны, модели вариативной призрачной темной энергии, представленные в § 2.1 и § 2.2, дают радиационно-доминированную Вселенную, где возможно рождение безмассовых частиц. Рождение материи в расширяющейся Вселенной широко обсуждается с макроскопических, а также с микроскопических точек зрения, и результаты Хуршудяна М.Ж. хорошо дополняют ранее полученные результаты.

Модель вариативной призрачной темной энергии, рассматриваемая в § 2.3, изучается методами термодинамики. Приводится термодинамическое представление вариативной призрачной темной энергии, рассмотренной в § 2.2. Для всех моделей рассматривается влияние различных форм взаимодействия между темной энергией и темной материей на поведение различных космологических параметров. От анализ и анализ уравнений состояния для моделей, представленной в § 2.3, завершают изучение этой модели вариативной призрачной темной энергии.

Модели, представленные в **третьей главе**, обеспечивают альтернативный взгляд на проблему ускоренного расширения крупномасштабной Вселенной, для чего используются экзотические формы уравнения состояния и взаимодействия между темной энергией и темной материей. Фоновая динамика по-прежнему определена согласно общей теории относительности. Для исследования двух моделей (§ 3.1 и § 3.2) диссертант использует анализ фазового пространства. Известно, что в фазовом пространстве представлены все возможные состояния динамической системы, дающие возможность раскрыть все особенности рассматриваемых моделей.

В § 3.1 рассматриваются космологические модели нелинейно взаимодействующих политропных газов с холодной темной материей. Рассматриваемые формы взаимодействия являются новыми. Интерес к уравнению состояния политропного газа обусловлен важным применением этой жидкости в астрофизике. Для мотивации построения меняющегося политропного газа, представленной в § 3.2, диссертант сравнивает уравнения для газа Чаплыгина определенного типа и уравнения политропного газа. И, наконец, в § 3.3 принимаются во внимание особенности голографических моделей типа Ноджири – Одинцова и анализируются космологические модели с темной энергией. Все модели исследуются с помощью O_m , O_m3 методов. В ходе анализа подтверждаются возможные отклонения от стандартной модели Λ CDM. Используя эти инструменты, рассматриваемые модели можно отличать друг от друга. Результаты этой главы также совместимы с имеющимися данными наблюдений. В частности, особый интерес для дальнейших исследований может представить модель меняющегося политропного газа и модели темной энергии типа Ноджири – Одинцова.

Достоверность полученных результатов базируется на применении стандартных методов теоретической физики. Полученные результаты согласуются с исследованиями, выполненными ранее другими авторами.

Основные результаты диссертации опубликованы в 6 работах в ведущих по данному научному направлению международных научных журналах.

В адрес диссертации можно высказать следующие замечания:

1. Диссертационная работа содержит, с моей точки зрения, некоторые недостатки технического характера, присутствуют опечатки, которые, однако, не влияют на полученные результаты. Например, в левой части уравнения (1.5) (стр. 11) отсутствуют скобки. В уравнениях (2.2) и (2.4) (стр. 28) отсутствует индекс k .

2. На сегодняшний день большой интерес вызывают модифицированные теории гравитации, в которых действие имеет отличный от действия Гильберта-Эйнштейна вид. Имело бы смысл более подробно остановиться на возможности описания предложенных автором моделей в рамках таких теорий. Возможно, получились бы интересные следствия из сравнения различных способов описания одних и тех же моделей.

3. Ряд заключений в работе недостаточно подробно обоснованы, например, в третьей главе обсуждается термодинамическое описание моделей, но просто сделана ссылка на соответствующую работу автора. В данном случае, стоило бы сделать более детальное описание.

Однако приведенные замечания носят частный характер и не снижают научную ценность работы. Полученные в диссертационной работе результаты являются новыми и представляют несомненный научный интерес. Результаты исследования прошли необходимую апробацию, публикации по теме диссертации раскрывают положения, выносимые на защиту. Автореферат диссертации адекватно отражает ее содержание.

Все сказанное позволяет заключить, что диссертация «Феноменологические модели и ускоренное расширение Вселенной» соответствует требованиям, изложенным в пункте 9 действующего «Положения о присуждении ученых степеней», а ее автор, Хуршудян Мартирос Жораевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.02 – Теоретическая физика.

Официальный оппонент

доцент кафедры квантовой теории поля федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет» (634050, г. Томск, пр. Ленина, 36; тел. (3822) 529 585; <http://tsu.ru>; rector@tsu.ru), доктор физико-математических наук (01.04.02 – Теоретическая физика), доцент

Казинский Петр Олегович

03 мая 2017 г.

Подпись П.О. Казинского удостоверяю

Ученый секретарь Ученого совета ТГУ



Н.А. Сазонтова