

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертационную работу Макаренко Андрея Николаевича
«Космологические решения в модифицированных теориях гравитации»,
представленную на соискание ученой степени доктора физико-
математических наук по специальности 01.04.02 – теоретическая физика

Диссертационная работа Макаренко Андрея Николаевича посвящена поиску новых космологических решений в модифицированных теориях гравитации и анализу их свойств. Исследование представляет интерес как с точки зрения математической, так и с точки зрения теоретической физики. Актуальность исследования связана в первую очередь с открытием в конце 90-ых годов факта ускоренного расширения современной Вселенной, что поставило вопрос о пересмотре стандартной космологической модели, сложившейся на данный период времени. Для соответствия наблюдательным данным необходимо было предположить, что большая часть массы Вселенной состоит из так называемой темной энергии (около 73%). Кроме того, около 23% вещества приходится на темную материю. Происхождение и природа этих компонент до сих пор не ясна. Предложенные модели достаточно хорошо согласуются с имеющимися наблюдательными данными, но не могут объяснить происхождение этих компонент и их взаимодействие с обычной материей.

В последние десятилетия стали рассматривать модифицированную гравитацию, предполагая, что в ее рамках удастся моделировать поведение

ВХ. № 31016 / 599
ПОСТУПИЛ В ТГУ
* 14 * 10 * 2014

темной энергии и темной материи. Этот подход, связанный с пересмотром классической теории гравитации, вызывает в настоящее время повышенный интерес. К этому направлению и принадлежит диссертационное исследование А.Н. Макаренко.

Наиболее разработанными и популярными являются теории гравитации, содержащие в действии некоторую произвольную функцию, например, от скалярной кривизны или инварианта Гаусса-Бонне. Этот подход развивается в диссертации в первой и третьей главах. В первой главе построены модели, описывающие различные фазы эволюции Вселенной, с заданным поведением в будущем. Основной упор сделан на так называемых фантомных моделях. Именно такое поведение нашей Вселенной следует из наблюдательных данных, хотя погрешность измерения допускает тот факт, что наша Вселенная находится в фазе де Ситтера или в фазе квинтэссенции.

Третья глава посвящена реконструкции в рамках $F(R)$ и $F(G)$ теорий гравитаций космологии с отскоком, популярность которой в последние годы только растет. Это связано с тем, что такие модели способны описать Вселенную без необходимости возникновения начальной сингулярности. В таких моделях расширяющаяся Вселенная возникает вследствие «отскока» - перехода от сжатия к расширению. В этой главе построен ряд моделей, способных описать как начальное расширение, так и текущее ускоренное расширение Вселенной. Показано, что можно объединить эти режимы в рамках единого подхода.

Еще одна модифицированная теория гравитации, относящаяся к неметрическим теориям, предложена в четвертой главе. К действию Эддингтона-Борна-Инфельда, которое в связи со своей сложностью для анализа почти не исследовалось, была добавлена произвольная функция от скалярной кривизны. В этом случае, как показано автором в диссертации,

появляется возможность изучить такие теории: для случая наличия материи – только численно, а при отсутствии материи были получены точные решения, описывающие различные механизмы эволюции Вселенной. Следует отметить, что в оригинальной теории при отсутствии материи существуют только решения с постоянной скалярной кривизной.

Пятая глава диссертации посвящена многомерным теориям. Основные результаты получены автором для теории Лавлока. Изучены второй и третий порядок теории. До работ автора третий порядок теории Лавлока почти не исследовался. Это в первую очередь связано со сложностью возникающих уравнений. К сожалению, автору не удалось подробно изучить третий порядок, но им было получено несколько интересных с космологической точки анзацев.

В последней, шестой главе, исследуются теории, содержащие спинорные поля. Следует отметить, что первая половина главы посвящена классической теории гравитации, содержащей спинорное поле. Данную модель трудно отнести к модифицированным теориям гравитации, в том значении, что им придает автор в своей работе. Однако данный раздел можно рассматривать как вводный для второй половины главы, где предложена теория, содержащая помимо спинорного поля, неминимально взаимодействующее с $F(R)$ гравитацией скалярное. В рамках этой модели построено несколько решений, описывающих как ускоряющуюся Вселенную, так и замедляющуюся. Показано, что наличие спинорных полей ведет к замедлению Вселенной.

Во всех предложенных модификациях построены или реконструированы модели, описывающие различные фазы эволюции Вселенной и переходы между ними. Для ряда моделей, к сожалению, не для всех, проведено исследование устойчивости. Это позволило бы более

системно подойти к исследованию полученных решений. Кроме того, хотелось бы увидеть более подробный обзор литературы по данному направлению, что, несомненно, украсило бы данную работу.

Полученные автором результаты являются новыми и представляют собой несомненный интерес для специалистов в области теоретической и математической физики и космологии. Их дальнейшее использование возможно при построении гравитационных теорий, реалистично описывающих эволюцию Вселенной. Результаты хорошо согласуются с уже известными данными, процитированными в диссертации. Это, несомненно, говорит о достоверности полученных результатов, о чем свидетельствует и внутренняя согласованность исследования, а также корректность математических методов и подходов используемых в диссертации.

Диссертация изложена на 266 страницах, состоит из введения, шести глав, заключения и списка использованной литературы из 254 наименований. Все шесть глав содержат, в основном, оригинальный материал, полученный при участии автора, о чем свидетельствует список опубликованных автором работ, состоящий из 27 статей, 23 из которых изданы в ведущих научных журналах по данному направлению исследования, а 4 работы изданы в трудах международных и российских конференций. Работы получили международное признание, имеется около 140 ссылок.

В качестве замечания можно отметить перегруженность работы формулами, часть из которых можно было бы убрать в приложения, что сделало бы работу более понятной и согласованной. Также в работе имеются опечатки, которые, однако, не влияют на понимание материала.

Из всего вышесказанного можно сделать вывод о том, что диссертация Макаренко Андрея Николаевича является законченной научно-

исследовательской работой, выполненной на высоком научном уровне. Актуальность выбранной автором темы исследования, важность представленных в диссертации задач, новизна и достоверность полученных результатов не вызывают сомнений. Автореферат полностью отражает содержание диссертации.

Считаю, что диссертация Макаренко Андрея Николаевича полностью отвечает всем требованиям положения о порядке присуждения ученой степени доктора наук, а ее автор заслуживает присуждения искомой ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.02 – теоретическая физика.

Официальный оппонент,



Заведующий отделом
математической физики

Доктор ф.-м.н.
Член-корр. РАН

И.В. Волович

Подпись И.В. Воловича
Ученый секретарь



Подпись А.Н. Пегель

06.10.2014

Отзыв составил,
доктор физико-математических наук,
Член-корреспондент РАН
Игорь Васильевич Волович

ФГБУН Математический институт им. В.А. Стеклова
Российской академии наук,
119991, г. Москва, ул. Губкина, д. 8.
тел: (495) 984-81-41.
e-mail: volovich@mi.ras.ru