

УТВЕРЖДАЮ
Директор Объединённого института
ядерных исследований
академик Матвеев В.А.

« 14 » сентября 2014 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Объединенного института ядерных исследований

на диссертацию Миронова Сергея Андреевича «Особенности возмущений в конформной космологии и массивной гравитации», представленную на соискание степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.02 - теоретическая физика.

В диссертации Миронова С. А. «Особенности возмущений в конформной космологии и массивной гравитации» была в деталях исследована проблема генерации космологических возмущений, в первую очередь неоднородностей плотности. Эта проблема в настоящее время интенсивно исследуется экспериментально путем изучения свойств реликтового излучения, структур во Вселенной, гравитационного линзирования и т.д. На настоящий момент с хорошей точностью установлен ряд свойств первичных скалярных возмущений: они адиабатические, характеризуются почти гауссовой статистикой, а их спектр мощности - почти плоский. Отмеченные особенности находятся в хорошем согласии с инфляционной теорией, наиболее популярным кандидатом на роль модели ранней Вселенной. Тем не менее, существует ряд моделей ранней Вселенной, в которых удается добиться согласия с экспериментальными данными без привлечения инфляционного расширения Вселенной на ранних временах. В частности, в модели конформного скатывания (почти) плоский спектр мощности является следствием конформной симметрии на временах, предшествовавших началу горячего Большого Взрыва.

Особенный акцент в диссертации был сделан на первичной негауссовости возмущений. Было получено выражение для триспектра, проведен его анализ и выявлены его отличия от триспектров, возникающих в других моделях. Данное предсказание имеет чрезвычайное значение с точки зрения экспериментального поиска негауссовости и отличия модели с конформным скатыванием от других моделей ранней Вселенной.

Важным результатом является сравнение различных моделей с конформной инвариантностью. В диссертации сделан вывод об эквивалентности всех таких

моделей вплоть до первого нелинейного порядка. В частности, из этого следует, что негауссовость, найденная в модели с конформным скатыванием, совпадает с негауссовостью в модели с галилеоном.

Кроме того, в диссертации проведено исследование псевдоконформной модели Вселенной. Был изучен вопрос о генерации тензорных возмущений – реликтовых гравитационных волн. Показано, что в отличие от инфляции, спектр мощности тензорных возмущений сильно растет при уменьшении длины волны, а сами возмущения имеют малую амплитуду. Это одно из главных отличий (псевдо)конформных моделей от инфляционных.

Другой важной проблемой, которой посвящена диссертация, является модификация гравитации на сверхбольших расстояниях. Этот вопрос актуален и связан, в частности, с объяснением ускоренного расширения Вселенной в настоящее время, или темной энергией. При построении модели инфракрасно модифицированной гравитации, прежде всего, приходится решать вопрос о самосогласованности теории - отсутствии духовых степеней свободы, тахионов, передачи сигналов со сверхсветовой скоростью. Технически этот вопрос связан с исследованием свойств малых возмущений в свободной теории. В диссертации предложен метод анализа свойств малых возбуждений в произвольных квадратичных теориях и продемонстрированы его адекватность и удобство использования на примере теории массивной гравитации.

Также следует отметить, что работа не лишена и некоторых недостатков. Так, например, в работе используются не вполне стандартные термины, смысл которых никак не объяснен: «космическая неопределённость» на стр. 8 и «лоренцев буст» на стр. 17. В некоторых местах присутствуют не вполне понятные или дублирующие друг друга обозначения, как например на стр. 22 обозначения χ_0 и t в одной и той же формуле, что следует списать, по-видимому, на некоторую невнимательность при оформлении диссертации. Также на странице 22 приводится решение не выписанного уравнения, что не вполне корректно. К более существенным недостаткам можно отнести следующие. На стр. 9 упоминаются не вполне обычные уравнения состояния $|p\rangle \gg \rho$. По-видимому, здесь имеются в виду эффективные уравнения состояния, о чем следовало бы указать в тексте явно и объяснить, почему здесь можно пренебречь законами термодинамики. В работе упоминаются (и изучаются) модели с медленным сжатием, как способные решить проблемы горизонта и плоскостности. Однако, общим местом является, наоборот рост анизотропных возмущений при сжатии. Это противоречие в тексте работы никак не объяснено. К недостатку автореферата можно отнести отсутствие списка цитированной литературы, что может несколько затруднить чтение далёкому от области исследований человеку.

Оценивая работу в целом, отметим, что, несмотря на сделанные замечания, это оригинальное и важное научное исследование на актуальную тему, а полученные конкретные предсказания, доступные для проверки в имеющихся и будущих экспериментах, являются востребованными в научном сообществе. Решение поставленных задач потребовало от автора свободного владения методами

современной теоретической физики, включая и численные расчеты. Материалы диссертации своевременно опубликованы в ведущих научных журналах, доложены на международных научных конференциях и семинарах. Автореферат правильно и полно отражает содержание диссертации.

Диссертация Миронова Сергея Андреевича «Особенности возмущений в конформной космологии и массивной гравитации» соответствует всем требованиям, предъявляемым ВАК РФ к кандидатским диссертациям по специальности 01.04.02 — теоретическая физика, а ее автор, несомненно, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук.

Данный отзыв написан по итогам обсуждения доклада С.А. Миронова на семинаре по
Квантовой теории поля в ОИЯИ 27 сентября 2014 года.

Отзыв составил старший научный сотрудник ОИЯИ
кандидат физико-математических наук



П.В. Третьяков

Директор ЛТФ ОИЯИ
доктор физико-математических наук



В.В. Воронов

Сведения о ведущей организации

- 1) Объединенный институт ядерных исследований (ОИЯИ)
- 2) Российская Федерация, Московская область, г. Дубна
- 3) ОИЯИ, ул. Жолио-Кюри 6, 141980 Дубна, Московская область, Российская Федерация; post@jinr.ru, <http://jinr.ru>;
- 4) Список основных публикаций работников ведущей организации по космологии и гравитации в рецензируемых журналах за последние 5 лет:

P. Tretyakov (Dubna, JINR), Grav.Cosmol. 19 (2013) 288-291
A new type of second order cosmological lagrangians

P. Tretyakov (Dubna, JINR), Grav.Cosmol. 18 (2012) 93-95
Scaling solutions in Galileon cosmology

M. Skugoreva, A. Toporensky (Sternberg Astron. Inst.), P. Tretyakov (Dubna, JINR), Grav.Cosmol. 17 (2011) 110-118
Cosmological dynamics in six-order gravity

Shin'ichi Nojiri (Nagoya U.), Sergei D. Odintsov (ICREA, Barcelona & Barcelona, IEEC & ICE, Bellaterra), Alexey Toporensky (Sternberg Astron. Inst.), Petr Tretyakov (Dubna, JINR), Gen.Rel.Grav. 42 (2010) 1997-2008
Reconstruction and deceleration-acceleration transitions in modified gravity

G. Cognola (Trento U. & INFN, Trento), E. Elizalde, S.D. Odintsov (ICREA, Barcelona & Barcelona, IEEC), P. Tretyakov (Dubna, JINR), S. Zerbini (Trento U. & INFN, Trento), Phys.Rev. D79 (2009) 044001
Initial and final de Sitter universes from modified $f(R)$ gravity