

ОТЗЫВ

научного руководителя на диссертацию Никиты Михайловича Колганова на тему «Физика ранней Вселенной: модифицированные теории гравитации и неравновесные явления», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.3 – теоретическая физика.

Колганов Никита Михайлович окончил с отличием факультет общей и прикладной физики Московского физико-технического института в 2020 г. С 2018 г. по 2020 г. он обучался под моим руководством в магистратуре, а затем с 2020 г. по 2024 г. в аспирантуре МФТИ. На данный момент он работает в должности младшего научного сотрудника Лаборатории теории фундаментальных взаимодействий Отделения теоретической физики им. И.Е. Тамма ФИАН.

Диссертация Н.М. Колганова посвящена технике вычислений в неравновесных системах общего вида, их приложениям в космологии, а также изучению свойств обобщённой унимодулярной гравитации. Актуальность и практическая значимость этой тематики обусловлена необходимостью вычисления спектров физических наблюдаемых в модифицированных моделях квантовой гравитации и космологии, направленных на решение проблем темной энергии, темной материи и объяснения квантового начального состояния Вселенной, которое, как предполагается, должно внутренне определяться динамическим содержанием ее теоретико-полевой модели, а не свободно изменяемыми начальными условиями.

Основными достижениями Н.М. Колганова за годы его аспирантуры, является построение формализма для вычисления корреляционных функций в широчайшем классе неравновесных полевых теорий, а также в равновесных моделях, испытывающих существенно непертурбативные туннельные эффекты. Решение первой задачи требует производить вычисления с использованием некоммутативной матричной техники исключительной сложности, которые не были преодолены в текущей литературе, однако, были проделаны Н.М. Колгановым для очень широкого класса динамических систем. В частности, при вычислении двухточечной корреляционной функции, являющейся основным строительным блоком для всего формализма, им была разработана процедура построения выделенного набора базисных функций, задающая корпускулярную интерпретацию в общей неравновесной теории и упрощающая последующие вычисления. Для специального состояния, задаваемого евклидовой матрицей плотности и являющегося обобщением микроканонического распределения на гравитационные системы, Н.М. Колгановым была построена методика аналитического продолжения базисных функций, в результате чего им было впервые установлено выполнение условия Кубо-Мартини-Швингера для существенно неравновесных систем. Для равновесных систем, испытывающих туннельные эффекты, Н.М. Колгановым была преодолена проблема непертурбативного учёта нулевой моды при вычислении корреляционных функций в вещественном времени, для чего им была разработана специальная техника усреднения по функциональной мере. Таким образом, данная диссертация открывает перспективное направление в изучении наблюдаемых в моделях квантовой космологии и других существенно нестационарных системах.

Также диссертация Н.М. Колганова внесла важный вклад в построение моделей инфляционной космологии, в которых степени свободы, ответственные за квазиэкспоненциальное начальное расширение Вселенной и генерацию первичных спектров, естественно возникали бы в рамках теории гравитации без явного привлечения дополнительных полей и последовательно приводили к объяснению таких явлений, как темная энергия, темная материя и т.д. Для этого Н.М. Колгановым был произведён многосторонний анализ модели обобщённый унимодулярной гравитации, являющейся кандидатом на роль гравитационной модели, ведущей к выполнению перечисленных свойств. В частности, им был произведён нелинейный гамильтонов анализ числа степеней свободы в данной модели, в результате чего была обнаружена дополнительная гравитационная степень свободы, которая была проинтерпретирована на однородном фоне как скалярный гравитон. Далее Н.М. Колгановым была построена космологическая теория возмущений, найдены условия стабильности скалярного гравитона и вычислен спектр скалярных возмущений, генерируемый им на инфляционной стадии, а функциональный параметр модели был подобран таким образом, чтобы удовлетворить наблюдаемым данным реликтового излучения в спутниковых экспериментах. Кроме того Н.М. Колгановым была построена ковариантная формулировка модели и установлена её динамическая связь со специальной теорией к-эссенции, имеющей вид градиентного разложения в эффективных теориях поля, что позволило выдвинуть гипотезу о природе происхождения обобщенной унимодулярной гравитации из некоторой ультрафиолетово полной теории квантовой гравитации.

Результаты, представленные в диссертации Н.М. Колганова, получены им независимо или при непосредственном участии в качестве соавтора. Эти результаты представлены в пяти статьях, опубликованных в ведущих научных журналах по квантовой теории поля (Physical Review D, Journal of High Energy Physics), а также докладывались на международных конференциях, на семинарах ФИАН и МФТИ. Можно с уверенностью утверждать, что за время работы над диссертацией Н.М. Колганов сформировался как самостоятельный исследователь и специалист в области квантовой теории поля, гравитации и инфляционной космологии, что и является основной целью обучения в аспирантуре.

Представленная диссертация удовлетворяет всем требованиям ВАК РФ, а Н.М. Колганов заслуживает присуждения ему степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.3 – теоретическая физика.

Научный руководитель

ведущий научный сотрудник ОТФ ФИАН
доктор физико-математических наук
Барвинский Андрей Олегович

Адрес: 119991, Москва, Ленинский проспект д.53, ФИАН
Телефон: тел.: 7(906)734-38-73, e-mail: barvin@td.lpi.ru

25.03.2024
дата

Подпись Барвинского Андрея Олеговича заверяю:

Ученый секретарь ФИАН
кандидат физико-математических наук
Колобов Андрей Владимирович