

ОТЗЫВ

научного руководителя на диссертацию Александра Валерьевича Курова на тему “Модели классической и квантовой гравитации и их анализ методом ренормгруппы”, представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.3– теоретическая физика.

Александр Валерьевич Куров окончил с отличием Физический факультет МГУ в 2015 г. С 2017 г. по 2021 г. он обучался под моим руководством в аспирантуре Физического института им. П.Н. Лебедева РАН. На данный момент он работает в должности научного сотрудника Лаборатории Теории фундаментальных взаимодействий Отделения теоретической физики им. И.Е. Тамма ФИАН.

Диссертация А.В. Курова посвящена изучению свойств перенормируемости модели квантовой гравитации Хоравы-Лифшица и гипотезы асимптотической безопасности теории гравитации в рамках уравнения функциональной ренормгруппы. Актуальность и практическая значимость этого направления обусловлены, с одной стороны, попытками построения локальной лоренц-неинвариантной, но пертурбативно перенормируемой, теории гравитации, а с другой стороны, в более широком смысле, потребностью построения непerturbативного подхода к проблеме нахождения последовательной квантовой теории гравитации и необходимостью объяснения таких явлений, как темная энергия, темная материя, происхождение гравитационных волн и т.д.

Основным достижением А.В. Курова за годы его аспирантуры и работе в ФИАНе, которое фактически носит прорывной характер в квантовой теории гравитации, является вычисление бета функций в модели гравитации Хоравы-Лифшица. Из-за беспрецедентной сложности вычислений в этой (3+1)-мерной модели, которая даже в простейшем варианте имеет семипараметрический характер, в текущей литературе даже есть утверждения о практической невозможности решения этой задачи. Однако, она была решена А.В. Куровым. Для этого им была разработана специальная техника вычисления бета функций, основанная на нахождении расходимостей функционального следа квадратного корня специального неминимального оператора шестого порядка, который возникает из гесснана семипараметрического действия модели. В формализме фонового поля эта техника была объединена с известным методом универсальных функциональных следов и завершена в виде компьютерного кода необходимых символьных вычислений программы xAct. Таким образом были получены все калибровочно-независимые бета функции теории, правильность которых была подтверждена путем вычисления в разных калибровках, и были найдены нетривиальные асимптотически свободные фиксированные точки ренормгрупповых потоков. Следующим этапом этой рабо-

ты является изучение ренормгрупповых потоков этой модели и ответ на фундаментальный вопрос о ее асимптотической свободе в ультрафиолетовой области. Это исследование выходит за рамки данной диссертации, но оно уже было проделано А.В. Куровым в виде нахождения нетривиального ренормгруппового потока, соединяющего внутренне согласованное асимптотически свободное поведение теории в ультрафиолете с ее низкоэнергетическим поведением, близким по своим свойствам к классической гравитации Эйнштейна. Таким образом, данная диссертация открывает перспективное направление в изучении квантовых моделей гравитационного взаимодействия.

В части изучения гипотезы асимптотической безопасности квантовой гравитации А.В. Куровым были вычислены нетривиальные квантовые поправки к масштабным размерностям операторов, заданных интегралом от n -ой степени скаляра кривизны на сферически-симметричном фоне, получены недиагональные элементы матрицы аномальных масштабных размерностей. Проведено сравнение результатов с аномальными масштабными размерностями, полученными с помощью решения уравнения функциональной ренормгруппы (FRGE) в рамках $f(R)$ -анзаца, что показывает важность учета высших степеней кривизны в разложении ядра теплопроводности и в построении пропагатора гравитационного поля.

Также диссертация А.В. Курова внесла существенный вклад в изучение калибровочной симметрии в лагранжевом формализме модели обобщенной унимодулярной гравитации, которая может лежать в основе нетривиальных инфляционных сценариев в космологии и быть кандидатом на роль широко обсуждаемой в настоящее время темной энергии, ответственной за явление космологического ускорения.

Результаты, представленные в диссертации А.В. Курова, 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, European Physical Journal C), а также докладывались на двух международных конференциях, на семинарах ФИАН, ИЯИ РАН и университета Радбауда г. Неймеген в Нидерландах. Можно с уверенностью утверждать, что за время работы над диссертацией А.В.Куров сформировался как самостоятельный исследователь и специалист в области квантовой теории поля и гравитации, а также числовых и символьных методов вычислений в физике высоких энергий, что и является основной целью обучения в аспирантуре.

Представленная диссертация удовлетворяет всем требованиям ВАК РФ, а А.В.Куров 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

Барвинский

05.11.2023

дата

Подпись Барвинского Андрея Олеговича заверяю:

Ученый секретарь ФИАН

кандидат физико-математических наук

Колобов Андрей Владимирович

