

ОТЗЫВ

официального оппонента, доктора физико-математических наук, Александра Сергеевича Горского на диссертацию Алкалаева Константина Борисовича «Бесконечномерные симметрии и AdS/CFT соответствие в моделях теории поля», представленную на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.02 – теоретическая физика.

Диссертационная работа К.Б. Алкалаева посвящена целому ряду вопросов, возникающих при построении квантово-полевых теорий в контексте голографической дуальности. Основной акцент сделан на изучении моделей с бесконечномерными пространственно-временными симметриями. Здесь следует отметить, что среди представляющих физический интерес бесконечномерных алгебр симметрий можно выделить два существенных подкласса: конформная симметрия Вирасоро в двух измерениях и симметрия высших спинов в произвольном числе измерений. Причем, в двух измерениях сосуществуют два вида теорий с бесконечномерными симметриями конформного и высшеспинового типа.

Получение голографической дуальности из первых принципов остается важной нерешенной задачей, поэтому тематика диссертации представляется весьма актуальной. Случай, когда в теории имеются бесконечномерные симметрии, изученный в диссертации, представляется наиболее перспективным.

Диссертация включает введение, шесть глав и шесть приложений, заключение, список литературы из 378 цитирований. Полный объем диссертации составляет 392 страницы.

Во введении дается реферативное описание текущего состояния исследований в области AdS/CFT дуальности в контексте теорий, обладающих бесконечными пространственно-временными симметриями, приводится содержание работы, цели и задачи исследования, основные результаты.

Первая глава посвящена построению высшеспиновой гравитации с расширенной $N=2$ суперсимметрией, которая описывает кубичные взаимодействия безмассовых полей в пятимерном пространстве анти-де Ситтера. Оригинальной особенностью этой конструкции является включение в спектр элементарных возбуждений безмассовых частиц с двумя спинами, что характерно для теорий в старших измерениях.

Во второй главе приводится общая теория частиц с несколькими спинами, как массивных, так и безмассовых на пространствах Минковского и анти-де Ситтера произвольных старших размерностей. Основой построения является БРСТ техника, что позволяет автоматически учитывать калибровочные симметрии теории и анализировать пространство физических состояний в терминах кохомологий.

В третьей главе продолжается изучение частиц с несколькими спинами, теперь в контексте AdS/CFT соответствия. Здесь во всех подробностях разрабатывается процедура Губсера-Клебанова-Полякова-Виттена для простейшей (свободной) безмассовой частицы с двумя спинами и вычисляется граничный конформный коррелятор. Также предьявляется полный набор сохраняющихся токов на конформной границе, реализованных через безмассовые фермионы.

В четвертой главе предложена теория высших спинов в двумерном пространстве анти-де Ситтера с 1-параметрической алгеброй высших спинов Васильева-Фейгина. Проанализированы топологический и динамический секторы теории и показано, что спектр устроен из бесконечного числа массивных скалярных полей с эквидистантным спектром, выраженным в терминах параметра исходной алгебры высших спинов.

В пятой главе рассмотрена AdS₃/CFT₂ дуальность для большого центрального заряда двумерной конформной теории поля. Центральным результатом этой главы является утверждение, что многоточечные пертурбативные классические конформные блоки с двумя тяжелыми полями равны длинам специальных трехмерных геодезических конфигураций. Геометрия конфигураций геодезических определяется эффективными условиями равновесия в точках пересечения. Также описано соответствие для глобальных блоков граничной конформной теории в пределе бесконечного заряда в том случае, когда трехмерная гравитационная теория задается действием Черна-Саймонса. В данном случае аналогом геодезических сетей являются матричные элементы специальных графов, построенных из вильсоновских линий. Работы К. Алкалаева по этой проблеме инициировали целое направление исследований и являются общепризнанными.

В шестой главе основное внимание уделено изучению конформных блоков двумерной конформной теории поля на торической топологии. В рамках аппроксимационных схем на основе большого центрального заряда определяются различные типы предельных конформных блоков и изучаются взаимосвязи между ними, в том числе методами теории представлений алгебры Вирасоро.

В заключении даны основные результаты, полученные в диссертации.

Список публикаций по теме диссертации составляет 20 работ в трех ведущих международных рецензируемых журналах: Journal of High Energy Physics, Journal of Physics A: Mathematical and Theoretical, Nuclear Physics B. Полученные результаты неоднократно докладывались на конференциях в отечественных и международных научных центрах. Автореферат полностью отражает содержание диссертации.

С нашей точки зрения диссертационная работа К. Алкалаева выполнена на очень высоком уровне и полученные результаты несомненно открывают новые возможности исследования самых сложных задач квантовой теории поля и теории струн.

Диссертационная работа К.Б. Алкалаева содержит минимальное количество опечаток, несмотря на внушительный объем. С нашей точки зрения, было бы полезным несколько более развернуто описать возможные приложения полученных результатов.

Отмеченные недостатки несколько не влияют на общую высокую оценку диссертационной работы и не снижают ее научной ценности. Все вынесенные автором на защиту положения являются, новыми, актуальными и обоснованными и находятся на высоком научном уровне.

Диссертация К.Б. Алкалаева «Бесконечномерные симметрии и AdS/CFT соответствие в моделях теории поля» отвечает всем требованиям, предъявляемым к докторским диссертациям Положением о присуждении научных степеней, утвержденным Постановлением Правительства РФ №842 от 24 сентября 2013 г., а ее автор, Алкалаев Константин Борисович, безусловно заслуживает присуждения ему ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.02 – теоретическая физика

Отзыв составил:

Ведущий научный сотрудник,
доктор физико-математических наук

А.С. Горский

Институт проблем передачи информации им. А.А. Харкевича РАН
Москва, Большой Каретный переулок, д. 19/1
тел. +7 (495) 650 42 25
email: gorsky@itep.ru

Подпись А.С. Горского «удостоверяю»



Ученый секретарь Института проблем передачи информации
им. А.А. Харкевича РАН,

Баринаева. Н.Е.

05.08.2021