

УТВЕРЖДАЮ

Проректор  
Московского государственного университета

имени М.В. Ломоносова,

д.ф.-м.н., профессор

Федянин А.А.

2024 г.

Отзыв ведущей организации Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения Высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова» на диссертацию КОРИБУТА Анатолия Валериевича «Алгебра деформированных осцилляторов и спин-локальность в теории высших спинов», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.3 – теоретическая физика.

**Актуальность направления исследований.** Диссертационная работа Корибута Анатолия Валериевича посвящена изучению вопросов локальности в теории высших спинов и структуры производящих уравнений. Данные исследования актуальны для решения различных задач теоретической и математической физики, в частности задач, связанных с голографической дуальностью. В диссертации доказана гипотеза о виде структурных констант в алгебре деформированных осцилляторов, которая появляется во многих приложениях: в теории высших спинов, двумерных конформных теориях, в модели Калоджеро и т. д. Для этой алгебры также был предложен аналог звездочного произведения Мойла. Кроме того, изучен вопрос о локальном функциональном классе, к которому должны принадлежать вершины взаимодействия в теории высших спинов. Этот вопрос имеет фундаментальный характер для физически последовательной формулировки теории и ее голографической интерпретации. В диссертации представлены новые способы решения производящих уравнений теории высших спинов, которые впервые позволили получить вершины взаимодействия в так называемой спин-локальной форме.

**Структура диссертации.** Диссертация состоит из введения, четырех глав основного текста, заключения и двух приложений. Полный объем диссертации составляет 134 страницы текста с 1 рисунком. Список литературы содержит 134 наименования. Во **введении** обосновывается актуальность темы диссертационного исследования, формулируются его цели и задачи. Там же приведены основные положения, выносимые на защиту, информация о новизне, практической значимости, достоверности и об апробации полученных результатов.

В **первой главе** из условия ассоциативности и определяющих (анти)коммутиационных соотношений выводятся рекуррентные уравнения на структурные константы алгебры деформированных осцилляторов  $A_q(2, v)$ . Решение этих уравнений единственным образом определяет структурные константы алгебры. Также продемонстрировано как из структурных констант для умножения четных мономов могут быть получены остальные, в совокупности полностью определяющие алгебру  $A_q(2, v)$ .

Во **второй главе** с помощью представления Похгаммера для бета-функции Эйлера, имеющего форму интеграла по контуру Похгаммера на римановой поверхности, получены

интегральные представления для полного набора структурных констант, найденных в первой главе. С помощью интегрального представления построен аналог звездочного произведения Мойла для алгебры деформированных осцилляторов. Также проанализированы возможные способы упрощения полученного выражения и аналитическая структура произведения по параметру деформации. В частности, получена линейная по параметру деформации поправка к произведению Мойла.

В **третьей главе** из производящей системы Васильева в младших порядках по взаимодействию находятся (анти)голоморфные вершины. Для получения вершин в спин-локальной форме применен метод сдвиговых гомотопических операторов. Для этих операторов в диссертации были получены новые важные соотношения. В частности, так называемое свойство звездочной перестановочности, связывающие операции звездочного произведения, лежащего в основе нелинейных производящих уравнений, и гомотопического интегрирования. Последнее позволило в значительной степени упростить анализ проблемы локальности и сформулировать необходимые критерии на выбор параметров гомотопических операторов. С помощью подходящего выбора сдвиговых параметров решение уравнений производящей системы привело к спин-локальным выражениям для вершин взаимодействия. Кроме того, полученные результаты позволили сформулировать динамические уравнения в фоновом независимом виде, обобщая ранее полученные результаты для пространства АдС<sub>4</sub>.

В **четвертой главе** продолжено исследование вопроса локальности в теории высших спинов, но рассмотрены уже вершины так называемого смешанного сектора. Эти вершины по-прежнему получаются из производящей системы Васильева и для решения соответствующих уравнений был разработан новый метод, основанный на свойствах операторов сдвиговых гомотопий из третьей главы. С его помощью были решены производящие уравнения и впервые в спин-локальной форме найдены вершины смешанного сектора в младшем порядке по взаимодействию. Как и в третьей главе, результаты получены в фоновом-независимом виде.

В **заключении** сформулированы основные результаты диссертационной работы. Приложения содержат детали проведенных вычислений.

Результаты диссертации опубликованы в четырех статьях в рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК. Они были доложены на научных семинарах и международных конференциях.

Полученные результаты могут быть **использованы** в исследованиях, проводимых в Физическом институте имени П.Н. Лебедева РАН, ОИЯИ, ИТЭФ, ИФВЭ, МГУ, ИЯИ, ТПУ и других научных учреждениях, где ведутся исследования в области калибровочных теорий высших спинов.

#### **Замечания к диссертационной работе.**

1. Гипергеометрические функции типа  ${}_4F_3(1)$ , через которые выражаются структурные константы  $A_q(2, \nu)$ , появляющиеся в первой и второй главах диссертации, связаны с  $b_j$  символами. Эти главы следовало бы дополнить обсуждением связи  $b_j$  символов и структурных констант  $A_q(2, \nu)$ .

2. В третьей главе, где получены соотношения звездочной перестановочности и в качестве параметров сдвиговых гомотопий предлагается использовать величину « $u$ », случаи с  $\alpha = \pm 1$  сильно упрощают полученное выражение. В диссертации следовало бы подробнее объяснить природу соответствующих упрощений.

3. В четвертой главе, где представлены вершины смешанного сектора, ответ дан в неоднородной форме, т. е. часть выражения дана в терминах сдвиговых гомотопий, а часть выписана явно. Можно ли дополнительные слагаемые представить в терминах сдвиговых гомотопий?

Сделанные замечания носят характер уточнений и пожеланий на будущее, и не влияют на общую высокую оценку диссертационной работы. Описанные в диссертации исследования выполнены на высоком уровне и полностью соответствуют поставленным целям, а их направленность соответствует специальности 1.3.3 -теоретическая физика. Обоснованность и высокая достоверность результатов не вызываются сомнений. Список цитированной литературы соответствует теме исследования. Автореферат полностью отражает содержание диссертации.

Диссертация Корибута Анатолия Валериевича «Алгебра деформированных осцилляторов и спин-локальность в теории высших спинов», удовлетворяет всем критериям «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением правительства РФ от 24 сентября 2013 г. №842, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор бесспорно заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.3-теоретическая физика.

Результаты диссертации были доложены на научном семинаре кафедры теоретической физики, физического факультета МГУ. Отзыв обсужден и утвержден на заседании кафедры 15 апреля 2024 г. (протокол № 3).

**Отзыв составил:**

И.о. заведующего кафедрой теоретической физики  
физического факультета МГУ,  
доктор физ.-мат. наук, профессор

Алексей Петрович Исаев

Секретарь научного семинара кафедры теоретической физики,  
научный сотрудник

Артем Романович Попов

**Сведения о ведущей организации:**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова»

Адрес: 119991, Ленинские горы, д. 1, строение 2, МГУ имени М. В. Ломоносова,

Физический Факультет

Телефон: +7(495)939-10-00

Адрес электронной почты: [info@rector.msu.ru](mailto:info@rector.msu.ru)

16 апреля 2024 г.

Подписи А.П. Исаева и А.Р. Попова удостоверены.  
Ученый секретарь  
Ученого совета  
физического факультета

С. Ю. Суряков