

ОТЗЫВ

официального оппонента, доктора физико-математических наук Антона Владимировича Галажсинского о диссертации Сидорова Степана Сергеевича «Деформированные модели суперсимметричной квантовой механики», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.02 – теоретическая физика.

Актуальность темы диссертационного исследования

Исследование суперсимметричных моделей теории поля в различных размерностях традиционно занимает одно из центральных мест в теоретической и математической физике. В последнее время интерес специалистов в данной области сосредоточен на изучении теорий на искривленном фоне с так называемой жесткой суперсимметрией. Данные модели занимают промежуточное положение между системами с локальной суперсимметрией, апеллирующими к той или иной версии супергравитации, и суперсимметричными теориями поля в плоском пространстве. В частности, активно исследуются суперсимметричные теории поля на сфере, для которых удалось получить новые непertурбативные квантовые результаты. Диссертационная работа С.С. Сидорова посвящена систематическому изучению систем с жесткой суперсимметрией для простейшего случая $d=1$. Актуальность проблем, рассматриваемых в диссертационной работе, обусловлена несколькими причинами. Помимо очевидных преимуществ при исследовании систем с жесткой суперсимметрией, которые предлагает технически более простой случай $d=1$, модели механики с расширенной суперсимметрией представляют интерес в контексте изучения различных аспектов соответствия между теорией струн в искривленном пространстве и конформной теорией поля на границе (АДС/КТП-соответствие) и играют важную роль при построении эффективного описания геометрии экстремальных черных дыр вблизи горизонта событий.

Общая характеристика диссертационной работы

Работа имеет следующую структуру: введение, три главы, заключение, два приложения, список работ соискателя и список цитируемой литературы. Диссертация изложена на 92 страницах машинописного текста и содержит 1 рисунок. Список цитируемой литературы состоит из 59 библиографических ссылок.

Введение посвящено обзору научного направления, в рамках которого выполнена работа. В нем обоснована актуальность темы, приведена общая постановка цели и задач исследования, изложены структура и содержание основной части диссертации.

Первая глава диссертации посвящена разработке суперполевого формализма для $SU(2|1)$ -суперпространства, включая его гармоническую версию. Суперпространство реализовано как фактор-пространство супергруппы $SU(2|1)$, при этом супергруппа $SU(2|1)$ представлена как деформация стандартной $N = 4, d = 1$ супергруппы Пуанкаре.

Во второй главе определены мультиплеты на $SU(2|1)$ -суперпространстве. Для всех рассматриваемых мультиплетов построены общие инвариантные суперполевые функционалы действия. Рассмотрен ряд примеров, для которых проведено квантование. Построено гильбертово пространство волновых функций и установлен спектр. Структура квантовых состояний описана в рамках теории представлений супергруппы $SU(2|1)$.

В третьей главе показано, что деформированные модели, при определенных требованиях, могут обладать суперконформной симметрией. Суперконформные лагранжианы принадлежат к так называемому тригонометрическому типу конформной механики, характерной чертой которой является наличие осцилляторного потенциала.

В заключении подведены итоги работы, перечислены основные результаты, выносимые на защиту, и сформулированы возможные направления дальнейших исследований.

Научная новизна и достоверность результатов

Научная новизна работы заключается в следующем:

1. На основе общей теоретико-групповой конструкции развит суперполевой формализм и построен новый широкий класс моделей квантовой механики с $SU(2|1)$ -суперсимметрией.
2. Построено вложение супералгебры $su(2|1)$ в наиболее общую $N=4$, $d=1$ суперконформную алгебру, отвечающую однопараметрической исключительной супергруппе $D(2,1;a)$, и построены новые $N = 4$ суперконформные модели.
3. Установлены особенности квантового описания механики с $SU(2|1)$ -суперсимметрией, связанные со структурой представлений супергруппы $SU(2|1)$.

Достоверность полученных результатов обусловлена четкой постановкой задач и их решением с применением стандартных методов теоретической и математической физики.

Практическая значимость. Результаты диссертационной работы могут быть использованы для изучения систем с жесткой суперсимметрией в $d>1$, в контексте изучения различных аспектов AdS_2/KTP_1 -соответствие и при построении эффективного описания геометрии экстремальных черных дыр вблизи горизонта событий.

Основные результаты диссертации опубликованы в 8 работах автора, в числе которых 4 статьи в журналах из перечня рецензируемых научных журналов и изданий, рекомендованных ВАК РФ.

Содержание автореферата правильно отражает содержание диссертации. Полученные результаты прошли апробацию на международных научных конференциях.

При оценке диссертационной работы следует сделать следующие замечания:

1. В водной части диссертации обзор современной литературы и обсуждение возможных физических приложений приведены в весьма схематичной форме.
2. В разделе 1.3. Главы 1 и в разделе 3.2 Главы 3 вводятся фактор-пространства специального вида, отвечающие супергруппам $SU(2|1)$ и $D(2,1;a)$, соответственно, которые вовлекают фермионные переменные существенно нелинейно. По нашему мнению, в тексте диссертации следовало более подробно обосновать такой выбор, а также попытаться предложить ясную геометрическую или физическую интерпретацию для параметра деформации m .
3. Построение моделей с $SU(2|1)$ -суперсимметрией ограничивается изучением отдельных мультиплетов конкретного типа. Было бы интересно рассмотреть взаимодействие различных мультиплетов, описывающее систему n частиц в $d=1$ с $SU(2|1)$ -суперсимметрией.

Указанные недостатки не снижают научных достоинств диссертации. Полученные в ней результаты являются новыми и представляют несомненный научный интерес.

Считаю, что представленная диссертационная работа удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым ВАК РФ к кандидатским диссертациям, а сам С. С. Сидоров заслуживает присвоения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.02 – теоретическая физика.

Официальный оппонент:

Профессор кафедры высшей математики и математической физики Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», доктор физико-математических наук (диссертация защищена по специальности 01.04.02 – теоретическая физика)



Галажинский Антон Владимирович

634050, г. Томск, пр. Ленина, д. 30

тел. +7 3822 606334

e-mail: galajin@tpu.ru

Подпись А.В. Галажинского заверяю:

Ученый секретарь ФГАОУ ВО НИ ТПУ



Ананьева Ольга Афанасьевна

14.11.2015