

ОТЗЫВ

Официального оппонента о диссертации Федорука Сергея Алексеевича «Классические и квантовые модели суперсимметричной механики и частиц высших спинов», представленной на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.02 — теоретическая физика.

Исследования моделей современной теоретической физики, в основе которых лежат принципы глобальной или локальной суперсимметрии, привлекают к себе пристальное внимание в физике высоких энергий на протяжении последних сорока лет. Это связано в первую очередь с надеждами о том, что локальные суперсимметрии помогут объединить гравитацию с другими фундаментальными взаимодействиями. С другой стороны, глобально суперсимметричные теории естественным образом вводят новые частицы (т.н. суперчастицы), наличие которых возможно потребуется для описания физических явлений при сверхвысоких энергиях.

В диссертационной работе развиваются методы построения новых моделей в рамках классической и квантовой механик с простой и расширенной суперсимметрией, для которых последовательно сначала на классическом уровне осуществляется процедура гамильтонизации и затем на квантовом уровне — квантование в операторной форме и в виде функциональных интегралов с использованием вейлевских символов операторов.

Работа состоит из введения, пяти глав, заключения и списка литературы.

Во Введении представлен обзор литературы, современное состояние исследований в физике высоких энергий и сформулированы задачи диссертации.

Первая глава посвящена построению суперсимметричных сигма-моделей с расширенной суперсимметрией и различным мультиплетным составом в рамках квантовой механики. Подробно изучается структура квантовой алгебры расширенной суперсимметрии и свойства геометрических комплексов, возникающих при описании рассматриваемых систем.

Во второй главе с помощью метода калибрования изометрий и использования динамических и полудинамических супермультиплетов осуществляется построение целого ряда новых квантово-механических моделей с конформной и расширенной суперконформной симметриями, в также их обобщений на случай конформной и расширенной суперконформной симметрией Галилея. В частности, среди построенных моделей особый интерес представляют новые $N=1$, $N=2$ и $N=4$ суперконформные расширения бозонной модели Калоджеро.

Третья глава диссертации посвящена различным аспектам твисторной формулировки безмассовых и массивных частиц фиксированного спина и каноническому квантованию возникающих новых моделей. Особое внимание

уделяется исследованию связей между твисторными формулировками и пространственно-временными формулировками изучаемых моделей.

Четвертая глава посвящена изучению моделей релятивистских частиц и суперчастиц, алгебра суперсимметрии которых включает тензорные центральные заряды. Здесь развивается подход к описанию изучаемых моделей с сохранением лоренц-ковариантности за счет расширения конфигурационного пространства системы дополнительными спинорными координатами. Такой подход позволяет обобщить на массивный случай эквивалентность в описании моделей суперчастицы с помощью тензорных координат центральных зарядов и моделей спиновых суперчастиц без центральных зарядов.

В пятой главе изучаются твисторные формулировки частиц и суперчастиц высших спинов и расширенных объектов типа струны Намбу-Гото. Введена концепция мастер-частицы высших спинов, с помощью которой известные формулировки моделей частиц высших спинов воспроизводятся путем процедуры соответствующей фиксации калибровки.

В Заключении сформулированы основные результаты, выносимые на защиту.

В целом диссертация Федорука С.А. выполнена на высоком физическом и математическом уровне. Автором внесен существенный вклад в развитие суперсимметричной классической и квантовой механики. Достоверность полученных результатов не вызывает сомнений, поскольку они базируются на общих положениях и принципах современной теоретической физики и проведенных квалифицированно и грамотно расчетах, которые в частных случаях совпадают с результатами других авторов.

Следует отметить, что последние результаты, полученные на Большом адронном коллайдере (БАК) в Женеве не подтвердили существование простой суперсимметрии. В связи с этим вопрос о существовании расширенной суперсимметрии по-прежнему остается открытым и в этой связи исследования, проведенные в диссертации С.А. Федорука по изучению различных динамических систем с расширенной суперсимметрией мне представляются важными и актуальными.

Среди замечаний отметим, что при квантовании предлагаемых моделей квантовой механики используется вейлевское упорядочение операторов, которое позволяет сохранить алгебру суперсимметрии на квантовом уровне. Представляется интересным и важным этому эмпирическому факту придать статус теоремы.

Одной из мотивировок изучения новых квантово-механических систем с высокой суперсимметрией является их возможная полезность в задачах космологии. В диссертации отсутствует изучение влияния такой суперсимметрии на характер явлений, связанных с движением суперчастиц в поле черных дыр вблизи горизонта событий.

Имеется ряд технических замечаний:

Вещественные суперполя, отвечающие $N=1$ и $N=2$ глобальной

суперсимметрии, представленные на одной и той же странице 29 диссертации, предполагают разные свойства сопряжения переменных.

На страницах 34 и 35 нетеровские заряды (1.30), (1.31), (1.34) обозначаются теми же символами, что и генераторы $N=2$ суперсимметрии в (1.19).

Перевод на русский язык фамилии “Nijenhuis” в разных частях диссертации дается по разному и как Нийенхуиз (стр. 49,51, 73) и как Нийенхейс (стр. 65). Более благозвучным в русском переводе звучит второй из использованных вариантов.

В тексте диссертации и автореферата содержится ряд грамматических опечаток.

Указанные замечания не снижают ценности и важности полученных в диссертации результатов.

Считаю, что по совокупности и важности полученных результатов, их новизне и значимости работа соответствует всем требованиям, предъявляемым ВАК к докторским диссертациям, а ее автор заслуживает присвоения ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.02 — теоретическая физика.

Автореферат диссертации отражает содержание диссертации и ее результаты своевременно и полно опубликованы в научной печати.

Зав. кафедрой математического анализа
Томского государственного педагогического
университета, доктор физико-математических наук,
профессор

Петр Михайлович Лавров

634041, г. Томск,
Комсомольский проспект, 75
тел. (382-2) 52-17-51
e-mail: lavrov@tspu.edu.ru

Подпись Петра Михайловича Лаврова заверяю:

Секретарь Ученого совета ТГПУ



Н.И. Медуха

24 июля 2017 г.