

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Д.А. Петрусевича «Некоторые проблемы квантовой теории ориентируемых объектов», представленной на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.02 – Теоретическая физика

Диссертация Петрусевича Д.А. посвящена развитию методов описания ориентации на основе теории представлений групп Ли, в частности, их применению при построении когерентных состояний (КС) квантового ротатора и точных решений релятивистских волновых уравнений (РВУ).

Теория представлений групп находится в основе квантового описания ориентируемых объектов. Набор пространственных и ориентационных координат можно рассматривать как элемент группы движений пространства, являющейся полупрямым произведением групп трансляций и группы Лоренца, включающей вращения и бусты. В общем случае ориентированный объект описывается скалярной функцией на группе Пуанкаре.

В диссертации Петрусевича Д.А. рассмотрены два примера ориентируемых объектов: жесткий нерелятивистский ротатор и частица, обладающая спином, в магнитном поле.

Ориентация в трехмерном евклидовом пространстве задается элементом группы вращений $SO(3) \sim SU(2)$. В пространстве Минковского она определяется элементом группы Лоренца $SO(3,1) \sim SL(2,C)$. Рассмотрение ориентации в пространстве 2+1 измерений связано с представлениями группы Лоренца $SO(2, 1) \sim SU(1, 1)$.

В исследовании получены следующие важные результаты:

1. Построена система КС квантового ротатора. Они характеризуются определённым угловым моментом, обладают минимальной неопределённостью. В обзоре систем когерентных состояний квантового ротатора, построенных до представленного исследования, автор отмечает, что, в отличие от них, введённые в работе состояния строятся по схеме Переломова.
2. Для построенных КС рассмотрена эволюция во времени в системах с квадратичным по генераторам группы $SO(3)$ гамильтонианом. Для аксиально-симметричного ротатора построены решения уравнения Шрёдингера, близкие к представленным КС. Показано, что квантовые уравнения на параметры КС переходят в классические уравнения Эйлера при больших значениях углового момента j . При малых j правая часть уравнений отличается численным множителем.
3. Получены точные решения 2+1-мерных аналогов уравнений Майорана (Majorana) и Баба (Bhabha) в постоянном однородном магнитном поле. Ранее были известны решения уравнения Майорана только для свободной частицы. Показано, что в пространстве 2+1 измерений конечнокомпонентные РВУ (аналоги уравнений Баба, и в частности, уравнений Дирака и Даффина-Кеммера) связаны с конечномерными неунитарными представлениями группы Лоренца $SO(2, 1) \sim SU(1, 1)$. В то же самое время рассмотрение бесконечномерных унитарных представлений группы Лоренца приводит к бесконечнокомпонентным РВУ, аналогичным уравнениям Майорана в 3+1-мерном пространстве. Решение удалось получить при помощи разделения пространственных и ориентационных переменных и выражением операторов задачи через генераторы группы Лоренца в 2+1 измерении $SU(1,1)$ и генераторов группы Гейзенберга $W(1)$.
4. Проведен анализ полученных решений. Показано, что решения существуют при любых значениях напряженности магнитного поля и в случае уравнений Майораны, описывающих произвольные спины, и для конечнокомпонентных уравнений спинов 1/2 и 1 (аналоги уравнений Дирака и Даффина-Кеммера). Спектры решений обладают сходным поведением. Показано, что в нерелятивистском пределе они совпадают. Вместе с тем, отмечено, что энергия уровней для бесконечнокомпонентных уравнений возрастает с ростом поля несколько медленнее, чем для конечнокомпонентных. Для конечнокомпонентных уравнений в случае высших спинов ($s>1$) уровни энергии при больших напряженностях поля становятся комплексными. Для 2+1-мерных аналогов

уравнений Дирака и Майораны и спина $1/2$ во внешнем электромагнитном поле проведено разложение по степеням $1/c$. В первом приближении ($1/c$) разложения совпадают (уравнение Паули). Различия возникают во втором приближении ($1/c^2$).

Отмечу, что предложенную в диссертационной работе методику построения точных решений РВУ можно применить и при исследовании других уравнений.

Автореферат диссертации Петрусевича Д.А. производит хорошее впечатление, но есть и замечание: в автореферате не рассмотрена возможность перехода от решений РВУ, описывающих частицу в магнитном поле в $2+1$ измерении, к физически более интересному случаю $3+1$ измерения. Отмеченное замечание не снижает общей положительной оценки диссертационной работы.

В свете вышесказанного можно заключить, что диссертационная работа Петрусевича Д.А. выполнена на актуальную тему. Научная новизна работы заслуживает высокой оценки, результаты являются обоснованными и достоверными. Считаю, что работа удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям; её автор Петрусевич Денис Андреевич заслуживает присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.02 – «Теоретическая физика».

Согласен на обработку моих персональных данных.

Попов Игорь Юрьевич
доктор физико-математических наук, профессор
специальность 01.01.03 – «Математическая физика»,
заведующий кафедрой высшей математики
Санкт-Петербургского национального исследовательского университета информационных технологий, механики и оптики
Российская Федерация, 197101, Санкт-Петербург, Кронверкский пр. д. 49
+7 (812) 232-67-65
popov@mail.ifmo.ru

05.05.2016

Подпись: 
удостоверю
Специалист ОК
Университета ИТМО 

