

СВЕДЕНИЯ О РЕЗУЛЬТАТАХ ПУБЛИЧНОЙ ЗАЩИТЫ ДИССЕРТАЦИИ

Диссертационный совет Д 212.267.07, созданный на базе федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет», извещает о результатах состоявшейся 02 июня 2016 года публичной защиты диссертации Петрусевича Дениса Андреевича «Некоторые проблемы квантовой теории ориентируемых объектов» по специальности 01.04.02 – Теоретическая физика на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук.

Время начала заседания: 17-00.

Время окончания заседания: 18-30.

На заседании диссертационного совета присутствовали 20 из 24 членов диссертационного совета, из них 7 докторов наук по специальности 01.04.02 – Теоретическая физика:

1. Багров В.Г., председатель диссертационного совета	д-р физ.-мат. наук	01.04.02
2. Ивонин И.В., заместитель председателя диссертационного совета	д-р физ.-мат. наук	01.04.10
3. Киреева И.В., ученый секретарь диссертационного совета	д-р физ.-мат. наук	01.04.07
4. Бордовицын В.А.	д-р физ.-мат. наук	01.04.02
5. Брудный В.Н.	д-р физ.-мат. наук	01.04.10
6. Войцеховский А.В.	д-р физ.-мат. наук	01.04.10
7. Гермогенов В.П.	д-р физ.-мат. наук	01.04.10
8. Дударев Е.Ф.	д-р физ.-мат. наук	01.04.07
9. Караваев Г.Ф.	д-р физ.-мат. наук	01.04.10
10. Коротаяев А.Д.	д-р физ.-мат. наук	01.04.07
11. Лавров П.М.	д-р физ.-мат. наук	01.04.02
12. Ляхович С.Л.	д-р физ.-мат. наук	01.04.02
13. Мельникова Н.В.	д-р физ.-мат. наук	01.04.07
14. Потекаев А.И.	д-р физ.-мат. наук	01.04.07
15. Старенченко В.А.	д-р физ.-мат. наук	01.04.07
16. Трифонов А.Ю.	д-р физ.-мат. наук	01.04.02
17. Тютюрев В.Г.	д-р физ.-мат. наук	01.04.10
18. Чумляков Ю.И.	д-р физ.-мат. наук	01.04.07
19. Шаповалов А.В.	д-р физ.-мат. наук	01.04.02
20. Шарапов А.А.	д-р физ.-мат. наук	01.04.02

Заседание провёл председатель диссертационного совета, доктор физико-математических наук, профессор Багров Владислав Гаврилович.

По результатам защиты диссертации тайным голосованием (результаты голосования: за присуждение ученой степени – 20, против – нет, недействительных бюллетеней – нет) диссертационный совет принял решение присудить Д.А. Петрусевичу учёную степень кандидата физико-математических наук.

Заключение диссертационного совета Д 212.267.07
на базе федерального государственного автономного образовательного
учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский Томский государственный университет»
Министерства образования и науки Российской Федерации
по диссертации на соискание ученой степени кандидата наук
аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 02.06.2016 г., № 49

О присуждении **Петрусевичу Денису Андреевичу**, гражданину Российской Федерации, учёной степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация **«Некоторые проблемы квантовой теории ориентируемых объектов»** по специальности **01.04.02** – Теоретическая физика, принята к защите 11.02.2016 г., протокол № 47, диссертационным советом **Д 212.267.07** на базе федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет» Министерства образования и науки Российской Федерации (634050, г. Томск, пр. Ленина, 36, приказ о создании диссертационного совета № 798-745/68 от 13.04.2007 г.).

Соискатель **Петрусевич Денис Андреевич**, 1987 года рождения.

В 2010 году соискатель окончил государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский государственный институт радиотехники, электроники и автоматики (технический университет)».

В 2013 году соискатель очно окончил аспирантуру федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный технический университет радиотехники, электроники и автоматики».

Работает в должности ассистента кафедры высшей математики в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Московский технологический университет» (в период подготовки диссертации – федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный

университет информационных технологий, радиотехники и электроники») Министерства образования и науки Российской Федерации.

Диссертация выполнена на кафедре высшей математики федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет информационных технологий, радиотехники и электроники» Министерства образования и науки Российской Федерации.

Научный руководитель – доктор физико-математических наук, **Шелепин Алексей Леонидович**, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский технологический университет» (в период подготовки диссертации – федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет информационных технологий, радиотехники и электроники»), кафедра высшей математики, профессор.

Официальные оппоненты:

Гаврилов Сергей Петрович, доктор физико-математических наук, доцент, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена, кафедра общей и экспериментальной физики, профессор (на момент назначения официальным оппонентом – доцент)

Чуприков Николай Леонидович, доктор физико-математических наук, доцент, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования (на момент назначения официальным оппонентом – федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования) «Томский государственный педагогический университет», кафедра теоретической физики, профессор

дали положительные отзывы о диссертации.

Ведущая организация – государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Московской области «Университет «Дубна», г. Дубна, в своём положительном заключении, подписанном **Калиновским**

Юрием Леонидовичем (доктор физико-математических наук, доцент, кафедра высшей математики, заведующий кафедрой), указала, что до последнего времени единственным примером хорошо разработанной физической теории, в которой волновая функция зависит от ориентации, была теория нерелятивистского жёсткого ротатора, построенная еще в 1930-е годы. Последовательное рассмотрение квантовых объектов, обладающих ориентацией, важно для решения ряда задач, связанных с наличием спина, как в нерелятивистской, так и в релятивистской квантовой теории. В работе Петрусевича Д.А. на основе использования волновых функций, зависящих от пространственно-временных координат и ориентации, произведено построение когерентных состояний квантового ротатора с определённым угловым моментом и решений релятивистских волновых уравнений типа Майорана в 2+1 измерении. Полученные автором результаты могут быть использованы в ядерной, атомной и молекулярной спектроскопии, физике элементарных частиц и когерентных явлений.

Соискатель имеет 9 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации – 6 работ, опубликованных в рецензируемых научных изданиях – 2 (обе статьи опубликованы в зарубежных журналах, индексируемых Web of Science), в научном журнале – 1, в сборниках материалов научно-технических конференций – 3. Общий объём публикаций – 5,98 п.л., авторский вклад – 2,98 п.л.

В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации, опубликованные в журналах, включенных в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук, в том числе индексируемых Web of Science:

1. Gitman D. M. Semiclassical description of quantum rotator in terms of SU(2) coherent states / D. M. Gitman, **D. A. Petrusевич**, A. L. Shelepin // Physica Scripta. – 2013. – Vol. 88, is. 8. – 045005. – 9 p. – 1,04 / 0,52 п.л. – DOI: 10.1088/0031-8949/88/04/045005

2. Gitman D. M. Majorana equation and some of its solutions in $2 + 1$ dimensions / D. M. Gitman, **D. A. Petrusevich**, A. L. Shelepin // Journal Physics A Mathematical and Theoretical. – 2014. – Vol. 47, is. 27. – 275401. – 18 p. – 2,19 / 1,09 п.л. – DOI: 10.1088/1751-8113/47/27/275401

На автореферат поступили 6 положительных отзывов. Отзывы представили: 1. **С.С. Демидов**, д-р физ.-мат. наук, заведующий отделом истории физико-математических наук Института истории естествознания и техники им. С.И. Вавилова РАН, г. Москва, *без замечаний*. 2. **В.В. Варламов**, д-р физ.-мат. наук, профессор кафедры высшей математики Сибирского государственного индустриального университета, г. Новокузнецк, *без замечаний*. 3. **Н.Е. Капуткина**, д-р физ.-мат. наук, профессор кафедры физической химии Института новых материалов и нанотехнологий Национального исследовательского технологического университета «МИСиС», г. Москва, *с замечанием*: термин «ориентируемый объект» использован неудачно. 4. **И.Ю. Попов**, д-р физ.-мат. наук, проф., заведующий кафедрой высшей математики Санкт-Петербургского национального исследовательского университета информационных технологий, механики и оптики, *с замечанием*: не рассмотрена возможность перехода от решений РВУ, описывающих частицу в магнитном поле в $2+1$ измерении, к физически интересному случаю $3+1$ измерения. 5. **А.Н. Соболевский**, д-р физ.-мат. наук, врио директора Института проблем передачи информации им. А.А. Харкевича РАН, г. Москва, *с замечанием*: из автореферата не ясно, будет ли способствовать введение электрического поля усилению различия энергий уровней, отвечающих решениям уравнений Майорана и Дирака. 6. **А.Б. Арбузов**, д-р физ.-мат. наук, профессор РАН, заместитель директора лаборатории теоретической физики им. Н.Н. Боголюбова Объединенного института ядерных исследований, г. Дубна Московской области, *с замечанием*: при исследовании РВУ для частицы во внешнем поле не совсем ясным остается вопрос о переносе результатов на $3+1$ -мерный случай.

В отзывах отмечено, что квантовая теория ориентируемых объектов – актуальное, достаточно перспективное направление исследований; последовательное рассмотрение квантовых объектов, обладающих ориентацией, важно как в нерелятивистской, так и релятивистской квантовой теории,

в частности, для решения ряда теоретических задач, связанных с наличием спина. В диссертации Д.А. Петрусевича рассмотрены две основные модели ориентируемых объектов в квантовой механике: жесткий нерелятивистский ротатор и частица, обладающая спином. Автором построена система когерентных состояний квантового ротатора с фиксированным полным моментом; доказано, что при эволюции построенных КС квантовые уравнения на их параметры при больших значениях углового момента переходят в аналоги классических уравнений Эйлера, при малых значениях показано, что они существенно отличаются от классических уравнений; построены точные решения релятивистских волновых уравнений для частицы в однородном магнитном поле в $2+1$ измерении; произведено разложение аналогов уравнений Дирака и Майорана в электромагнитном поле по степеням $1/c$ – доказано, что в первом приближении по $1/c$ уравнения совпадают, во втором приближении отмечены различия. До представленного исследования были известны решения только свободного уравнения Майорана. Предложенную Петрусевичем Д.А. методику построения точных решений РВУ можно применить и при исследовании других уравнений. Результаты исследования могут быть использованы в ядерной и молекулярной спектроскопии, физике элементарных частиц и когерентных явлений.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается тем, что **С.П. Гаврилов** является известным специалистом в области теоретической физики; **Н.Л. Чуприков** является квалифицированным специалистом в области теоретической физики и квантовой теории поля; на кафедре высшей математики **государственного университета «Дубна»** работают квалифицированные специалисты, известные своими достижениями в области квантовой теории поля и физики элементарных частиц.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработана методика построения точных решений конечно- и бесконечнокомпонентных релятивистских волновых уравнений во внешнем поле, основанная на их записи через генераторы групп Ли и разделении пространственных и ориентационных переменных;

предложена система когерентных состояний (КС) $|j, m\rangle$ квантового ротатора с определённым угловым моментом j и минимальной неопределённостью;

доказано, что квантовые уравнения на параметры предложенной системы когерентных состояний переходят в классические уравнения Эйлера при больших значениях углового момента.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказано, что решения рассмотренных релятивистских волновых уравнений для частицы в постоянном однородном магнитном поле существуют при любых значениях напряженности магнитного поля и в случае уравнений Майорана, описывающих произвольные спины, и для «конечнокомпонентных» уравнений спинов $1/2$ и 1 (аналоги уравнений Дирака и Даффина-Кеммера в $2+1$ измерении). Спектры решений обладают сходным поведением. Показано, что в нерелятивистском пределе они совпадают;

применительно к проблематике диссертации эффективно использован метод обобщённых когерентных состояний Переломова при построении когерентных состояний квантового ротатора;

изучена эволюция во времени построенных когерентных состояний квантового ротатора в системах с квадратичным по генераторам группы $SO(3)$ гамильтонианом: показано, что квантовые уравнения на параметры КС переходят в классические уравнения Эйлера при больших значениях углового момента, при малых значениях правая часть уравнений отличается от уравнений Эйлера численным множителем, что соответствует замедлению прецессии.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

определены параметры системы когерентных состояний квантового ротатора с определённым угловым моментом и условия перехода к классическому пределу;

представлена методика построения точных решений конечно- и бесконечнокомпонентных релятивистских волновых уравнений (РВУ) во внешнем поле, основанная на их записи через генераторы групп Ли и разделении пространственных и ориентационных переменных.

Рекомендации об использовании результатов диссертационного исследования. Полученные результаты могут быть использованы в научных и образовательных учреждениях, в которых ведутся исследования по сходной тематике: в Объединённом институте ядерных исследований, Московском государственном университете имени М.В. Ломоносова, Национальном исследовательском Томском политехническом университете, Национальном исследовательском Томском государственном университете и др.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

идея базируется на введении волновых функций, зависящих от координат и ориентации, разделении пространственных и ориентационных переменных при решении РВУ для частицы в магнитном поле (её ориентация в 2+1 измерении задаётся элементом группы Лоренца $SO(2, 1) \sim SU(1, 1)$) и применении известных методик построения семейств когерентных состояний к модели квантового ротатора (его ориентация задаётся элементом группы $SO(3) \sim SU(2)$);

использовано сопоставление авторских результатов с полученными ранее результатами по данной тематике;

установлено качественное согласие авторских результатов с результатами, представленными в независимых источниках.

Научная новизна работы определяется тем, что на основе использования волновых функций, зависящих от координат и ориентации, производится построение когерентных состояний квантового ротатора и развиваются оригинальные методы в теории релятивистских волновых уравнений. В частности, построена система КС квантового ротатора, обладающих минимальной неопределённостью и фиксированным полным моментом; получены точные решения 2+1-мерных аналогов уравнений Майорана и Vhabha в постоянном однородном магнитном поле. Проведён анализ полученных решений.

Показано, что для уравнений Майорана, описывающих произвольные спины, как и для конечнокомпонентных уравнений спинов $1/2$ и 1 (уравнения Дирака и Даффина-Кеммера), решения существуют при любых значениях напряжённости магнитного поля, и их спектры обладают сходным поведением. Для конечнокомпонентных уравнений для высших спинов $s > 1$ уровни энергии при больших напряжённости поля становятся комплексными.

Для 2+1-мерных уравнений Дирака и Майорана (спин 1/2) во внешнем электромагнитном поле проведены разложения по степеням $1/c$. В первом приближении $1/c$ оба уравнения приводят к уравнению Паули. Различия возникают во втором приближении (учитываются члены до $1/c^2$): у двух членов не совпадают численные коэффициенты, кроме того, в случае уравнения Майорана появляется дополнительный член, отсутствующий в разложении уравнения Дирака.

Личный вклад соискателя состоит в: выполнении всех теоретических расчетов, апробации результатов на конференциях; совместной с научным руководителем постановке задачи исследований, обсуждении и анализе результатов, формулировке выводов, написании научных статей по теме диссертации.

Диссертация отвечает критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней для диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук.

Диссертация соответствует п. 9 Положения о присуждении ученых степеней, является научно-квалификационной работой, в которой содержится решение научной задачи о движении массивной майорановской частицы в магнитном поле и научной задачи о квазиклассическом описании квантового ротатора, имеющей значение для развития физики элементарных частиц и квантовой теории.

На заседании 02.06.2016 г. диссертационный совет принял решение присудить **Петрусевичу Д.А.** ученую степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 20 человек, из них 7 докторов наук по специальности 01.04.02 – Теоретическая физика, участвовавших в заседании, из 24 человек, входящих в состав совета, проголосовал: за – 20, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель

диссертационного совета

Ученый секретарь

диссертационного совета

02.06.2016 г.



(Handwritten signatures of the council members)

Багров Владислав Гавриилович

Киреева Ирина Васильевна