

ОТЗЫВ

официального оппонента о диссертационной работе

Павленко Андрея Васильевича

«Двумерные двухчастичные парциальные интегральные уравнения и волновые функции в квазипотенциальном подходе

Логунова–Тавхелидзе»,

представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук

по специальности **01.04.02 – теоретическая физика**

Соответствие диссертации специальности и отрасли науки, по которым она представляется к защите

Диссертация Павленко Андрея Васильевича посвящена разработке аппарата релятивистского описания связанных состояний и состояний рассеяния двумерных двухчастичных систем на основе квазипотенциального подхода Логунова–Тавхелидзе. В диссертации впервые сформулированы парциальные интегральные уравнения в двумерном релятивистском конфигурационном представлении, получены явные выражения для парциальных функций Грина, найдены точные и численные решения для ряда модельных квазипотенциалов взаимодействия двух частиц. Содержание диссертации соответствует специальности 01.04.02. Паспорт данной специальности определяет, что теоретическая физика – область науки, предметом которой является формулировка и описание фундаментальных физических законов, теоретическое объяснение и моделирование новых физических явлений и экспериментальных фактов в различных областях физики на основе развития и применения современных математических методов. Область исследований работы - математические методы теоретической физики, отрасль науки «Физика».

Актуальность темы диссертации

Актуальность темы диссертации определяется важностью релятивистской квантовомеханической задачи двух тел. Это важно для решения задач о тяжелых, неточечных частицах - адронах, как связанных системах из кварков, описания распределения электрических зарядов в таких частицах. Релятивистское описание двухчастичных связанных состояний и процессов рассеяния на плоскости до сих пор отсутствовало. Квазипотенциальный подход Логунова–Тавхелидзе, успешно зарекомендовавший себя в трёхмерном случае, позволяет построить релятивистски инвариантную теорию двух частиц, сохраняя вероятностную интерпретацию волновой функции. Адаптация этого подхода к двумерным системам имеет как фундаментальное, так и прикладное значение.

Степень новизны результатов, полученных в диссертации, и научных положений, выносимых на защиту

Результаты диссертации, а также научные положения, выносимые на защиту, являются новыми и оригинальными. В работе впервые:

сформулированы парциальные интегральные квазипотенциальные уравнения в двумерном релятивистском конфигурационном представлении для связанных состояний и состояний рассеяния системы двух скалярных частиц одинаковой массы;

получен явный вид парциальных функций Грина уравнения Логунова–Тавхелидзе в двумерном релятивистском конфигурационном представлении при произвольном азимутальном квантовом числе в случае как связанных состояний, так и состояний рассеяния, установлено асимптотическое поведение парциальных функций Грина состояний рассеяния;

найжены точные аналитические решения для связанных состояний и состояний рассеяния с квазипотенциалами «дельта-окружность» и суперпозицией двух таких квазипотенциалов в релятивистском конфигурационном представлении;

получены точные решения двумерного уравнения Логунова–Тавхелидзе в импульсном представлении для четырёх релятивистских аналогов потенциала гармонического осциллятора, а для двух из них – также в координатном представлении. Численно решены парциальные интегральные уравнения для квазипотенциала Гаусса.

Обоснованность и достоверность выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Достоверность полученных результатов обеспечивается:

использованием строгих математических методов, включающих теорию вычетов, специальные функции – функции Лежандра, гамма-функции, вырожденные гипергеометрические функции и другие ;

корректным переходом к нерелятивистскому пределу, в котором полученные выражения совпадают с известными решениями двумерного уравнения Шрёдингера (функции Бесселя, полиномы Лагерра, результаты для дельта-потенциалов);

апробацией результатов на 8 международных и республиканских конференциях, публикацией в 7 статьях в журналах, рекомендованных ВАК Республики Беларусь.

Научная, практическая, экономическая и социальная значимость результатов диссертации с указанием рекомендаций по их использованию

Разработанный математический аппарат парциальных интегральных уравнений в двумерном релятивистском конфигурационном представлении создаёт основу для релятивистского описания двухчастичных систем модельных задач на плоскости. Полученные точные решения для модельных потенциалов (например, релятивистский осциллятор) могут служить

эталоны для проверки численных методов и для анализа более сложных взаимодействий. Выявленные особенности волновых функций (дополнительные нули в релятивистском осцилляторе, различие в числе нулей в импульсном и конфигурационном представлениях) важны для понимания релятивистских эффектов в низкоразмерных системах.

Результаты диссертации могут быть использованы в научно-исследовательских центрах, занимающихся теоретической физикой элементарных частиц, физикой низкоразмерных систем, квантовой теорией поля: Институт физики им. Б.И. Степанова НАН Беларуси, Белорусский государственный университет, Объединённый институт ядерных исследований (Дубна), Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова и др. Часть результатов уже внедрена в учебный процесс Гомельского государственного университета имени Ф. Скорины при чтении спецкурса «Функции Грина в квантовой физике».

Опубликованность результатов диссертации в научной печати

Основные результаты диссертации опубликованы в 15 научных работах, из которых 7 статей в изданиях, включённых в перечень ВАК Республики Беларусь и Высшей аттестационной комиссии при Министерстве науки и высшего образования Российской Федерации, а также 8 публикаций в сборниках трудов международных и республиканских конференций. Автореферат полностью отражает содержание диссертации.

Соответствие оформления диссертации требованиям ВАК

Диссертация состоит из перечня сокращений, введения, общей характеристики работы, пяти глав, заключения, списка использованных источников (125 наименований) и четырёх приложений. Объём диссертации – 110 страниц, включая 31 рисунок. Текст изложен логично, научным языком, чётко сформулированы цель, задачи, новизна и положения, выносимые на защиту. Оформление диссертации и автореферата соответствует правилам и инструкции, утверждённым ВАК Республики Беларусь. Содержание автореферата правильно отражает содержание диссертации.

Замечания по содержанию диссертации:

1. По мнению оппонента, следовало бы формулировку задачи диссертационной работы начинать с записи метрики используемого двумерного импульсного пространства в применяемых в дальнейшем системах координат. Такой подход сразу бы прояснил теоретико-групповую природу исходных математических выражений.
2. В принципе, к данному замечанию примыкает и то, что в ссылках на источники в диссертации, отсутствует ссылка на монографию Н.Я. Виленкина «Специальные функции и теория представлений групп» (например, издания М.: Наука 1965 г.)

3. В диссертации присутствует ссылка [54] авторов А.А. Богуша, Ю.А. Курочкина и В.С. Отчика в //Доклады АН БССР. – 1980. –Vol. 24. – P. 19–22. однако, отсутствуют ссылки на работы:

Bogush, A. A. Coulomb scattering in the Lobachevsky space/ A. A. Bogush, Yu. A. Kurochkin, V. S. Otchik//Nonlinear Phenomena in Complex Systems. – 2003. – P. 894 –897.

Богуш, А. А. Рассеяние в кулоновском поле в пространстве Лобачевского/ А. А. Богуш, Ю. А. Курочкин, В. С. Отчик //Докл. АН Беларуси. – 2003. – Т. 47, № 5. –С. 54–57.

Данные работы более близки к проблемам диссертации, хотя и рассматривают формулировку задачи в координатном пространстве Лобачевского.

Впрочем, замечания оппонента носят характер пожеланий и не влияют на высокую оценку результатов диссертации.

4. Как пожелание на будущее, хотелось бы, чтобы автор диссертационной работы предпринял усилия для распространения формализма на системы частиц с ненулевым спином, а также на случай разных масс частиц, для применения разработанного подхода к описанию процессов рассеяния частиц и квазичастиц в двумерных структурах (например, в графене или в дипольных газах) и провести сравнение предсказаний полученной модели с экспериментальными данными.

Соответствие научной квалификации соискателя учёной степени, на которую он претендует

Диссертация удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым ВАК Республики Беларусь к кандидатским диссертациям, а её автор, Павленко Андрей Васильевич, заслуживает присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.02 – теоретическая физика.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Диссертационная работа Павленко Андрея Васильевича «Двумерные двухчастичные парциальные интегральные уравнения и волновые функции в квазипотенциальном подходе Логунова–Тавхелидзе» является целостным, завершённым и оригинальным исследованием, содержащим новые научно обоснованные результаты и полностью соответствует требованиям, установленным главой 3 Положения о присуждении учёных степеней ВАК Республики Беларусь, предъявляемым к кандидатским диссертациям. Совокупность новых результатов представляет существенный вклад в теорию релятивистских двумерных двухчастичных систем. Автор диссертации, Павленко Андрей Васильевич, безусловно, заслуживает присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.02 – теоретическая физика за получение новых научно-обоснованных результатов, включающих:

явный вид парциальных функций Грина двумерного уравнения Логунова–Тавхелидзе в релятивистском конфигурационном представлении для произвольного квантового числа углового момента двумерного пространства;

точные аналитические решения для связанных состояний и состояний рассеяния с квазипотенциалами «дельта-окружность» и суперпозицией двух таких квазипотенциалов в релятивистском конфигурационном представлении;

точные решения двумерного уравнения Логунова–Тавхелидзе для четырёх релятивистских аналогов потенциала гармонического осциллятора в импульсном представлении и для двух из них – в координатном представлении;

Официальный оппонент

Заведующий центром «Фундаментальные взаимодействия и астрофизика», профессор доктор физико-математических наук

Ю.А. Курочкин

