

ОТЗЫВ
официального оппонента на диссертацию

Овсиюк Елены Михайловны

«КВАНТОВАЯ МЕХАНИКА ЧАСТИЦ С ВНУТРЕННЕЙ СТРУКТУРОЙ
ВО ВНЕШНИХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ И ГРАВИТАЦИОННЫХ ПОЛЯХ»,

представленную на соискание
ученой степени доктора физико-математических наук
по специальности 01.04.02 – теоретическая физика

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

Диссертационная работа Овсиюк Е.М. посвящена теории элементарных частиц на основе использования расширенных наборов представлений группы Лоренца, построению решений обобщенных уравнений с учетом внешних полей и дополнительных внутренних характеристик частиц. Содержание диссертации соответствует физико-математическим наукам и специальности 01.04.02 – теоретическая физика.

Название диссертации «Квантовая механика частиц с внутренней структурой во внешних электромагнитных и гравитационных полях» соответствует ее содержанию. Объект исследования: частицы с дополнительными характеристиками во внешних электромагнитных полях на фоне пространства-времени с псевдоримановой геометрией. Предмет исследования: решения уравнений для частиц с разными значениями спина и дополнительными характеристиками.

Актуальность темы.

Тема диссертации соответствует пункту 12. Междисциплинарные исследования перечня приоритетных направлений научных исследований Республики Беларусь на 2016–2020 годы, утвержденного Постановлением Совета Министров Республики Беларусь № 190 от 12 марта 2015 г., и пункту 1. Цифровые информационно-коммуникационные и междисциплинарные технологии, основанные на них производства: физика фундаментальных взаимодействий микро- и макромира, зарождающиеся технологии (квантовые, когнитивные, нейроцифровые, антропоморфные) перечня приоритетных направлений научной, научно-технической и инновационной деятельности на 2021–2025 годы, утвержденного Указом Президента Республики Беларусь № 156 от 7 мая 2020 г.

Целью диссертации является развитие теории частиц на основе использования наборов представлений группы Лоренца, более широких, чем используются в так называемом минимальном подходе, что приводит к возможности описывать элементарные частицы с дополнительными внутренними характеристиками: поляризуемостью, аномальным магнитным

моментом, электрическим дипольным моментом, электрическим квадрупольным моментом, структурой Дарвина – Кокса, внутренним спектром спиновых и массовых состояний. Цель работы реализуется через построение точных решений обобщенных уравнений с учетом внешних электромагнитных полей и неевклидовой структуры пространства–времени; используются простые модели геометрий: Лобачевского, Римана и две модели де Ситтера.

Диссертационное исследование представляет актуальное направление с теоретической и экспериментальной точек зрения, хотя основное содержание диссертации составляет именно теоретический анализ; в основном рассматриваются физические системы, допускающие аналитический анализ.

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

Сама постановка задач в диссертации, которые в значительной степени исчерпывающе решены, указывает на их новизну. Ставились следующие задачи:

1. Для скалярной частицы найти решения уравнений: для частицы с поляризуемостью в магнитном поле; для частицы с поляризуемостью в кулоновском поле; для частицы с внутренней структурой Дарвина – Кокса в магнитном и кулоновском полях; для частицы Дарвина – Кокса в магнитном и электрическом полях на фоне пространства Лобачевского.

2. Для спинорной частицы построить решения уравнения Паули и Дирака в кулоновском поле на фоне геометрий Лобачевского – Римана; решить уравнение Дирака в поле магнитного заряда в космологических моделях де Ситтера; построить решения уравнения Дирака – Кэлера в моделях Лобачевского – Римана; найти решения уравнения для частицы со спином $1/2$ и двумя массовыми параметрами в кулоновском поле.

3. Найти решения уравнения для векторной частицы с аномальным магнитным моментом в магнитном и электрическом полях; решения уравнения для векторной частицы в нерелятивистском приближении с учетом поля магнитного заряда на фоне пространств постоянной кривизны; решения для релятивистской векторной частицы в поле Кулона, которые отвечают связанным состояниям.

4. Найти решения для уравнений Шредингера, Дирака, Максвелла и Даффина – Кеммера в квазидекартовых координатах в пространстве Лобачевского, и на этой основе разработать процедуру геометрического моделирования потенциального барьера, одинаковым образом отражающего все типы частиц.

5. Исследовать модель атома водорода в статических пространствах де Ситтера и анти де Ситтера.

6. Найти решения нерелятивистского уравнения для векторной частицы в нестатических сферически симметричных моделях де Ситтера.

7. Развить общековариантный матричный формализм Майораны – Оппенгеймера для электромагнитного поля и на этой основе построить решения уравнений Максвелла в пространствах Лобачевского, Римана, де Ситтера.

8. Развить теорию частицы со спином $1/2$ и тремя массовыми параметрами с учетом электромагнитных и гравитационных полей, и на этой основе исследовать возможность моделировать смешивание нейтринных масс геометрическими методами.

Обоснованность и достоверность выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации.

Обоснованность и достоверность основных результатов и защищаемых положений диссертации определяется применением надежно апробированных математических методов. Результаты диссертации прошли апробацию на республиканских и международных конференциях.

Научная, практическая, социальная и экономическая значимость полученных результатов.

Полученные результаты могут найти применение при планировании экспериментов по измерению характеристик элементарных частиц.

Эти результаты могут служить основой для дальнейших исследований, в том числе в ГНУ «Институт физики имени Б.И. Степанова Национальной академии наук Беларуси», Белорусском государственном университете и других научных учреждениях.

Рассмотренные в диссертации задачи и методы их решения могут использоваться в учебных курсах по квантовой механике в вузах Беларуси и за рубежом. Некоторые результаты исследований, вошедшие в диссертацию, уже внедрены в образовательный процесс УО «Мозырский государственный педагогический университет имени И.П. Шамякина».

Опубликованность результатов в научной печати.

По теме диссертации опубликованы 88 статей в рецензируемых республиканских и зарубежных журналах (30 за рубежом); без соавторов 10 статей, 29 статей в трудах республиканских и международных конференций; 11 тезисов докладов; изданы 8 монографий, 4 из них за рубежом, одна книга без соавторов; 4 отдельные главы в книгах.

Оценка оформления работы.

Диссертационная работа включает в себя оглавление, введение, общую характеристику работы, шесть глав, заключение и библиографический список. Общий объем диссертации составляет 263 страницы, объем без учета рисунков, таблиц и библиографии – 217 страниц. Список используемых источников включает 285 наименований.

Список литературы соответствует содержанию диссертации. Текст автореферата соответствует содержанию диссертации. Диссертация и автореферат оформлены согласно правилам.

Соответствие научной квалификации соискателя искомой степени.

Ознакомление с текстом диссертации, научными публикациями автора и требованиями ВАК, предъявляемыми к докторским диссертациям, позволяет утверждать, что диссертация удовлетворяет всем требованиям ВАК, а соискатель заслуживает присуждения ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.02 – теоретическая физика.

Недостатки.

Представленная диссертация не лишена некоторых недостатков.

Степень детальности в представлении материала неоднородная, есть несколько мест, в которых приводятся лишь конечные результаты.

Ввиду большого числа исследованных задач и, в частности, отвечающих им спектров энергии, желательно было бы видеть большее число графических иллюстраций к решениям и спектрам; это облегчило бы понимание особенностей каждой из исследованных систем.

Есть опечатки и стилистические неточности.

Указанные недостатки не затрагивают полученных в диссертационной работе результатов и не уменьшают ее научного уровня.

Заключение.

Диссертационная работа Е.М. Овсюк «Квантовая механика частиц с внутренней структурой во внешних электромагнитных и гравитационных полях» является законченной работой, выполненной соискателем на высоком научном уровне и по актуальной тематике. Основные результаты, полученные в диссертации, а также положения, выносимые на защиту, являются новыми.

Автор диссертации, Овсюк Елена Михайловна заслуживает присуждения ученой степени доктора физико-математических наук за:

1. найденные решения: для скалярной частицы с поляризуемостью в магнитном поле, для частицы с внутренней структурой Дарвина – Кокса в магнитном и кулоновском полях в пространстве Минковского, для частицы Дарвина – Кокса в магнитном и электрическом полях на фоне пространства Лобачевского;

2. найденные решения для уравнения Паули и Дирака в кулоновском поле на фоне геометрий Лобачевского – Римана; решения уравнения Дирака в поле магнитного заряда в космологических моделях де Ситтера и анти де

Ситтера; бозонные решения уравнения Дирака – Кэлера в моделях Лобачевского – Римана; решения уравнения для частицы со спином $1/2$ и двумя массовыми параметрами в кулоновском поле;

3. решения в классах функций Гойна для нерелятивистской векторной частицы в пространствах Лобачевского и Римана с учетом кулоновского и осцилляторного полей; решения уравнения для векторной частицы с аномальным магнитным моментом и поляризуемостью в магнитном поле; построение трех классов решений, отвечающих связанным состояниям обычной релятивистской векторной частицы в кулоновском поле;

4. геометрическое моделирование эффективного потенциального поля в уравнениях Максвелла, Дирака и Даффина – Кеммера с использованием квазидекартовых координат в пространстве Лобачевского, барьерный тип этого поля приводит к полному отражению всех частиц независимо от их спина и массы, что в случае уравнений Максвелла согласуется с известным подходом к моделированию материальных сред средствами римановой геометрии;

5. приведение к общему уравнению Гойна радиальных уравнений для моделей атома водорода в пространствах де Ситтера и анти де Ситтера, являющихся квазистационарной и стабильной квантово-механическими системами соответственно;

6. развитие общековариантного формализма Майораны – Оппенгеймера в теории электромагнитного поля, что существенно расширяет возможности использования тетрадного формализма в электродинамике Максвелла, и построение на этой основе решений уравнений Максвелла в нестатических пространствах де Ситтера;

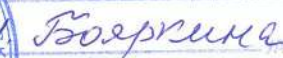
7. развитие теории частицы со спином $1/2$ и тремя массовыми параметрами с учетом электромагнитных и гравитационных полей, исследование на этой основе возможности моделировать смешивание нейтринных масс геометрическими методами.

Диссертационная работа «Квантовая механика частиц с внутренней структурой во внешних электромагнитных и гравитационных полях» отвечает всем требованиям, предъявляемым ВАК к работам на соискание ученой степени доктора физико-математических наук, а ее автор, Овсюк Елена Михайловна, заслуживает присуждения ей искомой ученой степени.

Профессор кафедры общей и медицинской физики
УО «Международный государственный
экологический институт имени А.Д. Сахарова»
Белорусского государственного университета,
доктор физико-математических наук, профессор

 О.М. Бояркин




20 23