

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор Белорусского
государственного университета

Д.М. Курлович

« ___ » _____ 2023 г.



ОТЗЫВ ОППОНИРУЮЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

о диссертации Овсиюк Елены Михайловны
«Квантовая механика частиц с внутренней структурой во внешних электро-
магнитных и гравитационных полях»,
представленной на соискание ученой степени
доктора физико-математических наук
по специальности 01.04.02 – Теоретическая физика

Соответствие содержания диссертации заявленной специальности и отрасли науки со ссылкой на область исследования паспорта специальности

Диссертация посвящена теоретическому исследованию квантовой механики частиц со спинами 0, 1/2, 1, 2 с учетом псевдоримановой структуры пространства–времени, находящихся во внешних полях и заданных функциями состояния, реализующих расширенные представления группы Лоренца.

В соответствии с паспортом специальности, утвержденным Приказом Высшей аттестационной комиссии Республики Беларусь от 23 апреля 2018 г. № 116, содержание, положения и выводы представленной диссертации соответствуют специальности 01.04.02 – Теоретическая физика по физико-математическим наукам и пунктам «Математические методы теоретической физики», «Квантовая механика. Квантовая теория информации и квантовые вычисления» паспорта специальности 01.04.02 – Теоретическая физика отрасли «Физико-математические науки».

Научный вклад соискателя в разработку научной проблемы с оценкой его значимости

Научный вклад соискателя в развитие квантовой теории частиц в неевклидовых пространствах состоит в следующем:

В рамках общей теории Гельфанда – Яглома и с использованием формализма тетрад определены классы уравнений для частиц со спином 0, 1/2, 1, рассматриваемых в неевклидовых пространствах (Лобачевского, Римана, де Ситтера) и соответствующих неприводимым представлениям k -мерных

представлений группы Лоренца; найдены точные решения этих уравнений, включая построение энергетических спектров. Получены эффекты, за счет расширения представления группы Лоренца, аномальных электрического дипольного и квадрупольного, магнитного моментов, возникновения структуры Дарвина – Кокса, внутренних спектров спиновых и массовых состояний, обнаружимые во внешних полях.

Значимость научного вклада подтверждается публикацией результатов диссертационной работы в международных научных журналах (*Acta Physica Polonica* – 2, *Ricerche di Matematica* – 2, *Adv. Appl. Clifford Algebras*, *Can J. Phys.*, *Appl. Sci.* – 2, *Proc. Balkan Soc. of Geometers* – 7, *Comp. Math. Appl.*, *J. Phys.: Conf. Ser.* – 2) и использованием разработанных методов при выполнении заданий по научным, программам.

Конкретные научные результаты, за которые соискателю может быть присуждена искомая ученая степень

Впервые найдены решения уравнений для скалярной частицы с эффектом поляризуемости в магнитном поле; решения для частицы с внутренней структурой Дарвина – Кокса в магнитном и кулоновском полях (в пространстве Минковского), в магнитном и электрическом полях (в пространстве Лобачевского).

Впервые найдены 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 (со спектром спиновых состояний) в моделях Лобачевского – Римана; решения уравнения для частицы со спином $1/2$ и двумя массовыми параметрами – в кулоновском поле.

Впервые построены точные решения в терминах трансцендентных функций Гойна для нерелятивистской векторной частицы в пространствах Лобачевского и Римана при учете кулоновского и осцилляторного потенциалов; найдены решения уравнения для векторной частицы с аномальным магнитным моментом и поляризуемостью в магнитном поле; впервые построены три класса решений, отвечающих связанным состояниям релятивистской векторной частицы в кулоновском поле.

Впервые развито 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.

Построены точные решения уравнений Максвелла в квазидекартовых координатах пространства Лобачевского.

Развит общековариантный формализм Майораны – Оппенгеймера в теории электромагнитного поля и построены на этой основе решения уравнений Максвелла в нестатических пространствах де Ситтера.

Впервые построены точные решения для частицы со спином $1/2$ и тремя массовыми параметрами с учетом электромагнитных и гравитационных полей, исследована на этой основе возможности моделировать смешивание нейтринных масс геометрическими методами.

Указанные результаты являются новыми и в совокупности представляют достижение в квантовой механике частиц со спинами $S = 0, 1/2, 1$ во внешних электромагнитных и гравитационных полях.

Таким образом, диссертационная работа Овсюк Елены Михайловны «Квантовая механика частиц с внутренней структурой во внешних электромагнитных и гравитационных полях» представляет собой законченную научную работу, отвечающую по научному вкладу требованиям Положения о присуждении ученых степеней и присвоении ученых званий, а ее автор заслуживает присуждения искомой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.02 – Теоретическая физика за:

- построение класса решений уравнений для скалярных частиц Дарвина – Кокса, находящихся во внешних однородном магнитном и в кулоновском полях, в геометриях Минковского и Лобачевского;

- построение классов решений для дираковской частицы в однородном магнитном и кулоновском полях в геометриях Лобачевского и Римана, а также – в поле магнитного заряда в пространстве де Ситтера и анти де Ситтера; для частицы Дирака – Кэлера в пространствах Лобачевского и Римана; для частицы со спином $1/2$ и двумя массовыми параметрами в кулоновском поле;

- построение классов решений для векторной частицы в поле магнитного заряда и кулоновском поле, в том числе и в нерелятивистском приближении, векторной частицы с аномальным магнитным моментом в однородных магнитном и электрическом полях, векторной частицы с поляризуемостью в магнитном поле; выявление двух классов решений, отвечающих связанным состояниям векторной частицы в кулоновском поле;

- разработку метода геометрического моделирования эффективного барьерного потенциального поля в уравнениях Максвелла, Дирака и Даффина – Кеммера с использованием квазидекартовых координат в пространстве Лобачевского, полностью отражающего все частицы независимо от их спина и массы;

- построение спектров состояний нерелятивистской векторной частицы в нестатическом пространстве де Ситтера.

- развитие общековариантного формализма Майораны – Оппенгеймера в теории электромагнитного поля и построение на этой основе решений уравнений Максвелла в нестатических пространствах де Ситтера;

- установление закономерностей изменения спектральной характеристики фермиона со спином $1/2$ и тремя массовыми параметрами при изменении величины скаляра Риччи.

Замечания по диссертации

1. В разделах «Цель и задачи исследования», «Положения, выносимые на защиту», «Научная новизна» фразы рода «Развить теорию частицы со спином $1/2$ и двумя (тремя) массовыми параметрами...» – не конкретны. Фразы «о развитии» не оформлена внятно – нужно было точно определить, *в чем состоит* это развитие, и что *отличает* «развитые» в диссертационной работе от существующих теорий (например, классических теорий Паули – Фирца, Vhabha, и др.).

2. Использованный термин «дополнительные характеристики элементарных частиц» (см., например, раздел «Объект исследования») – не конкретен. Необходимо пояснить его смысл.

3. Ряд вопросов и замечаний возникает в силу того, что в Гл. 1, которая, как правило, содержит Аналитический обзор, декларируются собственные результаты; и они не отделены от результатов, приведенных в ссылках на других авторов. Например, в разделе 1.1 дана ссылка на работы Федорова – Плетюхова [92 – 99] о поляризуемости скалярных и векторных частиц, а в разделах 1.2, 1.3 описана система уравнений для них со ссылкой на собственные работы [5-А, 8-А] и на работу [203]. Если первая глава содержит Аналитический обзор, то спрашивается – в чем отличие двух исследований? Кем получены уравнения для 15-компонентного представления группы Лоренца? Аналогичные вопросы возникают по системе уравнений для скалярной частицы со структурой Дарвина – Кокса со ссылкой [131] и со ссылкой на собственные работы [8-А, 50-А, 52-А, 56-А] и на [203]. – кем выведены уравнения (1.30) и (1.36). То же – по разделам 1.7 – 1.11 .

Далее, в заключительном разделе главы (1.12), в котором должны быть приведены выводы из аналитического обзора, эти выводы не приведены. Вместо этого формулируются собственные результаты.

3.1. Разделы 1.1 – 1.11 главы 1 можно расценивать как некий аналитический обзор. Однако, во-первых, он – не полный, поскольку анализируются в подавляющем большинстве работы, вышедшие примерно до 1990 года. Во-вторых, хотя автор имеет право даже не делить диссертацию на главы, она должна удовлетворять требованиям ВАК по структурным элементам. Полагаем, что в данном случае имеет место не полное соответствие пункту 14 действующей Инструкции ВАК:

4. По главам 2 – 6, общее замечание. В этих главах приводятся очень подробные вычисления по получению решений уравнений – точных, или в виде рядов. Вместо подробных выкладок, которые можно было бы поместить в Приложениях (5 Приложений для 37 уравнений), освободившееся место можно было бы занять обсуждением *физического смысла* полученных решений. Это обсуждение в диссертации представляется довольно скудным.

5. На вопрос о практической значимости результатов трудно ответить поскольку, фактически, нет каких-либо численных оценок эффектов.

6. Формулировка цели диссертации начинается словами «Развить теорию элементарных частиц...». Это, по крайней мере, – стилистическая ошибка (теория элементарных частиц – квантово-полевая).

Соответствие (несоответствие) научной квалификации соискателя ученой степени, на которую он претендует

Выше сказанное позволяет сделать вывод, что научная квалификация Е.М. Овсюк соответствует ученой степени доктора физико-математических наук.

Рекомендации по практическому использованию результатов

Полученные результаты могут найти дальнейшее применение в исследованиях по теоретической физике, в том числе в Государственном научном учреждении «Институт физики имени Б.И. Степанова Национальной академии наук Беларуси» и Белорусском государственном университете.

Рассмотренные в диссертации задачи и методы их решения рекомендуется использовать в учебных курсах по квантовой механике в университетах Республики Беларусь.

Согласно приказу ректора № 628-ОД от 08.11.2023 отзыв заслушан и утвержден на расширенном научном семинаре кафедры теоретической физики и астрофизики, кафедры физической оптики и прикладной информатики, ИФ НАН Беларуси, НИИ МЭСХ, НИЧ БГУ «20» ноября 2023 г., протокол № 03, на котором соискатель Овсюк Е.М. выступила с научным докладом и дала исчерпывающие ответы на заданные вопросы. На заседании присутствовали 6 докторов наук и 3 кандидата наук.

Результаты открытого голосования: «за» 9 «против» 0, «воздержались» 0.


Председатель научного собрания -
зав. кафедрой ТФА
доктор физ.-мат. наук, профессор

 А.Н.Фурс

Эксперт -
профессор кафедры ТФА
доктор физ.-мат. наук, доцент

 В.Н.Кушнир

Ученый секретарь на заседании -
доцент кафедры ТФА
кандидат физ.-мат. наук, доцент

 С.О.Комаров