

ОТЗЫВ

научного консультанта
на диссертацию Овсюк Елены Михайловны
«Квантовая механика частиц с внутренней структурой
во внешних электромагнитных и гравитационных полях»,
представленной на соискание ученой степени
доктора физико-математических наук
по специальности 01.04.02 – Теоретическая физика

Диссертация Е.М. Овсюк представляет собой цельную работу, направленную на теоретическое исследование квантовой механики частиц с различными значениями спина и дополнительными электромагнитными характеристиками, построению точных решений уравнений, описывающих такие частицы, во внешних электромагнитных полях с учетом римановой структуры пространства–времени.

Содержание, положения и выводы представленной диссертации полностью соответствуют специальности 01.04.02 – Теоретическая физика по физико-математическим наукам (пунктам «Квантовая механика», «Математические методы теоретической физики»).

Диссертационной работой Е.М. Овсюк показала, что она способна не только решать отдельные задачи на высоком научном уровне, но и видеть возможность дальнейших обобщений и применений развиваемых ей подходов. Фактически ее работа закрывает брешь, которая образовалась в продолжении исследований, начатых достаточно давно в рамках школы теоретической физики, созданной академиком Ф.И. Федорым по теории группы Лоренца и основанной на этой теории релятивистских волновых уравнений с расширенными наборами представлений группы Лоренца. Такие обобщенные уравнения позволяют унифицированным образом учитывать дополнительные к заряду электромагнитные характеристики частиц.

Я попытаюсь кратко охарактеризовать научный вклад работы Е.М. Овсюк в развитие отмеченной выше области исследований.

В диссертации последовательно применяется общековариантный (дающий возможность учитывать внешние гравитационные поля на основе общей теории относительности) матричный формализм уравнений 1-го порядка на основе использования общей теории Гельфанда – Яглома;

применяются унифицированные способы разделения переменных в обобщенных уравнениях для частиц с разными спинами и дополнительными внутренними характеристиками на основе специального выбора тетрад;

используется общий подход при анализе возникающих после разделения переменных дифференциальных уравнений 2-го и 4-го порядков со сложными наборами сингулярных точек, в частности, акцент делается на построении точных решений фробениусовского типа всех уравнений;

во всех случаях проводится исследование сходимости возникающих степенных рядов по методике Пуанкаре–Перрона, возникающие ряды описываются очень сложными схемами зацеплений коэффициентов ряда, до 10 и больше;

практически во всех сложных случаях строящиеся ряды невозможно точным образом превратить в полиномы, но найдены несколько примеров, когда использование полиномиальных приближений дает хорошо интерпретируемые спектры энергии;

в ситуациях, не сводимых к полиномиальным случаям исследуется алгебраическое условие, выделяющее так называемые трансцендентные решения Фробениуса, что позволяет во многих случаях получать разумные с физической точки зрения спектры энергий, хотя возникают примеры, когда таким способом спектр энергии получить не удастся, например, для частицы с поляризуемостью в кулоновском поле;

решаются не только релятивистские уравнения, но и их нерелятивистские приближений, при этом развит унифицированный способ получения нерелятивистских уравнений уже после выполнения процедуры разделения переменных;

исследуются и решаются не только уже известные уравнения, в частности развит общековариантный формализм Майораны – Оппенгеймера для электромагнитных полей и на этой основе найдены решения для электромагнитного поля в пространствах Лобачевского-Римана и де Сиитера; развит метод моделирования материальных сред в электродинамике средствами римановой геометрии, он обобщен на другие материальные поля, в том числе и массивные; развита матричная общековариантная теория фермиона с 2-мя или тремя массовыми параметрами, на этой основе предложен метод моделирования смешивания нейтринных масс; развит обобщенный P-неинвариантный формализм Петраша, позволяющий описывать частицу с электрическим дипольным моментом, развит общековариантный матричный формализм уравнений первого порядка для частицы со спином 2.

Во многих случаях инициатива в постановке новых задач принадлежала Е.М. Овсиюк. Безусловно, большинство задач не могли бы быть решенными без использования Е.М. Овсиюк специальных вычислительных пакетов, в частности, MAPLE.

Следует специально отметить ее труд как Преподавателя в Мозырском государственном педагогическом университете имени И.П. Шамякина, где в настоящее время она возглавляет Кафедру Теоретической физики и прикладной информатики. Она активно участвует в привлечении к научной работе талантливых студентов.

Можно специально отметить, что Е.М. Овсиюк была Лауреатом Международной премии «Содружество дебютов» в области образования от республики Беларусь за 1916 год.

Можно специально отметить ее личные качества: это — целеустремленность, организованность, ответственность, исключительное трудолюбие, умение работать с людьми, человеческая порядочность.

Я считаю, что Овсиюк Елене Михайловне может быть присуждена степень доктора физико-математических наук за совокупность следующих представленных в диссертации результатов:

- построение решений для скалярной частицы с поляризуемостью в магнитном поле, для частицы с внутренней структурой Дарвина – Кокса в магнитном и кулоновском полях;

- установление точных решений для уравнения Паули и Дирака в кулоновском поле в пространствах Лобачевского – Римана; решений уравнения Дирака в поле магнитного заряда в пространствах де Ситтера; решений уравнения Дирака – Кэлера в пространствах Лобачевского – Римана; нахождение уравнения для частицы со спином $1/2$ и двумя массовыми параметрами в кулоновском поле;

- нахождение решений в терминах функций Гойна для нерелятивистской векторной частицы в пространствах Лобачевского – Римана в кулоновском поле; нахождение решений уравнения для векторной частицы с аномальным магнитным моментом и поляризуемостью в магнитном поле; построение двух дополнительных классов решений, описывающих связанным состоянием векторной частицы в кулоновском поле;

- разработку метода моделирования в уравнениях Максвелла, Дирака и Даффина – Кеммера эффективного потенциального поля с использованием геометрии Лобачевского, которое полностью отражает все частицы независимо от их спина и массы;

- разработку моделей атома водорода в пространствах де Ситтера и анти де Ситтера, сведение возникающих задач к общему уравнению Гойна;

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

- развитие теории частицы со спином $1/2$ и тремя массовыми параметрами в рамках общего формализма Гельфанда – Яглома с учетом электромагнитных и гравитационных полей, и разработку на этой основе метода геометрического моделирования смешивания нейтринных масс.

Эти результаты могут быть основой для планирования экспериментов по измерению дополнительных внутренних характеристик частиц со спинами и для экспериментального тестирования геометрических свойств пространственно-временных моделей в квантово-механических экспериментах.

Считаю, что Овсюк Елена Михайловна заслуживает искомой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.01 – Теоретическая физика.

Научный консультант,
доктор физико-математических наук

В. М. Редьков

