

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Наумова Дмитрия Вадимовича

«Измерение θ_{13} , Δm_{ee}^2 и ковариантная квантово-полевая теория нейтринных осцилляций», представленной на соискание учёной степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.16 -- «физика атомного ядра и элементарных частиц»

Понятие волнового пакета пронизывает построение всей современной квантовой механики и квантовой теории поля. Оно играет центральную роль в достижении их математической строгости и обеспечивает их интерпретацией в терминах частиц. В то же время, локальный характер основных квантово-полевых взаимодействий вместе с гипотезой о возможности их адиабатического включения и выключения позволяет в конечной версии асимптотического формализма S - матрицы для этих взаимодействий заменить асимптотические состояния волновых пакетов плоскими волнами как элементами оснащенного гильбертова пространства состояний данной квантовой теории поля.

Будучи успешно применим к описанию подавляющего большинства явлений в физике частиц, этот формализм оказывается непригоден для последовательного и непротиворечивого описания явления осцилляций нейтрино в вакууме и, тем более, их осцилляций в веществе. Оказываясь в конечном счете проявлением нетривиальной структуры вакуума квантово-полевой теории электро-слабых взаимодействий и существования неэквивалентных представлений для ее (анти-) коммутационных соотношений, этот факт отражает в том числе и невозможность адиабатического “выключения” механизма осцилляций во времени. Поэтому попытка описания этого механизма на языке обычной S - матричной диаграммной техники требует вернуть в теорию волновой пакет, по сути уже как базовый элемент такого описания.

Диссертация Д. В. Наумова является вполне достойным и своевременным ответом на столь непростой вызов, как теоретической, так и экспериментальной физики нейтрино. Все результаты диссертации являются новыми и весьма актуальны как для интерпретации уже осуществленных, так и для планирования новых экспериментов по наблюдению осцилляций нейтрино, и имеют высокую теоретическую и практическую значимость. Особый интерес представляют следующие результаты.

1. Разработка теории релятивистского волнового пакета, исследование его свойств и выражений для сечения рассеяния релятивистских волновых пакетов в квантовой теории поля.
2. Вычисление вероятности нарушающего лептонное число процесса с релятивистскими волновыми пакетами для частиц в начальном и конечном состояниях, и с источником и детектором виртуального нейтрино, разделенных макроскопическим пространственным расстоянием.
3. Формулы для вероятности осцилляций нейтрино в модели релятивистского волнового пакета с учетом пространственной дисперсии эффективного волнового пакета нейтрино и конечности интервалов активности “источника” и “детектора”.
4. Скромно не отмеченная в защищаемых положениях теорема о факторизации адронных блоков.
5. Разработка метода анализа экспериментальных данных эксперимента Daya Bay.
6. Измерение параметра смешивания нейтрино $\sin^2 2\theta_{13}$, разницы квадратов масс Δm_{ee}^2 и энергетического спектра реакторных антинейтрино.

В диссертации Д. В. Наумова решен ряд крупных научных задач. Впервые построена теория релятивистски ковариантного волнового пакета для частиц с заданными свойствами. Впервые показана применимость этих волновых пакетов к задачам вычисления сечений и вероятностей для процессов с участием нейтрино и построена соответствующая квантово-полевая теория нейтринных осцилляций. Впервые с высокой точностью измерены значения $\sin^2 2\theta_{13}$ и Δm_{ee}^2 .

К работе имеется также ряд отдельных замечаний.

1. В диссертации не показано, как указанный во втором защищаемом положении закон обратных квадратов для проинтегрированной по времени радиальной плотности потока согласуется с таким же известным поведением самой радиальной плотности потока в стационарной картине рассеяния.
- 2.. Остается неясен смысл спинового индекса s в первом равенстве формулы (4.33) для фермионов, так как для состояний, реализующих неприводимые представления группы Лоренца релятивистский вектор спина состояния должен "сидеть" на импульсе этого состояния -- либо p , либо k .
3. В приближении СРГП (4.76) не учтена поправка того же порядка к фазе $i(px)$ основной функции ψ .
4. Это приближение не удовлетворяет уравнению Клейна-Гордона, то есть не описывает частицы на массовой поверхности, что сужает область применимости развитой в работе картины осцилляций.
5. Одна и та же буква ψ использована для обозначения многочисленных и различных по своей математической природе величин, что затрудняет чтение работы.

Перечисленные замечания не являются принципиальными и никак не влияют на, безусловно, положительную оценку данной диссертационной работы.

Представленные в диссертации результаты, их вывод, анализ и интерпретация свидетельствуют о высокой научной квалификации автора. Все рассуждения и выводы работы ясно сформулированы и тщательно аргументированы, что не оставляет сомнений в их достоверности. Хотя результаты работы широко докладывались на различных отечественных и зарубежных конференциях и опубликованы в достаточном числе печатных работ в российских и иностранных рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК для публикации результатов докторских диссертаций, полагаю весьма своевременным для развития отечественной физики нейтрино издать данную работу в виде отдельной монографии.

Считаю, что диссертация Д. В. Наумова соответствует всем требованиям ВАК к докторским диссертациям, а ее автор, несомненно, заслуживает присуждения ему ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.16 -- «физика атомного ядра и элементарных частиц».

Профессор кафедры теоретической физики

Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Иркутский государственный университет»,

Доктор физико-математических наук

Коренбит Сергей Эммануилович

664003 Иркутск, б-р Гагарина, 20, Иркутский государственный университет, физический
факультет. Тел. 8(3952) 521272

e-mail: korenb@ic.isu.ru

29.08.2017

С. Э. Коренбит

*От зав. кафедрой
С. Э. Коренбит
заверяю:
Ученой секр*

Н. П. Рудьковский