

ОТЗЫВ

официального оппонента Синева В.В. на диссертацию
Скробовой Наталии Алексеевны
на тему: «Калибровка детектора DANSS с помощью космических
мюонов и статистический анализ данных»
по специальности 01.04.16 – физика атомного ядра и элементарных
частиц
на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук

Диссертация Скробовой Наталии Алексеевны выполнена в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Физическом институте им. П.Н.Лебедева Российской академии наук. Диссертация посвящена актуальной задаче нейтринной физики – поиску стерильных нейтрино. В Стандартной Модели стерильные нейтрино не существуют, но в ряде экспериментов (LSND, MiniBOONE, SAGE и в реакторных экспериментах) образовалась так называемая нейтринная аномалия, которую авторы объясняют существованием стерильных нейтрино. В данной работе предложен оригинальный способ решения проблемы стерильных нейтрино. Был разработан детектор, состоящий из множества тонких слоев пластического сцинтиллятора. Соседние слои расположены под углом 90 градусов, что позволяет отслеживать треки высокоэнергетических частиц, в частности, космических мюонов. Разработан оригинальный метод калибровки детектора по мюонам непосредственно в ходе эксперимента. Детектор расположен на очень близком расстоянии от центра мощного ядерного реактора Калининской АЭС (11-13 м), что позволило набрать рекордную статистику нейтринных событий (более 3.5 млн). Детектор может менять расстояние, так как расположен на специальной платформе, поднимающейся до потолка помещения при помощи домкратов; само помещение находится прямо под реактором. Материалы реактора и здания обеспечивают хорошую защиту детектора от космических лучей, создавая эквивалент водной защиты в 50 м. Для анализа данных применялись современные методы статистической обработки и моделирование эффекта и фонов методом Монте-Карло. Результат проведенного эксперимента говорит об отсутствии стерильных нейтрино. Получены ограничения на параметры осцилляций в стерильное состояние, которые закрыли параметры, найденные в экспериментах с аномальными результатами.

Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения и списка цитируемой литературы (52 ссылки).

Во введении подробно рассматривается актуальность диссертации, рассматриваются цели и задачи исследования, сформулирована научная новизна работы, указана практическая значимость результатов диссертационной работы, приведены положения, выносимые на защиту; указан личный вклад автора. Далее следует обоснование достоверности результатов и приведен список мероприятий по апробации диссертации: семинары, конференции и пр.

В первой главе описывается конструкция детектора DANSS и триггер детектора для нейтринных событий.

Во второй главе разбирается калибровка детектора при помощи мюонов. Приводится алгоритм определения трека мюона. Показаны линейность энергетической шкалы детектора и неоднородность светосбора. Также рассмотрены кремниевые фотоумножители, вопросы их калибровки, определения числа пикселей и др.

В третьей главе описан анализ данных только по спектру измеренных позитронов реакции ОБР на разных расстояниях. Рассматривается критерий отбора нейтринных событий, показаны спектры позитронов при различных положениях детектора. Приводятся результаты моделирования спектра позитронов методом Монте-Карло, а также функция отклика детектора и ожидаемое отношение спектров на двух расстояниях. Далее приводится статистический анализ данных и рассчитанная область чувствительности детектора к осцилляциям в стерильное состояние.

В четвертой главе рассматривается анализ по зарегистрированному интегрально количеству событий на разных расстояниях. Здесь же приводятся области ограничения осцилляционных параметров на стерильное нейтрино.

В пятой главе проводится сравнение результатов измерений детектором DANSS с другими экспериментами.

В заключении автор приводит основные результаты выполненной работы и список публикаций по теме диссертации.

Актуальность избранной темы проведенного исследования не вызывает сомнений. В последнее время увеличилось количество научных групп, занимающихся поиском стерильных нейтрино. Гипотеза о стерильном нейтрино то находит подтверждение в отдельных экспериментах, то

опровергается другими высокоточными экспериментами. Обнаруженные в начале 2000-х годов аномалии в ряде исследований с использованием нейтрино объясняются авторами наличием стерильного нейтрино. Данное исследование с высокой статистической точностью ограничивает параметры осцилляций нейтрино в стерильное состояние.

Обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, базируется на материалах научных работ автора, на основании которых написана диссертация. Материалы диссертации опубликованы в восьми статьях в реферируемых журналах. Автором материалы диссертации докладывались на семи международных конференциях.

Научная новизна состоит в том, что впервые был получен результат поиска осцилляций нейтрино при помощи измерения спектра одним детектором на разных расстояниях от реактора с высокой статистикой. Разработан метод калибровки высокогранулированного детектора с помощью мюонов по восстановлению трека мюона. Разработаны новые методы анализа данных. Получены сильные ограничения на параметры стерильного нейтрино, которые исключили наиболее вероятные параметры известных аномалий (реакторной RAA и галлиевой GA). Получены новые данные о чувствительности эксперимента после модернизации, которые могут закрыть или подтвердить параметры осцилляций наблюдаемые в эксперименте «Нейтрино-4».

Практическая ценность диссертации состоит в том, что в работе получено сильное ограничение на параметры осцилляций в стерильное нейтрино. Это усиливает позиции Стандартной Модели. Полученные ограничения могут учитываться при проектировании новых экспериментов.

Достоверность результатов, полученных в данной работе, обеспечивается тем, что проводились относительные измерения одним детектором, надежностью калибровочных данных. Измерения с калибровочными источниками подтверждаются расчетами Монте Карло. Докладываемые на конференциях результаты работ не оспаривались научным сообществом.

К недостаткам работы можно отнести некоторое количество опечаток и небольших неточностей:

На стр. 5 введения сказано, что максимум антинейтринного спектра ядерного реактора находится при 4 МэВ. Это не так – максимум антиней-

тринного спектра находится в районе 200 кэВ, а в районе 4 МэВ находится максимум распределения вероятности реакции ОБР в спектре антинейтринно ядерного реактора.

В первой главе приведена схема детектора, но нет рисунков, показывающих его целиком или его местоположение в здании реактора на КАЭС.

На некоторых рисунках подписи по осям даны на английском языке, например, рис. 3.2 на стр. 37 и ряде других.

Однако указанные недостатки не снижают качества работы.

Материалы диссертации со всей полнотой изложены в опубликованных работах автора. **Автореферат отражает содержание диссертации.**

Таким образом, диссертация **Скробовой Наталии Алексеевны** на соискание ученой степени кандидата наук является **научно-квалификационной работой**, в которой содержится решение задачи о проверке гипотезы нейтринных осцилляций нейтрино в стерильное состояние. Диссертация имеет существенное значение для соответствующей отрасли знаний, а именно нейтринной физики, что соответствует требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.16 – физика атомного ядра и элементарных частиц.

Официальный оппонент,
ведущий научный сотрудник Лаборатории
гамма-астрономии и реакторных нейтрино
ОЭФ ИЯИ РАН,
доктор физико-математических наук
специальность 01.04.16

Синев Валерий Витальевич

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт ядерных исследований Российской академии наук, 117312 Москва, пр-т 60-летия Октября, 7а, +7 499 135 4056, vsinev@inr.ru

Подпись Синева Валерия Витальевича заверяю:
Заместитель директора ИЯИ РАН,
доктор физико-математических наук



Г. И. Рубцов