

Отзыв научного руководителя
о диссертационной работе Скробовой Наталии Алексеевны
«Калибровка детектора DANSS с помощью космических мюонов
и статистический анализ данных», представленной к защите на соискание
степени кандидата физико-математических наук
по специальности 01.04.16 – Физика атомного ядра и элементарных частиц

Я познакомился с Н.А.Скробовой, когда она, еще будучи школьницей, пришла на мою научно-популярную лекцию. Затем она поступила в Московский физико-технический институт (МФТИ) на кафедру, которую я возглавлял (теперь это Образовательная программа «Физика фундаментальных взаимодействий и элементарных части»). На 3 курсе она начала научную работу в нашей группе в эксперименте DANSS и выполнила очень полезное исследование чувствительности создаваемого детектора к параметрам стерильного нейтрино. Н.А.Скробова окончила МФТИ в 2016 году, в том же году поступила в аспирантуру МФТИ и закончила ее с отличием в 2020 году. С 2012 Н.А.Скробова работает в ИТЭФ, в настоящее время на должности инженера-физика. А с 2017 Н.А.Скробова работает по совместительству в ФИАН, в настоящее время на должности высококвалифицированного м.н.с.

Диссертация Н.А.Скробовой является законченной самостоятельной научно-исследовательской работой, направленной на очень актуальную задачу - поиск стерильного нейтрино. Число типов активных нейтрино ограничено тремя, что известно из измерения ширины Z-бозона. Однако не исключено существование стерильных нейтрино, на что в течение длительного времени имелось три основных экспериментальных указания: появление анти- ν_e в пучке анти- ν_μ в эксперименте LSND, дефицит потока анти- ν_e по сравнению с теоретическими ожиданиями в реакторных экспериментах и дефицит ν_e в калибровочных измерениях с радиоактивными источниками в экспериментах по солнечным нейтрино SAGE и GALEX. Эти три наблюдения могут быть объяснены существованием стерильных нейтрино с разностью квадратов массы с обычными нейтрино порядка 1 эВ^2 . Недавно коллаборация MiniBooNE обнаружила появление электронных (анти) нейтрино в пучках мюонных (анти) нейтрино. Значимость эффекта достигает уровня 6.0σ в сочетании с результатом LSND. Совсем недавно коллаборации Neutrino-4 заявила о наблюдении осцилляций реакторных анти- ν_e в стерильные нейтрино со значимостью, около 3σ . Если эти результаты подтвердятся, для их объяснения потребуется Новая Физика, выходящая за рамки Стандартной Модели. Более 10 экспериментов посвящено поискам стерильных нейтрино. Шесть экспериментов с очень малым расстоянием до реактора проводятся прямо сейчас. Одним из них является эксперимент DANSS на Калининской атомной электростанции. Диссертация посвящена анализу данных этого эксперимента и ее актуальность не вызывает сомнений. Обнаружение стерильного нейтрино означало бы выход за рамки Стандартной Модели и кардинальному изменению наших представлений о Материи.

Диссертация посвящена анализу данных эксперимента DANSS. Работа состоит из введения, пяти глав и заключения.

Во введении обосновывается актуальность исследований, обсуждаются экспериментальные указания на существование стерильного нейтрино, приводится обзор экспериментов по поиску стерильного нейтрино на реакторах, обсуждаются их различные характеристики, проводится сравнительный анализ.

Первая глава посвящена описанию установки DANSS. Рассматриваются особенности конструкции, приводится описание системы сбора данных.

Во второй главе описана процедура калибровка детектора DANSS с помощью космических мюонов. Получено эффективное число ячеек кремниевых фотоумножителей. Показано, что отклик детектора линейен по энергии с точностью лучше 1%. Получена зависимость эффективности светосбора от расстояния до фотодетектора. Полученные результаты используются в дальнейшем анализе.

В третьей главе приводятся процедуры моделирования спектров зарегистрированных в детекторе позитронов. Проведен анализ данных на основе сравнения только формы энергетических спектров позитронов в реакции обратного бета распада, набранных на разных расстояниях от детектора до реактора. Получены области исключения в пространстве параметров стерильного нейтрино, которые оказались самыми жесткими в мире для целого ряда разностей квадратов масс. Исключена большая и самая интересная область параметров, предсказанная на основе предыдущих экспериментов. Наилучшая точка реакторной и галлиевой аномалии исключена на уровне 5σ , что также является лучшим в мире результатом. С помощью Монте-Карло экспериментов определена чувствительность установки к параметрам стерильного нейтрино, в том числе после ее модернизации. Показано, что увеличение чувствительности позволит проверить утверждение эксперимента Neutrino-4 об обнаружении стерильного нейтрино.

В четвертой главе представлены изменения, внесенные в статистический анализ данных после нескольких лет работы детектора. Использование информации об относительных счетах обратного бета-распада на различных расстояниях детектора от реактора и увеличение экспериментальной статистики позволили еще больше расширить область исключения. Произведен детальный анализ систематических неопределенностей и продемонстрирована стабильность результатов.

В пятой главе приведено сравнение результатов DANSS с результатами других экспериментов. Обсуждаются результаты глобальных анализов параметров стерильного нейтрино, использующих результаты DANSS.

Заключение суммирует полученные результаты.

Приведенные в разделах диссертации результаты полностью соответствуют научным положениям, выносимым на защиту. Разработанный метод, основанный только на сравнении формы спектров на разных расстояниях от реактора, не чувствителен к большинству систематических неопределенностей, в том числе к форме и нормировке теоретического спектра

реакторных антинейтрино и эффективности детектора. Результаты докладывались диссертантом на многих международных конференциях. Достоверность представленных в диссертации результатов не вызывает сомнений. На работы, вошедшие в диссертацию, уже имеется 134 ссылки.

Во время работы Н.А.Скробова продемонстрировала умение выделить основную проблему и найти пути ее эффективного решения, критически анализировать полученные результаты, находить в них ошибки и исправлять их. Она очень трудолюбива, проанализировала громадный объем экспериментальных данных. Она свободно ориентируется в литературе, посвященной теме диссертации. Н.А.Скробова представляла результаты на многих международных конференциях. Н.А.Скробова уже является сложившимся исследователем, она способна решать сложные задачи, критически оценивать результаты. Она участвует в работах по модернизации детектора DANSS, занимается автоматизацией стендов проверки детекторов. Недавно Н.А.Скробова подключилась к работам по проекту Nupeg Kamiokande и уже получила интересные результаты по временному разрешению одного из детекторов проекта. У Н.А.Скробовой имеется опыт работы со студентами. Она являлась научным консультантом у двух студентов бакалавриата и сейчас занимается с еще одним студентом 4-го курса. В рамках программы менторства она занималась с большим числом студентов первых курсов. У Н.А.Скробовой имеются навыки организаторской работы. Она провела большую работу по организации Московской Международной Школы Физики 2020. Н.А.Скробова очень приятный и отзывчивый человек. Работа с ней доставляет удовольствие.

Работа Скробовой Н.А. «Калибровка детектора DANSS с помощью космических мюонов и статистический анализ данных» полностью соответствует требованиям ВАК, а соискатель достоин присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.16 – Физика атомного ядра и элементарных частиц.

Научный руководитель
высококвалифицированный главный научный сотрудник
Лаборатории тяжелых кварков и лептонов
Федерального государственного бюджетного
учреждения науки Физический институт им. П.Н. Лебедева
Российской академии наук
доктор физ.мат. наук, профессор, академик РАН,
Данилов Михаил Владимирович
Адрес: 119991 Москва, Ленинский пр-т, 53, ФИАН
Телефон: +7(495)6688888, доб. 6061
Электронный адрес: danilov@lebedev.ru

« 24 » 05 2021 г.

Подпись Данилова Михаила Владимировича заверяю,
ученый секретарь ФИАН,
к. ф.-м. н. Колобов Андрей Владимирович

