

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 002.119.01  
НА БАЗЕ Федерального государственного бюджетного учреждения науки  
Института ядерных исследований Российской академии наук (ИЯИ РАН)  
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ ДОКТОРА НАУК  
аттестационное дело № \_\_\_\_\_  
решение диссертационного совета от 20 июня 2014г. № 6/9

О присуждении Синёву Валерию Витальевичу, гражданину РФ, ученой степени доктора физико-математических наук.

Диссертация «Исследование осцилляций нейтрино в реакторных экспериментах» по специальности 01.04.16 – физика атомного ядра и элементарных частиц – принята к защите 06 марта 2014 года, протокол № 5/8, диссертационным советом Д 002.119.01 на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института ядерных исследований Российской академии наук (ИЯИ РАН), 117312, г.Москва, пр-т 60-летия Октября, 7а, приказ Министерства образования и науки России № 75/нк от 15 февраля 2013 года.

Соискатель, Синёв Валерий Витальевич, 1957 года рождения. Диссертацию на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук «Измерение спектра реакторных антинейтрино при помощи светосильного спектрометра РОНС» защитил в 2003 году в диссертационном совете, созданном на базе Российского научного центра «Курчатовский Институт». Работает в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институте ядерных исследований Российской академии наук (ИЯИ РАН) старшим научным сотрудником лаборатории нейтринной астрофизики высоких энергий.

Диссертация выполнена в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институте ядерных исследований Российской академии наук (ИЯИ РАН).

Официальные оппоненты:

- 1) Барабаш Александр Степанович, д.ф.-м.н., Федеральное государственное бюджетное учреждение «Государственный научный центр Российской Федерации Институт теоретической и экспериментальной физики» НИЦ «КИ», лаборатория физики слабых взаимодействий, начальник лаборатории;
- 2) Студеникин Александр Иванович, д.ф.-м.н., Федеральное государственное образовательное учреждение Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, физический факультет, кафедра теоретической физики, профессор;
- 3) Рябов Владимир Алексеевич, д.ф.-м.н., Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Физический институт им. П.Н.Лебедева Российской академии наук, отделение ядерной физики и астрофизики, отдел космических излучений, заведующий отделом,  
– дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – Объединенный институт ядерных исследований, Лаборатория ядерных проблем им. В.П. Джелепова, г. Дубна, – в своем положительном заключении, составленном Глаголевым Виктором Викторовичем, д.ф.-м.н., заместителем Директора ЛЯП им. В.П. Джелепова, указала, что диссертация Синёва В. В. соответствует всем требованиям ВАК, предъявляемым к докторским диссертациям, а ее автор, Синёв В. В., заслуживает присуждения ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.16 — физика атомного ядра и элементарных частиц.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их высокой квалификацией и многолетним опытом научных исследований по сходной тематике.

Соискатель имеет 113 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 32 работы, опубликованных в рецензируемых научных изданиях. Наиболее значимые из них:

1. L.A.Mikaelyan, V.V. Sinev. Neutrino Oscillations at Reactors: What Is Next?, Ядерная физика, т. 63, № 6, с. 1077, 2000.
2. Yu.V. Kozlov, L.A. Mikaelyan, V.V. Sinev. Two-detector Reactor Neutrino oscillation experiment Kr2Det at Krasnoyarsk: status report, Ядерная физика, т. 66, № 3, с. 497, 2003.
3. V.P. Martemianov, L.A. Mikaelyan, V.I. Kopeikin, Yu.V. Kozlov, V.V. Sinev. The Kr2Det Project: Search for Mass-3 State Contribution  $|Ue3|^2$  to the Electron Neutrino Using a One-Reactor–Two-Detector Oscillation Experiment at the Krasnoyarsk Underground Site, Ядерная физика, т. 66, № 10, с. 1982, 2003.
4. В.И.Копейкин, И.Н. Мачулин, Л.А. Микаэлян, М.Д. Скорохватов, В.В. Синева, С.В. Сухотин, А.В.Этенко. Проект Шооз-2 поиск угла смешивания нейтрино, Ядерная физика, т. 72, № 2, с. 307, 2009.
5. Y. Abe, C. Aberle, T. Akiri, ...V. Sinev, et al. (Double Chooz Collaboration), Indication of reactor electron antineutrinos disappearance in the Double Chooz experiment, Phys. Rev. Lett. 108, 131801, 2012; arXiv:1112.6353 [hep-ex], 2011.
6. Y. Abe, C. Aberle, J.C. dos Anjos, ...V. Sinev et al. (Double Chooz Collaboration), Reactor electron antineutrino disappearance in the Double Chooz experiment, Phys. Rev. D 86, 052008, 2012; arXiv:1207.6632 [hep-ex].
7. V.V. Sinev. Is it possible to test the LSND parameters at reactors?, Письма в ЭЧАЯ, № 5 [108], с.37, 2001.
8. Л.А. Микаэлян, В.В. Синева. О поиске стерильных нейтрино в эксперименте на ядерном реакторе, Ядерная физика, т. 62, № 12, с. 2177, 1999.
9. В.И. Копейкин, Л.А. Микаэлян, В.В. Синева. Реактор как источник антинейтрино: Тепловая энергия деления, Ядерная физика, т. 67, № 10, с. 1916, 2004.
10. G. V. Domogatsky, V. I. Kopeikin, L. A. Mikaelyan and V.V. Sinev. Neutrino Geophysics at Baksan: On Searches for Antineutrinos and Radiogenic-Heat Sources in the Interior of the Earth, Ядерная физика, т. 69, № 1, с. 46, 2006.
11. Г.В. Домогацкий, В.И. Копейкин, Л.А. Микаэлян, В.В. Синева. О возможности изучения на Баксане нейтрино от сверхновой, Ядерная физика, т. 70, № 6, с. 1116, 2007.

Диссертационный совет отмечает, что совокупность полученных в диссертации результатов можно квалифицировать как крупное научное достижение. На основании выполненных соискателем исследований:

- 1) разработана новая экспериментальная методика, позволившая увеличить точность экспериментов, проводимых в потоке реакторных антинейтрино;
- 2) предложен метод анализа спектров антинейтрино, полученных на различных расстояниях от реактора в экспериментах, использующих разные детекторы;
- 3) предложен метод разделения экспериментально измеренного спектра реакторных антинейтрино на спектры, производимые отдельными делящимися изотопами;
- 4) экспериментально измерен последний угол смешивания нейтрино из матрицы Маки-Накагавы-Сакаты-Понтекорво:  $\sin^2 2\theta_{13} = 0.109 \pm 0.030(\text{стат.}) \pm 0.025(\text{сист.})$  при значении разницы квадратов масс нейтрино  $\Delta m^2 = 2.32 \times 10^{-3} \text{ эВ}^2$ ;
- 5) впервые получен спектр антинейтрино от  $^{238}\text{U}$  в прямом измерении на ядерном реакторе, который ранее учитывался только расчетным путем;
- 6) получено научное обоснование создания большого сцинтилляционного детектора для исследования природных нейтринных потоков.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

- 1) определены параметры нейтринных осцилляций в канале, ранее не наблюдавшемся, – в переходах электронных нейтрино в таонные минуя мюонное состояние;
- 2) создана методика разделения экспериментально измеренного спектра реакторных антинейтрино на спектры, производимые отдельными делящимися изотопами;
- 3) представлены спектры отдельных делящихся изотопов из прямого измерения, которые повышают точность стандартных спектров антинейтрино для использования их в дистанционном контроле работы ядерного реактора.

Оценка достоверности результатов выявила, что результаты получены стандартным методом регистрации антинейтрино по реакции обратного бета-распада на протоне в мишени из жидкого сцинтиллятора массой 8,5 т. Полученные спектры позитронов воспроизводят измерения ранее проводившихся экспериментов на близких от реактора расстояниях. Калибровки детектора производились стандартными гамма- и нейтронными источниками и хорошо совпадают с рассчитанными методом Монте-Карло спектрами. Результаты измерения угла смешивания нейтрино  $\theta_{13}$  совпадают с результатами независимых измерений коллабораций RENO и Daya Bay.

Личный вклад соискателя состоит в следующем.

1. Автором предложен метод использования двух идентичных детекторов для проведения экспериментов в потоке реакторных антинейтрино. Метод позволяет избавиться от систематической ошибки, связанной с реакторными спектрами и параметрами детектора.

2. Автор принимал личное участие в подготовке эксперимента в Красноярске. Идея этого проекта была перенесена в реализованный эксперимент Double Chooz во Франции.

3. При личном участии автора проводилась подготовка эксперимента Double Chooz. Автор принимал активное участие на всех стадиях подготовки эксперимента: предварительные расчеты эффектов, участие в заливке детектора жидким сцинтиллятором, участие в проведении измерений, анализ измеренного спектра.

3. Автором был разработан метод анализа разнородных экспериментов на основе отношений спектров, не зависящий от функции отклика детектора. Метод позволяет проводить анализ разнородных экспериментов на реакторах.

4. Автор лично проводил анализ реакторных экспериментов, в котором получено указание на возможное существование четвертого типа нейтрино (возможно стерильного). Массовый параметр осцилляций в это состояние  $\Delta m_{14}^2 = 0.9 \text{ эВ}^2$  при амплитуде  $\sin^2 2 \theta_{14} = 0.04-0.05$ .

5. Автором предложен метод разделения экспериментального спектра антинейтрино, измеренного в ровенском эксперименте при стандартном составе

топлива активной зоны ядерного реактора на составляющие его компоненты от четырех основных делящихся изотопов ( $^{235}\text{U}$ ,  $^{238}\text{U}$ ,  $^{239}\text{Pu}$ ,  $^{241}\text{Pu}$ ).

6. Автором впервые получен из прямого измерения спектра антинейтрино от ядерного реактора в Ровно спектр антинейтрино, испускаемый  $^{238}\text{U}$ , который ранее учитывался только расчетным путем.

7. Автором проведены расчеты эффекта от различных природных потоков нейтрино и показано, что использование большого сцинтилляционного детектора с массой более 10 кт позволит измерить часть из них с большой точностью: поток и спектр геонейтрино, спектр от любой сверхновой на расстоянии до 10 кпк.

На заседании 20 июня 2014 г. диссертационный совет принял решение присудить Синёву В.В. ученую степень доктора физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 17 человек, из них 5 докторов наук по специальности 01.04.16 – физика атомного ядра и элементарных частиц, участвовавших в заседании, из 25 человек, входящих в состав совета, проголосовал: за – 17, против – 0, недействительных бюллетеней – 0.

Заместитель председателя

диссертационного совета Д 002.119.01,

доктор физ.-мат. наук

Безруков Л.Б.

Ученый секретарь

диссертационного совета Д 002.119.01,

доктор физ.-мат. наук

Троицкий С.В.

23 июня 2014 г.

М. п.