

Отзыв научного руководителя
на диссертацию Коновалова Алексея Михайловича
«Обнаружение процесса упругого когерентного рассеяния нейтрино на атомном ядре и
определение его сечения на ядрах Cs и I», представленную на соискание
учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.15 –
«Физика атомных ядер и элементарных частиц, физика высоких энергий»

Коновалов Алексей Михайлович окончил магистратуру Московского физико-технического института (МФТИ) в 2015 году по направлению подготовки «Прикладные математика и физика». В период работы над диссертацией Коновалов Алексей Михайлович проходил обучение (с 2015 г.) в очной аспирантуре МФТИ, которую успешно закончил в 2019 г. Работа проводилась в «Лаборатории развития сцинтилляционных методов регистрации частиц», руководимой мной до 2020 г., Института теоретической и экспериментальной физики имени А.И. Алиханова Национального исследовательского центра «Курчатовский институт» и в «Лаборатории экспериментальной ядерной физики» (ЛЭЯФ) НИЯУ МИФИ. Обе лаборатории являются членами международной коллаборации COHERENT, исследующей процесс упругого когерентного рассеяния нейтрино (УКРН) на атомном ядре с использованием детекторов с различным элементным составом.

Диссертация Коновалова А.М. посвящена первой в мире регистрации процесса (УКРН) на атомном ядре, который был теоретически предсказан 50 лет назад. Согласно этому предсказанию, нейтрино и антинейтрино всех типов должны упруго рассеиваться на всех нуклонах атомного ядра когерентно посредством нейтрального тока при условии малости переданного ядру импульса. Сечение такого процесса должно быть относительно велико – более чем на 2 порядка величины (для тяжелых ядер) превосходить сечение других известных процессов взаимодействия нейтрино низких энергий. УКРН на атомном ядре превалирует при взаимодействии нейтрино с веществом, играет важную роль во Вселенной в процессах, сопровождающихся интенсивными потоками нейтрино, и представляет большой интерес для задач независимого мониторинга атомных реакторов.

Однако, до недавнего времени экспериментальных подтверждений процесса УКРН не было по причине больших технических трудностей его регистрации – энерговыделение при упругом когерентном рассеянии на тяжелом ядре нейтрино от распада пионов в покое на ускорителе (их энергия несколько десятков МэВ) происходит в кэВ-ной области, а для антинейтрино от ядерного реактора, средняя величина энергии которых составляет около 2 МэВ, – в области нескольких сотен эВ. При этом, для его регистрации необходим низкопороговый детектор с большой массой (более нескольких кг), работающий в условиях низкого радиационного фона.

Диссертант Коновалов А.М. играл ключевую роль в обработке экспериментальных данных, полученных в эксперименте, проводимом международной коллаборацией COHERENT на установке, основным элементом которой являлся массивный кристалл CsI[Na], расположенный вблизи мишени, на которую сбрасывается интенсивный пучок протонов, получаемый на ускорителе SNS (Spallation Neutron Source) Окриджской Национальной лаборатории США. Он провёл обработку и анализ данных с детектора CsI[Na], полученных в течение 2015–2017 гг. в рамках “параллельного анализа” с группой обработки данных из США – подхода, утвержденного коллаборацией COHERENT. В диссертации подробно описана процедура проводимой российской стороной обработки оцифрованных сигналов с установки, калибровки светового выхода кристалла и его стабильности, а также процедура выделения событий, соответствующих процессу УКРН, оценена эффективность выделения событий и величина регистрируемого эффекта в числе зарегистрированных событий в сравнении с теоретически предсказанным значением. По итогам этой работы была опубликована статья в журнале Science “Observation of coherent elastic neutrino-nucleus scattering” о первом в мире наблюдении эффекта УКРН на атомном ядре. Коновалов А.М. также самостоятельно провел обработку данных, полученных в последующие два года экспозиции детектора на SNS, и получил величину сечения процесса УКРН на основании всех полученных в эксперименте данных – с 2015 по 2019 г. Коноваловым А.М. проведена большая работа по уточнению значения сцинтилляционного выхода сцинтиллятора CsI[Na] для ядер отдачи на основании экспериментальных данных, полученных в серии калибровочных измерений на пучках нейтронов. Уточненное значение световыхода было использовано при получении окончательного значения сечения процесса УКРН на атомных ядрах Cs и I на основании экспериментальных данных полной экспозиции детектора. Коноваловым А.М. также была сделана значительная по объему экспериментальная работа, проводившаяся на стенде в НИЯУ МИФИ, по проверке линейности фотоумножителя, непосредственно использовавшегося в калибровочных измерениях на пучках нейтронов.

Диссертация Коновалова А.М. выполнена на высоком научном уровне, является законченной и цельной научно-исследовательской работой и соответствует требованиям Положения о порядке присуждения ученых степеней. Описанные в диссертации результаты являются новыми и изложены в 4-х работах, опубликованных в журналах с высоким импакт-фактором, входящих в международные базы данных Web of Science и Scopus. Основные результаты диссертационной работы докладывались на международных и российских конференциях Lomonosov–2017, ICCPA–2017, Magnificent CEvNS 2019 и 2020, ICNEP–2020, МКТЭФ–2020, Recontres de Moriond 2021. Они были представлены на

семинарах ИЯФиТ НИЯУ МИФИ (2017, 2022 г.) и НИЦ КИ – ИТЭФ (2017 г.), Лаборатории Кавендиша в Кембриджском университете (2017 г.), рабочих совещаниях коллаборации COHERENT (2016–2022 гг.). Результаты работы автора вошли в отчёты по гранту РФФИ 17-02-01077_A и проекту Министерства образования РФ Фундаментальные свойства элементарных частиц и космология №0723-2020-0041.

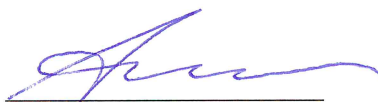
Автореферат правильно и полно отражает содержание диссертации.

В качестве недостатка Коновалова А.М. отмечу его чрезмерное стремление к углублению в детали, что затрудняет восприятие представленного материала, хотя в окончательном варианте диссертационной работы этот недостаток сведен к минимуму.

Считаю, что Коновалов А.М. заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.15 «Физика атомных ядер и элементарных частиц, физика высоких энергий» за решение задачи нейтринной физики — обнаружение фундаментального процесса упругого когерентного рассеяния нейтрино на атомных ядрах и измерение его сечения для ядер Cs и I.

Ведущий инженер

НИЯУ МИФИ, к.ф.-м.н.



Акимов Дмитрий Юрьевич



Шифр и наименование научной специальности, по которой защищена диссертация:
01.04.01 – экспериментальная физика

Ученая степень, ученое звание: кандидат физико-математических наук, ученого звания не имею.

Место работы, подразделение и должность: НИЯУ МИФИ, Институт ядерной физики и технологий, Лаборатория экспериментальной ядерной физики (ЛЭЯФ); ведущий инженер.

Индекс, почтовый адрес места работы: 115409, Москва, Каширское ш., 31.

Рабочий e-mail, рабочий телефон: DUAkimov@mephi.ru, +7 495 788 5699, 80-64

« 1 » декабря 2023 г.