

От идей – до уникальных экспериментов



В Лаборатории ядерных проблем имени В. П. Джелепова 11 ноября прошел научный семинар по физике нейтрино, посвященный Бруно Максимовичу Понтекорво – выдающемуся ученому мирового масштаба, одному из главных основателей современной нейтринной физики, которому 22 августа исполнилось бы 95 лет.

Программа этого семинара была составлена таким образом, чтобы воочию продемонстрировать успешное воплощение в жизнь идей Б. Понтекорво в Лаборатории ядерных проблем имени В. П. Джелепова.

В начале семинара **С. М. Биленький** – ближайший соратник и друг академика Понтекорво, много и плодотворно работавший с Бруно Максимовичем, напомнил аудитории, переполнившей конференц-зал, о выдающейся роли этого выдающегося ученого в становлении современной физики слабых взаимодействий и физики нейтрино (**фото на 4-й стр.**). Особенно важно то, что это становление имело место как раз в стенах Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ, где Б. М. Понтекорво проработал с 1950 года до конца своей жизни (в 1993 году).

В частности, Самоил Михелевич отметил, что Бруно Понтекорво первым предложил практический метод детектирования нейтрино, которые до этого момента считались частицами, не поддающимися обнаружению в силу исключительной малости сечения их взаимодействия с веществом. Это был так называемый радиохимический хлор-аргонный метод, при котором хлор, поглощая нейтрино, превращается в аргон. Даже несколько атомов аргона можно выделить из большого объема хлор-содержащего вещества с помощью (опять же предложенного Б. Понтекорво) пропорционального специального низкофонового счетчика. Именно таким способом были впервые детектированы Р. Дэвисом солнечные нейтрино (Нобелевская премия 2002 года).

Работая в Канаде в 1947–1949 годах, Б. Понтекорво (вместе с Э. Хинксом) впервые исследовал рас-

пад мюона; осмысление этих экспериментов привело его к фундаментальной идее о μ -е универсальности слабых взаимодействий. В Дубне (1958–1959) Б. Понтекорво высказал предположение о возможности нейтринных ускорительных экспериментов. Он предложил эксперимент, который позволял ответить на вопрос: имеется ли различие между мюонным (то есть образующимся вместе с мюоном) и электронным (соответственно вместе с электроном) нейтрино. Такой эксперимент был выполнен в 1962 году в Брукхейвене, где и было доказано, что мюонное нейтрино не совпадает с электронным (Нобелевская премия 1988 года).

Без сомнения, нейтринные осцилляции – это наиболее выдающаяся идея Б. Понтекорво, разработке которой он посвятил много лет. Как известно, в 1958 году была создана и получила экспериментальное подтверждение теория двухкомпонентных нейтрино, в основе которой лежало представление об отсутствии у нейтрино массы. В контексте успеха теории двухкомпонентного нейтрино идея нейтринных осцилляций выглядела, как минимум, смелой и потребовала от автора немалого мужества для ее публикации. Тем не менее, Бруно верил, что нейтрино могут иметь пусть очень малые, но ненулевые массы и лептонное число может не сохраняться, а нейтрино смешиваться.

В 1967 году на базе идеи нейтринных осцилляций Б. Понтекорво «предсказал» так называемую проблему дефицита солнечных нейтрино. Он обосновал, а позднее Р. Дэвис обнаружил, что наблюдаемый поток нейтрино от Солнца должен быть вдвое слабее полного потока солнечных нейтрино. Потребовалось

много лет и много усилий, чтобы крошечные массы нейтрино стали реальностью. Обнаружение нейтринных осцилляций – это триумф Бруно Понтекорво. В настоящее время его имя увековечено в названии матрицы смешивания нейтрино – матрица Понтекорво–Маки–Накагава–Саката.

В заключение своей лекции профессор Биленький отметил, что Бруно Понтекорво был настоящим ученым в самом классическом смысле этого слова, он искренне любил физику, он постоянно стремился познать истину, он постоянно «днем и ночью» думал о занимавшей его проблеме. Так было и с нейтрино. Несмотря на терзавшую его последние десять лет тяжелую болезнь, Бруно продолжал вести активный образ жизни и думать о физике. Можно только позавидовать самому С. М. Биленькому, которому, по его же словам, судьба предоставила прекрасную возможность работать вместе с Бруно Понтекорво и быть его другом на протяжении многих лет.

После профессора Биленького выступали сотрудники лаборатории Вера Коваленко, Дмитрий Медведев, Рупперт Лейтнер, Юрий Горнушкин, Кирилл Фоменко и Игорь Белолопиков. Завершил обсуждение «нейтринных проблем» на этом семинаре ЛЯП ДжиЛ Брунович Понтекорво.

В. Э. Коваленко рассказала о состоянии дел в эксперименте NEMO-3, задачей которого является поиск безнейтринного двойного бета-распада ядер молибдена-100 и селена-82, а также прецизионное исследование двухнейтринных мод двойного бета-распада ряда других изотопов. Как известно, в настоящее время именно безнейтринный двойной бета-распад явля-

К юбилею Бруно Максимовича Понтекорво

ется наиболее перспективным процессом с точки зрения прямого определения абсолютного масштаба нейтринных масс и установления майорановской природы нейтрино. В свое время Б. Понтекорво указывал на это в одной из своих работ. Далее В. Коваленко рассказала об участии ЛЯП в новом перспективном проекте «СуперНЕМО», в котором планируется достигнуть точность определения эффективной массы нейтрино на уровне 0,06–0,1 эВ. Такого уровня точность будет иметь уже решающее значение в вопросе о природе нейтрино и характере их смешивания.

Другой молодой сотрудник ЛЯП **Д. В. Медведев** сделал доклад на тему о магнитном моменте нейтрино и попытках измерения этого важного электромагнитного нейтринного параметра в эксперименте GEMMA. Этот эксперимент уже несколько лет проводится на Калининской атомной станции сотрудниками ЛЯП под руководством В. Б. Бруданина. Полученные в эксперименте ограничения на величину магнитного момента нейтрино имеют рекордный уровень точности.

О новом реакторном эксперименте по исследованию нейтринных осцилляций «Проект Daya Bay», в котором участвует ЛЯП ОИЯИ, рассказал руководитель этого проекта от ОИЯИ **Р. Лейтнер**. Проект нацелен на прецизионное измерение важнейшего параметра нейтринных осцилляций, так называемого угла тета-1-3. Особая актуальность этого измерения определяется возможностью подойти к решению проблемы нарушения CP-четности в лептонном секторе частиц.

Ю. А. Горнушкин сделал доклад об участии ОИЯИ в другом, уже ускорительном, нейтринном эксперименте OPERA. Цель этого эксперимента – обнаружение тау-ней-

трино, которые должны возникать в результате нейтринных осцилляций в пучке мюонных нейтрино. Эти мюонные нейтрино направляются из ЦЕРН в низкофоновую подземную лабораторию Гран-Сассо, где расположен специальным образом созданный с существенным участием ОИЯИ детектор OPERA.

Молодой сотрудник ЛЯП **К. А. Фоменко** рассказал далее об эксперименте BOREXINO и участии в нем сотрудников ОИЯИ. Как известно, после длительного этапа преодоления весьма сложных технических проблем детектор BOREXINO заработал и начал давать очень важные результаты по физике солнечных нейтрино. В частности, впервые в режиме реального времени было выполнено измерение солнечных нейтрино ниже порога естественной радиоактивности (4 МэВ). Получена новая оценка на магнитный момент нейтрино для солнечных нейтрино от бериллиевого источника. Помимо всего прочего, у этого эксперимента имеются весьма серьезные перспективы для регистрации антинейтрино (геонейтрино, реакторных, солнечных) и нейтрино и антинейтрино от вспышек сверхновых звезд и т. д. Группа ОИЯИ вносит весьма заметный вклад в этот эксперимент.

С докладом об эксперименте «Байкал» выступил **И. А. Белолапиков**. В этом проекте ОИЯИ участвует с 1991 года и в настоящее время занимает в нем более чем заметное место. Основу эксперимента составляет нейтринный телескоп, расположенный на озере Байкал. С помощью этого прибора, использующего уникальную воду озера в качестве рабочего материала, исследуются природные потоки нейтрино высоких энергий, в том числе ведется поиск локальных космических источников нейтрино.

Проводится также поиск магнитных монополей и частиц темной материи по продуктам аннигиляции в массивных астрономических объектах типа Солнца и Земли. Другая важная задача нейтринного телескопа – исследование диффузного потока нейтрино сверхвысоких ($E > 10$ ТэВ) энергий. Особенно впечатляют перспективы развития этого эксперимента. Будет создана новая установка с рабочим объемом в кубический километр. Она позволит значительно увеличить чувствительность и получить новые данные. Следует напомнить, что Бруно Понтекорво придавал немалое значение вопросу о космических нейтрино и их роли во Вселенной.

О прямом измерении массы мюонного нейтрино рассказал **Д. Б. Понтекорво (фото на 5-й стр.)**. Анализируя фотографию единственного и уникального по топологии события распада пиона в стримерной камере, облучение которой происходило в 1985 году в рамках эксперимента PS179, коллаборации удалось чисто кинематически (зная импульсы пиона и мюона) оценить массу мюонного нейтрино на уровне не более 2,2 МэВ. Как показал Д. Б. Понтекорво, эта оценка до сих пор является самой правильной и точной. Историческая фотография этого события, благодаря Ю. А. Туманову, стала всемирно известной.

В заключительном слове директор ЛЯП **А. Г. Ольшевский** подчеркнул живую преемственность традиций лаборатории в сфере физики нейтрино – от Бруно Понтекорво и его идей до современных уникальных экспериментов, воплощающих эти идеи в жизнь. Он отметил, что Лаборатория ядерных проблем – единственная в ОИЯИ, где зародилась, успешно развивается и обещает новые важные результаты современная физика нейтрино. Нейтринная физика: поиск нейтринных осцилляций, двойного безнейтринного бета-распада ядер, определение электромагнитных свойств нейтрино, исследования солнечных и космических нейтрино, – все это, безусловно, создает уникальный образ Лаборатории ядерных проблем как внутри ОИЯИ, так и далеко за пределами нашего Института. Образ, который озарен талантом и гением прекрасного человека – Бруно Понтекорво.

Вадим БЕДНЯКОВ,
фото **Юрия ТУМАНОВА.**

