

## **Роль Ю.В.Гапонова в установлении сотрудничества ОИЯИ-КИ, создание объединенной теоргруппы ЛЯП-КИ . . .**

Видимо, с ознакомительного визита 6 января 2004 года президента РНЦ «Курчатовский институт» Е.П.Велихова в ОИЯИ (см рис.) началась работа по установлению сотрудничества РНЦ КИ и ОИЯИ (в эпоху новой российской действительности). В то время такое сотрудничество рассматривалось как путь к укреплению (казалось пошатнувшихся) научных и экономических позиций как самого РНЦ «Курчатовский институт», так и ОИЯИ на принципах взаимной выгоды и взаимной поддержки.

Дубна, 6 января.  
Ознакомительный визит в ОИЯИ  
президента РНЦ «Курчатовский институт»  
академика Е. П. Велихова (в центре)

Dubna, 6 January.  
President of the Russian Scientific Centre  
«Kurchatov Institute» Academician  
E. Velikhov (centre) visits JINR



*На рисунке (слева на право): Ю.В.Гапонов, Г.Д.Ширков, М.Г.Иткис, В.Ю.Баранов, Е.П.Велихов, Ю.Ц.Оганесян, Ц.Д.Вылов и В.Г.Кадышевский.*

По результатам этой встречи в Курчатовском Институте было издано распоряжение Президента КИ, в котором говорилось, что в Дубна состоялась встреча руководства РНЦ «Курчатовский институт» и международного научного центра ОИЯИ, на котором принято решение о подготовке Договора о научном сотрудничестве Центров по перспективным проблемам фундаментальной и прикладной физики и создании объединённого Координационного совета. В качестве основных направлений для сотрудничества было предложено рассматривать нейтронную и ядерную физику; физику слабых процессов и конденсированных сред, ускорительную технику и ядерную медицину, а также компьютерные технологии.

Для подготовки Договора и организации работы Координационного научного совета РНЦ «Курчатовский институт» - Объединенный институт ядерных исследований, президент РНЦ КИ включил в состав этого совета от РНЦ КИ 7 человек во главе с Барановым В.Ю (сопредседатель Совета) и Шитиковым Ю.Л. (ученый секретарь Совета).

Зам. директора ИМФ Гапонов Ю.В. (члена этого Совета) был назначен специальным представителем РНЦ КИ в ОИЯИ, на него была возложена основная задача координации работ по подготовке Договора и его реализации. Забегая вперед, можно сказать, что именно это назначение оказалось решающим в работе Координационного Совета.

При самом активном участии Юрия Владимировича уже 9 июня 2004 в Дубне прошло первое совместное заседание Координационного научного совета РНЦ «Курчатовский институт» и ОИЯИ, посвященное обсуждению вопросов развития сотрудничества между двумя научными центрами.

От ОИЯИ в работе совещания приняли участие В.Г.Кадышевский, Ц.Вылов, сопредседатель координационного совета Г.Д.Ширков, В.М.Жабицкий, В.И.Фурман,

А.В.Белушкин, М.Г.Иткис, В.В.Воронов, В.Н.Швецов, В.Б.Бруданин; от РНЦ «Курчатовский институт» — сопредседатель координационного совета В.Ю.Баранов, Н.В.Знаменский, А.А.Оглоблин, В.П.Мартемьянов, Ю.В.Гапонов, П.А.Алексеев, Ю.Л.Шитиков.

В ходе заседания его участники представили основные направления деятельности подразделений РНЦ КИ и ОИЯИ, включая новые темы сотрудничества. Главное внимание тогда было уделено проекту ИРЕН, в котором заинтересованы оба научных центра. Кроме того, состоялось обсуждение таких направлений совместной деятельности, как наработка изотопов для фундаментальных исследований, промышленности, медицины; физика конденсированных сред; исследования экзотических легких ядер; кластерная радиоактивность; ядро-ядерные взаимодействия на малых расстояниях; двойной бета-распад; физика редких процессов; исследования фундаментальных свойств нейтрона; нейтринная физика.

*Эти фотографии с заседания КС в Дубне – в кабинете Ц.Д.Вылова – иллюстрируют работу совета.*



В результате впервые была согласована программа Основных направлений и тем совместных научных исследований Российского научного центра «Курчатовский институт» и Объединённого института ядерных исследований. Она включала 35 позиций с указанием названий работ и конкретных исполнителей с каждой из сторон. Ряд этих пунктов просто фиксировал уже имевшееся взаимовыгодное и многолетнее сотрудничество, некоторые же были совершенно новые, перспективные.

К сожалению, лично я, в силу работы в другой области, достаточно плохо себе представляю степень глубины, плодотворности и перспективности такого сотрудничества в сфере нейтронной, ядерной физики, физики конденсированных сред, ускорительной техники и ядерная медицины.

Однако в области физики высоких энергий, физики слабых взаимодействий и

компьютерных технологий – заложенные в то время основы сотрудничества оказались очень важными и плодотворными.

Достаточно упомянуть совместное участие в эксперименте ALICE на Большом адронном коллайдере LHC в ЦЕРН, эксперименты по поиску двойного бета распада  $\text{Ca-48}$ ,  $\text{Ge-76}$  и  $\text{Nd-150}$ , в организацию последних внес большой личный вклад Ю.В.Гапонов. Далее следует упомянуть регистрацию солнечных нейтрино в рамках проектаorexino, поиск и исследования нейтринных осцилляций – проект Double Chooz и китайский проект Daya Bay, где тоже “присутствует курчатовская рука” Юрия Владимировича.

Особенно плодотворно развитие получили упомянутые в этих документах совместные работы по поиску магнитного момента нейтрино на Калининской АЭС, развитию компьютерных технологий и современных средств передачи информации, в особенности в контексте распределенных систем вычислений и хранения информации (грид).

На этом первом заседании КС Ю.В. Гапонов обратил особое внимание присутствующих на необходимость развития современной теории, в частности расчетам матричных элементов  $2\beta$ - распада и теории майорановского нейтрино. Он не просто об этом говорил, он действовал. Одним из 35 пунктов сотрудничества было конкретное предложение Юрия Владимировича об организации структуры для совместных исследований по развитию теоретического описания майорановских свойств нейтрино и двойного безнейтринного бета распада. По сути дела он был инициатором конкретного международного сотрудничества по этой тематике – в группу входили Ю.В.Гапонов (ИМФ), В.Б.Воронов, В.А.Кузьмин (ЛТФ), В.Бедняков (ЛЯП), Ф.Шимкович (Словакия) и сотрудники соответствующих подразделений ЛТФ и ЛЯП ОИЯИ.



Из архива Вылова. Ю.В.Гапонов и В.Ю.Баранов на заседании Координационного Совета в КИ. (На столе видна знаменитая сумка Юрия Владимировича).

Второе заседание координационного совета ОИЯИ – РНЦ КИ прошло 13 мая 2005 г. в Москве, в ИМФ (РНЦ “Курчатовский Институт”) в его работе мне уже пришлось принимать непосредственное участие. Ю.В. Гапонов и Г.Д. Ширков были сопредседателями данного заседания. Сначала обсуждалось состояние дел по проекту ИРЕН, который, к стати говоря был завершен в 2012 году, и эта установка сегодня работает в ОИЯИ. Затем перешли к обсуждению состояний дел по пунктам основных направлений совместных исследований РНЦ-КИ—ОИЯИ.

По поводу исследования свойств ультрахолодных и холодных нейтронов, поиску эффектов за рамками стандартной модели электрослабого взаимодействия и измерению времени жизни нейтрона выступали Ю.В. Гапонов, В.П.Мартемьянов и В.Н.Швецов. Было отмечено, что в связи с результатами группы А.П. Сереброва (ПИЯФ), ситуация с определением времени жизни нейтрона усложнилась. Необходимы новые, независимые измерения, которые уже проводятся с участием обеих сторон. В этой связи хочется отметить, что физика нейтрона всегда была в зоне особого интереса и внимание Юрия Владимировича, практически всегда, когда он приезжал в Дубну, он непременно бывал в Лаборатории Нейтронной физики и заходя к нам в ЛЯП всегда что-то сообщал нового про нейтрон.

В связи с уникальными результатами эксперимента Daya Bay по исследованию нейтринных осцилляций в пучках реакторных антинейтрино и измерению в 2012 г. угла смешивания  $\Theta_{13}$ , уместно вспомнить, что как раз на этом заседании КС КИ-ОИЯИ Ю.В. Гапонов говорил о Российском Мега-Проекте по нейтринной физике, соответствующих контактах на уровне Велихова-Фурсенко-Академии Наук, где в частности, были запланированы совместные работы по этому Китайскому проекту.

Далее Ю.В.Гапонов рассказал об участии КИ – посредством производства изотопов - в проекте GERDA. Он проинформировал, что В.Ю. Баранов в этом направлении контактирует с заводами-изготовителями, и все работы по проекту GERDA ведутся по контролю непосредственно с Е.П.Велиховым. Отметим, что сегодня этот эксперимент, пожалуй, самый успешный эксперимент по поиску безнейтринного двойного бета распада ядер германия, в котором участвуют сотрудники ОИЯИ, ИЯИ и КИ.

Замечу, что на этом же КС В.П.Мартемьянов и В.Б.Бруданин доложили об успешных совместных контактах по подготовке к измерению магнитного момента нейтрино на Калининской атомной станции. Эти исследования уже тогда рассматривались в качестве особо перспективных, в частности в направлении придания им прикладного характера – создания специального помещения для нейтринного мониторинга ядерных процессов работы атомной станции. Сегодня работы на КАЭС ведутся полным ходом, получены уникальные результаты по магнитного момента нейтрино, впервые напрямую измерен спектр реакторных антинейтрино, готовится проект создание там специализированной многоплановой нейтринной лаборатории.

Обсуждая успешное сотрудничество КИ с ОИЯИ в области теоретических исследований по физике слабого взаимодействия, Ю.В.Гапонов проинформировал Совет о новых достижениях в развитии теории майорановского нейтрино. Были также отмечены совместные усилия в области расчетам матричных элементов  $2\beta$ -распада, что представляет очень непростую задачу, в особенности для интересных с точки зрения эксперимента атомных ядер (типа Ge и Nd).

В качестве конструктивного следствия работы этого КС и личных усилий Юрия Владимировича, отмечу нашу с ним конкретную попытку создания группы теоретического исследования свойств нейтрино в рамках Сектора элементарных частиц ЛЯП ОИЯИ, с участием теоретиков Курчатовского Института. В качестве обоснования необходимости такой группы мы вместе с ним написали письмо на имя тогдашнего директора ОИЯИ А.Н.Сисакяна. В нем говорилось, что Лаборатория ядерных проблем им. В.П.Джелепова является пионером исследования физики слабых взаимодействий в ОИЯИ. Нейтринная физика – традиционная область деятельности ЛЯП ОИЯИ, является ее отличительной чертой. Здесь получен ряд выдающихся научных результатов.

Целый комплекс фундаментальных теоретических и экспериментальных исследований по физике нейтрино был выполнен в Лаборатории академиком Б.М.Понтекорво и под его руководством. В 1957 г. в Дубне он высказал идею о возможности существования осцилляций нейтрино, т.е. превращения одного вида нейтрино в другой, что допустимо при наличии у нейтрино хотя бы очень маленькой массы. Существование осцилляций нейтрино означает не только то, что у нейтрино есть ненулевые массы. Легкие массивные нейтрино –

это ключ ко многим тайнам нашей Вселенной (недостатку потока нейтрино от Солнца, эволюции звезд, взрывам сверхновых, проблеме так называемой темной или скрытой материи, образованию космических лучей сверхвысоких энергий и т.д.).

Изучение осцилляций нейтрино наряду с поиском безнейтринного двойного бета-распада ядер является основным направлением современной нейтринной физики. Эти два фундаментальных эффекта – нейтринные осцилляции и безнейтринный двойной бета-распад – позволят определить главные свойства нейтрино (дираковские или майорановские, массы и смешивание) и имеют ключевое значение для современной теории элементарных частиц, астрофизики и космологии. Современные ускорительные и неускорительные эксперименты в области физики частиц, направленные на прецизионное определение различных физических наблюдаемых, позволяют вести поиск новых явлений за рамками Стандартной модели и получать важные ограничения на такие явления.

В ЛЯП ОИЯИ все время проводились и проводятся передовые эксперименты по физике нейтрино – это НЕМО (двойной бета распад), ГЕММА (нейтринный магнитный момент, когерентное рассеяние нейтрино), БАЙКАЛ, ТУС (космические нейтрино, темная материя), “Нейтринный Детектор ИФВЭ-ОИЯИ”, НОМАД, НАРП, ОПЕРА, Daya Bay (поиск и исследование нейтринных осцилляций, взаимодействие нейтрино с веществом), БОРЕКСИНО (проблема солнечных нейтрино, магнитный момент и т.п.) и другие.

В 1980 г. для разработки физической программы исследований по нейтринной физике на установке “Нейтринный Детектор ИФВЭ-ОИЯИ” в отделе Физики элементарных частиц ЛЯП (рук. С.А.Бунятов) был организован сектор теоретических исследований (рук. П.С.Исаев).

Теоретическим исследованиям свойств нейтрино и взаимодействия нейтрино с ядрами до этого всегда уделялось в ЛЯП большое внимание (Б.З.Копелиович, А.В.Тарасов, Г.И.Лыкасов, Ю.П.Иванов и др.). В Лаборатории проводились всесторонние исследования возможных проявлений новой физики в ускорительных и неускорительных экспериментах, например таких как, двойной безнейтринный бета-распад ядер или поиск галактических частиц темной (скрытой) материи (С.Г.Коваленко, В.А.Бедняков и др.). Эти исследования в области слабых взаимодействий и неускорительной новой физики послужили фундаментом дальнейших экспериментальных работ ЛЯП в этом направлении, в частности, на самом современном уровне с учетом последних достижений теории в области суперсимметрии (SUSY), лептокварков и т.п. обоснована необходимость и важность исследования процессов безнейтринного двойного бета-распада. В ЛЯП было показано, что эксперименты по безнейтринному двойному бета-распаду значительно более чувствительны к определенным проявлениям SUSY, чем другие уже идущие или только планируемые ускорительные и неускорительные эксперименты (С.Г.Коваленко).

С теоретической точки зрения проблема массы нейтрино привлекала к себе особое внимание за все время существования современной физики элементарных частиц. Она стимулировала создание ряда интересных подходов, значимость которых лежит далеко за пределами только физики нейтрино. Популярная в настоящее время SUSY модель с нарушенной R-четностью может служить хорошим примером нового подхода к проблеме нейтринных масс. Здесь нейтрино приобретают ненулевые массы на древесном уровне за счет смешивания с гейджино и хиггсино уже на электрослабом масштабе. Следует подчеркнуть, что этот механизм не затрагивает физики больших энергетических масштабов ( $10^{12}$  ГэВ), как это имело место в известном see-saw механизме, а наоборот, определяется свойствами нейтрино на электрослабом масштабе, физические проявления которого поддаются экспериментальной проверке.

В теоретическом секторе ЛЯП накоплен большой опыт работ в области физики слабых взаимодействий, физики нейтрино и новой физики за рамками Стандартной модели, из него вышли лидеры нескольких направлений современной новой физики.

Всемирно известны, выполненные в Курчатовском Институте, работы по физике нейтрино (нейтринным осцилляциям и безнейтринному двойному бета распаду германия),

физике слабого взаимодействия, исследованию (электрослабых) свойств нейтронов. В настоящее время по известным причинам интенсивность этих работ заметно спала, в то время, как интерес в целом к нейтринной физике и астрофизике наоборот сильно возрос в силу получения новых и прецизионных данных. При этом, несмотря на огромный экспериментальный и теоретический интерес в нейтринной тематике, в целом, очевиден недостаток теоретических работ по физике нейтрино в России.

Тем не менее, такие работы ведутся, так, например, в последние годы Ю.В.Гапоновым был предложен принципиально новый подход к описанию майорановских свойств нейтральных массивных частиц. На базе этого подхода им впервые в мире были получены оценки майорановских масс реальных нейтрино и установлена их связь между углами смешивания. Эта связь имеет принципиальное значение для более глубокого понимания свойств нейтрино и для планирования новых нейтринных экспериментов, как по исследованию нейтринных осцилляций, так и по поиску безнейтринной моды двойного бета-распада ядер.

Сохранение накопленных в ЛЯП ОИЯИ традиций в области “теории нейтрино”, продолжение начатых в КИ новых и интересных работ по этой проблеме, в частности, выяснение области применимости предложенной модели майорановских нейтрино, возможностей и перспектив ее экспериментальной проверки, безусловно, являются актуальными задачами, для выполнения которых, а также для закрепления приоритета российских ученых, необходима концентрация совместных усилий всех заинтересованных сторон. В связи с необходимостью расширения дальнейших работ по этому направлению, обеспечению регулярности общения участвующих в таких работах сотрудников ОИЯИ и КИ, а также для привлечения новых участников предлагается создать в рамках ЛЯП ОИЯИ специальную группу для работы по проблемам теоретической нейтринной физики.

Данную группу теоретического исследования свойств нейтрино предполагается составить из сотрудников ЛЯП ОИЯИ (сектора элементарных частиц) и сотрудников Института молекулярной физики Курчатовского института. На первом этапе в состав группы войдут В.А.Бедняков, И.В.Титкова, Г.И.Лыкасов (ОИЯИ) и Ю.В.Гапонов, В.В. Хрущев, (Курчатовский институт). В дальнейшем возможно расширение этой группы путем включения в нее заинтересованных сотрудников ЛТФ, ЛЯП, ЛФВЭ, ЛНФ, а также Курчатовского института (КИ), ИЯИ и других.

План предполагаемых работ группы по нейтринной физике ЛЯП ОИЯИ на 2009-10 гг. включает в себя ряд достаточно общих направлений, таких как, развитие паулиевских моделей майорановских нейтрино и исследование моделей с нарушенной паулиевской симметрией (рук. Ю.В.Гапонов), исследование свойств нейтрино в моделях великого объединения и суперсимметрии (рук. В.А.Бедняков), изучение особенностей использования паулиевской симметрии в квантовой теории поля (В.В.Хрущев), разработка новых методов обработки данных нейтринных экспериментов и проверка правдоподобности различных гипотез с использованием следствий указанных моделей (И.В.Титкова, В.В.Любушкин, Г.И.Лыкасов и др.), предсказание свойств нейтрино (масс, углов смешивания, магнитных моментов) в нейтринных моделях (Ю.В.Гапонов, В.В.Хрущев, В.А.Бедняков, и др.). Особое место отводилось, на это настаивал сам Ю.В.Гапонов, систематическим контактам с экспериментальными группами ОИЯИ и КИ по отмеченным выше направлениям.

Это обращение было написано летом 2009 года, тогда мы только начинали формирование этой группы, обсуждали детали с руководством, готовили планы работ и подбирали кадры. Однако, преждевременный уход Юрия Владимировича – главного вдохновителя и организатора этого процесса, резко и, пожалуй, надолго остановил его ...