

Лаборатория физики частиц

1. История создания ЛФЧ, задачи лаборатории и ее структура

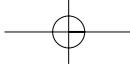
Лаборатория физики частиц (ЛФЧ) – самая молодая лаборатория в составе Объединенного института ядерных исследований. Основанная в 1988 году с целью концентрации интеллектуальных усилий и материальных ресурсов в исследованиях физики элементарных частиц, выполняемых на внешних ускорителях, она была названа первоначально Лабораторией сверхвысоких энергий (ЛСВЭ). Свое окончательное название – ЛФЧ – лаборатория получила в 1999 году, когда праздновалось ее десятилетие.

В связи с быстрым развитием физики частиц, оказавшим глобальное влияние на современное мировое сообщество, перед руководством и научной общественностью ОИЯИ в 80-е годы встала задача пересмотреть организацию исследований в этой области с целью эффективного использования интеллектуального и технического потенциала Института. Уже тогда сооружение крупного ускорителя в ОИЯИ и в странах-участницах не представлялось возможным из-за экономических ограничений. В настоящее время это доступно только международным объединениям. В 80-х годах действовали следующие ускорители: У-70 (ускоритель протонов 70 ГэВ в ИФВЭ), SPPS (коллайдер протонов и антипротонов 300 ГэВ в ЦЕРН), теватрон (коллайдер протонов и антипротонов 400 ГэВ во FNAL), HERA (коллайдер протонов и электронов с энергиями 820 ГэВ и 30 ГэВ соответственно). Проектировались или обсуждались машины: LEP (коллайдер электронов и позитронов с энергией 60 ГэВ), RHIC (коллайдер протонов и ядер с энергией 200 ГэВ/А), SSC (коллайдер протонов с энергией 40 ТэВ), УНК (коллайдер протонов с энергией 3×3 ТэВ²).

ОИЯИ мог и должен был принять вызов времени и продолжить интенсивные исследования в области физики частиц в условиях отсутствия собственной базовой установки и быстро расширяющегося фронта работ в других центрах. Предпосылками для активной позиции Института были результаты успешного осуществления в 1968–1980 годах большой программы исследований в ИФВЭ, FNAL и ЦЕРН:

- изучение дифракционных процессов на У-70 и теватроне с помощью оригинальной методики струйной мишени и полупроводниковых детекторов;
- измерение формфакторов К- и π-мезонов в их рассеянии на электронах в экспериментах на У-70 и теватроне;
- исследование регенерации нейтральных каонов на У-70;
- выполнение на У-70 широкой программы исследований с помощью пузырьковой камеры ЛЮДМИЛА и пропановой двухметровой камеры;
- обнаружение образования ядер антигелия на У-70;
- исследование дифракционных процессов и пионных резонансов с помощью искрового спектрометра МИС на У-70;
- исследование глубоконеупругого рассеяния мюонов на установке NA4 в ЦЕРН.

К тому времени в ОИЯИ уже существовали общеинститутские подразделения: СНЭО (Серпуховской научно-экспериментальный отдел, обслуживающий установки ОИЯИ в ИФВЭ) и ОНМУ (Отдел новых методов ускорений, разрабатывавший и создававший системы УНК и других ускорителей). Кроме того, была подготовлена Комплексная программа исследований на период 1991–1995 годов и развития



Института до 2000 года, предусматривающая дальнейшее расширение исследований по физике частиц на внешних ускорителях.

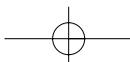
В истории создания ЛФЧ решения 62-й сессии Ученого совета ОИЯИ от 5 июня 1987 года занимают особое место. Практически они определили цели, задачи, сроки и форму создания новой лаборатории. На этой сессии директор ОИЯИ академик Н.Н.Боголюбов выступил с докладом о подготовке Комплексной программы исследований и развития ОИЯИ на период до 2000 года и о мероприятиях по совершенствованию структуры ОИЯИ. Комплексная программа на 1988–2000 годы, разработанная с учетом основных целей ОИЯИ и достигнутого уровня исследований, проводимых в Дубне и других центрах в области физики элементарных частиц, предусматривала участие в экспериментальных исследованиях, нацеленных на:

- проверку предсказаний теории электрослабых и сильных взаимодействий в рамках Стандартной Модели (СМ) и выхода за ее пределы;
- изучение структуры связанных состояний кварков и спиновых эффектов;
- изучение свойств промежуточных бозонов;
- изучение структуры адронов.

Эти эксперименты планировалось проводить главным образом на протонном синхротроне ИФВЭ У-70 с помощью действующих и создававшихся установок ОИЯИ: ГИПЕРОН, ЧАРМ, ДИМЕЗОАТОМ, СИГМА-АЯКС, МДС, СВД, НЕЙТРИННЫЙ ДЕТЕКТОР, МЕЧЕННЫЕ НЕЙТРИНО, а также на проектировавшемся в ИФВЭ Ускорительно-накопительном комплексе (УНК) встречных протон-протонных пучков на энергию 3×3 ТэВ. Для УНК с участием ОИЯИ разрабатывались установки ПАРУС-НЕПТУН, МАРС-4, ГЛЮОН, НЕЙТРИННАЯ ПРОГРАММА и УКД. Планировалось также продолжить сотрудничество с ЦЕРН, участвуя в эксперименте ДЕЛФИ на встречных электрон-позитронных пучках LEP, а также в экспериментах на SPS. Установки, предназначенные для работы при сверхвысоких энергиях, требовали развития техники и методики регистрации частиц. В частности, планировались работы по следующим направлениям:

- создание прецизионных вершинных детекторов;
- разработка технологии массового производства многопроволочных газовых детекторов;
- разработка калориметров с высокой грануляцией и высокой радиационной стойкостью;
- разработка мюонных детекторов большой площади;
- разработка и создание электроники.

Комплексная программа включала в себя также участие ОИЯИ в сооружении отдельных узлов УНК и других ускорителей на сверхвысокие энергии. Расширение программы исследований ОИЯИ в области физики частиц при высоких энергиях на ускорителях других центров, с которыми у Института уже было многолетнее взаимовыгодное сотрудничество, в первую очередь с ИФВЭ и ЦЕРН, требовало совершенствования деятельности и пересмотра структуры ОИЯИ. В Комплексной программе было записано: «Подготовка и проведение экспериментов на УНК потребует больших средств и объединения усилий многих специалистов. В целях концентрации



усилий в этом направлении для наиболее рациональной организации работ ставится задача образования единого подразделения по физике высоких и сверхвысоких энергий, в которое войдут заинтересованные коллективы из ЛЯП, ЛВЭ, ЛВТА, ОНМУ, СНЭО, а также математики и физики-теоретики». Таким образом, вопрос о создании новой лаборатории в ОИЯИ был поставлен в связи с планами расширения исследований по физике частиц.

Специальная комиссия Ученого совета, итоги деятельности которой также были представлены на 62-й сессии, рекомендовала дирекции ОИЯИ приступить к проведению следующих организационных мероприятий:

- преобразование ОНМУ в централизованный научно-методический отдел для разработки детекторов и узлов УНК (июль 1987);
- образование Лаборатории экспериментов на УНК (март 1988);
- завершение формирования Лаборатории экспериментов на УНК (июнь 1989).

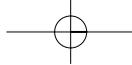
Название новой лаборатории еще не было определено, и пока условно она упоминалась как Лаборатория экспериментов на УНК.

По докладу Н.Н.Боголюбова Совет постановил одобрить проделанную работу по подготовке Комплексной программы. Эксперты из числа ведущих стран-участниц и членов Ученого совета приступили к доработке Программы и рекомендаций по совершенствованию структуры ОИЯИ, чтобы представить эти материалы на утверждение 63-й сессии Ученого совета и очередного совещания Комитета полномочных представителей ОИЯИ. В приказе, выпущенном 26 октября 1987 года, для реализации рекомендаций предписывалось:

- преобразовать ОНМУ в Общеинститутское научно-методическое отделение (ОНМО) по физике высоких энергий, имея в виду его последующее включение в новую Лабораторию сверхвысоких энергий;
- в ОНМО на базе отдела ядерной физики создать научно-методический отдел;
- объединить малочисленные ускорительные подразделения ОНМО в отдел систем УНК.

Программа работ по системам УНК (система подавления поперечных колебаний пучка, системы измерения тока и частот бетатронных колебаний пучка, прецизионного эталонного измерения тока для магнитометрического стенда ИФВЭ) была предложена в письме научного руководителя ИФВЭ академика А.А.Логунова от 24 сентября 1987 года. Реализация рекомендаций Комиссии в части создания новой лаборатории растянулась на более длительные сроки, чем это намечалось вначале.

На 63-й сессии Ученого совета ОИЯИ 12–14 января 1988 года директор ОИЯИ академик Н.Н.Боголюбов представил доклад о проекте Комплексной программы развития ОИЯИ до 2000 года и мероприятиях по совершенствованию структуры Института. В дискуссии по этому докладу выступили практически все члены Ученого совета. Большинство из них: В.Г.Кадышевский, В.П.Джелепов, Г.Н.Флёров, Ч.Шимане, Н.Содном, Р.Сосновский, Х.Христов, Д.Киш, Нгуен Ван Хьеу, И.М.Франк, М.Г.Мещеряков – поддержали эти документы. Однако были и возражения. Делегация ГДР (К.Ланиус) считала, что в Комплексной программе недостаточно четко изложена идея концентрации усилий на наиболее важных научных направлениях и в



связи с этим решение по новой лаборатории кажется преждевременным. Это мнение разделила и делегация Румынии (А.Беринде). В некоторых выступлениях отмечалось, что новая лаборатория нужна, но ее надо формировать без ущерба для других направлений. На это Г.Н.Флёров заметил, что без ущерба нельзя, как «нельзя поджарить яичницу, не разбив яйца». Р.Сосновски отметил, что если одобряется Комплексная программа, предусматривающая расширение работ по физике частиц на внешних ускорителях, то новая лаборатория нужна для эффективной организации этих работ. Совет одобрил проект и в Заключении и отдельно записал:

«Одобрить предложение по созданию новой Лаборатории сверхвысоких энергий. Поручить дирекции ОИЯИ приступить к ее формированию, оставаясь в рамках фонда заработной платы, обусловленного бюджетом Института. Просить страны-участницы дать предложения по кандидатурам на посты директора и заместителей директора этой лаборатории».

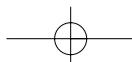
Состав первой дирекции вновь созданной лаборатории:
директор — д.ф.-м.н., профессор Савин И.А. (назначен 09.12.1988 г.);
заместители директора по науке:

доктор Прокеш А., начальник отделения экспериментальной физики,
д.ф.-м.н. Голутвин И.А., начальник методического отделения,
д.ф.-м.н. Саранцев В.П., начальник отделения ускорителей;
заместитель директора по общим вопросам — Мельниченко И.М.;
главный инженер — Калагин В.Д.;
ученый секретарь — к.ф.-м.н. Шафранова М.Г.

С самого начала своего создания лаборатория сотрудничала, в основном, с ИФВЭ, ЦЕРН, SSC и BNL по наиболее актуальным проблемам физики, детекторов и ускорителей. Первоначально наиболее широким и активным было сотрудничество с ИФВЭ. Затем (после 1991 г.) оно сузилось из-за прекращения работ по УНК и сокращения финансирования У-70. Впервые в ОИЯИ лабораторией было инициировано сотрудничество с DESY, что сыграло важную роль в становлении новой лаборатории и упрочении ее позиций.

В настоящее время структура ЛФЧ включает в себя два научных отделения, четыре самостоятельных научно-экспериментальных и научно-методических отдела, в том числе Серпуховской научно-экспериментальный отдел, который базируется в Протвино, два самостоятельных научных сектора. Имеется также опытное производство, электротехнический отдел, конструкторское бюро, отдел обслуживания. Штатный состав лаборатории насчитывает 420 сотрудников.

Состав дирекции ЛФЧ в настоящее время:
директор — д.ф.-м.н., профессор Кекелидзе В.Д.;
заместители директора по науке:
д.ф.-м.н. Ледницкий Р.,
д.ф.-м.н., профессор Сапожников М.Г.,
к.ф.-м.н. Потребеников Ю.К.;
заместитель директора по общим вопросам — Мельниченко И.М.;
главный инженер — Петров В.А.;
ученый секретарь — к.ф.-м.н. Нагайцев А.П.



Лаборатория успешно решает свои основные задачи: проведение текущих экспериментов на уже существующих установках, подготовка новых экспериментов, разработка соответствующих приборов и развитие методик измерений характеристик частиц и их взаимодействий, разработка методов и систем ускорения частиц до высоких энергий. Работы по этим направлениям, рассчитанные на длительную перспективу, опираются на сотрудничество с такими ведущими научными центрами, как ЦЕРН, DESY, ИФВЭ (Протвино), BNL, Подземная лаборатория в Гран-Сассо – INFN.

Полное число проектов, выполняемых лабораторией или с участием сотрудников лаборатории, – 22. Среди них 14 – это эксперименты по физике частиц и ядерной физике: CMS, ATLAS, NA48, COMPASS, HERMES, H1, HERA-B, STAR, NIS, EXCHARM, BOREXINO, ТЕРМАЛИЗАЦИЯ, СИНГЛЕТ, ДЕЛЬТА-СИГМА. Пять проектов – это создание систем ускорителей LHC, TESLA, CLIC, IREN и др., два проекта по прикладным исследованиям и один – по развитию информационных технологий.

Деятельность лаборатории в основном развивается в рамках международного научно-технического сотрудничества. Программа исследований строится при учете интересов стран-участниц Института. Используя инфраструктуру и ресурсы ОИЯИ и ЛФЧ, они могут участвовать в крупных проектах с оптимальным и эффективным вложением своих сил. Лаборатория концентрирует усилия на наиболее актуальных направлениях и поддерживает проекты, решающие наиболее фундаментальные проблемы. Лаборатория выполняет НИР и участвует в создании наиболее перспективных детекторов и ускорительных систем и технологий, где у нее есть опыт и общепризнанный международный авторитет. Результаты, достигнутые лабораторией, широко известны и высоко оценены международным научным сообществом.

2. Основные результаты исследований по физике частиц

Международное сотрудничество через ОИЯИ с ИФВЭ (Протвино) ярко проявилось в экспериментах МИС, ЭКСЧАРМ и КМН на ускорителе У-70. В настоящее время на ускорителе У-70 ведутся работы по проекту ТЕРМАЛИЗАЦИЯ.

Проект МИС (руководитель А.А.Тяпкин)

По предложению польских физиков во главе с профессором Р.Сосновским в ОИЯИ под руководством профессора А.А.Тяпкина в 1973 году был создан высокоточный пьезометровый магнитный искровой спектрометр (МИС–ОИЯИ) для проведения экспериментов на ускорителе У-70. В то время это была самая крупная установка ОИЯИ в ИФВЭ. С помощью установки МИС–ОИЯИ на пучках пионов и каонов с импульсом 25 и 40 ГэВ изучалось когерентное образование пионов и каонов на ядрах и выяснялось существование бозонных резонансов. Этот эксперимент выполнялся как пятый совместный эксперимент по плану сотрудничества ГКИАЭ СССР и ЦЕРН. Следует подчеркнуть, что это был первый совместный эксперимент ОИЯИ–ЦЕРН и выполнялся он на советском ускорителе. В этом эксперименте принимали участие ученые из Вены, Братиславы, Болоньи, Варшавы, Дубны, Милана и Хельсинки.