

Новая протонная установка в ИФВЭ

Недавно завершились строительные и монтажные работы по созданию новой радиографической протонной установки в ФГБУ ГНЦ ИФВЭ НИЦ «Курчатовский институт».

Ее появление обусловлено развитием в Институте ускорительных технологий, позволивших проводить прикладные исследования с пучками частиц высоких энергий в десятки ГэВ. Новая установка расширяет возможности экспериментальной базы Института.



Канал транспортировки протонного пучка ПРГК

Начало работ по протонной радиографии следует отнести к 2003 году, когда ИФВЭ и РФЯЦ-ВНИИЭФ совместно выразили интерес к этому новому направлению использования высокоэнергетических протонов. Были проведены теоретические расчеты и поставлен пробный эксперимент (2004 год), подтвердившие перспективность нового метода изучения свойств материалов и структуры объектов. После изучения различных вариантов было принято решение о сооружении пилотной радиографической установки в начальной части канала инжекции УНК. Она имеет небольшую длину и использует квадрупольные линзы диаметром 100 мм с градиентом 1,3 кГс/см. Максимальная энергия протонов была выбрана 50 ГэВ, поле обзора (максимально возможный диаметр протонного пучка, облучающего объект) - 60 мм. В 2005 году была создана уникальная пилотная экспериментальная установка

для импульсной протонной радиографии, позволяющая исследовать широкий спектр статических и динамических объектов плотностью до 400 г/см². Длительность вывода протонного пучка составляла всего 5 мкс. Но банчевая структура пучка позволяла делать несколько снимков быстропротекающих процессов. С 2005 по 2011 годы на этой установке был проведен ряд статических и динамических экспериментов, подтверждающих огромные возможности протонной радиографии для исследования физических процессов в различных материалах.

В 2008-2010 годах был разработан проект масштабной протонной радиографической установки на базе ускорителя У-70 и имеющейся инфраструктуры.

Создание новой установки началось сразу после завершения разработки и утверждения проекта - в октябре 2010 года. За это время были выполнены основные строительные работы, смонтировано технологическое оборудование и инженерные системы. Общая площадь всех подземных и наземных сооружений составила более 3000 м². Часть нового научного комплекса, состоящая из канала транспортировки протонов и экспериментального зала с системой биологической защиты, находится в подземном тоннеле канала инжекции обратного направления УНК на глубине до 22 м. Основой технологической системы установки является

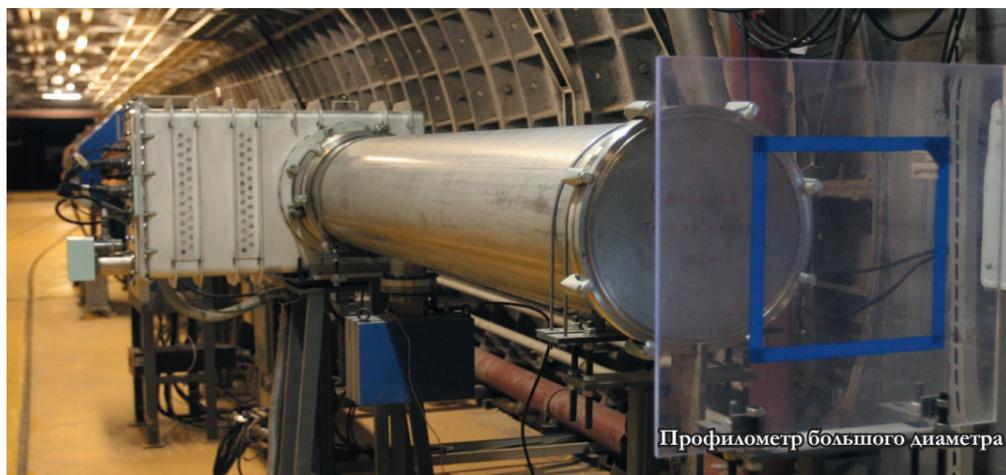
пучка, затем кватертом передается в точку облучения объекта. Пройдя через объект, пучок передается вторым и третьим кватертами в точки регистрации изображения объекта. Для транспортировки пучка используется вакуумная камера диаметром 350 мм. С помощью нескольких профилометров и телевизионных экранов проводится наблюдение за пучком. Для согласования момента регистрации изображения объекта и момента вывода пучка используется система синхронизации, позволяющая совместить эти два события с высокой точностью.

На новой установке могут проводиться исследования на объектах с толщиной до 450 г/см², с высоким оптическим разрешением. Поле обзора установки составляет в диаметре до 240 мм. Время экспозиции с использованием технологии вывода может составлять до 50 мкс.

Создание новой радиографической протонной установки позволит расширить сферу применения ускорителя У-70 для прикладных исследований и инновационных разработок.

К настоящему времени осуществлен физический запуск нового экспериментального комплекса.

Юрий Федотов, начальник ОСВ,
Олег Зятков, главный инженер ЭУ ОСВ



Профилометр большого диаметра

каналом транспортировки, формирующий пучок протонов требуемых параметров. Оптической единицей этого канала служит кватер уникальных квадрупольных линз, образующих систему с матрицей передачи «минус-1» в плоскостях радиального и вертикального поперечного движения. Квадрупольные линзы разработаны и изготовлены в Институте и имеют апертуру диаметром 300 мм. Канал транспортировки пучка включает три кватерта и систему предварительного согласования выведенного из У-70 протонного пучка. Согласованный пучок вначале попадает в точку, где происходит регистрация параметров

Итоги выборов в Протвино - 2014

14 сентября состоялись выборы в Совет депутатов города Протвино. Поздравляем наших сотрудников с избранием депутатами городского совета города Протвино. Выражаем благодарность сотрудникам Института за проявленную активную гражданскую позицию.



Брагин Александр Александрович, округ №1



Лаврентьева Валентина Алексеевна, округ №1



Краснов Александр Борисович, округ №1



Лытчикина Валентина Петровна, округ №3



Хмарук Дмитрий Григорьевич, округ №3



Безубов Виктор Александрович, округ №4

Знакомство с подразделениями ИФВЭ

ОРИ: радиационная безопасность в руках профессионалов

Основная задача отдела радиационных исследований (ОРИ) - обеспечение радиационной безопасности персонала Института и населения. Для этого проводится изучение радиационной обстановки на комплексе, определение радиационных факторов воздействия на людей и окружающую среду и поиск путей снижения риска воздействия высокоэнергетического излучения, возникающего при работе установок и ускорителя У-70. В отделе разрабатывают научно обоснованные рекомендации для сотрудников по обеспечению радиационной безопасности в Институте. Коллектив отдела обладает высоким профессионализмом, позволяющим решать на мировом уровне разнообразные радиационно-физические задачи. По результатам проведенных исследований сотрудниками отдела защищены две докторские и 13 кандидатских диссертаций.

Отдел радиационных исследований ИФВЭ образован в апреле 1966 года как научно-техническое подразделение при сооружении радиационного объекта - ускорителя протонов с проектной интенсивностью $1 \cdot 10^{12}$ протонов в цикле и энергией до 76 ГэВ (в настоящее время ускоритель У-70 работает с интенсивностью до $5 \cdot 10^{13}$ протонов/цикл и энергией до 70 ГэВ). Создателем и бессменным руководителем отдела на протяжении 1966 - 2003 годов был доктор физико-математических наук, профессор Владимир Николаевич Лебедев.

Отдел радиационных исследований принимал участие в проектировании и запуске всех экспериментальных установок и каналов частиц, решая возникающие радиационно-физические задачи совместно с заинтересованными потребителями, коллективами ускорительных подразделений и конструкторским отделом. Для этого был развит математический аппарат, необходимый для проведения расчетов прохождения излучения через вещество, проведены радиационно-физические эксперименты, разработаны дозиметрическая аппаратура и средства радиационного контроля, развита

метрологическая база по измерениям многокомпонентного высокоэнергетического излучения.

Сотрудники ОРИ принимали участие в пуско-наладочных испытаниях новых блоков атомных станций, измеряя радиационную обстановку на АЭС в различных режимах их работы (Нововоронежская, Ростовская, Курская). В ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС участвовало большинство сотрудников ОРИ, мужество которых отмечено министерскими и правительственными наградами.

За время существования отдела были решены следующие задачи: нормализованы высокие уровни радиации в экспериментальном зале 1БВ, обусловленные проектной ошибкой (занижение толщины защиты) еще на стадии проектирования У-70; проведен комплексный анализ радиационных вопросов для УНК на 3 ТэВ; разработан и усовершенствован программно-вычислительный комплекс для решения задач радиационной физики в области высоких энергий; произведены расчеты физических параметров оборудования и фоновых условий на экспериментальных физических установках; поставлены базовые эксперименты для проверки расчетных программ; проведены биологические исследования на пучках частиц У-70 совместно с группой сотрудников Института Биофизики РАН (г. Пущино); развита инструментальная база для обеспечения достоверности измерений дозы многокомпонентного излучения с энергией >20 МэВ.

Контроль состояния радиационной безопасности в Институте обеспечивается за счет апробиро-

ванных в отделе средств индивидуального и оперативного контроля. Индивидуальный контроль осуществляется персональными дозиметрами с целью определения дозовых нагрузок на персонал. Задачей оперативного контроля (в т.ч. автоматизированной системы радиационного контроля) является обеспечение непревышения контрольных уровней излучения на рабочих местах персонала, несмотря на то, что интенсивность ускоренного пучка протонов в ускорителе за прошедшие годы возросла более чем на порядок.

Как результат - за последние 20 лет ни у одного сотрудника Института категории «А», занятого на работах в радиационно-вредных условиях труда, не был превышен предел годовой дозы.

Переход России на новые нормы радиационной безопасности НРБ-99/2009 потребовал разработки новой аппаратуры радиационного контроля (в первую очередь в области индивидуальной нейтронной дозиметрии). По заказу Росатома коллектив ОРИ совместно с Ангарским электролизно-химическим комбинатом принял участие в разработке комплекса индивидуальной дозиметрии АКЖД-301 с кассетами ДВГН-01, за разработку которого сотрудники Института В.Н. Лебедев, А.В. Санников, Б.А. Серебряков были удостоены премии Правительства РФ в области науки и техники.

Сотрудники ОРИ, являющиеся одними из ведущих специалистов в России в области нейтронной дозиметрии, помогали предприятиям Росатома проводить измерения в области нейтронной дозиметрии, разрабатывать методики радиационного контроля персонала в рамках внедрения новых норм НРБ-99/2009. Так были проведены измерения нейтронных спектров на рабочих местах персонала ПО ЭХЗ, ГХК, УЭХК, «ПО «Маяк», ИЯИ РАН, ИТЭФ, Токамак-10 (КИ). Определены различные интегральные характеристики нейтронных пучков, а также поправочные коэффициенты для индивидуальных дозиметров ДВГН-01.

Новые исследования по физической программе Института требуют, как правило, создания новых каналов частиц и установок. Так как площадь экспериментальной зоны ограничена, то для создания новых установок возникает необходимость вывода из эксплуатации каналов частиц и (или) установок, выполнивших свою экспериментальную

Мониторная станция контроля радиационной обстановки на теплоплощадке ИФВЭ



Аэрозольный альфа-дозиметр "Поиск"

программу. Для этого в рамках федеральной целевой программы «Обеспечение ядерной и радиационной безопасности на 2008 год и на период до 2015 года» в ОРИ были разработаны «Перспективная программа и проект вывода из эксплуатации высокоактивированных мишенных узлов экспериментальных установок и оборудования ускорительного комплекса У-70 ГИИ ИФВЭ». К настоящему времени в Институте выведено из эксплуатации 4 радиационно-опасных объекта: установка и канал частиц «Позитроний», временное хранилище радиоактивного оборудования на территории теплоплощадки, установка «Кристалл» и установка «Нейтронный детектор». В работах по выводу установок из эксплуатации принимали участие коллективы подразделений ОРИ, ОЭФ, УИПЭ, ОП, Гаража.

Продолжение на с. 3



Кассеты индивидуального дозиметрического контроля ДВГН-01 со слайдами

Новости науки

Конференция в Валенсии

Со 2 по 9 июля в испанском городе Валенсия состоялась 37-я международная конференция по физике высоких энергий (ICHEP 2014), организованная Международным союзом по теоретической и прикладной физике (IUPAP).

Конференция охватила практически всю тематику по физике высоких энергий: электрослабый сектор и бозон Хиггса, топ-кварк, квантовая хромодинамика, тяжелые ароматы, физика нейтрино, астрофизика высоких энергий и космология, ядро-ядерные столкновения, возможная физика за пределами Стандартной модели, физика ускорителей и детекторов.

Мероприятие позволило поделить последние новости своей работы. По результатам первого сеанса ЛНС при энергиях в системе центра масс 7 и 8 ТэВ уже можно закрыть огромное число ранее обсуждавшихся расширений Стандартной модели.

Открыт новый скаляр с массой

~ 126 ГэВ со свойствами, совместимыми в пределах экспериментальной точности с бозоном Хиггса в минимальной Стандартной модели, что закрывает многие неминимальные механизмы нарушения электрослабой симметрии.

Не обнаружены суперсимметричные частицы, это исключает простейшие модели суперсимметрии, а более сложные ее реализации ставят больше вопросов, чем решают.

Измеренная масса бозона Хиггса ~ 126 ГэВ в пределах экспериментальной точности и точности вычислений находится на нижнем пределе, при котором вакуум еще (мета)стабилен. При массах < 127 ГэВ хиггсовский потенциал имеет второй, более низкий минимум, куда наш мир, казалось бы, должен провалиться в отдаленном будущем.

При массах >127 ГэВ вакуум определенно стабилен, и ничего не мешает бозону Хиггса быть немного тяжелее.

Экспериментально измеренная масса Хиггса находится на нижнем пределе стабильности вакуума, скорее всего, не случайно. Это может пролить свет

на физику на планковском масштабе $\sim 10^{19}$ ГэВ, неизбежно включающую объединение известных взаимодействий с гравитацией. Обсуждению поведения хиггсовского потенциала на планковском масштабе было посвящено несколько докладов на ICHEP 2014.

С экспериментальной точки зрения, в ближайшие годы следует более точно измерить массу бозона Хиггса и вероятность его распадов по различным каналам. В более отдаленной перспективе хотелось бы измерить сечения рождения двух и трех бозонов Хиггса одновременно. При отклонениях от значений, предсказанных Стандартной моделью, рассуждения о стабильности вакуума и неслучайности массы Хиггса становятся преждевременными.

Если верить в минимальную Стандартную модель, то решение вопроса о стабильности электрослабого вакуума требует не только более точного измерения массы Хиггса, но и измерения массы топ-кварка с точностью лучше $\pm 0,5$ ГэВ.

Этим экспериментальным вопросам был посвящен ряд докладов на конференции.

Следующие 10 лет работы ЛНС должны прояснить, в каком мире мы живем. Как минимум, пространство возможных вариантов великого объединения значительно сузится.

От нашего Института в конференции ICHEP 2014 участвовали Сергей Алехин (доклад по извлечению PDF из данных ЛНС, Tevatron и экспериментов на фиксированной мишени), Олег Зенин (доклад по мягкой КХД в эксперименте ATLAS), Владимир Образцов (доклад по измерению распада $K^+ \rightarrow \pi^0 e^+ \nu$ на установке OKA).

Олег Зенин, начальник сектора, ОЭФ

Завершение миссии установки "Планк"

В октябре 2013 года завершен набор данных на космическом аппарате "Планк" (Planck). Эта установка была запущена в космос на далекую околоземную орбиту в мае 2009 года. Цель эксперимента - измерение температуры и поляризации космического микроволнового излучения по всей

небесной сфере с высоким угловым ($5'$) разрешением, широким частотным диапазоном (от 30 Гигагерц до 860 Гигагерц) и высокой чувствительностью, ограниченной лишь возможностями выделения сигнала из космического фона. Такие параметры установки позволяют существенно продвинуться в изучении микроволнового излучения, открытого 50 лет назад, и исследованного впоследствии в знаменитых экспериментах COBE и WMAP. Обработка основного объема данных будет завершена к концу 2014 года, но уже опубликованные результаты позволяют существенно уточнить базовые параметры нашей Вселенной. Показано, что наша Вселенная плоская с очень высокой точностью, в ней несколько больше обычного вещества, чем представлялось ранее, (4,9% против 4,5%) и темной материи (26,8% против 22,7%), а темной энергии стало меньше (68,3% против 72,8%). Точность результатов поражает. Можно сказать, что эксперимент "Планк" открыл эру прецизионной космологии.

Начало на с. 2

В процессе вывода из эксплуатации радиационно-опасных объектов ускорительного комплекса У-70 собраны и обобщены имеющиеся данные по активации различных материалов в полях адронного излучения на ускорителях протонов. Лабораториями ОРИ получены новые данные по образованию долгоживущих радионуклидов в точечных образцах различных материалов, облученных как пучком протонов, так и в полях адронного излучения вблизи внутренних мишеней.

В течение последних 20 лет систематически велась проработка радиационных проблем на ускорителе ЛНС и во всех его крупных экспериментах, прежде всего в CMS. Проведены расчеты радиационных полей, дозовых нагрузок и фоновых условий. Для эксперимента CMS совместно с конструкторским отделом Института подготовлен проект передней защиты, которая была изготовлена на российских предприятиях и поставлена в ЦЕРН. Разработанные в ОРИ и изготовленные в Институте нейтронные мониторы успешно используются для контроля радиационных нагрузок на чувствительные элементы передних calorиметров.

Большой объем работ проделан для систем очистки пучка ЛНС: проведены расчетные исследования формирования радиационных полей и разогрева коллиматоров, подготовлен проект размещения мониторов потерь пучка в IP3, проведены исследования радиологических проблем

на ЛНС, связанных с активацией воздуха на участке импульсного коллимирования, проработаны сценарии аварийного разогрева элементов ЛНС.

Проведены расчетные исследования формирования ускорительного фона в экспериментальных промежутках ЛНС IP1, IP2, IP5, IP8. Для экспериментов ALICE (IP2) и ЛНС-В (IP8) разработаны варианты защиты детекторов от ускорительного фона.

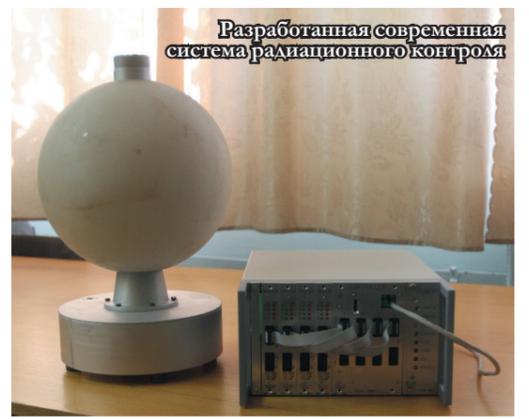
За последние 10 лет экспериментальная база Института дополнилась протонным радиографическим комплексом (ПРГК) и комплексом ускорения ионов углерода на базе линейного ускорителя И-100, бустера и У-70. С момента начала работ по программе ПРГК на канале инжекции УНК отдел радиационных исследований осуществляет радиационно-дозиметрическое сопровождение экспериментов, проводимых Институт экспериментальной физики (г. Саров). В настоящее время разработаны, изготовлены и испытаны в лабораторных условиях комплект оборудования с программным обеспечением для автоматизированной системы радиационного контроля (АСРК) для ПРГК. По ионной программе проведен расчет биологической защиты вновь созданного канала № 25 и зоны временного радиобиологического стенда для работы с пучком ускоренных ионов углерода. При пуско-наладочных испытаниях канала № 25 сотрудниками ОРИ изучалась радиационная обстановка вокруг радиобиологического стенда для выявления слабых мест в защите и выдачи рекомендаций по ее усовершенствованию.

Основу средств измерения параметров радиационной обстановки при работе ускорителя У-70 составляет автоматизированная система радиационного контроля (АСРК). В связи с развитием элементной базы, модернизацией У-70 и изменениями нормативов радиационной безопасности, АСРК У-70 постоянно модифицировалась. В настоящее время

АСРК с сетью датчиков нейтронного и мюонного компонентов импульсного излучения работает круглосуточно в сеансах У-70 – в среднем около 3000 часов в год. Детекторы АСРК охватывают все экспериментальные залы У-70 и функционально делятся на две группы. Первая группа – это детекторы, включенные в технологическую линию управления быстрым и медленным выводом пучка из ускорителя. При неблагоприятной радиационной обстановке в любом из районов, контролируемых детекторами данной группы, АСРК в автоматическом режиме выдает сигнал запрета для системы управления быстрым и медленным выводом пучка. По этому сигналу системой управления вывод пучка блокируется вывод в каналы транспортировки пучка в экспериментальные залы 2, 2А. Вторая группа детекторов, размещенных в экспериментальных залах на рабочих местах, необходима для выдачи информации о превышении установленного порога на дисплей дежурному оператору, на сервер радиационного контроля (РК) и по локальной сети в систему управления ускорителем. В настоящее время для АСРК разработан более современный и перспективный детектор излучения. Изготовлен и испытан опытный образец датчика, готовится серия для проведения испытаний при работе ускорителя.

Для оперативного оповещения персонала Института о радиационной обстановке на сервере РК организована web-страница радиационного контроля.

В соответствии с требованиями нормативных документов для обеспечения радиационной безопасности создана Лаборатория радиационного контроля. В функции лаборатории входит постоянный мониторинг радиационной обстановки (радиационного фона) на территории техноплощадки, регулярное измерение мощности дозы внешнего гамма-излучения в контрольных точках города и его окрестностях, контроль со-



держания радионуклидов в воздухе, воде и почве. Лаборатория аккредитована в органах Госстандарта.

В составе измерительного комплекса отдела находится низкофоновая радиометрическая и спектрометрическая лаборатория, мобильная спектрометрическая и радиометрическая лаборатория и автоматизированный пост радиационного контроля на территории техноплощадки.

В течение 2013 года на базе нового автомобиля «Соболь» повышенной проходимости оборудован модернизированный вариант мобильной радиозоологической лаборатории (МАРК). На МАРК установлено и отлажено стационарное измерительное оборудование, включающее спектродозиметр (на основе сцинтилляционного гамма-спектрометра с кристаллом NaI(Tl)), широкодиапазонный дозиметр внешнего гамма-излучения на счетчиках Гейгера и GPS-средства топографической привязки точек измерений.

В настоящее время территория за пределами санитарно-защитной зоны Института, в том числе город, относится к радиозоологически безопасной, чему в немалой степени способствовал коллектив отдела.

Владимир Пелешко,
начальник отдела радиационных исследований



Очередная конференция QCD@LHC 2014 прошла в городе Суздаль с 25 по 29 августа.

Конференция QCD@LHC проводится ежегодно, начиная с 2010 года, с целью детального экспертного обсуждения актуальных результатов в области физики элементарных частиц, полученных на коллайдере ЛНС, работающем на основе технологии сверхпроводящих магнитов. Эта технология позволяет ускорять пучки протонов до рекордных энергий, что открывает возможности для изучения структуры материи на сверхмалых расстояниях. Успешная работа коллайдера и экспериментальной аппаратуры, регистрирующей вторичные элементарные частицы, рожденные в столкновениях ускоренных протонов, привела к открытию в 2012 году бозона Хиггса, ответственного за генерацию массы всех известных элементарных частиц. Это открытие носит настолько фундаментальный характер, что в популярной литературе бозон Хиггса иногда называется частицей Бога. В 2013 году этот результат был отмечен Нобелевской премией по физике. Это является беспрецедентным

Конференция QCD@LHC 2014

случаем в современной практике. В настоящее время исследования на ЛНС, связанные с различными аспектами физики элементарных частиц, продолжают и направлены на изучение и объяснение явлений, связанных, в частности, с космологическими аспектами рождения и развития нашей Вселенной, такими как стабильность вакуума и природа темного вещества. Основные вопросы, обсуждаемые на конференции QCD@LHC в этом контексте, традиционно связаны с влиянием эффектов так называемого сильного взаимодействия. Этот тип взаимодействия определяет основные особенности рождения и поведения элементарных частиц в столкновениях протонов высоких энергий, поэтому выделение сигнала, соответствующего проявлениям новой физики, требует точного описания данных эффектов. Современной теоретической основой для анализа эффектов сильного взаимодействия служит так называемая квантовая хромодинамика (КХД или в английском переводе QCD), что и определило название конференции.

Учитывая важную роль, которую Россия сыграла в подготовке запуска ЛНС и продолжает играть в проведении экспериментов на

коллайдере, международным наблюдательным комитетом было принято решение о проведении конференции 2014 году в России. В качестве организатора был выбран ФГБУ ГНЦ ИФВЭ НИЦ «Курчатовский Институт», являющийся ведущей научной организацией России в области ускорения заряженных пучков и физики элементарных частиц. А местом проведения – гостиничный комплекс «Николаевский Посад» в Суздале Владимирской области.

Всего на конференцию приехало около 50-ти специалистов по КХД. Среди участников конференции были как ведущие мировые эксперты, так и молодые научные сотрудники.

Были представлены ученые из Германии, Италии, Швейцарии и Великобритании, Польши, Греции, США, Израиля, Австралии и Китая. Российских ученых в этом году было больше, чем обычно, что и являлось одной из целей проведения конференции



в России. Научная программа включала теоретические доклады и экспериментальные сообщения, вызвавшие оживленные дискуссии и способствовавшие формированию углубленного понимания различных аспектов КХД в приложении к описанию процессов, обусловленных сильным взаимодействием на ЛНС. Наш Институт был представлен докладами Олега Зенина («Последние результаты мягких процессов в КХД эксперимента АТЛАС») и Сергея Алехина («Уточненные кварковые распределения в анализе группы АВМ»).

Сергей Алехин, старший научный сотрудник, ОЭФ

Кадеты знакомятся с ускорительным комплексом ИФВЭ

11 сентября состоялась ознакомительная экскурсия по зданиям и сооружениям ускорительного комплекса У-70 для учащихся кадетского класса «Юный спасатель», созданного на базе МБОУ «Средняя общеобразовательная школа №3» города Протвино.

В мероприятии приняли участие 24 кадета, классный руководитель и 2 офицера-воспитателя. Работники ФГБУ ГНЦ ИФВЭ познакомили ребят с крупнейшей в стране базой для исследований в области физики высоких энергий, а именно ускорительным комплексом У-70 Института.

Школьники смогли пройти по последовательной цепочке ускорителей и экспериментальных установок и воочию оценить величественность и уникальность зданий, сооружений, каналов и оборудования ускорительного комплекса. Не остались без внимания системы и установки пожарной

автоматики, обеспечивающие пожарную безопасность проводимых на территории объекта работ и экспериментов. Большинство зданий и сооружений комплекса защищены автоматическими установками газового и водяного пожаротушения.

Ребята смогли своими глазами увидеть всю важность проводимых сотрудниками института мероприятий по обеспечению пожарной безопасности для будущего Российской науки.

Дмитрий Новожилов,
старший инженер СПЧ №7



Наши диссертанты

О поляризационных явлениях и мюонном томографе

5 июня на заседании Диссертационного совета ИФВЭ состоялась защита докторской диссертации "Исследования на поляризованном протонном пучке ИФВЭ и феноменология поляризационных явлений" Абрамовым Виктором Владимировичем, ведущим научным сотрудником Лаборатории поляризационных экспериментов Отделения экспериментальной физики. Диссертация посвящена одной из актуальных проблем физики высоких энергий - поляризационным явлениям в сильных взаимодействиях адронов.



Исследования этих явлений в течение нескольких десятилетий показали, что спиновые эффекты в инклюзивных процессах достигают десятков процентов в широком интервале энергий. Современная теория сильных взаимодействий - квантовая хромодинамика (КХД) оказалась не в состоянии объяснить существование столь больших эффектов в рамках теории возмущений, поскольку предсказываемые в КХД эффекты в сотни раз меньше, чем наблюдаются в опытах на ускорителях. В этой связи являются актуальными как дальнейшие экспериментальные исследования в этой области, так и глобальный анализ всей имеющейся информации с целью выявления феноменологических закономерностей во взаимодействиях адронов с учетом спиновых степеней свободы. Исследование зависимости взаимодействий адронов от их поляризации позволяет дискриминировать модели, предложенные для описания этих явлений в гораздо большей степени, чем в случае использования усредненных по спину данных.

Основная часть диссертации Виктора Владимировича посвящена экспериментальным исследованиям на поляризованном протонном пучке с энергией 40 ГэВ, выполненным на базе ускорительного комплекса У-70. Эти исследования были выполнены на экспериментальной установке ФОДС-2, расположенной на 22-м универсальном канале комплекса У-70. Измерения проводились в 1994 и 2003 годах сотрудниками Лаборатории инклюзивных процессов ОЭФ, возглавляемой В.И. Крышкиным.

Отличительной особенностью установки ФОДС-2 является возможность работы при высоких интенсивностях адронных пучков, до 10^9 за цикл ускорителя, что обеспечивается выбором конструкции спектрометрического магнита, содержащего поглотитель в его центральной части. Другим уникальным преимуществом установки является возможность ее поворота вокруг центра мишени,

что позволило измерить односпиновые асимметрии в широком интервале углов, от 40 до 148° в системе центра масс сталкивающихся нуклонов. Идентификация адронов осуществлялась уникальными детекторами - спектрометрами колец черенковского излучения (СКОЧ), разработанными и созданными в Институте, что позволило осуществить регистрацию реакций образования π^\pm , K^\pm , протонов и антипротонов. Измерения выполнены на водородной, углеродной и медной мишенях. Все сказанное выше позволило получить уникальный по исследованному диапазону кинематических переменных и разнообразию реакций массив данных, что было отмечено в отзывах официальных оппонентов. Результаты получены для шести типов адронов, трех углов регистрации и для трех мишеней. Диапазон по поперечным импульсам составлял $0,6 \pm 3,6$ ГэВ/с, что было рекордным на момент измерений.

Среди полученных физических результатов можно выделить обнаружение осцилляции односпиновой асимметрии (A_N) в реакции образования протонов, что объясняется Виктором Владимировичем как проявление прецессии спина кварков в эффективном круговом поперечном хромомангнитном поле. Другой интересный результат - наблюдение пороговой зависимости A_N в процессе образования π -мезонов от угла образования в с.ц.м. реакции ($A_N = 0$ для углов более 73°), что объясняется автором различием масс составляющих u - и d -кварков. Показано также, что в области фрагментации поляризованных протонов A_N отлична от нуля для тех адронов (π^\pm , K^\pm , p), в состав которых входят поляризованные валентные кварки из протона. Для адронов, содержащих только морские кварки (K , p), $A_N = 0$ во всей исследованной кинематической области. Результаты диссертации могут использоваться при планировании экспериментов на установке СПАСЧАРМ, на коллайдерах НИКА (ОИЯИ) и RHIC (Брукгейвен, США).

Каждую минуту горизонтально лежащую на поверхности Земли площадку 1×1 см², пересекает ~ 1 мюон космического происхождения. Большая проникающая способность космических мюонов позволяет использовать их в качестве источника для радиографии крупногабаритных объектов, а угловое распределение на поверхности Земли дает возможность осуществлять томографию.

Одна из первых попыток применения космических мюонов для радиографии датирована 1955 годом, когда при помощи счетчиков измерялось ослабление вертикального потока мюонов с целью проверки толщины пород над горной выработкой. За прошедшие десятилетия накоплен богатый опыт применения космических мюонов для радиографии археологических и геологических объектов.



27 июня при Национальном исследовательском ядерном университете «МИФИ» состоялась защита кандидатской диссертации сотрудника ОЭФ (сектор больших трековых детекторов) Плотникова Ивана Сергеевича. Диссертация выполнена под руководством доктора физико-математических наук, ведущего научного сотрудника ОЭФ Кожина Анатолия Сергеевича и посвящена результатам исследования и разработки информационно-измерительной системы мюонного томографа, созданного в ИФВЭ.

Интерес к этой теме заметно вырос в 2003 году, когда группа из Лос-Аламоса продемонстрировала томографические изображения объектов из материалов с большим зарядом ядра, полученные на основе эффекта многократного кулоновского рассеяния космических мюонов.

Самая масштабная работа выполнена в Италии, в Национальном институте ядерных исследований - был создан мюонный томограф с рабочим объемом 11,5 м³.

Актуальность темы борьбы с терроризмом подогревает интерес к разработке в этой области. К настоящему времени можно считать принципиально доказанной возможность мюонной томографии обнаруживать несанкционированное перемещение ядерно-активных материалов в опасных количествах.

Дальнейшее развитие метода переводится в область практической реализации, где можно выделить несколько ключевых моментов: создание эффективных трековых детекторов достаточно большой площади; разработка электронной аппаратуры; развитие программного обеспечения.

В своей диссертации Иван Плотников разработал информационно-измерительную систему мюонного томографа, включающую цифровую подсистему сбора данных, обработки и хранения информации, контроля и управления. Реализовал соответствующее программное обеспечение системы сбора данных, контроля и управления.

Иван Сергеевич исследовал архитектуру программно-аппаратных комплексов, ис-

пользуемых на экспериментальных установках физики высоких энергий.

Были выделены и обобщены системы и компоненты, обеспечивающие функциональность рассматриваемых программно-аппаратных комплексов. Соискатель предложил методы контроля работы информационно-измерительной системы, заключающиеся в анализе данных, поступающих от высоковольтного источника питания, модулей регистрации сигналов, и наблюдении за визуализированными данными. Иваном Сергеевичем разработаны алгоритмы обработки данных, включая выделение сигналов трека из общего потока данных, основанные на существующих алгоритмах распознавания треков и адаптированных под условия поставленной задачи. На основе предложенных методов и алгоритмов создано полнофункциональное программное обеспечение, которое позволяет производить управление мюонным томографом, осуществлять контроль его работы и производить сбор данных с трековых детекторов. Проведенные экспериментальные исследования возможностей мюонного томографа показали высокую надежность работы разработанной информационно-измерительной системы. Продемонстрирована возможность обнаружения объекта (свинцовый куб $20 \times 20 \times 20$ см³), размещенного под стальной защитой толщиной 30 см, возможность обнаружения урана в защитном контейнере, обложенного свинцовыми блоками, за 30 секунд.

14 августа состоялась торжественная церемония крепления полотнища знамени Специального управления ФПС №88 МЧС России к древку. Это самое знаменательное и значимое событие за всю историю Управления, осуществляющего пожарную охрану ИФВЭ.



Приумножая славные традиции пожарной охраны

Со словами приветствия от имени военной группы Геральдического совета при Президенте Российской Федерации обратился к участникам церемонии заместитель начальника Специального управления ФПС №88 МЧС России Колотов Олег Владимирович. Доведение Указа Президента Российской Федерации об учреждении знамени Специального управления ФПС №88 МЧС России было предоставлено заместителю начальника Специального управления федеральной противопожарной службы № 88 МЧС России по режиму, кадровой и воспитательной работе полковнику внутренней службы Редкову Александру Николаевичу.

А уже 20 августа в Государственном музее имени маршала Советского Союза Георгия Константиновича Жукова знамя

Специального управления ФПС №88 МЧС России было торжественно вручено руководством Специальной пожарной охраны начальнику Специального управления ФПС №88 МЧС России Рыбакову Роберту Геннадьевичу.

Коллектив Специального управления ФПС №88 МЧС России с честью и достоинством несет службу по охране от пожаров особо важных объектов нашей Родины, а также ликвидации пожаров и чрезвычайных ситуаций в городе Протвино, приумножая славные традиции специальной пожарной охраны России!

Владимир Язев, старший инженер
ГПП СУ ФПС №88 МЧС России. Фото автора

Использование и перепечатка материалов без письменного согласия редакции запрещены. При цитировании ссылки на «Ускоритель» обязательна.

Редакция: Бажинова О.В., Брагин А.А., Булинова Ю.В., Зайцев А.М., Иванов С.В., Королева Е.Е., Солдатов А.П.
Фото: Королева Е.Е., Шарыкина Н.В.
Корректоры: Лапина Л.М., Михайлин В.Н.
Почта редакции: uskoritel@iherp.ru
Отпечатано в ЗАО «А-Принт», г.Протвино.
Тираж 999. Подписано в печать 10.10.2014. Заказ №