



# Вышли на след

Сотрудничество ФИАН с Европейским центром ядерных исследований (ЦЕРН) в Женеве имеет многолетнюю историю. Сегодня фиановцы заняты в семи экспериментах, проводимых в ЦЕРН (в частности, в двух крупнейших проектах на Большом адронном коллайдере - ATLAS и CMS), а также в теоретических работах, связанных с этими экспериментами. После ожидающегося осенью этого года запуска коллайдера физики рассчитывают получить исключительно важные новые сведения о строении вещества и природе фундаментальных взаимодействий.

Самым значительным экспериментом на Большом адронном коллайдере (ЛHC) как по масштабу установки, так и по количеству участников является ATLAS. В одноименную коллаборацию входят около 2500 ученых из 169 университетов и лабораторий 37 стран мира. От России в эксперименте ATLAS участвуют девять институтов, в том числе и ФИАН. К важнейшим задачам, которые предполагается решать в ходе этого эксперимента, относятся:

- обнаружение и измерение параметров бозона Хиггса, который называют ключевой частицей в механизме образования масс элементарных частиц;
- поиск суперсимметричных партнеров известных элементарных частиц;
- обнаружение процессов, указывающих на возможное существование скрытых размерностей пространства-времени;
- поиск различных "экзотических" частиц и состояний, в частности мини-черных дыр, частиц с необычными квантовыми числами.

Экспериментальная установка ATLAS отличается внушительными размерами (около 45 м в длину, более 25 м в высоту, вес - около 7000 тонн) и имеет так называемую луковичную структуру. Ближе к центру расположены полупроводниковые

пиксельные и стриповые детекторы, их окружает Трековый детектор переходного излучения (Transition Radiation Tracker - TRT), и все они вместе образуют так называемый Внутренний детектор, помещенный внутрь сверхпроводящего магнита. Детекторы ATLAS регистрируют частицы, рождающиеся при столкновении протонных пучков, одновременно измеряя их характеристики.

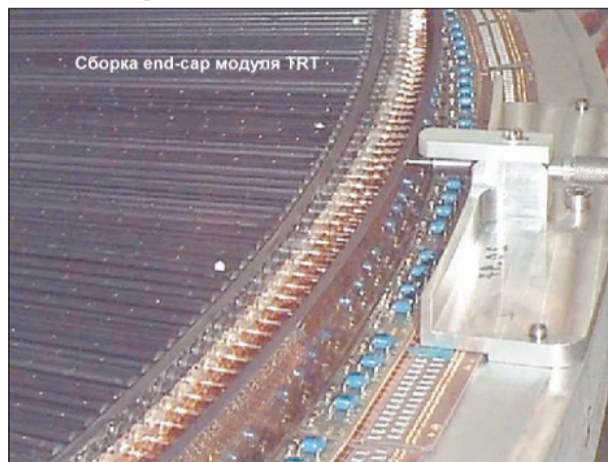
Один из ключевых элементов всей установки - Трековый детектор переходного излучения, предназначенный для регистрации следов частиц (треков) и их классификации по специфическому переходному излучению, возникающему при переходе релятивистскими заряженными частицами границы двух сред с разной диэлектрической проницаемостью. Это явление было теоретически предсказано еще в середине 40-х годов прошлого века сотрудниками ФИАН, будущими нобелевскими лауреатами Виталием Гинзбургом и Илей Франком. Детектор TRT состоит из 350 тысяч тонкостенных трубок. По принципу работы они представляют собой

стродействующая аппаратура, фиксирующая время прихода и координату с точностью около 3 нс и 150 мкм. Весь детектор занимает объем несколько кубических метров и позволяет регистрировать и распознавать "сорта" примерно 10 миллиардов частиц каждую секунду.

Большой вклад в создание Трекового детектора для эксперимента ATLAS внесли сотрудники Лаборатории элементарных частиц ФИАН. Рассказывает старший научный сотрудник Владимир Тихомиров:

- Совместно с группой профессора Бориса Долгошеина из МИФИ фиановцы начали сотрудничество с ЦЕРН еще в 1978 году. В 1989 году, когда только формировалась научная программа экспериментов на будущем Большом адронном коллайдере, группа МИФИ-ФИАН предложила оригинальную концепцию Трекового детектора переходного излучения. Два года

детектора (Inner Detector) установки ATLAS, основная функция которого - измерение координат и импульсов заряженных частиц вблизи точки взаимодействия сталкивающихся пучков протонов.



Являющийся центральной частью установки ATLAS Внутренний детектор длиной 7 м и радиусом 1,15 м помещен в соленоидальное магнитное поле и состоит из трех частей. Ближе к оси пучков расположен полупроводниковый пиксельный детектор, имеющий 140 млн каналов съема информации и определяющий координаты треков (траекторий) заряженных частиц с точностью в несколько десятков микрон. Далее следует Стриповый детектор, который фиксирует от четырех до девяти координат. TRT располагается во внешней части Внутреннего детектора и обеспечивает 36 точек измерения на треке. Другая важная функция Трекового детектора - выявление электронов в результате регистрации гамма-квантов переходного излучения, генерируемого этими частицами.

В качестве регистрирующих элементов в TRT применяются тонкостенные цилиндрические трубки (газовые камеры, straw) диаметром 4 мм. Как и большинство других детекторов установки ATLAS, TRT конструктивно состоит из трех частей: центральной цилиндрической (баррель) и двух торцевых (end-cap). Баррельная часть TRT содержит 52 544 газовые камеры длиной около 150 см, ориентированные вдоль оси пучков. Радиатором для генерации переходного излучения

служит специальный фибровый материал на основе полиэтилена и полипропилена. Две торцевые части TRT содержат по 122 880 радиально ориентированных камер. Торцевые камеры имеют длину около 40 см и сгруппированы в виде колес, перпендикулярных оси пучка. Радиатором в end-cap частях TRT служат стопки полипропиленовых пленок, чередующиеся со слоями камер. Всего TRT содержит около 350 000 каналов съема информации! И каждый канал позволяет измерять время дрейфа следа заряженной частицы к аноду, обеспечивая координатную точность 150 мкм.

Внутренние и внешние кольца, в которых крепятся радиальные газовые камеры, изготавливались на пермском заводе. Производство колец (в них почти полмиллиона отверстий с допуском

20 мкм) заняло четыре года. Финансовая поддержка этого заказа была обеспечена Международным научно-техническим центром. Массовое производство газовых камер и сборка TRT-колес велась с 2001 года в ОИЯИ и ПИЯФ. Все это время в ЦЕРН производились приемочные измерения с помощью специально созданной тестовой установки на прямолинейность straw, на степень натяжения анодной нити, на герметичность, на стабильность поведения детектора при подаче высокого напряжения. Кроме этого, проводились многочисленные испытания элементов детектора TRT в пучках ускорителя для определения оптимальных режимов работы и измерения полученных характеристик. Сотрудники ФИАН внесли также большой вклад в создание высоковольтной и газовой систем TRT, в разработку компьютерных программ реконструкции треков во Внутреннем детекторе ATLAS.

Сегодня Трековый детектор, как и вся установка ATLAS, полностью готов к работе. В ожидании запуска Большого адронного коллайдера специалисты могут тщательно подготовиться к приему гигантского потока данных и сейчас проводят последние тесты, используя для этого проникающие в шахту космические мюоны.



пропорциональные дрейфовые камеры: трубка наполнена газовой смесью, по ее оси проходит тонкая проволока под напряжением 1500 В. Частица ионизует газ, электроны ионизации дрейфуют к проволоке (аноду). Возникший сигнал считывает бы-

спусть российским физиком из ФИАН, МИФИ, ОИЯИ (Дубна), ПИЯФ (Гатчина), НИИЯФ МГУ (в сотрудничестве с американскими и европейскими коллегами) было доверено создание TRT. Трековый детектор входит в состав Внутреннего

# Физическая величина

(Окончание. Начало на с. 11)  
И еще. ФИАН не зря на всю страну славится своими семинарами. Дело тут не только в их звездных руководителях - таких как академик Гинзбург. Не менее важно то, какая собирается аудитория, какие звучат выступления. По научному уровню, широте дискуссий фиановские семинары вполне сравнимы с большими международными конференциями. Такая питательная среда для научного творчества сформировалась благодаря той самой "полифизичности", которую удалось сохранить даже в тяжелое для науки постсоветское время.

- Но все же без потерь не обошлось?

- К величайшему сожалению. За последние 15 лет численность

сотрудников ФИАН сократилась вдвое. Уходили и уезжали в девяностые годы люди в основном молодые и энергичные. И сегодня мы очень остро ощущаем разрыв между старшим поколением и совсем юной порослью, появившейся в последние более благополучные годы. Для полноценной работы, развития научных школ не хватает тех, кому сейчас примерно от сорока до пятидесяти.

Впрочем, такая картина не только в ФИАН, но и во всей академии. Правительственные чиновники почему-то упрекают в этом Президиум РАН, руководителей институтов. Как будто они, а не власть превратили ученых в бедняков, вынудили искать средства к пропитанию. Знаете, какая средняя зарпла-

та была в ФИАН еще в 2004-м, когда я здесь начал работать? Пять тысяч рублей. Не мало, а ничтожно мало! В прошлом году благодаря пилотному проекту по совершенствованию оплаты труда, проведенному в РАН, смогли подобраться к 28 тысячам. Тоже, мягко говоря, немного. И это - в среднем. А молодым сотрудникам и аспирантам достается еще меньше, хотя именно им чаще всего приходится снимать квартиры, растить детей. Стараемся их поддерживать, как-то помочь. Подспорьем здесь служит, в частности, Фонд "Успехи физики", который мы называем по имени учредителя Фондом Гинзбурга. Самой перспективной молодежи компенсируем часть расходов на аренду жи-

лья. На всех, конечно, не хватает, ведь у нас одних аспирантов больше сотни.

- Может быть, выручат инновации?

- Надеюсь. У нас есть что предложить высокотехнологичному рынку. Вот, скажем, протонный ускоритель для радиационной терапии онкологических заболеваний, созданный в Физикотехническом центре ФИАН. Его преимущества - экономичность, компактность, высокие технические характеристики - оценили даже в прославленном Массачусетском технологическом институте. Там сейчас идет монтаж нашей установки.

Отличные перспективы у разработанного в Отделении квантовой радиофизики трехмерного дисплея, который дает объемное изображение объектов. Наиболее эффективным его применение может быть в аэро- и космической навигации и медицине. Наверняка заинтересует он и тех, кто занимается

компьютерной графикой, дизайном и рекламой.

В прошлом году начато создание крупного технопарка в подмосковном Троицке, где будет налажен выпуск лазерной техники, оптоэлектроники и другой высокотехнологичной продукции, основанной на разработках ФИАН

- Геннадий Андреевич, вы уже упоминали о традициях ФИАН. Понятно, что при столь богатой истории института о них можно говорить и говорить. А нельзя ли выделить одну, самую главную?

- Лично я больше всего дорожу заложенной тем же Вавиловым традицией уважительного, бережного отношения буквально к каждому работающему в институте человеку - будь то ученый с мировым именем, аспирант, инженер или техник. Только при этом условии из отдельных людей складывается настоящий коллектив, способный решать самые большие и сложные задачи.