

[1980 г.]

Лаборатория высоких энергий была создана в НИИЯФ МГУ в конце 1968 г. с целью развития в Московском университете исследований по физике высоких энергий - одному из наиболее фундаментальных разделов современной науки. Инициатором создания Лаборатории выступил профессор В.Г.Шевченко, в то время проректор МГУ. Его инициатива была поддержана директором НИИЯФ МГУ академиком С.Н.Верновым, ректором МГУ академиком И.Г.Петровским, президентом АН СССР академиком М.В.Келдышем и министром высшего и среднего специального образования В.Е.Елютиным. В 1969 г. Совет министров СССР издал распоряжение о строительстве на территории МГУ здания для новой Лаборатории, а несколько позднее Лаборатория была утверждена в системе Минвуза СССР в качестве головной организации по проблеме "Физика высоких энергий".

В первые годы существования Лаборатории высоких энергий были сформулированы перспективы её развития и программа её научной деятельности. В основу этой программы были положены главные направления фундаментальных исследований по физике высоких энергий. Реализация научной программы основывается на широкой кооперации с институтами Государственного комитета по использованию атомной энергии (ИТЭФ, ОИЯИ, ИФВЭ) и Академии наук СССР (ФИАН, МИАН, ЛИЯФ и др.).

Перспективы развития Лаборатории нашли отражение в проекте центра по обработке научной информации, разработанном ее коллективом. Центр предназначался для обработки и анализа научной информации, получаемой на крупнейших ускорителях частиц высоких энергий у нас в стране и за рубежом. Проект центра предусматривал создание просмотрово-измерительного комплекса, снабженного средствами просмотра и обмера снимков с пузырьковых и искровых камер на основе как высокопроизводительных современных систем автоматического сканирования, управляемых ЭВМ, так и традиционных полуавтоматических устройств.

Кроме того, проект предполагал создание вычислительного комплекса, оснащенного современными ЭВМ для обработки, накопления и последующего анализа информации, поступающей от измерительного оборудования. После организации в 1977 г. в НИИЯФ МГУ Лаборатории измерительной техники [В.С.Мурзин] основные задачи оснащения центра оборудованием и ЭВМ были переданы этой Лаборатории для реализации в лабораторном корпусе высоких энергий на основе модернизированного проекта.

Программа исследований по физике высоких энергий включала подготовку и проведение сотрудниками Лаборатории электронных экспериментов, участие в обработке результатов экспериментов на пузырьковых камерах, а также проведение теоретических исследований.

В соответствии с этими задачами в рамках Лаборатории были организованы секторы научной обработки и физики высоких энергий. Их возглавили доктор физ.-мат. наук В.С.Мурзин и доктор физ.-мат. наук Е.М.Лейкин. Кроме того, в лаборатории был организован сектор фотоядерных реакций (руководитель сектора - профессор Б.С.Ишханов), который впоследствии выделился в самостоятельную Лабораторию электромагнитных процессов и взаимодействий атомных ядер. Позднее, в 1975 г., для координации теоретических исследований проблемных вопросов, теории ОБЭ были выделены в отдельный сектор, - сектор теории поля. Начальником сектора стал доктор физ.-мат. наук профессор Ю.М.Широков.

За годы существования Лаборатории её сотрудниками был выполнен ряд значительных экспериментальных и теоретических исследований в наиболее важных областях физики высоких энергий.

В период с 1971 г. по 1974 гг., совместно с физиками ИТЭФ и ЦЕРН, на ускорителе в Серпухове был создан нейтронный пучок и подготовлена экспериментальная аппаратура для широкой программы исследований взаимодействия нейтронов с протонами, дейтронами и сложными ядрами при энергиях 30-70 ГэВ. В этот же период были успешно проведены измерения и получены результаты по полным сечениям взаимодействия нейтронов с протонами и ядрами, исследованы процессы упругого рассеяния нейтронов на протонах, рассеяния с перезарядкой и дифракционной диссоциации нейтронов. Эти результаты были получены при предельно высоких для того времени энергиях и вошли во все известные сводки мировых данных. В результате изучения нейтрон-протонной перезарядки была обнаружена смена механизма у этого, долгое время остававшегося загадочным процесса.

В начале семидесятых годов была разработана программа изучения поляризационных эффектов при фоторождении пионов на водороде в области малых энергий. Программа ставила своей целью проведение экспериментальных и теоретических исследований по программе "полного опыта" для процесса фоторождения пионов. Её реализация была поддержана научным советом АН СССР по электромагнитным взаимодействиям. В рамках этой программы на линейном ускорителе электронов Харьковского физико-технического института совместно с физиками ФИАН и УФТИ были проведены систематические измерения сечений процесса фоторождения положительных пионов на протонах с линейно поляризованным гамма-излучением. Полученные данные значительно дополнили мировую статистику, что обеспечило заметное уточнение результатов феноменологического (мультипольного) анализа с использованием этих данных. Для осуществления следующего этапа поляризационной программы - проведения систематических исследований поляризации нейтронов отдачи, планируемых на синхротроне ФИАН "Пахра" - разработаны, изготовлены и отлажены экспериментальная установка и электронная аппаратура. Важные новые результаты получены на основе теоретического анализа проблемы "полного опыта". Аналитически решены задачи об объеме и содержании "полного опыта" в области малых энергий. Таким образом, исследование роли теоретических неоднозначностей и экспериментальных неопределенностей в проблеме "полного опыта" практически завершено.

Начиная с 1974 г. сотрудники Лаборатории участвуют в работе международного сотрудничества по обработке снимков с пузырьковой камеры "Людмила", работающей на сепарированном пучке частиц на ускорителе в Серпухове. На базе измерительных и вычислительных средств ИТЭФ сотрудниками Лаборатории введена в действие полная система обработки информации, начиная с просмотра и обмера снимков и кончая формированием на ЭВМ так называемой ленты суммарных результатов, содержащей сведения о взаимодействиях в пузырьковой камере в форме, пригодной для дальнейшего физического анализа на ЭВМ. Первая часть физической программы включает исследование взаимодействий антипротонов с импульсом 22,4 ГэВ/с с протонами. После завершения всеми членами сотрудничества обработки отснятого на камере материала, на ленту суммарных результатов будет занесено около 100 тысяч инклюзивных событий и около 12 тысяч событий с нейтральными частицами (гамма-квантами и странными

частицами). Этот богатый экспериментальный материал позволит осуществить обширную физическую программу, реализация которой происходит по мере накопления статистического материала. Исследованы характеристики процесса множественного рождения частиц при взаимодействии антипротонов с протонами и установлен ряд особенностей, обусловленных наличием процесса аннигиляции: увеличение асимметрии инклюзивных спектров с ростом поперечного импульса частиц, большое сечение рождения векторных мезонов и т.п. Проведена проверка современных теоретических представлений и получено подтверждение предсказаний схемы дуально-топологической унитаризации относительно процесса аннигиляции, а также относительно универсальности механизма рождения адронов в различных процессах и ряд других выводов. В 1978 г. на ускорителе в Серпухове впервые в физической практике получен сепарированный пучок антидейтронов с импульсом 12,2 ГэВ/с и проведено облучение камеры "Людмила" этим пучком. Кроме того, проводится модернизация камеры путем создания в ней трекочувствительной мишени, что значительно расширит экспериментальные возможности камеры, и в частности, позволит вести исследования на дейтериевой мишени, а также на водородной мишени при заполнении камеры неон-водородной смесью, что существенно повысит эффективность регистрации гамма-квантов. Таким образом, вторая часть физической программы исследований на пузырьковой камере "Людмила" включает изучение взаимодействий антидейтронов с протонами и дейтронами, что позволит получить новые интересные данные и проверить ряд важных теоретических предсказаний относительно механизмов процесса аннигиляции, связанных с многокварковыми структурами типа бариония, вклада многокварковых состояний в волновую функцию дейтрона. На основе характеристик процессов множественного рождения частиц с участием (анти)дейтронов удастся значительно детальнее, чем это известно в настоящее время, исследовать пространственно-временную структуру адронных процессов, и прежде всего, аннигиляции адронов. Эти исследования предполагается в основном завершить в период с 1981 по 1985 гг.

С 1972 по 1978 г.г. в Лаборатории были выполнены исследования  $p\bar{p}$ -взаимодействий при энергии 40 ГэВ, эти исследования проводились под руководством В.С.Мурзина и Л.И.Сарычевой как самостоятельная часть работы в рамках сотрудничества социалистических стран по обработке данных с пузырьковой пропановой камеры ОИЯИ. Было подробно изучено явление асимметричного рождения частиц в  $p\bar{p}$ -взаимодействиях и дано описание этого эффекта на основе реджевской и кварковой моделей, выполнены расчеты сечений образования различных резонансов на базе модели кварков и экспериментально изучены выходы резонансов в  $p\bar{p}$ -взаимодействиях при 40 ГэВ. Важным результатом был вывод о том, что основным продуктом множественного рождения частиц при взаимодействии адронов являются не пионы, как считалось ранее, а различные резонансы: более 50 – 70% всех вторичных стабильных частиц образуется через промежуточные резонансные состояния, в том числе через векторные мезоны. В ходе этих работ были экспериментально исследованы и теоретически объяснены явление асимметрии и связанная с ним кластеризация в  $p\bar{p}$ -столкновениях, впервые при высоких энергиях детально исследовано явление неупругой перезарядки  $\pi^- \rightarrow \pi^0$  в инклюзивном процессе, а также измерено сечение пион-пионного рассеяния.

Работа молодых ученых ЛВЭ Л.А.Диденко, С.И.Лютова и Л.Н.Смирновой по этой тематике заняла первое место на конкурсе работ молодых ученых НИИЯФ МГУ в 1979 г.

В 1978 г. в Лаборатории начаты исследования по новой теме: "Изучение взаимодействий релятивистских ядер".

Помимо теоретических исследований, непосредственно связанных с проводимой в Лаборатории экспериментальной работой, введется также теоретическая разработка фундаментальных вопросов физики элементарных частиц. В этом направлении проведено глубокое исследование алгебраической структуры алгебр наблюдаемых в квантовой и классической теории. В результате квантовая и классическая теории впервые сформулированы в терминах одних и тех же физических и математических понятий. Разрабатываются также сложные математические вопросы квантовой теории поля, связанные с изучением поведения квантовых полей на малых расстояниях.

Ведутся поисковые работы, связанные с исследованием возможности модификации геометрии пространства-времени. В частности, выдвинута гипотеза о структуре пространства событий, в рамках которой, с одной стороны, сохраняются почти все свойства специальной теории относительности, а с другой - появляются новые, тонкие эффекты анизотропии пространства. Совместно с экспериментаторами физфака МГУ и ИТЭФ обсуждается возможность экспериментальной проверки этой гипотезы. К этому же направлению примыкают работы по построению теории поля с дискретным пространством-временем.

В секторе теории поля ведутся также работы по теоретическому объяснению новых экспериментальных результатов современной физики элементарных частиц, разработана детальная количественная теория электромагнитных свойств составных частиц. Предложены различные механизмы взаимодействия элементарных частиц при высоких энергиях, хорошо описывающие новейшие экспериментальные данные по упругому pp-рассеянию при больших переданных импульсах. Выдвинута гипотеза о существовании новой частицы - аксиального фотона и предпринята попытка объяснения на её основе экспериментальной информации о слабых нейтральных токах.

В Лаборатории ведется большая педагогическая работа. Сотрудники Лаборатории регулярно читают лекции по физике высоких энергий в МГУ и других университетах страны, руководят работой студентов и аспирантов. За последние годы написано несколько монографий и два учебника для университетов.

Большой вклад в создание в Лаборатории деловой атмосферы, способствующей повышению уровня научных исследований, вносят партийная, профсоюзная и комсомольская организации ЛВЭ.

Молодая Лаборатория высоких энергий встречает 225-летие Московского университета, имея в своем активе большой объем проведенных важных научных исследований и ясные перспективы дальнейшего развития.

[ Е.М.Лейкин ]