

# Лаборатория высоких энергий им. В.И.Векслера и А.М.Балдина

## 1. Вместо введения

Изучение фундаментальных свойств элементарных частиц и их структуры, а также свойств атомного ядра в релятивистских ядерных столкновениях — важнейшие и традиционные научные направления исследований Лаборатории высоких энергий (ЛВЭ).

Актуальность и научная значимость этих направлений определяются двумя главными, постоянно действующими факторами: запросом теории и поиском новых экспериментальных фактов, выходящих за рамки уже установленных закономерностей и принципов физики микромира.

Из-за бурного развития физики элементарных частиц и релятивистской ядерной физики содержание этих факторов меняется во времени, изменяется и конкретная постановка экспериментов. Если в 50-х и 60-х годах прошлого столетия запросы теории концентрировались вокруг вопросов, связанных с систематикой элементарных частиц, проверкой дисперсионных соотношений, асимптотических теорем и теории комплексных моментов, то в настоящее время наибольшее значение приобрели исследования, связанные с прецизионной проверкой теории электрослабого взаимодействия и предсказаний за ее пределами, изучением кварк-глюонной структуры ядерной материи и поиском новых экспериментальных закономерностей, имеющих принципиальное значение для построения единой теории фундаментальных взаимодействий. В соответствии с этим изменялось и содержание программы экспериментов ЛВЭ: сначала исследования концентрировались вокруг изучения характеристик разного типа бинарных реакций, а позже — вокруг изучения процессов множественного образования частиц, глубоконеупругих взаимодействий и релятивистских ядерных взаимодействий.

В настоящее время программа теоретических и экспериментальных исследований лаборатории направлена на постановку и проведение экспериментов, существенно влияющих на дальнейшее развитие теории сильных взаимодействий и создание современной теории атомного ядра. В частности, ведутся исследования взаимодействий релятивистских ядер в энергетической области от нескольких сотен МэВ до нескольких ТэВ на нуклон с целью поиска проявлений кварк-глюонных степеней свободы в ядрах, асимптотических законов для ядерной материи, а также изучается спиновая структура легчайших ядер.

Все эти исследования предусматривают получение новой информации о свойствах процессов множественного рождения частиц в столкновениях различных ядер; изучение свойств сильно взаимодействующей материи при экстремальной плотности энергии и в переходной области от адронной материи к кварк-глюонной. Поиск и исследование свойств сильно возбужденной ядерной материи позволит осуществить проверку КХД-теории и дать возможные ответы на фундаментальные вопросы: что такое конфайнмент, каковы механизмы адронизации и нарушения киральной симметрии.

Исследования в указанных выше направлениях проводятся с использованием собственной ускорительной базы лаборатории, а также ускорителей других научных центров: CERN, BNL, GSI, RIKEN и т.д.



Сотрудники ЛВЭ — лауреаты Ленинской премии  
Слева направо: А.П.Зиновьев, В.И.Векслер, В.А.Петухов

В настоящее время на ускорительном комплексе ЛВЭ подготавливается к научным исследованиям или уже действует ряд физических установок (СФЕРА, ГИБС, ФАЗА, ДЕЛЬТА-СИГМА, ДЕЛЬТА-2, ДИСК, СМС, МАРУСЯ, СКАН-1, СКАН-2, СТРЕЛА и т. д.), планируется дальнейшее развитие уже существующих экспериментальных установок и создание новых (СИНГЛЕТ, НИС и др.).

Кроме этого, ЛВЭ вносит большой вклад в создание и проведение исследований на ускорителях других научных центров на экспериментальных установках: NA45, NA49, STAR, CMS, ALICE, NADES, WASA и т.д.

Много внимания уделяется дальнейшему развитию ускорительной базы лаборатории. На базе нуклотрона создается пользовательский центр для исследований по релятивистской ядерной физике и решению прикладных задач с использованием релятивистских пучков ионов в области энергий в несколько ГэВ на нуклон. Свое дальнейшее развитие получают технологии быстроциклирующих сверхпроводящих магнитов.

Создание Лаборатории высоких энергий относится к 1953 году, когда в системе научных учреждений Академии наук СССР была образована Электрофизическая лаборатория (ЭФЛАН), главной целью которой являлись строительство самого мощного в мире ускорителя протонов — синхрофазотрона и проведение на нем широкого круга исследований в области физики высоких энергий.

В 1956 году ЭФЛАН вошла в состав ОИЯИ и стала называться Лабораторией высоких энергий. Основателем и первым директором ЛВЭ был выдающийся советский ученый-физик академик Владимир Иосифович Векслер, который в 1944 году открыл принцип автофазировки, лежащий в основе работы всех циклических ускорителей на высокие и сверхвысокие энергии.

Успешный запуск синхрофазотрона на энергию 10 миллиардов электрон-вольт состоялся в 1957 году. В 1959 году за создание этого ускорителя коллектив авторов в составе: В.И.Векслера, Ф.А.Водопьянова, Д.В.Ефремова, Л.П.Зиновьева, А.А.Коломенского, Е.Г.Комара, А.Л.Минца, Н.А.Моносзона, В.А.Петухова, М.С.Рабиновича, С.М.Рубчинского, А.М.Столова получили Ленинскую премию.

Получение ускоренных пучков протонов на синхрофазотроне с энергией до 10 ГэВ позволило ученым из стран-участниц ОИЯИ активно включиться в исследования по поиску новых элементарных частиц и неизвестных ранее закономерностей загадочного микромира в области энергий, которые до этого времени были недоступны ни одной лаборатории мира.

Первая физическая программа исследований на только что созданном ускорителе осуществлялась под руководством В.И. Векслера, М.А.Маркова и И.В.Чувило.

С 1956 года по 1968 год И.В.Чувило был вначале заместителем директора, а затем и директором лаборатории.

Со временем синхрофазотрон превратился в ускоритель релятивистских ядер, ускоряющий ядра вплоть до ядер серы. Кроме того, на нем были ускорены поляризованные дейтроны до рекордных энергий 4,5 ГэВ на нуклон.

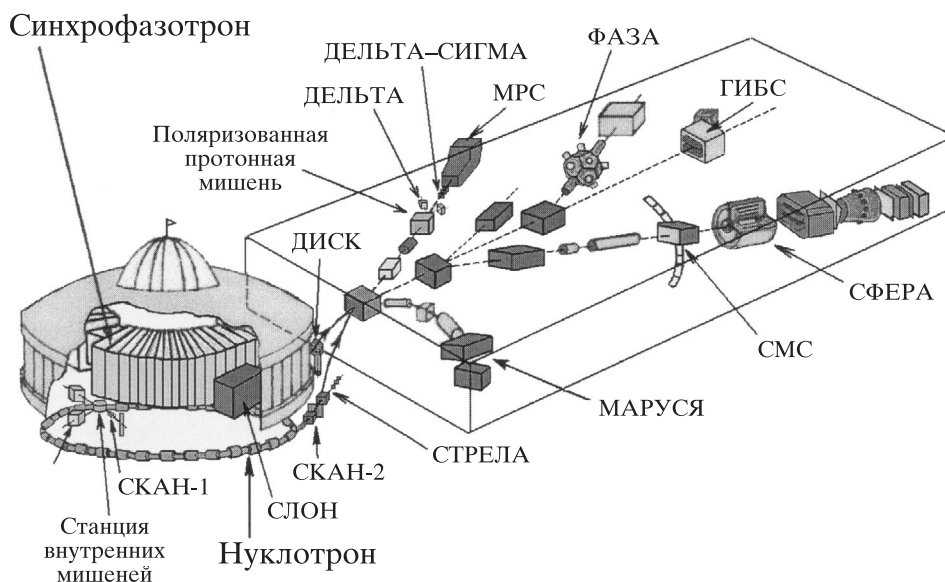
Однако с целью более успешной (на современном уровне) реализации программы исследований по релятивистской ядерной физике в ЛВЭ была выдвинута идея создания нового специализированного сверхпроводящего ускорителя релятивистских ядер — нуклотрона. Этот ускоритель создавался в крайне тяжелых экономических условиях. Он был введен в строй в 1993 году. В конце 1999 года было завершено создание системы медленного вывода и впервые получен выведенный пучок ускоренных протонов из нуклотрона.

Схема современного ускорительного комплекса ЛВЭ синхрофазотрон—нуклотрон приведена на рис. 1.

Современный ускорительный комплекс синхрофазотрон-нуклотрон обязан своим становлением огромной работе, проделанной учеными, инженерами и рабочими лаборатории. Среди них, прежде всего, необходимо отметить таких, как С.А.Аверичев, Н.Н.Агапов, А.М.Балдин, В.И.Батин, О.И.Бровко, М.А.Воеводин, В.И.Волков, Е.Д.Донец, В.П.Заболотин, Л.П.Зиновьев, И.Б.Иссинский, А.С.Исаев, В.Н.Карпинский, А.Д.Кириллов, А.Д.Коваленко, В.Ф.Кокшаров, Б.К.Курятников, В.И.Липченко, Л.Г.Макаров, Е.А.Матюшевский, В.А.Мончинский, А.И.Михайлов, В.А.Михайлов, И.Я.Нефедьев, П.И.Никитаев, С.А.Новиков, Б.Д.Омельченко, Ю.И.Паршаков,



И.В.Чувило



**Рис. 1.** Схема ускорительного комплекса ЛВЭ синхрофазотрон-нуклотрон

Ю.К.Пилипенко, С.В.Романов, П.А.Рукояткин, И.Н.Семенюшкин, А.А.Смирнов, Ю.И.Тятушкин, С.В.Федуков, Г.Г.Ходжибагян, А.П.Царенков, К.В.Чехлов, В.И.Шарапов, И.А.Шелаев и многих других.

## 2. Физика элементарных частиц

За время своего существования интернациональным коллективом ЛВЭ внесен существенный вклад в развитие физики элементарных частиц и атомного ядра. Физикам ЛВЭ удалось получить целый ряд новых экспериментальных результатов, оказавших принципиальное влияние на создание современного представления о строении вещества. В этот период ими был сделан ряд открытий и впервые установлены многие ранее неизвестные закономерности, сыгравшие важную роль как в дальнейшем развитии теории сильных взаимодействий, так и в создании современной теории атомного ядра. Источниками и составными частями этого успеха в ЛВЭ являлись:

- наличие современного ускорительного комплекса синхрофазотрон-нуклотрон;
- широкое использование в экспериментах новых идей, методических разработок и новейших достижений техники, микроэлектроники и криогеники;
- наличие высококвалифицированного коллектива специалистов.

Подготовка к экспериментам на синхрофазотроне в ЛВЭ шла полным ходом еще до его запуска в следующих главных направлениях исследований:

- изучение бинарных реакций (структура нуклона);