

ЭКСПЕРИМЕНТЫ ОИЯИ НА УСКОРИТЕЛЕ ИФВЭ (ВЕДУЩИЕСЯ И ПЛАНИРУЕМЫЕ)

Объединенный институт ядерных исследований, Дубна

Д. Киш

В работе дается краткий обзор экспериментов, проводимых учеными ОИЯИ на серпуховском ускорителе ИФВЭ.

A brief review of the experiments is given which are being carried out by JINR scientists at the Serpukhov accelerator (IHEP).

ВВЕДЕНИЕ

За десять лет сотрудничества Объединенного института ядерных исследований и Института физики высоких энергий ученые ОИЯИ накопили большой опыт работы на ускорителе в ИФВЭ. Следует отметить, что дирекция ИФВЭ оказывает всестороннюю помощь в реализации предлагаемых экспериментов ОИЯИ. ИФВЭ выделяет для экспериментов ОИЯИ в среднем одну треть всего времени работы ускорителя.

К настоящему времени закончено проведение 16 экспериментов; созданы или создаются еще 13 установок для проведения исследований. Большинство экспериментов выполняется совместно с ИФВЭ.

Остановлюсь кратко на научной программе некоторых из этих установок:

- 1) «БИС-2» (руководитель работ М. Ф. Лихачев);
- 2) «РИСК» (руководитель работ В. И. Петрухин);
- 3) «ТАУ» (руководители работ Л. С. Золин, В. А. Свиридов);
- 4) «ШАРМ» (руководители работ С. А. Бунятов, В. М. Сидоров);
- 5) «ПОЗИТРОНИЙ» (руководитель работ Л. Л. Неменов);
- 6) «ПРОЗА» (руководитель работ Ю. М. Казаринов);
- 7) «ПОЛЯРИМЕТР» (руководитель работ Ю. М. Казаринов);
- 8) «ГИПЕРОН» (руководители работ Ю. А. Будагов, В. Б. Флягин);
- 9) исследование короткоживущих частиц на нейтринном пучке ИФВЭ (руководитель работ А. А. Тяпкин);

- 10) Проект реконструкции камеры «Людмила» (руководители работ Н. М. Вирясов, И. М. Граменицкий);
 11) «Альфа» (руководитель Л. Н. Струнов);
 12) «Фотон» (руководитель М. Н. Хачатурян).

1. УСТАНОВКА «БИС-2»

(Поиск и исследование новых частиц на ускорителе ИФВЭ)

Эксперимент выполняется сотрудниками следующих институтов:

ИФВЭ АН ГДР (Берлин — Пойтен), ЦИФИ ВАН (Будапешт), ФИ АН СССР (Москва); ФИ ЧСАН (Прага), ИФВЭ (Серпухов), ИЯИЯЭ БАН (София), ВХТИ (София), ТГУ (Тбилиси), ОИЯИ (ЛВЭ, СНЭО).

Авторы экспериментов заняты поиском в реакции нейтрон + ядро углерода очарованных барионов и мезонов, имеющих малую ширину распада, соответственно по каналам: $C_1^+ \rightarrow \Lambda^0 P^+$; $C_2^+ \rightarrow K_s^0 P$ и $K^- P^+$; $C_3^+ \rightarrow \mu^+ (e^+) \Lambda^0$; $C_4^0 \rightarrow \Lambda^0 P^+ P^-$ и $\Lambda^0 K^+ K^-$ с массами до $3,5 \text{ Гэв}/c^2$; $D^\mp \rightarrow K_s^0 P^\pm$, $K_s^0 \mu^\mp (e^\mp)$ и $K_s^0 K^\mp$; $D^0 \rightarrow K_s^0 P^+ P^-$ с массами до $3,5 \text{ Гэв}/c^2$ до уровня $\sigma BR < 10 \text{ нбарн}$.

Поиск представителей класса очарованных частиц и исследование их характеристик ведутся на ускорителях в Брукхавене, ФНАЛ, СЛАКе (США), в ЦЕРНе (Швейцария), ДЭЗИ (ФРГ) и ИФВЭ (СССР).

Ранее с помощью установки БИС ОИЯИ на ускорителе ИФВЭ в пучке нейтронов со средней энергией около 45 Гэв наблюдаются узкие выбросы в системах $\Lambda^0 P^+ P^-$ при массе около $2,09 \text{ Гэв}/c^2$ и $\Lambda^0 K^+ K^-$ при массе около $2,79 \text{ Гэв}/c^2$ с $\sigma BR \approx 0,5 \text{ мкбарн}$. Для системы $\Lambda^0 P^+$ и $K^0 P^\pm$ найдено, что с достоверностью 90% $\sigma BR \leq 200 \text{ нбарн}$.

В дальнейшем предполагается продолжить эти эксперименты на новой установке БИС-2 ОИЯИ (рис. 1) с первоочередной задачей: поиск очарованных барионов C_1^+ , C_2^+ и C_4^0 , а также выяснение «природы» выбросов при энергии $2,09$ и $2,79 \text{ Гэв}/c^2$.

Средняя энергия нейтронов в пучке около $45 \div 50 \text{ Гэв}$. Интенсивность пучка до $3 \cdot 10^5$ нейтронов за цикл ускорителя. Нейтроны бомбардируют ядра углерода, где предполагается рождение также очарованных частиц, которые за время меньше, чем 10^{-12} сек , распадаются по указанным выше видам распада и регистрируются установкой БИС-2. Наиболее типичные частицы распада очарованных частиц такие, как Λ^0 , K^0 и другие заряженные частицы, регистрируются системой пропорциональных камер, расположенных перед и за спектрометрическим магнитом. Детектор мюонов регистрирует мюоны, а многоканальный черенковский счетчик

полного поглощения — электроны и γ -кванты. Установка БИС-2 работает на линии с ЭВМ ЕС-1040. Первичная информация о зарегистрированных событиях лишь частично обрабатывается

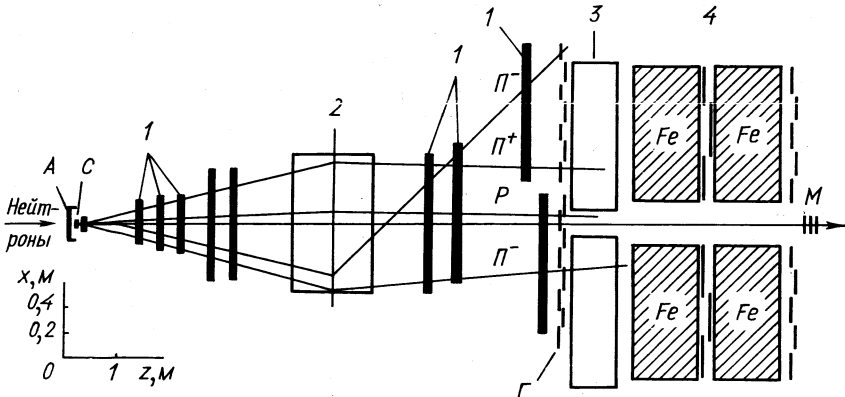


Рис. 1.

А — счетчик, очищающий в триггере пучок от заряженных частиц; С — углеродная мишень; М — монитор пучка нейтронов; Г — годоскоп из сцинтилляционных счетчиков; ЧСПП — 160-канальный черенковский счетчик полного поглощения; пропорциональные камеры — двухкоординатные, за исключением одной, определяющей границу распадаемого объема для Λ^0 и K_s^0 . Две пропорциональные камеры повернуты относительно остальных на 10°

в реальном времени. Полная обработка и анализ данных осуществляются на ЭВМ в институтах стран-участниц ОИЯИ, принимающих участие в совместных исследованиях на установке БИС-2 ОИЯИ.

2. УСТАНОВКА «РИСК»

(Релятивистская ионизационная стримерная камера)

Эксперимент выполняется сотрудниками следующих институтов:

ЦИФИ ВАН (Будапешт); ИФВЭ АН ГДР (Берлин — Цойтен); Университет (Варшава), ИЯИ (Сверк); ФИ ЧСАН (Прага), Университет (Братислава); ИФ АН ГССР (Тбилиси), ОИЯИ (ЛЯП, ЛВТА, СНЭО).

Спектрометр РИСК — универсальная установка, предназначенная для изучения адрон-адронных взаимодействий высоких энергий; объединяет все преимущества камерного детектора (4л-геометрия, большой видимый объем) с управлением электронной установкой. Измерение ионизации в области релятивистского роста позволяет идентифицировать заряженные частицы различной массы при высоких энергиях. Спектрометр РИСК — универсальная высокоавтоматизированная установка с довольно широким диапазоном изменения триггера (системы отбора искомых

событий) при использовании стримерной камеры с жидководородной или ядерной мишенью в качестве главного детектора. РИСК особенно пригоден для изучения избранных, редких адрон-адронных процессов с сечением ~ 1 мкбарн.

Характеристики спектрометра. Видимый объем $5 \times 1,2 \times 0,8$ м, напряженность магнитного поля ~ 13 кг, время памяти $\sim 0,8$ мсек, цикличность $\sim 3-5$ кадр/цикл, точность определения им-

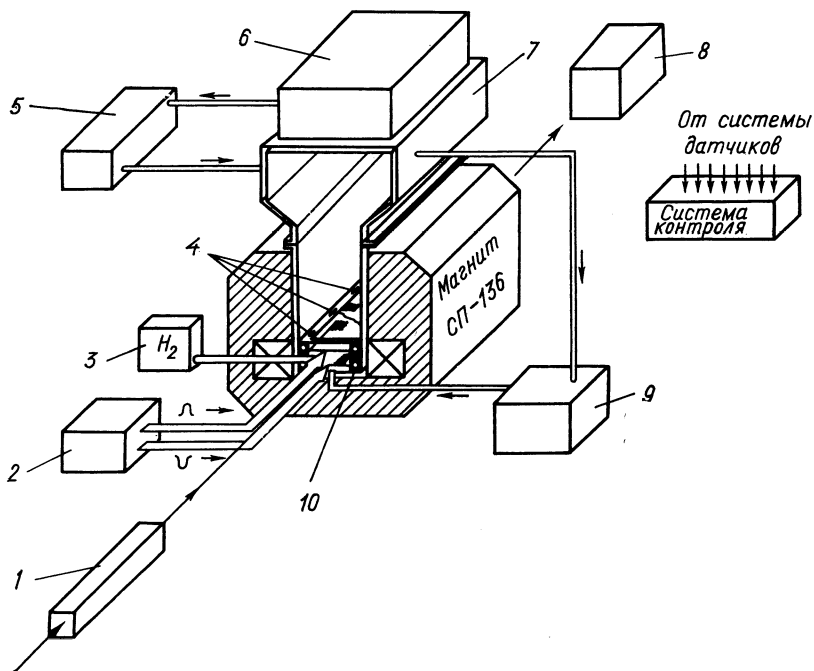


Рис. 2.

1 — система селекции первичного пучка частиц; 2 — высоковольтная система; 3 — ожигитель водородной мишени; 4 — реперная система; 5 — система термостатирования; 6 — оптическая система; 7 — газовый кожух; 8 — система предварительного отбора событий; 9 — газовая система; 10 — стримерная камера

пульса $\Delta p/p \sim 1\%$. Наличие водородной или ядерной мишени, а также необходимых детекторов для выработки триггера, позволяет на π^- , K^- , \bar{p} -пучке с импульсом от 25 до 40 Гэв/с и интенсивностью $\sim 10^6$ частиц/цикл вести с помощью установки РИСК широкую программу исследований.

В 1977 г. в Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ комплексно собрана установка и произведен ее физический запуск. Все узлы спектрометра (рис. 2) доказали свою работоспособность. К настоящему времени установлены магнитные экраны для уменьшения рассеянного поля, мешающего работе детекторов, смонтирован

термостатирующий корпус, выполнен большой объем работ, завершившийся измерением топографии магнитного поля.

В настоящее время ведется подготовка к реализации проектов первых экспериментов на спектрометре РИСК, подготовка новых экспериментов. В числе первых предполагается выполнить эксперименты, в которых предполагается изучать процессы с образованием Ω -резонанса, предельно большого числа вторичных частиц в адрон-адронных столкновениях и процессы с рождением ψ -частицы. В октябре 1978 г. получены первые рабочие фотографии.

3. УСТАНОВКА «ТАУ»

(Поиск распадов новых частиц с временем жизни $10^{-11} - 10^{-12}$ сек)

Эксперимент выполняется сотрудниками следующих институтов:

ИТЭФ (Москва); МИФИ (Москва); ОИЯИ (ЛВЭ, СНЭО)

Предлагаемый авторами метод поиска новых частиц со временем жизни $10^{-11} - 10^{-12}$ сек основан на использовании высокой

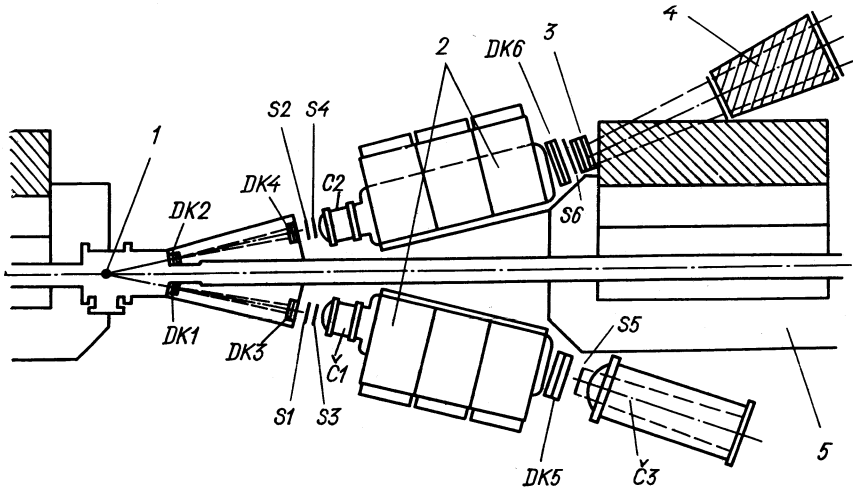


Рис. 3.

DK1 — DK6 — дрейфовые камеры; S1 — S6 — сцинтилляционные счетчики; C1 — C3 — черенковские счетчики.
1 — мишень; 2 — анализирующие магниты; 3 — детектор электронов; 4 — детектор мюонов; 5 — магнит ускорителя

разрешающей способности дрейфовых камер ($\Delta X \approx 50 - 100$ мкм) и практически тонкой мишени, расположенной на внутреннем пучке ускорителя. Фиксация вершины распада осуществляется двумя парами дрейфовых камер, размещенных в двух плечах установки под углом 11° к направлению пучка ускорителя. В обоих плечах спектрометра (рис. 3) предусматривается импульсный ана-

лиз и идентификация вида частиц (черенковские счетчики, детекторы электронов и мюонов). Данный методический подход обладает следующими преимуществами:

1) отбор событий распада вне мишени позволяет значительно понизить адронный фон и достигнуть уровня чувствительности ($\sigma_{\text{св}}B \approx 10^{-33} - 10^{-34} \text{ см}^2$), нереализованного до сих пор в эксперименте;

2) экспериментальная установка не накладывает жестких ограничений на вид распада: поиск можно проводить в адронных, полулептонных и лептонных распадах как двухчастичных, так и многочастичных ($c \rightarrow hh^+ \dots, hl^+ \dots, ll^+ \dots$);

3) для двухчастичного вида распада анализ по массе позволяет увеличить избирательность метода;

4) при взаимодействии пучка протонов ускорителя с тонкой мишенью теряется малая доля интенсивности ($< 1\%$), что облегчает условия совмещения измерений на ускорителе параллельно с другими потребителями.

Программа эксперимента может быть дополнена поиском необычных источников лептонов (prompt lepton puzzle).

4. УСТАНОВКА «ШАРМ»

(Поиск новых короткоживущих частиц)

Эксперимент выполняется сотрудниками следующих институтов:

ИТЭФ (Москва); ИФВЭ (Серпухов); ОИЯИ (ЛЯП). Цель эксперимента — поиск новых короткоживущих частиц с использованием фотоэмульсии и искрового детектора.

Схема экспериментальной установки приведена на рис. 4. Блок фотоэмульсии был установлен перед нейтринным детектором ИТЭФ. В качестве трекового прибора для целеуказания использовались трехэлектродные искровые камеры с рабочей площадью $180 \times 230 \text{ см}^2$ и зазором $2,4 \text{ см}$. Искровой калориметр нейтринного детектора с фильтрами из алюминия служит для идентификации адронов и регистрации ливней от электронов и γ -квантов. Мюонный спектрометр нейтронного детектора с фильтрами из намагниченного железа использовался для определения импульса и заряда мюона.

В июне 1976 г. за один сеанс было облучено 16 л эмульсии ($\sim 60 \text{ кг}$). Эмульсия облучалась в течение 26 суток. Плотность потока мюонных нейтрино составила $6 \cdot 10^{10}$ на 1 см^2 . В 1977 г. закончена обработка «многолучевых» событий, найденных в фотоэмульсии. Эти события имели два — три трека в искровых камерах системы целеуказания. Всего зарегистрировано восемь взаимодействий нейтрино. Отклонения координат найденных звезд и углов треков от значений, предсказанных системой целеуказания, в сред-

нем составляет 1—2 мм и 1—2°. Такая высокая точность позволяет однозначно находить многолучевые события. Таким образом, в этом эксперименте реализована система целеуказания и отработана методика поиска нейтринных событий в фотоэмульсии. Ни в одном из восьми случаев не обнаружено распадов короткоживущих заряженных или нейтральных частиц в окрестности 1 мм

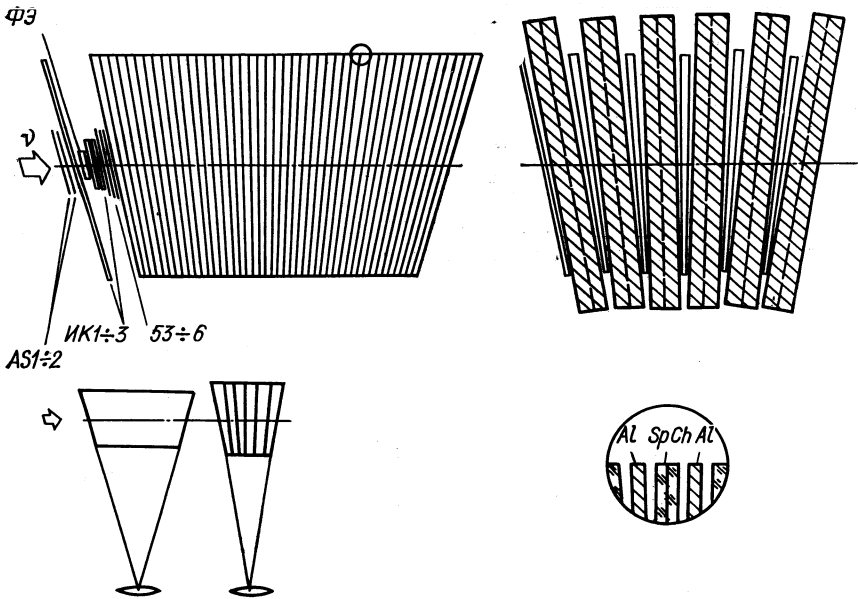
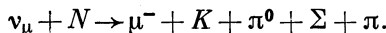


Рис. 4.

ФЭ — фотоэмульсия; ИК — искровые камеры; СС — сцинтилляционные счетчики

от вершины взаимодействия. Для идентификации вторичных частиц измерялись относительная ионизация и кулоновское рассеяние в фотоэмульсии. Это позволило провести полный кинематический анализ.

Два события интерпретируются, как парное рождение K -мезона и Σ -гиперона в реакции



С 25 января 1978 г. и по 2 марта 1978 г. проводился второй сеанс облучения. В этом сеансе облучалось 40 л (~ 160 кг) фотоэмульсии. Зарегистрировано около ста взаимодействий нейтрино с ядрами в фотоэмульсии.

5. УСТАНОВКА «ПОЗИТРОНИЙ»

(Создание пучка позитрониев и проведение с его помощью исследований по физике элементарных частиц)

Эксперимент выполняется сотрудниками следующих институтов:

НИИЯФ МГУ (Москва); ИФВЭ (Серпухов); ОИЯИ (ЛЯП, СНЭО). Физическая программа эксперимента предусматривает:

I. Наблюдение новых явлений, существование которых предсказывается квантовой электродинамикой:

1) распад $\pi^0 \rightarrow \gamma + A_{2e}$ (позитроний). Расчетная вероятность такого вида распада π^0 -мезона составляет $1,7 \cdot 10^{-9}$;

2) проверка с помощью пучка релятивистских позитрониев предсказаний квантовой электродинамики о сильной зависимости сечения развала A_{2e} от спина и спиральности атома;

3) наблюдение осцилляций интенсивности пучка A_{2e} и проверка с помощью этого эффекта преобразований Лоренца для

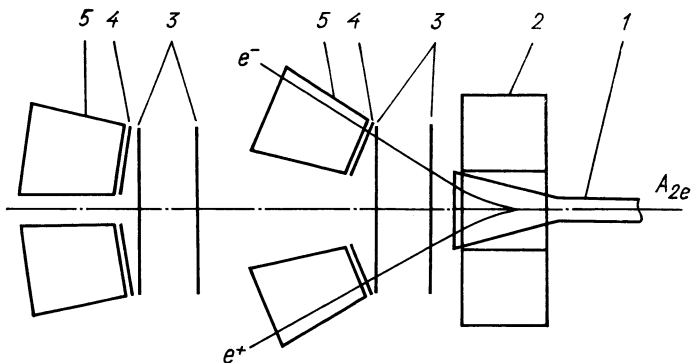


Рис. 5.

1 — вакуумпровод; 2 — магнит; 3 — дрейфовые камеры (в каждой позиции по две двухкоординатные камеры); 4 — сцинтилляционные счетчики; 5 — газосчетчики

Детекторы образуют две группы: те, что находятся ближе к магниту, регистрируют позитронии с меньшими импульсами, а более удаленные — с большими импульсами

компонент электромагнитного поля и времени при больших значениях γ -фактора.

II. Измерение ряда констант:

1) время жизни π^0 -мезона модельно-независимым способом со статистической погрешностью $\sim 1\%$;

2) ионизации A_{2e} в скрещенных электрических и магнитных полях, потенциала ионизации позитрония;

3) времени жизни и энергии сверхтонкого расщепления A_{2e} .

III. Измерение доли прямых фотонов в полном потоке γ -квантов.

IV. Поиск новых частиц, наблюдение которых другими методами невозможно, а сечения образования составляют 10^{-3} — 10^{-4} от сечения рождения π^0 -мезонов.

Все эксперименты можно выполнить на одной установке (рис. 5). Релятивистские позитронии возникают в результате атомных распадов π^0 -мезонов $\pi^0 \rightarrow \gamma + A_{2e}$, генерированных внутренним пучком ускорителя ИФВЭ в угольной мишени толщиной ≤ 1 мм. Для выхода позитрониев из камеры ускорителя создается специальный канал длиной около 40 м, имеющий общий вакуум с ускорителем и тщательно экранированный от магнитных полей. Канал заканчивается экспериментальной установкой, представляющей собой магнитный спектрометр с дрейфовыми камерами. В магнитном поле происходит развал позитрония и образовавшиеся электрон и позитрон регистрируются дрейфовыми камерами размером $3 \times 0,8$ м, а также скинтилляционными и газовыми черенковскими счетчиками. Эксперимент должен начаться в конце 1979 г. — начале 1980 г.

6. УСТАНОВКА «ПРОЗА»

(Измерение поляризации в обменном π^-p -рассеянии при энергии 40 Гэв)

Эксперимент выполняется сотрудниками следующих институтов:

ИФВЭ (Серпухов); ТГУ (Тбилиси); ОИЯИ (ЛЯП, СНЭО).
Эксперимент по измерению поляризации в реакции:



при энергии 40 Гэв проводится на ускорителе ИФВЭ, на канале, который ранее использовался для измерения поляризации и поворота спина в упругом π^+p -, K^+p -, $\bar{p}p$ - и pp -рассеянии при этой же энергии (эксперимент ГЕРА). Предполагается, что этот эксперимент даст крайне интересную информацию для уточнения существующих вариантов теории сильных взаимодействий при высоких энергиях (различные варианты модели полюсов Редже, квази-потенциальный подход и т. п.), так как предсказания этих моделей относительно поляризации в реакции (1) сильно различаются, а экспериментальные данные при энергии выше 11 Гэв отсутствуют.

Для измерения поляризации в реакции (1) используется рассеяние пучка π -мезонов на протонной поляризованной мишени (ППМ) (рис. 6). При этом впервые в исследовании обменного πp -рассеяния предполагается регистрировать обе частицы в конечном состоянии реакции (1) π^0 -мезон и нейтрон. Для этого γ -кванты от распада π^0 -мезона регистрируются гамма-спектрометром, состоящим из нескольких оптических искровых камер, прослоенных конвертерами из стали. Нейтроны регистрируются 80-каналь-

ным годоскопом из нейтронных счетчиков, расположенным в плече частицы отдачи. Искомая поляризация нейтронов определяется по разности числа случаев реакции (1), зарегистрированных при разных направлениях поляризации мишени:

$$P = [(N_+ - N_-)/(N_+ + N_-)] (1/P_T), \quad (2)$$

где P_T — поляризация мишени.

В качестве ППМ для эксперимента предполагается использовать прототип большой ППМ, создаваемой в ЛЯП ОИЯИ для

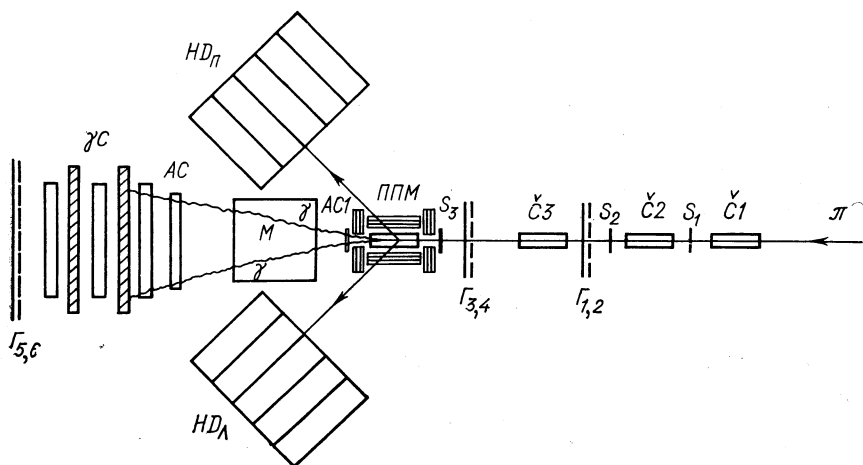


Рис. 6.

С1, С2, С3 — черенковские счетчики; S1, S2, S3 — спинтиляционные счетчики; Г1, 2, Г3, 4 — пучковые годоскопы; ППМ — поляризованная протонная мишень; АС1 — система охранных счетчиков; АС2 — охранный система γ -спектрометра; HDЛ, HDП — нейтронные детекторы; М — очищающий магнит; ГС — гамма спектрометр; Г5, 6 — годоскоп из спинтиляционных счетчиков для регистрации электронных ливней

установки «Поляриметр». Работы по созданию ППМ для эксперимента «Проза» находятся в стадии завершения и предполагается, что во второй половине 1978 г. ППМ будет работать на ускорителе.

7. УСТАНОВКА «ПОЛЯРИМЕТР»

(Для изучения поляризационных эффектов при упругом рассеянии частиц высоких энергий)

Эксперимент выполняется сотрудниками следующих институтов:

ИФВЭ (Серпухов); ТГУ (Тбилиси); ОИЯИ (ЛЯП, СНЭО).

Установка «Поляриметр» создается для изучения поляризационных эффектов при рассеянии частиц высоких энергий. Решение о построении установки, принято, в частности, в связи с тем, что недавно закончившийся эксперимент по измерению поляриза-

ции и поворота спина в упругом рассеянии адронов при 40—45 Гэв/с на ускорителе ИФВЭ показал, что спиновая зависимость сильных взаимодействий, по-видимому, остается существенной вплоть до весьма высоких энергий. Предположение о том, что «спин вносит лишь несущественное усложнение» картины сильных взаимодействий в области высоких энергий, оказывается несправедливым. Программа возможных исследований по установке «Поляриметр» включает комплекс экспериментов, позволяющих

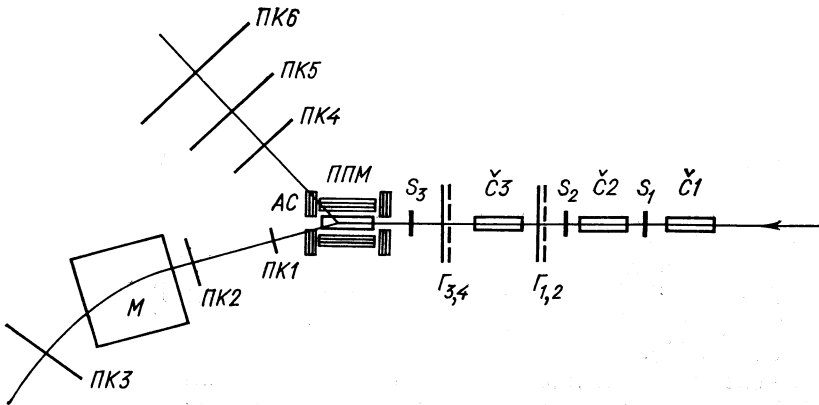


Рис. 7.

1, С2, С3 — черенковские счетчики; S_1, S_2, S_3 — сцинтилляционные счетчики; $\Gamma_{1,2}, \Gamma_{3,4}$ — пучковые годоскопы; ППМ — протонная поляризованная мишень; АС — система охранных счетчиков мишени; ПК1 — ПК3 — пропорциональные камеры плеча рассеянной частицы; ПК4 — ПК6 — пропорциональные камеры плеча частицы отдачи; М — анализирующий магнит

исследовать структуру частиц и изучать свойства амплитуд рассеяния в области высоких энергий. При создании установки принимаются во внимание перспективы дальнейших усовершенствований ускорителя ИФВЭ. Завершение работ по этой установке планируется на 1980 г.

Проектируемая установка (рис. 7) состоит из мониторинговой части, протонной поляризованной мишени «замороженного» типа и двухплечевого спектрометра для регистрации частиц, вылетающих из мишени. Характеристики монитора: регистрируемый поток — 10^7 частиц/цикл, разрешение по углу — 1 мрад, разрешение по скорости — 10^{-5} .

Поляризованная протонная мишень «замороженного» типа. В рефрижераторе мишени использован новый принцип — растворение ^3He в ^4He . Размеры мишени: диаметр 2, длина 40 см, степень поляризации протонов в мишени $\geq 80\%$. Напряженность магнитного поля при «накачке» поляризации 5 тл, в «замороженном» режиме — 1 тл.

В каждом плече спектрометра для регистрации частиц устанавливается по три двухкоординатных плоскости пропорциональных камер. Геометрия детекторов позволяет регистрировать вылетающие из мишени частицы в интервале $0,1 \leq |t| \leq 4$ ($G\text{эв}/c$)² при азимутальном угле $\pm 30^\circ$. В плече рассеянной частицы предусматривается магнитный анализ.

Для съема информации с камер предполагается использовать системы считывания, разработанные в ОИЯИ. Вся информация от установки заносится в ЭВМ НР-2116 или ЕС-1040 и записывается на магнитную ленту. Оценки показывают, что верхний предел скорости набора информации — 200 случаев за цикл работы ускорителя.

8. УСТАНОВКА «ГИПЕРОН»

(Для исследования процессов рассеяния с обменом гиперзарядом)

Этот эксперимент выполняется сотрудниками следующих институтов: ИЭФ САН (Кошице); Университет (София); ИЯФ (Кракков); Университет (Братислава); ЕрФИ (Ереван); ТГУ (Тбилиси); ИФ АН БССР (Минск); ИФ АН АзССР (Баку); ГГУ (Гомель); МИРЭА (Москва); Филиал НИИЯФ МГУ (Дубна), ОИЯИ (ЛЯП, СНЭО, ЛВТА).

Эксперимент является развитием программы экспериментов ИФВЭ по изучению бинарных зарядовообменных процессов рассеяния пионов и каонов и направлен на исследование реакций:

$$\pi^+ p \rightarrow K^+ X^+ (X^+ = \Sigma^+, Y^+ \dots); \quad (I)$$

$$\pi^+ n \rightarrow K^0 X^+ (X^+ = \Sigma^+, Y^+ \dots); \quad (II)$$

$$\pi^+ n \rightarrow K^+ X^0 (X^0 = \Lambda^0, Y^0 \dots); \quad (III)$$

$$K^+ N \rightarrow \pi^+ Z^{(0)} \quad (IV)$$

в области энергий до $20 G\text{эв}$.

Бинарные реакции принадлежат к числу наиболее простых процессов при высоких энергиях с точки зрения их теоретической интерпретации и служат «пробным камнем» для проверки весьма многих положений или предсказаний современных теорий сильного взаимодействия. Некоторые из них особенно интересны: исследование полюсов и траектории Редже, проверка предсказаний моделей, использующих представления о кварк-протонной структуре адронов для описания неупругих бинарных и множественных процессов.

Наиболее подробно изучена реакция (I), измерения проведены в области импульсов до $14 G\text{эв}/c$, а дифференциальные сечения — в интервале до $-t \leq 1,0 G\text{эв}/c^2$. Сведения о сечениях реакций (II) — (IV) при энергиях выше $5 G\text{эв}$ отсутствуют. Программа исследования содержит также поисковую часть. Представляется

интересным изучение реакции (III) в канале $\pi^+n \rightarrow K^+G_{1327}^{0*}$, где G_{1327}^{0*} — гиперонный резонанс (или гиперон?), распадающийся на $\Lambda^0 + \gamma$. Вопрос о существовании Z -барионов ($s > 0$), по-прежнему, открыт, хотя в некоторых предыдущих экспериментах наблюдались аномалии в ходе полных сечений KN -взаимодействий, интерпретируемые как указания в пользу их существования. В реакциях на дейтерии планируется поиск дибарионов.

Планируется расширить энергетическую область исследования реакций (I) — (IV) до 20 Гэв и провести детальное изучение t -зависимости сечений в интервале малых и больших ($-t > 1 \text{ (Гэв/c}^2\text{)}$) переданных импульсов.

На рис. 8 показаны сцинтилляционные счетчики $S_1 - S_6$ и $A_{1,2}, A_{3,4}$; черенковские пороговые счетчики $\check{C}_1 - \check{C}_4$ на пучке;

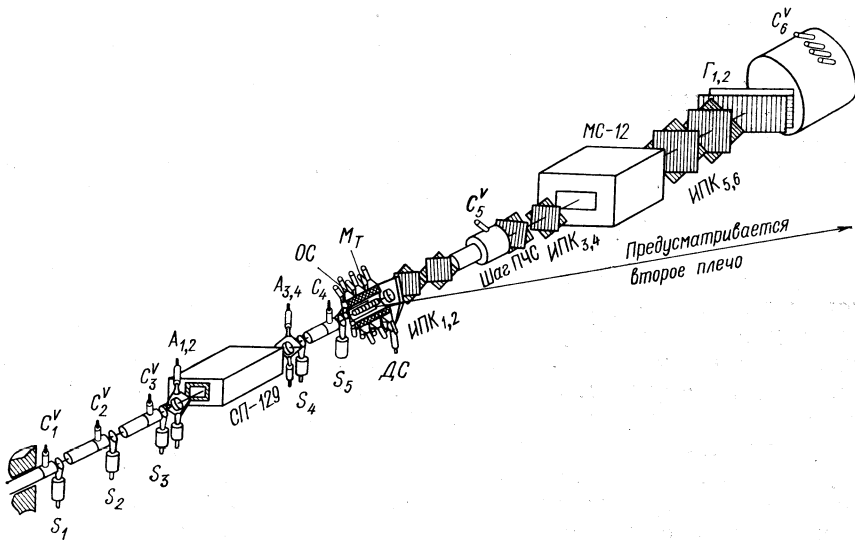


Рис. 8.

ШАГПЧС — широкоапертурный газовый пороговый и черенковский счетчик \check{C}_5 с диаметром зеркала 80 см ; искровые камеры ИПК; охранная система ОС вокруг водородной (дейтериевой) мишени M , насчитывающая 64 элемента регистрации заряженных частиц и γ -квантов; отклоняющий (СП-129) и спектроскопический (МС-12) электромагниты; ДС — «охранные» счетчики типа сэндвич с отверстием в центре; \check{C}_6 — широкоапертурный многоканальный (12—24 зеркал) газовый пороговый черенковский счетчик с диаметром радиатора 3 м ; годоскоп $\Gamma_{1,2}$ размером $1 \times 2 \text{ м}^2$. Часть искровых камер будет заменяться изготавливаемыми пропорциональны-

ми камерами с размером до 1 м^2 (общее число проволок до 5000). Магнит МС-12 стоит на катках, что позволит перекрывать углы вылета вторичных частиц до 30° . В фиксированном положении «угол захвата» магнита 5° ; его апертура $1 \times 0,6 \text{ м}$; поле $1,5 \text{ тл}$; длина $\sim 2 \text{ м}$.

Измерения будут проводиться при импульсах 5, 8, 12, 16 и 20 Гэв/с со статистикой $\sim 10^5$ событий для каждого из них. Ожидаемая погрешность измерения импульсов вторичных частиц ($p \leq 10 \text{ Гэв/с}$) составит $\sim 0,5\%$. Ожидаемое разрешение по массе в спектрах недостающих масс $\sim 50 \text{ Мэв/с}$, а по переданному импульсу $\sim 10^{-3} (\text{Гэв/с})^2$. В области малых передач погрешность измерений дифференциальных сечений составит $(3-5)\%$ с учетом систематических погрешностей.

В полномасштабном варианте установка содержит спектрометр для анализа сравнительно медленных вторичных частиц — стримерную камеру в магнитном поле с внутренней жидководородной мишенью.

9. ИССЛЕДОВАНИЕ НОВЫХ КОРОТКОЖИВУЩИХ ЧАСТИЦ НА НЕЙТРИННОМ ПУЧКЕ ИФВЭ С ПОМОЩЬЮ ЯДЕРНОЙ ФОТОЭМУЛЬСИИ И МАГНИТНОГО ИСКРОВОГО СПЕКТРОМЕТРА

(Предложение ИФВЭ—ЛЯП ОИАИ)

Проводимый в настоящее время в ИФВЭ эксперимент по поиску новых короткоживущих частиц в фотоэмульсии, расположенной перед детектором нейтрино ИТЭФ, не имеет *точного магнитного анализа быстрых заряженных частиц*. Большая трудоемкость работ по поиску в эмульсии редких нейтринных взаимодействий и важность исследуемой проблемы делают крайне необходимым получение *полной информации* о каждом анализируемом случае неупругого взаимодействия. Измерение с погрешностью $1 \div 2\%$ импульсов быстрых заряженных частиц, образующихся в нейтринных взаимодействиях с ядрами фотоэмульсий явилось бы важным развитием ведущихся в ИФВЭ исследований в области физики новых короткоживущих частиц. В связи с этим предложен вариант размещения в электромагните камеры «Скат» магнитного искрового спектрометра с фотоэмульсионной мишенью объемом 48—54 л. Дирекция ИФВЭ планирует, что электромагнит «Скат» будет по согласованному графику использоваться камерой «Скат» и магнитным искровым спектрометром.

Большие размеры рабочей части электромагнита пузырьковой камеры «Скат» $530 \times 215 \times 150 \text{ см}$ вполне позволяют разместить в нем весь необходимый для этого эксперимента комплекс детекторов, состоящий из: 1) фотоэмульсионного нейтринного детектора с оптическими искровыми камерами системы целеуказания; 2) блока оптических искровых камер магнитного спектрометра;

3) детектора ливней от электронов и γ -квантов; 4) мюонного детектора.

Схема расположения всех детекторов такой установки дана на рис. 9.

Реализация на базе магнита камеры «Скат» усовершенствованной установки для поиска короткоживущих частиц осуществима

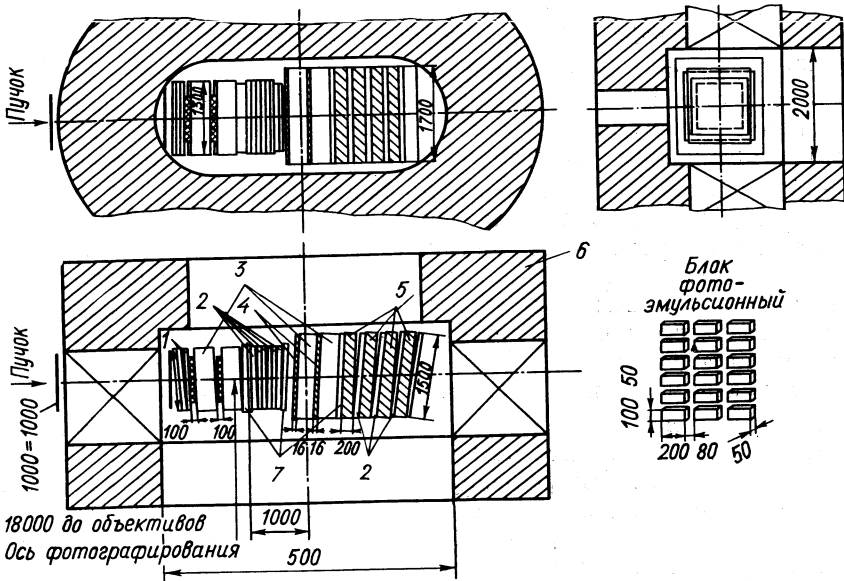


Рис. 9.

1 — сцинтилляционные счетчики; 2 — искровые камеры; 3 — блоки искровых камер с шестнадцатью 1-см промежутками; 4 — медные фильтры; 5 — свинцовые фильтры; 6 — магнит «Скат»; 7 — пропорциональные камеры; 8 — блоки фотоэмульсионные

в сравнительно короткие сроки, если использовать готовые системы установки МИС ОИЯИ.

Следует отметить, что в дальнейшем на увеличенной интенсивности пучка нейтрино за счет создания бустера на ускорителе ИФВЭ на этой установке можно развернуть более широкую программу исследований.

10. ПРОЕКТ РЕКОНСТРУКЦИИ ДВУХМЕТРОВОЙ ЖИДКОВОДОРОДНОЙ ПУЗЫРЬКОВОЙ КАМЕРЫ «ЛЮДМИЛА»

На установке «Людмила» завершены исследования взаимодействий антипротонов с импульсом $22,4 \text{ Гэв/с}$ с протонами. Авторы предложили проект эксперимента с антинейтронами, а несколько позже доказали и принципиальную возможность выполнения

такого эксперимента при импульсе антидейтонов $11,5 \text{ Гэв/с}$. В настоящее время на установку попадает $0,3 \div 0,4$ антидейтона на кадр, адронный фон в пучке отсутствует. Боковой фон будет уменьшен дополнительной защитой, которая будет смонтирована перед камерой.

Исследования предполагается вести в несколько этапов.

Будут изучены $\bar{d}p$ -взаимодействия, так как изучение, например, $\bar{d}d$ -взаимодействий пока технически трудно.

При изучении $\bar{d}p$ -реакций имеется то методическое преимущество, что можно с очень высокой эффективностью наблюдать и измерять антинуклон — спектатор во всех кинематически разрешенных значениях его импульсов. Открываются также возможности исследовать особенности $\bar{n}p$ -взаимодействий.

Проведена очень важная методическая работа по созданию системы расширенной диагностики (РСД) пучка, которая позволила бы транспортировать на камеру такие редкие частицы, как антидейтоны. С помощью РСД пучка в 1977 г. было проведено три методических сеанса, которые позволяют начать облучение камеры антидейтонами в 1978 г.

Следующим этапом использования антидейтонного пучка является, по важности физических задач, исследование $\bar{d}d$ -реакций. Круг проблем здесь очень велик и выгоды определен параметрами камеры. Наибольший интерес представляет изучение аннигиляции антидейтонов с дейтонами. По оценкам, сечение «попарной» (четырехнуклонной) аннигиляции составляет $1 \div 2 \text{ мбарн}$, т. е. эта задача доступна. Готовится к реализации промежуточный вариант — помещение в камеру трекочувствительной мишени, заполненной дейтерием и находящейся в водородном окружении.

Камера с внутренней трекочувствительной мишенью позволяет также вести исследования с регистрацией нейтральных частиц, если мишень будет окружена неон-водородной смесью. Из-за малости t единицы в смеси неон-водород (несколько десятков см) такую камеру можно использовать и для исследований при существенно больших энергиях.

Создание сепарированного пучка \bar{d} , не существующего в настоящее время ни в одной лаборатории мира, позволяет проводить исследования реакций взаимодействия антиядер с веществом.

11. УСТАНОВКА «АЛЬ ФА»

(Исследование структуры амплитуды рассеяния заряженных адронов)

Эксперимент выполняется сотрудниками следующих институтов: ВХТИ (София); ИЯИЯЭ БАН (София); БАНЭ БАН (София); ИЯИ (Варшава); ИЯФ (Краков); ИФВЭ (Серпухов); ЛИЯФ (Гат-

чина); НИИЯФ МГУ (Москва); Университет (Душанбе); ОИЯИ (ЛВЭ, ЛВТА, СНЭО). С помощью спектрометра с пропорциональными и дрейфово-пропорциональными камерами на линии с ЭВМ авторы планируют на ускорителе ИФВЭ провести прецизионные измерения $P^{\pm}p$ -, $K^{\pm}p$ -рассеяния при пяти энергиях $\omega \approx 15 \div 40$ Гэв для определения $\rho_{\pm} = \text{Re } A_N(0)/\text{Im } A_N(0)$ с погрешностью $\Delta\rho \approx 0,01$ (по эффекту кулон-ядерной интерференции); изучение (на статистике 10^6 событий при угловом разрешении $\sim 2-10^{-4}$ рад) структуры дифференциальных сечений упругого рассеяния в диффракционном пике и рассеяния, сопровождающегося фрагментацией протона; измерение инклюзивных спектров и A -зависимости выходов лидирующих адронов.

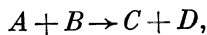
Проблематика этих экспериментов является развитием исследований адронных взаимодействий, успешно начатых в ЛВЭ группой авторов α -проекта.

12. УСТАНОВКА «ФОТОН»

(Исследование процессов рождения e^+e^- -пар и γ -квантов отрицательными пионами, протонами и ядрами на нуклонах и ядрах)

Эксперимент выполняется сотрудниками следующих институтов: Университет (Лодзь); Университет (Бухарест); Университет (Ереван); НИИЯФ МГУ (Москва); МГУ (Москва); ОИЯИ (ЛВЭ; ЛВТА). В настоящее время в ЛВЭ действует крупная многоцелевая установка (установка «Фотон»), предназначенная для исследований в области сильных, электромагнитных и слабых взаимодействий.

Типичными процессами, для исследования которых можно использовать установку являются следующие:



где C — распадается по каналам $\gamma\gamma$, e^+e^- , $\pi^0\gamma$, $2\pi^0$, $3\pi^0$ и т. д. A , B , D — произвольные частицы. Включение в установку магнита позволяет анализировать процессы, в которых генерируются не только γ -кванты, но и заряженные частицы. Установка включает: годоскоп из 90 идентичных черенковских гамма-спектрометров полного поглощения, позволяющий с высокой точностью измерять энергию частиц электромагнитной природы, 32 проволочные искровые камеры размерами 100×100 см с магнитострикционным типом съема информации, 20 годоскопических сцинтилляционных счетчиков и шесть пропорциональных камер размерами 15×15 см. Установка работает «на линии» с ЭВМ типа HP2116B и полностью автоматизирована.

Обработка полученной информации, которая записывается на магнитную ленту, производится по программам геометрической и энергетической реконструкции с помощью ЭВМ CDC-6500.