

1000

А  
И  
В  
У  
Д

ОБЪЕДИНЕННЫЙ  
ИНСТИТУТ  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ

РО - 3410

сЗм  
0-292

# О Т Ч Е Т

о деятельности

Объединенного института

ядерных исследований

в 1966 году

Объединенный институт  
ядерных исследований  
БИБЛИОТЕКА

ДУБНА

1967

с. ф. 2066

## ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОБЪЕДИНЕННОГО ИНСТИТУТА ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Объединенный институт ядерных исследований имеет своей целью:

обеспечение совместного проведения теоретических и экспериментальных исследований в области ядерной физики учеными государств – членом Института;

содействие развитию ядерной физики в государствах – членах Института путем обмена опытом и достижениями в теоретических и экспериментальных исследованиях;

поддержание связи с заинтересованными национальными и международными научно-исследовательскими и другими организациями в деле развития ядерной физики и изыскания новых возможностей мирного применения атомной энергии;

содействие всестороннему развитию творческих способностей научно-исследовательских кадров государств – членом Института.

Всею своею деятельностью Институт будет содействовать использованию ядерной энергии только для мирных целей на благо всего человечества.

Устав ОИЯИ, глава VII

■ I. ПЛАН  
ОБЪЕДИНЕННОГО ИНСТИТУТА  
ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ  
НА 1966 ГОД

Научно-исследовательская, методическая и научно-организационная деятельность Объединенного института ядерных исследований в 1966 году проводилась в соответствии с планами, утвержденными Ученым советом ОИЯИ на его XIX сессии:

- планами научно-исследовательских и методических работ лабораторий;
- планом сотрудничества и совместных работ, проводимых ОИЯИ и институтами стран-участниц;
- планом поездок сотрудников ОИЯИ в страны-участницы.

При утверждении планов научно-исследовательских и методических работ лабораторий Ученый совет отметил как наиболее важные следующие направления:

#### Лаборатория высоких энергий

1. Исследования упругих взаимодействий частиц больших энергий.
2. Исследования радиационных эффектов в распадах резонансов.
3. Исследования редких типов распадов К-мезонов.
4. Получение экспериментальных материалов на 2-метровой пропановой и 1-метровой водородной пузырьковых камерах.
5. Подготовка к проведению исследований на 70-Гэвном ускорителе в ИФВЭ (Серпухов).
6. Разработка систем автоматизации обработки экспериментальных данных с пузырьковых и искровых камер; внедрение в практику исследовательских работ аппаратуры, работающей на линии с электронными вычислительными машинами.
7. Создание измерительного центра лаборатории.
8. Продолжение работ по усовершенствованию синхрофазотрона.

## Лаборатория

## высоких

## энергий

Основным содержанием деятельности Лаборатории высоких энергий в 1966 году были интенсивные совместные с лабораториями стран-участниц Института научные исследования на пучках частиц от синхрофазотрона с целью получения оригинальных научных результатов в традиционных для ЛВЭ областях физики элементарных частиц.

### Исследование свойств амплитуды рассеяния элементарных частиц

1.  $p$ -рассеяние в области малых углов изучено по протонам отдачи при импульсах 3,48 и 6,13 Гэв/с с помощью камеры Вильсона, работающей в специальном режиме. Измерения проведены в области передач импульсов, где  $1,22 \cdot 10^{-3} \leq -t \leq 4,22 \cdot 10^{-3}$  Гэв/с (рис. 3). По эффекту

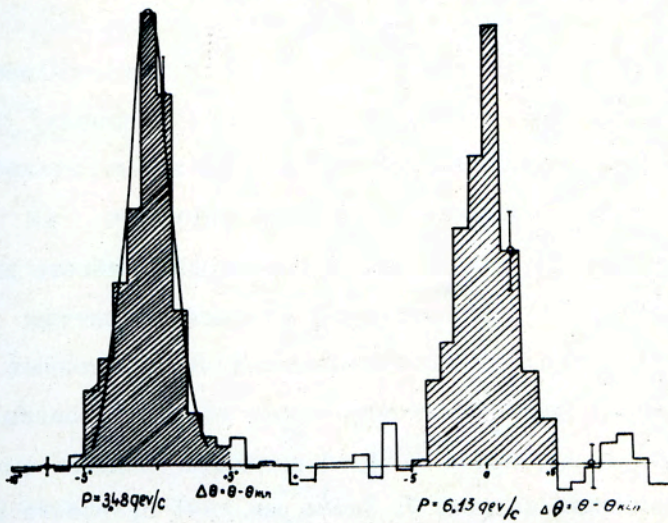


Рис. 3. Распределение протонов отдачи по отклонению от кинематики.

интерференции кулоновского и ядерного рассеяний была определена вещественная часть амплитуды упругого  $\pi^-p$ -рассеяния. Анализ по формуле Бете дает  $a = \text{Re } A / \text{Im } A = -(0,18 \pm 0,06)$  при 3,48 Гэв/с и  $a = -(0,22 \pm 0,11)$  при 6,13 Гэв/с. Экспериментальные данные согласуются с расчётами, выполненными В.С.Барашенковым, а также Г.Холером на основе дисперсионных соотношений (рис. 4).

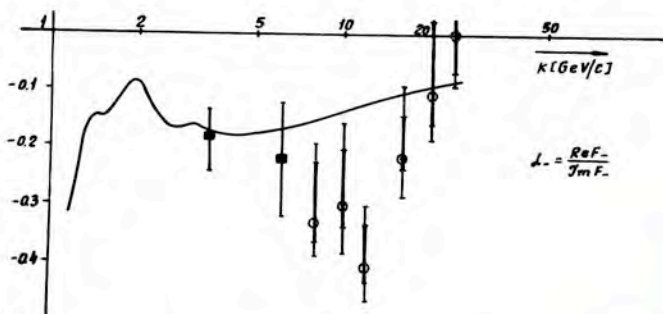


Рис. 4. Вещественная часть амплитуды упругого  $\pi^-p$ -рассеяния (■-данные ЛВЭ).

В диапазоне энергий 2–7 Гэв/с эти данные являются единственными в мировой литературе и имеют большое значение для понимания основных свойств пион-нуклонного взаимодействия в рамках теории дисперсионных соотношений.

Этим же методом проводятся измерения сечения рассеяния  $\pi^-$ -мезонов на гелии.

2. Закончено исследование упругого рассеяния протонов на дейтронах при энергии 2, 4, 10 Гэв. Одновременно проводилась обработка результатов, полученных в странах-участниках: БНР, ДРВ, МНР и ЧССР. В связи с большим потоком информации (всего набрано 300 тысяч случаев упругого рассеяния) была создана программа обработки спектров дейтронов отдачи на вычислительной машине. Рис. 5 представляет дифференциальное сечение упругого  $pd$ -рассеяния. Статистическая точность измерений 3–4%. Абсолютная точность измерений 7%. На рис. 6 приведены данные о реальной части ядерной амплитуды  $pd$ -рассеяния. Эти значения сравниваются с предсказаниями дисперсионных соотношений (вычисления Ю.С.Вернова). Была проведена также обработка данных с помощью модели Франко-Глаубера, в результате которой выявлена реальная часть амплитуды  $pd$ -рассеяния, показанная на рис. 7. Здесь же дано сравнение с вычислениями по дисперсионным соотношениям. Получена энергетическая зависимость формы дифракционного конуса: наклон  $b$  (показатель экспоненты) (рис. 8).

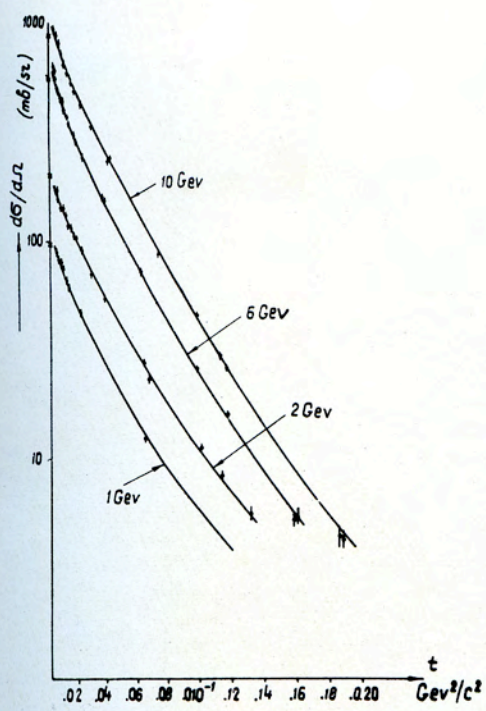


Рис. 5. Дифференциальное сечение  $pd$ -рассеяния.

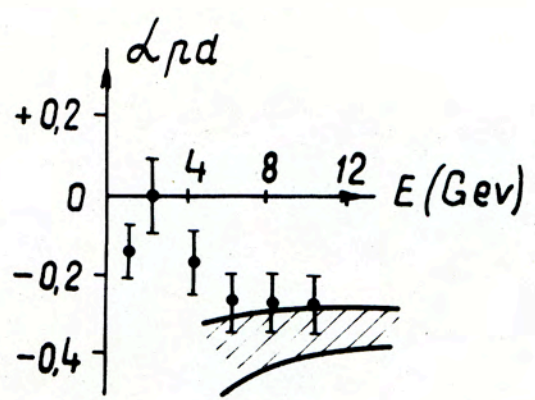


Рис. 6. Вещественная часть амплитуды  $pd$ -рассеяния на углы, близкие к  $0^\circ$ . Заштрихованная область соответствует коридору ошибок в вычислениях по дисперсионным соотношениям.

Рис. 7. Вещественная часть амплитуды  $pp$ -рассеяния вблизи  $0^\circ$ . Сплошная кривая - расчёты по дисперсионным соотношениям.

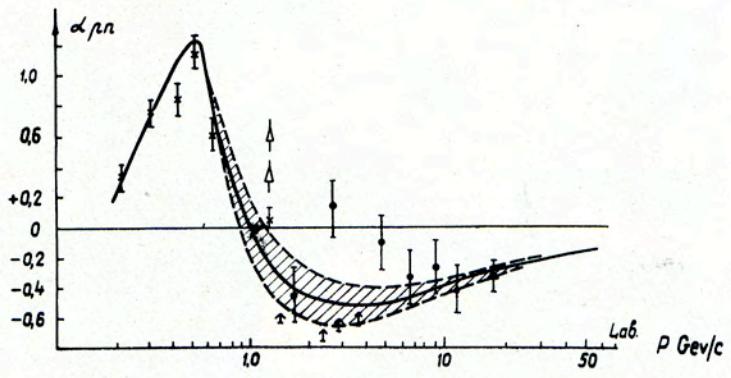
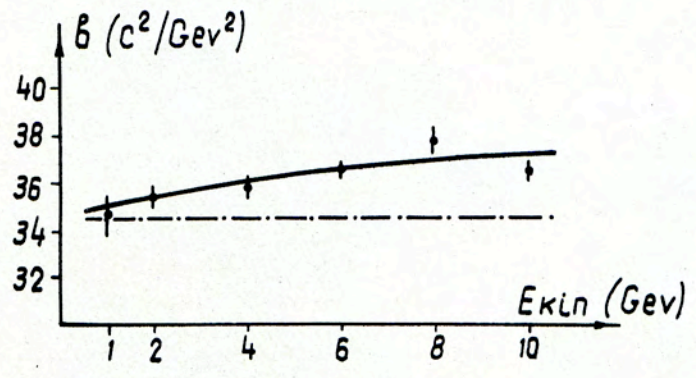


Рис. 8. Энергетическая зависимость формы (параметра наклона) дифракционного конуса  $pd$ -рассеяния.







Впервые на основе обработки этих данных показано, что дифракционный конус  $p^d$ -рассеяния сужается с ростом энергии. Реальная часть амплитуды  $p^d$ -рассеяния получена на основании измерения дифференциального сечения упругого рассеяния в кулоновской области углов.

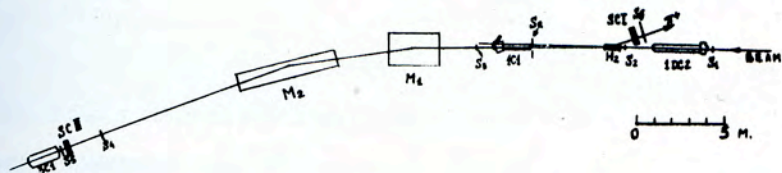
Отметим, что все работы по  $p^d$ -рассеянию уникальны. Других аналогичных измерений в этой области углов и энергий пока нет.

### 3. Д и ф ф е р е н ц и а л ь н ы е с е ч е н и я у п р у г о г о

$\pi^+p$ -рассеяния назад ( $\theta = 173 - 174^\circ$ ) были измерены при 13 значениях импульса  $\pi^+$ -мезонов в интервале 2,06 - 4,70 Гэв/с. Схема установки приведена на рис. 10. Пучок положительных частиц с разбросом импульсов  $\frac{\Delta p}{p} = \pm 1\%$ , сформированный с помощью четырех квадрупольных линз и магнита, падал на жидководородную мишень длиной 50 см. Газовый дифференциальный черенковский счётчик выделял в этом пучке  $\pi^+$ -мезоны. Протоны отдачи от упругого  $\pi^+p$ -рассеяния, вылетающие под углом  $1,9^\circ$  к направлению пучка, попадали в магнитный спектрометр из двух сильнофокусирующих магнитов с общей длиной магнитной дорожки 4,5 м. Вблизи фокуса магнитного спектрометра помещалась искровая камера SCII, с помощью которой определялся импульс протонов отдачи. Два газовых пороговых черенковских счётчика, 1C1 и 3C1, служили для уменьшения фона  $\pi^+$ -мезонов. Для этой же цели служил и счётчик  $S_R$ , в отверстие которого проходили протоны отдачи. Рассеявшийся назад  $\pi^+$ -мезон детектировался сцинтилляционным счётчиком  $S_7$  и искровой камерой SCI. Искровые камеры запускались сигналом  $S_1 + 1DC2 + S_2 + S_6 + S_3 + S_4 + S_5 - 1C1 - 3C1 - S_R$ .

◀ Рис. 9. Магнитный спектрометр для изучения упругого  $\pi^+p$ -рассеяния назад. Физик-экспериментатор А.С.Вовенко проверяет правильность установки счётчика на пучке.

Рис. 10. Схема установки для измерения  $\pi^+p$ -рассеяния назад.



Всего было получено около 5000 фотографий, по которым с помощью ряда критериев надежно отделялись случаи упругого  $\pi^+p$ -рассеяния назад. Было

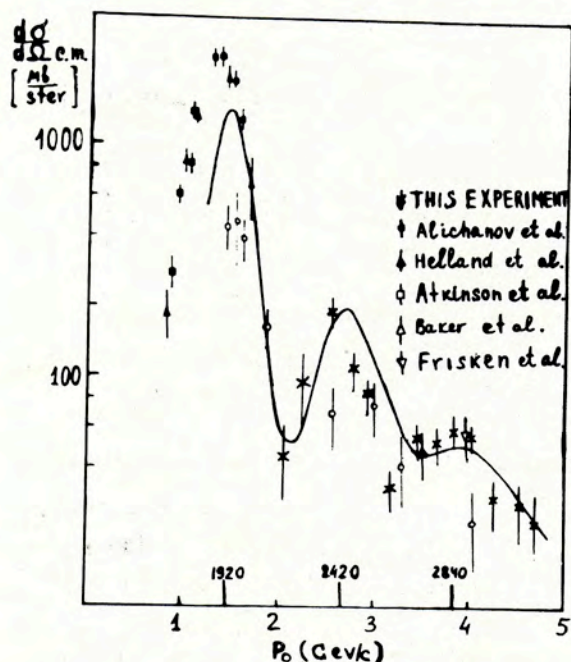


Рис. 11. Дифференциальное сечение  $\pi^+p$ -рассеяния назад.

найдено 372 таких события. После внесения ряда поправок были определены величины дифференциальных сечений, приведенные на рис. 11. Как видно из рисунка, в зависимости сечений от энергий имеются два чётких максимума при энергиях, соответствующих образованию барионных резонансов  $\Delta(2420)$  и  $\Delta(2840)$ . Обнаружение этих максимумов дало возможность установить чётности этих резонансов. Они оказались положительными. Это позволяет нанести изобары  $\Delta(2420)$  и  $\Delta(2840)$  на одну прямую траекторию Редже, проходящую через изобары  $\Delta(1238)$  и  $\Delta(1924)$ . Измерение энергетической зависимости дифференциальных сечений упругого  $\pi^+p$ -рассеяния назад в области импульсов выше 2 Гэв и установление структуры в этой зависимости произведено впервые.

4. Завершен эксперимент по изучению упругого  $\pi^-p$  рассеяния на углы  $\approx 180^\circ$  при импульсах первичных  $\pi^-$ -мезонов 4; 5; 6 и 7 Гэв/с. Работа была выполнена с помощью бесфил-

мовых искровых камер. Схема эксперимента показана на рис. 126. Система запуска включала в себя 11 сцинтилляционных счётчиков и один пороговый черенковский счётчик. Импульсный спектрометр, использовавшийся для отделения эффекта от фона, включал в себя четыре проволочных искровых камеры и анализирующий магнит. Съём информации с этих камер производился с помощью ферритовых колец аналоговым способом. Для измерений угла рассеяния использовалась система из двух проволочных искровых камер со съёмом информации с помощью магнитострикционной линии. Информация со счётчиков, а также цифровая информация с искровых камер регистрировалась на 13-канальной пересчётной системе с выводом на цифropечатающую установку.

Всего через установку было пропущено около  $2 \cdot 10^9$  первичных  $\pi^-$ -мезо-

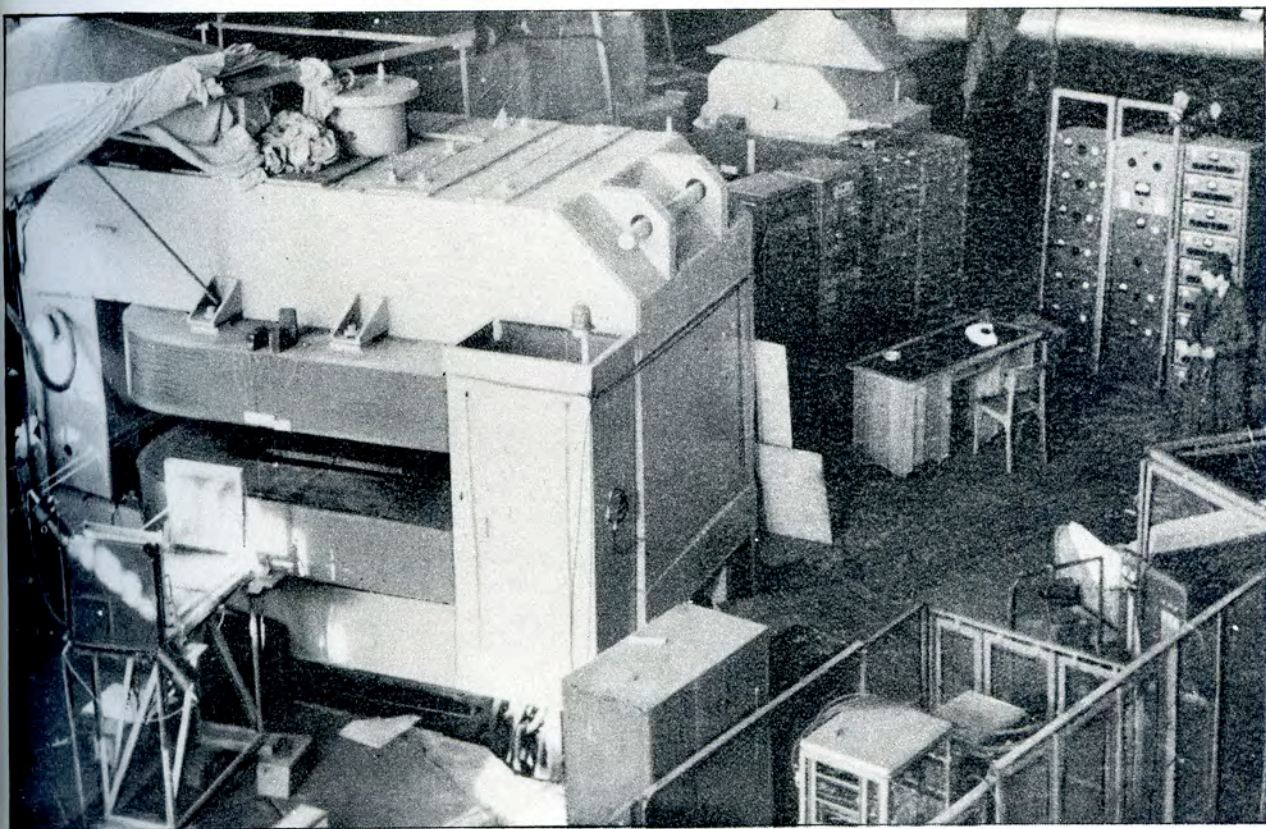


Рис. 12а. Магнитный спектрометр экспериментальной установки для исследования  $\pi^-$ -рассеяния назад.

нов. Тщательный анализ зарегистрированных событий и условий эксперимента показал, что систематические ошибки в найденных величинах дифференциальных сечений упругого  $\pi^-p$ -рассеяния на угол  $\approx 180^\circ$  не превышают 10%. На рис. 13 приведены результаты в сравнении с данными, полученными в других лабораториях. Точка при импульсе 4,0 Гэв/с хорошо согласуется с результатами Аргонской лаборатории (США). Исследования, выполненные в ЛВЭ при

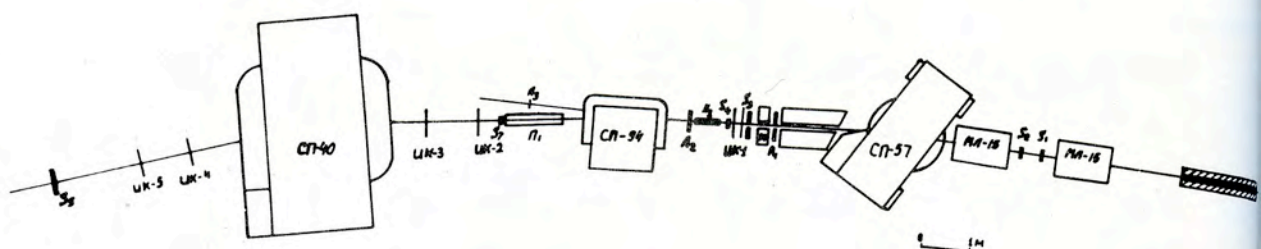


Рис. 12 б. Схема эксперимента для исследования  $\pi^-p$ -рассеяния назад.

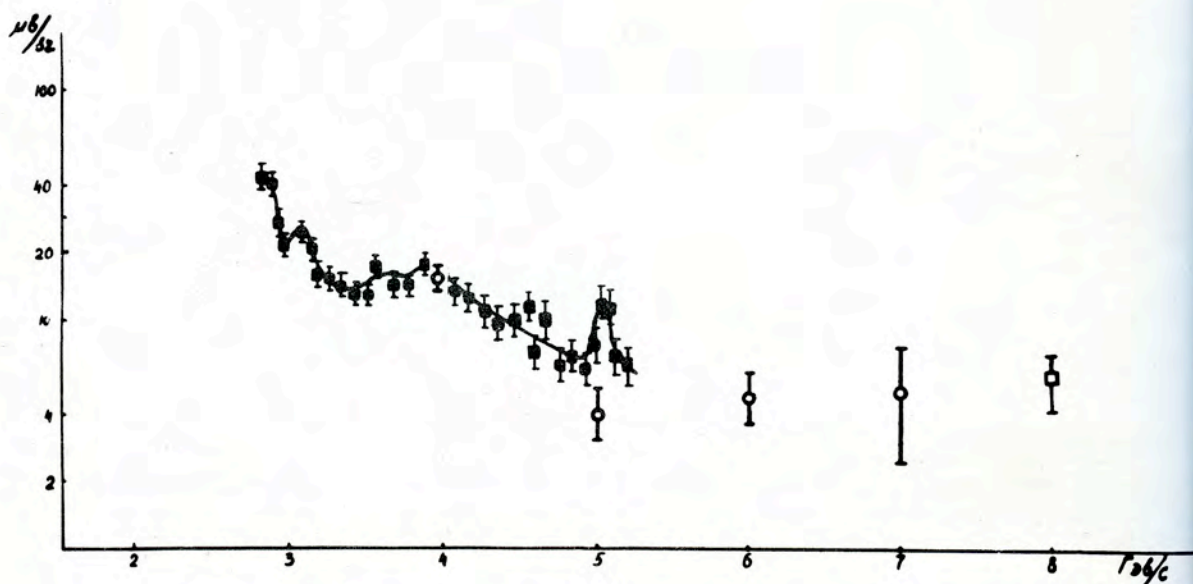


Рис. 13. Дифференциальное сечение  $\pi^-p$ -рассеяния назад.

5,0 Гэв/с, по-видимому, не подтверждают наличия узкого резонанса в  $\pi^-p$ -системе при импульсе 5,1 Гэв/с. Общий ход дифференциального сечения изучаемого процесса в зависимости от импульса первичного  $\pi^-$ -мезона, полученный в работе, согласуется с данными Брукхейвенской лаборатории (США) при импульсе 8 Гэв/с и, по-видимому, может быть описан в терминах модели полюсов Редже.

Исследование радиационных эффектов в распадах резонансов

1. Сечения образования  $e^+e^-$ -пар в реакции  $x$ :

$$p + \omega, \quad \omega \rightarrow e^+e^-, \quad (1)$$

$$\pi^- + p \rightarrow p + \rho, \quad \rho \rightarrow e^+e^-, \quad (2)$$

$$p + \phi, \quad \phi \rightarrow e^+e^- \quad (3)$$

измерены с помощью запущенной за короткий срок двухканальной системы совместно работающих искровых камер и черенковских  $\gamma$ -спектрометров (рис. 14).

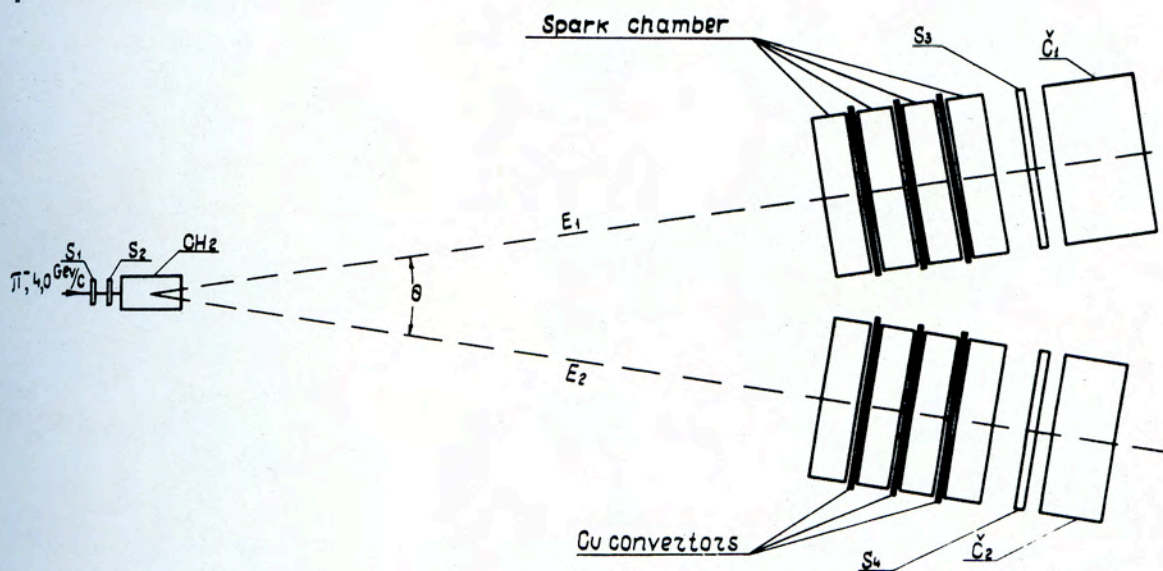
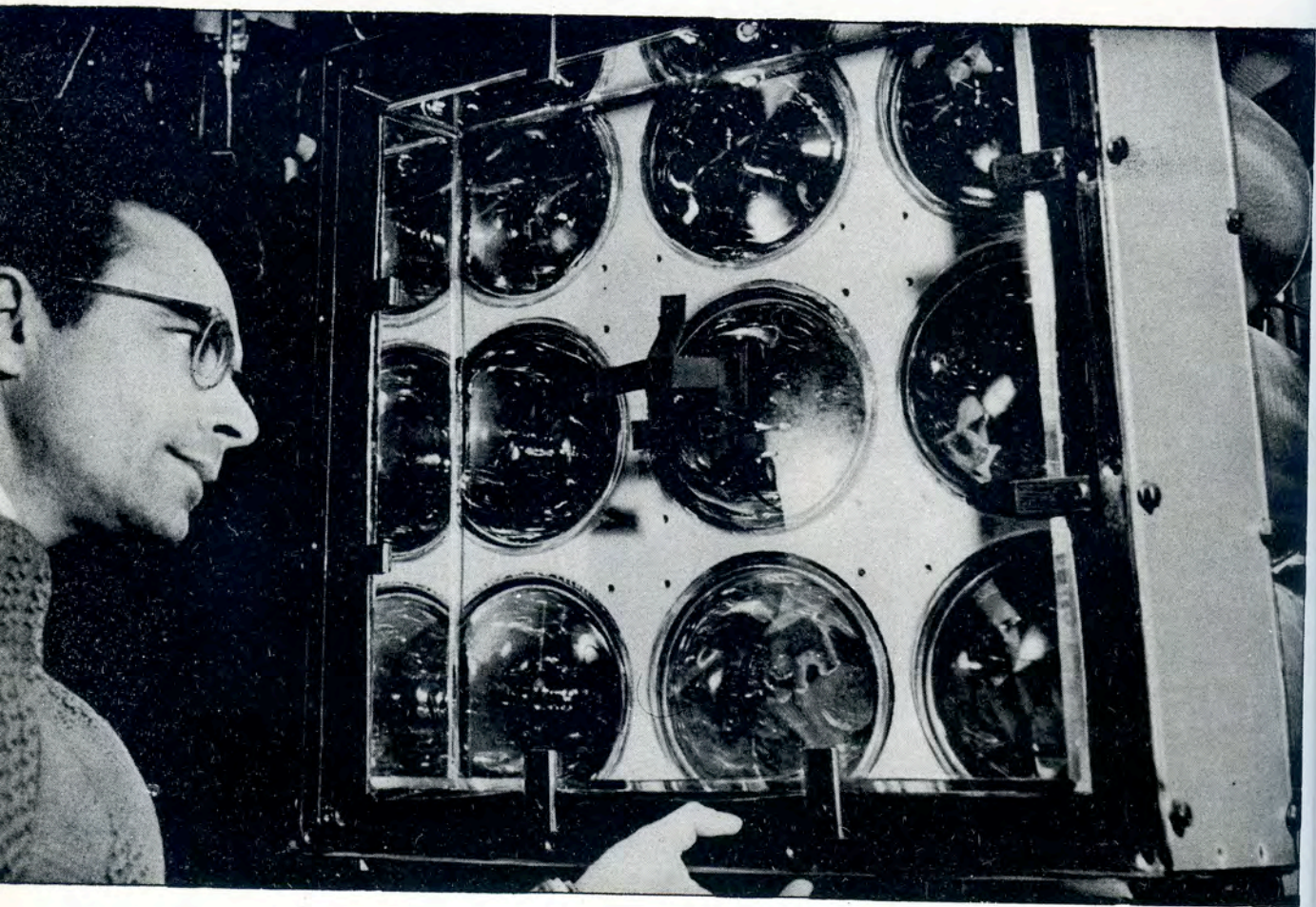
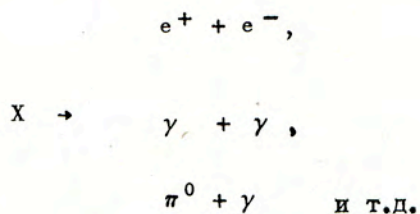


Рис. 14. Схематический чертеж установки, предназначенной для исследования лептонных распадов векторных мезонов. Установка представляет собой двухканальную систему совместно работающих искровых камер и черенковских гамма-спектрометров.

*Рис. 15. Установка, состоящая из искровых камер и черенковских счётчиков полного поглощения, используется для изучения электромагнитных распадов. Система позволяет измерить угол и энергию частиц-продуктов распада и получить распределение по эффективным массам.  
На снимке: руководитель группы М.Н.Хачатурян готовит черенковские счётчики к эксперименту.*



Использованный метод давал возможность измерять как углы вылета частиц, так и их энергии, что позволяло не только находить угловые распределения, но и вычислять эффективную массу распадающейся частицы. Обеспечивалась высокая чувствительность аппаратуры к частицам ливневой природы. Кроме того, можно было одновременно исследовать процессы:



в широком диапазоне эффективных масс, что позволило измерить относительные вероятности распадов и более надежно оценить вклад фоновых событий.

В эксперименте мезоны генерировались отрицательными  $\pi^-$ -мезонами с импульсом 4,0 Гэв/с в водородной мишени длиной 50 см. Было получено около 20 000 фотографий, на которых отобрано 25 событий (рис. 16,17). Эти

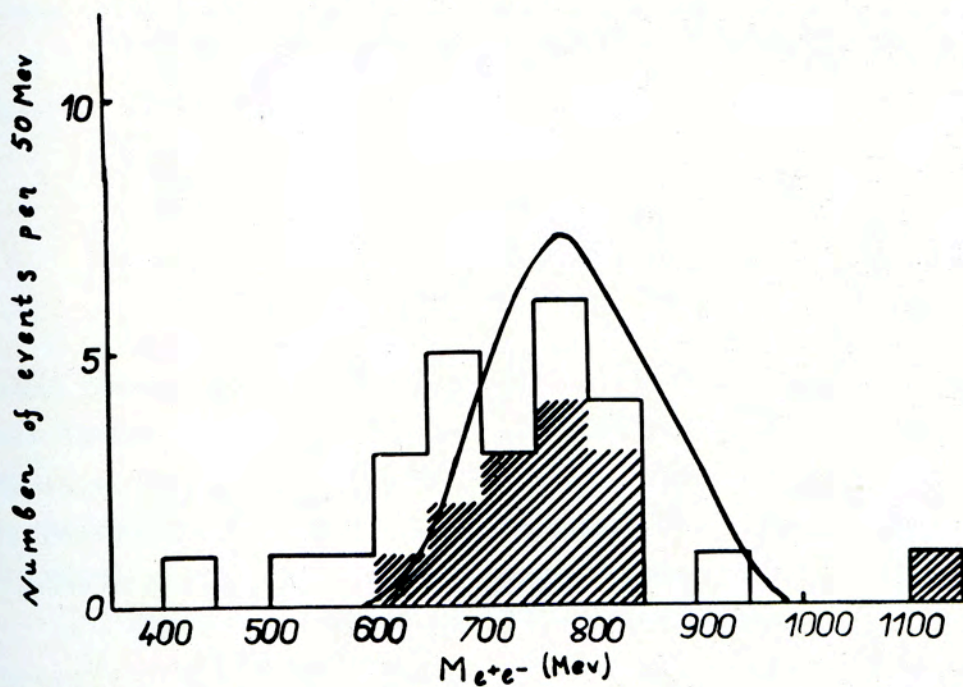


Рис. 16. Распределение по эффективным массам для  $e^+e^-$ -событий. События, идентифицированные как распады  $\rho^-$ ,  $\omega^-$  и  $\phi^-$ -мезонов, на рисунке заштрихованы.



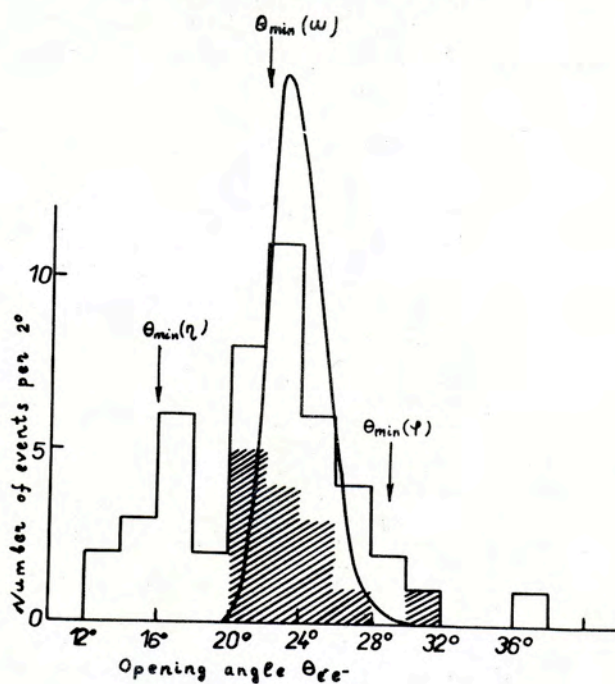


Рис. 17

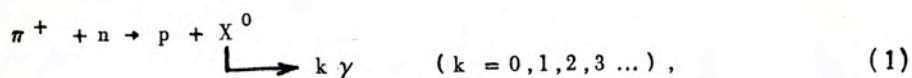
Угловое распределение для  $e^+e^-$  событий. Сплошная кривая представляет собой теоретическую кривую, рассчитанную методом Монте-Карло для распадов  $\omega \rightarrow e^+e^-$ . События, идентифицированные как распады  $\rho^-$ ,  $\omega^-$  и  $\phi$ -мезонов, на рисунке заштрихованы.

события затем анализировались кинематически. В результате только 13 из них были идентифицированы как  $e^+e^-$ -распады  $\rho^-$ ,  $\omega^-$ -мезонов и одно событие - как распад  $\phi \rightarrow e^+e^-$ . Полученные данные позволяют определить парциальную ширину распадов (1) - (3). С учетом эффективности аппаратуры и сечений образования  $\rho^-$ ,  $\omega^-$  и  $\phi$ -резонансов получаем:

$$\frac{\Gamma(\omega, \rho \rightarrow e^+e^-)}{\Gamma_{\text{полн.}}} = (1,2 \pm 0,4) \cdot 10^{-4} ; \frac{\Gamma(\phi \rightarrow e^+e^-)}{\Gamma_{\text{полн.}}} \leq 0,7 \cdot 10^{-3}.$$

2. Исследования с помощью ксеноновой пузырьковой камеры, облученной сепарированием пучком  $\pi^-$ -мезонов с импульсом 2,34 Гэв/с. Работа ведется в сотрудничестве с лабораториями ВНР и ПНР.

При просмотре отбирались такие события, которые соответствовали квази-свободным взаимодействиям  $\pi^+$ -мезона с нуклоном:



Просмотрено 270 000 из 360 000 фотографий. На них найдено 2500 событий типа (1) и 4000 событий типа (2).

На основании измерения 573 событий типа (1) с останавливающимся протоном получены следующие результаты. Отношение числа  $\eta^0$ -мезонов, распадающихся на  $2 \gamma$ -кванта, к числу нейтральных пионов, образующихся в реакции (1), равно

$$R = \frac{N(\eta^0 \rightarrow 2\gamma)}{N(\pi^0)} = (12,1 \pm 4,0) \% .$$

На рис. 18 дано распределение по эффективным массам  $M_{\gamma\gamma}$ , а на рис. 19 - распределение по углам разлета  $\gamma$ -квантов  $\theta_{\gamma\gamma}$  (в лабораторной системе координат) случаев типа (1) с двумя  $\gamma$ -квантами.

В распределении  $M_{k\gamma}$  анализировались случаи с  $2\pi^0$  и  $\pi^0\gamma\gamma$ . На рис. 20 приведены данные для событий с двумя  $\pi^0$ , а на рис. 21 - для событий с  $\pi^0\gamma\gamma$ . Сплошная кривая на рис. 17 - кривая фазового объема для реакции типа  $\pi^0 + n \rightarrow \pi^0 + \pi^0 + p$ . Фоновая кривая рассчитана по методу Монте-Карло. В распределении имеются максимумы:

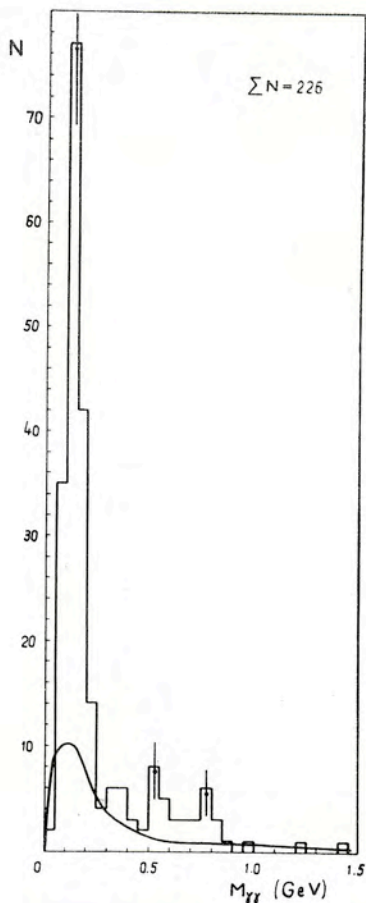


Рис. 18. Распределение эффективных масс  $M_{\gamma\gamma}$  для событий типа  $\pi^+ + p_{xe} \rightarrow p + \gamma + \gamma$ .

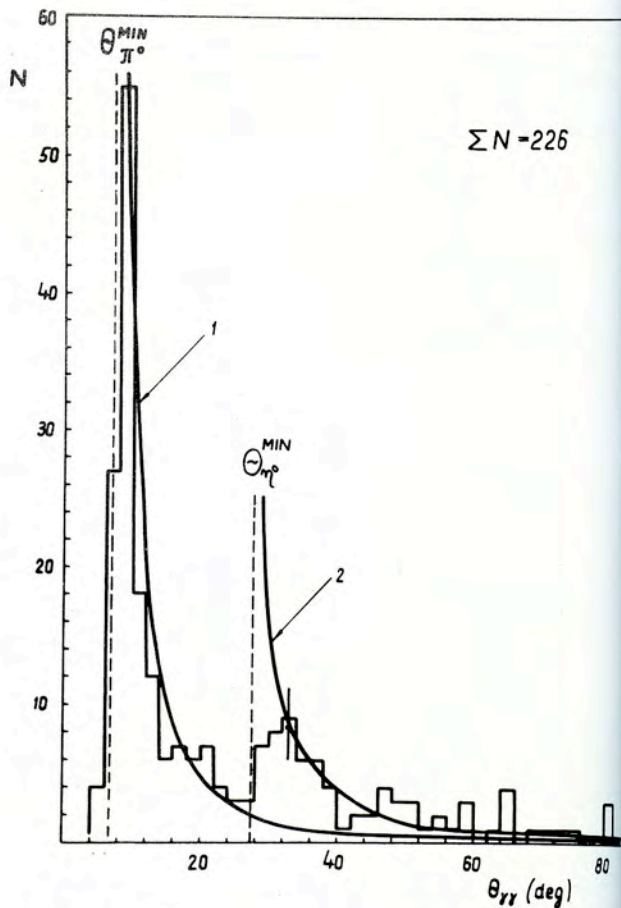


Рис. 19. Распределение событий типа  $\pi^+ + p_{xe} \rightarrow p + \gamma + \gamma$  по углу  $\theta_{\gamma\gamma}$ .

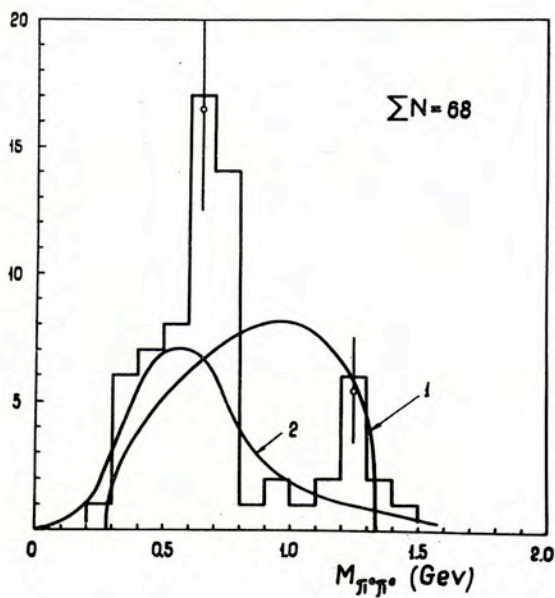


Рис. 20. Распределение эффективных масс  $M_{\pi^0\pi^0}$  для событий типа  $\pi^+ + p_{xe} \rightarrow p + \pi^0 + \pi^0$ .

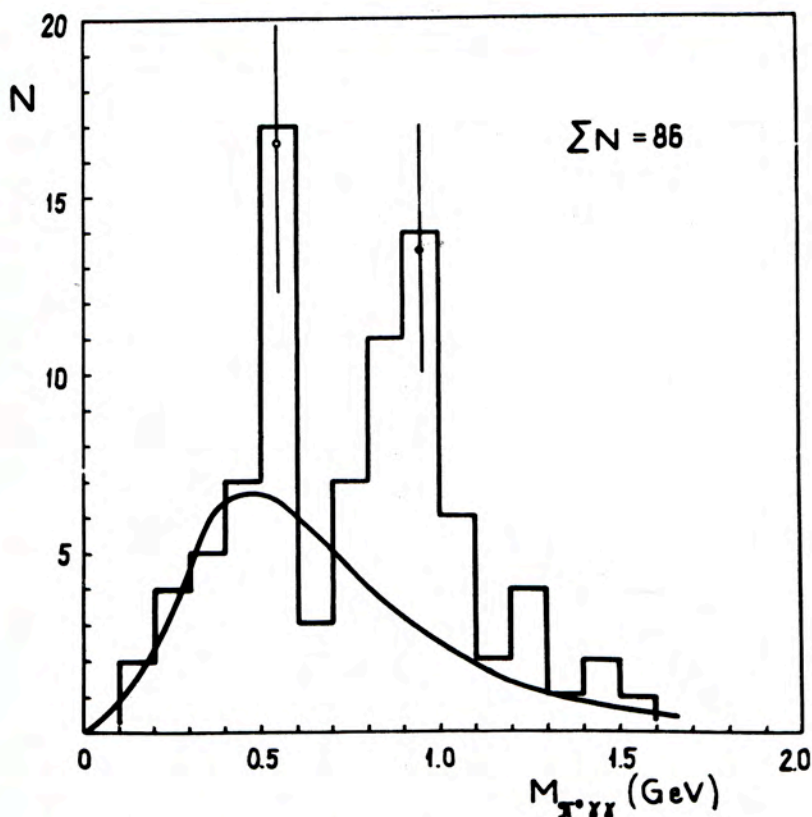


Рис. 21. Распределение эффективных масс  $M_{\pi^0 \gamma \gamma}$  для событий типа  $\pi^+ + p_{\text{хв}} \rightarrow p + \pi^0 + \gamma \gamma$ .

$$\begin{aligned}
 M_{\pi^0 \gamma \gamma} &= 560 \pm 16 \text{ МэВ} && (12 \text{ случаев}), \\
 M_{\pi^0 \gamma \gamma} &= 945 \pm 24 \text{ МэВ} && (21 \text{ случай}), \\
 M_{\pi^0 \pi^0} &= 709 \pm 18 \text{ МэВ} && (20 \text{ событий}), \\
 M_{\pi^0 \pi^0} &= 1250 \pm 30 \text{ МэВ} && (7 \text{ событий}).
 \end{aligned}$$

Если считать, что максимум  $M_{\pi^0 \gamma \gamma} = 560 \text{ МэВ}$  соответствует  $\eta^0$ , то

$$R = \frac{\eta \rightarrow \pi^0 \gamma \gamma}{\eta \rightarrow \gamma \gamma} = 0,86 \pm 0,47. \text{ Для случаев с шестью } \gamma \text{ - кван-}$$

тами можно найти верхнюю границу отношения, равную

$$R = \frac{\eta \rightarrow \pi^0 \pi^0 \pi^0}{\eta \rightarrow \gamma + \gamma} \leq 0,42.$$

Максимум  $M_{\pi^0 \pi^0} = 1250 \text{ МэВ}$  можно отождествить с  $f^0 \rightarrow \pi^0 \pi^0$ , а максимум  $M_{\pi^0 \pi^0} = 709 \text{ МэВ}$  — сопоставить  $S^0$ -мезону, существование которого до сих пор твердо не установлено. Интерпретация максимума

$M_{\pi^0 \gamma \gamma} = 945 \text{ МэВ}$  встречает затруднения. Если приписать его  $\chi^0$ , то

кажется странным наличие большого числа зарегистрированных случаев. Вероятно, часть этих случаев принадлежит нейтральной компоненте  $\delta$ ,

В событиях с числом  $\gamma$ -квантов больше четырех также вычислялись комбинации эффективных масс  $M_{2\gamma}$ ,  $M_{3\gamma}$ ,  $M_{4\gamma}$  и т.д. Можно сделать лишь качественное заключение, а именно: распад  $\eta \rightarrow 3\pi$  — очень редкий вид распада.

Помимо перечисленных работ, этой же группой завершена обработка снимков, сделанных в ксеноновой камере, облученной  $\pi^-$ -мезонами с импульсом 9 Гэв/с. Обнаружен распад  $\omega^0 \rightarrow 3\gamma$ , причём оценка отношения вероятностей этого процесса и распада  $\omega \rightarrow \pi^0\gamma$  дает

$$R = \frac{W(\omega^0 \rightarrow 3\gamma)}{W(\omega^0 \rightarrow \pi^0 + \gamma)} \leq 0,2 + 0,15.$$

3. Получены данные о существовании  $\Lambda\eta^0$ -резонанса, образующегося в  $\pi^-p$ -взаимодействиях при 4,0 Гэв/с. Образование  $\Lambda\eta^0$ -резонанса наблюдалось при анализе случаев, в которых совместно с  $\Lambda$ -гипероном регистрировалась хотя бы одна электронно-позитронная пара от конверсии  $\gamma$ -кванта, генерированного в том же взаимодействии. Данные об угловом распределении  $\Lambda$ -гиперонов, взятых из области резонансов в системе покоя  $\Lambda\gamma$ , указывают на то, что спин  $\Lambda\eta^0$ -резонанса равен 1/2.

В настоящее время этот резонанс получил общее признание и занесен в таблицы элементарных частиц А.Розенфельда. Вместе с данными работ, в которых доказывалось существование других  $\eta^0$ -барионных резонансов ( $N\eta$ ,  $\Sigma\eta$ ).

$\Lambda\eta^0$ -резонанс может быть членом октета  $J^P = 1/2$ . Кроме указанных резонансов, должен существовать  $\Xi\eta$ -резонанс с теми же квантовыми числами.

Работа ведется совместно с румынскими физиками.

4. Процесс  $e^- + z \rightarrow e^- + e^+ + e^- + z$  при средней энергии электронов 2,4 Гэв изучался на материале с пропановой пузырьковой камеры. Получено сечение процесса с 30%-ной ошибкой. Показано, что если изучать это взаимодействие с помощью водородной камеры, то точность определения сечения можно получить равной  $\pm 5\%$ . Делается сопоставление с расчётами по квантовой

электродинамике. Методика выделения этого процесса была предложена и разработана Я.Бэмом. Ранее процесс был изучен при малых энергиях и с большими ошибками, давалась только граница сечения.

5. Исследование реакций  $\pi^- + p \rightarrow \pi^+ + \pi^- + \pi^0 + n$  и  $\pi^- + p \rightarrow 2\pi^+ + 2\pi^- + \pi^0 + n$  при импульсе 4 Гэв/с. В этих реакциях участвуют 2 нейтральных частицы. По двум  $\gamma$ -квантам выделялись  $\pi^0$ -мезоны с ошибкой  $\frac{\Delta m}{m} \leq 12\%$ . Сделано разделение по каналам реакции с одним и двумя  $\pi^0$ -мезонами. Найдены величины сечений

$$\sigma_{(1\pi^0)} = 3,8 \pm 0,7 \text{ мбн и}$$

$$\sigma_{(2\pi^0)} = 3,6 \pm 0,3 \text{ мбн.}$$

Подробно изучена реакция с  $2\pi^0$ , причём показано, что в реакции  $\pi^- + p \rightarrow 2\pi^+ + 2\pi^- + 2\pi^0 + n$  сечения процессов с образованием  $\omega, \rho, \eta$  малы ( $\sigma \leq 0,2$  мбн). Получено указание об образовании изобар  $N(1688)$  и  $N(2180)$ .

6. Изучение образования  $e^+e^-$  пар  $\gamma$ -квантами больших энергий показало, что радиационная поправка в процессе  $\gamma + z \rightarrow e^+ + e^- + z'$  составляет  $< 3\%$ . Имеется согласие с теорией для тормозного излучения электронов.

7. Реакция  $\pi^- + p \rightarrow \pi^- + p + \pi^0$  при 4 Гэв/с изучалась на материале 126000 фотографий. Отобрано 498 случаев с протонами, имеющими импульсы меньше 500 Мэв/с. Удалось при анализе выделить группу водородных и углеродных событий, группы с двумя и тремя квантами при одном зарегистрированном. Получено хорошее определение массы  $\pi$ -мезона и указание на образование  $\eta^0$ -мезона, распадающегося по нейтральному каналу, но не на 2  $\gamma$ -кванта.

Резонансные взаимодействия элементарных частиц

1. Завершено облучение 4-сантиметровой пузырьковой камеры в пучке  $\pi^+$ -мезонов с импульсом 2,4 Гэв/с. Сделано 200000 фотографий. Ведется исследование процесса рождения  $\rho^+$ -мезона и изобары  $N_{33}^*$  и изучение свойств  $A_1$ -мезона. Для реакций

$$\pi^+ + p \rightarrow \rho^+ + p \quad \text{и} \quad \pi^+ + p \rightarrow N_{33}^* + \pi^+$$

были определены элементы спиновой матрицы плотности. На рисунках 22 и 23 представлены распределения по эффективным массам для  $\pi^+ \pi^0$  и  $\pi^+ p$ -систем, соответственно. В табл. I даны значения  $\rho$  коэффициентов

спиновой матрицы плотности, найденные в работе. Для сравнения приведены теоретические данные по двум моделям и данные других работ при близких энергиях.

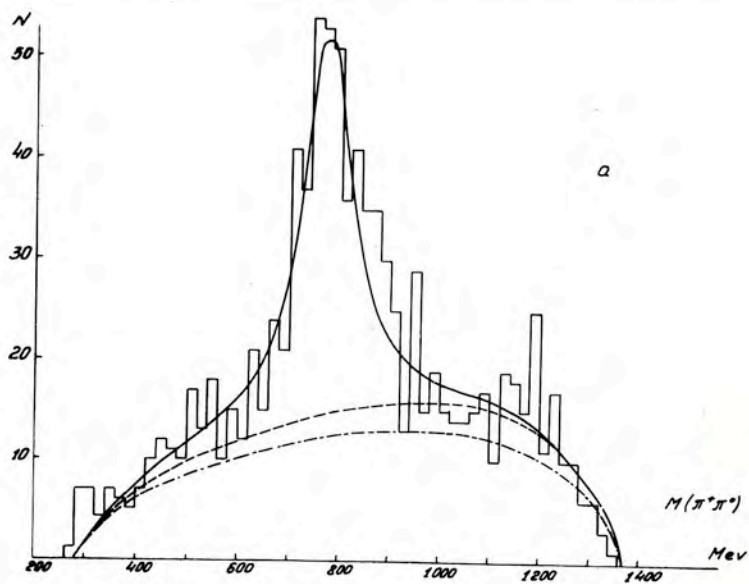


Рис. 22. Распределение по эффективным массам  $\pi^+ \pi^0$ -комбинаций. Штрих-пунктирная кривая - фазовый объем для  $M_{\pi^+ \pi^0}$ , пунктирная - фазовый объем плюс проекция изобары  $N_{3/2}^* 3/2$ . Сплошная кривая - фазовый объем, проекция изобары и проекция  $\phi^+$ -мезона.

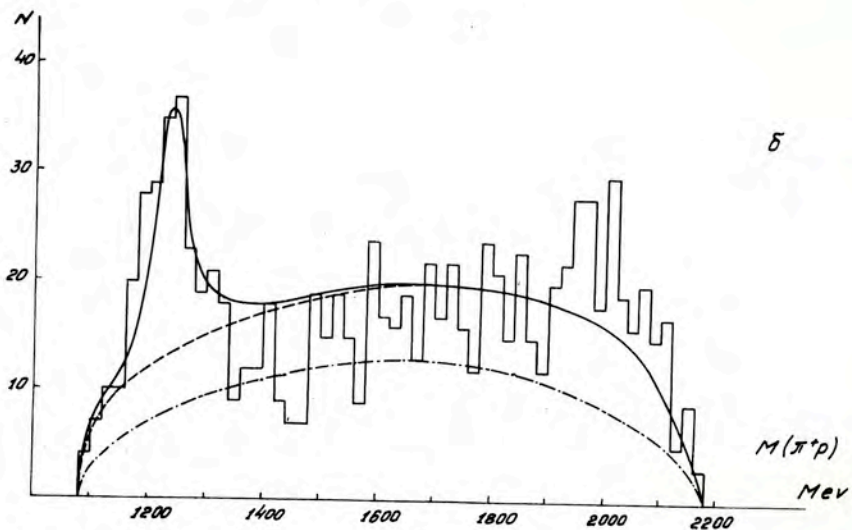


Рис. 23. Распределение по эффективным массам  $\pi^+ \rho^-$ -комбинаций. Штрих-пунктирная кривая - фазовый объем, пунктирная - фазовый объем плюс проекция  $\rho^-$ -мезона, сплошная - фазовый объем, проекция  $\phi^-$ -мезона и проекция изобары  $N_{3/2}^* 3/2$ .

Таблица 1

$p_{\pi}$ Гэв/с	$\pi^+ p \rightarrow p \rho^+$			$\pi^+ p \rightarrow N^{*+} + \pi^0$		
	$\rho_{00}$	$\rho_{1,-1}$	$Re \rho_{10}$	$\rho_{33}$	$Re \rho_{3,-1}$	$Re \rho_{31}$
2,35-2,90	0,547±0,038					
4,0	0,70±0,08	0,17±0,08	-0,074±0,070	0,40±0,06	0,21±0,08	-0,026±0,072
2,34 (данная работа)	0,850±0,031	0,066±0,041	0,085±0,034	0,25±0,03	0,035±0,04	0,003±0,035
Однорезонансная модель	1	0	0	0,375	0,216	0
Модель с поглощением	0,7	0,04	-0,1	0,2	0,22	0,05

2. Новые данные об образовании  $K^*$  (890) и  $Y_1^*$  (1385) в различных каналах при импульсе 4,0 Гэв/с. Показано, что в реакциях типа  $\pi p \rightarrow \Lambda K \pi$  образуется только  $K^*$  (890) в 17% случаев. В реакции  $\pi p \rightarrow \Lambda K^0 \pi^+ \pi^-$  наблюдается рождение  $Y_1^*$  (1385) в (8,3±4)% случаев, а  $K^*$  (890) - в (15 ± 3)% случаев; в реакции  $\pi p \rightarrow \Lambda K^+ \pi^- \pi^0$  рождение  $Y_1^*$  (1385) - в (15 ± 4)% случаев, а  $K^*$  (890) - в (20 ± 5)% случаев. Кроме того, в этих реакциях наблюдается совместное рождение  $\pi p \rightarrow Y^* K^*$ . Такого типа реакции составляют около 5%. Анализ угловых и импульсных распределений странных частиц в с.ц.м. реакций указывает на преимущественное образование этих частиц через периферический механизм с обменной частицей - бозоном.

Получены данные о ( $T = 1/2, S = 0$ ) -резонансе с массой  $m \approx 1675$  Мэв, распадающемся на  $\Lambda$ -гиперон и  $K$ -мезон (рис. 24).  $\Lambda K$ -резонанс обнаружен в реакциях  $\pi^- p \rightarrow \Lambda K^0 + m \pi$  ( $m = 2$ ) при импульсе 4 Гэв/с. Для этого резонанса число  $\Lambda K$ -пар относительно всех событий составляет около 10%. Анализ углового распределения  $\Lambda$ -гиперонов из пика, соответствующего массе  $\approx 1675$  Мэв в системе покоя  $\Lambda K$ , указывает на то, что спин  $\Lambda K$ -резонанса равен 1/2. Эти данные согласуются с тем, что наблюдалось ранее в Дубне и США. Существование этого резонанса было впервые предсказано Базем, Ваксли и Ларкиным.



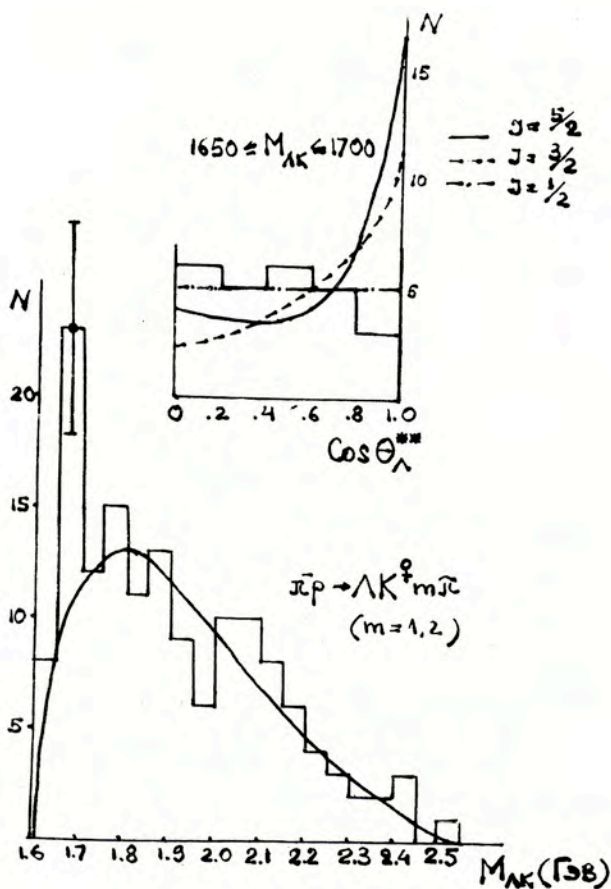


Рис. 24

Гистограмма эффективных масс  $\Lambda$ - и  $K$ -частиц и угловое распределение  $\Lambda$ -частиц из области  $1650 \leq M_{\Lambda K} \leq 1700$  Мэв в системе покоя  $\Lambda K$ .

3. Изучение неупругих взаимодействий отрицательных пионов с импульсом 7,5 Гэв/с с протонами. В окончательную статистику вошло 1253 события, из них 728 с протонами и 524 с нейтронами. Показано, что реакции образования конечных частиц при этих энергиях идут преимущественно через возбужденные состояния. При изучении спектров эффективных масс обнаружено образование  $\rho^0$ -мезона и изобары  $N_{3/2}^*$ .

Кроме того, в методическом плане проводилась работа по применению метода анализа кинематики реакций в образах пространства скоростей. Детально проанализировано 180 событий с выделенным протоном при наличии  $\pi^0$ -мезона и его отсутствии. С помощью этого метода удалось понизить фон ложных комбинаций в распределениях по эффективным массам. Были определены массы известных резонансов в распределениях и получено указание на существование новых резонансов:

$\Lambda_8(1,54) \rightarrow 3\pi$  с  $\Gamma \leq 0,14$  Гэв (3,6 ст.откл.),

$\chi_8(1,55) \rightarrow 2\pi, 4\pi$  с  $\Gamma \leq 0,155$  Гэв (2,3 ст.откл.).

4. Обработка фотографий, полученных при облучении 24-литровой пропановой пузырьковой камеры в пучке нейтронов с энергией от 2 до 10 Гэв. Показано, что имеется возможность изучения комбинаций  $p\pi^+\pi^+$  и  $n\pi^-\pi^-$  с изоспином  $5/2$ . Наличие максимума в распределении эффективных масс этих комбинаций в области 1,6 - 1,7 Гэв говорит в пользу продолжения изучения этих изобар. На рис. 25 представлено суммарное распределение 190 комбинаций. Положения максимумов для  $p\pi^+\pi^+$  и  $n\pi^-\pi^-$  совпадают. Для оценки влияния на эти распределения  $N_{8/2}^*$  изучалось распределение  $p\pi^+$ . На рис. 22 с дано распределение комбинаций с  $T = 5/2$  и

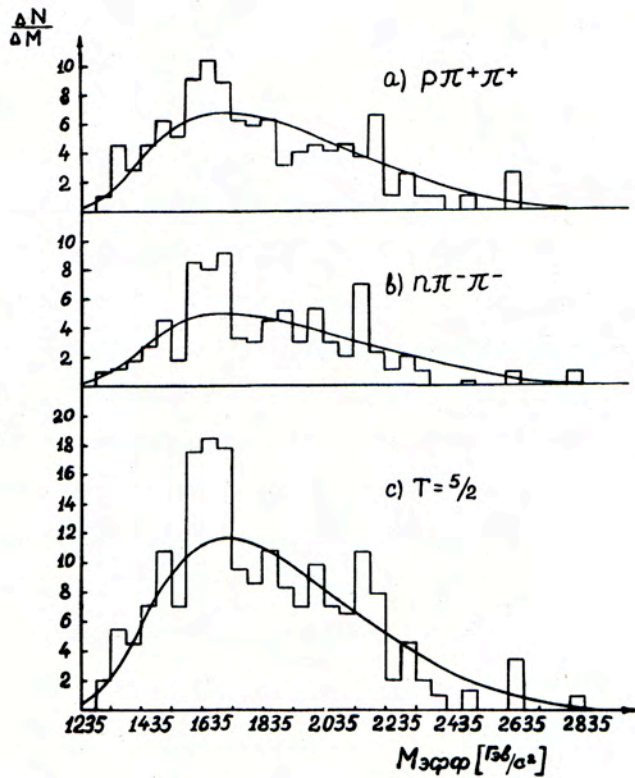


Рис. 25

Распределение комбинации с  $T = 5/2$  и фазовая кривая.

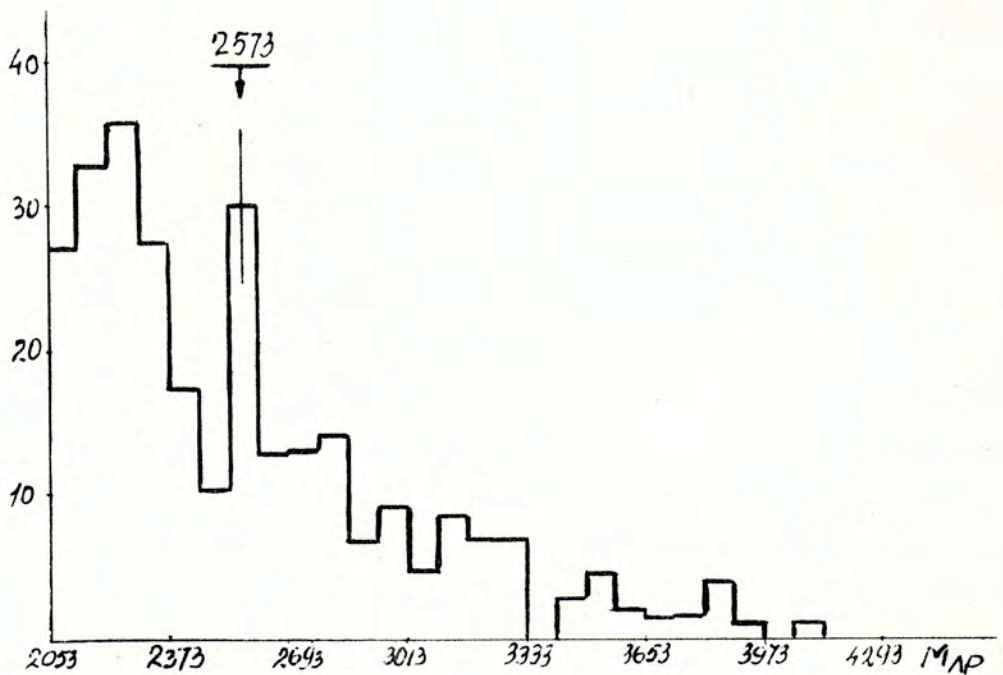


Рис. 26. Спектр эффективных масс системы  $\Lambda p$  из событий, образованных нейтронами на свободных протонах.

фазовая кривая. С помощью имеющихся фотографий можно увеличить статистику событий более чем в 10 раз.

Здесь же проводилась работа по поиску двухбарионных резонансов с  $S = -1$  и  $S = 0$ . К настоящему времени обработано около 75% всех событий со странными частицами на 120 000 фотографий. Предварительные результаты по поиску резонансов в системах  $\Lambda p$ ,  $pp$  сводятся к следующему:

а) В событиях, возникших в результате взаимодействия нейтронов с протонами, в спектре эффективных масс системы  $\Lambda p$  обнаружен пик при 2573 Мэв, отстоящий более чем на три стандартных отклонения от соседних интервалов с полной шириной менее 80 Мэв. Не удалось промоделировать этот пик, комбинируя статистический фон с известными резонансами. Как эта, так и другие проверки, по-видимому, исключают возможность того, что пик возник в результате каких-то кинематических эффектов. Возможно, найден новый резонанс (рис. 26).

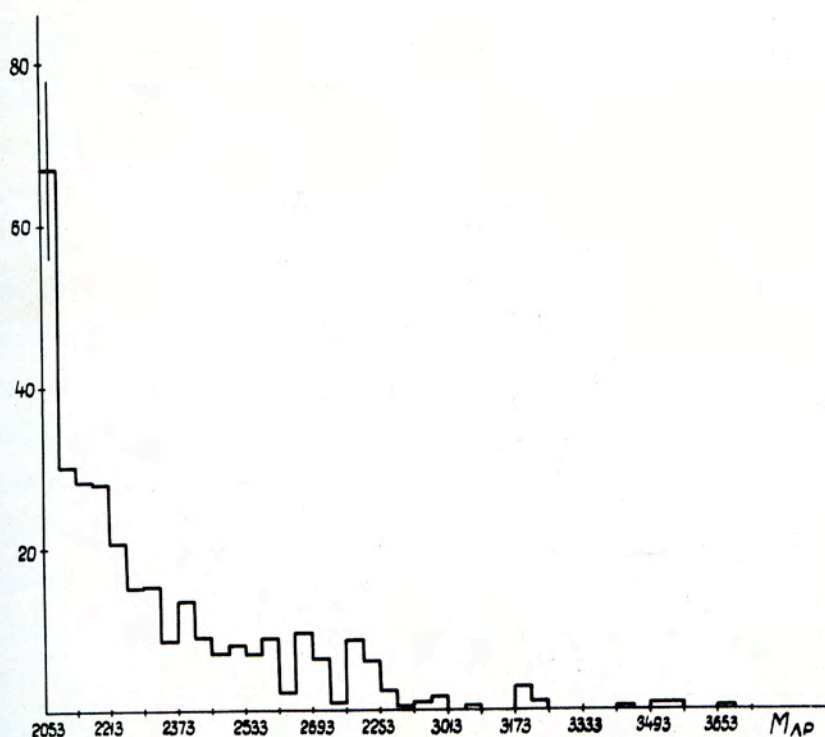


Рис. 27. Спектр эффективных масс системы  $\Lambda p$  из событий, образованных нейтронами на ядрах углерода с выполнением законов сохранения электрического и барионного зарядов.

б) В группе событий, в которых выполняются законы сохранения барионного и электрического зарядов, но не выполнены кинематические условия возникновения их на свободных протонах, обнаружен резко выраженный пик с максимумом при 2062 Мэв. Происхождение этого пика авторы относят к сильному взаимодействию в системе  $\Lambda p$  при низких относительных энергиях (рис.27).

в) В группе событий с видимым развалом ядра углерода найден пик при  $\approx 2220$  Мэв с полной шириной меньше 40 Мэв (рис. 28).

#### Редкие типы распадов $K$ -мезонов

Проводились следующие исследования на материале, полученном на камере Вильсона.

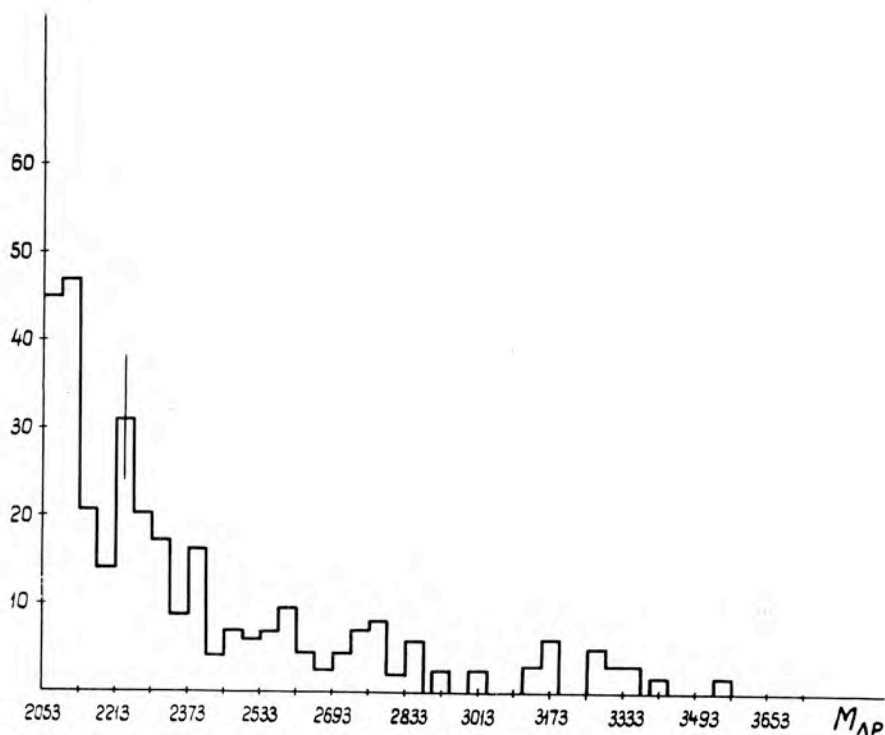


Рис. 28. Спектр эффективных масс системы  $\Lambda p$  из событий, образованных нейтронами на ядрах углерода с видимым развалом ядра.

1. Первая экспериментальная проверка гипотез, объясняющих распад  $K_2^0 \rightarrow \pi^+ + \pi^-$  в рамках СР-инвариантности общим для всех нестабильных частиц отклонением от экспоненциальности в законе распада. В условиях, в которых наблюдались долгоживущие  $K_2^0 \rightarrow \pi^+ \pi^-$  - распады, не было обнаружено долгоживущих  $\Lambda^0 \rightarrow p \pi^-$  -распадов. Тем самым была экспериментально с достоверностью 99,9% установлена несостоятельность упомянутых выше гипотез.
2. Поиски новых, еще не обнаруженных типов распада  $K^0$  - мезона. Были установлены следующие верхние пределы для вероятностей распадов:

$$\begin{aligned}
 W(K_k^0 \rightarrow e^+ e^-) &\leq 1,2 \cdot 10^4 \text{сек}^{-1}, \\
 W(K_L^0 \rightarrow \mu^+ \mu^-) &\leq 1,2 \cdot 10^4 \text{сек}^{-1}, \\
 W(K_H^0 \rightarrow \mu^\pm e^\pm) &\leq 1,2 \cdot 10^4 \text{сек}^{-1}, \\
 W(K_H^0 \rightarrow \pi^+ \pi^- \gamma) &\leq 2 \cdot 10^5 \text{сек}^{-1}.
 \end{aligned}$$

3. Рассмотрение интерференционных явлений в распадах при рождении пары  $K^0 \bar{K}^0$  в связи с возможным нарушением CP-инвариантности было выполнено в ряде теоретических работ по  $K^0$ -мезонам. Показано, что изучение этих явлений позволяет: определить величину и относительную фазу очень малых примесей с чётными (или нечётными) орбитальными моментами в системе  $K^0 \bar{K}^0$ , наблюдать в "чистом" виде запрещенные CP-инвариантностью распады  $K_S^0 \rightarrow 3\pi$  и получить сведения о фазе амплитуды  $A_S(3\pi)$  (в обычной постановке опыта это не представлялось возможным), а также исследовать регенерацию  $K_S^0$  и  $K_L^0$ -мезонов. Выяснены особенности процесса регенерации при больших энергиях, который дает возможность одновременно изучать асимптотическое поведение как мнимой, так и действительной части амплитуды рассеяния, исследовать дисперсионные соотношения, предсказания реджистики, а также определить форм-фактор  $K^0$ -мезонов. Из полученных результатов следует особо отметить сделанную впервые оценку электромагнитных размеров  $K^0$ -мезона ( $r_{K^0} \leq 2,6 f$  с 95%-ной достоверностью).

■ III РАБОТА  
ОСНОВНЫХ УСТАНОВОК  
И СОЗДАНИЕ  
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ  
АППАРАТУРЫ  
В 1966 ГОДУ

## Лаборатория

высоких

энергий

### Большие пузырьковые камеры

1. Проведено 4 пуска 2 - метровой пропановой пузырьковой камеры в пучке  $\pi^-$ -мезонов 3 Гэв/с, и получено около 10000 фотографий для методических целей. Кроме того, производились разработка геометрических программ, получение нормальных фоновых условий при работе с ускорителем, определение точностей.

2. Группа метровой водородной камеры работала по двум основным направлениям: улучшение характеристик камеры, отработка её узлов и систем, а также отработка программы для обчёта событий. Произведено совместно с криогенным отделом 5 пусков камеры, и получено около 10000 фотографий для методических целей.

Продолжались работы по усовершенствованию систем и узлов камеры, в частности, введена система резервных пневматических и электрических клапанов. Разработана и введена в строй система впечатывания в кадр информации о режиме работы. Изучены возможности применения в камере конверсионных пластин из свинцового стекла.

Закончены и введены в эксплуатацию внешний маркировочный щит и двоичная система кодирования кадров. Проведена подготовка программ восстановления пространственного положения следов и определения параметров частиц.

3. В соответствии с договором о сотрудничестве с ИФВЭ (Серпухов) о создании установки, включающей 2 - метровую водородную пузырьковую камеру, в ЛВЭ ОИЯИ идет изготовление отдельных систем и узлов



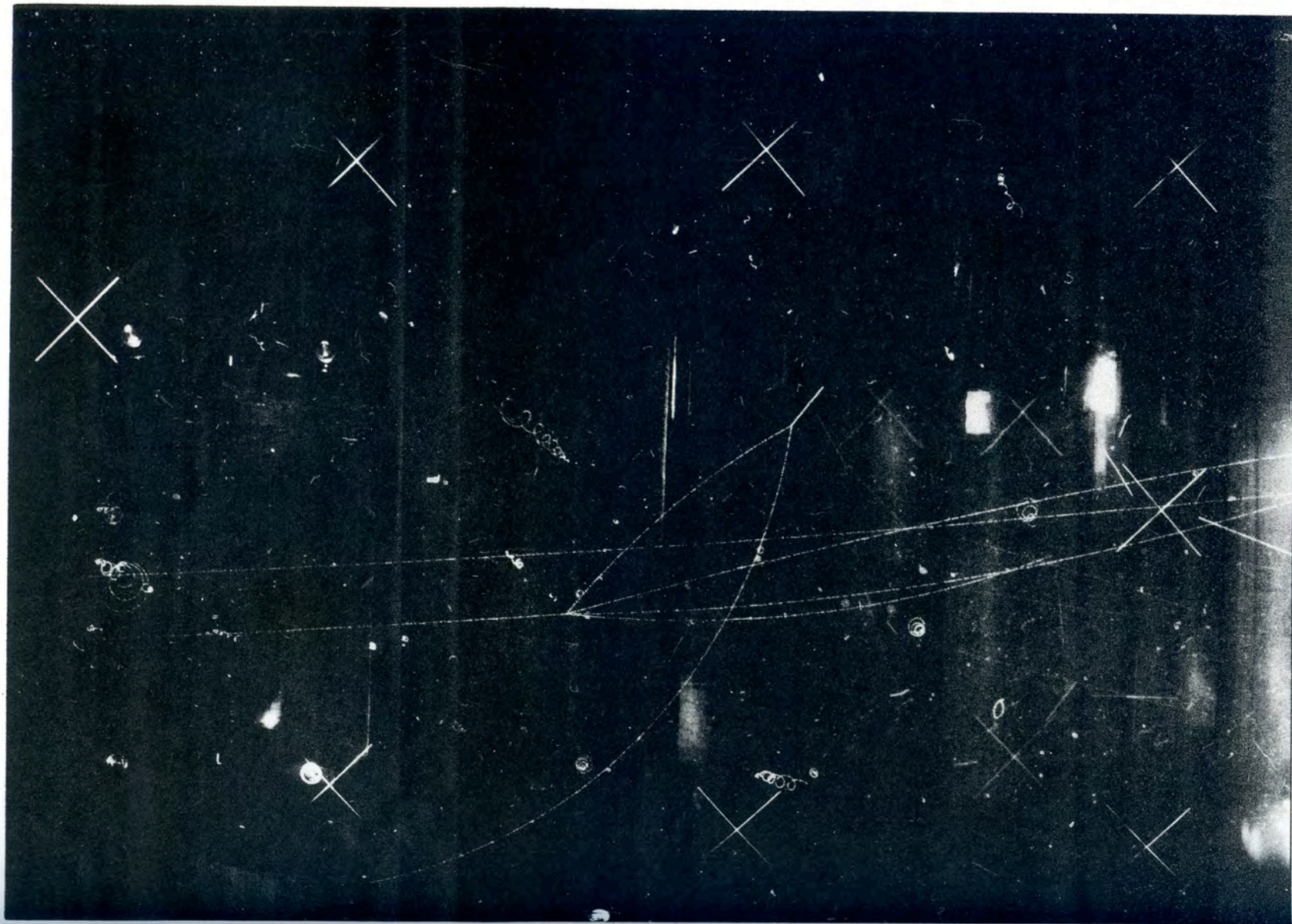


Рис. 89. Снимок процесса  $\pi^- \rightarrow \pi^+ \pi^- \pi^0$  в 1-метровой жидководородной камере.

той установки. Закончено изготовление в экспериментальных мастерских холодной части механизма расширения, которая поставлена на стендовые испытания, в ЦЭМе сооружается корпус камеры и пульт управления. Согласовано техническое задание на проектирование магнита на 28–30 кгаусс.

#### Бесфильмовые искровые камеры

В сотрудничестве с ЛВТА изготовлена и испытана на пучке  $\pi^-$ -мезонов синхрофазотрона система проволочных искровых камер на линии с электронной вычислительной машиной БЭСМ-3М. Система включает в себя 9 искровых камер (каждая из которых позволяет измерять координаты X и Y искры при помощи линий из магнитострикционного материала), регистрирующую аппаратуру, линию передачи данных на расстояние порядка 1 км и электронную вычислительную машину.

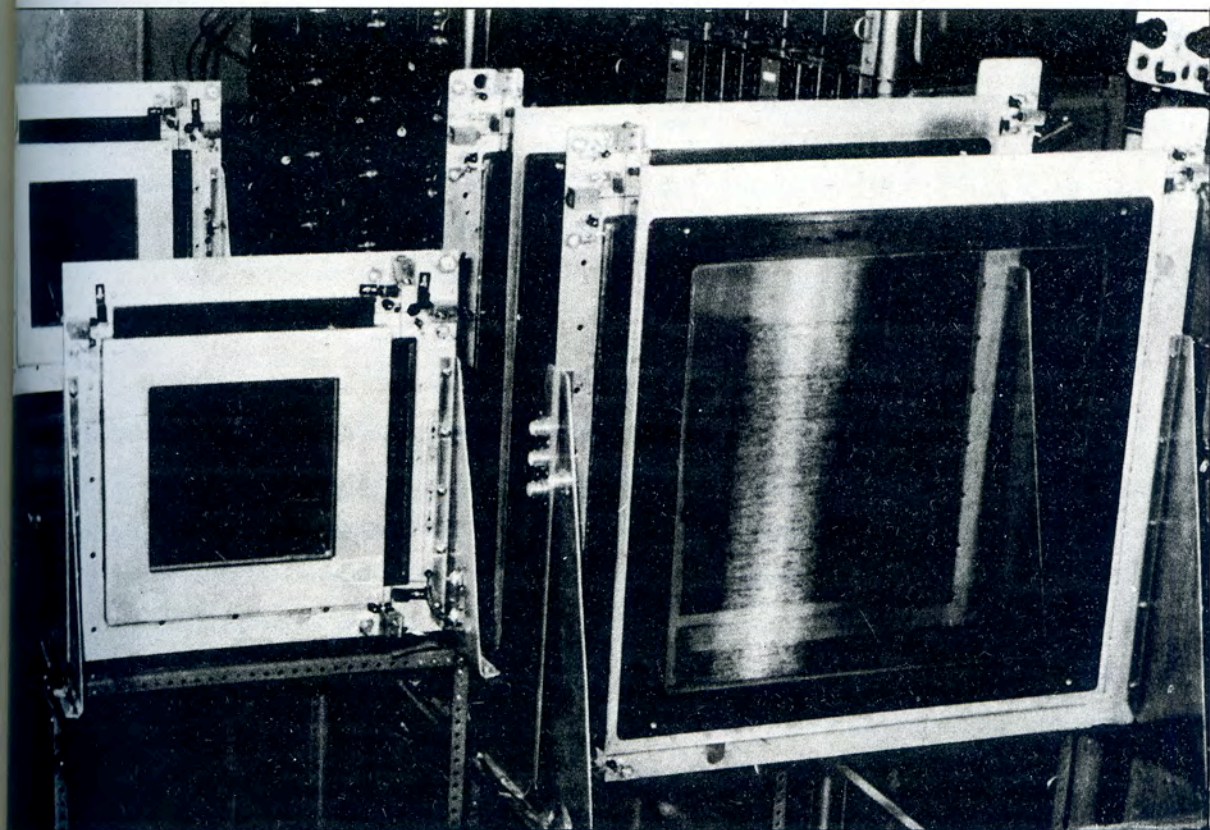


Рис. 90. Проволочные искровые камеры для исследования упругого  $\pi^-$ -рассеяния.

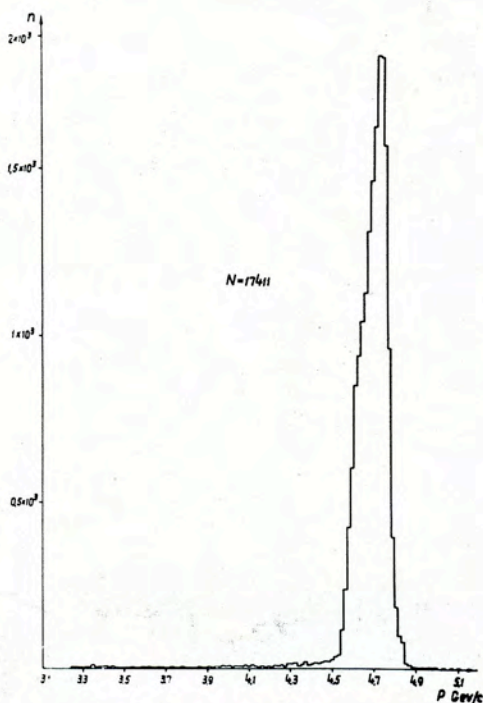


Рис. 91. Импульсное распределение пучка, измеренное с помощью бесфильмовых искровых камер на линии с БЭСМ-3М.

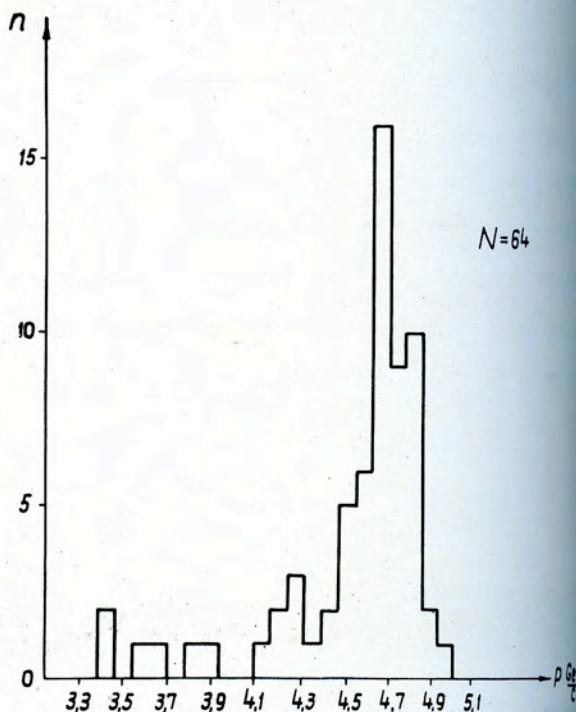


Рис. 92. Импульсное распределение  $\pi^-$ -мезонов, рассеянных на угол  $\geq 10$  мрад.

В целях тщательного испытания всей системы было проведено методическое облучение искровых камер в пучке  $\pi^-$ -мезонов с импульсом 4,7 ГэВ/с. При этом измерялось импульсное распределение  $\pi^-$ -мезонов, рассеянных в водородной мишени на угол больше 10 мрад, что соответствует переданному импульсу  $\sqrt{-t} \geq 47$  МэВ/с. Искровые камеры срабатывали в среднем 100 раз за импульс ускорителя. Эффективность камеры составляла 96%, количество пробоев по старому треку - 3%.

На рис. 90 дается внешний вид искровых камер, на рис. - 91 - импульсное распределение пучка, использовавшегося в эксперименте, а на рис. 92 - импульсное

распределение  $\pi^-$ -мезонов, рассеянных на угол  $\theta \geq 10$  мрад в водородной мишени. Из последнего рисунка видно, что в распределении имеется пик упругого  $\pi^-_p$ -рассеяния. Дисперсия пика и его положение такие же, как в импульсном распределении пучка  $\pi^-$ -мезонов. Вклад фона составляет 10–15%. Всего при проведении испытаний обработано около 100 тысяч первичных  $\pi^-$ -мезонов.

#### Х а р а к т е р и с т и к и с и с т е м ы

Искровые камеры. Размеры: а) ИК-1 – ИК-7  $200 \times 200 \text{ мм}^2$ ,  
 б) ИК-8 – ИК-9  $480 \times 480 \text{ мм}^2$ ,

Величина зазора 8 мм.

Количество вещества по пучку в одной камере  $1,5 \times 10^{-3} \text{ г/см}^2$ .

Точность измерения координат  $\pm 0,6$  мм.

Неэффективность, включая пробои по старому треку, – 10%.

Время памяти  $\approx 1$  мксек.

#### Регистрирующая аппаратура.

Цена отсчёта  $0,6$  мм.

Погрешность в определении координат, вносимая аппаратурой,  $< 0,6$  мм.

Время регистрации одного события  $< 120$  мксек.

Емкость регистрирующей аппаратуры 9 40-разрядных слов.

#### Линия связи с ЭВМ.

Рабочая частота линии связи  $10^6$  имп/сек.

Время передачи одного события  $\approx 1$  мсек.

Максимальное число событий, передаваемых в память ЭВМ за импульс ускорителя, 300.

2. Создана и испытана в пучке установка с проволочными камерами и ферритовой памятью, непосредственно связанная с электронно-вычислительной машиной БЭСМ-3М. Получены предварительные данные о параметрах установки (точность  $\approx 0,8$  мм, эффективность камер  $\approx 0,95$ ), которые могут быть улучшены. Подготовлены и опробованы соответствующие программы для обработки треков.

### Стримерная камера в магнитном поле

Создана и испытана при максимальной интенсивности установка со стримерной камерой в магнитном поле, предназначенная для регистрации многочастичных распадов  $K^0$ -мезона. Большие сцинтилляционные счётчики, окружающие камеру, позволяют осуществлять различные варианты запуска. Отметим, что до сих пор стримерные камеры в магнитном поле в физических экспериментах не использовались.

Установка готова к эксплуатации при интенсивности  $10^{11}$  протонов/цикл ( $10^4$   $K^0$ -мезонов/цикл). Уже в пробной экспозиции было зарегистрировано несколько редких четырехлучевых распадов  $K^0$ -мезонов. На рис. 93 приведена фотография 4-лучевого распада  $K^0$ -мезонов. Наиболее вероятная схема распада -  $K^0 \rightarrow \pi^+ \pi^- \pi^0$  или  $K^0 \rightarrow \pi^+ \pi^- \gamma$  ( $\gamma \rightarrow e^+ e^-$ ).

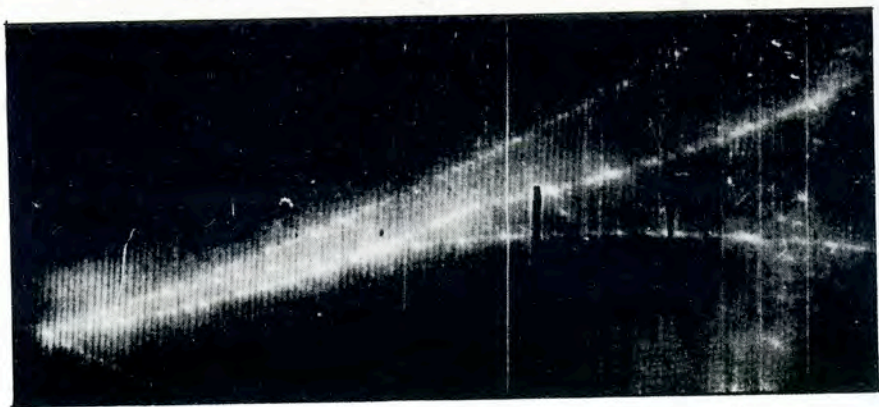


Рис. 93. Редкий случай 4-лучевого распада  $K_L^0$ -мезона в стримерной камере в магнитном поле. Наиболее вероятная схема распада:  $K_L^0 \rightarrow \pi^+ \pi^- + (e^+ e^-) + \gamma$  с последующим распадом  $\pi^+ \rightarrow \mu^+ + \nu$  (излом в одном из треков).

#### Криогенные разработки

1. Существенно реконструирована ксеноновая камера и система ее охлаждения.
2. Выпущено задание на проектирование криогенных систем пятиметровой водородной камеры, фактически в объеме эскизного проекта (рис. 94). В процессе проработки задания удалось найти ряд оригинальных решений. К ним относятся:
  - а) схема оживителя водорода, позволяющая заполнить камеру жидким водородом, параводородом, ортодейтерием и неонов-водородными смесями;

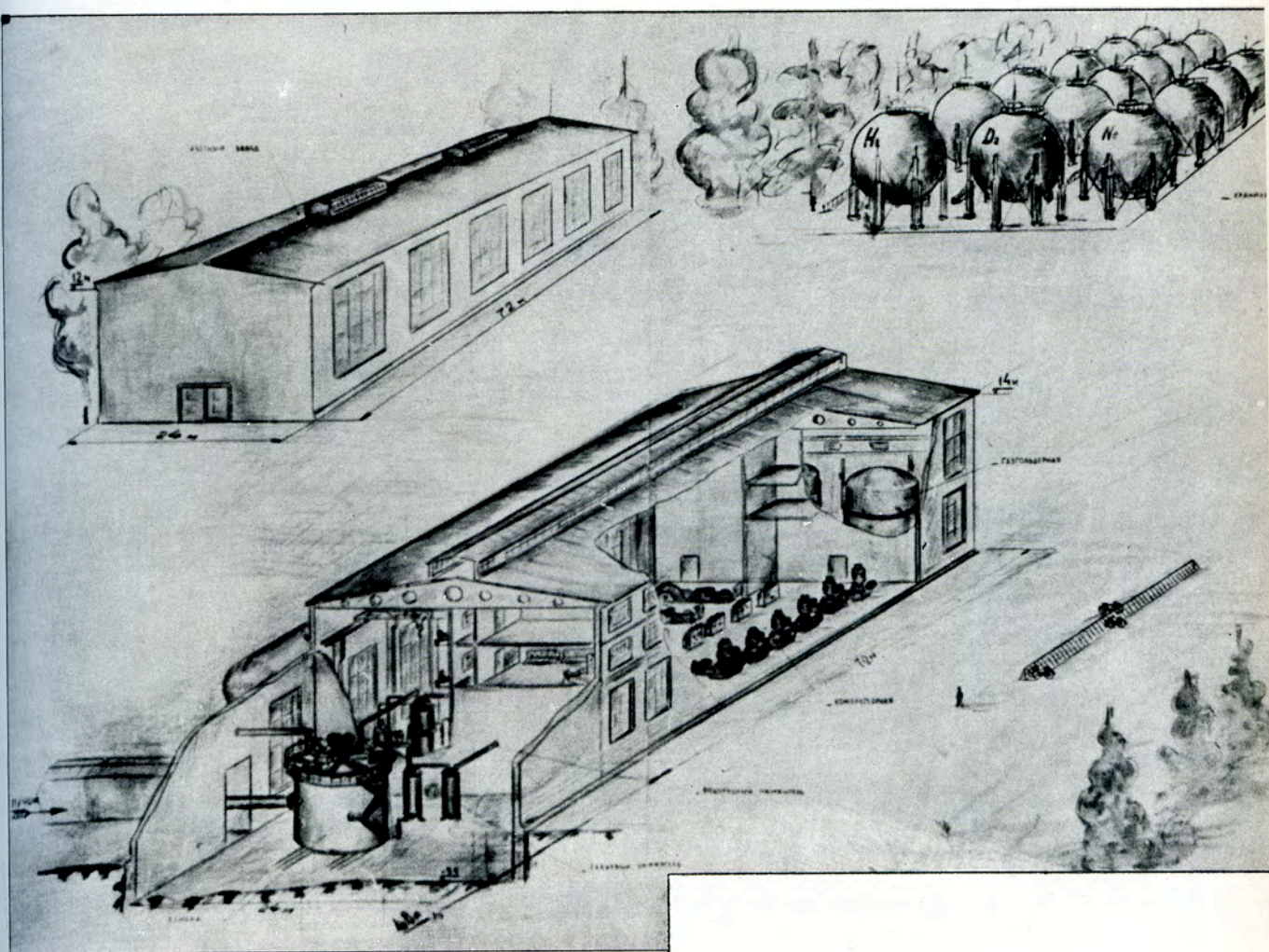


Рис. 94. Криогенное хозяйство 5-метровой жидководородной камеры.

б) схема ожижителя гелия, позволяющая охлаждать до температуры жидкого гелия 150 т металла сверхпроводящего соленоида;

в) система теплоизоляции камеры, при которой любой вид аварии не может вызвать испарения, превышающего производительность компрессии.

Кроме того, впервые проработан сверхпроводящий соленоид столь больших размеров (внутренний диаметр – 6 м, поле – 40 кгс) (рис. 95).

3. Разработаны и испытаны с водородом два новых типа водородных мишеней: длиной 50 см с лавсановыми окнами и коническая с лавсановыми и фольговыми окнами (рис. 96).

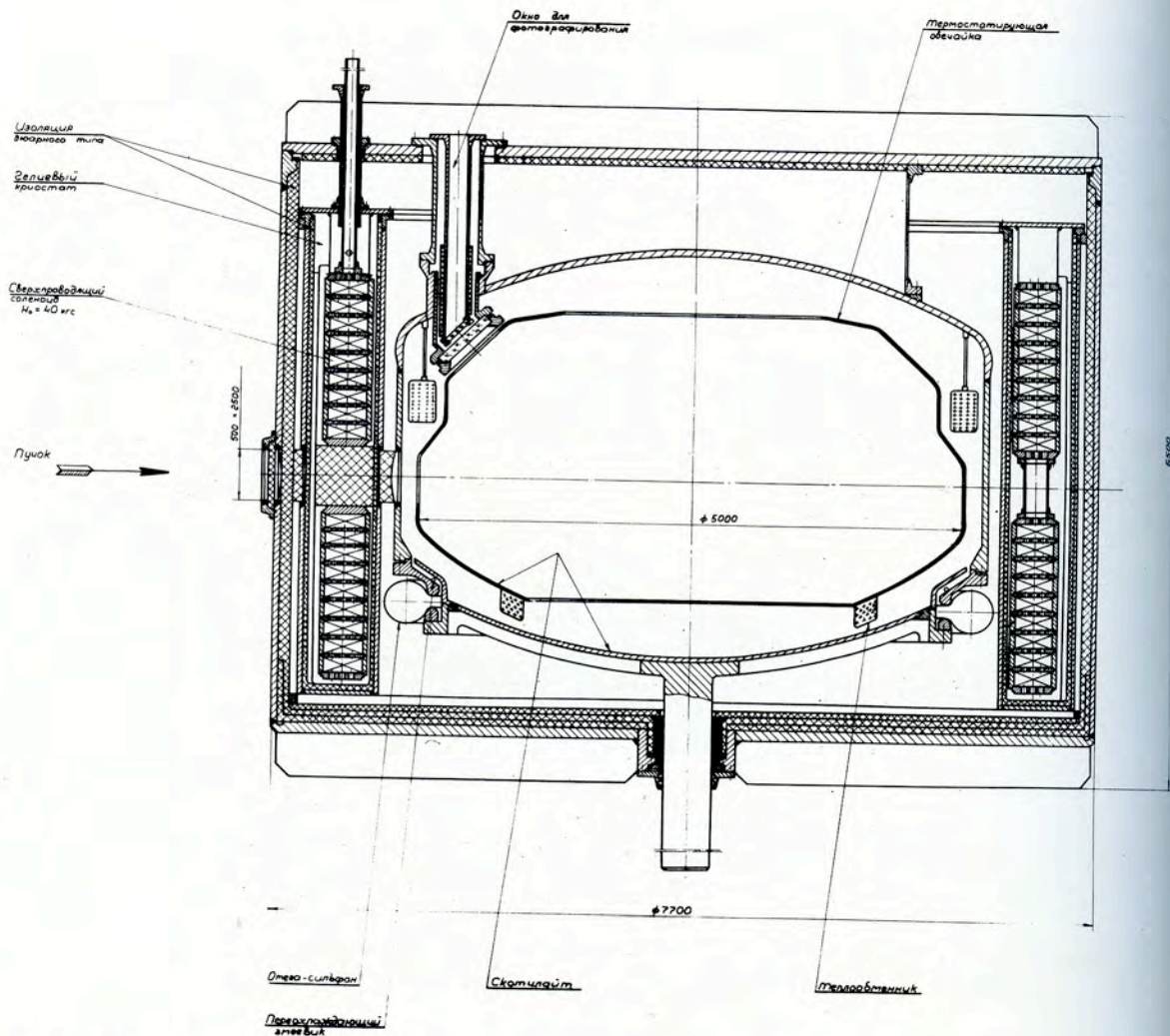


Рис. 95. 5-метровая жидководородная пузырьковая камера в сверхпроводящем соленоиде.

4. Введены в эксплуатацию разработанные в лаборатории 50-литровые сосуды Дьюара для водорода и гелия (рис. 97).

5. Закончен монтаж модернизированного варианта гелиевой части комбинированного водородно-гелиевого охладителя (ожидается увеличение производительности в 1,5 раза).

5. На криогенных установках в 1966 году выполнена следующая работа:

а) произведено газообразного водорода – 18000 нм<sup>3</sup>;

б) ожижено (литров):

водорода	17166,
в т.ч. норм. Н <sub>2</sub>	6910,
в т.ч. пара Н <sub>2</sub>	10256,
гелия	5374;

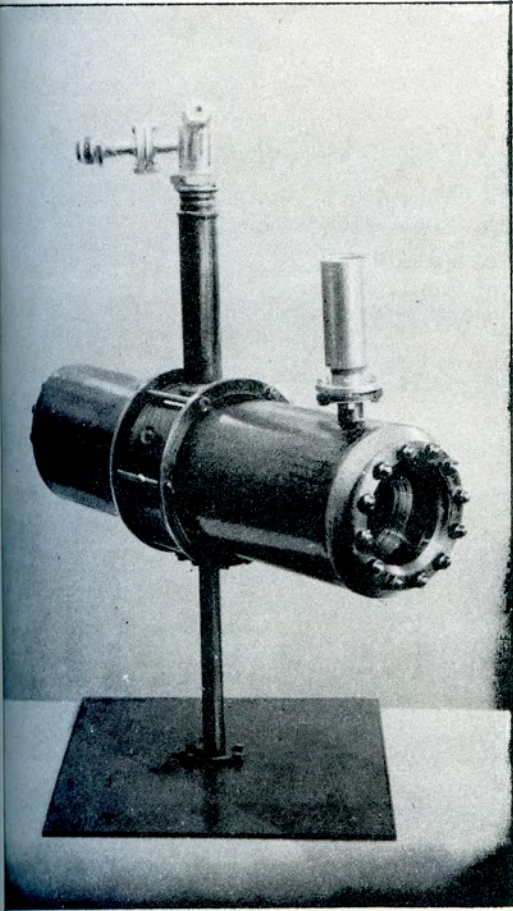


Рис. 96. Водородная мишень с лавсановыми окнами.

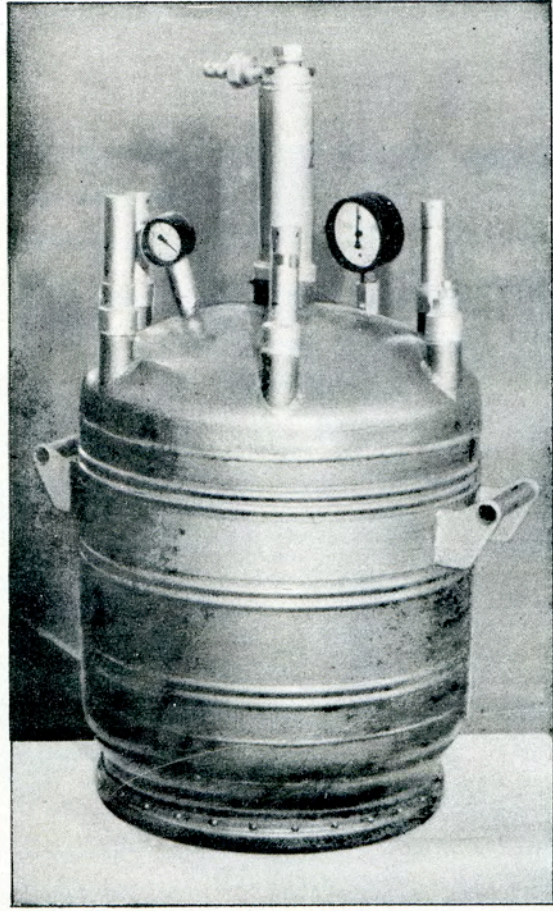


Рис. 97. 50-литровый сосуд Дьюара для жидкого водорода и гелия.

в) помимо этого, установка проработала с целью обслуживания камер 1680 часов.

### Работы по синхрофазотрону

Основные показатели работы синхрофазотрона. В 1966 году ускоритель работал для выполнения физических экспериментов в течение 5246 часов. Средняя интенсивность ускоренного пучка равнялась  $5,3 \cdot 10^{10}$  частиц в импульсе, а максимальная —  $1 \cdot 10^{11}$  частиц в импульсе.

В пучках частиц от синхрофазотрона проводились (рис. 98) экспозиции на пузырьковых камерах и велись эксперименты с применением электронной методики. За 891 час экспозиции на ксеноновой камере получено 351400 снимков; на 40-сантиметровой жидководородной камере за 105 часов



сделано 60 000 снимков; на однометровой пропановой камере за 160 часов - 65500 снимков. Для камеры Вильсона, работавшей в 11-м импульсе ускорителя, было выделено 1561 час машинного времени. Работы с электронной аппаратурой на ускорителе велись в течение 3440 часов.

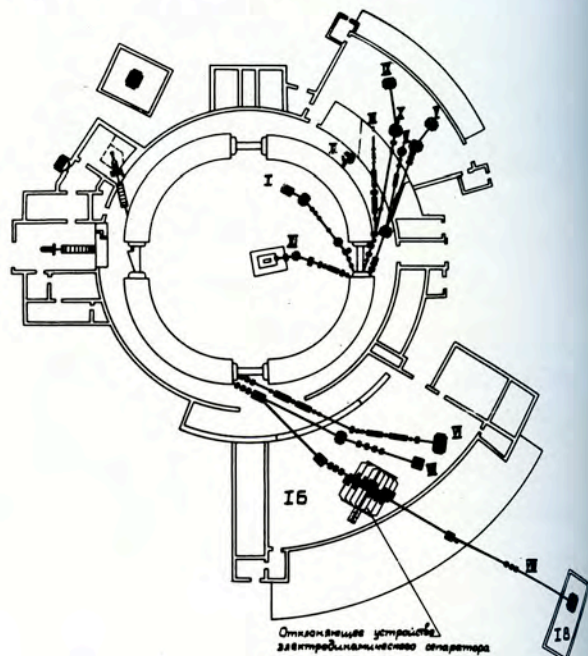
## 2. Каналы пучков частиц.

- а. Созданы новые каналы вторичных частиц:  $\pi^-$ -мезонов с импульсом 4 Гэв/с,  $\pi^-$ -мезонов с импульсом 1,16 Гэв/с и  $K^+$ -мезонов с импульсом 0,75 Гэв/с.
- б. Выполнены работы по совершенствованию высоковольтной аппаратуры сепараторов - разработано балластное сопротивление на  $\pm 500$  кв, реконструированы вакуумные вводы в балластные сопротивления.

## 3. Усовершенствование синхрофазотрона.

- а. Проведены исследования и разработки, связанные с проектированием и из-

- I. Пучок  $\pi^+, K^+$ -мезонов ( $P \leq 6$  Гэв/с)
- II. Пучок нейтральных K-мезонов
- III. Сепарированный пучок  $\rho, \alpha, \pi^+$  и  $K^+$ -мезонов ( $P = 4$  Гэв/с)
- IV. Пучок  $\pi^-$ -мезонов ( $P = 4$  Гэв/с)
- V. Пучок  $\pi^-$ -мезонов ( $3,5 \text{ Гэв/с} \leq P \leq 7 \text{ Гэв/с}$ )
- VI. Антипротонный канал, электрост. сепарация ( $P \leq 3,8$  Гэв/с)
- VII. Пучок  $\pi^-$ -мезонов ( $P \leq 5$  Гэв/с)
- VIII. Антипротонный канал, электродинам. сепарация ( $P \leq 5$  Гэв/с)
- IX. Пучок  $\pi^-$ -мезонов ( $2 \text{ Гэв/с} \leq P \leq 7 \text{ Гэв/с}$ )
- X. Пучок  $\pi^-$ -мезонов ( $2 \text{ Гэв/с} \leq P \leq 7 \text{ Гэв/с}$ )
- XI. Пучок  $K^+$ -мезонов ( $P \leq 0,76$  Гэв/с)



- |                                    |                                 |
|------------------------------------|---------------------------------|
| ● Квадрупольные фокусирующие линзы | ● Магнит СП-57                  |
| ■ Магнит СП-40                     | ⊕ Магнит СП-94                  |
| ● Магнит СП-12                     | ⊖ Электростатический сепаратор. |
| ● Магнит СП-100                    | ■ Магнит СП-41Г                 |

Рис. 98. Схема пучков синхрофазотрона ЛВЭ ОИЯИ.

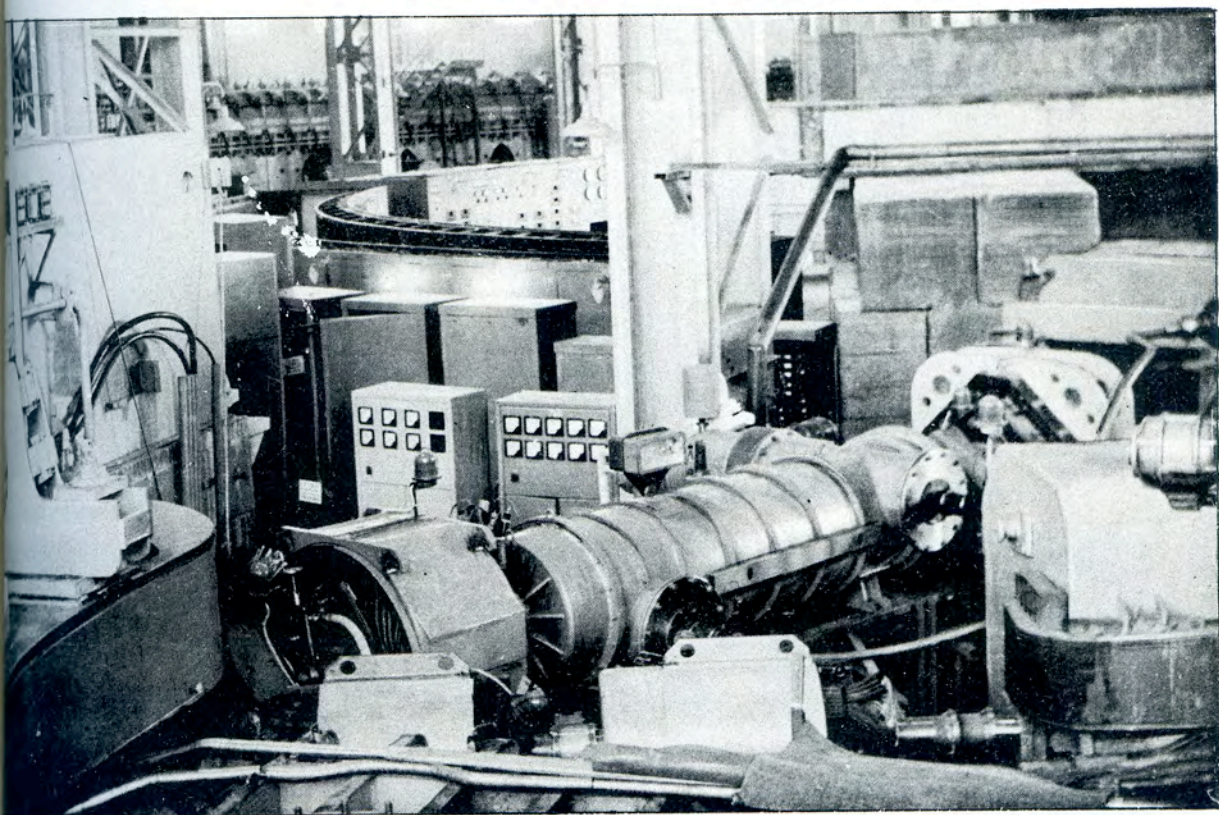
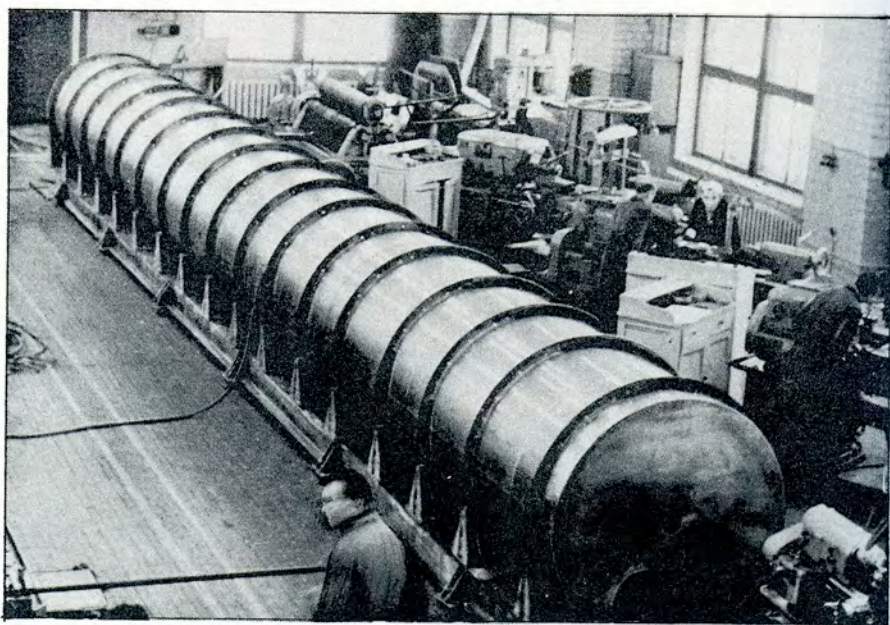


Рис. 99. Канал для формирования пучка  $K^+$  -мезонов с импульсом 0,75 Гэв/с с электростатической сепарацией.

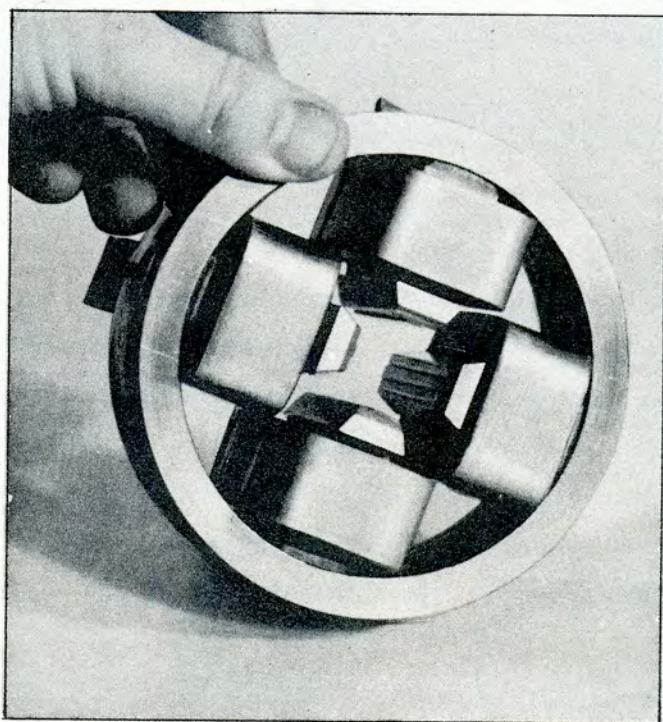
готовлением нового инжектора - линейного ускорителя с жесткой фокусировкой на 20 Мэв (рис. 100). В частности, завершены исследования по выбору оптимальной геометрии монтажной системы квадрупольных линз для трубок дрейфа (рис. 101), разработана методика и аппаратура для измерения магнитного центра квадрупольных линз, выполнены теоретические исследования по радиальному движению ускоренных частиц в ускоряюще-фокусирующем канале, на основании которых произведен расчёт градиентов квадрупольных линз в каждой трубке дрейфа.

б. Введена в эксплуатацию система возбуждения азимутальной асимметрии магнитного поля синхрофазотрона, предназначенная для улучшения условий работы в различных каналах выведенных пучков частиц от ускорителя.

в. Закончены работы по реконструкции системы водоохлаждения вакуумных



*Рис. 100. Резонатор линейного ускорителя с жесткой фокусировкой на 20 Мэв.*



*Рис. 101. Квадрупольная линза фокусирующей системы линейного ускорителя на 20 Мэв.*

агрегатов, что наряду с другими мерами позволило добиться улучшения вакуума в камере синхрофазотрона и снизило простой ускорителя по вине вакуумных агрегатов.

г. Выполнены работы по монтажу и наладке вакуумных систем на антипротонных каналах на 5 Гэв и 3 Гэв, а также на  $K^+$ -мезонном канале.

д. Отработан режим так называемого "стола" в кривой магнитного поля синхрофазотрона (рис. 102). В таком режиме ускоритель работал свыше 3000 часов, что существенно улучшило условия вывода высокоинтенсивных пучков вторичных частиц из ускорителя (длительность вывода доведена до 300 мсек) и, следовательно, условия проведения экспериментов с искровыми камерами и счётчиками.

е. Разработаны и введены в эксплуатацию: новая схема датчиков циклов размагничивания, буферный шкаф токов, схема ограждения толчков тока главных агрегатов, реконструирована схема контроля за стабильностью токов агрегатов питания магнита и линз.

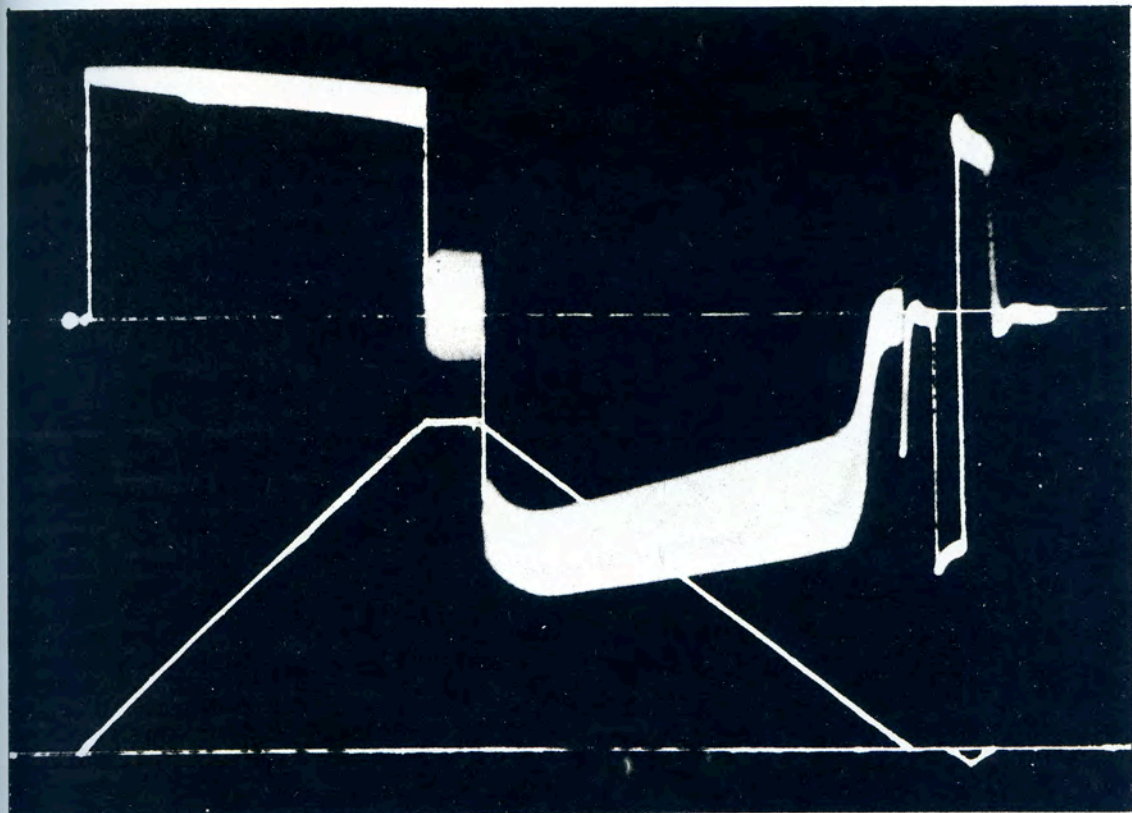


Рис. 102. Осциллограммы режима "стола" синхрофазотрона. Кривые напряжения (вверху) и тока (внизу) магнита ускорителя при работе в номинальном режиме со "столом" в кривой главного тока. Длительность "стола" 0,5 сек.