

ДУБНА · 1973

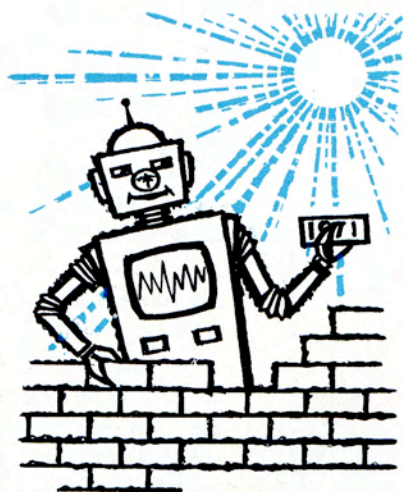
ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ



JOINT INSTITUTE FOR NUCLEAR RESEARCH

1973 · DUBNA

Научно-
исследовательские
работы,
выполненные
лабораториями ОИЯИ
в 1973 году



Государственная премия СССР присуждена группе советских ученых за цикл работ "Фоторождение пи-мезонов на нуклонах". Эти исследования выполнены в Объединенном институте или в сотрудничестве с ОИЯИ. На снимках: лауреаты Государственной премии



член-корреспондент АН СССР А.М.Балдин

академик А.А.Логоунов

профессор Л.Д.Соловьев



академик АН Груз.ССР А.Н.Тавхелидзе

Лаборатория высоких энергий

В Лаборатории высоких энергий велись исследования в области физики элементарных частиц, в области ядерной физики, разработка новых приборов для физических экспериментов, создание и совершенствование методов проведения экспериментов, совершенствование основной ускорительной базы лаборатории - синхрофазотрона, расширение возможностей синхрофазотрона для постановки новых экспериментов. Существенная часть научной программы была связана с экспериментами на серпуховском ускорителе.

Большая часть исследований проводилась на основе широкого международного сотрудничества с лабораториями и институтами стран-участниц ОИЯИ.

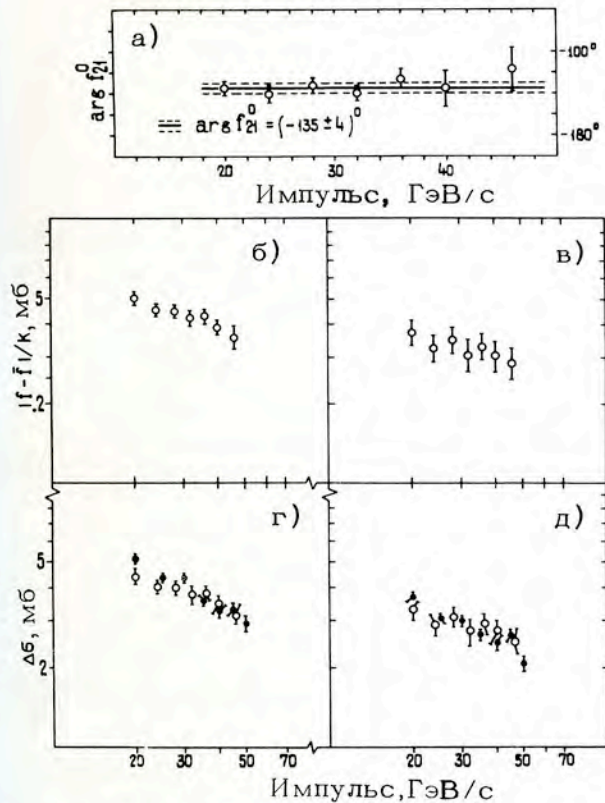
Научно-исследовательские работы

Поведение амплитуд рассеяния
в зависимости

от энергии взаимодействующих частиц

◇ *Исследования асимптотического поведения амплитуд рассеяния нейтральных каонов проводились на ускорителе 76 ГэВ /ИФВЭ, Серпухов/ с помощью магнитного искрового спектрометра на линии с ЭВМ БЭСМ-3М. Изучена регенерация короткоживущих каонов долгоживущими на мишенях из дейтерия и углерода. Получены следующие результаты:*

а/ При обработке информации, записанной на магнитные ленты, в эксперименте по регенерации $K_L^0 \rightarrow K_S^0$ на дейтерии в области импульсов 14-50 ГэВ/с обнаружено, что модуль амплитуды регенерации на дейтерии уменьшается с уве-



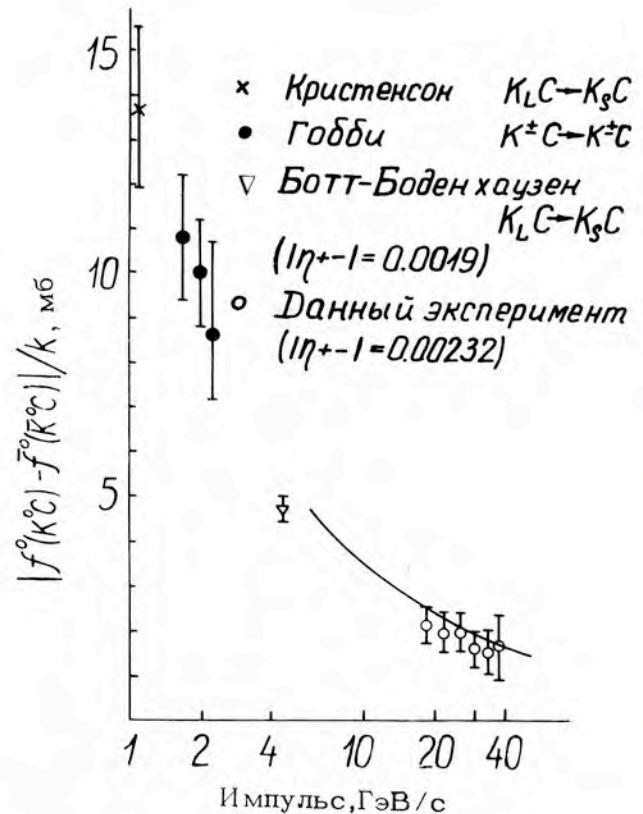
8. Результаты измерения трансмиссионной $K_L^0 \rightarrow K_S^0$ регенерации на дейтерии /а, б, г/ и нейтронах /в, д/ в зависимости от импульса каонов: \bullet - данная работа, $\bar{\circ}$ - результаты эксперимента ИФВЭ /Серпухов/.

личением импульса падающих каонов /рис. 8б/, а фаза этой амплитуды не зависит от энергии каонов и равна $-135^\circ \pm 4^\circ$ /рис. 8а/, что в пределах ошибок согласуется с величиной, предсказываемой моделью комплексных угловых моментов для обмена омега-полусом.

б/ Из данных по регенерации на дейтерии и водороде с учетом глауберовских поправок получена энергетическая зависимость модуля амплитуды регенерации на нейтронах /рис. 8в/.

в/ В интервале импульсов 16-40 ГэВ/с измерены амплитуда регенерации каонов на углероде /рис. 9/ и фаза амплитуды, которая является постоянной и равна $-129^\circ \pm 16^\circ$, что согласуется с предсказанием модели Редже при обмене единственным омега-полусом и оптической моделью ядра.

г/ Разности полных сечений $\sigma_t(K^0 p) - \sigma_t(K^0 n)$ согласуются с измерениями на заряженных пучках для $\sigma_t(K^- p) - \sigma_t(K^+ p)$ /рис. 8г/, а разность полных сечений взаимодействий \bar{K}^0 и K^0



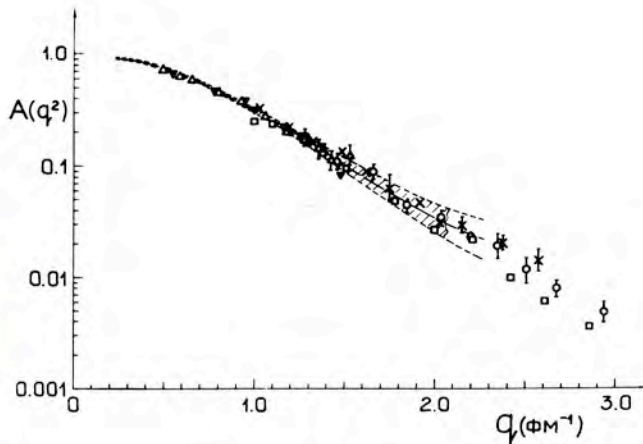
9. Экспериментальные результаты регенерации каонов на углероде: зависимость $|f^0 - \bar{f}^0|/K$ от энергии и предсказания оптической модели.

с углеродом уменьшается с ростом энергии, что подтверждает справедливость теоремы Померанчука.

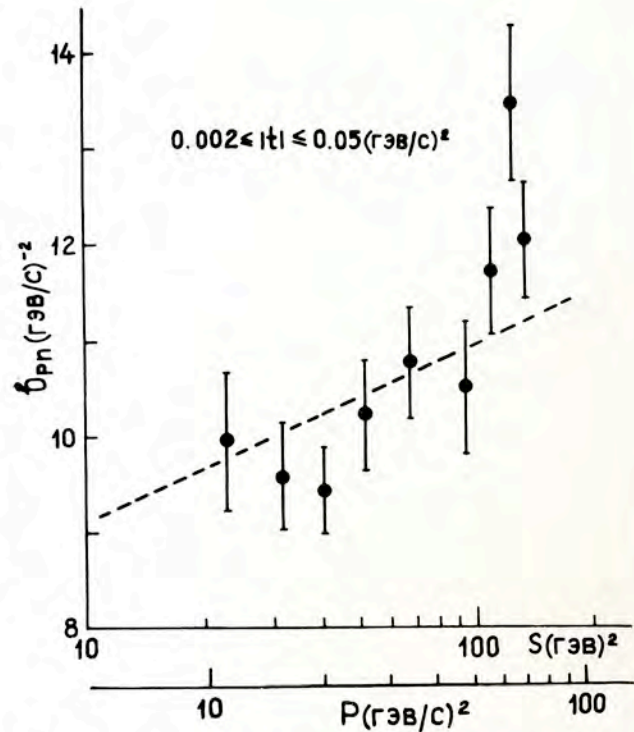
Обработка экспериментального материала проводилась в ОИЯИ, ЦИФИ /Будапешт/, ФИ ЧСАН /Прага/, ИФВЭ /Берлин/.

В ИФВЭ /Серпухов/ восстановлен и опробован канал нейтральных каонов и магнитный искровой спектрометр для продолжения исследований по регенерации нейтральных каонов.

◇ *Определен ядерный формфактор дейтрона $S(q)$ из экспериментальных данных по упругому pd -рассеянию на малые углы на ускорителе 76 ГэВ. На основе теории Глаубера и предположения о том, что электрический формфактор нейтрона равен нулю, квадрат электромагнитного*



10. Зависимость $A(q^2)$. Условные обозначения /для ed -рассеяния/: X - 400 МэВ, O - 500 МэВ, Δ - 188 МэВ /Мак Интайр и др./, \square - 180-500 МэВ /Фридман и др./, ∇ - 100-250 МэВ /Гросетти и др./ По центру заштрихованной области расположены 223 экспериментальные точки, полученные в pd -рассеянии.



11. Энергетическая зависимость параметра наклона упругого pp -рассеяния. Для сравнения штрихами проведена прямая, описывающая энергетическую зависимость параметра наклона упругого pp -рассеяния.

формфактора дейтрона $A(q^2) = S^2(q/2) \times G_{ep}(q)$, где q - переданный импульс и G_{ep} - электрический формфактор протона.

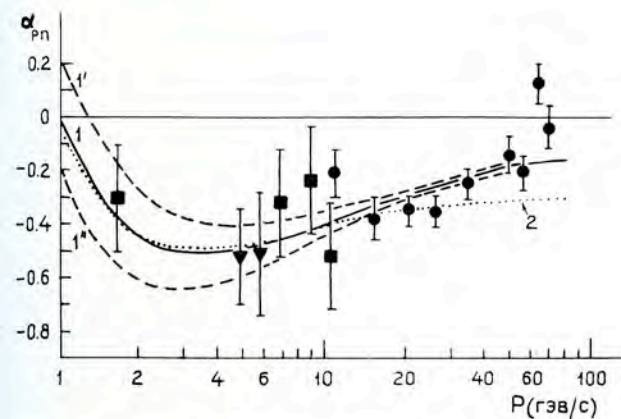
Из экспериментальных данных по упругому pd -рассеянию и опытов по ed -рассеянию видно /рис. 10/, что значения $A(q^2)$ из этих экспериментов находятся в хорошем согласии. Этот факт говорит о том, что распределения ядерной материи и заряда в дейтроне в пределах ошибок одинаковы.

Результаты измерений дифференциальных сечений упругого pd -рассеяния в области малых переданных импульсов

$|t| = 0,002 \div 0,05 \text{ ГэВ}^2$ в интервале энергии $10-70 \text{ ГэВ}$ были использованы для изучения энергетической зависимости параметра наклона дифференциального сечения упругого p_n -рассеяния и действительной части амплитуды упругого p_n -рассеяния. Как и в случае pp -рассеяния, параметр наклона упругого p_n -рассеяния растет с увеличением энергии /рис. 11/, что в рамках теории комплексных моментов свидетельствует об отличном от нуля наклоне траектории Померанчука.

Действительная часть амплитуды упругого p_n -рассеяния (a_{p_n}) отрицательна и уменьшается по абсолютной величине с ростом энергии, что согласуется с результатами расчетов по дисперсионным соотношениям /рис. 12/.

◇ Изучено упругое рассеяние отрицательных пионов на протонах при энергии 50 ГэВ на малые углы на серпуховском ускорителе с помощью магнитного ис-



12. Энергетическая зависимость a_{p_n} в интервале $1-70 \text{ ГэВ}$. Условные обозначения: ● - данный эксперимент, ■ - Н.Далхажава и др., ▼ - В.Заячки и др. Расчеты по дисперсионным соотношениям: кривая 1 - Картер и др., кривая 2 - Барашенков и др.

крового спектрометра. Параметр наклона дифференциального сечения при $|t| = 0,03 - 0,40 \text{ ГэВ}^2$ оказался равным $b = 9,1^{+0,2}_{-0,4}$. Экстраполяция дифференциального сечения при $|t| \rightarrow 0$ дала величину $30,8 \pm 0,9 \text{ мбарн}$, что хорошо согласуется с оптической точкой $30,17 \pm 0,20 \text{ мбарн}$. Отношение реальной части амплитуды упругого рассеяния вперед к мнимой части оказалось равным $-0,07 \pm 0,05$.

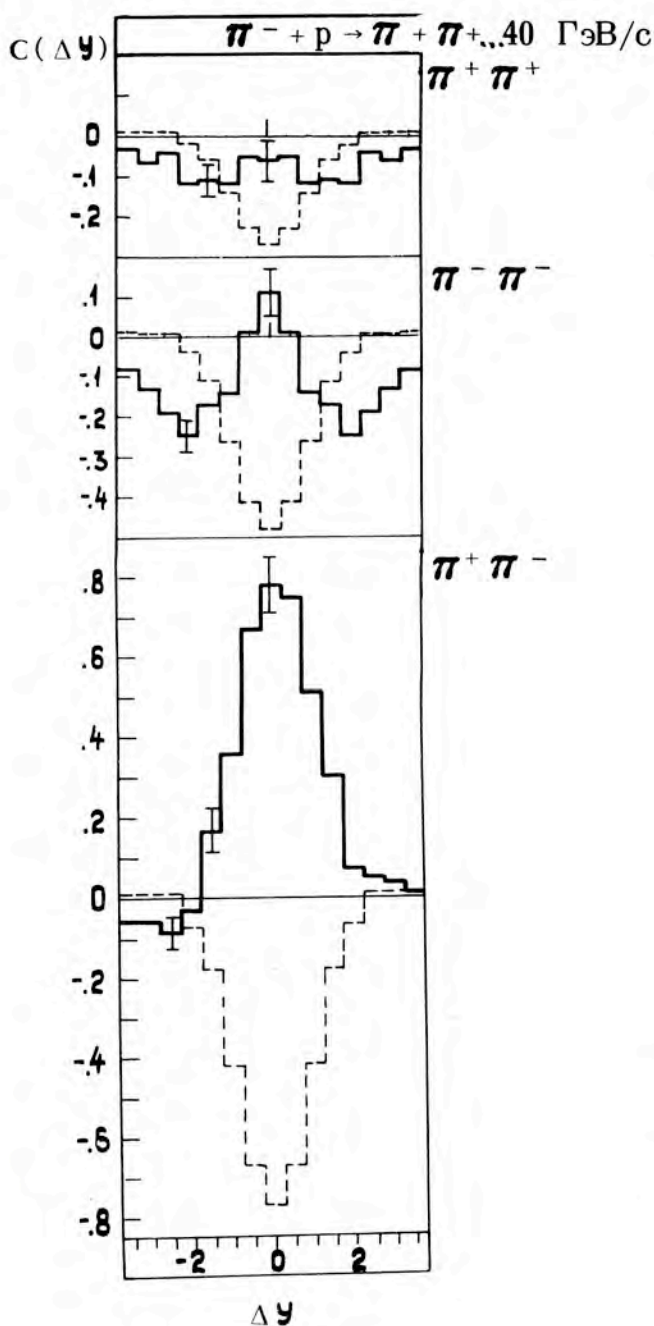
Работа проводилась группами физиков из ОИЯИ, ИФВЭ /Серпухов/ и Калифорнийского университета.

Механизм рождения и распада частиц и резонансов.

Поиск новых резонансов

◇ В эксперименте по исследованию π^-p , π^-n и π^-C -взаимодействий при импульсе $40 \text{ ГэВ}/c$ с помощью двухметровой пропановой пузырьковой камеры, которая была облучена на ускорителе 76 ГэВ /Серпухов/, объединенная группа 16 лабораторий НРБ, ВНР, ДРВ, МНР, ПНР, СРР, СССР, ЧССР обработала $6,5 \text{ тыс.}$ событий πp - и πn -взаимодействий, около 14 тыс. гамма-квантов и ~ 1200 Λ^- и K^0 -частиц.

Были определены коэффициенты корреляций для $\pi^+\pi^-$ -мезонов $a = 0,65 \pm 0,07$ и для тождественных π -мезонов $a = 0,26 \pm 0,10$. Изучены корреляции продольной и поперечной компонент импульса частиц в с.ц.м. реакции, ассоциативные множественности и др. На рис. 13 представлены значения корреляционной функции $C(\Delta Y)$. В центральной области ($Y^* \approx 0$) определены отношения $N(\pi^+) : N(\pi^-) : N(\pi^0) = 1 : 1 : 1$ в пределах $\pm 7\%$, что свидетельствует о доминирующем влиянии π -мезонного обмена в центральной области. Показано, что структурная функция $f(x, q_\perp)$ при 40 ГэВ не факторизуется по переменным x и q_\perp .



13. Зависимость корреляционной функции $C(\Delta y)$ для различных пар пионов. Пунктиром даны расчеты по фазовому объему.

Обнаружено, что в пределах $\pm 8\%$

$$\frac{1}{\sigma_{in}^{\pi^- p}} f^{\pi^- p} = \frac{1}{\sigma_{in}^{\pi^- C}} f^{\pi^- C}$$

в области фрагментации π^- -мезона и в центральной области /различие только в области фрагментации ^{12}C /. Это первые результаты по проверке предсказаний, вытекающих из обобщенной оптической теоремы и модели полюсов Редже для ядер.

◇ *Взаимодействие отрицательных пионов с протонами* при импульсе 5,0 ГэВ/с исследуется с помощью однометровой водородной пузырьковой камеры на синхрофазотроне ЛВЭ ОИЯИ.

Двухлучевые события. На материале 3,5 тыс. событий $\pi^- p \rightarrow \pi^+ \pi^- n$ проводился анализ характеристик этой реакции и сравнение полученных результатов с моделью однопионного обмена OPER.

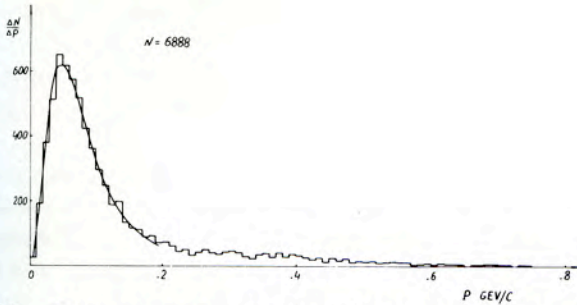
Четырехлучевые события. Проведен полуинклюзивный анализ около 15 тыс. событий. Установлено, что в распределениях инвариантной функции

$$f_S = \frac{2E}{\pi \sqrt{S}} \frac{d^2 S}{dp_{\perp} dx}$$

для ρ^0 и Δ^{++} -резонансов, так же как и для π^- -мезонов и протонов, наблюдается сильное влияние эффекта лидирующей частицы в области малых значений p_{\perp}^2 . Работа ведется совместно с лабораториями ГДР, СРР, ЧССР.

Шестилучевые события. Детальный анализ пика ω^0 -мезонов, летящих назад, в угловом распределении показал сильную корреляцию ω^0 -мезонов с протонами, летящими вперед, в с.с.м. реакции. Работа ведется совместно с ИФВЭ /Берлин/.

◇ *Взаимодействие дейтронов с протонами* при импульсе 3,3 ГэВ/с изучалось с помощью метровой водородной пузырьковой камеры, облучаемой в пучке сепарированных дейтронов на синхрофазотроне. При изучении наиболее статистически



14. Импульсное распределение нуклона-спектратора в реакции $dp \rightarrow ppp$ при импульсе 3,3 ГэВ/с. Сплошная линия - расчет с потенциалом Хьюльмена.

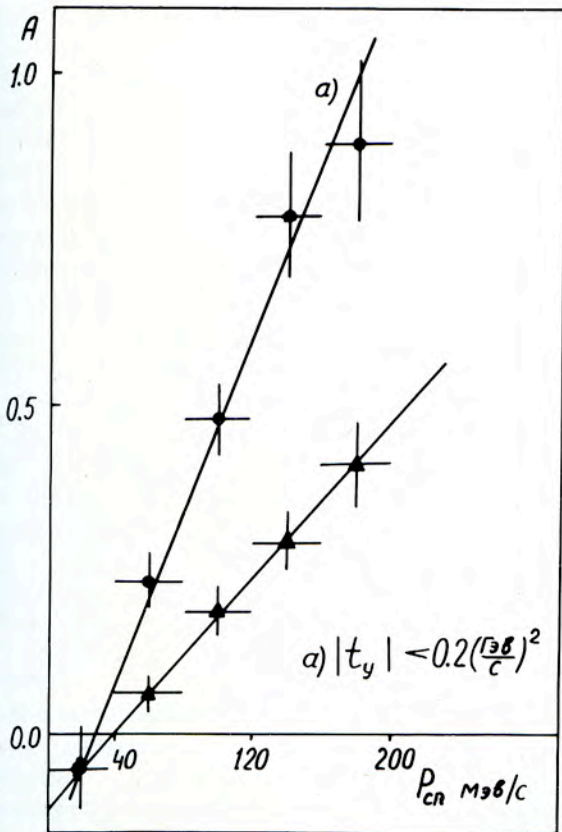


Рис. 15. Зависимость асимметрии в угле Треймана-Янга от импульса нуклона-спектратора для реакции $dp \rightarrow ppp$ при импульсе 3,3 ГэВ/с.

обеспеченной реакции $dp \rightarrow ppp$ /набрано около 25 тыс. событий/ установлено, что дифференциальное сечение для канала прямого развала дейтрона хорошо описывается по модели Глаубера без учета спина, а сечение канала с перезарядкой требует более сложного объяснения. Впервые получен полный спектр спекторных нуклонов реакции $dp \rightarrow ppp$ /рис. 14/. Обнаружение асимметрии в угле Треймана-Янга в зависимости от импульса нуклона-спектратора указывает на неприменимость использования полюсной диаграммы /рис. 15/.

◇ Завершена обработка данных по изучению зависимости векторного и скалярного формфакторов нейтрального каона от передаваемого импульса, полученных на ускорителе 76 ГэВ с помощью магнитного искрового спектрометра. Обработка информации проводилась в ОИЯИ, ЦИФИ /Будапешт/, ФИ ЧСАН /Прага/. В результате исследования 82 400 распадов $K_{\mu 3}$ получены два решения для констант линейной параметризации формфакторов. Из анализа решений выяснено, что имеющиеся в мировой литературе аналогичные два решения обусловлены структурой формул, описывающих плотность распределения энергий распадных частиц каона на графике Далитца. Неоднозначность решений можно устранить только путем введения в анализ дополнительной физической информации. Показано, что в случае предположения $\mu - e$ - универсальности имеется одно решение с константами

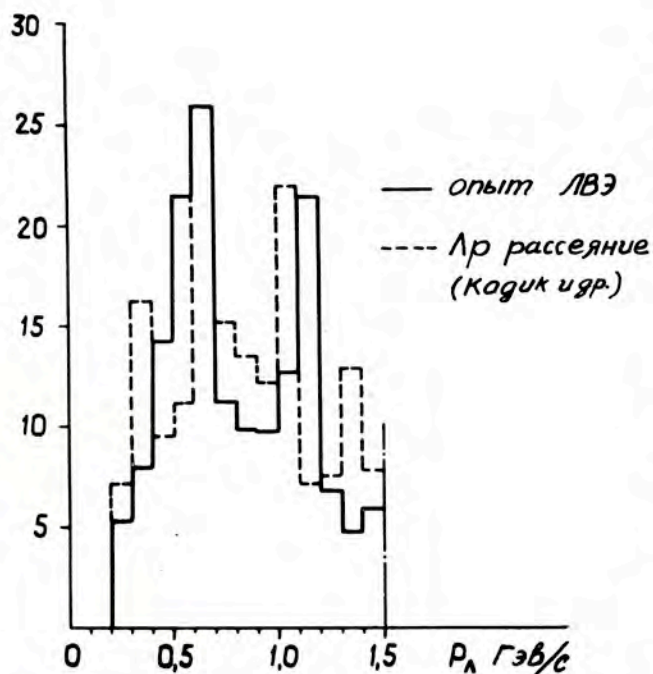
$$\lambda_{+} = 0,046 \pm 0,008$$

$$\lambda_{0} = 0,024 \pm 0,011.$$

◇ При облучении однометровой жидководородной камеры пучком моноэнергетических нейтронов при 8 значениях энергии от 1 до 5 ГэВ получено 200 тыс. фотографий. Отобраны 50 тыс. событий при

трех значениях энергии для определения топологических сечений.

◇ Продолжались исследования многобарионных систем на снимках с пропановой пузырьковой камеры, облученной в пучке нейтронов со средним импульсом $7,0 \text{ ГэВ/с}$ и в пучке пионов с импульсом $4,0 \text{ ГэВ/с}$. Ранее было обнаружено, что в спектрах эффективных масс системы Λp проявляются особенности при значениях масс $2058, 2127$ и 2251 МэВ . Это дает возможность предположить, что Λ -гипероны, образованные в ядре углерода, взаимодействуют с протонами того же ядра и что наблюдающиеся особенности присущи самому взаимодействию Λp . Так как значения масс особенностей от-



16. Импульсное распределение налетающего Λ -гиперона в системе покоя протона, полученное из распределения эффективных масс системы (Λp). — данный эксперимент, - - - - - взято из работы Кадики и др. по упругому Λp -рассеянию.

носительно малы, доминирующим процессом Λp -взаимодействия, согласно предполагаемому механизму, следует считать упругое рассеяние Λ -гиперона на протоне при низких энергиях.

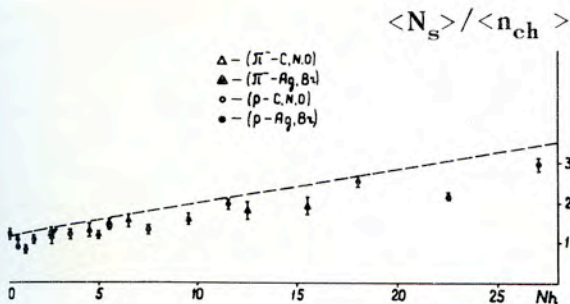
Спектр масс Λp после удаления фона был преобразован в импульсное распределение налетающего Λ -гиперона в системе покоя протона. Такое распределение, нормированное на площадь соответствующего распределения, взятого из опыта Кадики и др. по упругому Λp -рассеянию в доступной области импульсов, показано на рис. 16.

Особенности импульсного распределения Λ -гиперонов при $p \sim 650 \text{ МэВ/с}$ /что соответствует массе $\Lambda p 2127 \text{ МэВ/}$ и при $p \sim 1000 - 1200 \text{ МэВ/с}$ /соответствует массе $\Lambda p 2251 \text{ МэВ/}$ совпадают. Этот результат указывает на то, что особенности в спектрах масс Λp при 2127 и 2251 МэВ , возможно, могут быть объяснены резонансным поведением сечения упругого рассеяния Λp при низких энергиях.

◇ Продолжалось изучение взаимодействий π^- -мезонов с энергией 60 ГэВ и протонов при энергии 70 ГэВ с помощью ядерных фотоэмульсий. Наряду с обычными были использованы эмульсии, в которых содержание тяжелых ядер Ag и Br было уменьшено в 2,5 раза за счет обогащения фотоэмульсий компонентами с легкими ядрами $\text{C}, \text{N}, \text{O}$. Сравнительный анализ взаимодействий в обоих типах эмульсий позволил надежно разделить эти взаимодействия на группах ядер $\text{C}, \text{N}, \text{O}$ и Ag, Br /рис. 17/.

Обнаружена слабая зависимость числа образованных частиц от атомного веса $\langle n_s \rangle \sim A^n$ при $n = 0,1 - 0,2$, причем в пионном облучении наблюдается меньшая множественность образованных частиц по сравнению с протонным облучением.

Из дальнейшего изучения процесса распада ядер Ag и Br после облучения протонами с энергией 70 ГэВ определена



17. Зависимость отношения релятивистских частиц N_s к заряженным n_{ch} от числа частиц N_h при расщеплении ядер пионами и протонами с энергией 60-70 ГэВ.

вероятность полного распада $/3,0 \pm 0,4\%$, а среднее число заряженных частиц в результате распада ядер и их угловые распределения не изменяются при увеличении энергии налетающих протонов от 10 до 70 ГэВ.

В 1973 году на серпуховском ускорителе облучено около 40 стопок фотоэмульсий в магнитном поле ~ 200 кГс пучком π^- -мезонов с импульсом 50 ГэВ/с. Для изучения пион-ядерных взаимодействий организовано сотрудничество 7 лабораторий стран-участниц ОИЯИ с лабораториями институтов Италии, Индии и Египта.

◇ При изучении проблемы распада $K_L^0 \rightarrow 2\mu$ ранее было предположено существование нового векторного мезона "хи-ноль", возникающего в распадах долгоживущего K_L^0 -мезона и имеющего массу 350-425 МэВ. На основе 125 тыс. распадов, зарегистрированных в экспериментах по регенерации $K_L^0 \rightarrow K_S^0$ на ускорителе 76 ГэВ, определена верхняя оценка относительной вероятности существования хи-ноль-мезона, распадающегося на два мюона, равная $\leq 8 \times 10^{-5}$ от полной вероятности распада долгоживущего K_L^0 -мезона. Таким образом, модель Алиса и Патти о

возможном подавлении распада $K_L^0 \rightarrow 2\mu$ через промежуточный хи-ноль-мезон не подтвердилась.

Электромагнитная структура элементарных частиц

◇ Для определения электромагнитного размера пиона проведена обработка экспериментального материала, полученного с помощью магнитного искрового спектрометра на линии с ЭВМ на ускорителе 76 ГэВ. При обработке ~ 100 тыс. событий πe -рассеяния с передачей энергии электрону от 12 до 36 ГэВ получена оценка размера пиона:

$$\langle r_\pi^2 \rangle^{1/2} = 0,61 \pm 0,15 \text{ ферми.}$$

◇ С целью изучения электромагнитных свойств K^0 -мезонов в метровой стримерной камере СКМ-100, облученной ранее в пучке K^0 -мезонов на синхрофазотроне, зарегистрировано около 25 тыс. распадов K_L^0 на 3 частицы и около 200 распадов на 4 заряженные частицы. Среди четырехлучевых распадов обнаружено 52 случая распада $K_L^0 \rightarrow \pi^- \pi^+ e^+ e^-$ с парой Далитца и не обнаружено ни одного прямого распада $K_L^0 \rightarrow \pi^+ \pi^- e^+ e^-$. Верхняя оценка относительной вероятности прямого испускания $e^+ e^-$ -пары в распаде K^0 составляет $\leq 3 \times 10^{-5}$.

Релятивистская ядерная физика

◇ Для дальнейшего изучения кумулятивного эффекта подготовлена электронная аппаратура с постановкой эксперимента в антилабораторной системе координат на пучке протонов, выведенных медленным способом из синхрофазотрона. Закончено облучение ядер D, C, Al, Cu, Pb, ведется обработка полученной информации.

◇ При исследовании взаимодействий альфа-частиц с импульсом 17 ГэВ/с с ядрами фотоэмульсии определены сечения взаимодействия с ядрами серебра, брома и кислорода:

$$\begin{aligned}\sigma(\alpha \text{ Ag}) &= 1780 \pm 130 \text{ мбарн}, \\ \sigma(\alpha \text{ Br}) &= 1455 \pm 110 \text{ мбарн}, \\ \sigma(\alpha \text{ O}) &= 500 \pm 60 \text{ мбарн}.\end{aligned}$$

На ядрах кислорода и серебра определены сечения взаимодействия с сохранением релятивистских ядер гелия:

$$\sigma(0) = 57 \pm 15 \text{ мбарн} \text{ и } \sigma(\text{Ag}) = 205 \pm 50 \text{ мбарн}.$$

Определена вероятность взаимодействия альфа-частиц с ядрами Ag и Br, равная $5,7 \pm 1,3\%$, при которой наблюдается полный распад этих ядер с вылетом более 28 частиц.

Теоретические исследования

Продолжалась теоретическая разработка метода изучения пространственно-временных характеристик процесса множественной генерации с помощью наблюдения корреляций тождественных частиц. Получены новые соотношения, ограничивающие вид амплитуды рассеяния, основанные на принципе макропричинности. Предложен эксперимент по определению электромагнитного радиуса K^0 -мезона.

Совершенствование действующих и разработка новых физических приборов и установок

◇ На двухметровой стримерной камере СКМ-200 проводились подготовительные работы к физическому пуску. При облучении

установки медленно выведенными из синхрофазотрона протонами получено около 35 тыс. снимков.

На двухметровой жидководородной пучковой камере "Людмила" продолжались работы по автоматизации управления режимом установки, по осуществлению двух расширений за один цикл работы ускорителя. В пучке сепарированных антипротонов получено около 65 тыс. снимков.

◇ Искровые и пропорциональные камеры

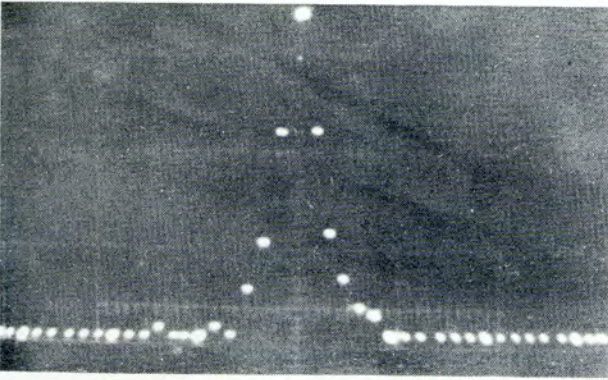
а/ Для использования в физических экспериментах и для диагностики пучков /рис. 18/ разработан и изготовлен набор пропорциональных камер размерами 150x150 мм², 200x200 мм², 900x300 мм². Собран и испытан образец нового детектора - дрейфовая камера.

б/ Для экспериментальной установки "Фотон" изготовлено и отлажено на стенде 8 пучковых пропорциональных камер, прошли стендовые испытания 40 искровых камер размером 1x1 м², изготовлена и отлажена электронная регистрирующая аппаратура в количестве 300 блоков для искровых и пропорциональных камер.

◇ Разработан канал на интегральных схемах для пропорциональных камер, который послужил основой для промышленного производства гибридного интегрального модуля пропорциональных камер. Разработан полный универсальный набор электронных модулей пространственно-временной регистрации в стандарте КАМАК, содержащий быстрые процессоры для отбора по числу частиц и углу рассеяния.

Разработан набор модулей быстрой электроники на интегральных схемах с управлением от ЭВМ, универсальный время-цифровой преобразователь.

◇ В области применения вычислительной техники разработаны стандартные устройства сопряжения - контроллеры для ЭВМ HP2116B, БЭСМ-4, ТРА, TRAi, а также



18. Профиль пучка, полученный при наладке канала сепарированных антипротонов на ускорителе ИФВЭ с помощью системы диагностики на основе пропорциональных камер. Расстояние между точками соответствует 1,5 мм.

новая линия связи между БЭСМ-4 и корпусом синхрофазотрона. Система цифровой электроники доведена на 50 типов стандартных цифровых модулей.

ЭВМ БЭСМ-4 дополнена еще одним каналом связи МКС-2 для подключения 8 стандартных внешних устройств, что представляет возможность подключения внешних устройств системы ЕС /девятидорожечных магнитофонов/.

◇ В области криогенной техники велась разработка отдельных узлов сверхпроводящего отклоняющего магнита.

Для физических установок сделано несколько вариантов жидководородных лавсановых мишеней. Продолжались исследования и испытания различных видов электрической изоляции при низкой температуре.

Продолжались испытания при различных режимах работы многоцелевого ускорителя. В рефрижераторном режиме его хладопроизводительность достигла 250 Вт при температуре 4,5 К.

Изготовлен и испытан новый сверхпроводящий соленоид размером $\phi 50 \times 280$ мм, в котором получено поле 82 кГс, а с полюсами из пермендюра - 110 кГс.

Ожижено газов: гелия - 20 тыс. л., водорода - 36 тыс. л.

◇ Продолжались работы по изготовлению и испытанию свойств пластических сцинтилляторов, повышению их светового выхода, прозрачности, повышению конверсионной эффективности.

Освоено производство пластических сцинтилляторов размером до $1,8 \times 0,9 \times 0,5$ м 3.

Усовершенствование синхрофазотрона

На синхрофазотроне достигнуто ускорение альфа-частиц до энергии 20 ГэВ.

Спроектированы, смонтированы и налажены новые каналы вторичных частиц от внутренних мишеней /2 канала/ и на выведенном пучке ускоренных частиц из синхрофазотрона /4 канала/.

Экспериментальное определение эффективности системы медленного вывода протонов из камеры синхрофазотрона показало, что эффективность системы составляет 94% при длительности вывода около 400 мсек.

Разработано /совместно с Радиотехническим институтом АН СССР/ предложение по сооружению жесткофокусирующего ускорителя релятивистских ядер "Нуклотрон" с использованием техники сверхпроводимости.

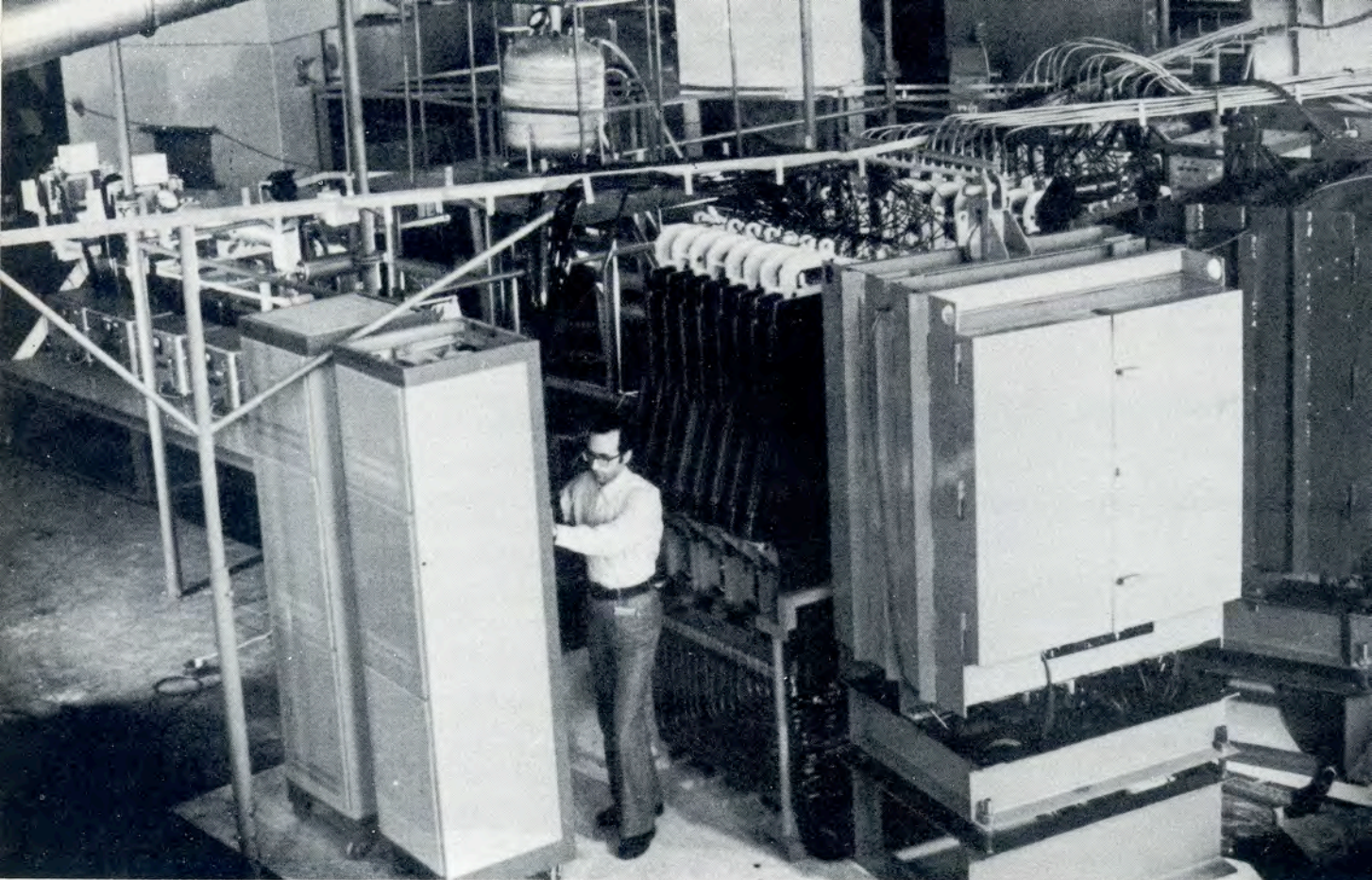
Эксплуатация синхрофазотрона

Запланированное время работы ускорителя - 4582 часа.

Ускоритель работал:

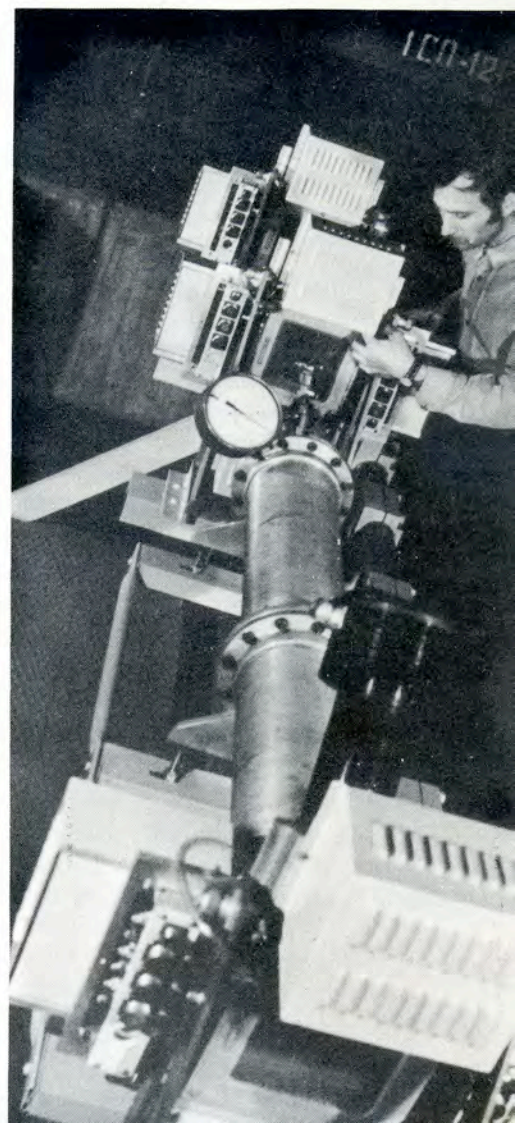
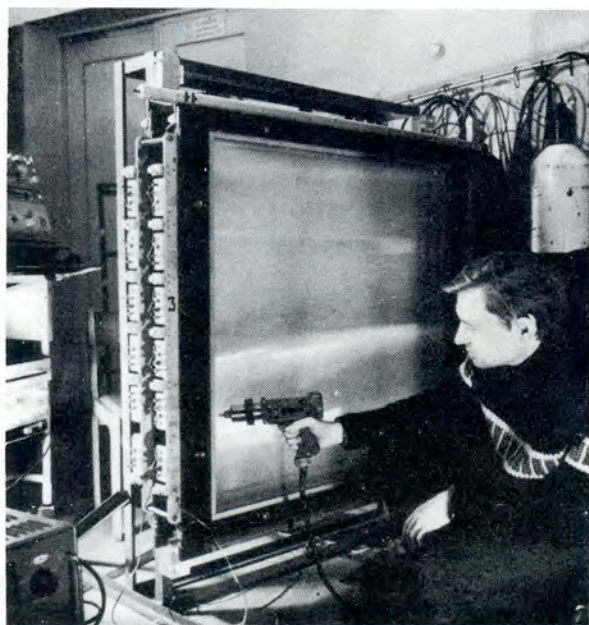
а/ на экспериментальные исследования по физике элементарных частиц и ядра 2410 часов со средней интенсивностью $4,9 \times 10^{10}$ ускоренных протонов или $0,4 \times 10^{10}$ ускоренных дейтронов или 5×10^6 ускоренных альфа-частиц за цикл ускорения;

б/ на совершенствование систем ускорителя - 1742 часа.

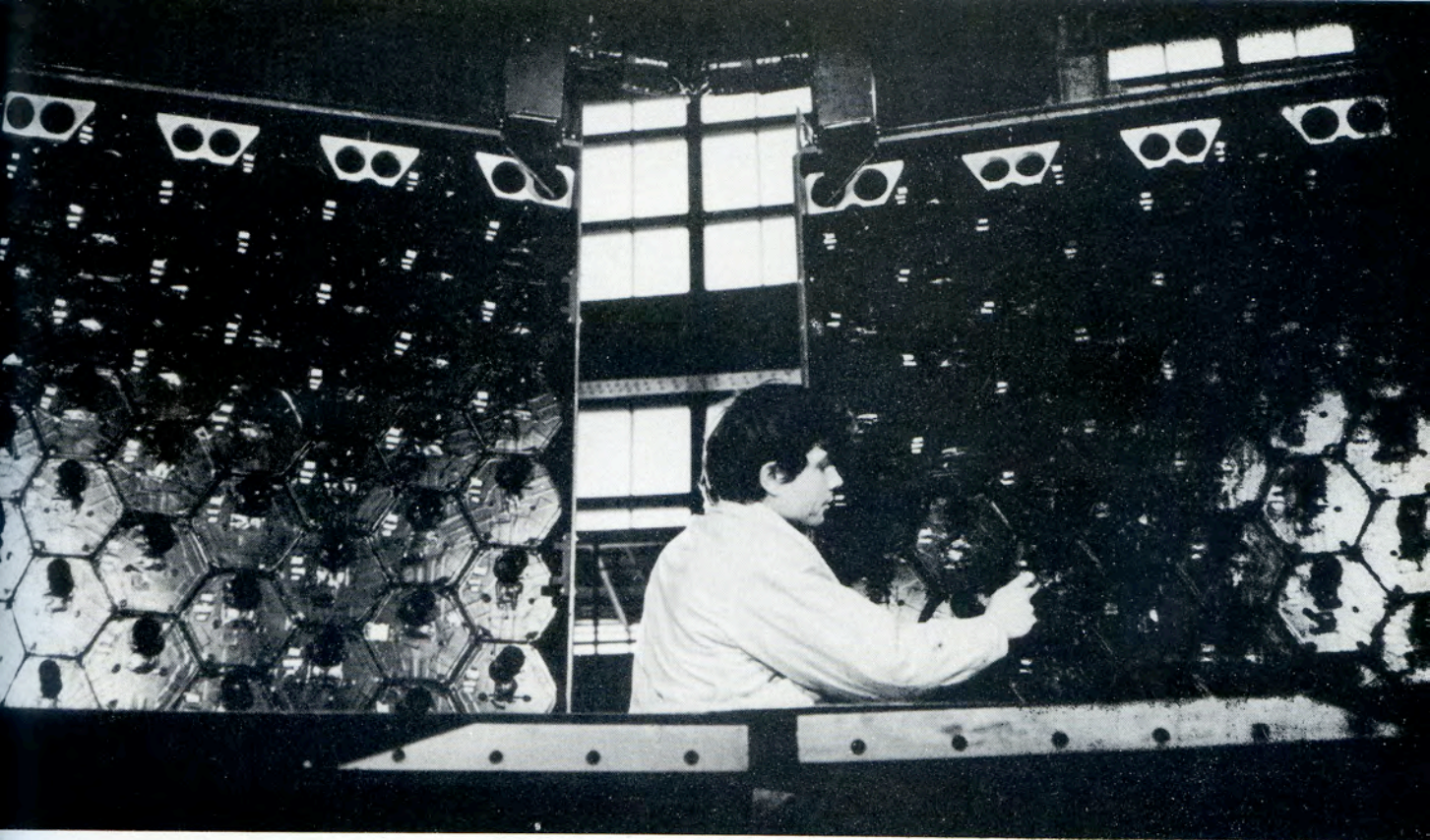


Многоцелевая установка "Фотон" для исследования сильных, слабых и электромагнитных процессов /общий вид/.

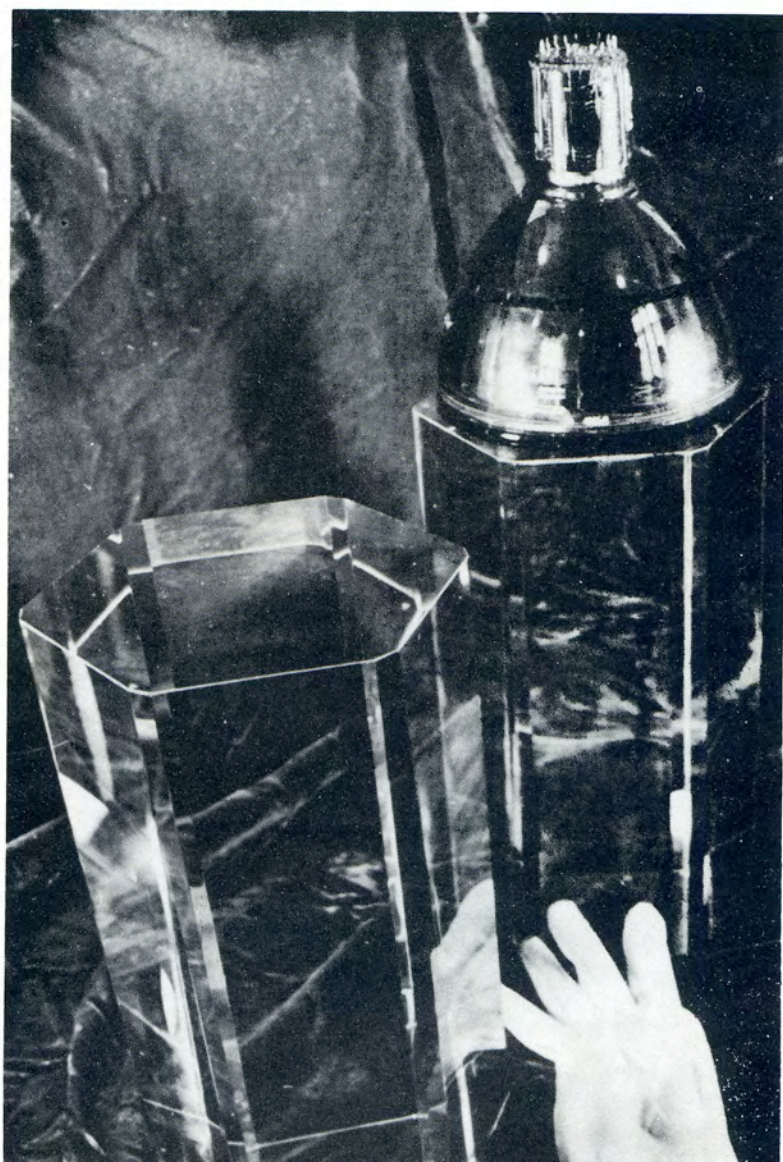
а/. Детекторы частиц пучка пионов. ▶



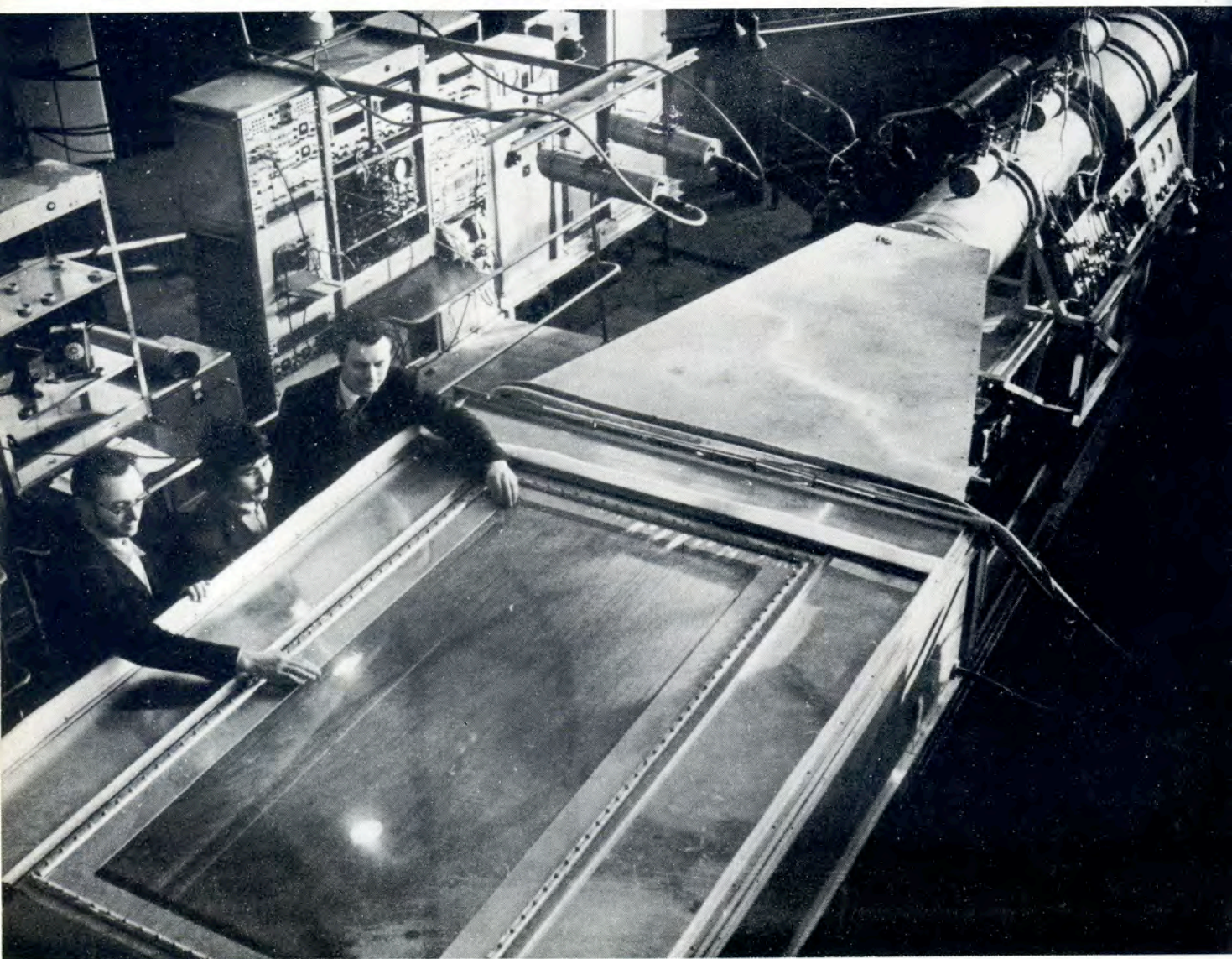
б/. Магнитоэрикссионные искровые камеры размером 1x1 м²



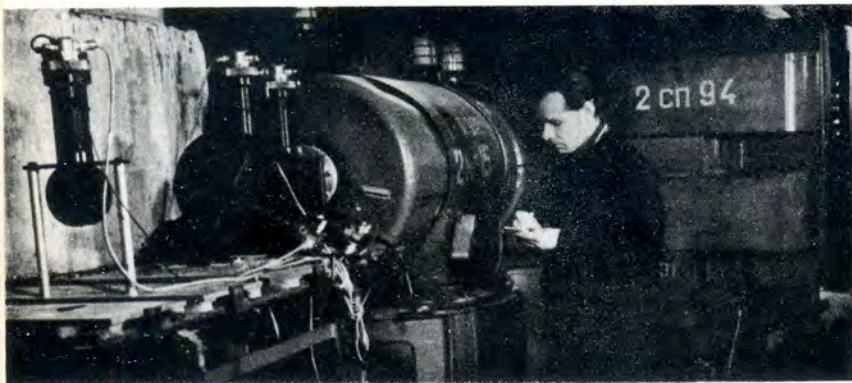
в/. 90-канальный черенковский гамма-спектрометр.



г/. Детекторы черенковского излучения - блоки свинцового стекла.

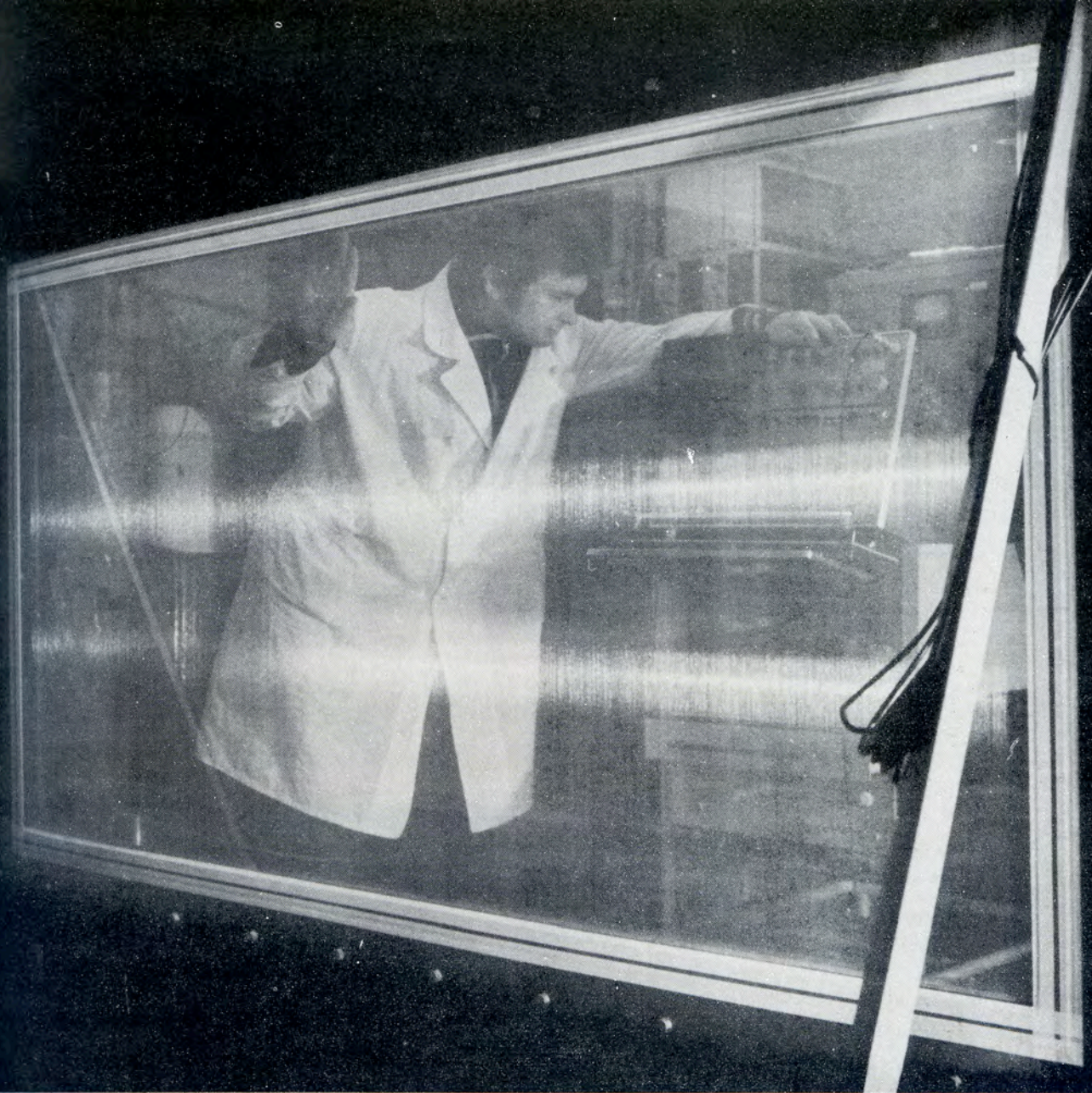


СКМ-200 - двухметровая стримерная камера в магнитном поле для исследований в области релятивистской ядерной физики и для изучения распадов долгоживущих К - мезонов.

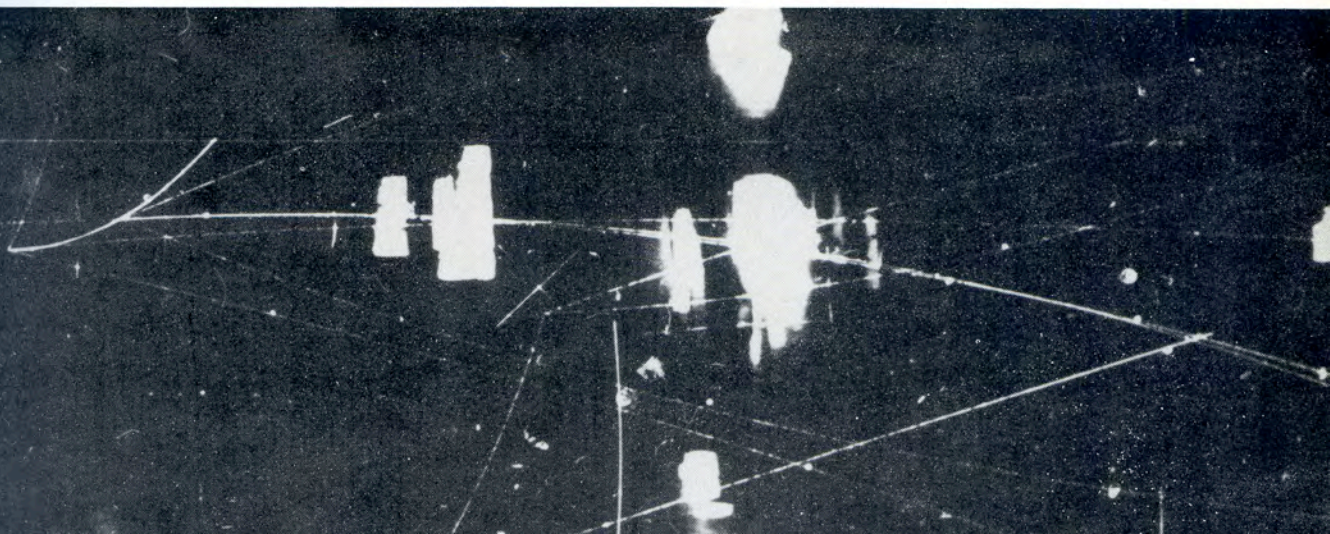


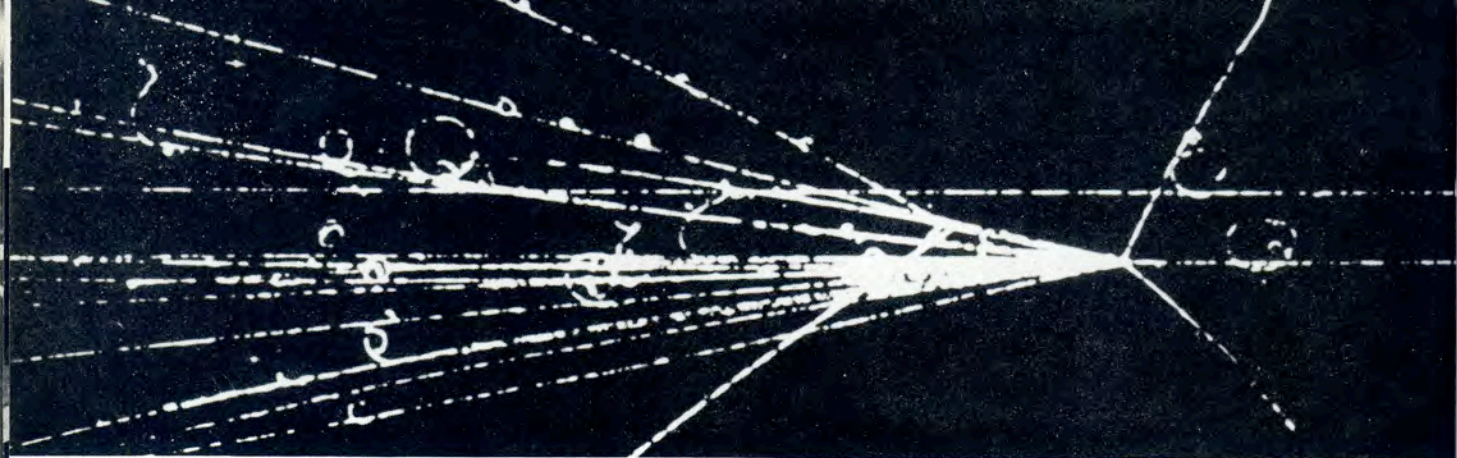
Установка для исследования ку-мулятивного мезообразования на выведенном пучке синхротрона. Ядра, в том числе тяжелые, бомбардируются в ней ускоренными нуклонами, а спектр рожденных частиц измеряется в направлении "назад".

пр-взаимодействия в метровой жидководородной камере, облученной квазимонохроматическим пучком нейтронов с импульсом 5 ГэВ/с

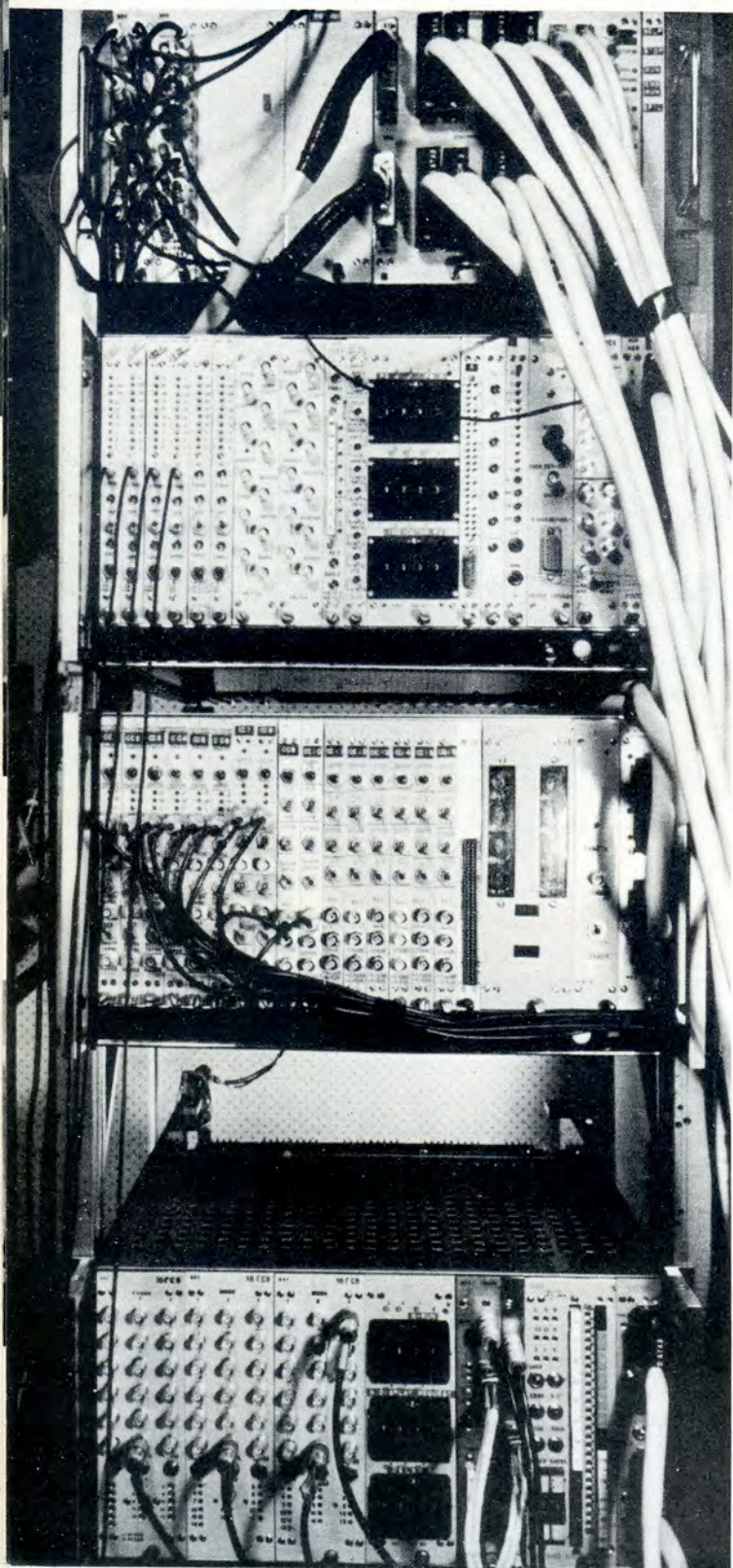


В Дубну доставлены 8 проволочных искровых камер с магнестрикционным считыванием, изготовленных в Кракове. Размер камер - $2 \times 1 \text{ м}^2$, их разработка осуществлялась сотрудниками ОИЯИ и Института ядерной физики ПНР.



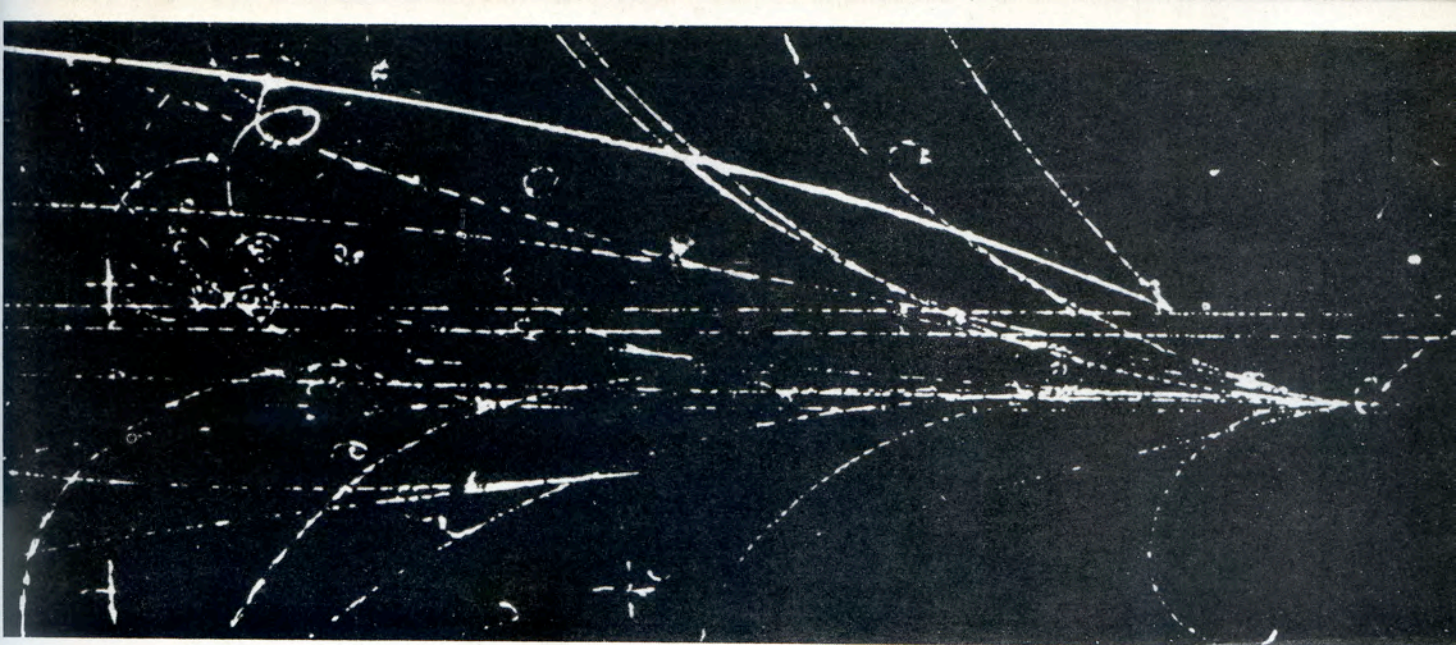


16-лучевая звезда, образовавшаяся в результате π^-p -взаимодействия при импульсе 40 ГэВ/с в двухметровой пропановой пузырьковой камере.



Система связи экспериментальной установки "Фотон" с электронной вычислительной машиной.





π^- -взаимодействия с образованием пары Далитца, 10 гамма-квантов, V^0 и нескольких заряженных пионов в двухметровой пропановой камере, облученной π^- -мезонами с импульсом 40 ГэВ/с.

Случай полного развала тяжелого ядра в фотоэмульсии / Вг или Ag / под действием протона с энергией 70 ГэВ.

