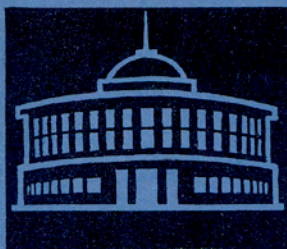


ДУБНА·1970

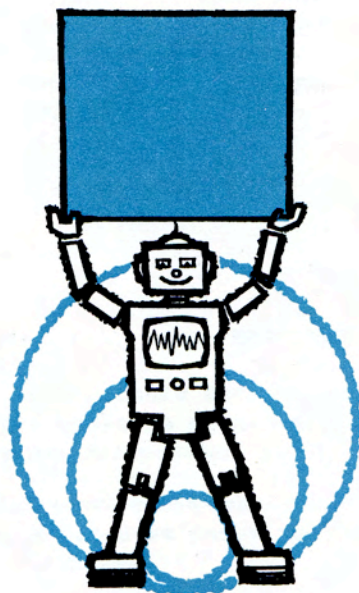
ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ



JOINT INSTITUTE FOR NUCLEAR RESEARCH

1970·DUBNA

**ПРОБЛЕМНЫЙ ПЛАН
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
НА 1970 ГОД**



Научно-исследовательская, методическая и научно-организационная деятельность Объединенного института ядерных исследований в 1970 году проводилась в соответствии с планами, утвержденными Ученым советом ОИЯИ на его XXVII сессии:

- планами научно-исследовательских и методических работ лабораторий;
- планами 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

Проведение научных исследований на ускорителе ИФВЭ и на синхрофазотроне по следующим проблемам:

1. Исследование асимптотического поведения амплитуд бинарных реакций.
2. Изучение электромагнитной структуры элементарных частиц и свойств векторных мезонов.
3. Исследование свойств резонансов и множественного рождения частиц.
4. Работы в области релятивистской ядерной физики.

(Эксперименты по темам 1-4 ведутся на синхрофазотроне и на ускорителе ИФВЭ).

5. Облучение 2-метровой пропановой камеры на ускорителе ИФВЭ и рассылка материалов с этой установки в страны-участницы.

6. Монтаж и облучение 2-метровой жидководородной пузырьковой камеры в ИФВЭ.

7. Завершение работ по созданию нового инжектора синхрофазотрона - линейного ускорителя на 20 Мэв, системы медленного вывода пучка протонов. Исследования по ускорению легких ядер и созданию новых режимов работы ускорителя.

8. Развитие методики нитяных искровых камер и бесфильмового съема информации (совместно с ЛВТА).

9. Создание комплекса аппаратуры по исследованию излучения фотонов и электронов в адронных столкновениях (установка "Фотон").

10. Разработка стримерных камер (совместно с ЛВТА).

11. Развитие и создание криогенных систем (водородные и гелиевые ожижители, мишени, совершенствование водородных камер) и сверхпроводящих устройств (исследования по сверхпроводникам, разработка узлов коллективного линейного ускорителя).

Лаборатория ядерных проблем

1. Завершение исследований по поиску новых тяжелых частиц, антиядер и монополя Дирака на ускорителе ИФВЭ.

2. Экспериментальная проверка законов сохранения лептонного заряда в редких распадах мезонов.

3. Исследование захвата мюонов протонами и ядрами.

4. Изучение структуры элементарных частиц и кластерной структуры ядер.

5. Исследование свойств короткоживущих изотопов по программе ЯСНАПП.

6. Изготовление магнита и других узлов МИС. Монтаж магнита в ИФВЭ и магнитные измерения.

7. Дальнейшее развитие лабораторного центра накопления и обработки информации, ввод в эксплуатацию ЭВМ "Хьюлетт-Паккард 2116В".

8. Разработка (совместно с ИФВЭ ГАН и МИФИ) магнитно-ионизационного спектрометра со стримерной камерой на базе магнита МИС (установка РИСК).

9. Окончание рабочего проектирования реконструкции синхроциклотрона в сильноточный фазотрон. Изготовление тяжелого оборудования и продолжение исследований по сильноточным протонным ускорителям.

10. Составление проектного задания на установку У-120М.

11. Совершенствование вывода протонов из фазотрона.

Лаборатория ядерных реакций

1. Поиск и изучение физических и химических свойств сверхтяжелых элементов в предполагаемой области стабильности $Z \geq 110$ и $N \approx 184$.

2. Синтез элемента 106 и синтез сверхтяжелых элементов в области $Z \approx 125$ и $N \approx 184$.

3. Синтез и изучение свойств распада нейтроноизбыточных изотопов, а также изучение структуры ядер.

4. Проведение реконструкции циклотрона У-300 в У-400.

Лаборатория нейтронной физики

1. Исследование нейтронных резонансов ядер и развитие исследований с поляризованными нейтронами.

2. Изучение фундаментальных свойств нейтрона и развитие работ по ультрахолодным нейтронам.

3. Изучение реакций на легких ядрах, вызываемых заряженными частицами.

4. Изучение атомной и магнитной структуры и динамики кристаллов и жидкостей ядерными методами.

5. Развитие работ по ядерной электронике, по усовершенствованию измерительного центра лаборатории и по разработке измерительного центра для ИБРА-2.

ЛАБОРАТОРИЯ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

В лаборатории велись фундаментальные исследования в области физики элементарных частиц при высоких энергиях, методические разработки, направленные на совершенствование техники эксперимента, проводились работы по усовершенствованию синхрофазотрона с целью расширения возможностей постановки и проведения на нем физических экспериментов. При этом основные усилия коллектива лаборатории и большая часть ее ресурсов были направлены на реализацию программы физических исследований на ускорителе ИФВЭ.

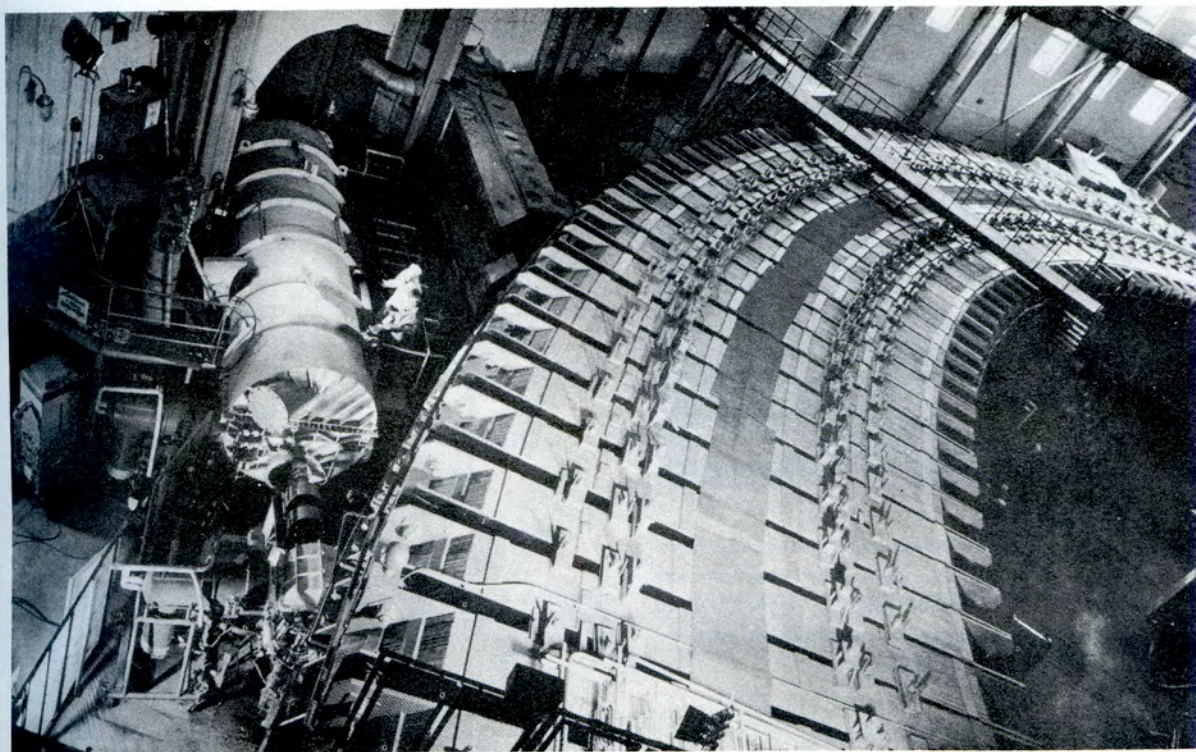
Научные исследования ЛВЭ проводила в тесном контакте с Лабораторией вычислительной техники и автоматизации и с лабораториями и институтами стран-участниц ОИЯИ.

Научно-исследовательские работы

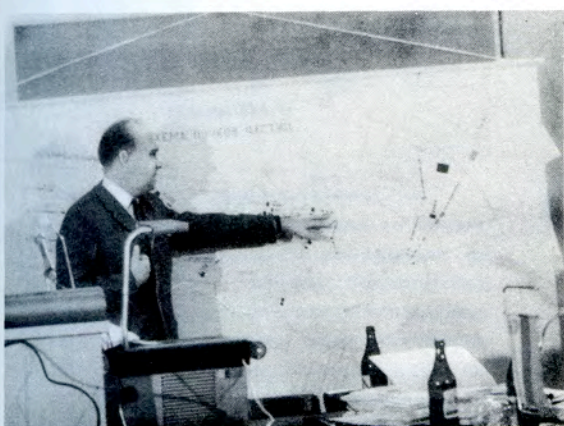
Поведение
амплитуд рассеяния
в зависимости
от энергии
взаимодействующих частиц

1. Исследование дифференциальных сечений упругого pd -рассеяния и уточнение параметров наклона pp -рассеяния в области энергий 10-70 Гэв проводились на ускорителе ИФВЭ. Измерены действительные части амплитуд pp - и pd -рассеяния. Экспериментальные результаты получены с помощью сверхзвуковых газовых водородной и дейтериевой мишеней. Внутренний пучок ускорителя многократно пересекал мишень в течение 300 мсек. Ширина мишени составляла около 4 см.

На рис. 4а,б приведены спектры протонов и дейтронов отдачи. В качестве при-

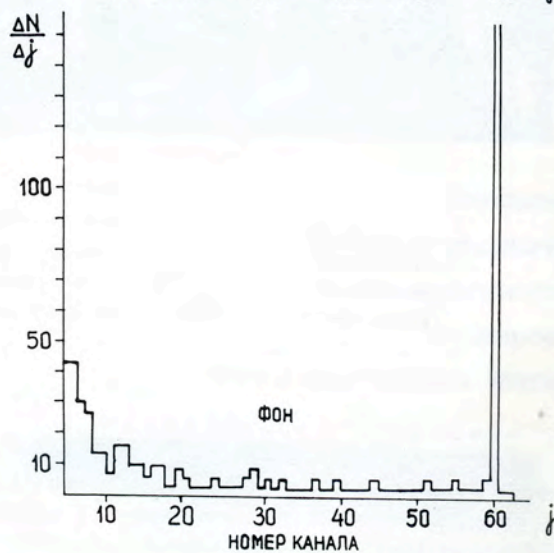
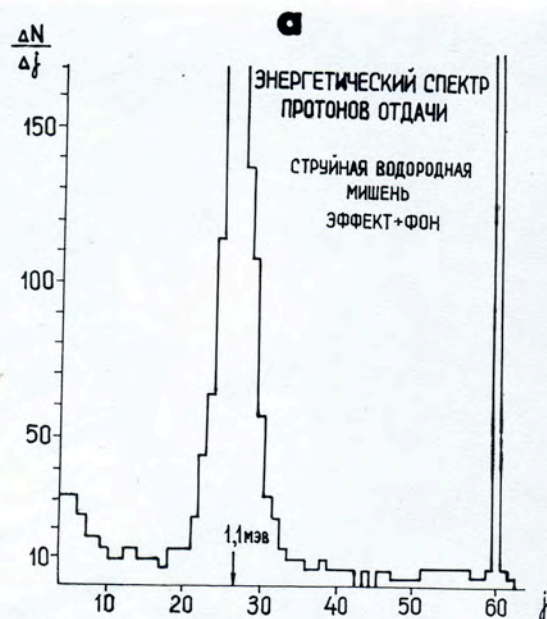
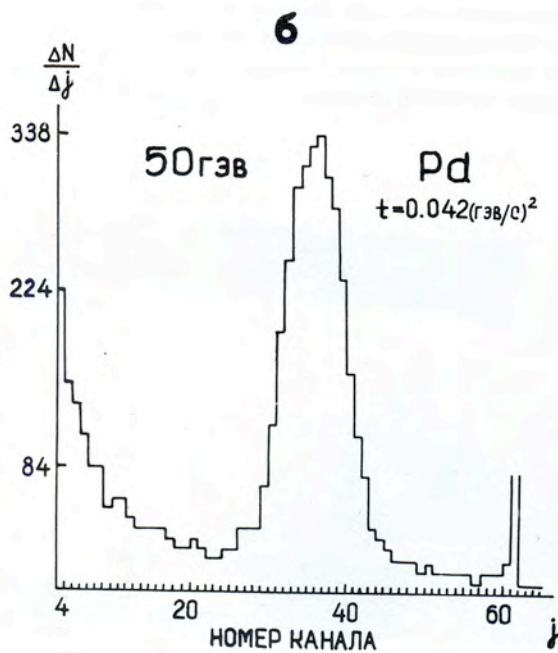


2. Директор Лаборатории высоких энергий профессор А.М. Балдин выступает на сессии Учёного совета ОИЯИ с сообщением об ускорении дейтронов на синхрофазотроне. Использование ускорителя в новом качестве создает предпосылки для развития исследований в области релятивистской ядерной физики.

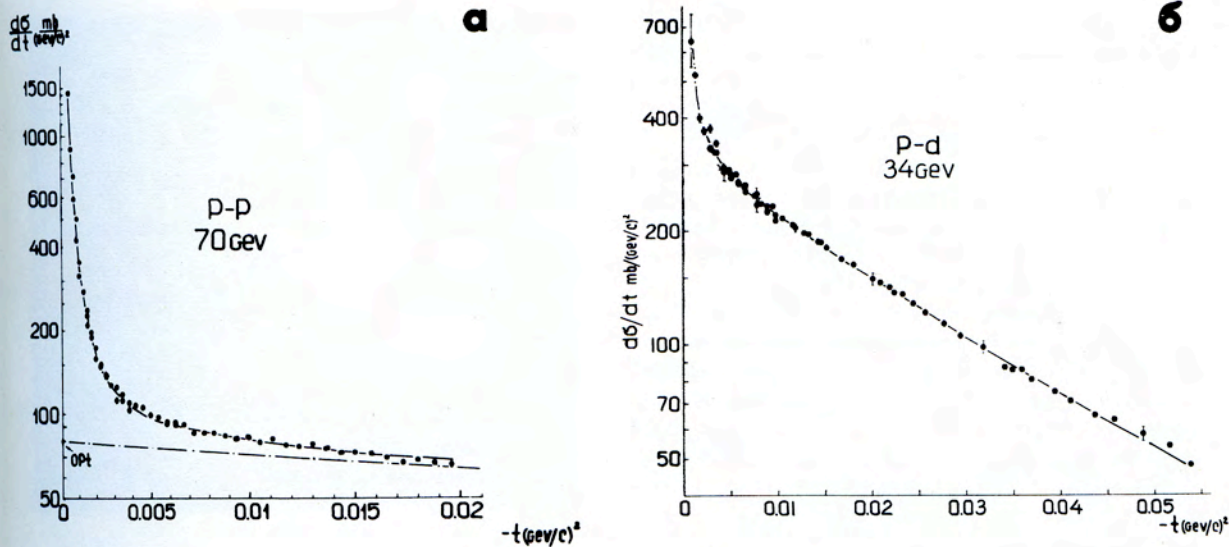




3. Группа учёных Лаборатории высоких энергий ведёт обработку экспериментальных данных об упругом рассеянии протонов дейтронами, полученных на серпуховском ускорителе.

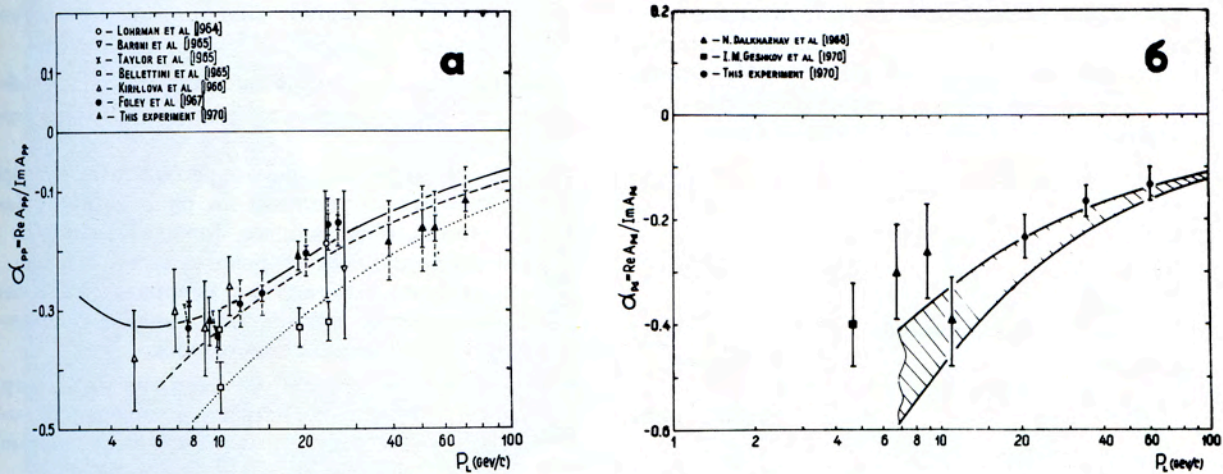


4. Энергетические спектры частиц отдачи от взаимодействия протонного пучка ускорителя ИФВЭ: а) со струйной дейтериевой мишенью; б) со струйной водородной мишенью. Максимум в спектрах обусловлен: а) дейтронами отдачи от когерентной реакции $pd \rightarrow pd$; б) протонами отдачи от упругого pp -взаимодействия.



5. Дифференциальные сечения: а) упругого pp -рассеяния при энергии протонов 70 Гэв, б) упругого pd -рассеяния при энергии протонов 34 Гэв.

6. Сравнение экспериментальных данных о вещественных частях амплитуды упругого pp -рассеяния (а) и упругого pd -рассеяния (б) с выводами дисперсионных соотношений.



мера на рис. 5 а,б представлены дифференциальные сечения упругого pp - и pd -рассеяния при 70 и 34 Гэв. Найденные значения $\alpha_{pp} = \frac{Re_{pp}(0)}{Im_{pp}(0)}$ и $\alpha_{pd} = \frac{Re_{pd}(0)}{Im_{pd}(0)}$ в зависимости от энергии протонов даны на рис. 6 а,б соответственно. Здесь же показаны результаты расчётов по дисперсионным соотношениям и экспериментальные результаты других работ.

Отношение вещественной части амплитуды упругого pp -рассеяния к мнимой с увеличением энергии протонов монотонно уменьшается по абсолютной величине от $\alpha = -0,32 \pm 0,04$ при 8,5 Гэв до $\alpha = -0,1 \pm 0,04$ при 70 Гэв. Для случая pd -рассеяния соответствующие значения изменяются от $\alpha = -0,23 \pm 0,04$ при энергии 23 Гэв до $\alpha = -0,13 \pm 0,04$ при 60 Гэв.

Таким образом, экспериментальные данные о поведении параметра наклона дифракционного конуса упругих pp - и pd -рассеяний и о поведении фазы амплитуды этих процессов вблизи нуля градусов (в области интерференции кулоновского и ядерного рассеяний) не противоречат выводам аксиоматической теории поля.

2. Исследование асимптотического поведения амплитуды рассеяния и определение электромагнитного формфактора K^0 -мезонов в опытах по регенерации K^0 -мезонов ведутся на ускорителе ИФВЭ в пучке нейтральных частиц с помощью магнитного искрового спектрометра, работающего на линии с ЭВМ БЭСМ-3М. Основные свойства пучка и спектрометра при-

Таблица

<u>Пучок</u>	
Размер у водородной мишени	40x65 мм ²
Горизонтальная расходимость	$\pm 0,35$ мрад.
Вертикальная расходимость	$\pm 0,6$ мрад.

Размеры

Длина водородной мишени	3 м
Длина зоны распада	6 (10) м
Длина установки	15 м
Магнит	200x100x25 см ³
Искровые камеры	600x420x8 мм ³

Разрешения

Координата трека $\Delta X, \Delta Y$	$\pm 0,3$ мм
Пространственный угол $\Delta \Theta$	$\pm 0,4$ мрад.
Координата точки распада ΔZ	± 3 см
Ивариантная масса $\Delta m_{\pi\pi}$	$\pm 3,5$ Мэв

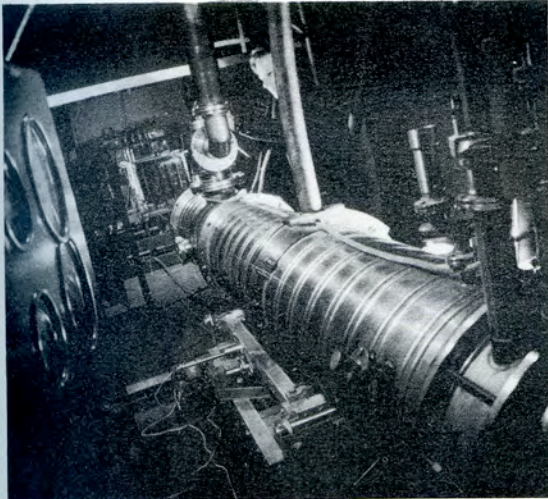
Интенсивности

Протоны на мишень	10^{11} протон/цикл
Нейтроны в пучке	-5×10^6 нейтр./цикл
K^0 -мезоны в пучке	$-5 \times 10^4 K^0$ /цикл
Скорость запуска (тах)	30 соб./цикл
Скорость накопления V^0	-10 соб./цикл
Скорость накопления K^0	-10 K^0 /час.

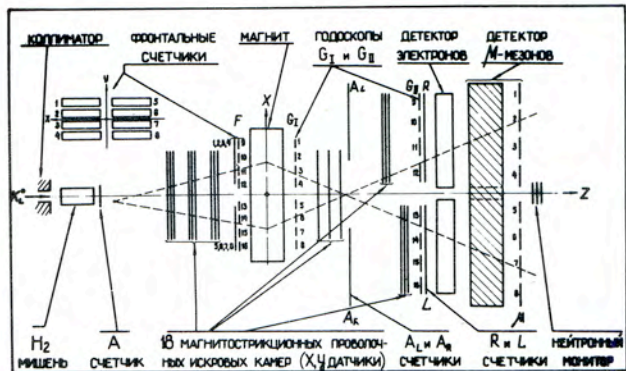
ведены в таблице и иллюстрируются рис. 8-10. Величины сечений и фазы амплитуд $K_L^0 \rightarrow K_S^0$ -регенерации в интервалах различных энергий определяются по интенсивности распадов K_L^0 - и K_S^0 -мезонов на два заряженных пиона в распадной области за 3-метровой жидководородной мишенью.

Предварительные результаты экспериментов представлены на рис. 11 и 12. Заключение о поведении фазы и амплитуды регенерации могут быть получены после увеличения статистики и проведения более тщательного, детального анализа возможных систематических ошибок.

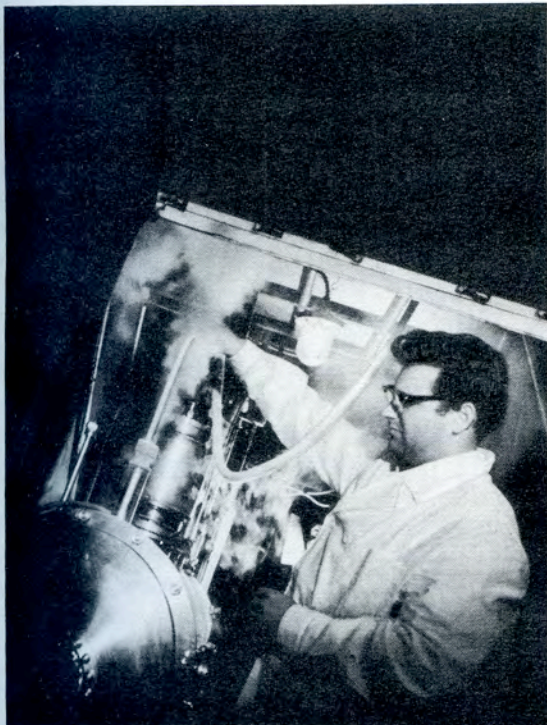
3. Структура амплитуды упругого π^- -рассеяния в интервале импульсов 2-7 Гэв/с изучается в экспериментах на синхрофазотроне.



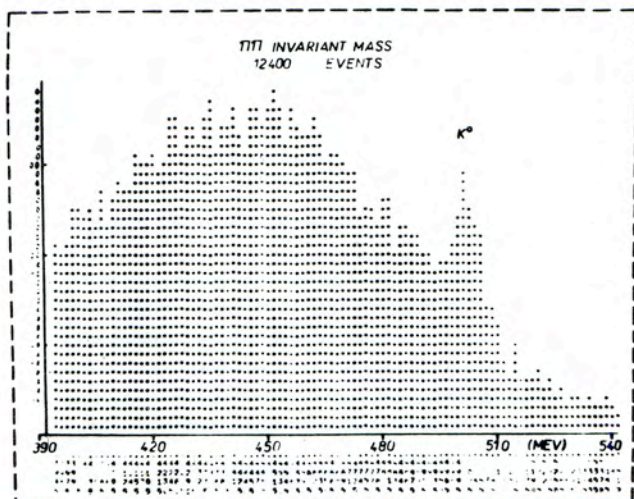
7. В опытах по исследованию регенерации K^0 -мезонов на серпуховском ускорителе используется 3-метровая жидководородная мишень.

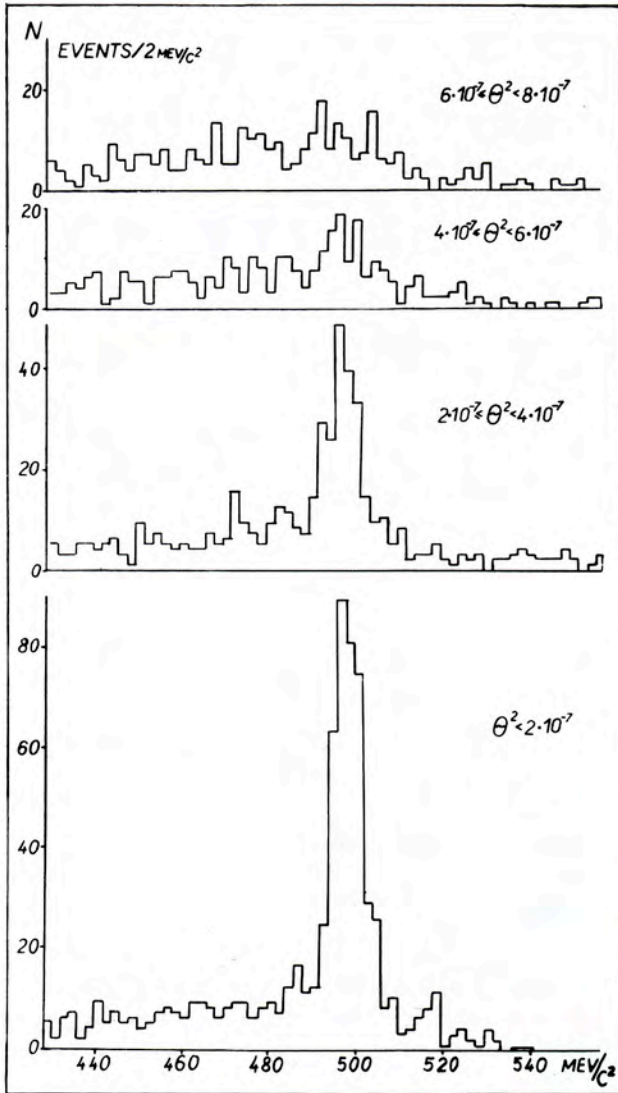


8. Схема расположения аппаратуры на пучке нейтральных частиц.

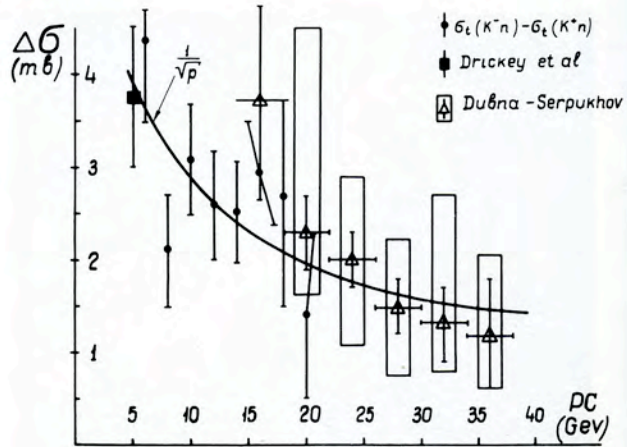


9. Распределение по инвариантной массе всех двухлучевых случаев, зарегистрированных установкой, в предположении, что обе заряженные частицы есть пионы: π^+ и π^- .



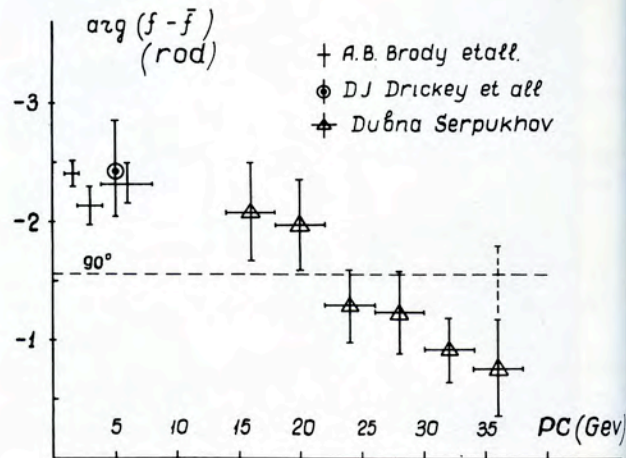


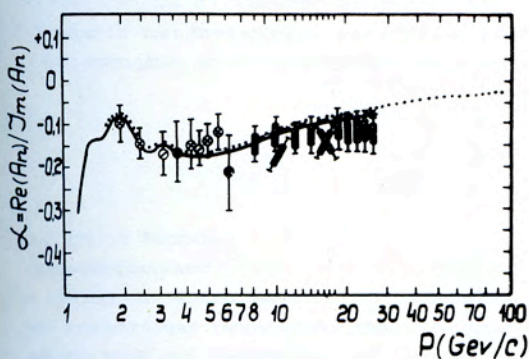
10. Распределение по инвариантной массе $\pi^+\pi^-$ двухлучевых событий, для которых суммарный вектор импульса имеет малый угол (θ) с направлением движения частиц пучка. Очевидно, что события, для которых $\theta^2 \leq 6 \times 10^{-7}$ радиан и масса ≈ 500 Мэв/с², являются кандидатами в K_s^0 -мезоны.



11. Зависимость от энергии разности полных сечений $\bar{K}^0 p - K^0 p$ и $K^- p - K^+ p$.

12. Фаза амплитуды регенерации в зависимости от энергии K^0 -мезонов.



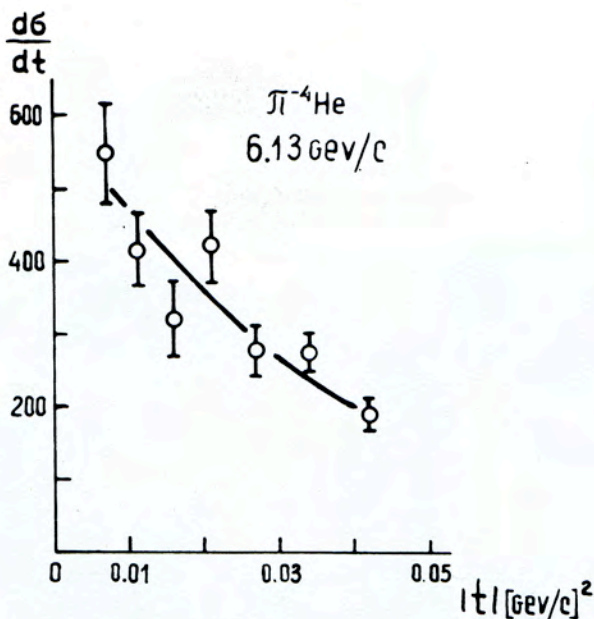
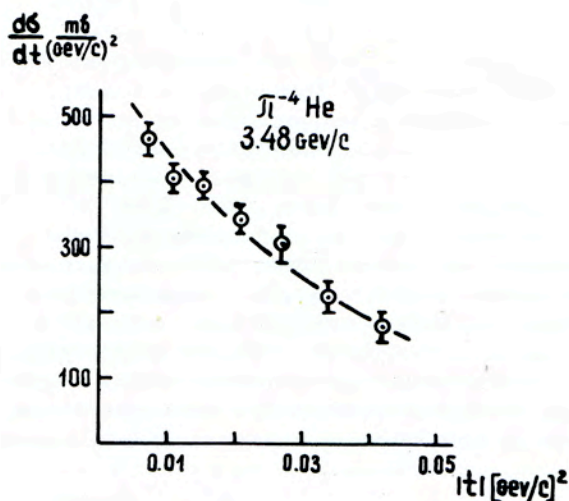


13. Величины отношения вещественной к мнимой части амплитуды упругого π^-p -рассеяния в зависимости от импульса пионов в л.с.к. и их сравнение с расчётами по дисперсионным соотношениям (плавные кривые). \circ - данные настоящей работы.

а) При помощи спектрометра из бес-фильмовых искровых камер на линии с ЭВМ БЭСМ-4, с использованием в триггере газовых дифференциальных черенковских счётчиков для детектирования рассеяния пионов на малые углы в жидководородной мишени, измерены дифференциальные сечения упругого рассеяния отрицательных пионов в области кулоновской интерференции при импульсах 1,91; 2,44 и 5,65 Гэв/с. Рис. 13 иллюстрирует полученные результаты.

Таким образом, завершен цикл работ по исследованию упругого π^-p -рассеяния на малые углы в интервале энергий пионов 2-7 Гэв. Эти данные являются единственными в указанном интервале энергий и находятся в хорошем согласии с предсказаниями дисперсионных соотношений.

б) В результате обработки фотографий с 50-сантиметровой гелиевой камеры Вильсона, облученной отрицательными пионами с импульсами 4,48 и 6,13 Гэв/с, методом спектрометрирования частиц отдачи измерены дифференциальные сечения упругого π^-a -рассеяния в области передач t : $0,046 \leq t \leq 0,074$ (Гэв/с)². Результаты показаны на рис. 14 а, б.

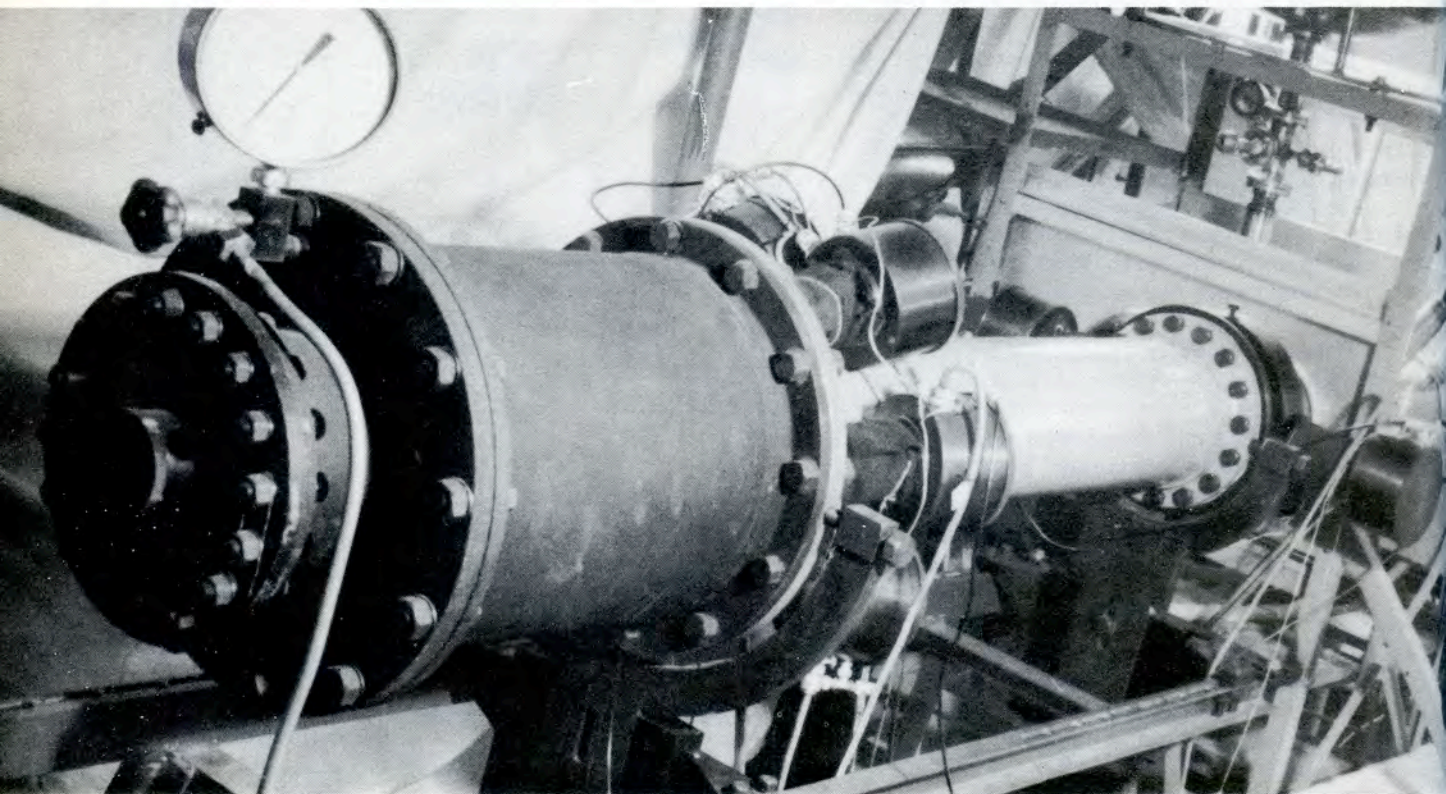


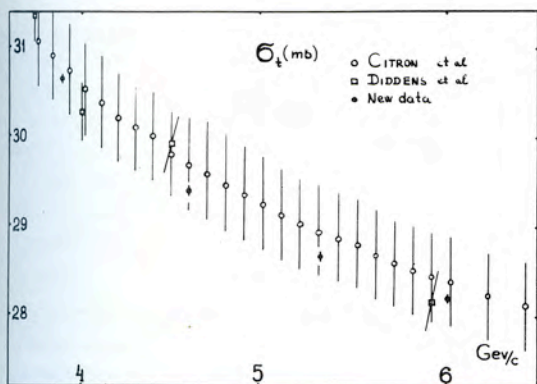
14. Дифференциальные сечения когерентного π^-a -рассеяния (в относительных единицах) в зависимости от переданного импульса.

4. Полные сечения взаимодействия пионов с протонами в интервале энергий 3-7 Гэв измерены на синхрофазотроне с применением новой, разработанной в лаборатории аппаратуры - газовых дифференциальных черенковских годоскопов. Полные сечения измерены при импульсах пионов 3,88; 4,62; 5,33 и 6,03 Гэв/с с абсолютной ошибкой 50-60 микробарн, включающей систематическую - 20 микробарн. На рис. 15 приведены результаты данной работы вместе с результатами других работ. Рисунок иллюстрирует преимущества нового метода измерений полных сечений частиц высоких энергий по сравнению с применявшимися ранее.

15. Полные сечения (в миллибарнах) взаимодействия отрицательных пионов с протонами в зависимости от импульса пионов (Гэв/с).

16. Измерения с высокой точностью полных сечений π^-p -взаимодействия выполнены с помощью новой аппаратуры - газовых дифференциальных черенковских годоскопов. Рассеивателем служила специальная жидководородная мишень с плоскими окнами и с высокой стабилизацией плотности водорода.



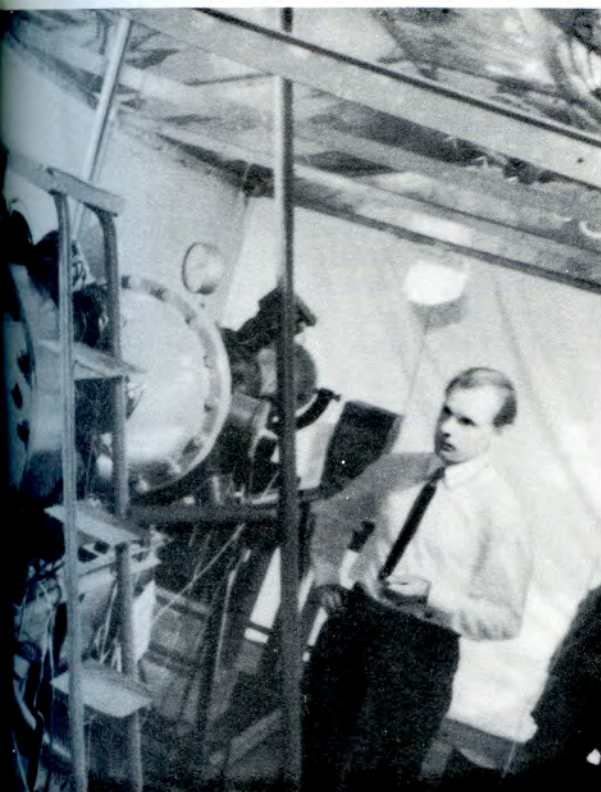


Механизм рождения и распада частиц и резонансов. Поиск новых резонансов

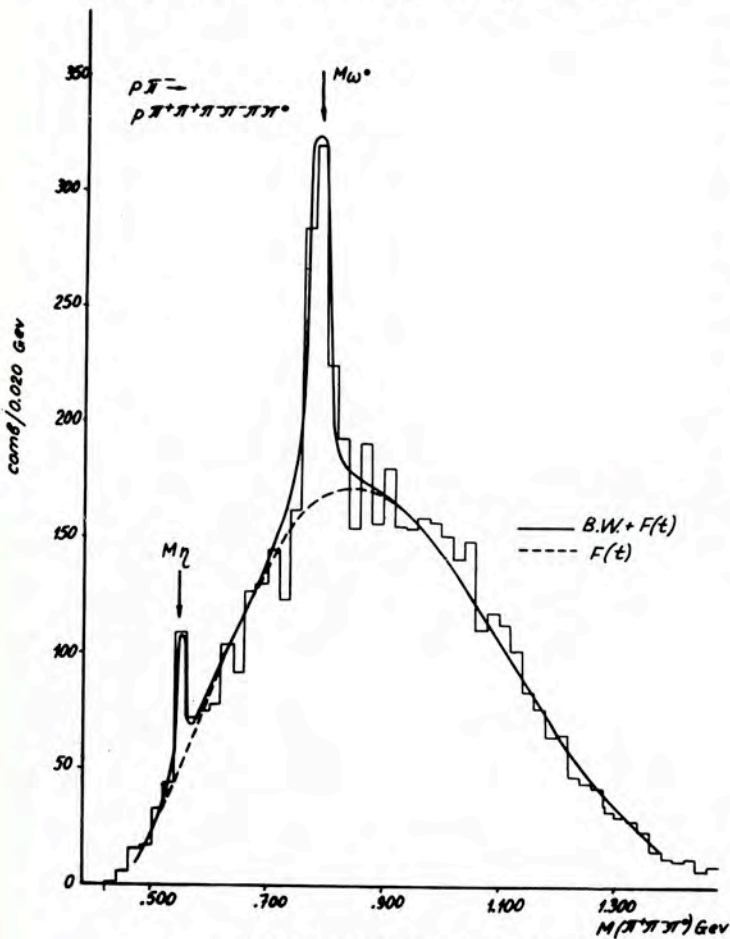
1. Работы по изучению π^-p -взаимодействий и когерентного рождения резонансов в π^-C -взаимодействиях при 40 Гэв в истекшем году велись в направлении совершенствования программного обеспечения. Проверены действующие программы для обработки снимков с 2-метровой пропановой камеры, и определены точности измерения треков. Создана программа моделирования периферических событий - ФАРФОРС и программа ГЕОФИТ-1 для геометрической и кинематической обработки событий на БЭСМ-6 и CDC-1604A. Разработаны новые методы поиска изломов на треках, определения параметров треков e^\pm и др.

2. Взаимодействия отрицательных пионов с протонами при импульсе 5 Гэв/с изучаются на основе снимков с 1-метровой жидководородной камеры (совместно с ИФВЭ ГДР и ЛВТА). Из анализа 6-лучевых событий получены распределения по каналам реакций, сечения этих реакций и сечения образования резонансов.

Канал	Число событий	σ (мкб)
$\pi^-p \rightarrow p 2\pi^+ 3\pi^-$	710	283 \pm 15
$\pi^-p \rightarrow p 2\pi^+ 3\pi^- \pi^0$	863	348 \pm 17
$\pi^-p \rightarrow 3\pi^+ 3\pi^- n$	253	103 \pm 7
$\pi^-p \rightarrow p 2\pi^+ 3\pi^- k\pi^0$ ($k \geq 2$)	220	88 \pm 7
$\pi^-p \rightarrow 3\pi^+ 3\pi^- k\pi^0 n$ ($k \geq 1$)	269	109 \pm 8
Все каналы	2310	932 \pm 39



На рис. 17 приведен спектр эффективных масс системы $\pi^+\pi^-\pi^0$ из реакции $\pi^-p \rightarrow p\pi^+\pi^+\pi^-\pi^-\pi^0$. По оси абсцисс отложена масса этой системы в Гэв/с², по оси ординат - число наблюдавшихся событий на интервал 0,02 Гэв/с². Пунктирная кривая - фит экспериментальных данных по $F(t)$ -модели, сплошная - фит экспериментальных данных по Брайт-Вигнеру. Данные указывают на сильное образование ω^0 . В данной реакции, отчетливо фиксируется η^0 -мезон.



17. Спектр эффективных масс системы $\pi^+\pi^-\pi^0$ в реакции $\pi^-p \rightarrow p\pi^+\pi^+\pi^-\pi^-\pi^0$ при импульсе падающих отрицательных протонов 5 Гэв/с.

3. Исследования взаимодействия протонов и π^- -мезонов с нуклонами и ядрами проводились с помощью фотоэмульсий, облученных на ускорителе ИФВЭ протонами с энергией 60 Гэв. Показано, что средняя множественность заряженных частиц в π^-p -столкновениях меняется с энергией по закону $\langle n \rangle = E^{0,36 \pm 0,04}$.

4. При изучении нейтральных бозонов, распадающихся на π^0 -мезоны и гамма-кванты, определены вероятности распада $K^0 \rightarrow 2\pi^0$. Работа выполнена совместно с ИТЭФ на ксеноновой камере. Проанализировано около 1 миллиона снимков (из них 350 тысяч в ЛВЭ). Найдено, что

$$|\eta_{00}| = \frac{K_L \rightarrow \pi^0 \pi^0}{K_S \rightarrow \pi^0 \pi^0} = (2,02 \pm 0,23) \times 10^{-3}.$$

Это согласуется с теоретическими предсказаниями и устраняет противоречивость ранее имевшихся экспериментальных данных.

Завершен цикл работ по исследованию нейтральных бозонов, распадающихся на гамма-кванты в реакции $\pi^+ + n \rightarrow p + X, X \rightarrow k\gamma$. Просмотрено 500 тысяч снимков с 55-сантиметровой ксеноновой камеры. Найдено 1362 события, удовлетворяющих этой реакции. Получены следующие результаты:

а) по распадам η -мезона:

$$R_1 = \frac{\eta(\gamma, \gamma)}{\eta(\text{нейтр.})} = (57 \pm 9)\%,$$

$$R_2 = \frac{\eta(\pi^0 \gamma \gamma)}{\eta(\text{нейтр.})} = (11 \pm 3)\%,$$

$$R_3 = \frac{\eta(3\pi^0)}{\eta(\text{нейтр.})} = (32 \pm 9)\%;$$

б) по распадам ω -мезона:

$$R_1 = \frac{\omega^0(\eta\gamma + 3\gamma)}{\omega^0(\pi^0\gamma)} = (22 \pm 8)\%,$$

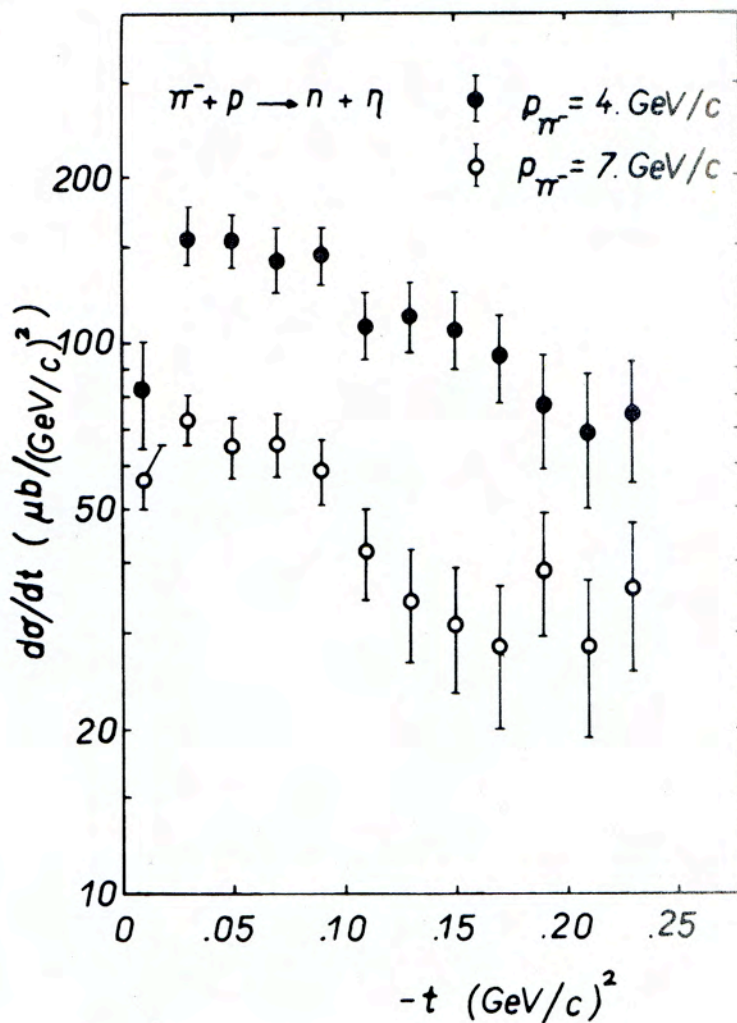
$$R_2 = \frac{\omega^0(\pi^0\pi^0\gamma)}{\omega^0(\pi^0\gamma)} = (16 \pm 13)\%.$$

Электромагнитная
структура
элементарных частиц

1. Радиационные распады бозонных резонансов исследовались с помощью спектрометра из черенковских счётчиков полного поглощения и искровых камер. Измерено сечение образования η^0 -мезона в области малых передач импульса в реакции $\pi^- p \rightarrow \eta^0 \eta$ при импульсе пионов 7 Гэв/с. На рис. 18 показаны результаты этой работы вместе с данными, полученными на синхрофазотроне при им-

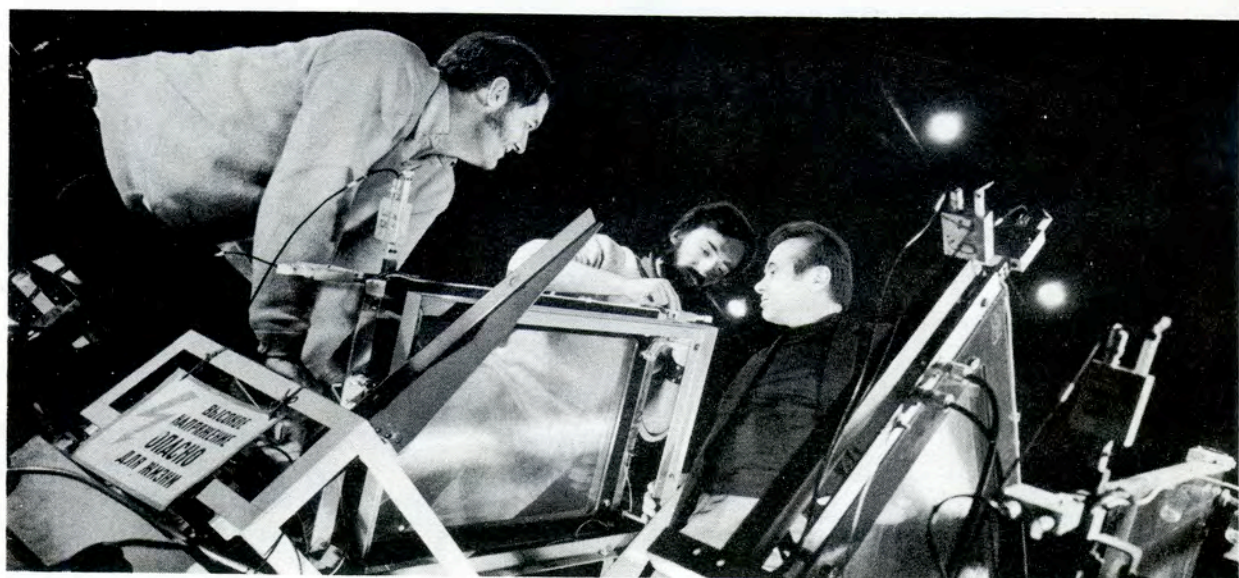
пульсе пионов 4 Гэв/с. Данные указывают на отсутствие плато в дифференциальном сечении для интервала $0 \leq |t| \leq 0,24 (\text{Гэв/с})^2$ и на изменение наклона при переходе к малым передаваемым импульсам $|t| \leq 0,02 (\text{Гэв/с})^2$.

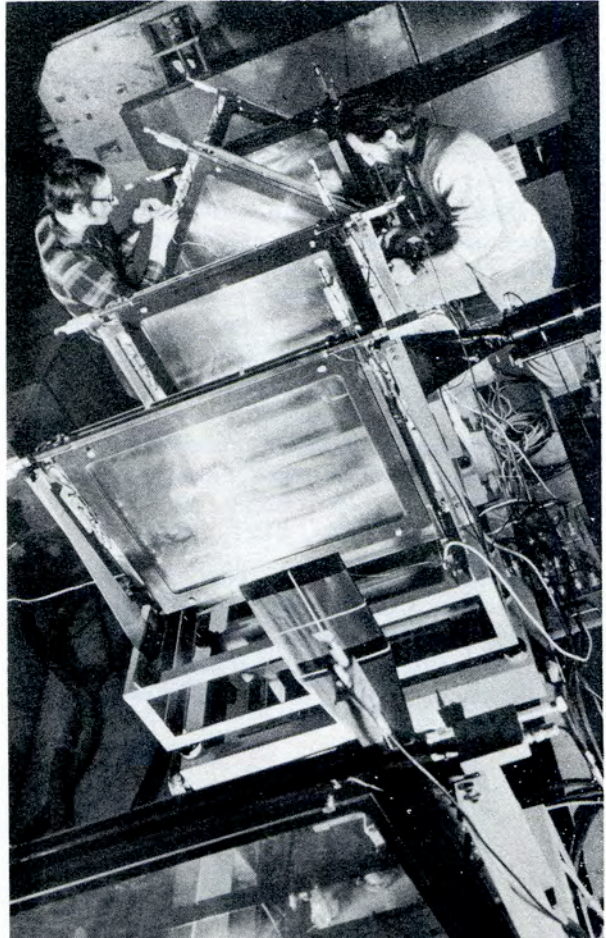
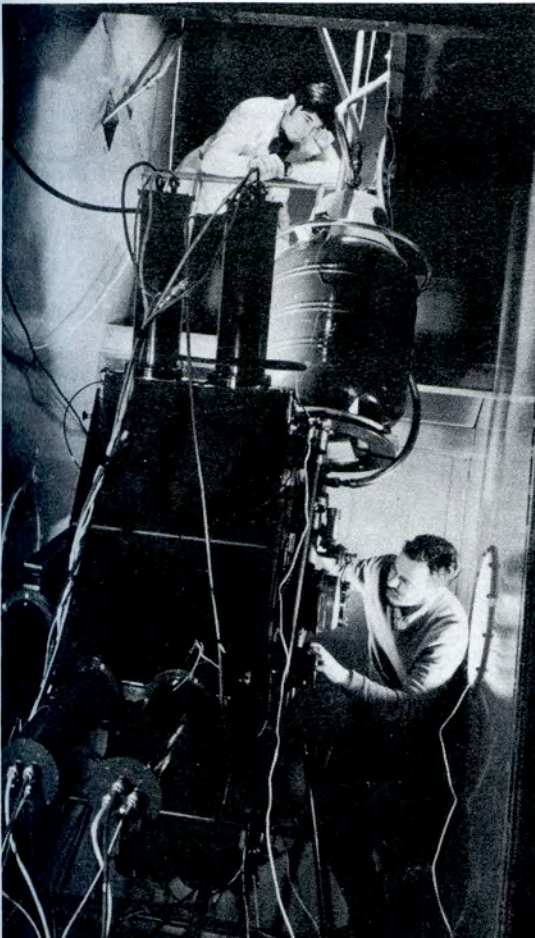
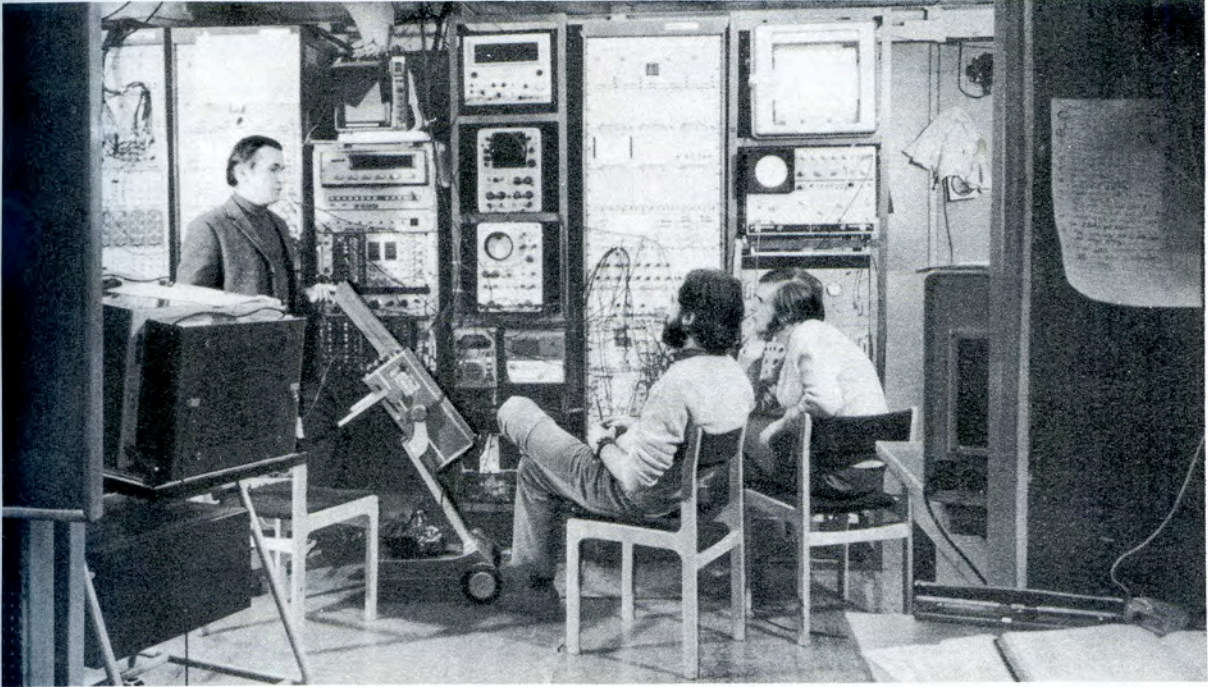
2. Для исследования электромагнитных размеров π^- -мезона создана экспериментальная установка - бесфильмовый искровой спектрометр на линии с ЭВМ. Установка перебазируется в ИФВЭ, производится ее комплексная наладка на пучке отрицательных пионов с энергией 50 Гэв.



18. Дифференциальное сечение образования η^0 -мезона в реакции $\pi^- p \rightarrow n \eta^0$.

19. Для измерения электромагнитных размеров пиона в опытах по исследованию πe -рассеяния (импульс пионов 50 Гэв/с) создан бесфильмовый искровой спектрометр, работающий на линии с ЭВМ. В установке используются прецизионная жидководородная мишень и 18 проволочных искровых камер с магнитострикционным съемом информации.



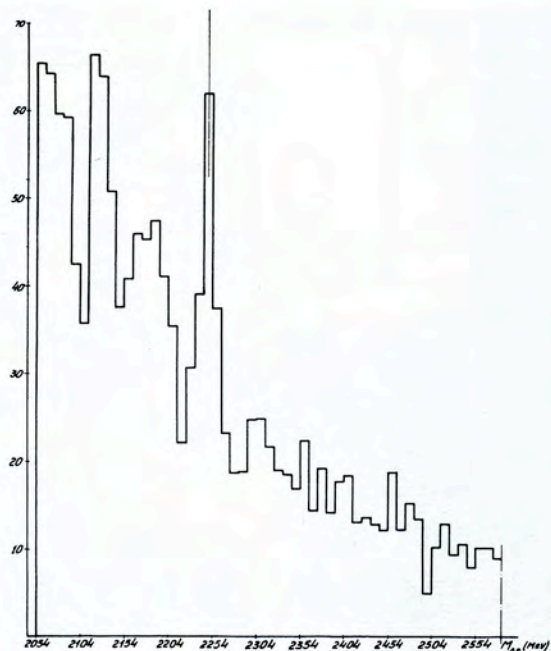


3. Ведется изучение электромагнитных свойств K^0 -мезонов.

а) На синхрофазотроне с помощью стримерной камеры СКМ-100 с конвертором внутри ее рабочего объема изучался распад $K_L^0 \rightarrow \pi^+\pi^-e^+e^-$. Найдено, что

$$\frac{W(K_L^0 \rightarrow \pi^+\pi^-e^+e^-)}{W(K_L^0 \rightarrow \text{все каналы распадов})} \leq 10^{-4}.$$

б) С помощью магнитного спектрометра с искровыми камерами на линии с ЭВМ БЭСМ-4 (установка СКИФ) проводился поиск возможного эффекта регенерации K^0 -мезонов в магнитном поле. Найдено, что этот эффект (в условных единицах) $\mu_0 \leq 10^{-2}$, где μ_0 - "каонный магнетон".

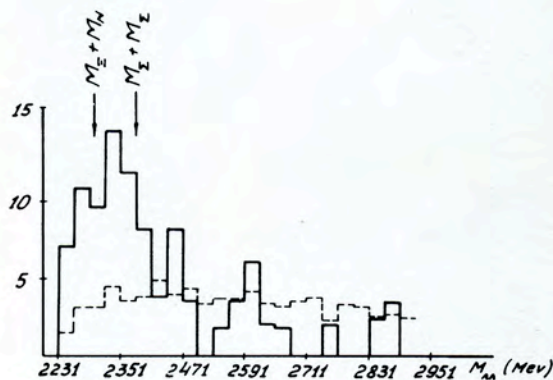


Поиск и исследование резонансов в двух- и многобарионных системах

На основе снимков с 55-сантиметровой пропановой камеры, облученной нейтронами со средним импульсом 7,2 Гэв/с, изучались взаимодействия нейтронов с ядрами углерода, приводящие к образованию системы (Λp). Найдено и обработано 1165 событий, содержащих Λ -гиперон и протоны (798 событий с одним протоном и 367 событий с двумя протонами).

Спектр эффективных масс системы (Λp) приведен на рис. 20а. Видны пики при массах системы 2058, 2127, 2252 Мэв/с² и в районе масс (2154+2214) Мэв/с², находящиеся в хорошем согласии с ранее полученными в лаборатории результатами при исследовании взаимодействия π^- -мезонов с импульсом 4,0 Гэв/с с ядрами углерода.

20. Спектры эффективных масс Λp (а) и $\Lambda \Lambda$ (б), полученные при обработке снимков с 55-сантиметровой пропановой пузырьковой камеры, облученной нейтронами со средним импульсом 7,2 Гэв/с.



По первому пику найдены длина рассеяния $a(\Lambda p) = (-2,0 \pm 0,5) \times 10^{-13}$ см и эффективный радиус системы (Λp) : $r_o(\Lambda p) = (2,5 \pm 0,8) \times 10^{-13}$ см, которые согласуются с данными других лабораторий.

В спектре эффективных масс системы (Λpp) наблюдается особенность в области масс $(3042-3092)$ Мэв/с².

Найдено 50 $\Lambda\Lambda$ -событий, спектр эффективных масс которых приведен на рис. 206.

Теоретические исследования

Интерференционные явления в физике элементарных частиц

В общем плане показана непрерывность перехода от тождественных частиц к нетождественным. Получены соотношения, описывающие интерференционные явления в процессах с участием резонансов, и дан новый способ определения ширины узких резонансов.

Разработана теория нового интерференционного метода измерения времени жизни Σ^0 -гиперона. На основе дисперсионных соотношений проведен цикл исследований асимптотического поведения упругого рассеяния K , \bar{K} , π^\pm на нуклонах и дейтронах.

Совершенствование действующих и разработка новых физических приборов, устройств, установок

Создание установки
с 2-метровой
жидководородной
камерой

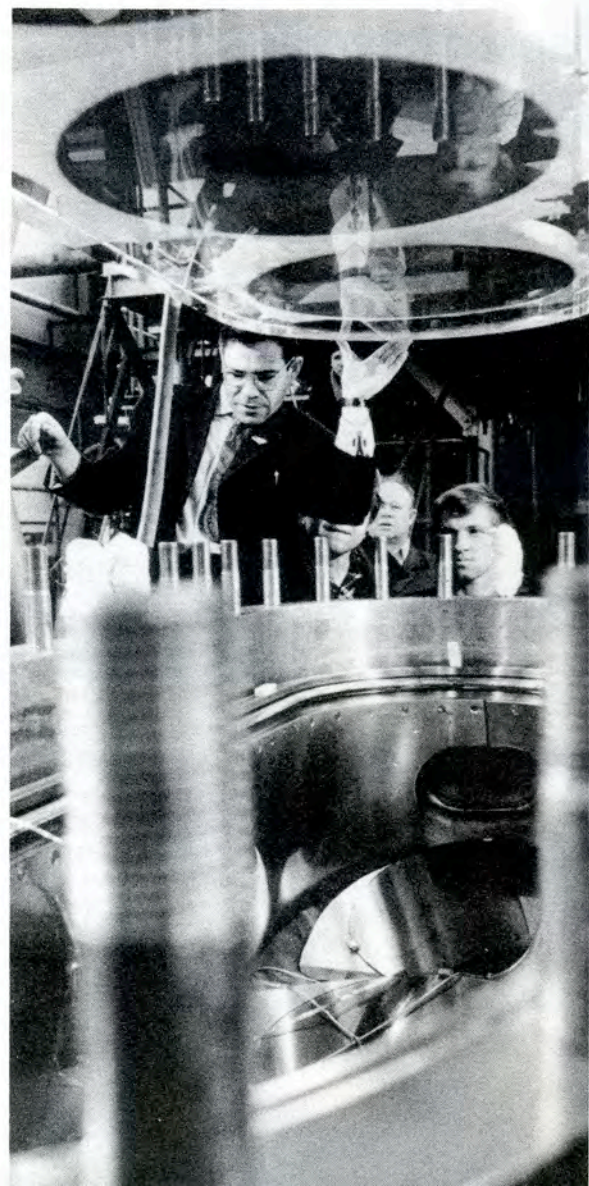
Проведено два плановых водородных пуска установки. Камера подготовлена к заключительному, третьему, пуску в Дубне. Моделирование π^-p -взаимодействий при 30 Гэв с последующим обчётом по стандартным программам показало, что возможно выделение каналов реакций без нейтральных частиц. Полученная оценка разрешающей способности установки указывает на возможность решения задач по структуре резонансов в 3π -системах.

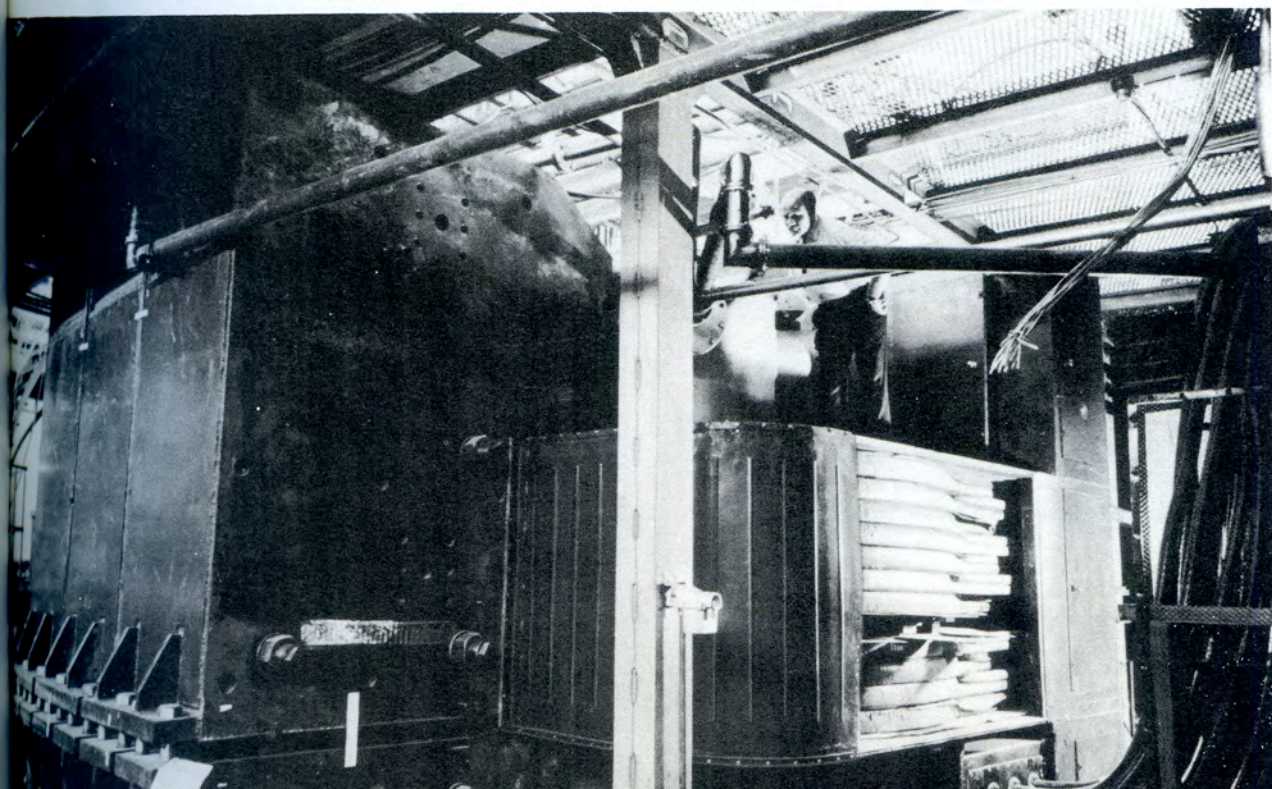
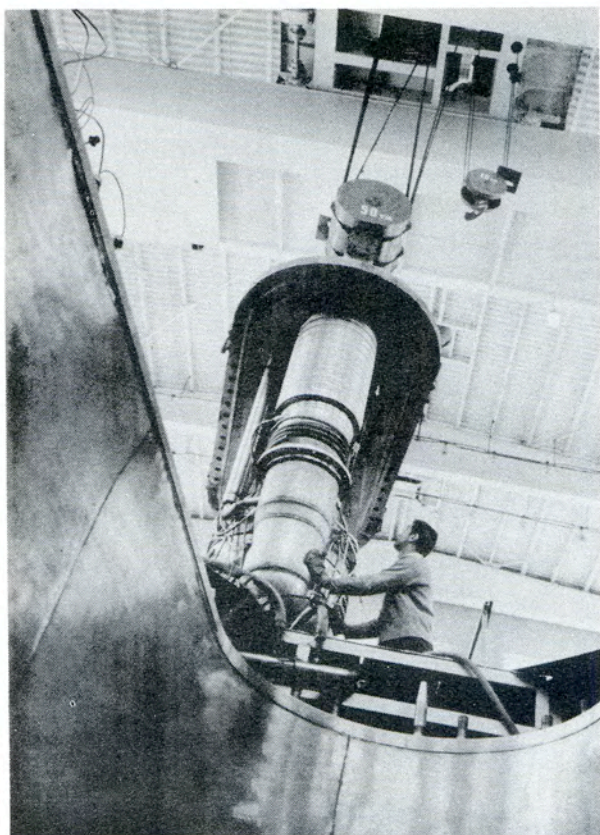
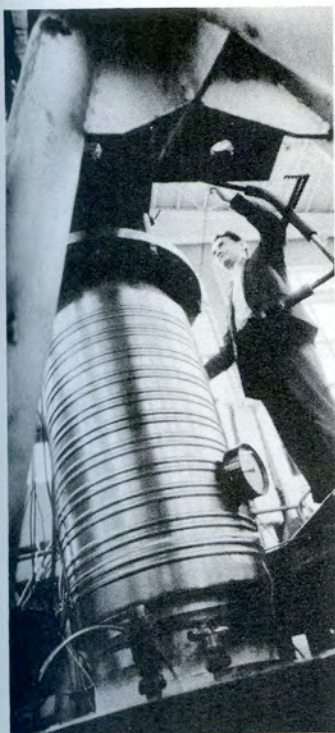
Методические исследования
и разработка
большого бесфильмового
детектора

Создан экспериментальный бесфильмовый детектор с жидким аргоном и ксеноном, а также твердым аргоном. Проведены первые эксперименты по определению электронной проводимости в жидких аргоне и ксеноне и изучению регистри-



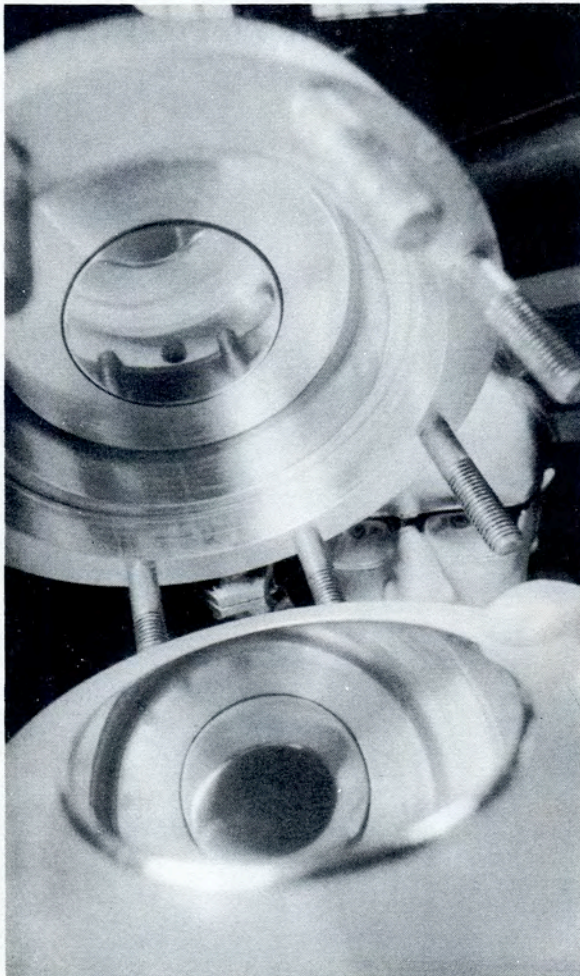
21. Монтаж узлов установки с 2-метровой жидководородной камерой, предназначенной для работы на пучках серпуховского ускорителя.



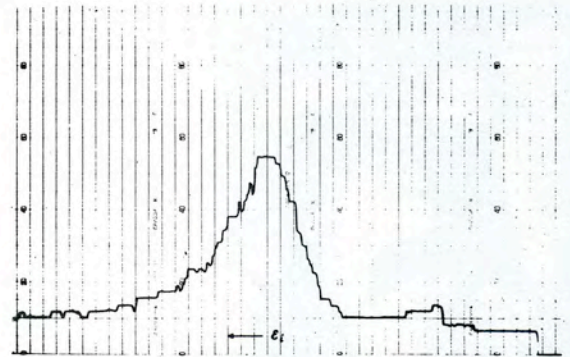


рующих свойств конденсированных благородных газов.

Полученные распределения наиболее вероятных потерь на ионизацию пионами с импульсом 6 Гэв/с в жидком ксеноне и твердом аргоне показаны на рис. 23 и 24.

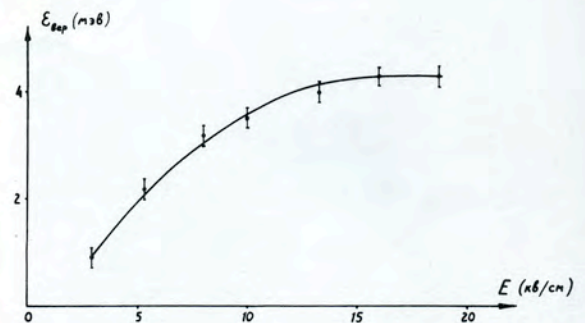


22. Ведутся разработки ионизационных детекторов с наполнением конденсированными благородными газами. На снимке показан внутренний объем детектора ионизационных потерь энергии на основе жидкого ксенона.



23. Распределение наиболее вероятных значений ионизационных потерь π^- -мезонов с импульсом 6 Гэв/с в слое жидкого ксенона 2 г/см^2 . По оси абсцисс (справа налево) отложена величина, пропорциональная ионизационным потерям, по оси ординат — относительная плотность вероятности ионизационных потерь.

24. Зависимость наиболее вероятных значений ионизационных потерь от напряженности электрического поля в твердом аргоне.



Методические исследования

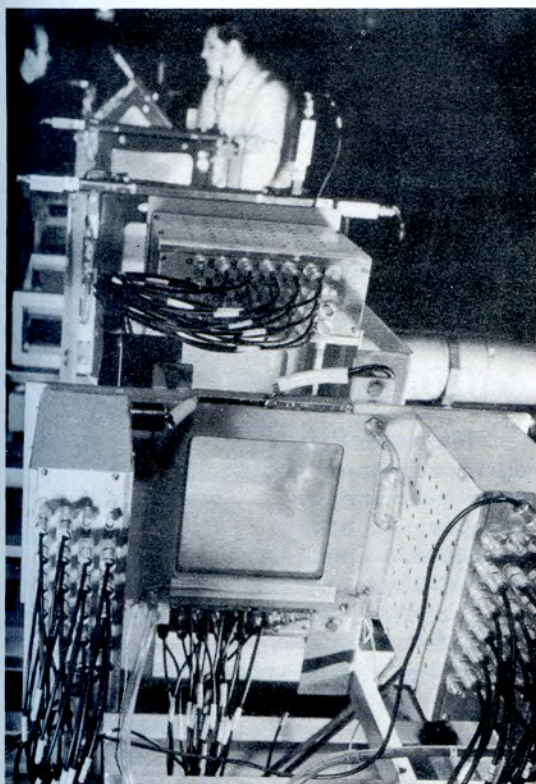
с искровыми

и пропорциональными камерами

Разработаны и испытаны две многопроводные пропорциональные камеры, которые в настоящее время используются в эксперименте по исследованию электромагнитных размеров пионов на серпуховском ускорителе.

Получено временное и пространственное разрешение камер ± 50 нсек и ± 1 мм соответственно при эффективности регистрации частиц около 99%. Общий вид камер показан на рис. 25.

Разработаны магнестрикционные искровые проволочные камеры размером $1 \times 1 \text{ м}^2$, они показаны на рис. 26.



25. Многопроводные пропорциональные камеры в установке для изучения πe -рассеяния.

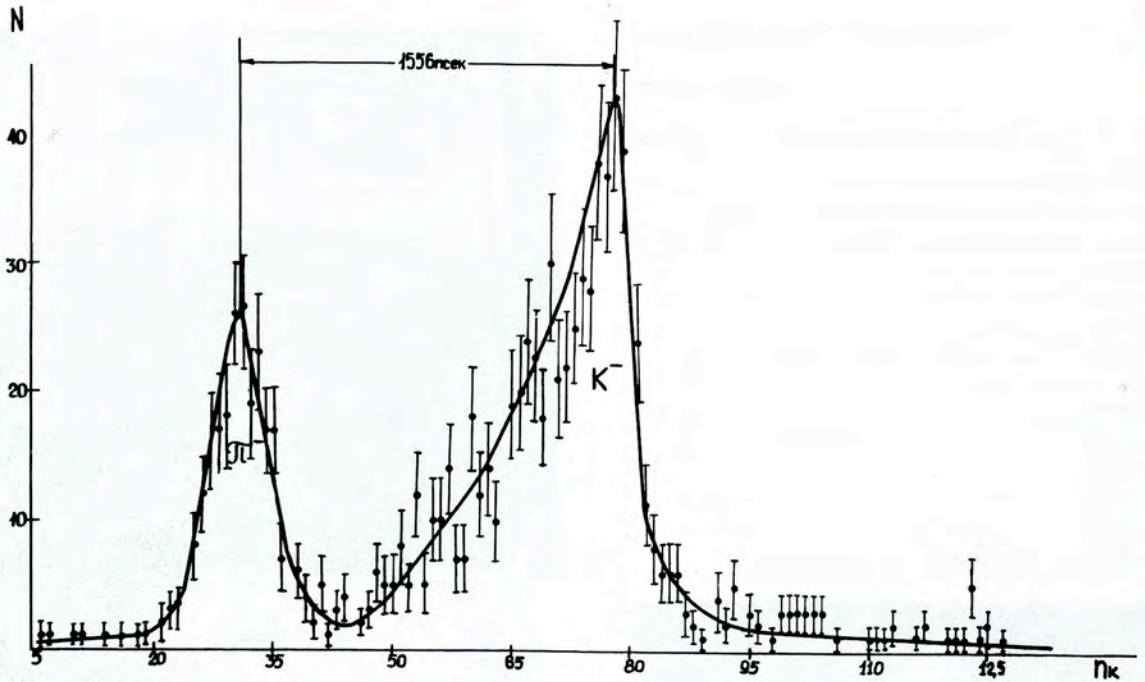


26. Магнестрикционные искровые камеры $1 \times 1 \text{ м}^2$.

Разработка спектрометра по времени пролета пикосекундного диапазона

Разработана электронная схема для компенсации временных сдвигов, возникающих в больших сцинтилляторах при прохождении частиц в разных местах сцинтиллятора. Получена точность компенсации лучше чем ± 50 пикосекунд. Разработан и изготовлен формирователь блокирующих импульсов для устранения наложенных импульсов при больших нагрузках.

Спектрометр с разрешающим временем ± 80 пикосекунд был применен для определения состава пучка отрицательных частиц с импульсом 400 Мэв/с. Измеренный по времени пролета спектр пучка частиц, содержащий π^- - и K^- - мезоны, приведен на рис. 27.



27. Спектр пучка отрицательных частиц с импульсом 400 Мэв/с, измеренный по времени пролета спектрометром пикосекундного диапазона.

Совершенствование
и разработка
системы блоков
быстрой,
спектрометрической
и электронной аппаратуры

Разработано и внедрено еще 15 новых типов блоков, предназначенных для использования в физических экспериментах, проводимых в лаборатории. Теперь имеется универсальный набор из 33 модулей блоков.

Часть блоков и, в частности, наносекундный годоскоп на 24 канала, блок преобразователя амплитуды в цифровой код и пересчетная декада выполнены на интегральных модулях.

Исследование
физических свойств
сверхпроводников

При изучении резистивных состояний сверхпроводников найдено несколько линейных участков на вольт-амперных характеристиках образцов и скачок дифференциального сопротивления при переходе через λ -точку жидкого гелия.

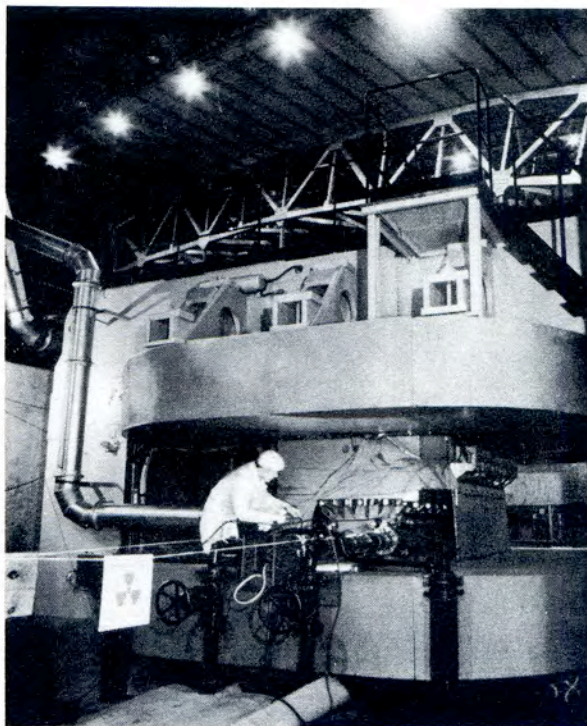
Проведены исследования влияния состояния поверхности на критический ток в рекристаллизованных образцах. При изучении пик-эффекта обнаружено, что с увеличением магнитного поля скорость нарастания малых напряжений непрерывно возрастает, а в области пика — резко падает. Предполагается, что наличие пика связано с изменением коэффициента вязкости движения флюксоидов.

Совершенствование водородных и гелиевых ожижителей

Закончено исследование разработанного ранее ожижителя водорода с детандером на всем потоке сжатого газа. Применение такого детандера увеличивает производительность ожижителя на 50%.

Проводились исследования детандеров для многоцелевого гелиевого ожижителя. Продолжались разработка и наладка системы автоматического управления ожижительными установками.

Для проведения физических экспериментов в лабораториях ОИЯИ сжигено 10000 литров водорода и 18000 литров гелия, произведено 12000 м^3 газообразного водорода.



28. Двухметровая пропановая пузырьковая камера работает на пучке отрицательно заряженных частиц серпуховского ускорителя.

Облучение 2-метровой пропановой пузырьковой камеры на ускорителе в Серпухове

На пучке π^- -мезонов с импульсом 40 Гэв/с получено 42 тыс. фотографий для методических целей и 17 тыс. рабочих. На рис. 29 показана одна из таких фотографий. Видны взаимодействия отрицательных пионов с пропаном.

29. Фотография, полученная в 2-метровой пузырьковой пропановой камере на пучке отрицательных частиц с импульсом 40 Гэв/с.



Облучение фотоэмульсий на синхрофазотроне

Облучено 4 фотоэмульсионных камеры протонами вне магнитного поля и 20 камер в импульсном магнитном поле с $H = 200$ кэ дейтронами с импульсом 9,4 Гэв/с. Полученный материал направлен в лаборатории стран-участниц ОИЯИ.

Модернизация и усовершенствование синхрофазотрона

Создание инжектора
линейного ускорителя на 20 Мэв
с жесткой
фокусировкой

Разработан и изготовлен двухзаорный группирователь с трубкой дрейфа (рис. 30) для ЛУ-20. Исследования частотных характеристик показали, что они хорошо согласуются с характеристиками резонатора ЛУ-20.

Разработки
и исследования
по ускорению дейтронов
на синхрофазотроне

Новая ускоряющая система, созданная в лаборатории, вместе с группирователем в начальной части инжектора ЛУ-9 позволила увеличить в 5-6 раз дейтронный

ток на выходе ЛУ-9. При токе за инфлекторными пластинами 400-500 ма в импульсе получен бетатронный импульс с числом частиц 3×10^{11} , при этом интенсивность пучка дейтронов, ускоренных до энергии 11 Гэв, составила $0,9 \times 10^{10}$ частиц за цикл. Осуществлен быстрый вывод пучка из камеры ускорителя, и проведено облучение фотоэмульсий.

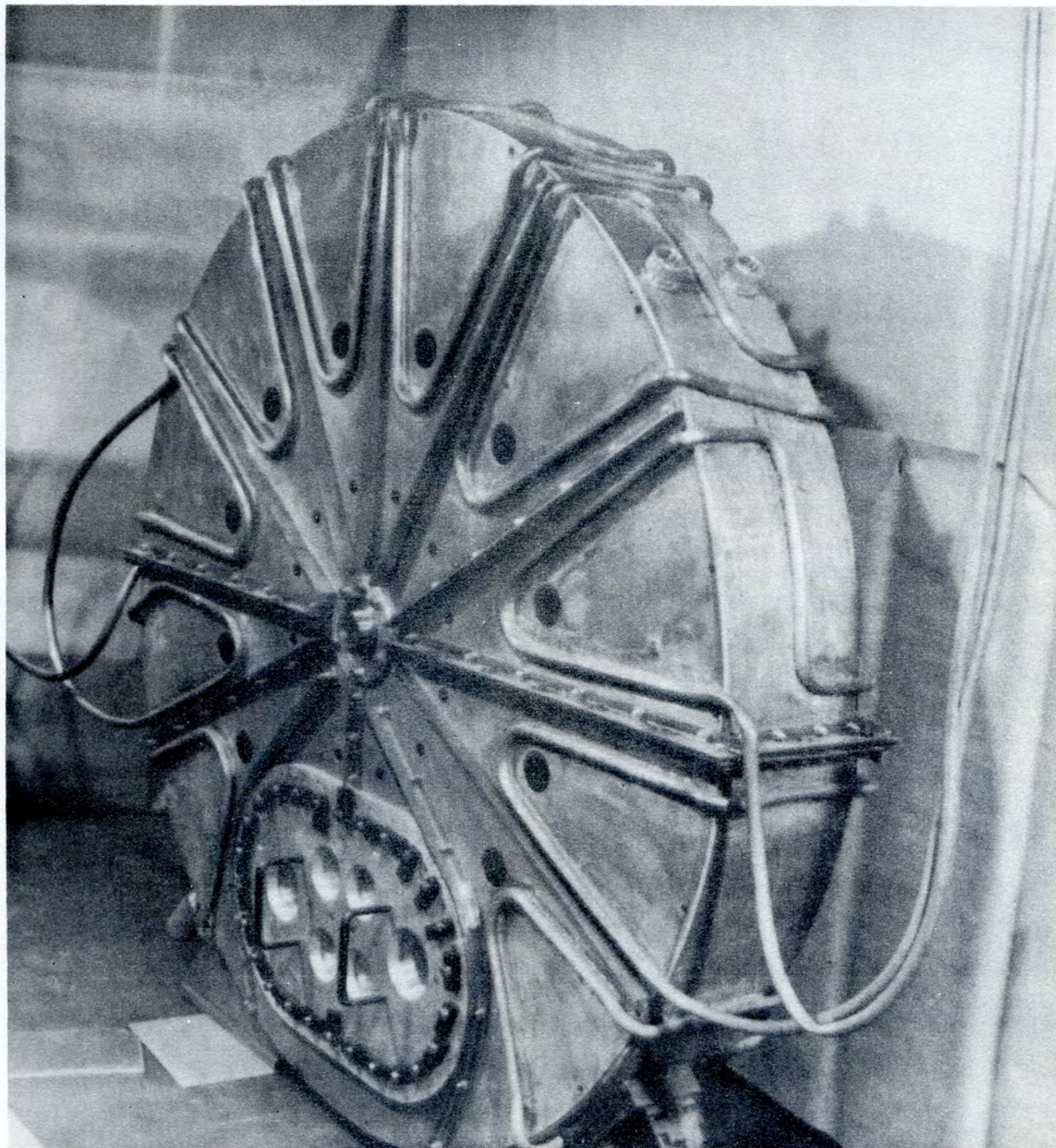
Модернизация
системы регистрации орбиты
ускоренного пучка протонов
в синхрофазотроне

Изготовлена и введена в эксплуатацию система, регистрирующая положение ускоренных частиц в камере ускорителя. Восемь комплектов сигнальных электродов с выходом на осциллограф с запоминающей трубкой фиксируют в течение 200 мксек положение пучка частиц в камере ускорителя в вертикальной плоскости с точностью ± 3 мм и в горизонтальной - с точностью ± 5 мм. Эта система позволяет, таким образом, контролировать и анализировать орбиту ускоряемого пучка.

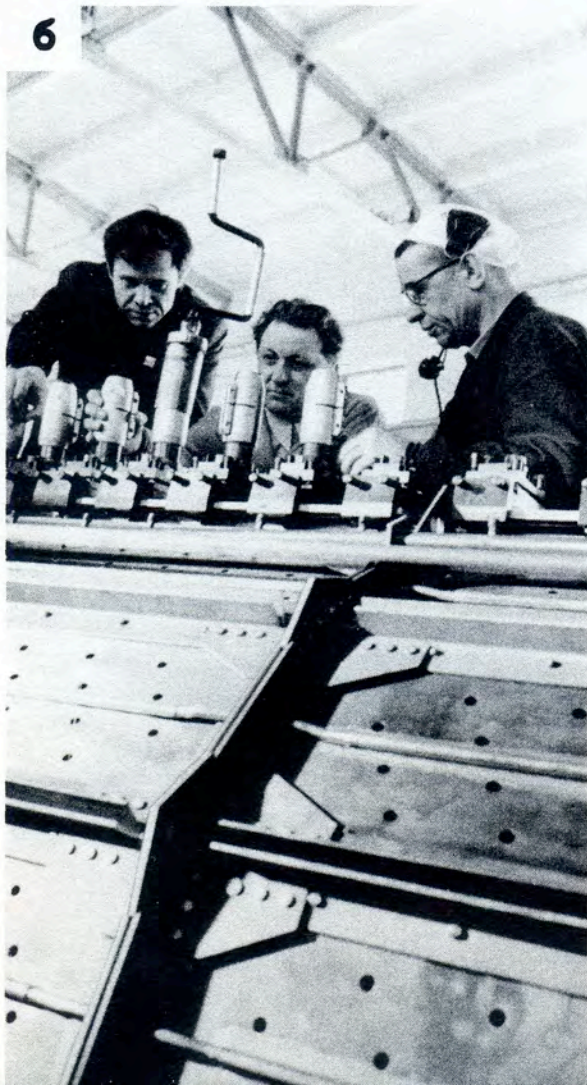
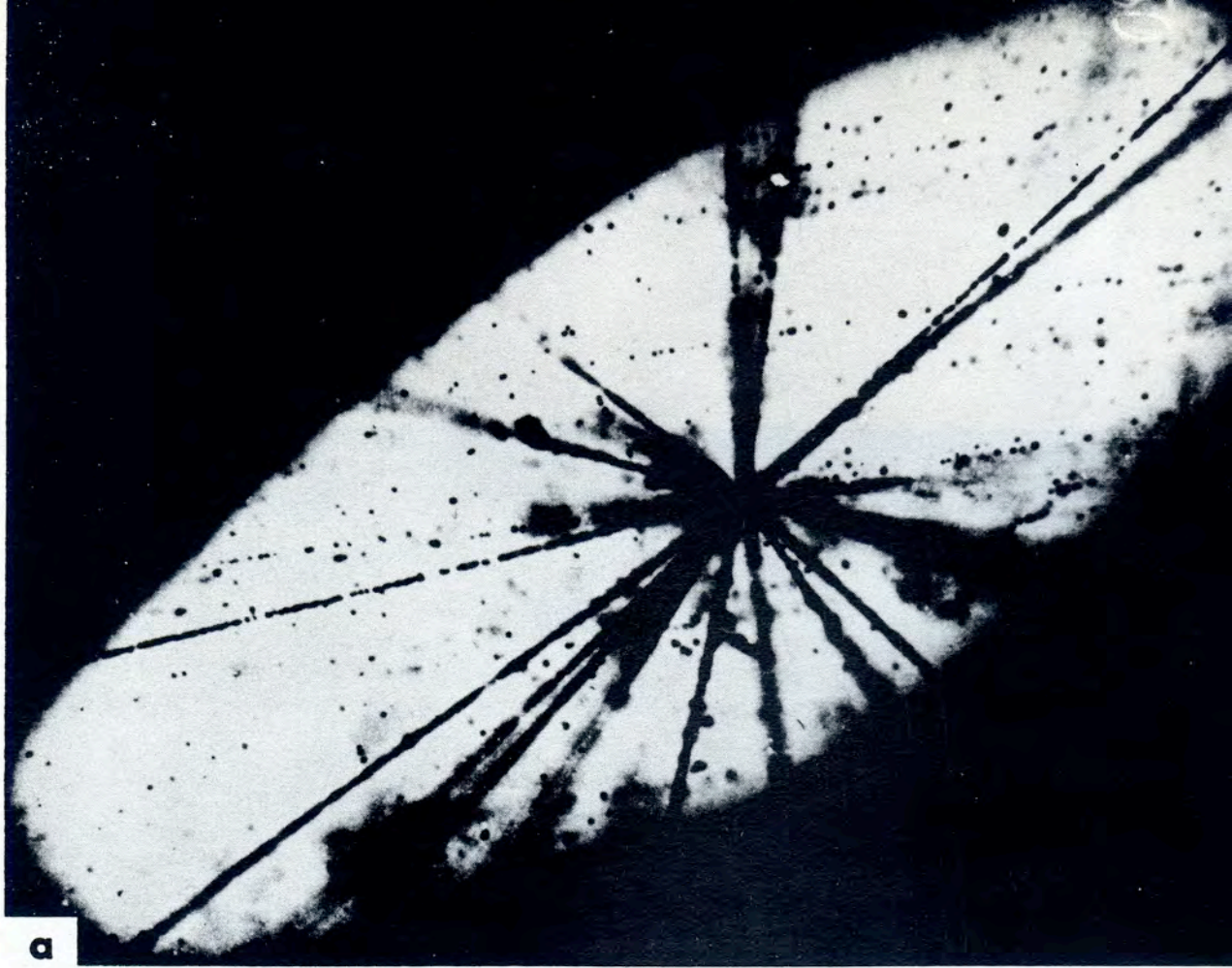
Стабилизация
поля магнита ускорителя
в режиме стола

1. Разработана схема стабилизации уровня напряженности магнитного поля ускорителя при работе преобразователя системы питания в режиме "стола" тока. В схеме использована аппаратура интеграторных датчиков высокочастотной ускоряющей системы синхрофазотрона. Достигнута стабилизация уровня поля относительно заданного датчика $\pm 0,05\%$.

2. Создан новый режим работы системы питания основной обмотки возбужде-



30. Двухэзорный группирователь ЛУ-20.



31. На синхрофазотроне осуществлено ускорение дейтронов до энергии 11 Гэв. Ускоренный пучок выведен в магнитный канал с помощью системы быстрого вывода протонов.

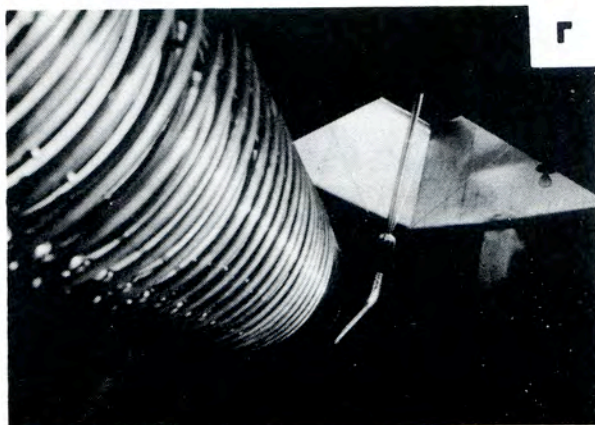
а) Увеличенный "автограф" пучка дейтронов, зарегистрированных на фотопленке, помещенной в магнитный канал. На фоне профиля пучка дейтронов - сильно увеличенная фотография случая взаимодействия дейтрона с ядром фотоэмульсии.

б) Резонатор линейного ускорителя.

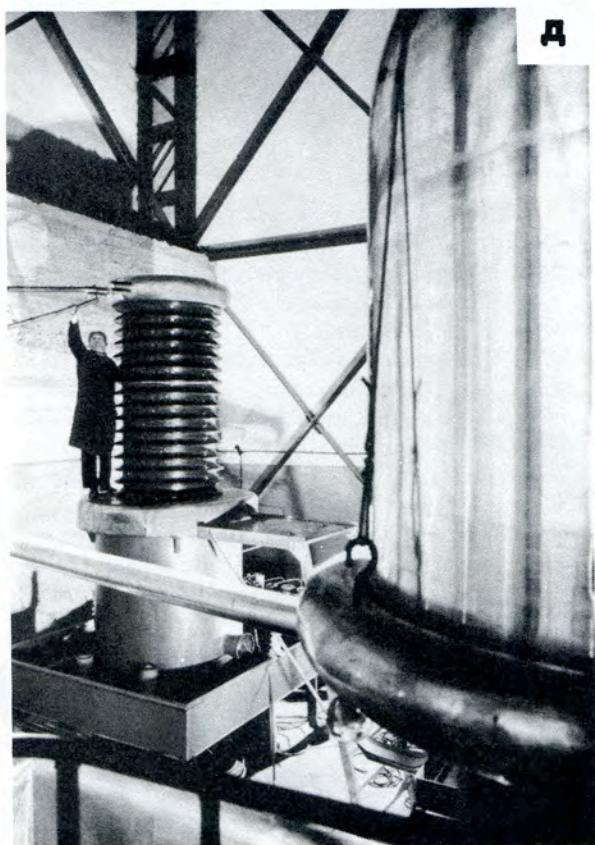
в) Установка новых трубок дрейфа в резонатор линейного ускорителя для ускорения протонов, дейтронов и однозарядных ионов гелия.

г) Ускорительная трубка форинжектора.

д) Импульсный высоковольтный трансформатор, питающий ускорительную трубку форинжектора.



Г



Д

ния электромагнита ускорителя с двумя площадками в кривой тока, расширивший возможности проведения на ускорителе физических экспериментов.

Эксплуатация синхрофазотрона

Запланированное время работы ускорителя - 5427 часов.

Ускоритель работал:

а) на экспериментальные исследования по физике 3804 часа;

б) на совершенствование систем ускорителя 1076 часов.

Средняя интенсивность пучка составляла $4,9 \cdot 10^{10}$ ускоренных протонов за цикл ускорения.

На подготовку к эксперименту физической аппаратуры и технологическую подготовку ускорителя израсходовано 304 часа.

Эксплуатационные простои - 243 часа.