

Объединенный

Институт

Ядерных

Исследований

1969

Дубна

О Р Г А Н Ы У П Р А В Л Е Н И Я О Б Ъ Е Д И Н Е Н Н О Г О И Н С Т И Т У Т А Я Д Е Р Н Ы Х И С С Л Е Д О В А Н И Й

КОМИТЕТ ПОЛНОМОЧНЫХ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ

Академик Г. Наджаков (Народная Республика Болгария)
 Р. Колош (Венгерская Народная Республика)
 Профессор Ле Ван Тхем (Демократическая Республика Вьетнам)
 Доктор Ф. Гальберт (Германская Демократическая Республика)
 Ким Гон Чун (Корейская Народно-Демократическая Республика)
 Профессор Д. Цэвэгмид (Монгольская Народная Республика)
 Е. Ауэрбах (Польская Народная Республика)

Академик Х. Хулубай (Социалистическая Республика Румыния)
 А.М. Петросьянц (Союз Советских Социалистических Республик)
 Академик Я. Кожошик (Чехословацкая Социалистическая Республика)

Финансовый комитет

По одному представителю от
каждой страны-участницы
ОИЯИ

Ученый Совет Объединенного института ядерных исследований

Председатель - академик И.Н. Воголюбов
 академик Х. Хрестов
 профессор Н. Содном
 Ученый секретарь - к.ф.м.н. Ю.А. Шербаков

Народная Республика Болгария	Венгерская Народная Республика	Демократическая Республика Вьетнам	Германская Демократическая Республика	Корейская Народно-Демократическая Республика	Монгольская Народная Республика	Польская Народная Республика	Социалистическая Республика Румыния	Союз Советских Социалистических Республик	Чехословацкая Социалистическая Республика
академик Г. Наджаков	академик Л. Янош	профессор Ле Ван Тхем	профессор К. Александер	Ким Гон Чун	профессор Д. Чултэм	профессор М. Даниш	академик Х. Хулубай	академик Г.Н. Флеров	профессор Ю. Дубинский
академик Э. Джавов	академик А. Коя	к.ф.м.н. Нгуен Дин Ты	профессор К. Лавиус	Пак Гван О		профессор А. Хрынкевич	академик Ш. Шаповка	профессор В.П. Желепов	профессор Л. Трипфай
	профессор Л. Пал		профессор Г. Позе				профессор А. Михул	профессор А.А. Логунов	профессор Я. Урбанек

Ученый совет
по физике высоких энергий
Председатель - академик Х. Хрестов
Ученый секретарь -
к.ф.м.н. М.Г. Шафранова

Ученый совет
по теоретической физике
Председатель - профессор Д.И. Блохинцев
Ученый секретарь -
д-р ф.м.н. Б.М. Бербахов

Ученый совет
по физике низких энергий
Председатель - профессор Н. Солдем
Ученый секретарь -
к.ф.м.н. В.А. Карнаухов

Камерный комитет
Председатель - к.ф.м.н. К. Гроге

Электронный комитет
Председатель - проф. П. Зелинский

Фотоэмульсионный комитет
Председатель - проф. П. Марков

Комитет по нейтронной физике
Председатель - проф. Е. Яник

Комитет по ядерной физике
Председатель - проф. Г. Музоволь

Р - 5309

СЗМ
0-292

ОТЧЕТ О ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
В 1969 ГОДУ

Дубна

Объединенный институт
ядерных исследований
БИБЛИОТЕКА

Ш.к. 7224

Оглавление

	<i>Цели и задачи ОИЯИ</i>	4
	<i>Лаборатории и основные установки</i>	5
	<i>Введение</i>	6
1	Проблемный план ОИЯИ на 1969 год	14
2	Научно-исследовательские работы, выполненные лабораториями ОИЯИ в 1969 году	
	<i>Лаборатория высоких энергий</i>	18
	<i>Лаборатория ядерных проблем</i>	32
	<i>Лаборатория ядерных реакций</i>	44
	<i>Лаборатория нейтронной физики</i>	62
	<i>Лаборатория вычислительной техники и автоматизации</i>	72
	<i>Лаборатория теоретической физики</i>	80
3	Работа основных установок и создание экспериментальной аппаратуры в 1969 году	
	<i>Отдел новых методов ускорения</i>	88
	<i>Лаборатория высоких энергий</i>	94
	<i>Лаборатория ядерных проблем</i>	104
	<i>Лаборатория ядерных реакций</i>	116
	<i>Лаборатория нейтронной физики</i>	124
	<i>Лаборатория вычислительной техники и автоматизации</i>	130
4	Деятельность руководящих и консультативных органов	136
5	Премии ОИЯИ за 1968 год	140
6	Международные связи и научное сотрудничество	142
7	Радиационная безопасность	162
8	Издательский отдел	164
9	Научно-техническая библиотека	166
10	Совет по радиоэлектронике	168
11	Изобретательство, рационализация и патентная служба	170
12	Административно-хозяйственная деятельность	172

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 проведении теоретических и экспериментальных исследований;

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.

**ЛАБОРАТОРИИ И ОСНОВНЫЕ УСТАНОВКИ
ОБЪЕДИНЕННОГО ИНСТИТУТА ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ**

Лаборатория высоких энергий
Синхрофазотрон для ускорения протонов до энергии 10 Гэв

Лаборатория ядерных проблем
Синхроциклотрон для ускорения протонов до энергии 680 Мэв

Лаборатория ядерных реакций
Циклотроны для ускорения многозарядных ионов

Лаборатория нейтронной физики
Импульсный реактор на быстрых нейтронах

Лаборатория теоретической физики

Лаборатория вычислительной техники и автоматизации
8 электронно-вычислительных машин

Введение



В 1969 году Объединенный институт ядерных исследований выполнил большую программу теоретических и экспериментальных работ в области физики элементарных частиц и ядерной физики. Продолжалось усовершенствование основных установок института, дальнейшее развитие получила экспериментальная техника.

Объединенный институт успешно развивает свои научные исследования на советском ускорителе в Серпухове (на энергию 76 ГэВ). В настоящее время проводятся или находятся в стадии подготовки десять различных экспериментов. В них принимают участие ученые практически всех стран — членов института. Завершено измерение параметра наклона дифференциального сечения упругого протон-протонного рассеяния в интервале энергий 10–70 ГэВ, выполненное с помощью электронной установки, работавшей на линии с электронно-вычислительной машиной. Начаты измерения дифференциального сечения процесса с помощью сверхзвуковой струйной мишени. В экспериментах с ядерными фотоэмульсиями, облученными на этом ускорителе, участвуют физики ОИЯИ и 17 лабораторий стран-участниц. На конференциях 1969 года в Лунде и Будапеште они сообщили первые результаты изучения общих характеристик взаимодействия π^- -мезонов с нуклонами, а также когерентной генерации частиц на ядрах фотоэмульсии при энергиях 45 и 60 ГэВ.

На пучке π^- -мезонов серпуховского ускорителя смонтирована и налаживается 2-метровая пропановая камера, установлена физическая аппаратура для исследования регенерации K^0 -мезонов, а также для опытов по поиску тяжелых частиц и антиядер. Для экспериментов на этом ускорителе в Дубне готовится 2-метровая жидководородная камера. Завершен цикл азотных испытаний камеры, успешно проведены первые водородные испытания и получены фотографии следов космических частиц.

В институте развертываются работы по коллективному методу ускорения. На модели коллективного ускорителя создана система вы-

вода кольцевого сгустка из адгезатора и получены результаты по ускорению такого сгустка в спадающем магнитном поле. Выполненные опыты показали, что ускорение в начальной стадии может происходить без разрушения кольца, причем скорость кольца при выводе может быть значительной — достигать 0,2 скорости света.

Завершена программа создания вычислительной базы в ОИЯИ, намечавшаяся на текущее пятилетие. Введены в строй все вычислительные машины комплекса как в Лаборатории вычислительной техники и автоматизации, так и в экспериментальных лабораториях. Всего институт располагает сейчас восемью действующими вычислительными машинами. Введена в эксплуатацию система математического обеспечения, включая транслятор с ФОРТРАНа, базовой электронно-вычислительной машины БЭСМ-6. Созданы и введены в эксплуатацию каналы связи на основных вычислительных машинах ОИЯИ, обеспечившие связь ЭВМ с экспериментальными установками лабораторий и связь между машинами. Осуществлены проекты развития средств вычислительной техники в измерительных центрах Лаборатории нейтронной физики и в научно-экспериментальном отделе Объединенного института в ИФВЭ (Серпухов). Для обмена информацией между вычислительными машинами ОИЯИ и других институтов реализована система с использованием стандартных магнитных накопителей.

В центре по обработке фотографий завершена комплексная наладка электронной аппаратуры и оптико-механической части автомата НРД на линии с CDC-1604А для обработки снимков с пузырьковых камер. Большой объем выполненных работ был связан с созданием 1-метровых и 2-метровых просмотровых столов.

Для обеспечения базы экспериментальных исследований велись работы по модернизации и усовершенствованию основных установок. Завершена реконструкция импульсного реакто-

ра - введен в эксплуатацию новый реактор ИБР-30. Его проектная средняя мощность составляет 30 квт. Смонтирован новый линейный ускоритель электронов - инжектор реактора. На синхрофазотроне создана система быстрого резонансного вывода пучка протонов, продолжаются работы по строительству линейного ускорителя - инжектора. Для синхроциклотрона осуществлено усовершенствование системы растяжки пучка. Продолжались работы над проектами новых ускорителей - сильноточно-го фазотрона на энергию 700 Мэв и моноэнергетического циклотрона. Ряд работ был связан с усовершенствованием циклотронов для ускорения тяжелых ионов, в том числе с созданием новых источников многозарядных ионов.

В экспериментах на синхрофазотроне получены новые данные об упругом пион-нуклонном рассеянии на малые углы, измерено дифференциальное сечение рождения η^0 -мезона в области очень малых переданных импульсов, с помощью 1-метровой пропановой камеры, облученной в пучке π -мезонов, получены об-

ширные данные о сечениях образования заряженных и нейтральных странных частиц.

На синхроциклотроне осуществлена попытка регистрации крайне редких процессов распада $\pi^+ \rightarrow e^+ e^+ e^- \nu$ и $\mu^+ \rightarrow e^+ \gamma$, различными методами исследовались свойства двух-, трех- и четырехнуклонных ассоциаций в процессах взаимодействия протонов и мезонов с ядрами, завершен цикл работ по изучению высоковозбужденных состояний нейтрондефицитных ядер.

В течение 1969 года были проведены различные эксперименты по поиску далеких трансурановых элементов в природных минералах. Из полученных данных делается вывод о существовании в природе тяжелого химического элемента, который имеет период спонтанного деления более 10^8 лет и содержится в исследованных образцах в виде очень малой примеси - около $10^{-10}\%$ по весу.

На ускорителе тяжелых ионов проведена серия опытов по получению и идентификации 104-го элемента с использованием нового метода. Их результаты хорошо согласуются с

Рис. 1. В Объединенном институте завершена реконструкция импульсного реактора - введен в эксплуатацию новый реактор ИБР-30. Его средняя мощность составляет 30 квт. На снимке: директор Лаборатории нейтронной физики академик И.М. Франк докладывает Ученому совету ОИЯИ о запуске нового реактора.



данными опытов, проведенных в Дубне в 1964 году.

В реакциях неполного слияния тяжелых ионов (обменные процессы) были синтезированы новые изотопы легких элементов с большим избытком нейтронов: ^{18}C , ^{20}N , ^{22}O , $^{23,24}\text{F}$, $^{25,26}\text{Ne}$.

Продолжались эксперименты с ультрахолодными нейтронами, впервые полученными в ОИЯИ на ИБРе в 1968 году. На стационарном реакторе проведены прямые эксперименты по накоплению и хранению нейтронов в замкнутой полости. Время удержания нейтронов в объеме около 100 л составило 40 сек.

Теоретиками института разработан метод для изучения упругих и глубоко неупругих взаимодействий при высоких энергиях. Этот метод, в частности, включает исследование электромагнитных и слабых вершин.

Развивались исследования нелокальных и нелинейных теорий поля. Получен ряд важных результатов в изучении неренормируемости взаимодействий. Весьма важные ре-

зультаты достигнуты при определении роли гравитационных взаимодействий в теории элементарных частиц. Рассмотрен ряд актуальных аспектов нарушения CP -инвариантности.

Проведены дальнейшие исследования равновесных деформаций сверхтекучей модели ядра. Построена мезонная модель ядерного потенциала, допускающего аналитическое решение.

Интересные данные получены в работах по развитию теории твердого тела и конденсированных сред.

В лабораториях ОИЯИ выполнен большой объем методических разработок. Некоторые из них были названы выше. В водородной пучковой камере осуществлено расширение путем комбинации обычной техники и новой техники с использованием ультразвука, получены первые фотографии треков в этом режиме. Достиженные результаты указывают на принципиальную возможность замены расширительного устройства жидководородной камеры ультразвуковой колебательной системой.



Рис. 2. В декабре 1969 года отмечался 20-летний юбилей старейшего коллектива ОИЯИ - Лаборатории ядерных проблем. Комитет Полномочных Представителей в своем решении отметил большие научные достижения коллектива лаборатории и выразил ему благодарность.

Торжественное заседание, посвященное юбилею Лаборатории ядерных проблем; с докладом выступает директор лаборатории профессор В.П. Джелепов.



Здание синхроциклотрона.



Синхроциклотрон на энергию 680 Мэв,
запущенный в декабре 1949 года.



Созданы 3-метровая жидководородная мишень, прецизионная установка с 50-сантиметровой жидководородной мишенью, сверхпроводящая магнитная система с соленоидом. Изготовлен и испытан гелиевый криостат диаметром 80 см.

Предложен новый метод измерения энергии гамма-квантов и электронов высоких энергий по интенсивности электронов в максимуме электронно-фотонного ливня. Дальнейшее развитие получила техника проволочных камер.

Осуществлен запуск масс-сепаратора, предназначенного для разделения короткоживущих изотопов. Разработан мёссбауэровский спектрометр с чувствительным излучателем (цинк-67, ширина линии $5 \cdot 10^{-16}$). В экспериментальном зале ИБРа установлен изготовленный в Польской Народной Республике фоновый спектрометр.

Международные связи Объединенного института продолжали успешно развиваться. Число научных работ, выполняемых институтом

совместно с национальными организациями стран-членов, достигло 235. В научных командировках в Дубне побывало 350 специалистов из стран-участниц. Около 80 ученых других государств были приглашены в институт для участия в совещаниях, чтения лекций, обсуждения отдельных научных проблем. 6 специалистов из разных стран работали в ОИЯИ в качестве стипендиатов.

Объединенный институт провел 12 научных совещаний, в том числе международные семинары по ядерной электронике в Варне и по векторным мезонам и электромагнитным взаимодействиям в Дубне, а также организовал Школу по нейтронной физике в Алуште. Ученые института выступили с докладами о своих работах на многих научных конференциях, семинарах, участвовали в работе школ в разных странах. ОИЯИ и ЦЕРНом было организовано совещание ведущих ученых ряда стран по вопросам перспектив развития физики высоких энергий, которое состоялось в Тбилиси.

Н. Боголюбов

Н. БОГОЛЮБОВ,
директор Объединенного института
ядерных исследований

ПРОБЛЕМНЫЙ ПЛАН
ОБЪЕДИНЕННОГО ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ
НА 1969 ГОД



Научно-исследовательская, методическая и научно-организационная деятельность Объединенного института ядерных исследований в 1969 году проводилась в соответствии с планами, утвержденными Ученым советом ОИЯИ на его XXV 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 на ускорителе Института физики высоких энергий: завершение экспериментов по упругому pp - рассеянию в интервале энергий 10-70 Гэв; работы по изучению регенерационных свойств K^0 -мезонов.

2. Проведение в пучках синхрофазотрона экспериментов по проблемам исследования реальной и мнимой амплитуд рассеяния элементарных частиц методикой бесфильмовых искровых камер на линии с ЭВМ и черенковского годоскопа; электромагнитных распадов резонансов методикой черенковского спектрометра полного поглощения совместно с искровыми камерами и методикой пузырьковых камер; образования и свойств резонансов методикой пузырьковых камер.

3. Ввод в эксплуатацию двухметровой пропановой камеры и получение фотографий на пучке π -мезонов с импульсом 40 Гэв/с.

4. Продолжение работ по созданию двухметровой жидководородной камеры.

5. Продолжение работ по созданию нового инжектора синхрофазотрона – линейного ускорителя на 20 Мэв.

6. Продолжение работ по созданию системы медленного вывода ускоренного пучка из синхрофазотрона.

Лаборатория ядерных проблем

1. Проведение на ускорителе 76 Гэв эксперимента по поиску тяжелых частиц и антиядер (совместно с Институтом физики высоких энергий), а также подготовка к эксперименту по поиску монополя Дирака.

2. Экспериментальная проверка законов симметрии взаимодействий в редких распадах пионов и мюонов.

3. Исследование захвата мюонов газообразным водородом и атомными ядрами.

4. Исследование прямых реакций взаимодействия частиц высоких энергий с атомными ядрами.

5. Исследование процесса образования электрон-позитронных пар при взаимодействии пионов с протонами.

6. Изучение свойств и квантовых характеристик радиоактивных изотопов с помощью различных спектрометров и электромагнитного масс-сепаратора.

7. Создание основных систем пятиметрового магнитного искрового спектрометра для исследований на ускорителе ИФВЭ.

8. Выдача (совместно с криогенным отделом ЛВЭ) необходимых технических данных проектным организациям ГКАЭ с целью составления их силами рекомендаций по проекту и сметно-финансового расчета на четырехметровый вариант многокубовой жидководородной камеры.

9. Сооружение электромагнитного масс-сепаратора для разделения короткоживущих радиоактивных изотопов.

10. Дальнейшее развитие измерительного центра, в том числе ввод в эксплуатацию системы двухсторонней связи центра с ЭВМ "Минск-22", а также разработка и изготовление системы искровых нитяных камер со съемом информации на ферритах.

11. Продолжение проектных работ по выпуску документации на основные системы и сооружения установки "Ф".

12. Дальнейшее выяснение технических возможностей создания моноэнергетического циклотрона и проведение работ по моделированию и разработке эскизного проекта, что позволит с помощью проектных организаций определить стоимость этого ускорителя.

13. Изготовление новой системы вывода протонного пучка из синхротрициклотрона.

Лаборатория ядерных реакций

1. Поиск и синтез сверхтяжелых элементов в предполагаемой области стабильности в районе Z , равных 114 и 126.

2. Синтез и изучение свойств изотопов трансурановых элементов, в частности 105-го элемента.

Лаборатория нейтронной физики

1. Завершение реконструкции реактора ИБР и ускорителя – инжектора.

2. Изучение фундаментальных свойств нейтрона (νe – взаимодействие, электрический дипольный момент, период полураспада).

3. Исследование структуры ядер методами нейтронной спектроскопии по времени пролета.

4. Изучение атомной и магнитной структуры и динамики конденсированных сред ядерными методами.

5. Исследование свойств легких ядер в реакциях с заряженными ионами.

6. Проведение рабочего проектирования по проекту ИБР_а-2.

Лаборатория вычислительной техники и автоматизации

1. Продолжение работ по созданию системы вычислительных машин на базе БЭСМ-6, CDC-1604A и БЭСМ-4.

2. Завершение в первом квартале 1969 года работ, связанных с вводом в эксплуатацию системы математического обеспечения БЭСМ-6.

3. Разработка и реализация мероприятий, направленных на повышение эффективности использования вычислительных машин в ОИЯИ.

4. Завершение в 1969 году работ по вводу в эксплуатацию сканирующего устройства НРД.

5. Ввод в эксплуатацию сканирующего автомата на электроннолучевой трубке для обработки снимков с искровых камер.

6. Проведение разработок сканирующего устройства "Спиральный измеритель".

7. Выполнение комплекса работ по созданию автомата на электроннолучевой трубке для измерений снимков с МИС.

8. Создание системы программ на ФОРТРАНе для обработки снимков с пропановых камер на БЭСМ-6.

9. Создание математического обеспечения системы обработки спектрометрической информации на БЭСМ-4.

10. Разработка математического обеспечения эксперимента ЛВЭ по К-распадам, проводимого в Институте физики высоких энергий.

2 НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЕ РАБОТЫ,
ВЫПОЛНЕННЫЕ
ЛАБОРАТОРИЯМИ ОИЯИ
В 1969 ГОДУ



Лаборатория высоких энергий

Научные исследования лаборатории проводились в тесном контакте с Лабораторией вычислительной техники и автоматизации, а также с лабораториями и институтами стран - участниц ОИЯИ.

Главными направлениями работ в области физики элементарных частиц являлись:

- исследования на ускорителе Института физики высоких энергий pp -рассеяния в интервале энергий 10-70 Гэв;

- изучение в пучках синхрофазотрона реальной и мнимой амплитуд рассеяния элементарных частиц;

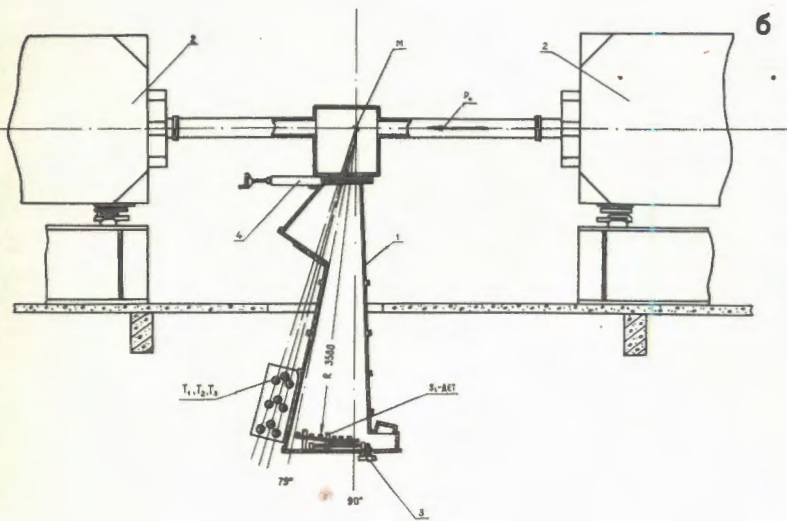
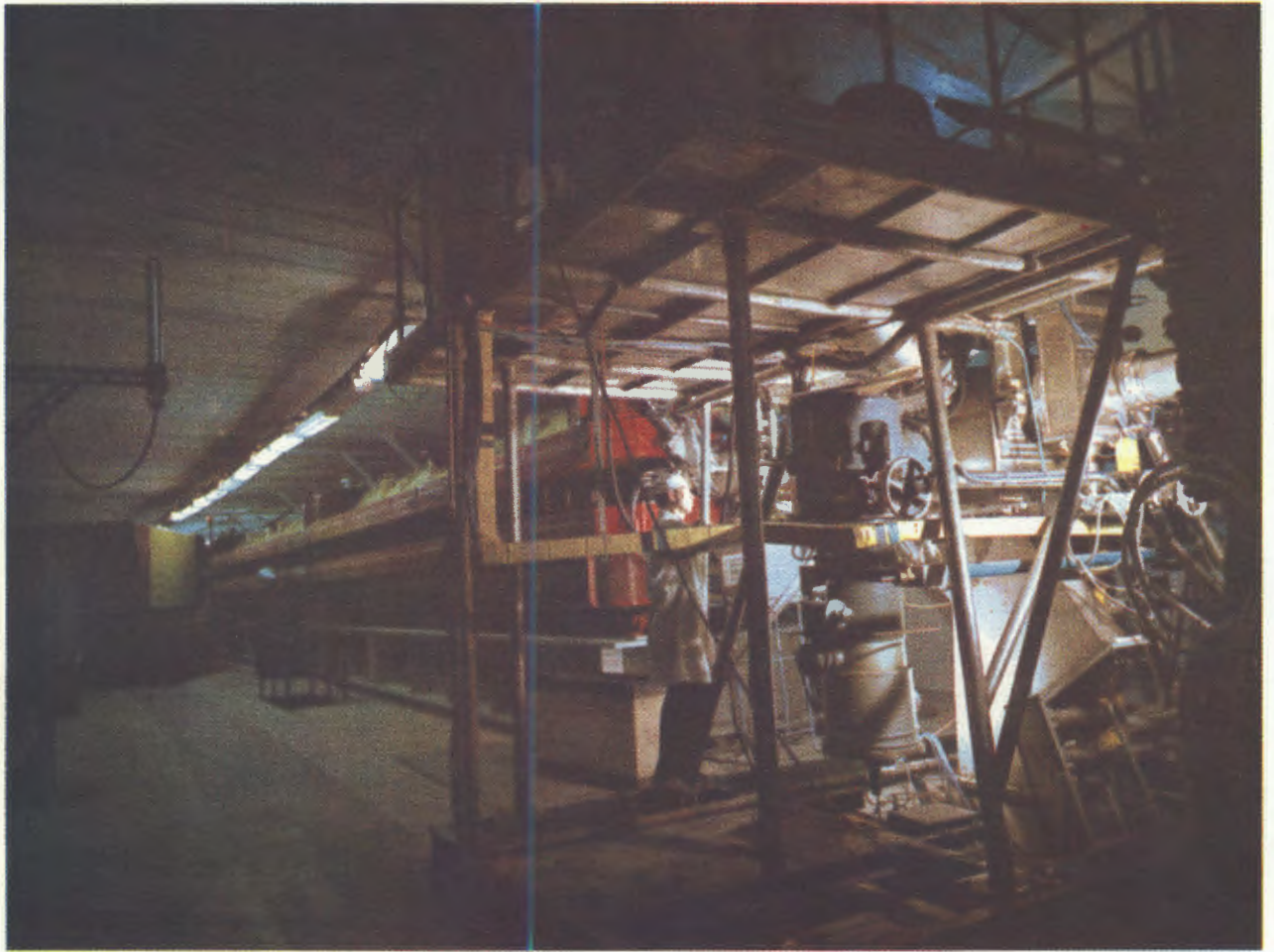
- исследование образования и свойств резонансов, в том числе электромагнитных распадов резонансов.

Исследование дифференциальных сечений упругого pp -рассеяния в интервале энергий 10-70 Гэв

а) Измерения выполнены в интервале энергий 12-70 Гэв на ускорителе ИФВЭ с помощью полупроводниковых детекторов и сцинтилляционных счетчиков, работающих на линии с электронно-вычислительной машиной БЭСМ-3М. Схема установки дана на рис. 4. В качестве мишени использовалась тонкая, около 1 микрона, полиэтиленовая пленка. За-

Рис. 3. В Лаборатории высоких энергий создана установка с метровой стримерной камерой. Внутри камеры помещен гамма-конвертор, окружающий распадный объем. На снимке: Ю.Р. Лукстыньш и Г.Л. Варденга.





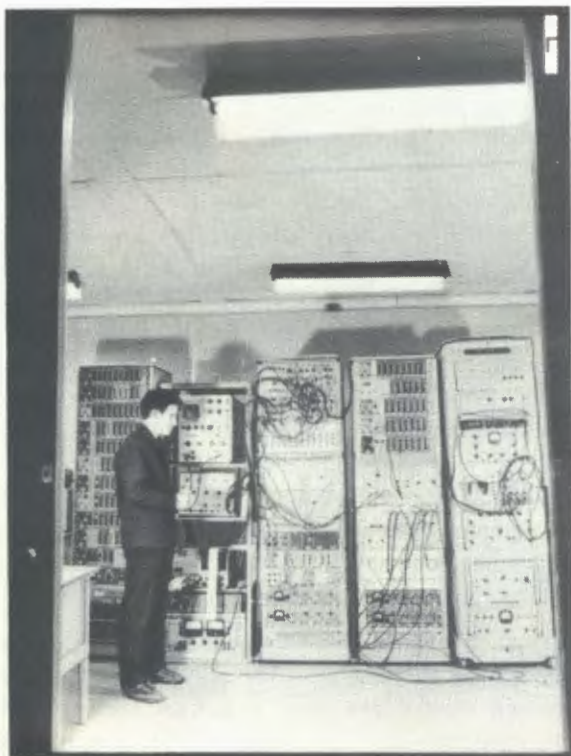
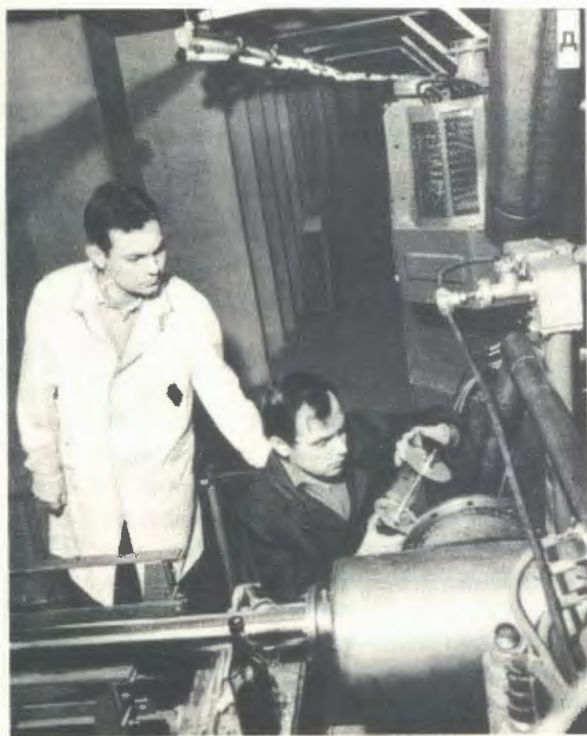


Рис. 4. Для исследований дифференциальных сечений упругого pp -рассеяния в интервале энергий $10 \div 70$ Гэв используется электронная установка с полупроводниковыми детекторами и сцинтилляционными счетчиками, работающая на линии с электронно-вычислительной машиной. Мишенями служат тонкие полиэтиленовые пленки или сверхзвуковая газовая водородная струя.

а. Общий вид установки. **б.** Схема установки: P_0 - направление движения падающих на мишень протонов; M - мишень, S_i - дет. подвижная каретка с полупроводниковыми детекторами; T_1 , T_2 и T_3 - телескопы из сцинтилляционных счетчиков; 1 - ионопровод; 2 - магнит ускорителя; 3 - механизм перемещения детекторов; 4 - шибер, перекрывающий ионопровод от камеры ускорителя. **в.** Сборка соплового аппарата струйной мишени в камере 70 Гэв ускорителя. Сборку ведет В.Д. Баргеньев. **г.** Регистрирующая электронная аппаратура спектрометра частиц отдачи. **д.** Подготовка пленочной мишени к работе. На снимке: В.А. Никитин и А.А. Кукушкин. **е.** Пульт электронно-вычислительной машины БЭСМ-3М, работающей на линии с электронной аппаратурой спектрометра частиц отдачи. У пульта - В.И. Заячки.



регистрировано 10^7 событий упругого рассеяния. Относительный ход дифференциальных сечений измерен в области значений квадратов переданных импульсов ($0,008 \leq |t| \leq 0,12$) (Гэв/с)².

Относительные дифференциальные сечения анализировались по формуле Бете:

$$\frac{d\sigma}{dt} = C [M^2 + D^2 + Q^2 - 2Q(D + 2nM \ln \frac{\phi}{\theta})],$$

где

$$M = \left\{ \left| \frac{d\sigma}{dt} \right|_{opt} \right\}^{1/2} \cdot \exp \{ 1/2 \cdot V_J \cdot t \} -$$

- мнимая часть амплитуды упругого рассеяния протонов протонами, $D = \alpha M$ - действительная часть амплитуды упругого рассеяния протонов протонами, V_J - параметр наклона дифференциального сечения, Q - кулонова амплитуда рассеяния, $n = 1/137 \cdot \beta$ лаб., $\phi = 1,06/ka$, a - радиус нуклона, θ и k - угол рассеяния и волновое число в с.ц.м., C - константа. Параметры V_J и C находились методом наименьших квадратов. При

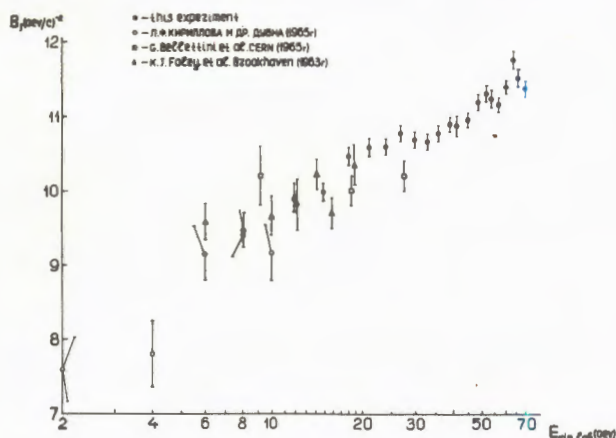


Рис. 5. Параметр наклона V_J упругого рассеяния протонов протонами в зависимости от энергии протонов в интервале энергии от 2 до 70 Гэв.

определении значений α использовалась кривая, рассчитанная Зедингером на основе дисперсионных соотношений.

Совокупность экспериментальных данных позволила определить параметр наклона дифференциального сечения упругого рассеяния протонов протонами в 20 точках в интервале энергий 12-70 Гэв. Результат показан на рис. 5, из которого видно, что параметр наклона растет с ростом энергии первичных протонов. В рамках оптической модели это соответствует росту радиуса взаимодействия от 1,23 до 1,34 ферми. Полученные данные позволили, применяя пятиполюсную модель в рамках теории полюсов Редже, вычислить наклон траектории полюса Померанчука, который оказался равным: $\alpha'_p = 0,40 \pm 0,09$.

б) С помощью той же экспериментальной установки, но при использовании в качестве мишени сверхзвуковой газовой водородной струи проведены предварительные измерения действительной части амплитуды упругого pp -рассеяния в интервалах энергий 8+15, 28+33 и 45+50 Гэв. Этот эксперимент позволяет измерить дифференциальные сечения упругого рассеяния протонов протонами в интерференционной области вплоть до $|t| = 0,001$ (Гэв/с)².

Исследование амплитуды упругого π^-p -рассеяния в интервале импульсов 2-7 Гэв/с

При помощи дифференциальных газовых черенковских счетчиков и бесфильмовых искровых камер, работающих на линии с ЭВМ БЭСМ-4, измерены дифференциальные сечения упругого рассеяния отрицательных пионов на протонах при импульсах пионов 4,19 и 4,85 Гэв/с. Результаты этих измерений вместе с другими данными, а также их сравнение с теоретическими расчетами показаны на рис. 7.

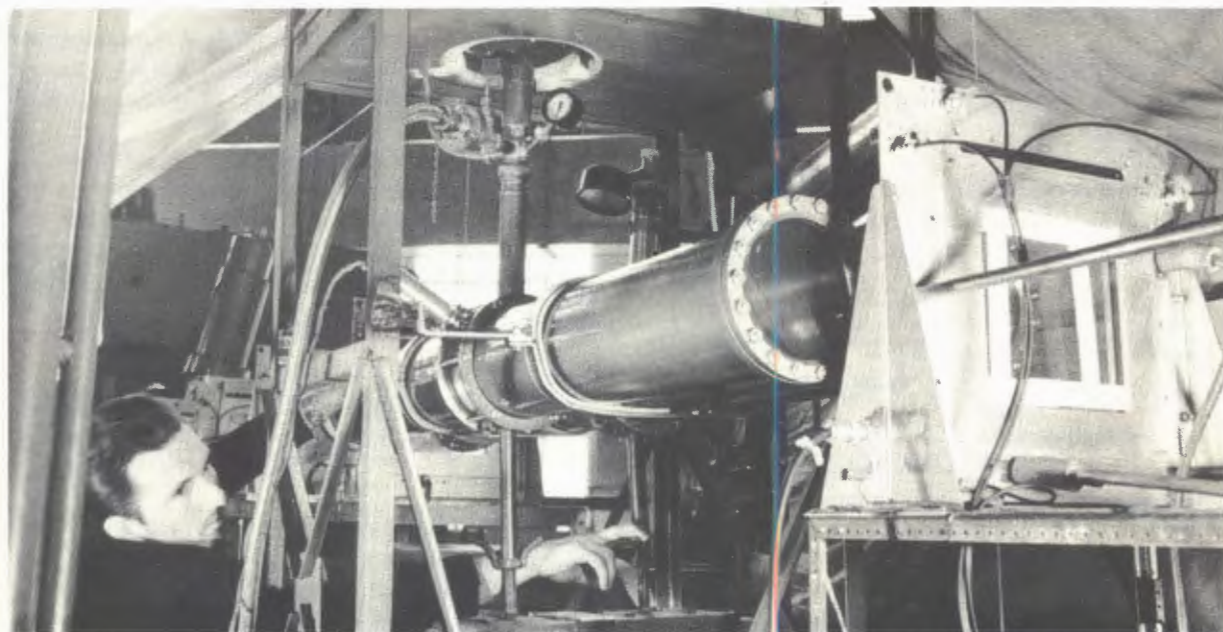


Рис. 6. Прецизионная установка с жидководородной мишенью, используемая в эксперименте по изучению π^-p -рассеяния на малые углы.

$$\pi^- p \rightarrow \pi^- p$$

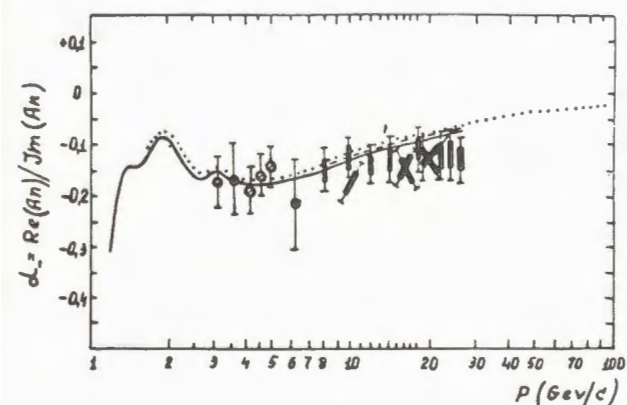


Рис. 7. Экспериментальные данные об отношении реальной части к мнимой части амплитуды упругого π^-p -рассеяния в зависимости от импульса пионов и их сравнение с дисперсионными расчетами.

Исследование радиационных распадов резонансов

С помощью спектрометра из черенковских счетчиков полного поглощения и искровых камер изучался распад χ -мезона (960 Мэв) на два гамма-кванта. Верхняя граница вероятности этого распада относительно всех возможных типов распада оказалась равной $0,03 \pm 0,05$.

При использовании этой же установки измерено сечение образования η^0 -мезона в области малых передач импульса. Показано (см. рис. 8), что в области малых передач импульса величина $d\sigma/dt$ непостоянна. На рис. 8 приведены результаты данной работы и работы Гисона и др.

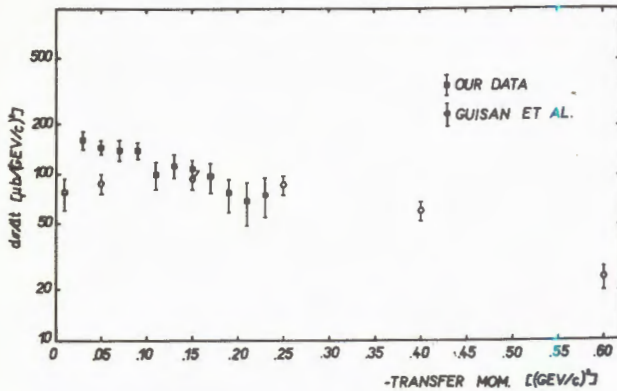


Рис. 8. Дифференциальные сечения реакции $\pi^- p \rightarrow \pi^+ \eta^0 \rightarrow \pi^+ \omega \gamma$ в зависимости от квадрата четырехмерного переданного импульса.

Радиационные распады K^+ -мезонов

На основе снимков с 55-сантиметровой ксеноновой камеры завершено исследование распадов $K^+ \rightarrow \pi^+ \pi^0 \gamma$ в области малых энергий π^+ -мезонов ($T_{\pi^+} < 55$ Мэв). Установлено, что процесс распада хорошо описывается как переход с помощью внутреннего тормозного излучения. С учетом результатов, относящихся к области $T_{\pi^+} \geq 55$ Мэв, сделано заключение, что в исследуемом распаде амплитуда с прямой эмиссией гамма-кванта по крайней мере не больше амплитуды внутреннего тормозного излучения и относительная частота прямой эмиссии фотонов не превышает 10^{-4} .

Множественное рождение пионов в $\pi^- p$ -взаимодействиях

На основе снимков с 55-сантиметровой пропановой камеры проведено изучение реакций

$$\pi^- p \rightarrow \begin{cases} n \pi^+ \pi^- \pi^0, & (1) \\ n 2\pi^+ 2\pi^- \pi^0. & (2) \end{cases}$$

Обработано 150 тыс. кадров. Найдены сечения реакций:

$$\sigma(\pi^- p \rightarrow n \pi^+ \pi^- \pi^0) = (2,3 \pm 0,5) \text{ мбн,}$$

$$\sigma(\pi^- p \rightarrow n \pi^+ \pi^- 2\pi^0) = (2,1 \pm 0,4) \text{ мбн,}$$

$$\sigma(\pi^- p \rightarrow n \pi^+ \pi^- 3\pi^0) = (0,4 \pm 0,2) \text{ мбн,}$$

$$\sigma(\pi^- p \rightarrow n \omega^0 \pi^0) = (0,47 \pm 0,15) \text{ мбн,}$$

$$\sigma(\pi^- p \rightarrow n 2\pi^+ 2\pi^- \pi^0) = (1,02 \pm 0,06) \text{ мбн,}$$

$$\sigma(\pi^- p \rightarrow n 2\pi^+ 2\pi^- 2\pi^0) = (0,24 \pm 0,03) \text{ мбн,}$$

$$\sigma(\pi^- p \rightarrow N^* 2\pi^+ \pi^- \pi^0) = (0,18 \pm 0,12) \text{ мбн.}$$

В реакции (1) обнаружена корреляция между продольными и поперечными импульсами частиц в с.ц.м., которую нельзя объяснить статистической теорией. В реакции (2) такая корреляция отсутствует. Работа выполнена совместно с Пражским университетом.

Ядерные взаимодействия частиц с энергией ~ 50 Гэв в фотоэмульсиях

12 фотоэмульсионных стопок объемом до 1 литра каждая были облучены отрицательными пионами с энергией 45 и 60 Гэв на ускорителе ИФВЭ. Материал был направлен в 17 лабораторий стран - участниц ОИЯИ. Получены первые совместные результаты по темам: "Общие характеристики взаимодействий π^- -мезонов с импульсом 60 Гэв/с с нуклонами" и "Когерентная генерация частиц на ядрах фотоэмульсии π^- -мезонами с импульсом 60 Гэв/с".

Найдено, что средняя множественность заряженных частиц в π^-p -взаимодействиях равна $6,0 \pm 0,2$, откуда следует, что средняя множественность зависит от энергии, как $E^{1/4}$.

Асимметрия вылета частиц в с.ц.м. и ее зависимость от множественности аналогичны измеренным ранее при энергии 7 Гэв. Поэтому можно заключить, что качественных изменений характера взаимодействия при росте энергии примерно в 10 раз не наблюдается.

Найдено, что сечение когерентной генерации на ядрах фотоэмульсии увеличивается примерно в 2,5 раза при изменении энергии пионов от 17 до 60 Гэв.

На рис. 9 показан средний пробег пионов для когерентной генерации в ядрах эмульсии в зависимости от энергии пионов. Точки при энергиях 45 и 60 Гэв — экспериментальные данные настоящей работы.

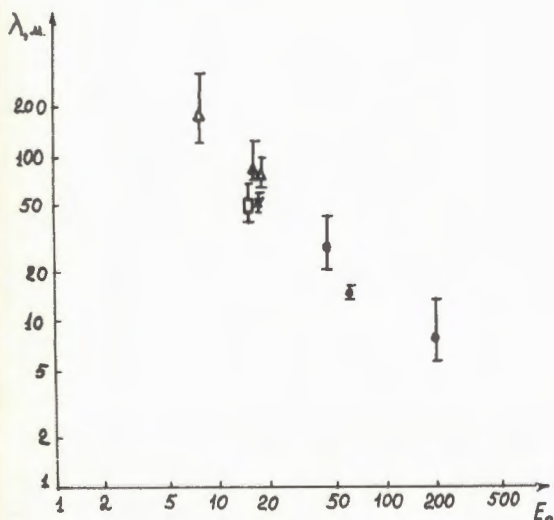
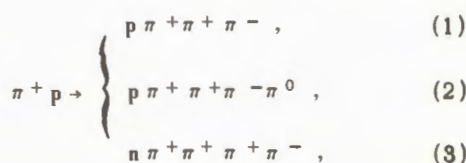


Рис. 9. Средний пробег пионов для когерентной генерации в ядрах эмульсии в зависимости от энергии пионов в л.с.к.

Четырехлучевые π^+p -взаимодействия при импульсе π^+ -мезонов 2,34 Гэв/с

Закончена обработка около 8 тыс. фотографий событий с 40-сантиметровой жидководородной камеры, и выделены каналы реакций



сечения которых оказались равными $3,74 \pm 0,11$; $3,07 \pm 0,10$ и $0,24 \pm 0,01$ мбн соответственно.

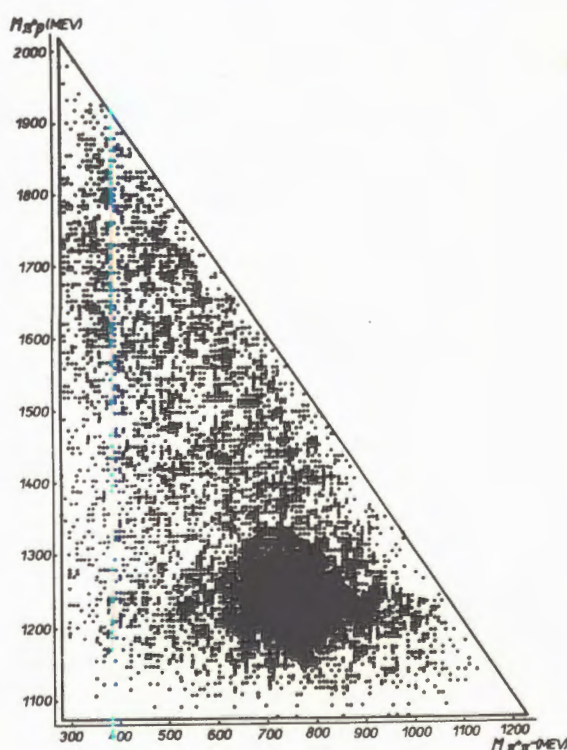


Рис. 10. Двухмерное распределение эффективных масс M_{π^+p} и $M_{\pi^+p^-}$ для реакции $\pi^+ p \rightarrow p \pi^+ \pi^+ \pi^-$.

углах рождения θ^* достаточно ограничиться распределением только трех амплитуд:

$$\langle \frac{3}{2} |R| \frac{1}{2} \rangle, \langle \frac{1}{2} 0 |R| \frac{1}{2} \rangle \text{ и } \langle -\frac{1}{2} -1 |R| \frac{1}{2} \rangle.$$

Вычисление этих амплитуд показало, что ос-

новной вклад в реакцию $\pi^+ p \rightarrow N^{*++} \rho^0$ при $\theta^* \leq 11^\circ$ дает амплитуда $\langle \frac{1}{2} 0 |R| \frac{1}{2} \rangle$, а две другие практически равны нулю, т.е. при малых углах рождения основную роль играет одна амплитуда, которая описывает процесс, проходящий без изменения спиральности частиц в начальном и конечном состояниях.

Обработка снимков с 55-сантиметровой

ксеноновой пузырьковой камеры

Завершены работы по исследованию спектра эффективных масс системы $(\pi^0 \pi^0)$ в диапазоне значений $M(\pi^0 \pi^0) \leq 1,3$ Гэв, а также нейтральных мод распада ω^0 -частицы. Изучались реакции типа $\pi^+ + p \rightarrow \pi^0 + \pi^0 + p$ на квазисвободных нейтральных ядрах ксенона. Было обработано свыше 500 тыс. фотографий с 30-литровой ксеноновой пузырьковой камеры, облученной в пучке π^+ -мезонов с импульсом 2,34 Гэв/с.

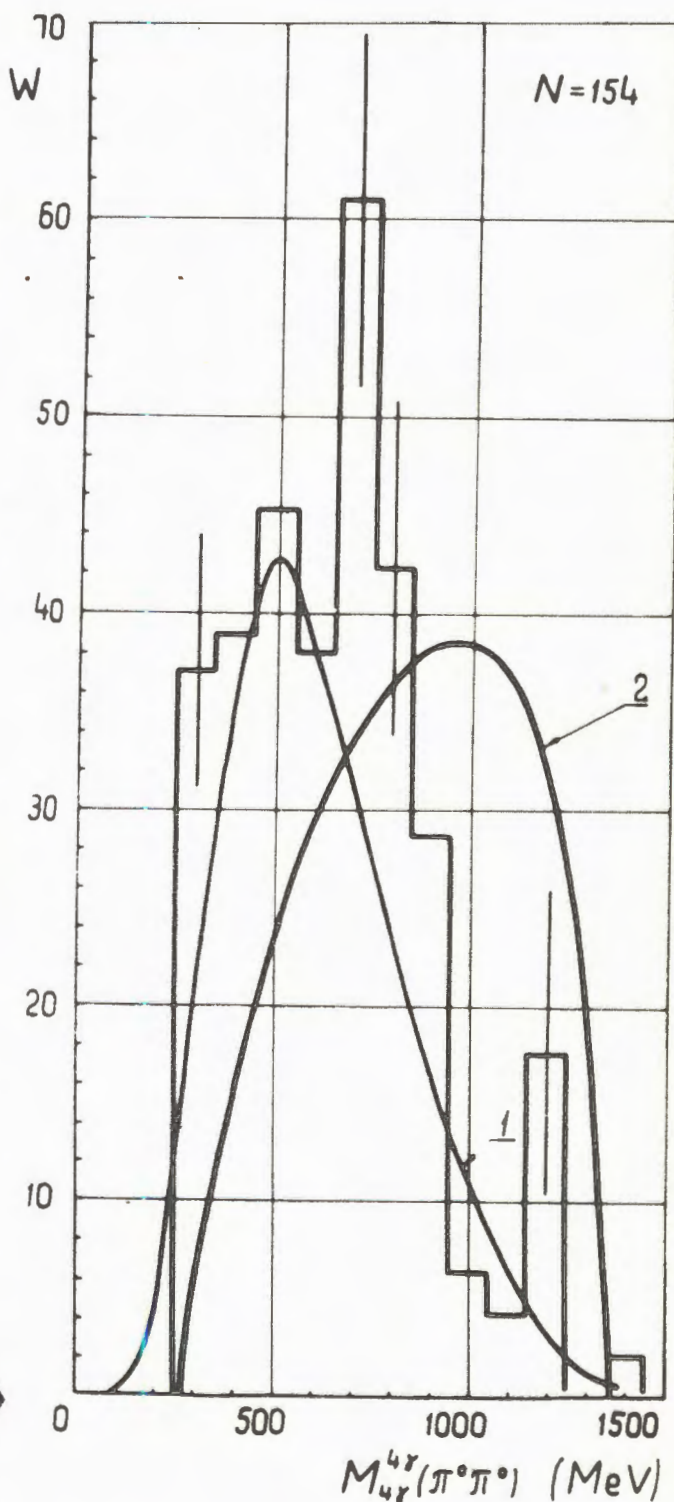
На рис. 12 показан спектр эффективных масс $M(\pi^0 \pi^0)$. Наблюдается пик в области значений масс от 650 до 850 Мэв со средним значением $M(\pi^0 \pi^0) = 730 \pm 15$ Мэв. Ширина пика $\Gamma = 170 \pm 65$ Мэв.

Сечение рождения системы $\sigma[\pi^+ + p \rightarrow (\pi^0 \pi^0) + p] \approx 0,1 \sigma[\pi^+ + p \rightarrow \eta^0 + p]$.

Информация, касающаяся нейтральных мод

Рис. 12. Распределение эффективных масс $M_{4\gamma}(\pi^0 \pi^0)$. Кривая 1 - распределение случайных комбинаций $(\pi^0 \pi^0)$. Кривая 2 -

фазовое пространство для реакции $\pi^+ + p \rightarrow \pi^0 \pi^0 p$ при 2,34 Гэв/с.



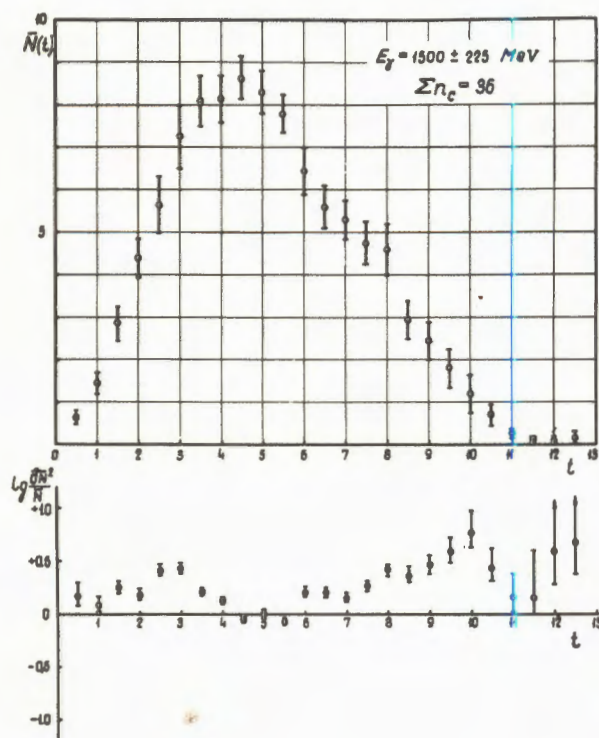


Рис. 13. Типичный случай ливня, созданного гамма-квантом в жидком ксеноне. P_1 - точка генерации π^0 , P_2 - точка конверсии гамма-кванта. Полная энергия ливня равна 1800 Мэв.

Рис. 14. Каскадная кривая и флуктуации числа частиц в ливнях, созданных гамма-квантами с энергиями (1500 ± 225) Мэв. Начало отсчета от точки P_1 .

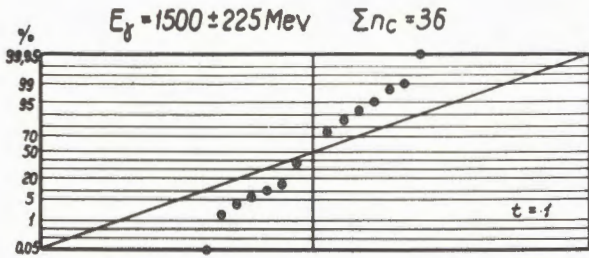


Рис. 15. Распределения расстояний ливневых частиц от оси ливня на разных глубинах

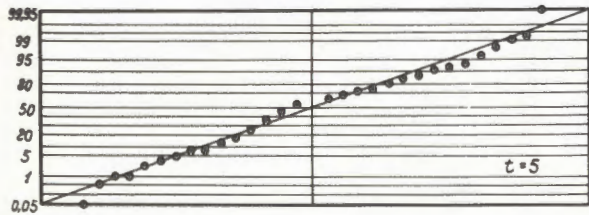
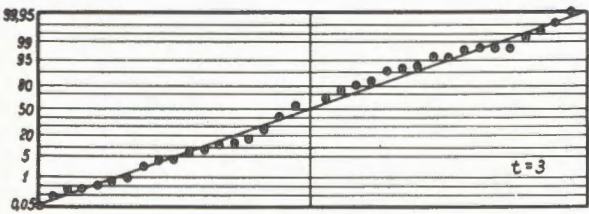
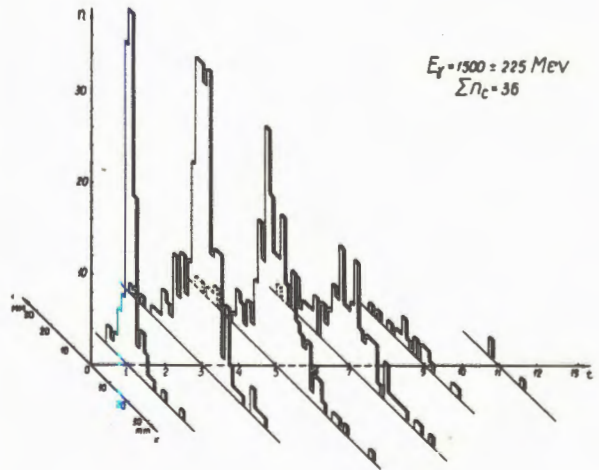
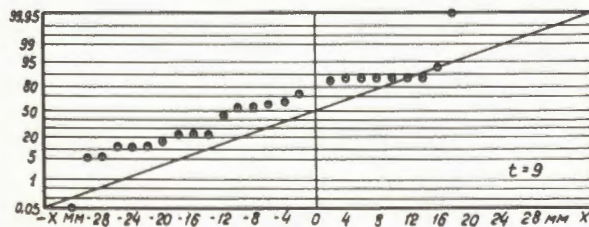
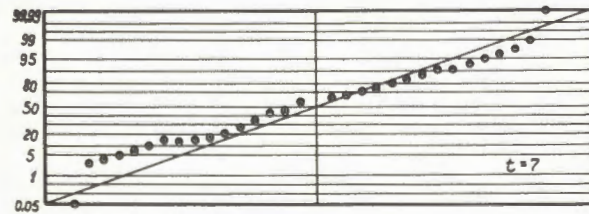


Рис. 16. Характеристика поперечных распределений частиц в ливне при разных t .



распада ω^0 -частицы, была получена в результате обработки этих же снимков:

$$R_1 = \frac{N(\omega^0 \rightarrow \eta^0 \gamma \rightarrow \gamma \gamma \gamma)}{N(\omega^0 \rightarrow \pi^0 \gamma)} = 0,22 \pm 0,11 .$$

$$R_2 = \frac{N(\omega^0 \rightarrow \pi^0 \pi^0 \gamma)}{N(\omega^0 \rightarrow \pi^0 \gamma)} = 0,45 \pm 0,33 .$$

Исследован также процесс развития электронно-фотонных ливней, созданных гамма-квантами с энергией от 20 до 2000 Мэв в жидком ксеноне. Изучались флуктуации продольного и поперечного развития ливней. На рис. 13 показана типичная картина исследованных ливней. На рис. 14, 15 и 16 приведены для примера характеристики ливней с энергией $E = 1500 \pm 225$ Мэв.

Рождение странных частиц

в $\pi^- p$ -взаимодействиях

Проведено изучение рождения странных частиц в $\pi^- p$ -взаимодействиях при 4 Гэв/с на основе снимков с 55-сантиметровой пропановой камеры. Работа велась совместно с Лабораторией высоких энергий Института атомной физики Румынской академии наук (Бухарест). Было обработано около 4000 фотографий зарегистрированных событий и сделаны следующие выводы.

1) Полученные данные о сечениях рождения резонансов K_{890}^* и Y_{1385}^* в реакциях $\pi^- p \rightarrow Y K \pi \pi$ (где $Y \rightarrow \Lambda^0$ или $Y \rightarrow \Sigma^0$) показывают, что названные резонансы при этой энергии образуются в основном при малых переданных от нуклона к гиперону импульсах, т.е. периферически. Вклад квазидвухчастичных

Рис. 17. Спектр масс системы лямбда-протон. По оси абсцисс отложена сумма кинетических энергий лямбда-частицы и протона.

процессов $\pi^- p \rightarrow Y_{1385}^* K_{890}^*$ в рассматриваемые реакции составляет около $(4,1 \pm 3,3) \text{ мкбн}$

2) Изучение спектра эффективных масс ΛK^0 - и ΛK^+ -комбинаций в реакциях $\pi^- p \rightarrow Y K \pi \pi$ говорит о возможности образования в этих процессах нуклонной изобары $N_{1/2}^*(1700)$, распадающейся на Λ - и K -частицы.

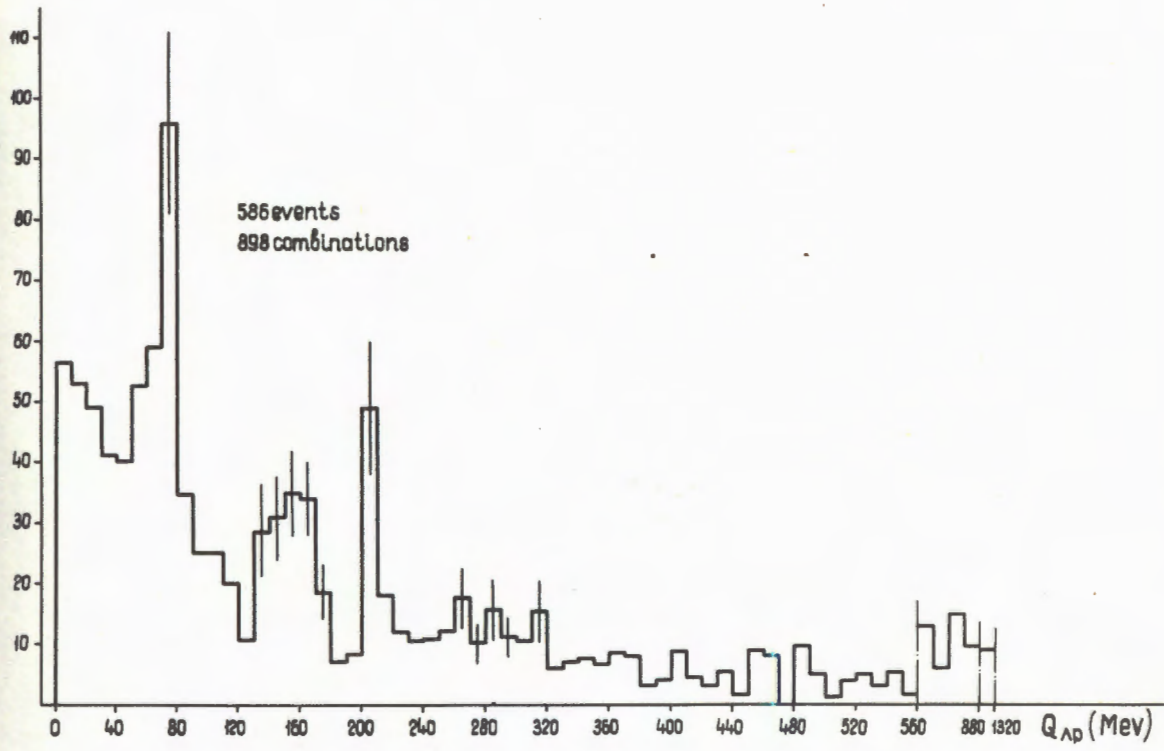
3) Анализ экспериментальных данных относительно корреляции между продольной и поперечной составляющими импульсов вторичных частиц в $\pi^- p$ -взаимодействиях с рождением странных частиц указывает на то, что для π^- -мезонов, образующихся совместно со странными частицами, зависимость

$\bar{p}_\perp / p_{||}^*$ хорошо описывается инвариантным фазовым объемом, т.е. матричный элемент взаимодействия можно считать зависящим только от параметров барионов. В то же время для K^- -мезонов и барионов (Λ , Σ и N) зависимость $\bar{p}_\perp / p_{||}^*$ не может быть описана фазовым объемом.

Исследование двухбарионных резонансов

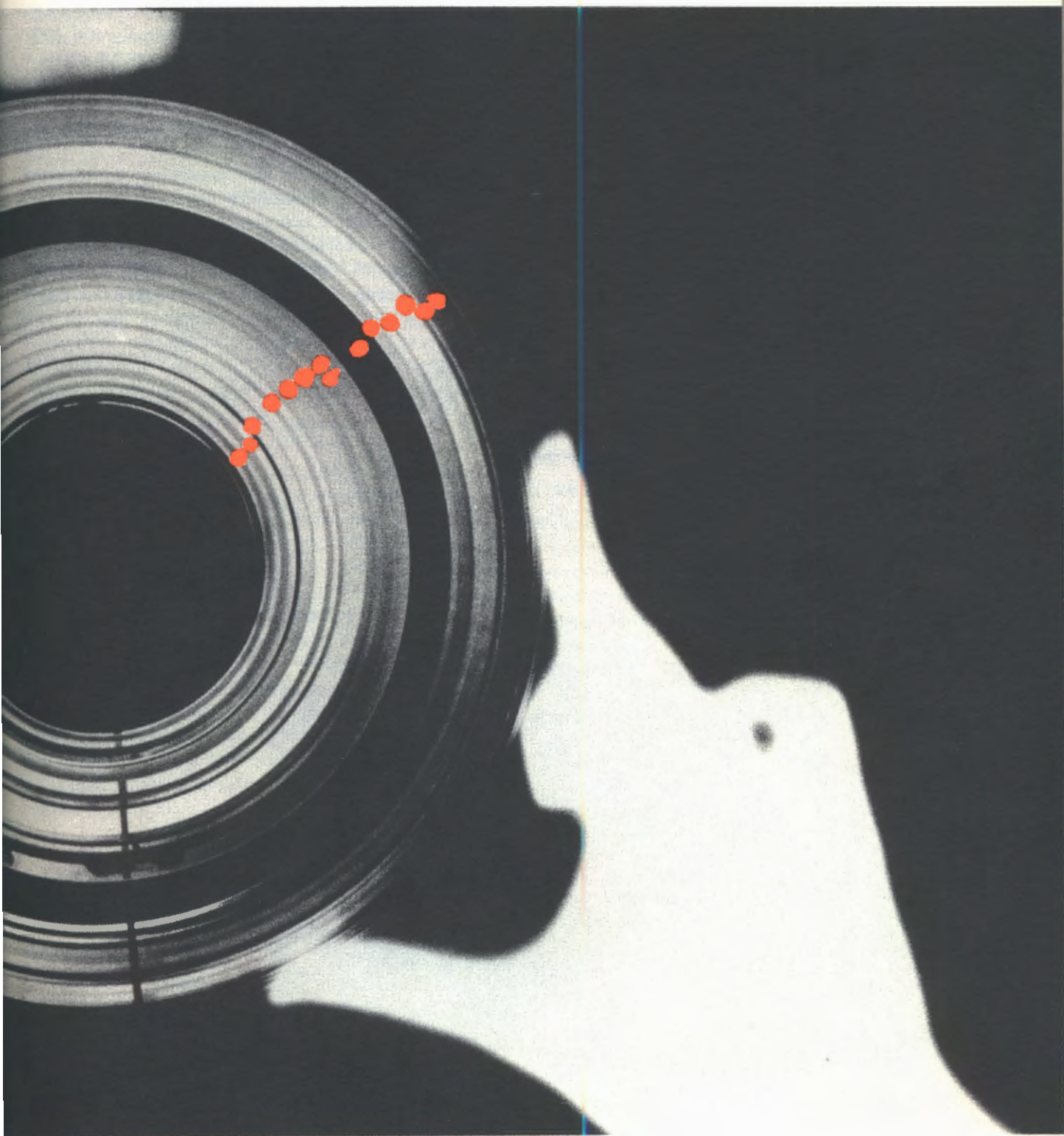
в pp -взаимодействиях

На основе снимков с 55-сантиметровой пропановой камеры, облученной отрицательными пионами с импульсом 4,0 Гэв/с и нейтронами со средним импульсом 7,2 Гэв/с, завершён поиск двухбарионных резонансов в системе Λp . На рис. 17 показан найденный спектр масс системы Λp . Работа выполнена совместно с ЛВТА.



Лаборатория
ядерных
проблем





В 1969 году научно-исследовательская деятельность Лаборатории ядерных проблем проводилась в тесном контакте с лабораториями и институтами стран-участниц ОИЯИ по следующим главным направлениям:

- изучение сильных взаимодействий нуклонов и пионов;
- исследование слабых и электромагнитных взаимодействий с участием мезонов;
- исследование свойств и квантовых характеристик нейтронодефицитных ядер;
- теоретические работы.

Проверка законов сохранения лептонного заряда и предсказаний новых типов слабого взаимодействия элементарных частиц

Попытка регистрации крайне редких процессов $\pi^+ \rightarrow e^+ + e^+ + e^- + \nu$ и $\mu^+ \rightarrow e^+ + \gamma$ осуществлена в соответствии с программой систематического исследования симметрий взаимодействия и провер-

ки законов сохранения лептонного заряда. Интерес к этим процессам связан с тем, что, кроме обычного слабого и электромагнитного взаимодействия, они могут быть вызваны также гипотетическим шестифермионным взаимодействием или четырехлептонным аномальным взаимодействием.

Эксперимент был выполнен с помощью установки с многослойной цилиндрической искровой камерой в магнитном поле, управляемой сцинтилляционным годоскопом. В результате анализа 250 тыс. фотографий событий с камеры и с экрана пятилучевого скоростного осциллографа был найден верхний предел для отношения вероятности искомого распада к обычному распаду. Отношения вероятностей распадов на уровне 90% достоверности составляют:

$$\frac{W(\pi^+ \rightarrow e^+ + e^+ + e^- + \nu)}{W(\pi^+ \rightarrow \mu^+ + \nu)} \leq 3,4 \cdot 10^{-8}$$

и

$$\frac{W(\mu^+ \rightarrow e^+ + \gamma)}{W(\mu^+ \rightarrow e^+ + \nu + \bar{\nu})} \leq 2,7 \cdot 10^{-8}$$

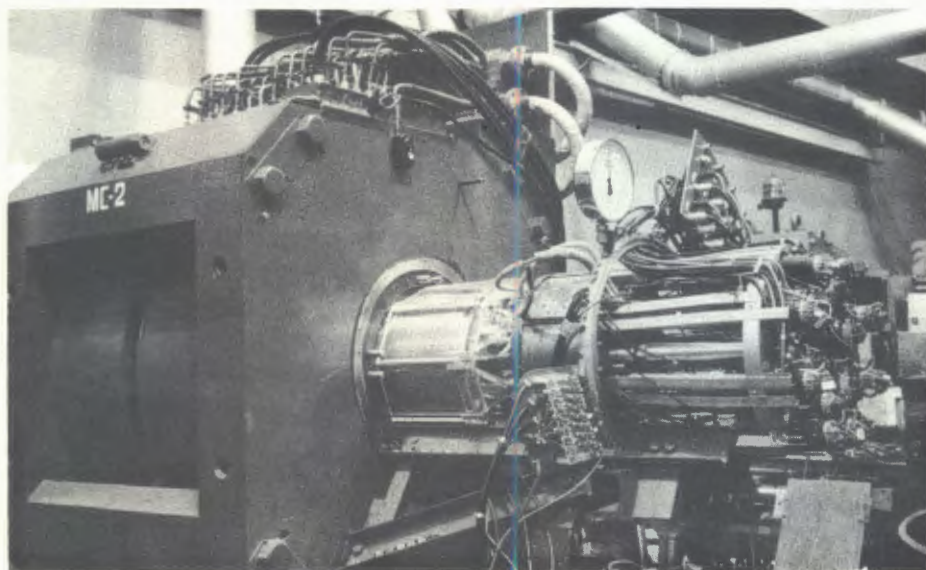


Рис. 18. Установка с многослойной цилиндрической искровой камерой в магнитном поле, используемая в экспериментах по поиску редких распадов π - и μ -мезонов.

Полученный результат позволил, в частности, заметно понизить значение константы гипотетического шестифермионного взаимодействия.

Сильные взаимодействия нуклонов и пионов с нуклонами и ядрами

1. Проведен фазовый анализ нуклон-нуклонного рассеяния при энергии 630 Мэв. С целью дискриминации одного из двух решений фазового анализа нуклон-нуклонного рассеяния при средней энергии 630 Мэв, найденных ранее в лаборатории, проведены измерения параметра Вольфенштейна A_{pn} и поляризации в процессе рассеяния протонов с энергией 605 Мэв нейтронами. Эксперименты проводились на специально сформированном продольно поляризованном пучке протонов с помощью установки с оптическими искровыми камерами. Параметр A_{pn} измерен при четырех углах рассеяния: 55° , 78° , 94° и 125° . С помощью полученных данных были уточнены наборы фазовых сдвигов. При использовании современных более жестких, чем χ^2 -критерий, методов дискриминации конкурирующих гипотез показано, что амплитуда нуклон-нуклонного рассеяния при энергии 630 Мэв в рамках принятых предположений о природе NN-рассеяния определяется однозначно. (Оценка вероятности ошибки первого рода $\approx 0,01\%$).

2. Новые измерения угловой зависимости параметра деполяризации в процессе упругого рассеяния поляризованных протонов протонами с энергией 635 Мэв выполнены в интервале углов 28° - 117° . Эти экспериментальные данные, более точные, чем полученные ранее, позволили провести сравнение с теоретическими предсказаниями о соотношении

между параметром D_{pp} и фактором S_{pp} , основанными на заключениях теории симметрий.

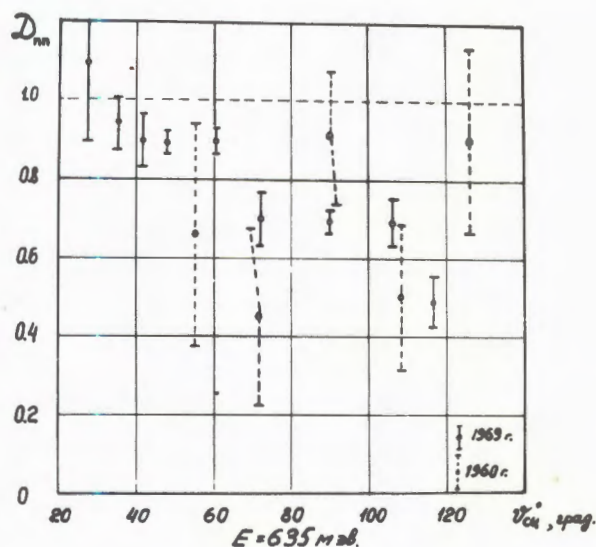


Рис. 19. Угловая зависимость параметра деполяризации в процессе упругого рассеяния поляризованных протонов протонами при энергии 635 Мэв.

3. Получены обширные данные о сечениях образования заряженных и нейтральных странных частиц на материале 230 тыс. фотографий с метровой пропановой камеры в магнитном поле, экспонированной в пучке π -мезонов с импульсом 5,1 Гэв/с. Измерено полное сечение взаимодействия π -мезонов с импульсом 5,1 Гэв/с в пропановой камере, которое оказалось равным: $\sigma_{\text{полное}} = (952 \pm 63)$ мбн. Выделены каналы многих процессов с образованием нескольких нейтральных странных частиц. Получены сведения о парциальных сече-

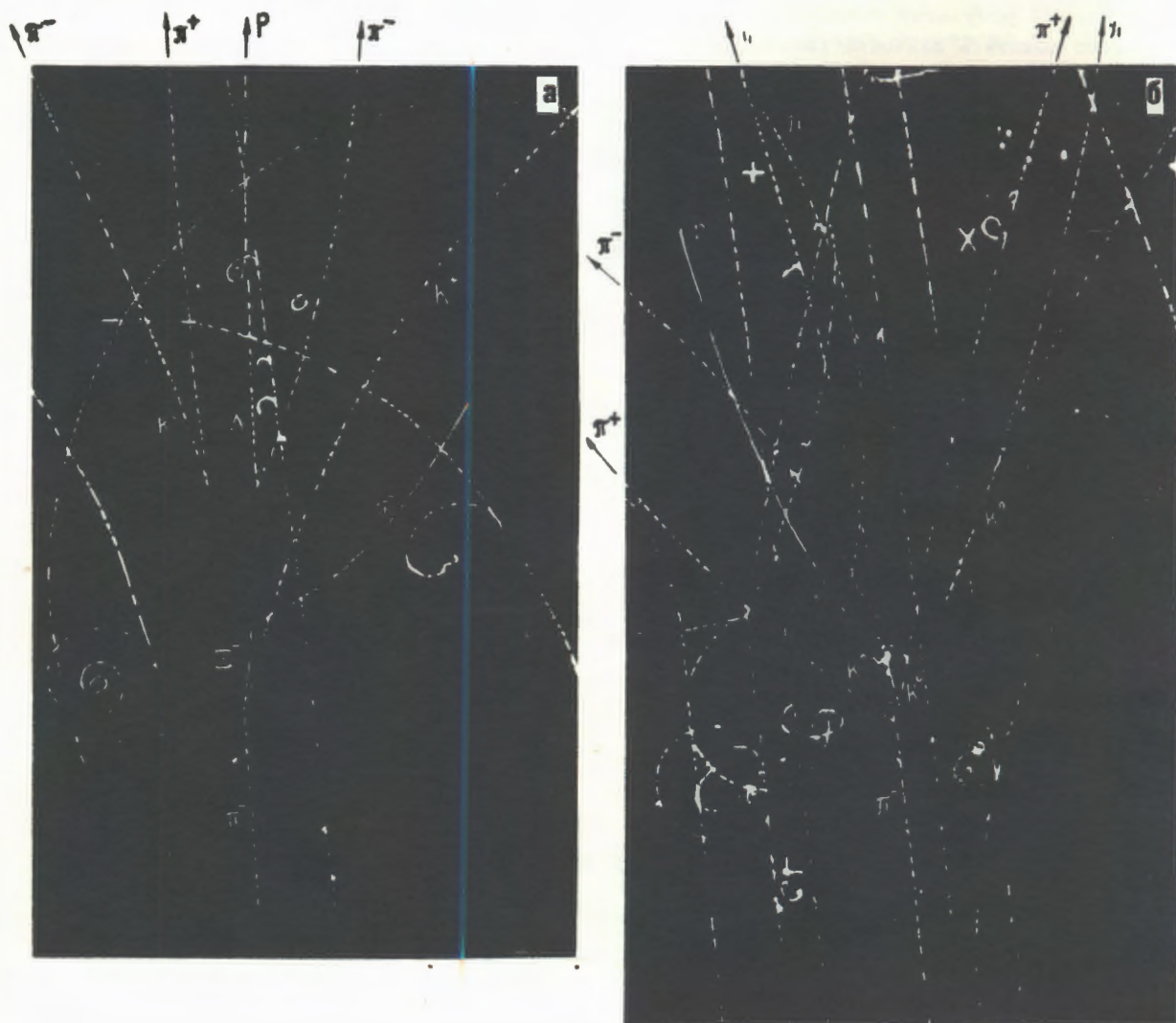


Рис. 20. Случай взаимодействия π^- -мезонов с импульсом 5 Гэв/с в 1-метровой пропановой пузырьковой камере ($H = 17$ кэ):

а. Фотография процесса $\pi^- p \rightarrow \Xi^- K^+ K^0$.

$\downarrow \Lambda^0 \pi^-$

б. Фотография процесса $\pi^- p \rightarrow \Lambda^0 K^+ K_2^0 \bar{K}^0$.

Таблица 1а

Сечение образования нейтральных странных частиц в безлучевых событиях при различных импульсах первичного π^- -мезона.

Channel	π^- Meson Momentum (Gev/c)					
	3,0 ⁽⁵⁾	4,0 ⁽⁶⁾	4,65 ⁽⁷⁾	5,1	6,0 ⁽⁸⁾	10,0 ⁽⁹⁾
ΛK^0	31±14	93±14	40	26±8	41±4	26
$\Sigma^0 K^0$	86±25			17±7		
$\Lambda K^0 \pi^0$	141±33	88±33	120	72±16		11
$\Sigma^0 K^0 \pi^0$				38±14		
$(\Lambda/\Sigma^0) K^0 \bar{K}^0$				38±26		
$(\Lambda/\Sigma^0) K^0 \text{neut}$	110±28	88±31	90	19±44		72
$\sigma_{\text{tot}}(\Lambda K^0 \text{neut})$	358±58	269±47	250	214±25		
$K^0 \bar{K}^0 n$	52±13	176±62	190	71±18		
$K^0 \bar{K}^0 n \pi^0$	17±7			84±18		
$\sigma_{\text{tot}}(K^0 \bar{K}^0 \text{neut})$	169±14	176±62	190	155±25		

Таблица 1б

Сечение образования нейтральных странных частиц в двухлучевых событиях при различных импульсах первичного π^- -мезона.

Channel	π^- Meson Momentum (Gev/c)				
	3,0 ⁽⁵⁾	4,0 ⁽⁶⁾	4,65 ⁽⁷⁾	5,1	10,0 ⁽⁹⁾
$p\pi^- K^0 \bar{K}^0$	19±6	51±14		21±9	
$p\pi^- K^0 \bar{K}^0 \pi^0$		20±20		7±7	
$\pi^+\pi^- K^0 \bar{K}^0 n$		64±37		55±15	
$\pi^+\pi^- K^0 \bar{K}^0 n \text{neut}$				22±28	
σ_{tot}				105±21	
$K^0 \bar{K}^0 \Lambda$	136±21	133±21	30	59±7	
$K^0 \bar{K}^0 \Sigma^0$				14±7	
$K^0 \bar{K}^0 \Lambda \pi^0$	96±16	93±17	130	70±12	
$K^0 \bar{K}^0 \Sigma^0 \pi^0$				33±15	
$K^0 \bar{K}^0 (\Lambda/\Sigma^0) n \pi^0$		45±23		49±19	
σ_{tot}	232±24	271±27	160	225±13	
$\pi^+\pi^- \Lambda K^0$	72±15	195±21	240	64±12	34
$\pi^+\pi^- \Sigma^0 K^0$	86±19			30±17	
$\pi^+\pi^- \Lambda K^0 \pi^0$	60±20	63±26		66±12	53
$\pi^+\pi^- \Sigma^0 K^0 \pi^0$				27±12	
$\pi^+\pi^- \Lambda K^0 \pi^0 \pi^0$				25±18	129
$\pi^+\pi^- (\Lambda/\Sigma^0) K^0 n \pi^0$				31±42	
σ_{tot}	218±33	258±30	240	242±27	

ниях генерации нейтральных мезонов в $\pi^- p$ -взаимодействии с множественностью от двух до пяти, а также сечения образования резонанса N^* (1238) и f^0 -мезона. На основании наблюдения распада каскадного гиперона по схеме $\Xi^- \rightarrow \Lambda + \pi^-$ оценено сечение его образования в $\pi^- p$ -взаимодействии с импульсом 5,1 Гэв/с.

Кроме того, продолжают исследования открытого ранее в системе Λu резонанса с массой 1327 Мэв. Эти работы выполняются в тесном сотрудничестве с университетом в г. Кошице (ЧССР).

4. В соответствии с общей программой изучения механизма ядерных реакций при высоких энергиях и обнаружения существующих в ядре нуклонных ассоциаций в истекшем году выполнены три опыта:

а) Завершен эксперимент по исследованию упругого рассеяния протонов с энергией 665 Мэв трехнуклонными ассоциациями в ядрах ${}^6\text{Li}$, ${}^9\text{Be}$, ${}^{12}\text{C}$, ${}^{16}\text{O}$. Отбор актов упругого рассеяния протонов назад ядром гелия-3 и событий квазиупругого выбивания гелия-3 - фрагментов из легких ядер осуществлялся под углом $5,4^\circ$ к пучку протонов с помощью электроники, регистрирующей времена пролета, удельные потери и энергию фрагментов. В высокоэнергетической части спектра ядер гелия-3 наблюдался пик, соответствующий процессу квазиупругого рассеяния протонов трехнуклонными ассоциациями при передаваемом импульсе 9 ферми⁻¹. Из сопоставления квазиупругих сечений с сечением упругого рассеяния протонов свободными ядрами гелия-3 определены эффективные числа кластеров гелия-3 в ядрах ${}^6\text{Li}$ и ${}^9\text{Be}$. Результаты этих опытов находятся в соответ-

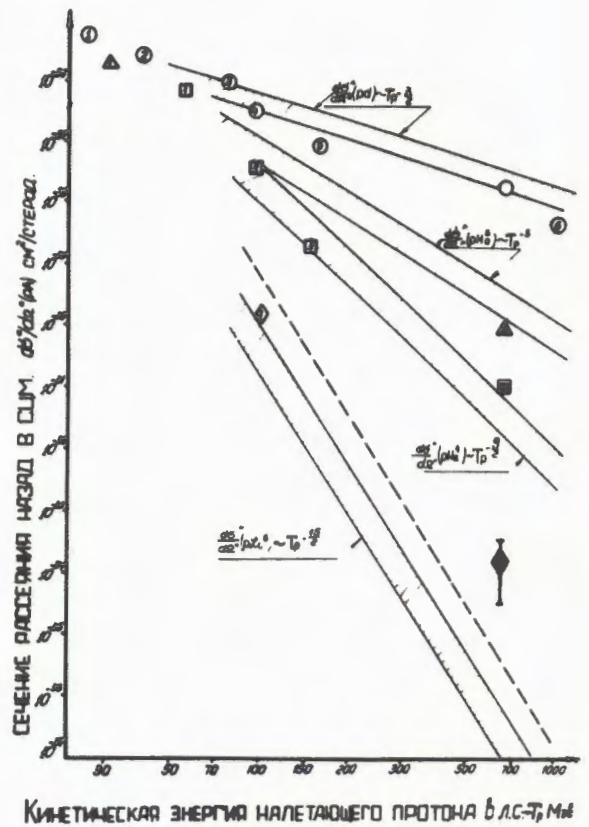
ствии с оценками, полученными на основе представления о прямом взаимодействии протонов с нуклонными ассоциациями, образующимися в результате флуктуаций плотности ядерного вещества.

В экспериментах по изучению процесса упругого рассеяния протонов назад с энергией 865 Мэв на ядре ${}^6\text{Li}$ определена верхняя граница сечения в с.д.м. этого процесса, которая получена равной

$$\frac{d\sigma}{d\Omega} < 2,5 \cdot 10^{-34} \text{ см}^2/\text{стерадиан.}$$

б) Опыты по квазиупругому выбиванию дейтронов из ядер ${}^6\text{Li}$, ${}^{12}\text{C}$, ${}^{27}\text{Al}$, ${}^{40}\text{Ca}$, Rh , Pb протонами с энергией 872 Мэв проведены с целью дальнейшего изучения свойств двухнуклонных

Рис. 21. Зависимость дифференциального сечения упругого рассеяния протонов назад на дейтроне, а также ядрах ${}^3\text{He}$, ${}^4\text{He}$ и ${}^6\text{Li}$ от кинетической энергии протона в л.с.к. . Заштрихованные области - расчетные оценки сечения, сделанные на основе предложенного теоретиками института флуктуационного механизма.



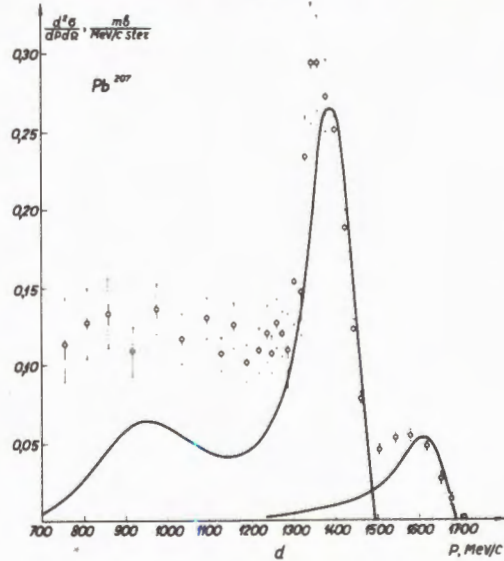
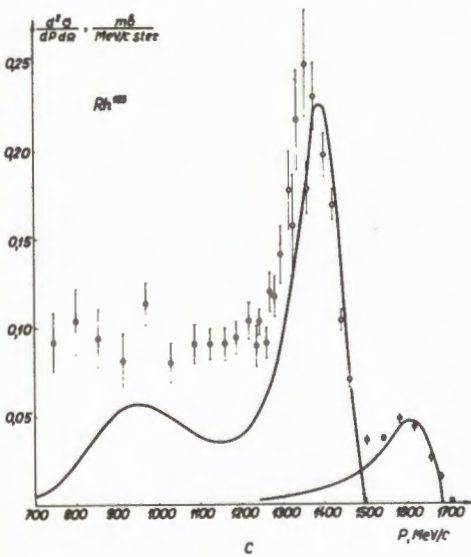
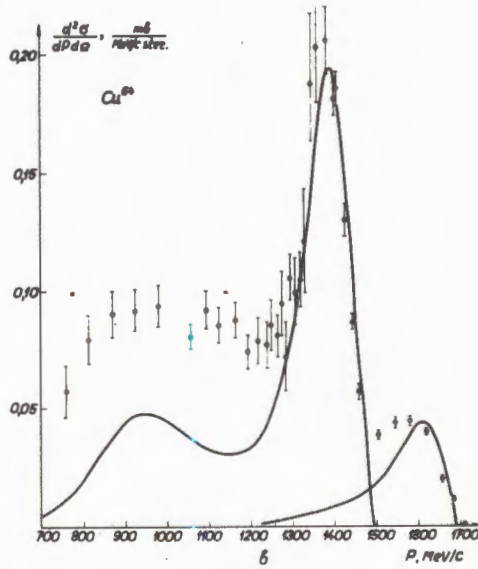
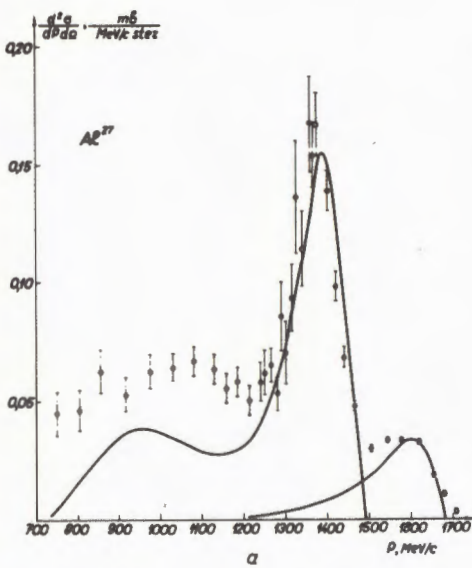


Рис. 22. Изотропная разрядная камера с электронно-оптическим усилением яркости изображения. Рабочий объем камеры $100 \times 70 \times 30$ см³. Камера установлена на протонном канале синхротрона для проведения экспериментов по изучению взаимодействия протонов с ядрами.

Рис. 23. Спектры быстрых дейтронов, испускаемых под углом $6,5^\circ$ при взаимодействии протонов с энергией 670 Мэв со сложными ядрами. Наряду с реакцией квазиупругого $p + {}^A_Z X \rightarrow p d$ рассеяния (пик в спектре ${}^A_Z X \rightarrow n d$ при $p_d \approx 1600$ Мэв/с) зарегистрирован ранее не наблюдавшийся интенсивный процесс образования быстрых дейтронов с рождением пионов $p N \rightarrow \pi^+ d$ (пик в спектре при $p_d \approx 1380$ Мэв/с).

ассоциаций в ядрах. Акты квазиупругого выбивания дейтронов регистрировались под углом $6,5^\circ$ в л.с.к. с помощью магнитного спектрометра и анализа по времени пролета. В полученных спектрах быстрых дейтронов в интервале импульсов 700–1700 Мэв/с, помимо установленного ранее пика, обусловленного квазиупругим рассеянием протонов дейтронными ассоциациями в ядрах, обнаружен новый интенсивный пик, соответствующий процессу образования дейтронов с рождением пионов на нуклонах ядра.

в) Многочастичные процессы с образованием ядра ${}^8\text{Li}$ в результате захвата остановившихся отрицательных π^- -мезонов ядрами ${}^{12}\text{C}$, ${}^{14}\text{N}$ и ${}^{16}\text{O}$ исследовались с помощью фотоэмульсионной техники. Завершен анализ свыше 3000 таких событий. На основе полученных данных о распределении эффективных масс и угловых корреляций показано, что при поглощении отрицательных π^- -мезонов ядрами ${}^{12}\text{C}$ с образованием ${}^8\text{Li}$ существенную роль играют трех- и четырехнуклонные ассоциации в ядре ${}^{12}\text{C}$.

5. Завершено изучение процесса образования π^+ -мезонов в pp -взаимодействии при энергии 660 Мэв. Идентификация π^- -мезонов, рожденных в pp -столкновении, осуществлялась с помощью магнитного анализа и достоверного наблюдения распада π^- -мезонов в фотоэмульсионной камере. Измерены энергетические спектры и угловые распределения π^- -мезонов. Экспериментальные данные о процессе $pp \rightarrow d\pi^+$ свидетельствуют о заметном вкладе взаимодействия протонов в F-состоянии. На основании измерения зависимости изотропной и анизотропной частей дифференциального сечения реакции $pp \rightarrow p\pi^+$ от энергии π^- -мезонов в интервале 55–135 Мэв в с.ц.м. установлено, что с ростом энергии мезонов не наблюдается увеличения анизотропии в угло-

вом распределении π^- -мезонов. Это не согласуется с предсказаниями резонансной модели без учета интерференционных эффектов.

Слабые и электромагнитные взаимодействия мезонов

1. Продолжалось изучение энергетического спектра нейтронов, испущенных в процессах захвата мюонов ядрами. В дополнение к ранее проведенным в лаборатории исследованиям спектра нейтронов при захвате мюонов ядрами серы и кальция выполнены измерения для ядер кислорода и свинца в интервале энергий нейтронов 1,5–13 Мэв. В опытах в качестве нейтронного спектрометра использовался монокристалл стибьена, обладающий высоким энергетическим разрешением, что позволило разделять нейтроны и гамма-кванты по форме импульсов. В энергетическом спектре ней-

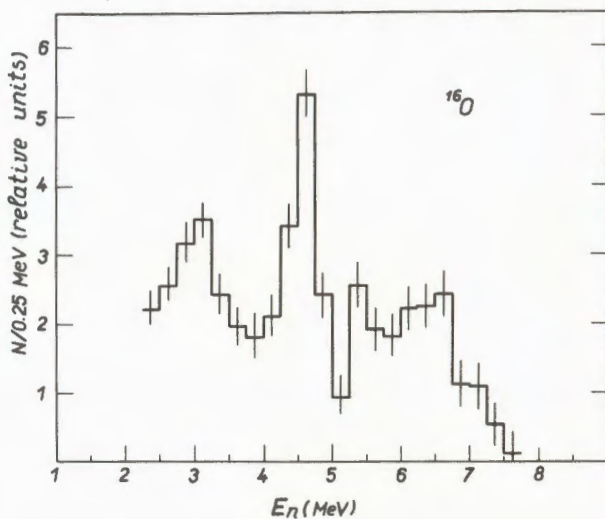


Рис. 24. Энергетический спектр нейтронов, испущенных в результате захвата отрицательных мюонов ядрами ${}^{16}\text{O}$.

тронов, испущенных в процессах захвата мюонов ядрами кислорода наблюдаются, как и в случае ядер серы и кальция, особенности типа отдельных линий или широких полос. Для ядер свинца спектр нейтронов имеет монотонный характер.

Линейчатую структуру энергетических спектров нейтронов можно интерпретировать как результат захвата мюонов путем образования квазисвязанных состояний промежуточного ядра с последующим распадом этих высоковозбужденных состояний. Существование подобных эффектов предсказывается на основе теории резонансного поглощения мюонов ядрами. Этот результат открывает новую возможность изучения с помощью мю-захвата природы и свойств высоковозбужденных квазисвязанных состояний ядер.

2. Измерены скорости парциальных переходов при захвате отрицательных мюонов ядрами ^{12}C и ^{16}O с образованием конечного ядра в возбужденном состоянии. В этих опытах энергия гамма-квантов и их интенсивность при переходах с возбужденных уровней дочерних ядер, образовавшихся в результате захвата мюонов ядрами, регистрировались большим кристаллом $\text{NaI}(\text{Ti})$. Обработка полученных спектров и время-амплитудный анализ данных проведены с помощью многомерных анализаторов, работавших на линии с ЭВМ "Минск-22". При захвате мюонов углеродом в процессе $\mu^- + ^{12}\text{C} \rightarrow ^{12}\text{B}^* + \nu$ полная вероятность перехода во все связанные возбужденные состояния ядра ^{12}B оказалась равной $\Lambda(^{12}\text{B}^*) = (0,76 \pm 0,14) \cdot 10^3 \text{сек}^{-1}$, а вероятность парциального перехода на уровень ядра ^{12}B со спином 1^- - равной $\Lambda(1^-) = (0,72 \pm 0,17) \cdot 10^3 \text{сек}^{-1}$.

В реакции $\mu^- + ^{12}\text{C} \rightarrow ^{11}\text{B}^* + \nu$ измерен выход гамма-квантов с энергией 2,13 Мэв: $\Lambda(^{11}\text{B}^*) = (2,3 \pm 0,3) \cdot 10^3 \text{сек}^{-1}$.

В опыте по изучению захвата мюонов ядрами кислорода в реакции $\mu^- + ^{16}\text{O} \rightarrow ^{15}\text{N}^* + \nu$ определена полная вероятность перехода в связанные возбужденные состояния ядра ^{15}N с поло-

жительной четностью: $\Lambda(^{15}\text{N}^*) = (14 \pm 5) \cdot 10^3 \text{сек}^{-1}$, и вероятность перехода на уровень ядра

$$^{15}\text{N} \text{ со спином } \frac{3^-}{2}: \Lambda\left(\frac{3^-}{2}\right) = (20 \pm 5) \cdot 10^3 \text{сек}^{-1}.$$

Полученные результаты заметно расходятся с имеющимися предсказаниями и для своего объяснения требуют проведения более строгих расчетов.

3. Выполнено измерение полной вероятности захвата отрицательных мюонов ядрами ^{27}Al , ^{28}Si и ^{51}V без последующего испускания нуклонов. Эксперимент проведен с помощью активационного метода и радиохимического выделения дочерних бета-активных ядер, образовавшихся в результате захвата мюонов ядрами. Продукты реакций идентифицировались на основании измерения энергии и периода полураспада. Результат опыта находится в согласии с расчетами, выполненными с помощью методов теории конечных ферми-систем.

Теоретические исследования

1. Предложена постановка опыта для поиска новых заряженных или нейтральных "стабильных" частиц со временем жизни более 10^{-8} сек.

2. Показано, что возможно существование процесса двойной передачи странности K -мезонов при их взаимодействии с ядрами, который может приводить к превращениям типа $K^- \rightarrow K^+$, $K^- \rightarrow K^0$, $\bar{K}^0 \rightarrow K^+$, аналогичным двойной перезарядке пионов.

3. Предложена постановка опыта для прецизионного определения электромагнитного радиуса протона в процессе рассеяния электронов протонами при малых передаваемых импульсах с использованием техники полупроводниковых детекторов.

4. Предложен новый метод расчета флюктуаций числа частиц в электронно-фотонных ливнях.

Исследование свойств и квантовых характеристик нейтронодефицитных ядер

В 1969 году основным содержанием этих экспериментов было изучение высоковозбужденных состояний относительно долгоживущих изотопов в области от иттрия до астата, а также исследование короткоживущих изотопов, удаленных от линии стабильности. Наряду с этим проводилась разработка экспрессных методов выделения радиоактивных изотопов и химии "горячих атомов". Эти работы выполняются при широком участии экспериментальных групп из многих физических институтов стран-участниц.

1. Завершен цикл исследований возбужденных состояний ядер с нечетным A и числом нейтронов 93, 95 и 97 (^{161}Er , ^{163}Er , ^{165}Er и ^{167}Yb). Получены новые сведения об одно- и трехквaziчас-

тичных уровнях в этих ядрах. Установлено, что при распаде ^{161}Tm возбуждаются уровни аномальной ротационной полосы с $K=1/2$. Эти данные представляют большой интерес для уточнения вида среднего потенциала в деформированных ядрах.

2. Измерены времена жизни ряда возбужденных состояний ядер ^{161}Gd , ^{165}Er , что позволило оценить параметры деформации ядер и структуры возбужденных состояний.

3. Обнаружен ряд новых одно-, двух- и трехквaziчастичных состояний ядер Hf , W , Re и Os . Получены сведения о коллективных состояниях в этих ядрах.

4. Обнаружен ряд 0^+ -состояний ядер переходной области редких земель. Идентифицированы уровни двухфотонного триплета и трехфотонного квинтета в четно-четных изотопах Te . Ряд уровней ^{140}Ce

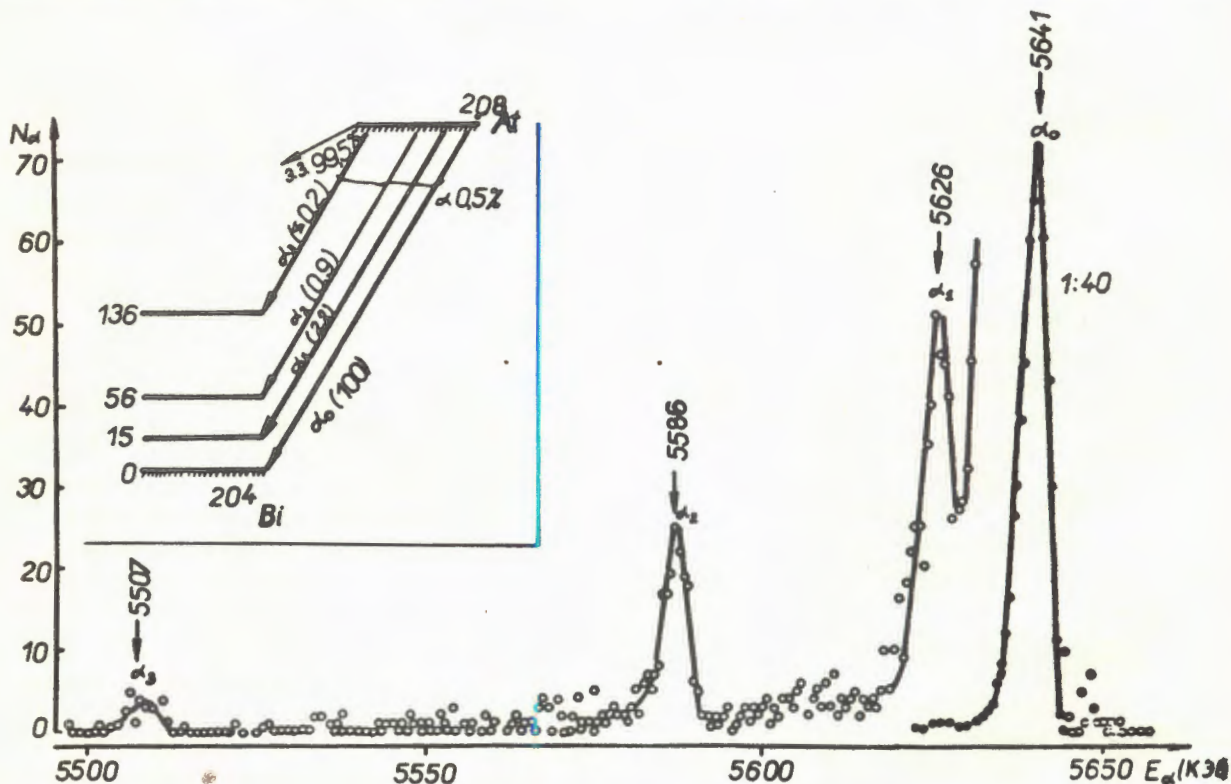


Рис. 25. Альфа-спектр ^{208}At , полученный с помощью большого магнитного альфа-спектрографа. Приведенный спектр позволил однозначно установить три возбужденных уровня ядра ^{204}Bi .

и ^{152}Gd систематизируется в виде полос: квазиротационные, квази-бета-вибрационные и др. Получена важная информация об оккупольных состояниях и точных значениях разности масс для большинства изучаемых изобаров.

5. Ведется изучение альфа-распада изотопов астага. Наиболее интересные данные получены об альфа-распаде ^{208}At , у которого обнаружено три линии тонкой структуры.

6. Продолжались исследования по программе ЯСНАПП короткоживущих изотопов на пучке синхротронотрона. Основное внимание было обращено на детальное изучение изотопов, которые были открыты в предыдущие годы. Получена обширная информация о возбужденных уровнях ядер, удаленных от полосы стабильности. В частности, большой интерес представляют исследования возбужденных состояний ^{142}Nd .

Изучение распада изомера $^{141\text{m}}\text{Sm}$ (23 мин) завершилось построением сложной схемы его уровней и обнаружением трехквазичастичного состояния. При распаде ^{168}Lu идентифицированы два двухквазичастичных состояния, а при распаде ^{178}Os - два трехквазичастичных состояния.

7. В радиохимических исследованиях получены следующие результаты. Завершены разработки методов получения бета-источников тантала, вольфрама, рения, осмия, иридия и платины. Найдены условия для возгонки микроколичеств иридия. Разработаны ускоренные методы выделения радона и ксенона. Предложена новая методика выделения астага из облученного тория, дающая препараты высокой радиохимической чистоты и удельной радиоактивности. Проведена серия опытов по химическим формам стабилизации радиорения и радиационной устойчивости комплексов лантанидов.

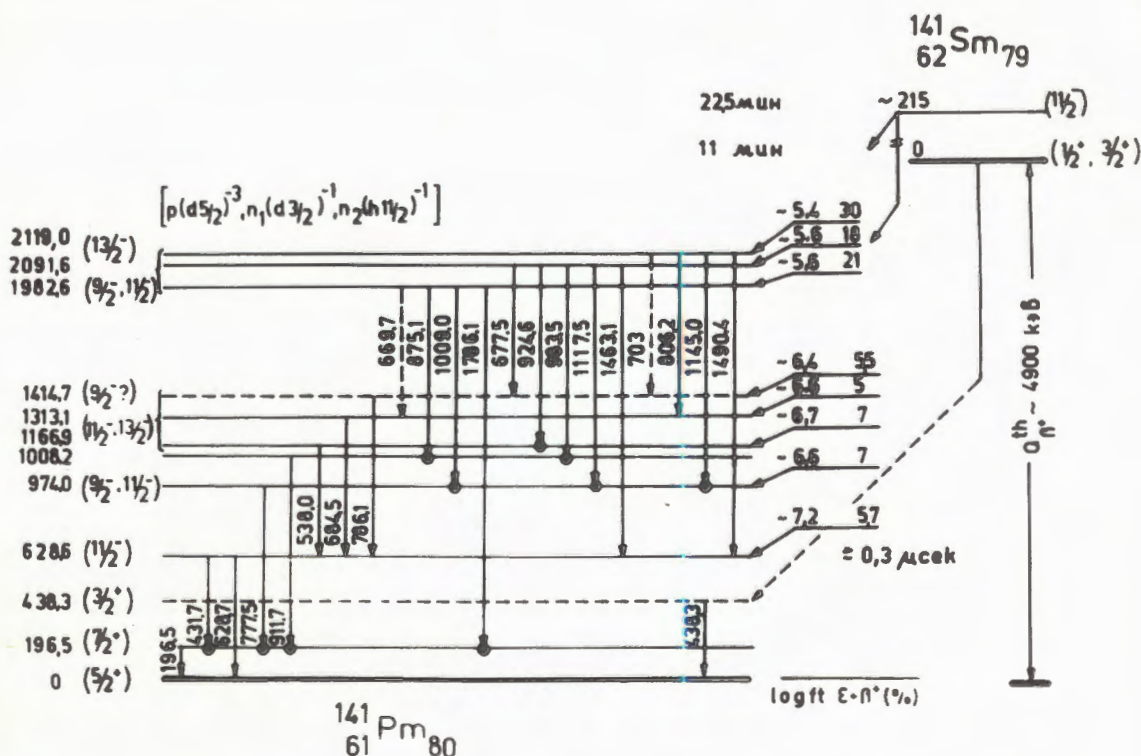
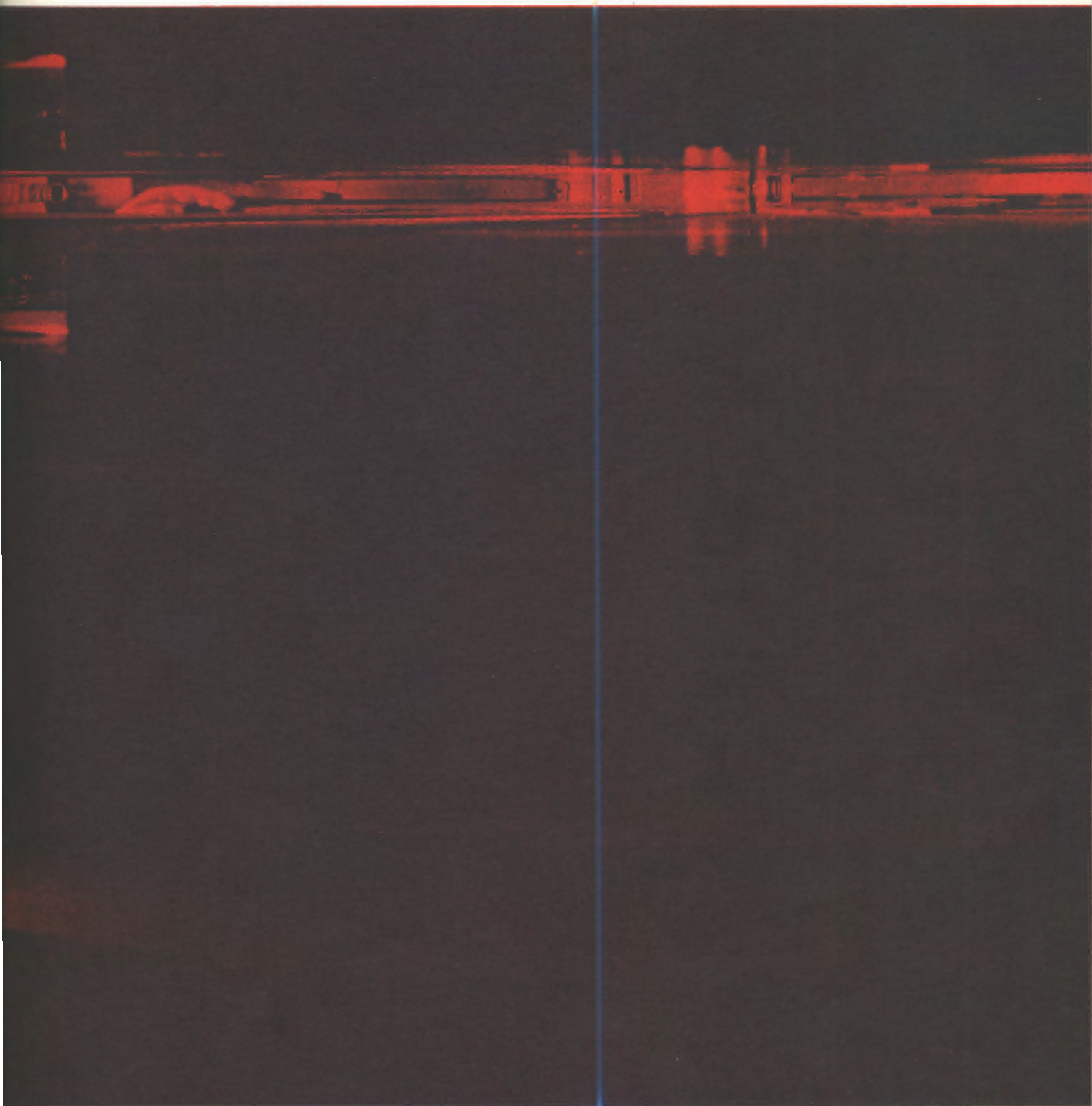


Рис. 26. Схема распада ^{141}Sm , установленная с помощью измерения γ -спектра и $\gamma\gamma$ -совпадений. В области энергий ≈ 2000 кэВ возбуждаются состояния трехквазичастичной природы (тип конфигурации указан на рисунке в скобках).

Лаборатория ядерных реакций

Рис. 27. Закончена наладка двухметрового циклотрона У-200 для ускорения тяжелых ионов. Осуществлено во всем диапазоне радиусов устойчивое изохронное ускорение ионов, для которых $2,8 \leq \frac{A}{Z} \leq 4$. В настоящее время ускорены ионы от ${}^2\text{D}^{1+}$ (34 Мэв, 200 мка) до ${}^{20}\text{Ne}^{5+}$ (195 Мэв, 50 мка). Осуществлен вывод пучка ионов из ускорителя. На снимке: юстировка ионного источника циклотрона У-200.





Научно-исследовательские работы Лаборатории ядерных реакций велись в следующих основных направлениях:

- поиск изотопов сверхтяжелых элементов в природных минералах;

- синтез трансурановых элементов и исследование свойств их радиоактивного распада;

- синтез нейтроноизбыточных изотопов легких элементов;

- изучение природы аномального спонтанного деления ядер в изомерном состоянии;

- исследование протонно-радиоактивных ядер;

- изучение механизма взаимодействия тяжелых ионов с ядрами (деление ядер, реакции неполного слияния);

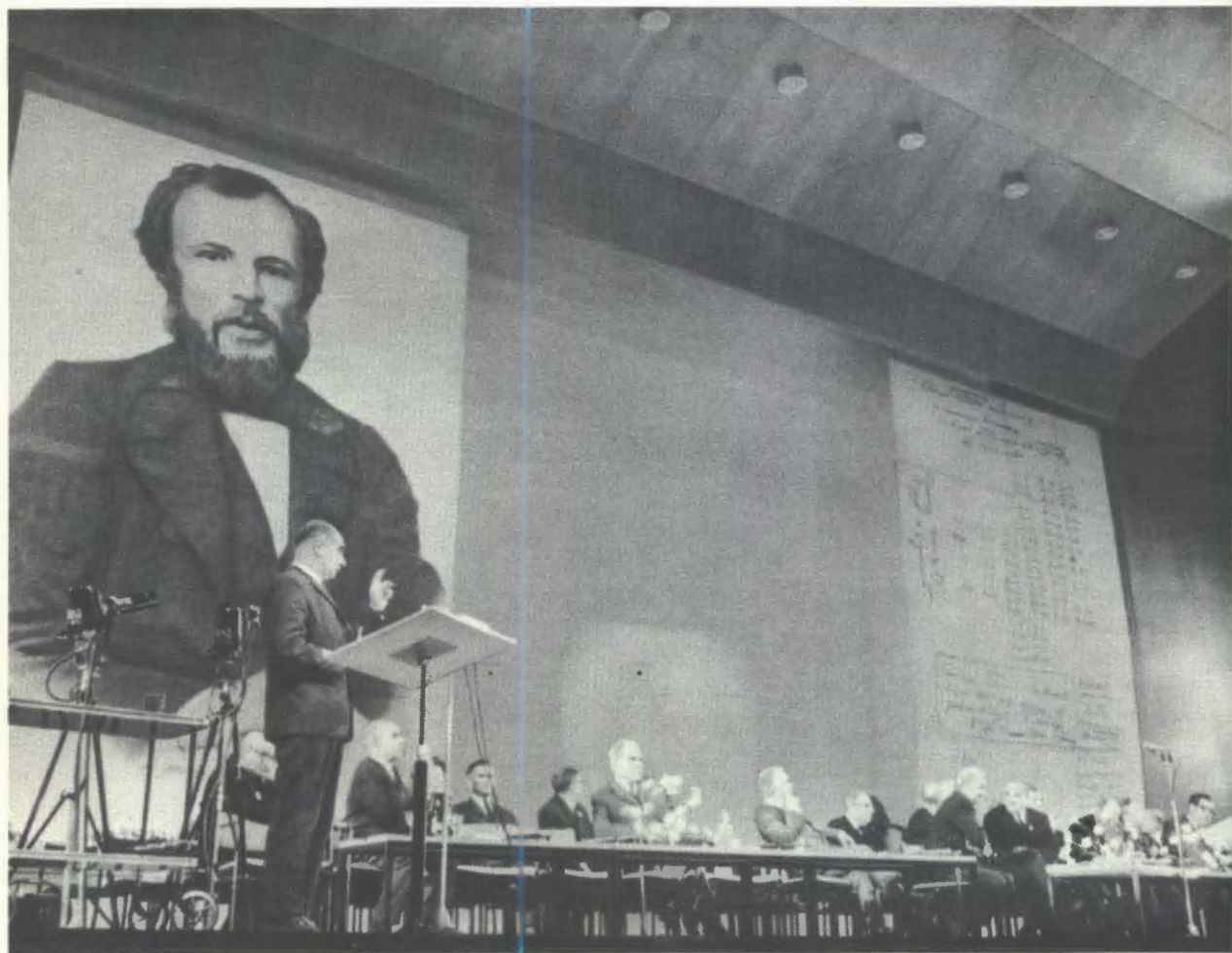


Рис. 28. В сентябре 1969 года в Ленинграде состоялся X юбилейный Менделеевский съезд, посвященный 100-летию периодического закона элементов. С докладом о перспективах и методах синтеза и поиска сверхтяжелых элементов на съезде выступил директор Лаборатории ядерных реакций академик Г.Н. Флеров.

– ядерная спектроскопия в реакциях с тяжелыми ионами.

Вся научно-исследовательская деятельность Лаборатории ядерных реакций осуществлялась в тесном контакте с институтами стран-участниц ОИЯИ. Основные работы проводились на ускорителе У-300, начаты первые физические эксперименты на ускорителе У-200.

Поиск изотопов сверхтяжелых элементов в природных минералах

В 1969 году в лаборатории продолжались исследования проблемы стабильности элементов с $Z \geq 108$, $N \approx 184$ и поиски этих элементов в природных минералах и различных соединениях. Были сделаны оценки времени жизни сверхтяжелых ядер относительно α -распада и энергии α -распада этих ядер. Изучалось влияние параметров одночастичного потенциала на результаты расчета. Показано, что значения периодов полураспада, получаемые с различными схемами уровней, отличаются на 6–8 порядков. Таким образом, необходимо исследовать всю область возможных стабильных сверхтяжелых ядер ($Z \geq 108, N \approx 184$). Были выполнены экстраполяционные расчеты сечений образования изотопов $^{294}110$ и $^{293}114$ в реакциях $U(Xe, f)$, $U(U, f)$. Полученные значения сечений находятся на уровне $(10^{-29} \div 10^{-30})$ см².

1. Методом диэлектрических детекторов проведены эксперименты по поиску эффекта спонтанного деления в стеклах, содержащих свинец (свинцовые стекла, хрусталь XVII–XIX вв. и т.д.) или находившихся в течение длительного времени в контакте со свинцом (витражи, лейденские банки). На некоторых из исследовавшихся образцов (их было около 50) обнаружены следы осколков деления, которые, как показали



Рис. 29. В сентябре Объединенный институт посетил председатель Комитета атомной энергии США профессор Г. Сиборг. Он ознакомился с проводимыми в Дубне работами по синтезу трансурановых элементов. На снимке: Ю.Ц. Оганесян, Е.Д. Воробьев и Г. Сиборг в экспериментальном зале Лаборатории ядерных реакций.

контрольные опыты, не могут быть обусловлены спонтанным или вынужденным делением урана, содержащегося в стекле, или делением свинца и тория космическими лучами. Наблюдаемый эффект соответствует "кажущемуся периоду" полураспада свинца $(1 \pm 5) \cdot 10^{20}$ лет. Если предположить, что этот эффект вызван спонтанным делением тяжелого химического аналога свинца ($Z \approx 114$), содержащегося в образцах в виде примеси $\sim 10^{-12} \pm 10^{-13}$ г/г, то его период полураспада $\tau_{\text{сп}} \geq 10^8$ лет.

Аналогичные опыты со стеклами, содержащими висмут, ртуть, вольфрам, не привели к обнаружению избыточного числа следов осколков деления, т.е. найденные треки осколков деления могут быть обусловлены присутствием урана и делением ядер Bi , Hg и W космическими лучами.

Вторая серия экспериментов была посвящена поиску следов осколков спонтанного деления в минералах, извлекаемых из железомарганцевых конкреций — особых образований, залегающих на дне океана на глубине около 5000 метров. Железомарганцевые конкреции отличаются уникальной способностью сорбировать из морской воды редкие элементы.

В кусочках полевых шпатов, извлеченных из конкреций, были обнаружены следы осколков деления с плотностью $10^3 \pm 10^4$ треков/см². Этот эффект не может быть обусловлен спонтанным делением урана, содержащимся в минералах (концентрация $\approx (5 \pm 7) \cdot 10^{-7}$ г/г) или в веществе конкреций (концентрация $\approx (2 \pm 4) \cdot 10^{-6}$ г/г), если возраст конкреций не превосходит нескольких десятков миллионов лет. Возраст минералов из конкреций, рассчитанный с помощью ряда методов, не превосходит одного-двух миллионов лет. Поэтому была выдвинута гипотеза, что этот эффект также обусловлен спонтанным делением сверхтяжелого элемента, адсорбированного веществом конкреций из воды. Этот гипотетический элемент может быть как земного, так и космического происхождения.

2. Для поисков эффекта спонтанного деления сверхтяжелых элементов были изготовлены большие пропорциональные счетчики осколков деления. Исследуемый материал измельчался в шаровой мельнице до размеров зерен $0,5 \pm 1$ микрон и наносился на внутреннюю поверхность счетчиков. Измеренная по спонтанному делению ^{238}U эффективность регистрации осколков составляла $\approx 60\%$. Особое внимание обращалось на измерение фона от спонтанного деления урана, содержащегося в образцах в виде примеси, а также фона от деления примесей тория космическими лучами. Содержание примеси урана и тория в образцах колебалось в пределах $10^{-4} \pm 10^{-5}\%$ по весу. Было показано, что фон от деления тория космическими лучами примерно в 1000 раз меньше, чем фон от спонтанного деления урана, составляющий один акт спонтанного деления

за $4(10^5 \pm 10^6)$ г. часов измерений. Фон от тепловых и быстрых нейтронов в здании, где находилась установка, контролировался и был примерно в 25 раз меньше, чем фон от спонтанного деления урана.

Результаты опытов с двумя образцами свинцовых стекол приведены в таблице. Там же указаны аналогичные данные об измерениях с образцом сурика и обогащенным изотопом свинца-208, полученным электромагнитным разделением, что позволяет оценить верхний предел фона аппаратуры и деления свинца космическими лучами.

Абсолютная величина "кажущегося периода" спонтанного деления свинца для двух свинцовых стекол равна $(4,4 \pm 1,0) \cdot 10^{20}$ лет и совпадает в пределах ошибок с результатами исследования с помощью диэлектрических детекторов.

Естественным продолжением этих экспериментов является поиск эффекта спонтанного деления в различных свинцовых рудах. В

Таблица

Название образца	Время измерений (часы)	Количество зарегистрированных импульсов	Вес образца (Г)	Содержание некоторых элементов (%)			Кажущийся полупериод спонтанного деления свинца (годы)
				Pb	U	Th	
Стекло лабораторное защитное	2592	15	55	40	10^{-5}	10^{-3}	$5 \cdot 10^{20}$
Стекло свинцовое оптическое	984	6	45	30	$2 \cdot 10^{-5}$	$2 \cdot 10^{-5}$	$3 \cdot 10^{20}$
Сурик (Pb_2O_3)	864	1	54	90	-	-	} $4,2 \cdot 10^{21}$
Свинец-208 (PbS)	1344	2	41	87	-	-	

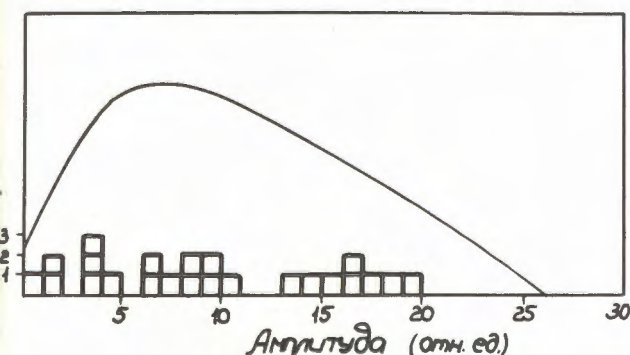


Рис. 30. Спектры импульсов, зарегистрированные с двумя образцами стекол (квадраты). Сплошная линия — калибровочный спектр осколков деления ^{235}U тепловыми нейтронами.

нита, было зарегистрировано 9 импульсов осколков спонтанного деления за $9 \cdot 10^4$ г. часов измерений. Фон от спонтанного деления урана и от деления свинца и тория космическими лучами в данном эксперименте был по крайней мере в 50 раз меньше эффекта.

Результаты, полученные в упомянутых работах по обнаружению спонтанного деления, являются существенным подтверждением справедливости гипотезы о существовании долгоживущих спонтанно делящихся сверхтяжелых ядер.

Синтез изотопов трансурановых элементов и исследование свойств их радиоактивного распада

1. Элемент 104. В 1964–1966 гг. в Лаборатории ядерных реакций ОИЯИ при облучении мишени из ^{242}Pu ускоренными ионами ^{22}Ne был синтезирован 104-ый элемент

этом направлении получены пока предварительные результаты. Поиски эффекта в природных галенитах дали отрицательный результат. Однако в двух образцах руды, содержащей $\approx 10\%$ гале-

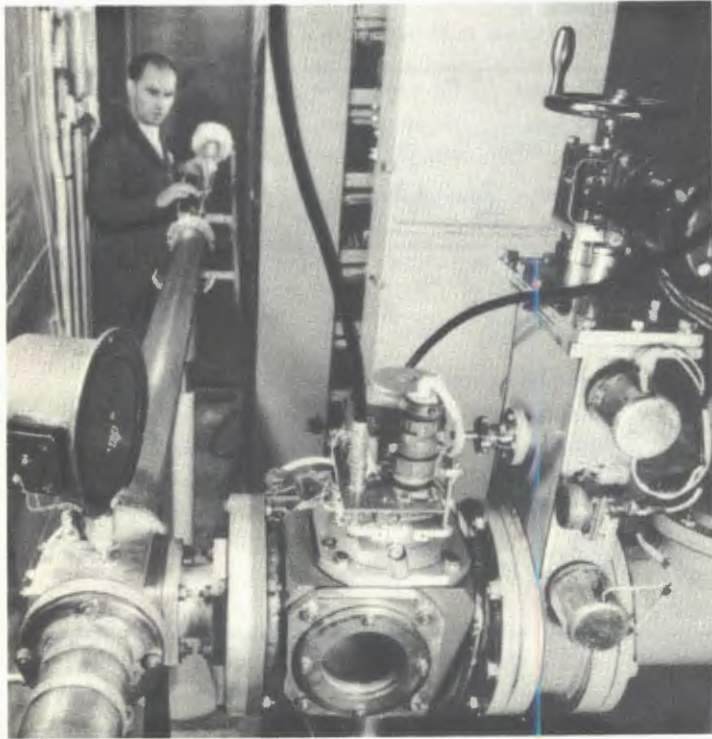
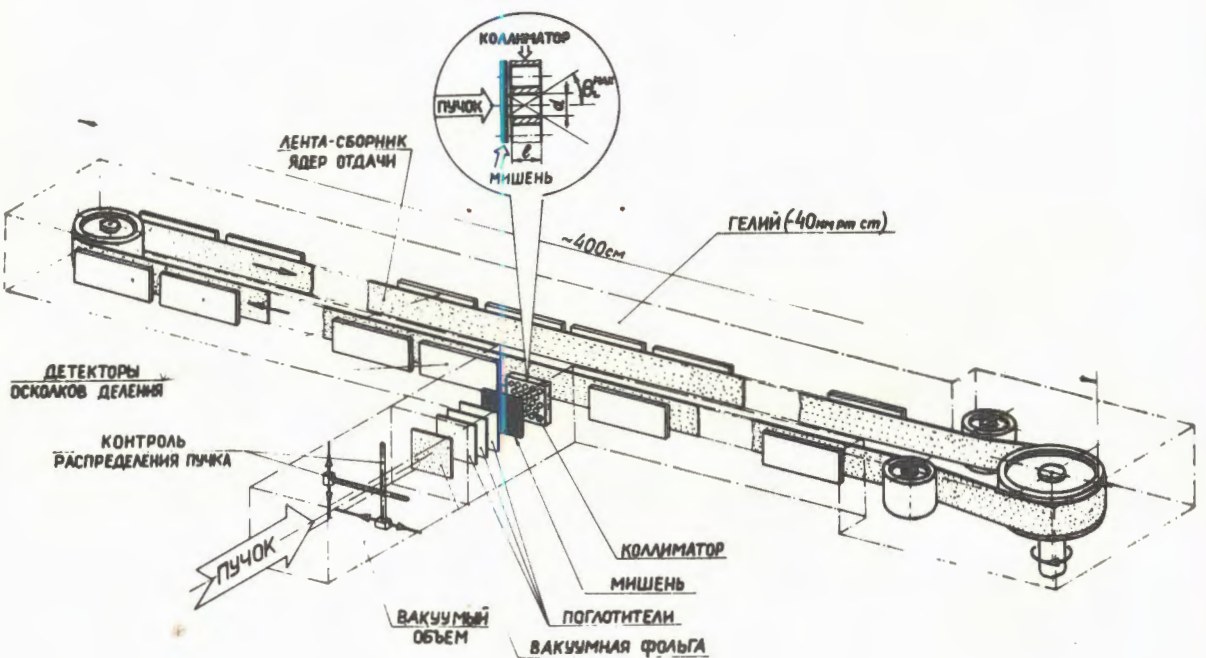


Рис. 31. Общий вид установки, используемой в изучении спонтанного деления трансурановых элементов. С помощью этой установки ведутся опыты по синтезу и исследованию свойств 104-го и 105-го элементов.

Рис. 32. Схема экспериментального устройства для регистрации короткоживущих спонтанно делящихся изотопов, образующихся в ядерных реакциях с ускоренными ионами.



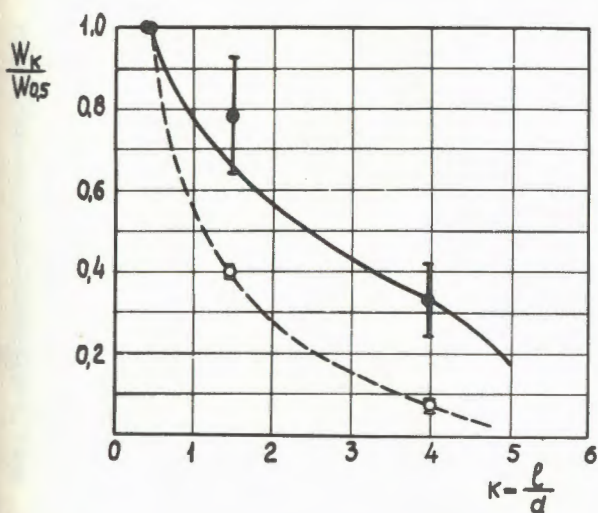


Рис. 33. Интегральные угловые распределения ^{242}Am (открытые кружки) и изотопа 104-го элемента (черные точки), полученные в реакции $^{242}\text{Pu} + ^{22}\text{Ne}$. Сплошная кривая - данные, полученные в модельных опытах.

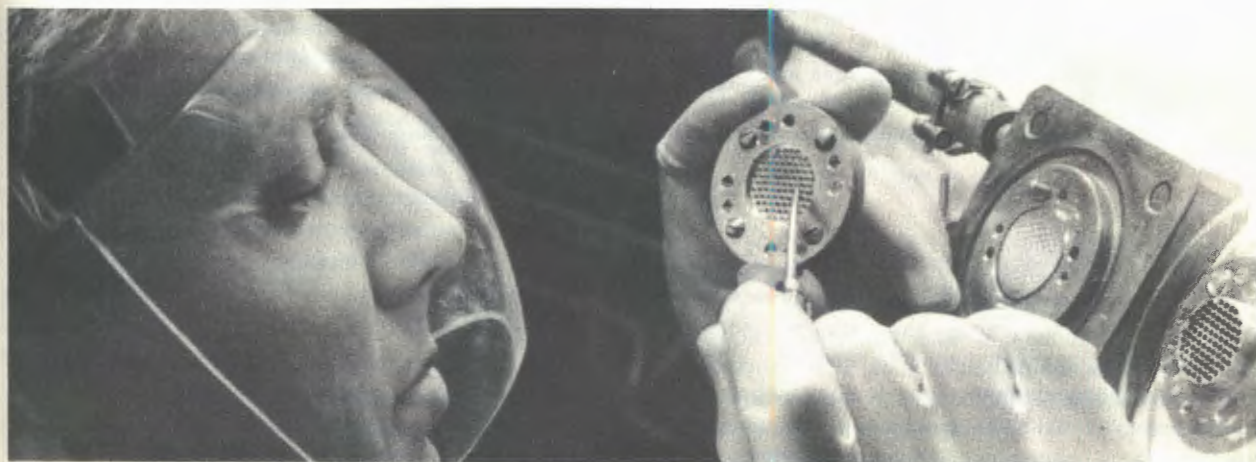
периодической системы - курчатовий. Новый элемент испытывает спонтанное деление с периодом полураспада $\tau_{sp} \approx (0,3 \pm 0,1)$ сек.

В начале 1969 года в Радиационной лаборатории им. Лоуренса (Беркли, США) проводились опыты по синтезу различных изотопов 104-го элемента, и согласно данным американских авторов изотоп, открытый в Дубне, должен обладать существенно другими свойствами. В связи с этим в июле-августе 1969 года в Лаборатории ядерных реакций были проведены дополнительные эксперименты по получению и изучению свойств 102-го и 104-го элементов на основе нового метода идентификации атомного номера изотопов, образующихся в реакциях с тяжелыми ионами.

Метод заключается в измерении зависимости выхода продуктов реакции от степени их коллимации и основан на сильном отличии угловых распределений ядер, образующихся в реакции полного слияния и в прямых процессах. Исследовалось спонтанное деление изотопов 102-го и 104-го элементов, образующихся при облучении ^{239}Pu и ^{242}Pu ионами ^{16}O , ^{18}O и ^{22}Ne .

Было показано, что угловые распределения продуктов реакций полного слияния в различных комбинациях мишень-частица мало отличаются друг от друга. На рис. 33 изоб-

Рис. 34. Подготовка плутониевой мишени к опытам по синтезу трансурановых элементов.



ражена сплошная кривая, полученная в модельных опытах по образованию составного ядра $^{213,214}\text{Ac}$, ^{248}Fm , $^{252}\text{102}$, $^{254}\text{102}$. Видно, что интегральные угловые распределения изотопа 104-го элемента хорошо согласуются с модельной кривой и резко отличаются от интегральных угловых распределений, полученных в реакциях неполного слияния. Таким образом, однозначно определяется атомный номер тяжелого элемента. Для 104-го элемента наблюдается спонтанное деление с периодом $\tau_{sd} \approx (0,1 \pm 0,05)$ сек. Сечение образования $\approx 5 \cdot 10^{-34}$ см² (рис. 35).

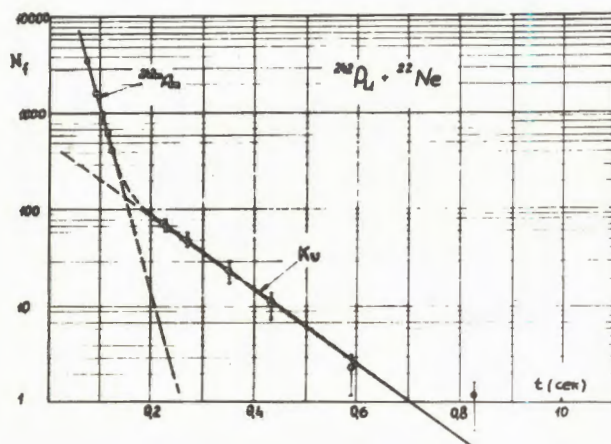


Рис. 35. Временное распределение осколков деления, наблюдаемых в реакции $^{242}\text{Pu}(^{22}\text{Ne}, \text{xn})$ при энергии ионов неона 113 Мэв. Короткоживущая активность идентифицирована как ^{242m}Am , более долгоживущая активность соответствует распаду курчатовия.

Параллельно с указанными экспериментами в лаборатории проведено изучение спектров α -излучения, возникающего при облучении свинца, ртути и висмута ионами ^{12}C . При этом установлено, что в полном спектре присутствует много α -линий, которые по энергии, а в некоторых случаях и по периоду

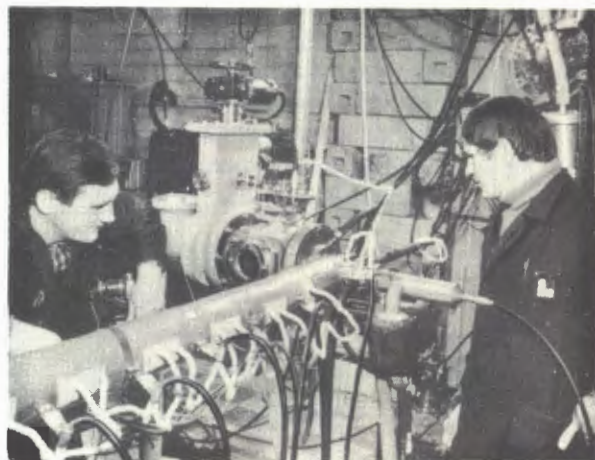


Рис. 36. Газохроматографическая установка для изучения химических свойств короткоживущих продуктов ядерных реакций. На различных участках колонки в течение длительных опытов поддерживаются заданные температурные режимы.

полураспада совпадают с идентифицированными в работе американских авторов (Беркли, США) как α -распад изотопов 102-, 103- и 104-го элементов. Был проведен анализ полученных в 1968 году методом газоадсорбционной хроматографии экспериментальных данных о химических свойствах хлорида курчатовия. Показано, что наряду с атомами короткоживущего изотопа, синтезированного в Дубне в 1964–1966 годах, регистрировалось также спонтанное деление атомов более долгоживущего изотопа этого элемента.

Изучение спонтанно делящихся изомеров

В результате работ, выполненных совместно с Институтом физических проблем АН СССР на микротроне этого института, были измерены функции возбуждения $^{241}\text{Am}(\gamma, n)$ ^{240m}Am

и $^{243}\text{Am}(\gamma, n)^{242\text{m}}\text{Am}$. Для регистрации осколков деления использовался искровой счетчик. Получены интегральные выходы обоих изомеров в зависимости от граничной энергии γ -квантов. На этой основе были определены пороги реакций, приводящих к изомерным состояниям, и вычислены энергии возбуждения изомерных уровней $3,25 \pm 0,25$ Мэв для ^{240}Am и $3,30 \pm 0,20$ Мэв для ^{242}Am .

На основании сравнения выходов осколков запаздывающего и вынужденного деления рассчитано изомерное отношение для ^{240}Am , которое оказалось равным $(5 \pm 1,2) \cdot 10^{-4}$, что близко к значениям, полученным в реакциях с заряженными частицами и нейтронами.

На циклотроне У-200 Лаборатории ядерных реакций изучались реакции радиационного захвата медленных нейтронов, приводящие к образованию спонтанно делящихся изомеров

$^{242\text{m}}\text{Am}$ и $^{244\text{m}}\text{Am}$. Пучок нейтронов был получен при облучении бериллиевой мишени дейтронами с энергией 20 Мэв. Интенсивность пучка была $\sim 10^{12}$ нейтр./сек, использование

фильтров из Cd и В позволило менять спектр нейтронов, падающих на мишень. Обнаружена корреляция процессов мгновенного деления и образования изомера: делится ^{241}Am тепловыми нейтронами, и образуется изомер $^{242\text{m}}\text{Am}$ при захвате нейтронов; в случае ^{243}Am не наблюдалось ни деления тепловыми нейтронами, ни образования изомера $^{244\text{m}}\text{Am}$.

Наблюдался также слабый рост отношения сечений образования изомера $^{242\text{m}}\text{Am}$ и мгновенного деления с ростом энергии нейтронов. Из измеренного отношения сечений образования изомера и деления можно получить сведения о делительной ширине уровней во вторичном минимуме, если принять гипотезу двугорбого барьера деления.

Синтез и изучение свойств нейтроноизбыточных изотопов легких ядер

В реакциях неполного слияния тяжелых ионов (обменные реакции) были синтезированы новые изотопы легких элементов с большим избытком нейтронов: ^{18}C , ^{20}N , ^{22}O , $^{23,24}\text{F}$, $^{25,26}\text{Ne}$. Мишень из металлического ^{232}Th облучалась ионами ^{11}B , ^{15}N , ^{16}O , ^{18}O , ^{22}Ne с энергией от 7,5 до 9,5 Мэв на нуклон. Для идентифи-

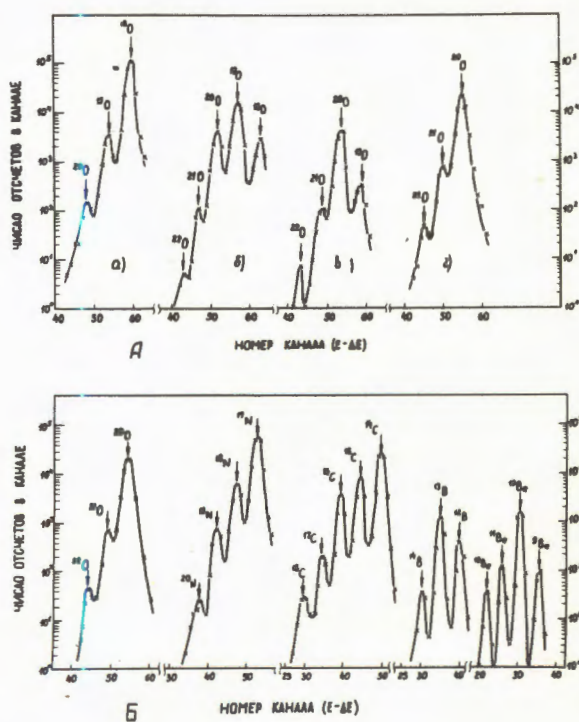


Рис. 37. А. Относительный выход изотопов кислорода в зависимости от магнитной жесткости при облучении ^{232}Th ионами ^{16}O (магнитная жесткость дана в кГм): а) 7,87; б) 8,03; в) 8,10; г) 8,17. Б. Выход изотопов кислорода, азота, углерода, бора и бериллия при облучении ^{232}Th ионами ^{16}O при магнитной жесткости 8,17 кГм.

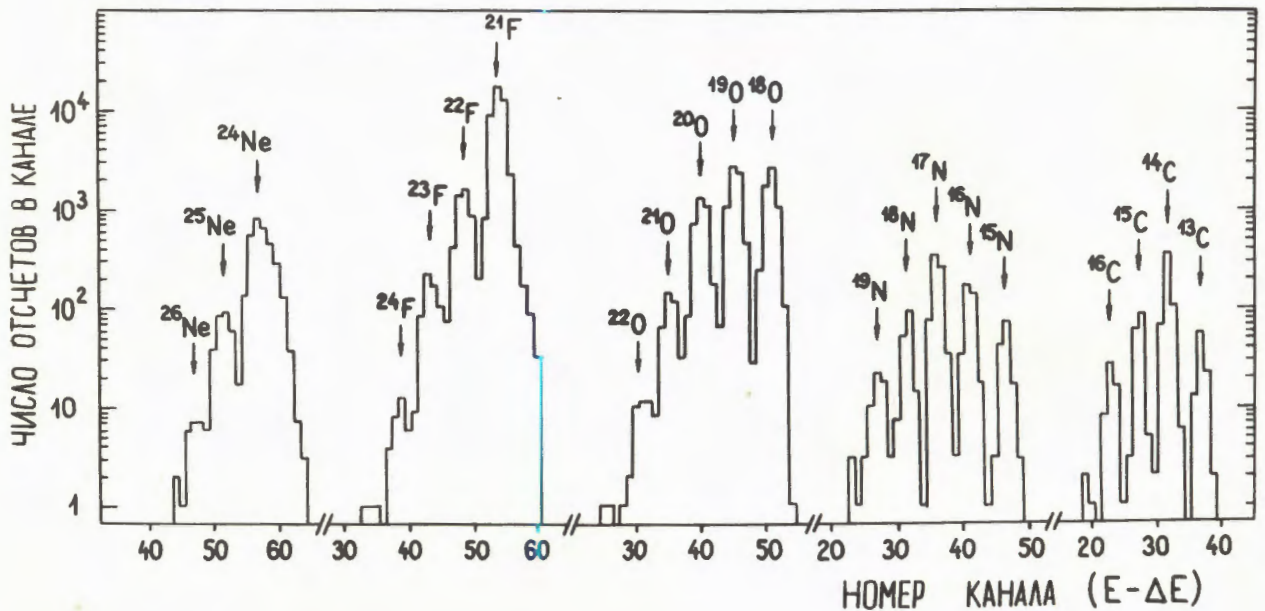


Рис. 38. Выход изотопов неона, фтора, кислорода, азота и углерода при облучении ^{232}Th ионами ^{22}Ne в одном из опытов.

кации продуктов обменных реакций использовался новый метод — комбинация магнитного анализа и методики $\frac{dE}{dx} \times E$. Благодаря этому, удалось исключить неоднозначность идентификации, связанную с наличием нескольких зарядовых состояний частиц. При облучении ^{232}Th ионами ^{18}O получены изотопы ^{22}O , ^{20}N , ^{18}C в реакциях подхвата четырех нейтронов ($^{18}\text{O} \rightarrow ^{22}\text{O}$) и обменного типа ($^{18}\text{O} \rightarrow ^{20}\text{N}$) и ($^{18}\text{O} \rightarrow ^{18}\text{C}$). При облучении ^{232}Th ионами ^{22}Ne синтезированы новые изотопы $^{23,24}\text{F}$ и $^{25,26}\text{Ne}$. В экспериментах с ^{11}B зарегистрировано около 5000 ядер ^8He , однако ^{10}He обнаружен не был. Синтезированы также изотопы ^{11}Li , ^{12}Be , ^{13}B , которые по современным представлениям лежат на границе ядерной стабильности по отношению к испусканию нейтрона.

В целом полученные результаты свидетельствуют о высокой эффективности реакций неполного слияния для синтеза нейтроноизбыточных изотопов легких элементов и изучения их свойств. Так, выход уже известных изотопов ^{21}O , ^{19}N , ^{17}C и т.д. оказался в сотни раз больше, чем в экспериментах с высокоэнергичными протонами, которые проводились в США на бэватроне.

Изучение механизма взаимодействия тяжелых ионов с ядрами

1. Велось изучение массовых и зарядовых распределений осколков деления ядер тяжелыми ионами. Была проанализирована применимость различных моделей деления ядер для описания распределения по массе и заряду оскол-

ков, образующихся при делении высоковозбужденных ядер с $37 < Z^2/A < 44$. Установлено, что без учета влияния конечной стадии процесса деления ядер на дисперсии распределения осколков по массе и заряду не удается получить удовлетворительного согласия между экспериментальными и теоретическими резуль-

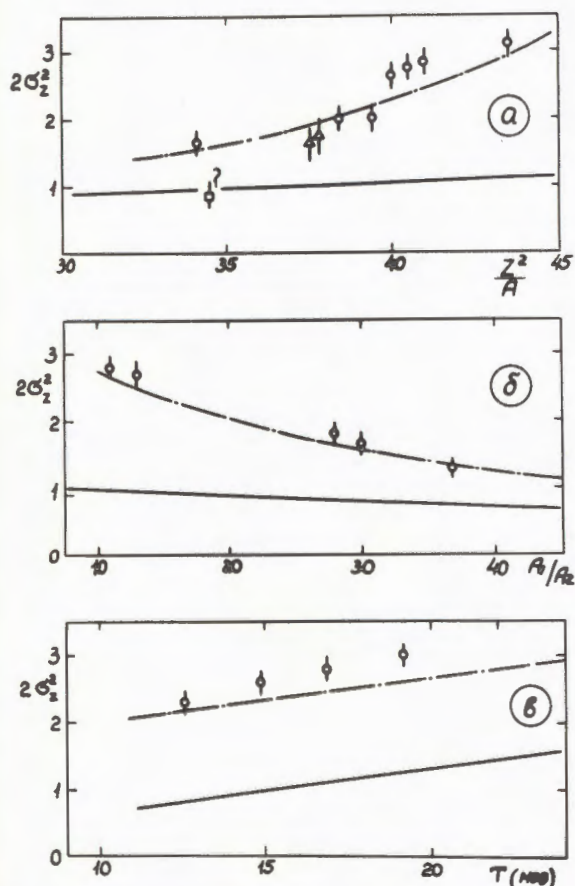


Рис. 39. Зависимость дисперсии зарядового распределения осколков от параметра делимости Z^2/A (а), асимметрии разделения масс осколков A_1/A_2 (б) и температуры ядра (в). Сплошные линии - результаты расчета температурной флуктуации заряда осколков в точке разрыва. Штрих-пунктирные линии - учет дополнительной флуктуации заряда, связанной с конечными размерами шейки в момент разрыва.

татами. Проведена оценка добавочных дисперсий распределения осколков деления по массе и заряду $[\sigma_A^P]^2$ и $[\sigma_Z^P]^2$ (возникающих из-за конечных размеров шейки, соединяющей осколки деления в момент разрыва ядра), учет которых позволяет согласовать экспериментальные и теоретические результаты.

Показано, что деление возбужденных ядер является хорошим методом для получения изотопов различных элементов, лежащих далеко от полосы стабильности.

2. Выполнено измерение числа и угловых распределений нейтронов, возникающих при делении ядер ускоренными тяжелыми ионами. Полученные экспериментальные данные подтверждают предварительные результаты измерения числа нейтронов, известные из опытов по изучению массовых и зарядовых распределений. Угловые распределения нейтронов обработаны с целью получения сведений о механизме испускания нейтронов в процессе деления.

3. Проведено изучение много-нуклонных передач под действием тяжелых ионов в средней области масс ядер. Исследовалось образование изотопов сурьмы, иода, цезия, бария, церия, получающихся из ядер мишени ^{133}Cs , ^{127}I , ^{139}La , ^{141}Pr в результате срыва, обмена или подхвата различного числа нуклонов этими ядрами. Изучались энергетические зависимости выходов продуктов реакций в широком диапазоне энергий ($0 \leq \frac{E_{\text{иона}} - E_{\text{бар.}}}{A_{\text{иона}}} \leq 5,5$ Мэв/нуклон). Полученные данные обсуждаются с точки зрения возможности реакций много-нуклонных передач для синтеза изотопов, лежащих вдали от области стабильности.

4. Определены энергетические спектры продуктов реакций подхвата ($^{16}\text{O}, \text{F}$), ($^{16}\text{O}, \text{Ne}$), ($^{16}\text{O}, \text{Na}$) на ядрах ^{27}Al , ^{51}V , ^{93}Nb . Применение очень тонкого полупроводникового детектора позволило измерить низкоэнергетическую часть спектров, в которых можно выделить сравни-

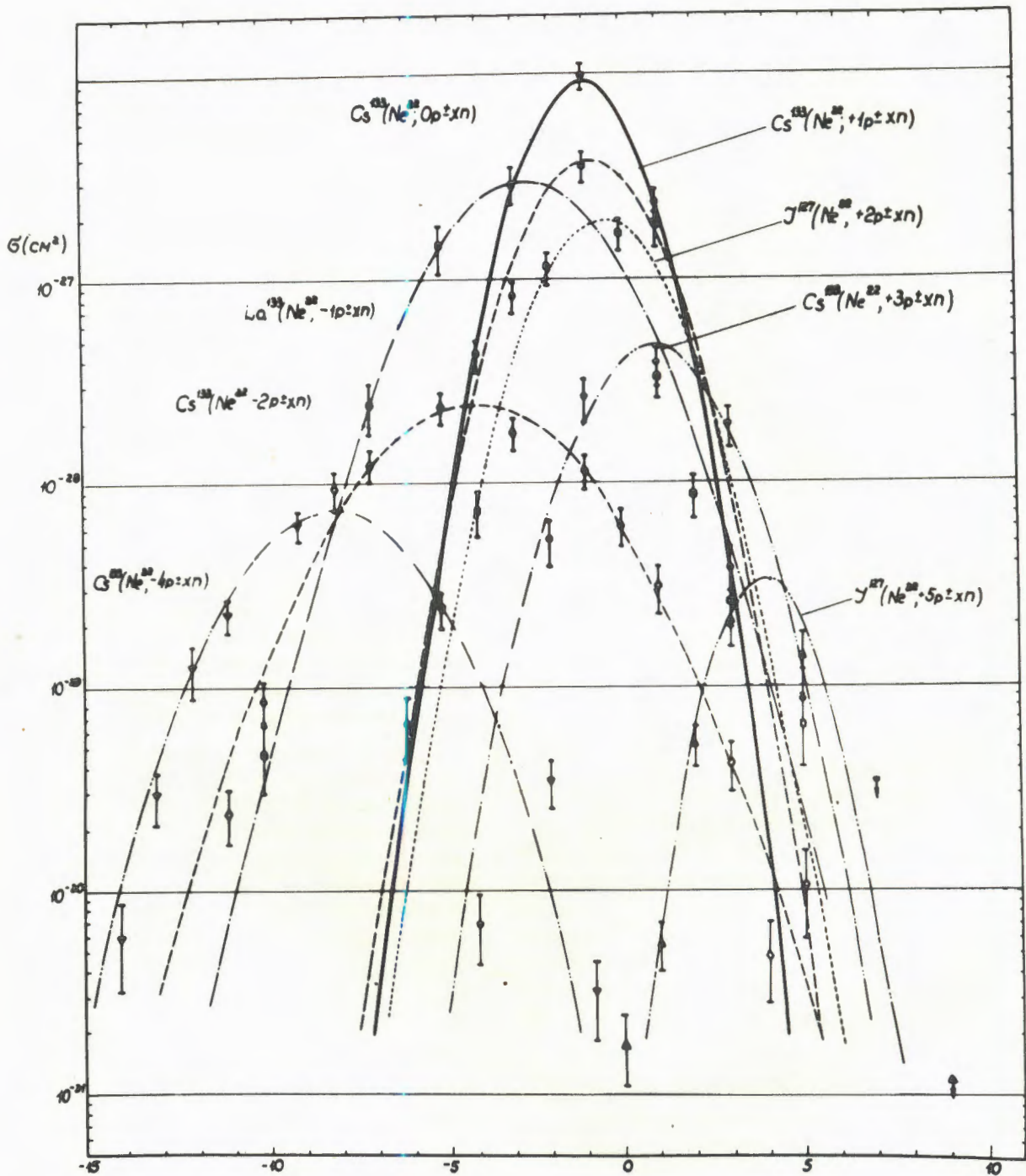


Рис. 40. Изотопные распределения, полученные в реакциях многонуклонных передач .

(типы реакций указаны на кривых) при облучении ^{127}I , ^{133}Cs и ^{139}La ионами ^{20}Ne с энергией 170 Мэв. Кривые, проведенные через экспериментальные точки, представляют распределение Гаусса: $W(A_p - A_n) = \frac{1}{(2\pi\sigma_x^2)^{1/2}} \exp\left[-\frac{(A_p - A_n)^2}{2\sigma_x^2}\right]$, где

A_p - наиболее вероятная масса изотопа для данного типа реакций, A_n - масса изотопа, получаемая в реакции, σ_x^2 - параметр ширины изотопного распределения.

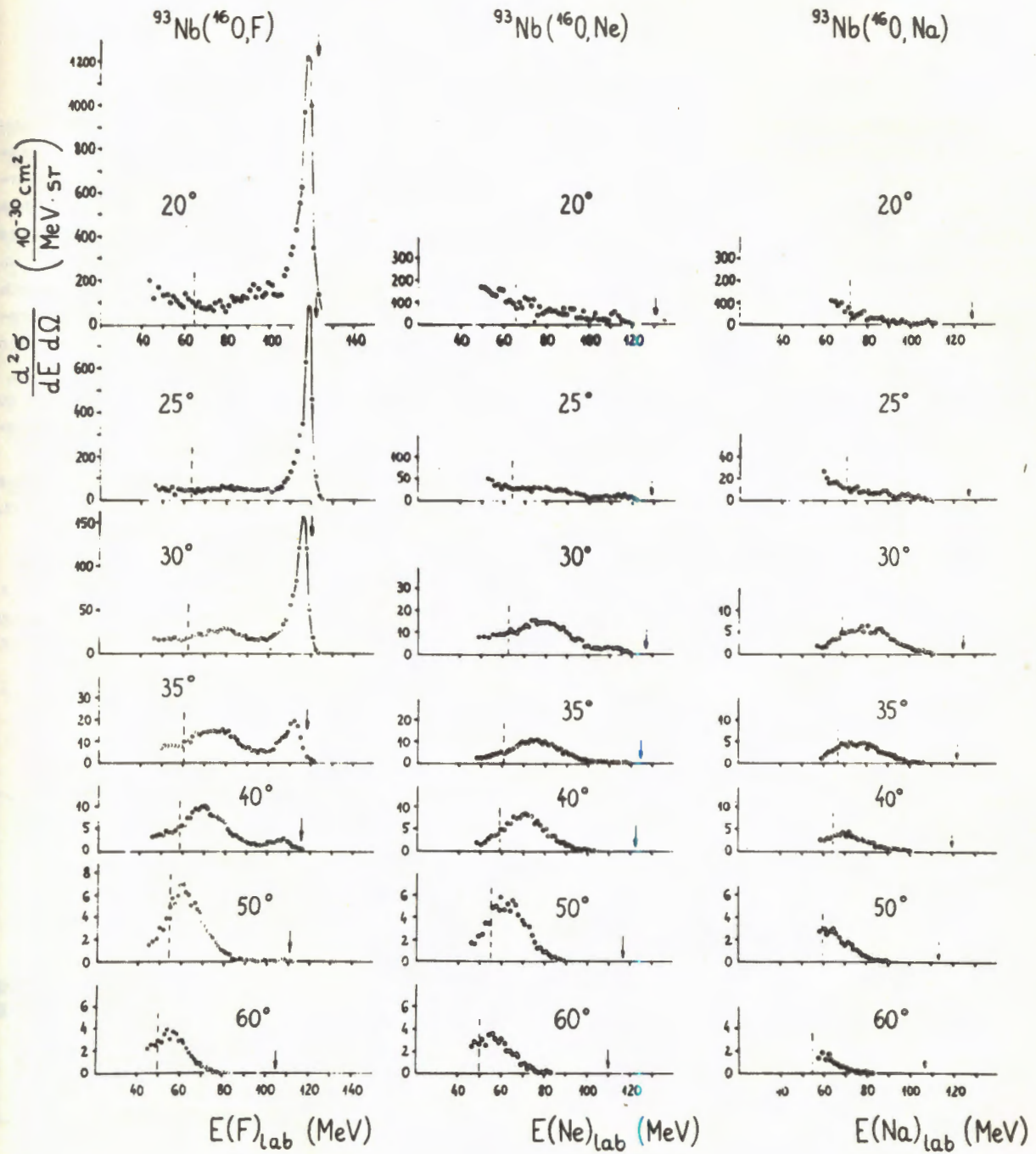


Рис. 41. Энергетический спектр F , Ne и Na при облучении ^{93}Nb ионами ^{16}O с энергией 131 МэВ. Стрелки указывают энергию, при которой конечные продукты реакции оказываются в основных состояниях. Пунктиром дан кулоновский барьер для конечных продуктов реакции.

тельно узкие пики, соответствующие квазиупругому взаимодействию, и широкие максимумы, соответствующие значительной потере энергии. Предполагается, что эта часть спектров обусловлена промежуточным механизмом взаимодействия тяжелых ионов с ядрами, занимающим среднее положение между квазиупругими процессами и образованием составных ядер.

5. Исследовалась возможность использования различия в угловых распределениях продуктов ядерных реакций для определения типа реакции. Угловое распределение ядер отдачи в реакциях полного слияния имеет резко выраженный максимум под углами $4-8^\circ$ по отношению к направлению пучка, в то время как в реакциях неполного слияния ядра отдачи имеют один или несколько максимумов под существенно большими углами по отношению к пучку. На основании проделанных исследований можно сделать следующие выводы:

а) Для идентификации продуктов ядерных реакций вместо изучения функций возбуждения достаточно измерить выход при двух различных коллиматорах, чтобы получить указание о механизме реакции, приводящей к данному изотопу.

б) В тех случаях, когда изучению свойств изотопов, образующихся через составные ядра, мешают продукты реакций неполного слияния, можно существенно подавить последние при небольшой потере эффекта.

Работы

по ядерной спектроскопии

в реакциях с тяжелыми ионами

1. Исследование структуры ядер с $Z > 50$ и $N < 82$ представляет значительный интерес, так как по существующим теоретическим предсказаниям эти ядра легко дефор-

мируются и могут характеризоваться наличием отрицательной деформации в основном и низковозбужденных состояниях. В связи с короткими временами жизни таких ядер изучать их необходимо на установках, находящихся непосредственно на пучках ускоренных частиц. В данном случае эксперименты проводились с помощью β -спектрометра и Ge(Li)-детектора, установленных на пучке У-300. Это позволяло:

а) Идентифицировать продукты реакций по функциям возбуждения и электронам внутренней конверсии с К- и L-оболочек.

б) Получить спектроскопические данные об энергии переходов и их мультипольностях.

в) Изучать $e-\gamma$ совпадения.

Был исследован распад основных состояний синтезированных новых изотопов $^{120,122,124}\text{Cs}$. Определены времена полураспада этих ядер (β^+ распад): $T_{1/2} = 70$ сек, 23 и 34 сек соответственно, а также спины состояний, из которых происходит распад: для ^{122}Cs $I^\pi = (1,2,3)^+$.

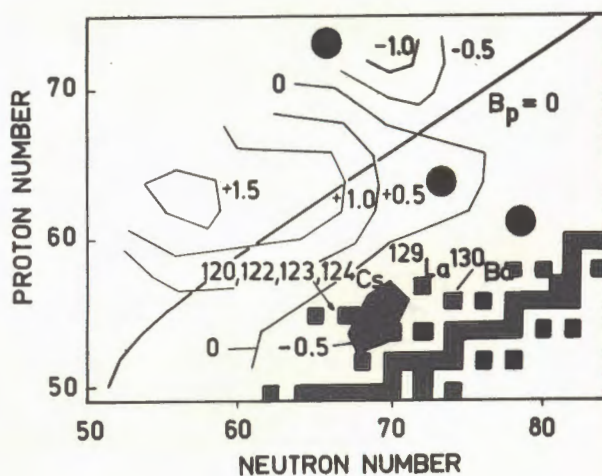


Рис. 42. Участок карты изотопов с N и $Z > 50$. Приведены новые нейтронодефицитные изотопы Cs, La, Ba, которые были синтезированы и изучены в ОИЯИ.

для ^{124}Cs $I^\pi = 1^+$. Для ядра ^{122}Cs найдено изомерное состояние с $T_{1/2} = 3,5$ мин. В ядре ^{123}Cs обнаружено новое изомерное состояние с $T_{1/2} = 1,60 \pm 0,15$ сек, которое распадается с испусканием двух γ -квантов с энергией 63 и 95 кэВ.

Полученные результаты находятся в качественном согласии с теоретическими расчетами сотрудников Лаборатории теоретической физики ОИЯИ и подтверждают возможность существования отрицательных деформаций у этих ядер. Были исследованы ядра ^{129}La , ^{180}Ba и ^{143}Sm , где обнаружен ряд новых переходов и изомеров. Для ядер ^{136}Ce и ^{137}Nd

построены схемы уровней и найден новый изомер ($E-3$ -переход в ^{137}Nd).

2. В области тяжелых ядер с $Z \geq 82$ найдены новые изомеры ^{203}At и ^{203}Po с периодом полураспада $T_{1/2} \approx 108$ мсек и 1,2 мин соответственно. Построены схемы распада для ядер $^{202,203,204,205,206}\text{At}$. Полученные данные указывают на существование "полос" двухчастичных уровней в четных изотопах Po . Результаты изучения α -спектров, электронов конверсии и γ - γ совпадений позволили построить полную схему уровней ^{204}Po . Предложена схема уровней ^{204}Bi .

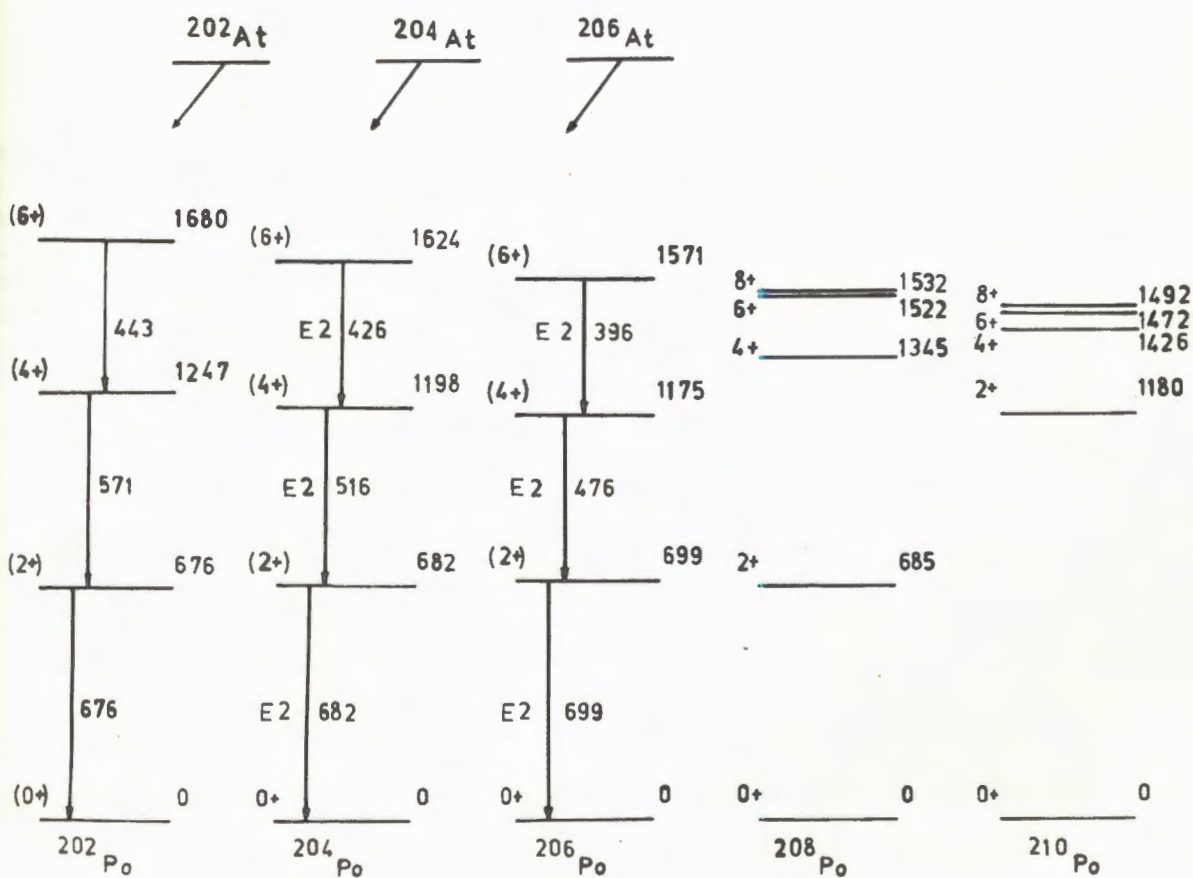


Рис. 43. Схемы уровней четных изотопов полония.

3. Изучались схемы распада и измерялись угловые корреляции (измерение g -факторов). На основании данных о γ -корреляциях, измеренных на установках с $\text{Ge(Li)}-\text{NaJ(Tl)}$ и $\text{Ge(Li)}-\text{Ge(Li)}$ детекторами, построена схема распада ^{182}Os , ^{82}Rb , ^{81}Sr (идентифицировано ≈ 70 γ -переходов), ^{185}Os (идентифицировано 46 ранее не наблюдавшихся γ -переходов). Методом задержанных γ -совпадений для ряда уровней измерены времена жизни. Для ряда состояний определены спины.

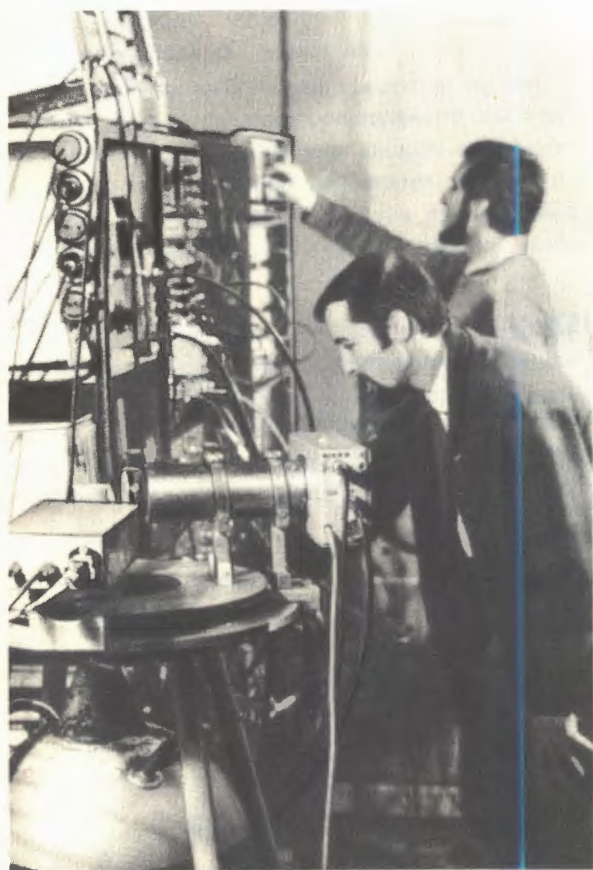


Рис. 44. Автоматизированная установка с Ge(Li) -детектором для измерения угловых корреляций гамма-каскадов. На снимке: Е. Киселевски и Р. Брода.

Осмий - 182. Уровни: 55,5 ($T_{1/2} \leq 0,22$ нсек); 235,7 ($T_{1/2} = 570 \pm 40$ нсек); 263,2 ($T_{1/2} = 5,27 \pm 0,16$ нсек); 268,5; 378,2 ($T_{1/2} \leq 0,5$ нсек); 438,1; 486; 509,9 ($T_{1/2} \leq 0,5$ нсек); 554,2; 726,8 кэВ.

Рубидий - 82. Уровни: 776,6; 1475,1; 1487,4; 2172,4 ($I^\pi = 0^+$); 2481,0; 2945,0; 3188,0 кэВ.

Стронций - 81. Уровни: 153,4; 188,3; 206,4; 301,2; 443,5; 574,6; 812,0; 820,0;

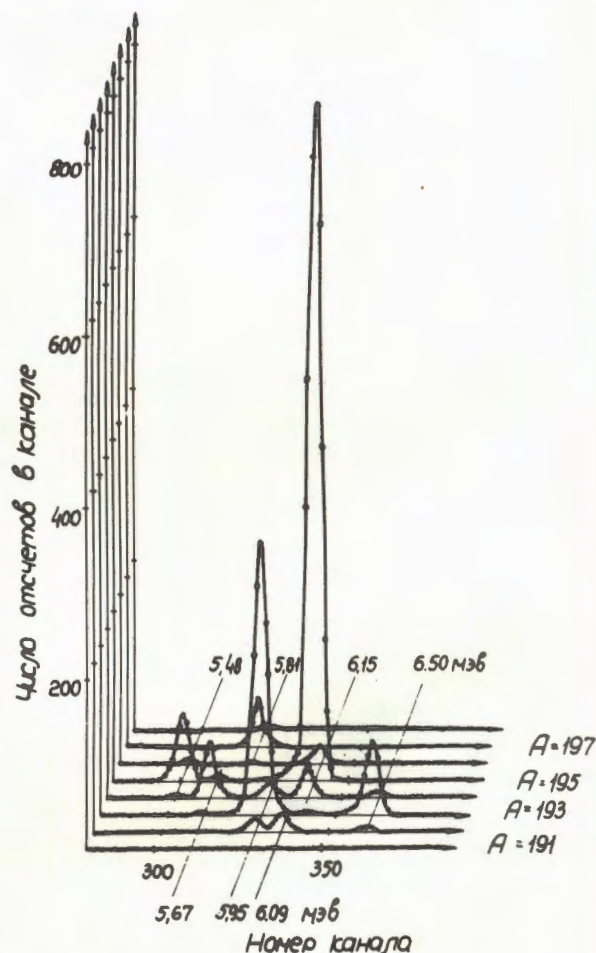


Рис. 45. Энергетические спектры α -частиц - продуктов ядерных реакций $^{181}\text{Ta} + ^{22}\text{Ne}$ с массовыми числами $A = 191-198$.

851,0; 865,5; 909,3; 1129; 1343,5; 1382; 1511; 1553 кэв.

Теллур-176 . Время жизни для уровня 1247,5 кэв равно: $T_{1/2} = 4,43 \pm 0,11$ нсек.

Рений-181. Время жизни для состояния 356,7 кэв равно $T_{1/2} = 78 \pm 2$ нсек.

Определены спины возбужденных состояний ядра ^{83}Rb .

4. α -активные изотопы висмута с массовыми числами $A = 192-197$ идентифицировались и исследовались с помощью электромагнитного масс-сепаратора на линии с ускорителем У-300 (ЭМСНАПТИ). Определены периоды полураспада.

Химические исследования

Предложен новый метод газохроматографического разделения редкоземельных элементов с использованием в качестве компоненты газа носителя паров хлористого алюминия. Показано, что образующиеся комплексные соединения хлоридов редкоземельных элементов и хлористого алюминия устойчивы в достаточно широкой области температур. Времена удержи-

вания уменьшаются с увеличением Z элемента. Разделены смеси $\text{Lu}-\text{Yb}-\text{Tm}$, $\text{Tb}-\text{Ce}$ (рис. 46). Температура хроматографирования $\approx 200^\circ\text{C}$. Коэффициенты разделения в области тяжелых элементов существенно превосходят коэффициенты разделения в ионообменной хроматографии и газовой хроматографии хелатов. Для быстрого выделения редкоземельных и транслютрониевых элементов из урановых мишеней был разработан новый метод.

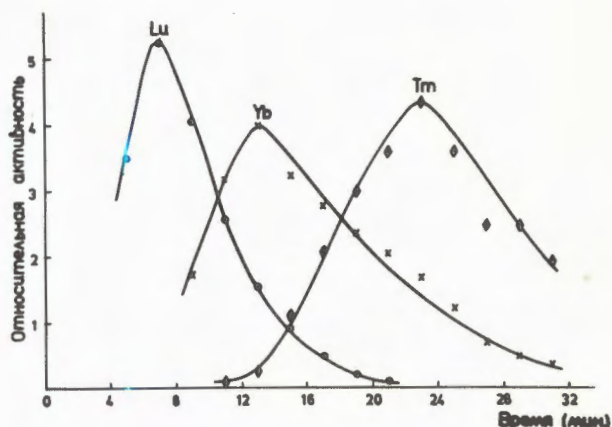


Рис. 46. Разделение смеси Lu , Yb и Tm в газовой хроматографической колонке при температуре 168°C .

Лаборатория нейтронной физики

В 1969 году главные усилия ЛНФ были направлены на развитие основной экспериментальной базы лаборатории: создание нового реактора ИБР-30, замену инжектора-микротрона новым инжектором - линейным ускорителем электронов, усовершенствование ускорителя ЭГ-5, развитие измерительного центра лаборатории, непосредственно связанного с вычислительной машиной БЭСМ-4.

Физические группы, ставившие ранее эксперименты на пучках реактора ИБР-1, были заняты обработкой результатов измерений и подготовкой новой аппаратуры. Часть физиков лаборатории проводила исследования на тепловых реакторах в институтах Советского Союза. Продолжались измерения на электростатическом генераторе ЭГ-5.

Изучение свойств нейтрона и структуры ядра методами

нейтронной спектроскопии

1. Ультрахолодные нейтроны. Эксперименты с ультрахолодными нейтронами (с энергией порядка 10^{-7} электронвольта), впервые полученными в 1968 году на реакторе ИБР, были продолжены на стационарном реакторе. При использовании алюминиевого радиатора получен поток нейтронов интенсивностью ≈ 1 нейтр/сек, что позволило начать исследования генерации и транспортировки ультрахолодных нейтронов. Были проведены прямые эксперименты по накоплению и хранению нейтронов в замкнутой полости, перекрываемой с помощью заслонки. Время удержания нейтронов в объеме около 100 л составило 40 секунд (см. рис. 47). Это дало возможность начать планирование эксперимента по существенному уточнению оценки величины электрического дипольного момента нейтрона.



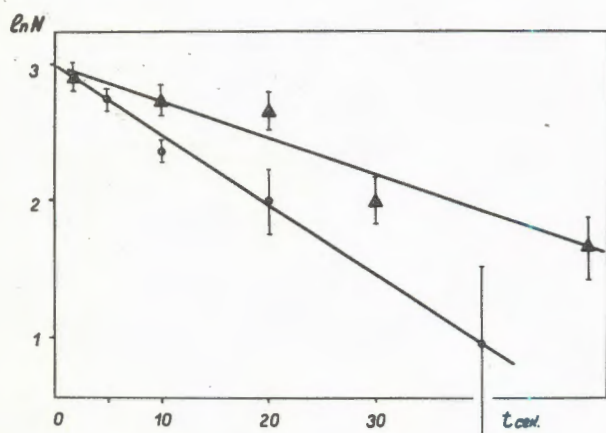


Рис. 47. Результаты эксперимента по накоплению и хранению ультрахолодных нейтронов в замкнутой полости. По оси абсцисс отложено время в секундах, отсчитываемое с момента перекрытия пучка ультрахолодных нейтронов заглушкой, по оси ординат - отсчеты детектора. Вверху - данные эксперимента для полости из меди, внизу - для полости из нержавеющей стали.

2. ne -взаимодействие. Продолжалось исследование ne -взаимодействия с помощью новой методики - измерения дифракции нейтронов на монокристалле вольфрама W-186. Благодаря малости ядерного рассеяния нейтронов на W-186, взаимодействие нейтрон-электрон проявляется весьма отчетливо. Если общим недостатком прежних методов являлась малая величина эффекта ($\approx 0,5\%$ в методе Ферми), то при использовании нового метода ожидаемая величина эффекта $\approx 15\%$.

Предварительная оценка амплитуды a_{ne} на основании измерений, проведенных на стационарном реакторе, дала результат, отличающийся в 1,5 раза от полученных ранее другими методами. При этом статистическая точность измерений a_{ne} была лучше 5%. На новом реакторе ИБР-30 ведутся дополнительные эксперименты для выяснения причин расхождения.

3. Делящиеся ядра. Для $Pu-239$ закончена обработка результатов важных для ядерной энергетики измерений величины a - отношения эффективного сечения радиационного захвата к сечению деления. Точность полученных в энергетической области до 30 кэВ средних (по интервалам 1 кэВ) значений a равна 15% (рис. 48). Дальнейшее повышение точности требует изменения методики эксперимента.

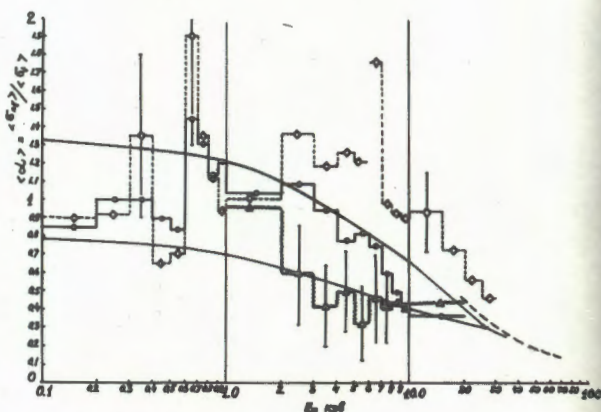


Рис. 48. Результаты измерений величины a для ^{239}Pu . — — — — — данная работа, Δ — — — — — прежняя работа авторов (1968 год), \diamond — английские данные, - - - - - данные, полученные на электростатических ускорителях. Гладкие кривые характеризуют неопределенность теоретической экстраполяции для a .

Проведено исследование вариаций средней суммарной кинетической энергии осколков при делении U-235 нейтронами с энергией 0,3-2 МэВ, получавшимися на электростатическом ускорителе ЭГ-5. Измерялся относительный выход осколков из двух мишеней разной толщины, помещенных в ионизационную камеру. Найдено, что изменение \bar{E}_k не превышает 0,8 МэВ.

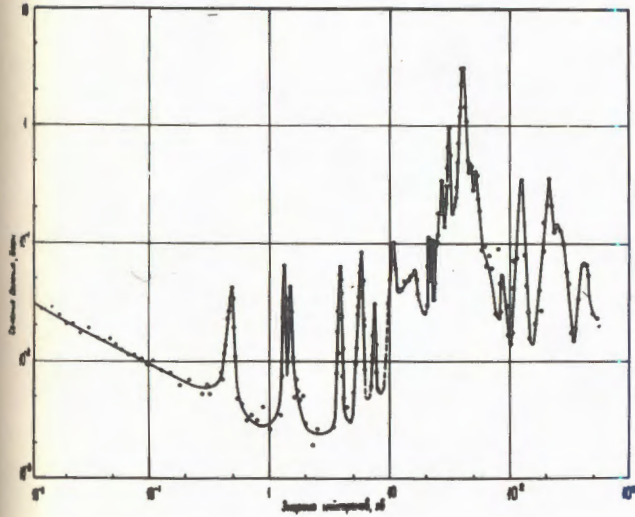
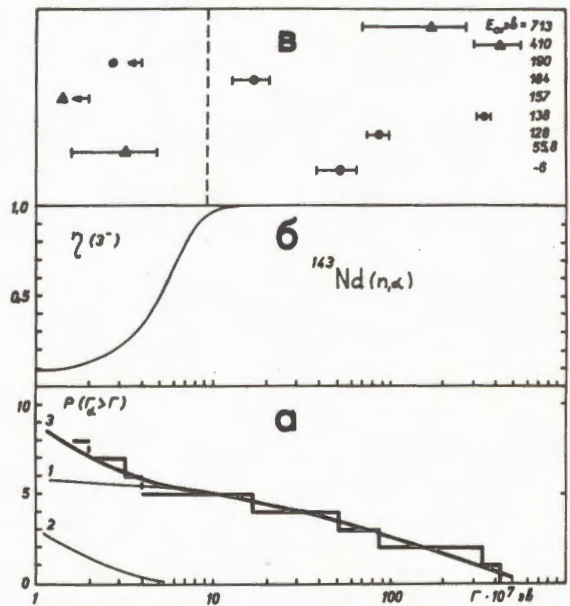


Рис. 49. Зависимость сечения деления ^{237}Np от энергии нейтронов.

Обработаны результаты проведенных на ИБРе в 1968 году измерений сечения деления нептуния-237 с помощью сцинтилляционного детектора с люминофором на основе ZnS . Зависимость сечения деления от энергии нейтронов показана на рис. 49. Подтверждены данные о промежуточной структуре подбарьерного деления, обнаруженной ранее в Сакле. Однако величины делительных ширин, найденные для низковольтных резонансов, оказались в 1,5-2 раза меньше сообщенных французской группой.

4. Альфа-распад резонансных состояний ядер. Совокупность данных по альфа-ширинам нейтронных резонансов исследованных в ЛНФ ядер показала, что значение силовой функции для α -частиц S_α заметно ниже значения, предсказываемого статистической моделью. В связи с этим проведены расчеты S_α с оптическим потенциалом для α -частиц, в результате которых получены величины, также оказавшиеся выше экспериментальных. Эти расчеты чувствительны к выбору неизвестной пока мнимой части оптического потенциала сложных частиц. При

Рис. 50. Определение спинов нейтронных резонансов из данных по полным α -ширинам. **а.** Экспериментальное (гистограмма) и теоретические интегральные распределения Γ_α : 1) и 2) - теоретические распределения для резонансов со спинами 3^- и 4^- соответственно, 3) - суммарное распределение. **б.** Вероятность приписать спину 3^- резонансу с данной Γ_α -шириной. **в.** Экспериментальные α -ширины резонансов ^{143}Nd , черные точки - значение спина 3^- , известное из других работ.



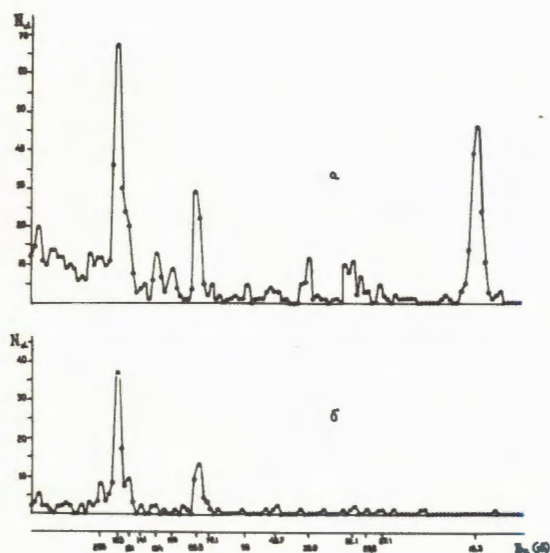


Рис. 51. Экспериментальный счет α -частиц в зависимости от энергии нейтронов в реакции $^{147}\text{Sm}(n,\alpha)$: а - с амплитудным окном для всех α -переходов, б - с регистрацией только α -переходов в основное состояние, разрешенных для резонансов с $j=3^-$ и запрещенных при $j=4^-$.

$W = 5$ Мэв проявляется резонансная структура силовой функции в зависимости от A , при $W = 20$ Мэв ее уже нет.

Анализ экспериментальных значений Γ_α для ^{147}Sm , ^{149}Sm , ^{143}Nd и сравнение их с теоретически ожидаемыми распределениями для двух возможных значений спина резонанса (рис. 50) позволил установить значения спина $J=3$ для резонансов 3,4; 49,7; 83,5; 100; 183 эв в ^{147}Sm , резонансов 30,9; 40,2; 41,4 эв в ^{149}Sm и резонансов - 6 эв, 128, 138, 184, 410, 713 эв в ^{143}Nd . Кроме того, из анализа измеренных ранее спектров α -частиц в мишени ^{147}Sm (рис. 51) вытекает, что спин $J=3$ имеют резонансы 3,4; 83,5; 161; 183; 235 эв.

5. Нейтронная спектроскопия неделящихся ядер. Угловые распределения рассеянных нейтронов, обычно исследуемые при энергии нейтронов $E > 100$ кэв, измерены в диапазоне 1-40 кэв для 10 элементов. При таких энергиях экспериментальные данные можно описать одним параметром ω/E (ω - коэффициент при первом полиноме в разложении эффективного сечения по полиномам Лежандра). Для ω/E в зависимости от массового числа ядер A получено систематическое поведение с гигантской структурой (см. рис. 52), ожидаемой согласно расчетам по оптической модели с параметрами, используемыми при описании других экспериментов с нейтронами. Обнаружен аномальный эффект на "магическом" ядре La (найден отрицательное значение ω , см. рис. 53), предложено два возможных объяснения такого эффекта: оптический потенциал с уменьшенной ($W \approx 0,2$ Мэв) мнимой частью либо образование входного состояния.

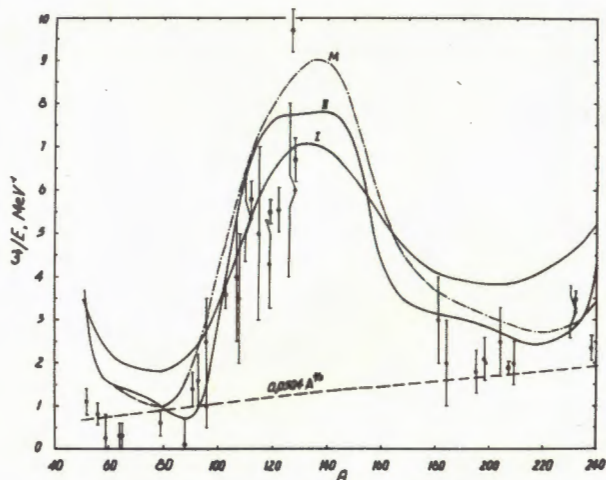


Рис. 52. Величина ω/E , получаемая из угловых распределений рассеяния нейтронов, как функция массы ядра. Кривыми представлены результаты расчетов по оптической модели ядра для различных вариантов потенциала.

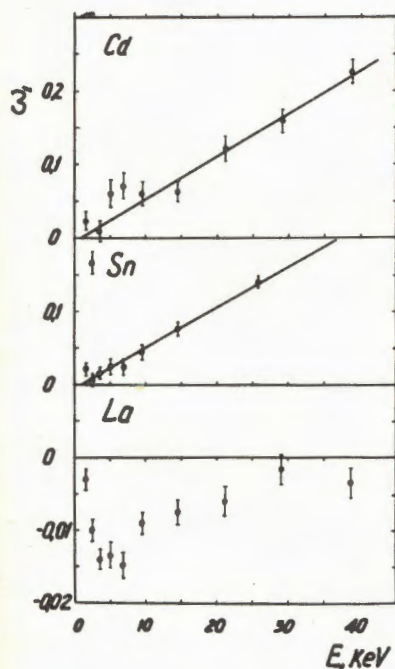


Рис. 53. Экспериментальные значения величины асимметрии рассеяния ω . Результаты для лантана являются исключением.

Обработаны результаты измерений радиационного захвата и пропускания нейтронов для изотопов рубидия. Получены параметры нейтронных резонансов в интервале значений до 20 кэв и на их основании — усредненные характеристики. Для Rb-85: $S^0 = 1,1^{+0,5}_{-0,3}$,

$\Gamma_\gamma = 225 \pm 35$ Мэв, $D_{\text{наб.}} = 180 \pm 30$; для Rb-87 (ядро с магическим числом нейтронов): $S^0 = 1,8^{+1,4}_{-0,5}$, $\bar{\Gamma}_\gamma = 140 \pm 25$ Мэв, $D_{\text{наб.}} = 1600 \pm 420$.

Предложен новый метод анализа зависимости нейтронной силовой функции S^0 от спина резонансов, основанный на одновременном рассмотрении данных для многих ядер. Показано, что имеющиеся у ряда ядер различия, ранее служившие основанием для заключения о спиновой зависимости S^0 , не вы-

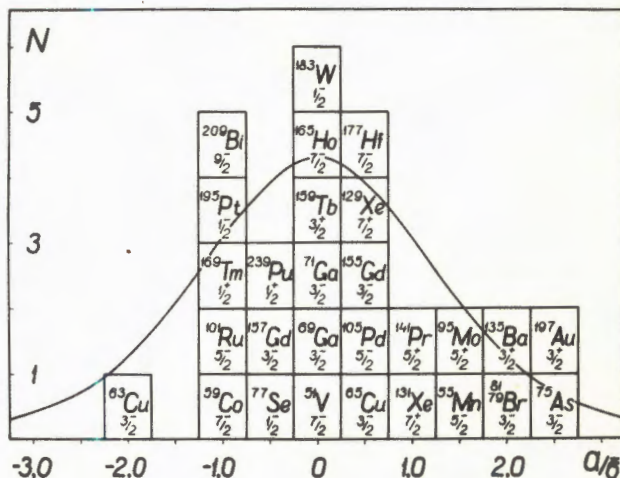


Рис. 54. Теоретическое распределение и экспериментальная гистограмма для относительной разности нейтронных силовых функций двух спиновых состояний $a = (S^+ - S^-) / \langle S \rangle$, выраженной в единицах дисперсии распределений $\bar{\sigma}$.

ходят за границы возможных статистических флуктуаций (см. рис. 54) при фактическом равенстве S^0 для систем уровней с разными спинами.

Проведен анализ большой совокупности экспериментальных данных по полным радиационным ширинам Γ_γ нейтронных резонансов, изученных в ЛНФ и других лабораториях. Найдено, что эмпирическое выражение $\Gamma_\gamma = 10 \cdot U / (A \cdot a^{1/2})$ (где A, U, a — соответственно массовое число, эффективная энергия возбуждения и параметр плотности уровней) удовлетворяет экспериментальным данным значительно лучше, чем известные теоретические выражения.

6. Гамма-спектроскопия с высоким разрешением. В связи с появлением новых данных о спинах и четностях низколежащих уровней Рг-142 проведена деталь-

ная обработка результатов измерений спектров гамма-лучей радиационного захвата резонансных нейтронов на ^{141}Pr . Определен спин резонанса 84,8 эв ($J=2^+$), уточнены спин резонанса 231,7 эв ($J=3^+$) и спин низколежащего уровня 703 кэв ($J=3^-$) составного ядра ^{142}Pr . Это позволило осуществить статистический анализ ширины жестких гамма-переходов, показавший аномальное поведение гамма-спектра. Получены следующие значения числа степеней свободы χ^2 -распределения:

- для резонансов с $J=3^+$ (27 переходов) $\nu = 3,6^{+1,28}_{-1,08}$ (см. рис. 55),
- для резонансов с $J=2^+$ (14 переходов) $\nu = 1,25^{+0,74}_{-0,48}$.

При теоретически ожидаемом значении $\nu=1$ (теория Портера-Томаса) вероятность для значения $\nu=3,6$ в результате случайной флуктуации ширины очень мала - меньше 0,02%.

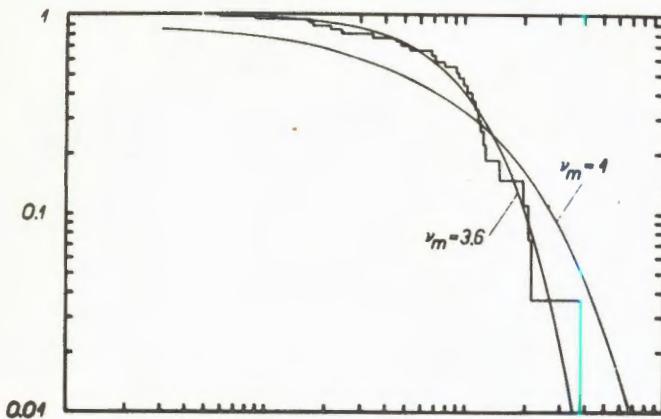


Рис. 55. Экспериментальное распределение частичных радиационных ширин (гистограмма) для 27 переходов в резонансах ^{141}Pr со спином 3^+ и распределение Портера-Томаса для $\nu=1$ (теоретически ожидаемое распределение) и $\nu=3,6$.

Исследование конденсированных сред ядерными методами

1. Вещество в критическом состоянии. Изучено распределение по высоте плотности чистого этана в сосуде и движение мениска (граница раздела фаз жидкость-пар) в зависимости от температуры при приближении к критической точке T_c . Измерения плотности проводились посредством пропускания узкого пучка нейтронов через исследуемый образец на разной высоте сосуда (рис. 56). Результаты экспериментов дают сведения о характере разложения $\partial P/\partial V$ (величины, обратной изотермической сжимаемости) в ряд по переменным T и V .

Использование поведения мениска вблизи T_c (рис. 57) для получения данных о коэффициентах ряда $\partial P/\partial V$ предложено впервые. Совместная обработка результатов по распределению плотности и движению мениска дала более точные значения коэффициентов. Определены параметры критической точки ($\rho_c = 0,206 \pm 0,001$ г/см³, $T_c = 32,20 \pm 0,01$ °C), параметр кривой сосуществования фаз (рис. 58) ($\beta = 0,35 \pm 0,01$) и найдено, что в интервале температур $\frac{T-T_c}{T_c} < 10^{-2}$ экспериментальные данные лучше всего согласуются с предложенным авторами расширенным разложением $-(\frac{\partial P}{\partial V})_T = A + B\nu^2 + C\nu + D\nu^3 + E\nu^4$. Это представляет интерес, так как с теорией Ландау не согласуются, как известно, данные по теплоемкости C_v .

2. Исследование сплавов. В работе, выполненной совместно с Лабораторией физики твердого тела ЦИФИ Венгерской академии наук, проведено исследование распределения алюминия в сплаве FeAl_x в интервале составов $x = 20-25$ ат.%. Использовалась мессбауэровская установка с излучателем

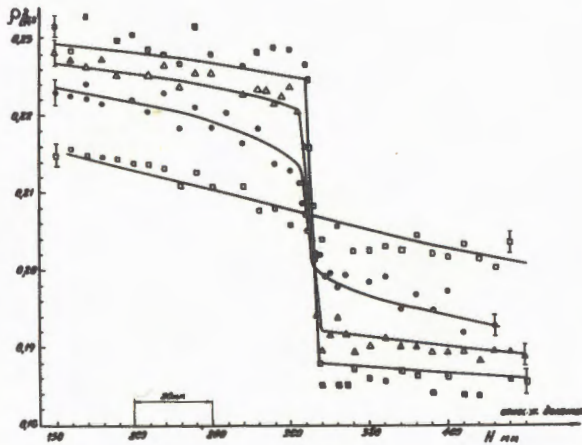


Рис. 56. Распределение плотности этана по высоте для температур, близких к критической: \blacksquare - 32,135°C, Δ - 32,165°C, \bullet - 32,200°C, \square - 32,205°C. Сплошные линии - теоретические кривые, вычисленные из предлагаемого в работе расширенного разложения в ряд величины $\partial P/\partial V$.

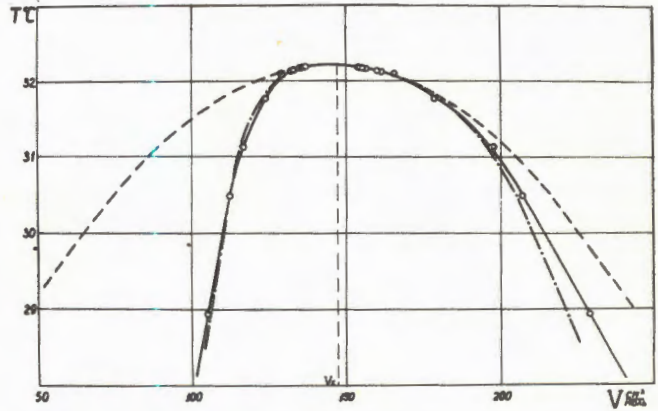


Рис. 58. Кривая фазового сосуществования для этана. Сплошная кривая проведена по экспериментальным точкам. Штрихами и штрихпунктиром показаны кривые, следующие из разложения Ландау и расширенного разложения $\partial P/\partial V$ соответственно.

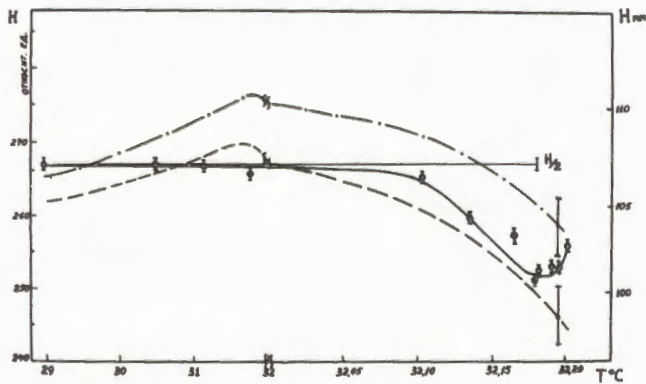
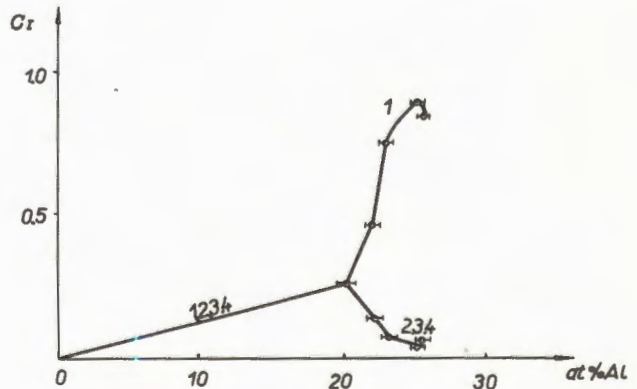


Рис. 57. Движение мениска этана вблизи критической температуры: $-\bullet- - экспериментальная зависимость ($\rho = 0,205$). $-----$ - теоретические кривые при $\rho = 0,2048$; $0,2053$ г/см³, вычисленные на основании расширенного разложения для $\partial P/\partial V$ (вертикальные линии - коридор ошибок вследствие ошибок коэффициентов разложения).$

Рис. 59. Вероятности распределения C_1 в разных подрешетках сплава $FeAl_x$ в зависимости от концентрации Al в сплаве.



^{57}Fe . Показано, что в фазовой диаграмме FeAl_x при комнатной температуре двухфазная область отсутствует. Получена зависимость вероятности нахождения атомов Al в четырех возможных подрешетках Fe в зависимости от состава сплава (рис. 59). Определен магнитный момент атома железа, соседствующего с тремя атомами алюминия ($\mu_{\text{Fe}} = 1,86 \pm 0,15 \mu_B$).

Ядерные реакции

с заряженными частицами

1. Реакция $^{12}\text{C}(^3\text{He}, p)^{14}\text{N}$. Детальные измерения угловых распределений протонов проведены в интервале энергий ускоренных

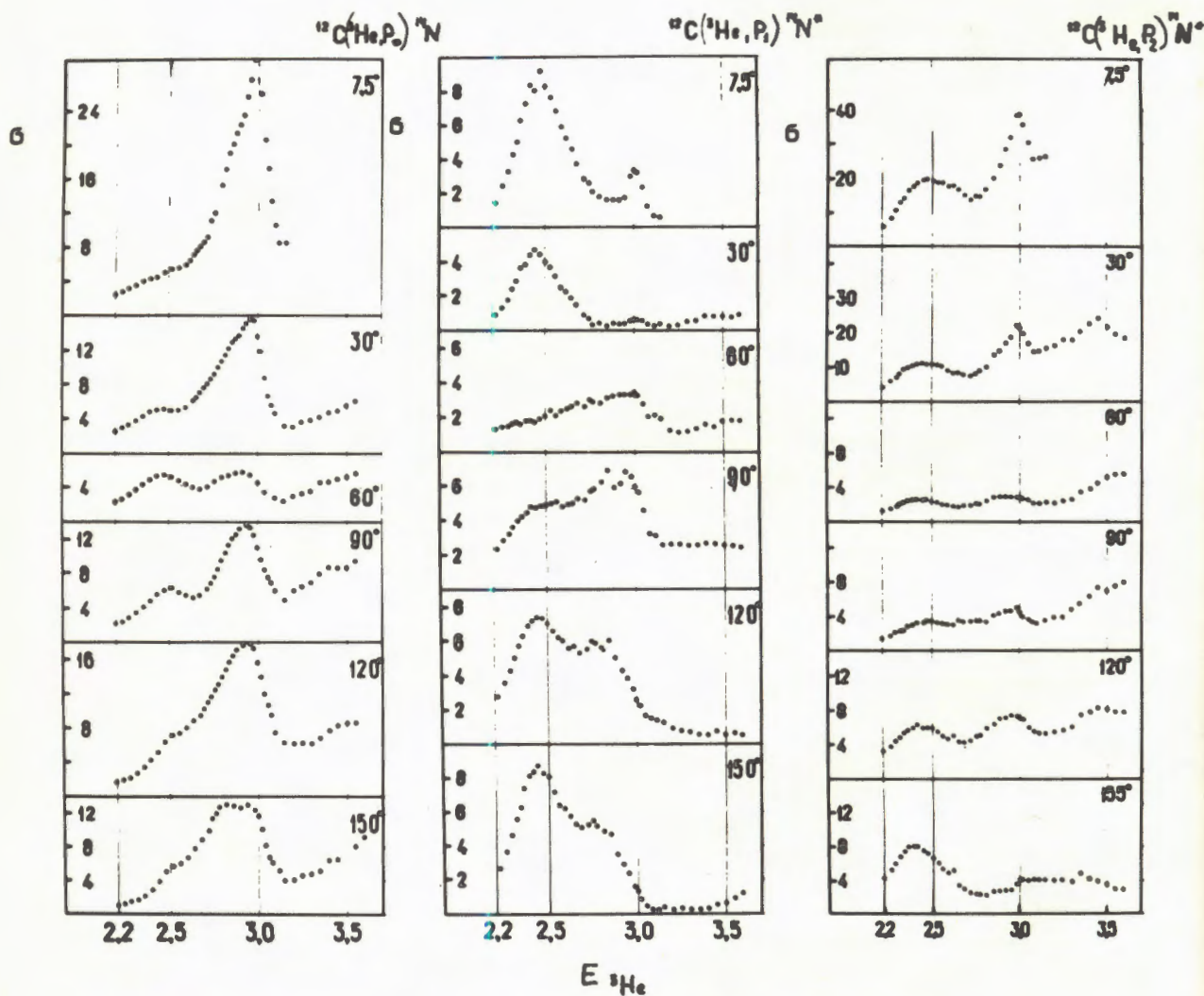


Рис. 60. Функции возбуждения p_0, p_1, p_2 каналов реакции $^{12}\text{C}(^3\text{He}, p)^{14}\text{N}$ для разных углов (эффективное сечение σ в относительных единицах, углы отсчитываются в лабораторной системе).

ионов ^3He 2,2–3,6 Мэв. Протоны трех групп, соответствующих основному и первым двум возбужденным состояниям конечного ядра ^{14}N , регистрировались одновременно под пятью углами с помощью полупроводниковых кремний-литиевых детекторов. Примеры измеренных функций возбуждения показаны на рис. 60. При обработке данных получены коэффициенты разложения по полиномам Лежандра в зависимости от энергии ^3He . Результаты работы свидетельствуют о преобладании механизма образования составного ядра; наблюдае-

мые широкие резонансы можно отождествить с уровнями компаунд-ядра ^{15}O .

2. Реакция $^7\text{Li}(d,n)$. При измерении спектров нейтронов из этой реакции использован новый метод повышения эффективности телескопического спектрометра быстрых нейтронов. В телескопе применяются два радиатора: полиэтиленовый и дейтериево-полиэтиленовый, и одновременно измеряются спектры протонов и дейтронов отдачи. Это повысило эффективность в два раза при прежнем разрешении.

Лаборатория вычислительной техники и автоматизации

Работа электронно-вычислительных машин

ЭВМ	Полезное время (в часах)	Среднесуточное полезное время (в часах)
БЭСМ-6	6351	21,1
БЭСМ-4 ЛВТА	7067	20,6
БЭСМ-4 ЛНФ	6515	20
БЭСМ-4 ЛВЭ	7230	21
CDC -1604 А	7323	21,3
"Минск-22"	4088	17

Создание измерительно-вычислительного комплекса ОИЯИ и повышение эффективности работы электронно-вычислительных машин

В измерительно-вычислительном комплексе ОИЯИ проведены работы по созданию каналов связи между вычислительными машинами, выполнены исследования по проблемам передачи данных. На основной машине БЭСМ-6 завершено создание каналов связи с другими ЭВМ. Все это позволяет связать БЭСМ-6 с удаленными машинами БЭСМ-4 в Лаборатории высоких энергий и Лаборатории нейтронной физики.

Разработана и сдана в эксплуатацию система двухсторонней связи CDC-1604А и "Минск-22", что позволило решить проблему ввода в машину CDC-1604А экспериментальных данных, пробиваемых на перфоленте, и повысить эффективность использования вычислительной мощности CDC-1604А.

Существенно улучшены эксплуатационные характеристики БЭСМ-6 благодаря дополнительному введению в эксплуатацию шестнадцати накопителей на магнитной ленте. Со второго квартала 1969 года БЭСМ-6 работает с полным комплектом внешних устройств памя-

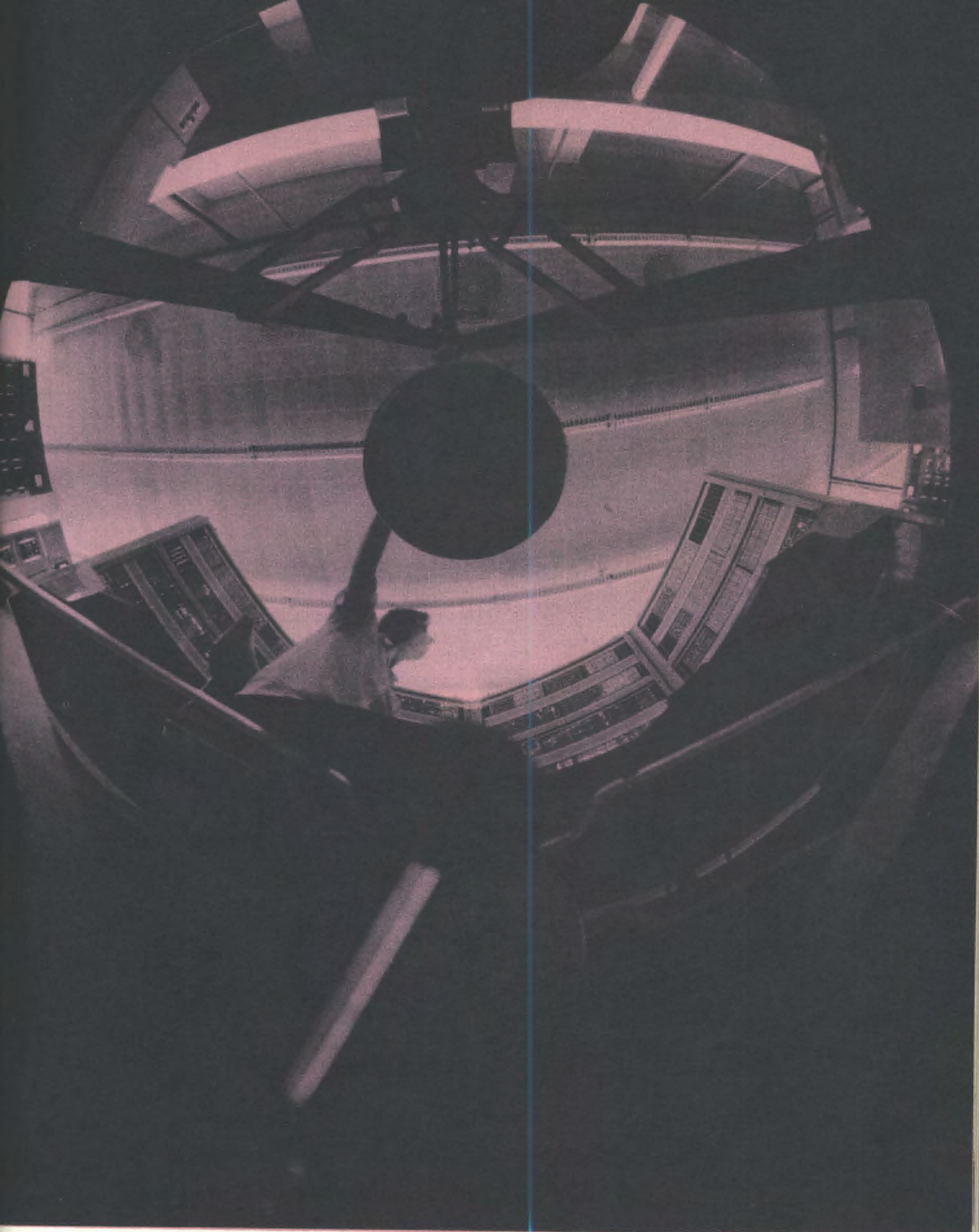




Рис. 61. Выносной пульт оператора для дистанционного управления машиной БЭСМ-6.

ти. Разработан и введен в эксплуатацию выносной пульт оператора на БЭСМ-6, введены в эксплуатацию более совершенные телетайпы типа Т-84 и графикопостроитель барабанного типа.

Проведенные работы по подключению совместимых накопителей на магнитной ленте (типа CDC) к машинам БЭСМ-6, БЭСМ-4 и БЭСМ-3М серпуховского научно-экспериментального отдела (СНЭО) обеспечивают обмен информацией, записанной на магнитной ленте, между вычислительными машинами Объединенного института, а также между машинами других институтов и машинами ОИЯИ. Это открыв-

ает возможность обрабатывать экспериментальную информацию, полученную в Дубне и Серпухове, а также в институтах стран - участниц ОИЯИ.

Проблема специфического использования ЭВМ в режиме на линии с электронной регистрирующей аппаратурой потребовала дополнительного оснащения и развития вычислительных машин в измерительных центрах лабораторий института. Основные работы проводились на БЭСМ-4 ЛНФ и БЭСМ-3М СНЭО.

Совместно с ЛНФ был разработан проект "Развитие средств вычислительной техники в измерительно-вычислительном центре ЛНФ", в котором учтены особенности спектрометрических работ, проводимых в ЛНФ. В настоящее время этот проект реализуется.

Совместно с серпуховским научно-экспериментальным отделом создан проект "Развитие измерительно-вычислительного центра СНЭО на базе БЭСМ-3М". В настоящее время основные мероприятия, которые проводила ЛВТА по этому проекту, уже завершены. Вычислительная машина, установленная на 76 Гэв ускорителе ИФВЭ, оснащена автономным каналом связи на четыре направления, который значительно расширяет возможности машины при работе с электронной аппаратурой экспериментальных установок. Через автономный канал подключены к машине БЭСМ-3М экспериментальные установки Лаборатории высоких энергий и Лаборатории ядерных проблем на серпуховском ускорителе. Кроме того, через автономный канал подсоединены к машине стандартный накопитель на магнитной ленте (типа CDC), а также осциллограф со световым карандашом.

Начаты работы по развитию методики использования средств общения человека с вычислительными машинами. Разработаны и подключены устройства визуального вывода информации из машин с управлением от светового карандаша на БЭСМ-4 ЛВТА, БЭСМ-3М СНЭО и на БЭСМ-4 ЛНФ (совместно с ЛНФ). Первые результаты этих исследований



Рис. 62. Устройство визуального представления информации на ЭВМ CDC-1804A.

дают основание отметить перспективность этого методического направления не только для задач собственно вычислительной техники, но также и для задач обработки filmовой информации.

Математическое обеспечение ЭВМ

Создана и сдана в производственную эксплуатацию физикам и математикам лабораторий института система математического обеспечения БЭСМ-6 с транслятором с языка ФОРТРАН.

Эта система состоит из монитора, организующего ввод, трансляцию и счет программ, загрузчика, транслятора с автокода 1:1, транслятора с языка алгоритмического ЦЕРН-ФОРТРАН, программы ввода-вывода, библиотеки

стандартных программ и программ общего назначения. Загрузчик составляет рабочую программу из введенных подпрограмм и стандартных подпрограмм библиотеки.

Структура математического обеспечения БЭСМ-6, ее состав и организация работы отвечают современным требованиям, предъявляемым к математическому обеспечению больших вычислительных систем. Введение в эксплуатацию системы математического обеспечения БЭСМ-6 с транслятором с языка ФОРТРАН и обширной библиотекой стандартных программ резко увеличило вычислительную мощность ОИЯИ и открыло возможность широкого использования языка ФОРТРАН как в системах обработки экспериментальных данных, так и в разного рода научно-технических расчетах.

Издана документация по этой системе. Общий объем документации пользователя сос-

тавляет более 600 страниц. Библиотека стандартных программ насчитывает более 200 наименований.

Математическое обеспечение БЭСМ-8, созданное в ЛВТА, используется не только в ОИЯИ, но и для оснащения серийных БЭСМ-8, выпускаемых промышленностью СССР.

Велись работы по развитию математического обеспечения БЭСМ-4. Создан вариант ассемблера-транслятора с автокода 1:1, производящего выдачу результата трансляции в виде стандартного массива, включаемого в библиотеку программ; сконструирован загрузчик, обеспечивающий комплектацию рабочей программы из стандартных массивов.

Методика проведения физических экспериментов на линии с ЭВМ

Продолжалось развитие методики экспериментов с использованием ЭВМ в реальном времени. Это потребовало разработки совместно с соответствующими физическими группами математического обеспечения для конкретных экспериментов.

Развивалось и усовершенствовалось математическое обеспечение системы, состоящей из бесфильмовых искровых камер на линии с БЭСМ-4. Эта система используется на синхрофазотроне в экспериментах по измерению вещественной амплитуды пион-протонного рассеяния. Сдана в эксплуатацию система программ для работы выносного пульта, установленного вблизи экспериментальной установки.

Разрабатывалось математическое обеспечение эксперимента по изучению K^0 -распадов на серпуховском ускорителе. Закончена отладка управляющей программы, обеспечивающей прием, контроль и накопление информации с экспериментальной установки.

На основании опыта, накопленного при создании математического обеспечения экспе-

риментов "на линии", была разработана общеструктурная схема управляющей программы и программы-диспетчера, дающая возможность не только оптимальным способом организовать такие эксперименты, но и предоставлять часть не использованного в данном опыте машинного времени для других задач.

Разработана и сдана в эксплуатацию система математического обеспечения ПОФИ-2, предназначенная для приема и обработки спектрометрической информации на БЭСМ-4 в измерительном центре ЛНФ. Она позволяет проводить одновременно ряд физических исследований, организовывая для них прием и накопление данных на магнитных лентах, контроль аппаратуры в процессе измерения, а также проводить предварительную обработку накапливаемой информации.

Сотрудники ЛВТА участвовали в создании в Лаборатории ядерных проблем установки с искровыми камерами на линии с ЭВМ "Минск-22" для измерения энергетических спектров частиц высоких энергий. В радиохимической лаборатории ЛЯП введен в эксплуатацию двухмерный анализатор гамма-гамма совпадений с полупроводниковыми детекторами на базе ЭВМ "Минск-2", дающий возможность отбора в процессе эксперимента полезной информации методом цифровых окон. Применение ЭВМ на стадии анализа результатов сокращает на порядок время предварительной обработки спектров по сравнению с временем при обработке вручную. Эффективно используется методика светового карандаша. Сконструировано совместно с Лабораторией ядерных проблем устройство связи многоканальных измерительных систем с ЭВМ "Минск-2".

Создание систем программ обработки камерных снимков

Разработаны две системы программ обработки камерных снимков. Первая из них состоит из набора программ, предназначенных

для обработки снимков жидководородных камер: однометровой, а впоследствии, после модификации, и двухметровой. В этот набор входят:

- 1) программы ввода результатов измерений в машину "Минск-22" и передачи их на CDC-1604A,
- 2) программы ПРИНТ подготовки данных для обработки их по программам ТРЭШ, ГРАЙД, АУТОГРАЙНД, СЛАЙС, САМКС,
- 3) кольцо перечисленных программ ТРЭШ+САМКС.

Вторая система программ предназначена для обработки снимков с двухметровой пропановой камеры. В эту систему входят:

- 1) программа геометрической обработки событий на БЭСМ-4,
- 2) программа идентификации событий на БЭСМ-4,
- 3) программы СЛАЙС и САМКС для обработки данных на CDC-1604A.

Участие в физических исследованиях

1. Изучение взаимодействий пионов с протонами при 5 Гэв/с. Продолжались работы (совместно с ЛВЭ и физическими институтами ГДР, МНР, СРР, ЧССР) по исследованию неупругих взаимодействий отрицательных пионов с протонами при импульсе 5 Гэв/с. Просмотрено дважды 87 тысяч фотографий, отобрано 32 200 двух-, четырех- и шестилучевых событий и событий со странными частицами. Измерено 12 200 событий. В 1968-69 годах обчислено на CDC-1604A около 12 тысяч событий. Проводится работа по разделению гипотез. Идентифицировано 1 800 четырехлучевых и 500 шестилучевых событий.

2. Изучение поляризационных эффектов в неупругих pp-соударениях при 660 Мэв. Завершены измерения поляризации под углами $8,3^\circ$ и $18,0^\circ$ л.с. Выполнены расчеты поляризации нуклонов в реакциях $NN \rightarrow \pi NN$ при 660 Мэв в модели однопионного обмена.

Работы по математической физике

Совместно с ЛТФ создан комплекс программ для расчета свойств атомных ядер. Этот комплекс включает в себя программы вычисления собственных значений и волновых функций сферических и деформированных ядер, матричных элементов мультиполь-мультипольного взаимодействия и коллективных состояний ядер. Начата эксплуатация всех программ комплекса. Состав его предполагается в дальнейшем расширять.

Созданы программы для вычисления некоторых кинематических характеристик частиц и резонансов в реакциях, содержащих состояния от двух до пяти частиц. Совместно с Лабораторией ядерных проблем выполнена работа по применению метода максимума правдоподобия для оценки кинематических параметров следов частиц.

Разработан метод экономичного расчета быстрого вывода пучка из ускорителей. Идея метода состоит в том, что наряду с уравнением движения частицы в ускорителе задается несколько ее положений, характеризующих траекторию выводимой частицы. Ищутся параметры отклоняющих магнитов, заставляющих частицу проходить через заданные точки. В результате получается краевая задача для нелинейного обыкновенного дифференциального уравнения, которая решается методом введения дополнительного параметра. Были вычислены параметры отклоняющих магнитов серпуховского ускорителя, обеспечивающие

быстрый вывод пучка из ускорителя. Метод оказался очень эффективным по сравнению с ранее применяемыми: весь расчет занял 20 минут на ЭВМ БЭСМ-4, тогда как ранее исследования проводились месяцами.

ЛВТА совместно с отделом новых методов ускорения ОИЯИ выполнен цикл работ по теории слаботурбулентной плазмы, представляющих интерес как для интерпретации экспериментальных данных лабораторных исследований, так и для астрофизики. Сюда в первую очередь следует отнести работу по численному исследованию стационарного спектра слаботурбулентной плазмы (исследование подобного рода выполняется впервые). Ее результаты помогают пролить свет на проблему ускорения космических лучей, кроме того, на их основе возможно изучение электромагнитных свойств слаботурбулентной плазмы и ее корреляционных функций. Показано, что эти функции в фурье-представлении имеют вид лоренцевой кривой. Результат, по-видимому, довольно общий и справедлив для других стохастических систем. В связи с разработками, проводимыми в ОНМУ, рассмотрены также задачи об ускорении частиц в стохастических полях, о влиянии последних на дрейфовые неустойчивости плазмы и о взаимодействии лазерного пучка с плазмой.

Выполнено исследование разностной схемы решения нелинейных интегральных уравнений, получающейся из непрерывного аналога метода Ньютона. Доказана сходимость решения разностного уравнения к решению интегрального уравнения. Велись работы по исследованию устойчивости разностных схем.

Служба математической информации и документации

Служба математической информации в течение всего года обеспечивала сотрудников ОИЯИ документацией по эксплуатации электрон-

но-вычислительных машин ОИЯИ и описаниями их математического обеспечения.

Создана библиотека материалов для физиков и математиков, пользующихся вычислительными машинами ЛВТА, которая включает в себя описание ФОРТРАНа, описания программ математического обеспечения ЭВМ, программ обработки трекковых задач, руководства по использованию внешних устройств ЭВМ и др.

Велся обмен информационными материалами с научными учреждениями страны - участниками ОИЯИ. Руководство по ФОРТРАНу, библиотеки стандартных программ БЭСМ-6, БЭСМ-4 и "Минск-22", программы обработки трекковых задач были отправлены в НРБ, ГДР, ВНР, МНР, ПНР. Получены информационные материалы из МГУ, Вычислительного центра АН СССР, Института атомной энергии им. И.В. Курчатова, Института прикладной математики АН СССР. Отправлены материалы по математическому обеспечению ЭВМ в Вычислительный центр МГУ, ИФВЭ (Серпухов), МИФИ, АН УССР, Институт кибернетики УССР и в другие учреждения.

Обработка фильмовой информации

На просмотрной аппаратуре ЛВТА дважды просмотрено 87 тысяч фотографий с однометровой жидководородной пузырьковой камеры, с помощью измерительной аппаратуры ЛВТА измерено на фотографиях с пузырьковых камер Лаборатории ядерных проблем и Лаборатории высоких энергий 259,4 тысяч следов частиц, на фотографиях с искровых камер Лаборатории ядерных проблем и Лаборатории высоких энергий - 64,8 тысяч следов частиц.



Рис. 63. Зал просмотрных столов центра по обработке камерных снимков.

Лаборатория теоретической физики

Свойства симметрии

элементарных частиц

На основе общих свойств кварковой модели адронов получены соотношения между спиновой и изоспиновой зависимостью сечений фотовозбуждения нуклонных резонансов и установлена связь между радиационными ширинами мезонных резонансов с различной G -четностью.

Исследованы нелинейные реализации киральной группы $SU(3) \times SU(3)$. Найдено простое нелинейное представление группы унитарной симметрии, и рассмотрено спонтанное нарушение группы как следствие этой реализации.

Построено интегральное преобразование и система функций на гиперboloиде, реализующая произвольное представление для четыреххвостки.

Рассмотрены инвариантные уравнения для полей, преобразующихся по нелинейным представлениям групп Ли, и законы сохранения в этом случае.

Показана эквивалентность одного из видов параквантования (алгебры Грина-Волкова) обычному ферми- или бозе-квантованию при наличии у обычных полей внутренней степени свободы типа изоспина.

Предложена модель, описывающая распад двух совместно родившихся резонансов. На ее основе обрабатывается реакция $\bar{p}p \rightarrow \rho^0 \omega^0$.

Структура

теории поля

Изучалась возможность построения нелокальной теории возмущений, удовлетворяющей условиям макропричинности и унитарности.

В задачах со статическим нуклоном на основе функциональных методов построено решение в виде ряда по \hbar/g , отличающееся



от решения по методу сильной связи (ряд по $1/g$).

Предложен метод построения S -матрицы в теории скалярного поля с существенно нелокальным взаимодействием. Нелокальный формфактор строится так, что полученная S -матрица конечна и унитарна в каждом порядке теории возмущений. Если лагранжиан взаимодействия стремится к нулю при $\phi(x) \rightarrow \infty$, то весь ряд теории возмущений абсолютно сходится в предположении конечности четырехмерного евклидова объема.

Разработан метод построения функций Грина в неперенормируемых теориях для случая частиц с ненулевой массой покоя.

Рассмотрена возможность формулировки квантовой теории поля, в которой псевдоевклидово пространство относительных импульсов заменено пространством постоянной кривизны. Указаны эффекты, которые могли бы подтвердить эту теорию.

При исследовании асимптотического поведения в теории поля просуммированы младшие особенности всех диаграмм, в результате чего наряду с неподвижной точкой ветвления, связанной с затравочным зарядом, были получены также движущиеся полюса Редже, связанные с перенормированным зарядом.

В рамках аксиоматической теории поля определен характер снижения верхней границы дифференциальных сечений неупругих процессов в зависимости от роста энергии ($\sigma \sim \ln^4 S / \sqrt{S}$).

Построено отображение четыреххвостки на гиперboloид, обладающее хорошими аналитическими свойствами при кросс-преобразованиях. Методами теории гомологии исследованы особенности пятихвостки.

Получено представление Глаубера для амплитуды рассеяния, являющейся решением релятивистского уравнения Дирака с произвольным гладким потенциалом.

Исследована возможность существования представления Глаубера для амплитуды рассеяния в квантовой теории поля. С помощью

метода функционального интегрирования показано, что при суммировании определенного класса диаграмм лестничного типа такое представление имеет место. Показано, что при суммировании диаграмм лестничного типа, когда суммирование идет под знаком спектрального интеграла, для амплитуды рассеяния можно получить представление типа Венециано.

Рассмотрены свойства унитарности S -матрицы в квазипотенциальном подходе, а также показаны некоторые возможности написания квазипотенциальных уравнений для спиновых частиц с неравными массами.

Построена квантовая теория скалярного поля в пространстве де Ситтера. Показано, что только конформно-инвариантное уравнение приводит к перестановочной функции безмассового поля, сосредоточенной на световом конусе.

Законы сохранения электрического, барионного и лептонного зарядов исследовались в связи с гипотезой о возможной замкнутости Вселенной.

Методы исследования сильных взаимодействий

Для изучения процессов упругого и квазиупругого рассеяния адронов при высоких энергиях разработан метод, основанный на применении квазипотенциального уравнения. Установлено, что при использовании феноменологического потенциала гауссовского типа хорошо передаются особенности амплитуды на малых и больших углах.

В рамках квазипотенциальной формулировки релятивистской проблемы двух тел найдено уравнение для гармонического осциллятора. Собственные функции и спектр этого уравнения будут использованы в релятивистской версии модели кварков.

Исследовались трехмерные квазипотенциальные уравнения для волновой функции свя-

занного состояния, получены уравнения для волновой функции системы N частиц с любыми спинами и мультипольные разложения.

На основе спектральных правил сумм получен ряд новых соотношений между ширинами лептонных распадов ρ^0 , ω и ϕ -мезонов. Указана возможность использования правил сумм для комптон-эффекта с целью проверки модели векторной доминантности и применимости методов описания высокоэнергетического взаимодействия адронов к процессам с участием фотонов.

Найден новый вид решений уравнений типа Чу-Лоу и рассмотрены первые интегралы этих уравнений. Вычислены поправки к модели векторной доминантности, согласующиеся с опытом, для распадов $\omega \rightarrow 3\pi$, $\omega \rightarrow \pi^0\gamma$, $\pi^0 \rightarrow 2\gamma$. Согласно этой модели вероятность распада $\pi^0 \rightarrow e^+e^-$ должна быть в 10^7 раз меньше вероятности распада $\pi^0 \rightarrow 2\gamma$. Оценка показывает, что распад $\pi^0 \rightarrow e^+e^-$ можно было бы наблюдать в опытах на синхроциклотроне.

Дано объяснение всем имеющимся данным эксперимента по πK -рассеянию в области низких энергий. Показано, что измерение времени жизни относительно распада атомов $(\pi^+\pi^-) \rightarrow \pi^0\pi^0$ и $(K^-\pi^+) \rightarrow \bar{K}^0\pi^0$ позволит определить длины $\pi\pi$ - и πK -рассеяния.

Вычислены радиационные поправки к πe -рассеянию применительно к планируемому в Институте физики высоких энергий (Серпухов) эксперименту по измерению формфактора пимезона.

Сильные и электромагнитные взаимодействия и структура нуклона

Рассмотрены процессы рождения лептонных пар при глубоко неупругих столкновениях адронов. Аналогично случаю рождения адронов при рассеянии электронов установлена

связь между формфакторами и коммутаторами тока. Рассмотрено поведение формфакторов в предположении о векторной доминантности. Применение принципа автомодельности (scale-инвариантности) для всех глубоко неупругих процессов приводит к поведению формфакторов, не противоречащему эксперименту.

Предложена новая методика вычисления поправок к сверхтонкой структуре водородоподобных атомов. Поправки, связанные с отдачей и структурой нуклона, вычисляются значительно проще.

Рассмотрена кварковая модель мезонов и барионов с привлечением уравнений типа Бете-Солпитера в случае неравных масс кварков, и получены массовые формулы.

Выполнены расчеты неупругих (каскадных) взаимодействий протонов, мезонов, дейтронов и гамма-квантов с легкими и тяжелыми ядрами в области энергий от нескольких Мэв до 30 Гэв. Результаты согласуются с опытом до энергий ~ 5 Гэв.

Рассчитаны сечения взаимодействий нуклонов и пионов с ядрами. Проанализированы данные по образованию фрагментов. Разработана хорошо согласующаяся с опытом методика каскадных расчетов с учетом кластеров.

Свойства симметрии, слабые и электромагнитные взаимодействия

Исследованы критерии различия между обычной CP -нарушающей схемой и имитирующими CP -нарушение моделями с дополнительными слабо взаимодействующими мезонами. Построена модель, в которой в рамках CP -нарушения имитируются все CP -нечетные эффекты.

Вновь рассмотрена гипотеза о поведении слабых и электромагнитных взаимодействий при высоких энергиях в связи с новыми экспериментальными данными, подтверждающими эту гипотезу.



Проанализирован процесс распада $\pi \rightarrow e^+ e^- \nu$ с учетом всех диаграмм в низшем порядке по слабому и электромагнитному взаимодействиям в связи с планируемым в Лаборатории ядерных проблем экспериментом. Опыт мог бы дать возможность определить отношение векторного формфактора к аксиальному для процесса $\pi \rightarrow e^+ e^- \nu$.

Предложена модель нарушения CP -инвариантности в электромагнитно-слабых процессах, на основе которой отношение вероятности распада $K_2^0 \rightarrow \pi^0 e^+ e^-$ ко всем распадам K_2^0 предсказывается равным 10^{-6} . Этот эффект может быть проверен на ускорителе 70 Гэв.

Сделан обзор современной ситуации с нарушением CP -инвариантности в распадах нейтральных K -мезонов.

Структура сложных ядер

С применением потенциала Нильссона рассчитаны равновесные деформации в основном и возбужденных состояниях для широкой области ядер. Рассчитаны однофононные октапольные состояния четно-четных ядер для $150 \leq A \leq 176$ и неротационные состояния нечетных Z -ядер для $177 \leq A \leq 187$. Изучены равновесные деформации ядер редкоземельной и трансурановой областей (с потенциалом Саксона-Вудса), и рассмотрено влияние гексадекапольной деформации на свойства одночастичных состояний деформированных ядер. Рассчитаны матричные элементы матрицы реакции в конечных ядрах вблизи кислорода и кальция. Получены новые результаты в микроскопическом описании эффектов спиновой поляри-



В конференц-зале ЛТФ.

защи в атомных ядрах, исследованы свойства магнитного дипольного резонанса. Развита неадиабатическая модель для описания вращательных спектров в деформированных ядрах. Развита модель коллективного вращательного движения в ядрах. В рамках метода случайных фаз вводятся обобщенные ротоны для описания конечных полос и связи вращения с другими степенями свободы. Построена мезонная модель самосогласованного ядерного потенциала, допускающая точное аналитическое решение.

Ядерные реакции

Продолжались исследования реакций с передачей кластеров. Исследована применимость прямых методов в теории ядерных реакций. С помощью метода фазовых функций решена задача о надбарьерном отражении час-

тиц. Завершена основная методическая работа по анализу прямых реакций на деформированных ядрах, и проведены первые сравнения с экспериментом. Продолжались исследования процессов рассеяния электронов на ядрах с помощью высокоэнергетического метода. Исследован механизм кулоновского деления тяжелых ядер в неадиабатическом варианте теории. Оценены величины сечений в подбарьерной области энергий.

Развитие методов расчета на ЭВМ по теории сложных ядер и ядерных реакций

Совместно с Лабораторией вычислительной техники и автоматизации продолжались разработка новых вычислительных методов

и составление комплекса программ для расчета на ЭВМ. Составлены и используются следующие программы для расчета:

- а) одночастичных уровней и волновых функций,
 - б) матричных элементов,
 - в) квазичастичных и фононных возбуждений в ядрах,
 - г) неадиабатических вращательных спектров,
 - д) 1^+ -возбуждений в деформированных ядрах,
 - е) матричных элементов с потенциалом Хамада-Джонсона,
 - ж) упругого и неупругого рассеяния электронов на ядрах с прямым анализом экспериментальных данных.
- з) одночастичных уровней и волновых функций при больших деформациях.

Теория легких ядер и мю-захват

Рассмотрены парциальные переходы при захвате мю-мезонов легкими ядрами (^{11}Be , ^{11}Be и $^{14}\text{N} \rightarrow ^{14}\text{C}$). Исследовано влияние различного заселения уровней сверхтонкой структуры мезоатома на характеристики переходов. Совместно с Лабораторией ядерных проблем проведен анализ экспериментальных данных по реакциям фоторасщепления и мю-захвата на ядре ^{16}O . На основе представления о возбуждении гигантского резонанса при мю-захвате на ядрах предложен механизм испускания заряженных частиц. Такой механизм дает единую основу для описания многих процессов при захвате мю-мезонов. Рассчитаны спектры заряженных частиц при мю-захвате на ^6Li и ^{15}N . Установлена сходимость но-

вого метода решения уравнения Фаддеева для трех тел. Рассчитана энергия связи и волновые функции трития. На основе точного расчета энергии связи ^3He и учета сечения упругого ΛN -рассеяния восстановлены параметры ΛN -взаимодействия.

Вопросы теории многих тел, конденсированные среды

Исследованы свойства сильноангармонических кристаллов на примере гранецентрированной кубической решетки с взаимодействием ближайших соседей. Выведено уравнение состояния ферромагнитного кристалла. В связи с экспериментами в Лаборатории нейтронной физики обсуждались возможности наблюдения пика конденсата и новых элементарных возбуждений в области больших энергий. Рассчитан спектр коллективных возбуждений в простой жидкости в рамках квазикристаллической модели. Рассмотрены функции реакции высших порядков в сверхпроводниках, и получено уравнение Гинзбурга-Ландау для сверхпроводящих сплавов в сильных магнитных полях. В модели Блинца-де Женна для сегнетоэлектриков получены критерии точности метода случайных фаз. Исследован фазовый переход порядок - беспорядок в твердом ортоводороде и определена теплоемкость выше критической точки. На основе метода неравновесного статистического оператора Д.Н. Зубарева рассмотрена релаксация ядерных спинов за счет спин-либронного взаимодействия. Исследованы спиновые волны в ферромагнетиках с примесями при высоких температурах, и найдена связь с сечениями рассеяния нейтронов.

3 СОЗДАНИЕ
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ
АППАРАТУРЫ
И РАБОТА
ОСНОВНЫХ УСТАНОВОК
В 1969 ГОДУ



Отдел НОВЫХ методов ускорения

Наиболее существенными результатами работы отдела новых методов ускорения являются:

- успешные эксперименты по выводу электронного кольца;

- завершение цикла исследований, подтверждающих возможность использования системы коаксиальных резонаторов для ускорения кольцевого сгустка;

- создание проекта ускорителя электронов с импульсным током 1000 а;

- изучение поведения сверхпроводников 2-го рода в СВЧ полях;

- разработка макета секции, состоящей из сверхпроводящих резонаторов;

- теоретические исследования некоторых вопросов коллективного ускорения ионов в электронном кольце.

Вывод электронного кольца

В течение 1969 года на модели коллективного ускорителя велись эксперименты по выводу электронного кольцевого сгустка из адгезатора. Для снятия потенциального барьера, удерживающего кольцевой сгусток на конечном этапе сжатия, введена система дополнительных витков, которые замыкаются сами на себя в определенный момент времени.

Дальнейшее движение кольца происходит в спадающем поле с выбранным ускорением. Для того, чтобы избежать прохождения кольцом резонанса, нарушающего его устойчивость, была введена дополнительная фокусировка. Проведенные работы позволили успешно выполнить опыты по предварительному ускорению кольцевого сгустка до значительной скорости - около 0,2 скорости света.



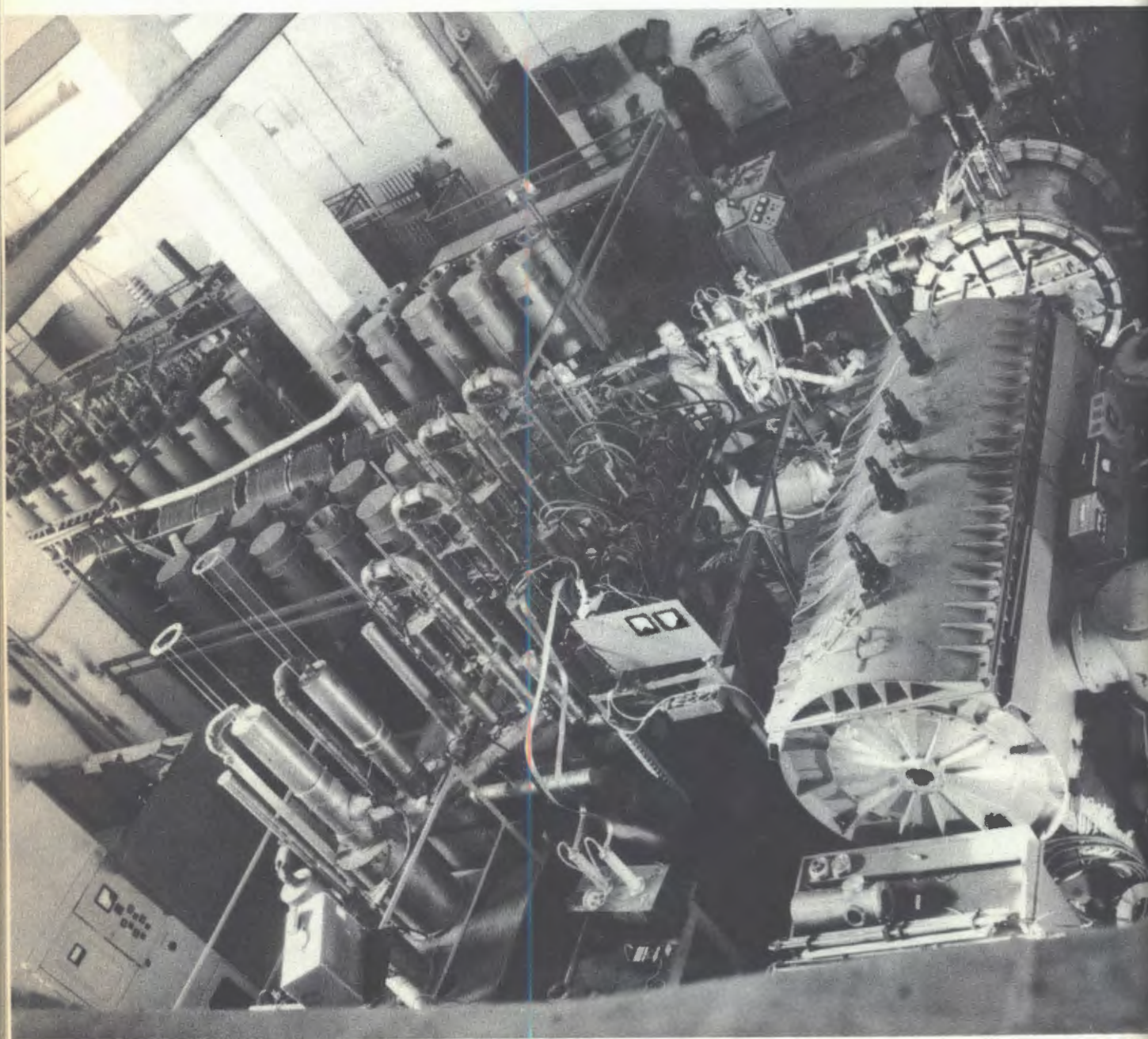


Рис. 64. Общий вид экспериментального зала с моделью коллективного ускорителя.

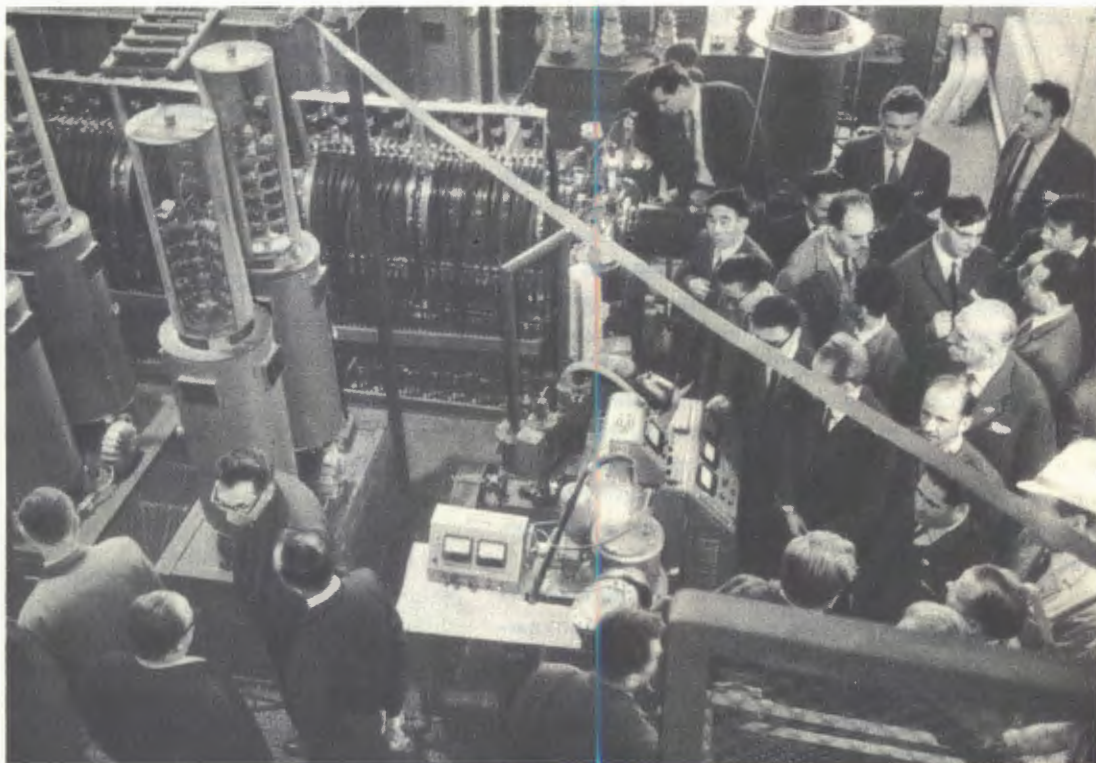


Рис. 65. Члены Ученого совета института знакомятся с работами по коллективному методу ускорения.

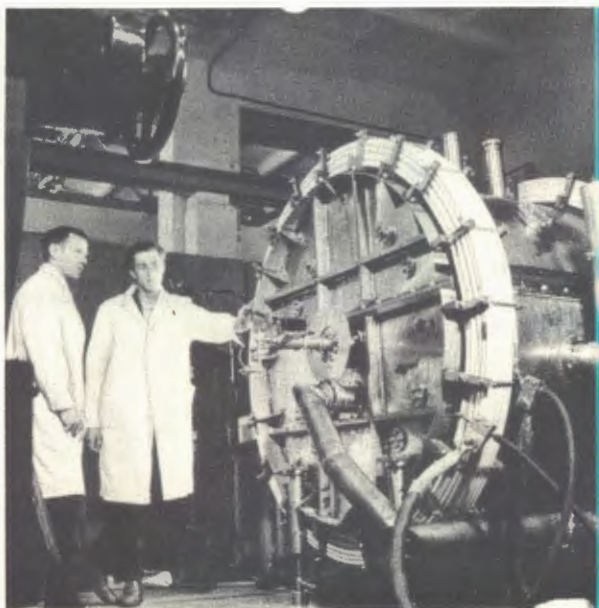


Рис. 66. Адгезатор коллективного ускорителя - камера для формирования заряженного сгустка электронов с захваченными внутри его ионами. На снимке: В.П. Рашевский и В.П. Саранцев.

Ускорительная секция из коаксиальных резонаторов

Ускорительная секция предназначена для экспериментальной проверки принципа ускорения внешними электронными полями кольцевого электронного сгустка большой плотности (порядка 10^{13} частиц), нагруженного ионами.

Для ускорения выбрана система с предварительным накоплением энергии. Изготовлен макет ВЧ резонатора, на котором отработаны основные элементы последнего, в том числе проведены исследования его электрической прочности.

В результате этой работы спроектирована ускорительная секция, которая представляет собой шесть последовательно расположенных резонаторов четвертьволнового типа. Снаружи резонаторов расположен магнитный соленоид, состоящий из отдельных катушек и обеспечивающий поле с неравномерностью не более 0,2%. Разработана конструкция соленоида, а также технология катушек с учетом их электрической и механической прочности. Разработана также система ВЧ питания, для которой создана схема автоподстройки частоты.

Проект ускорителя электронов с импульсным током 1000 а

С целью выяснения возможностей построения импульсной системы выполнены эксперименты, в которых производился выбор накопителя. Исследования показали, что наиболее целесообразным в случае формирования наносекундных импульсов является применение в качестве накопителя сосредоточенной емкости.

После предварительной отработки на макете всех узлов модулятора был построен его рабочий вариант, в котором в качестве коммутатора использовался водородный тиратрон.

Проведены эксперименты с целью выбора материала для сердечника ускоряющего элемента – индуктора, которые показали, что подходящим материалом является феррит.

На основании проделанных опытов появилась реальная возможность разработки и построения проектируемого ускорителя.

Исследования по сверхпроводникам и разработка криогенной секции

С целью выбора сверхпроводящих покрытий резонаторов ускоряющей системы проводилось исследование поверхностного сопротивления на сверхвысоких частотах сверхпроводников 2-го рода (с высоким критическим полем) при воздействии на них внешнего магнитного поля ~ 20 кгс. Результаты этой работы дают основания говорить о возможности создания необходимых сверхпроводящих резонаторов для ускоряющей системы кольцевого типа.

Для нанесения сверхпроводящих покрытий на внутреннюю поверхность резонаторов разрабатывается специальная установка. Проведены эксперименты по выбору конструкции электроннолучевой пушки с кольцевым катодом для испарения тугоплавких материалов.

Теоретические исследования

Основные теоретические исследования были связаны с вопросами устойчивости кольца, излучения в переходных структурах и фокусировки.

Устойчивость. Рассматривались вопросы нелинейного развития радиационной неустойчивости вдали от стенки и влияния ее на параметры пучка. Получен ряд качественных оценок.

Излучение. Выяснена существенная роль периодичности поля резонаторов в формировании потерь энергии кольца, для некоторых моделей подсчитаны эти потери, показана их независимость от энергии кольца.

Фокусировка. Решена в окончательном виде задача о фокусировке кольца при движении в металлической трубе с продольными разрезами. Найдены критерии фокусировки.

Помимо перечисленных проблем, изучались и другие вопросы: удержание ионов в кольце, влияние на устойчивость кольца процесса сжатия и вывода из адгезатора и задачи прохождения интенсивного электронного пучка через газовую среду.

Лаборатория высоких энергий

Пузырьковые камеры

1. Установка с двухметровой пропановой камерой смонтирована на пучке отрицательных пионов с импульсом 40 Гэв/с в Институте физики высоких энергий и подготовлена к облучению. На рис. 67 показан ее общий вид в экспериментальном зале ИФВЭ.

2. 2-метровая жидководородная пузырьковая камера. Завершен весь комплекс азотных испытаний установки "В-2", включающей двухметровую жидководородную пузырьковую камеру. С окончанием строительства испытательного корпуса установка перебазирована в это здание и успешно выдержала экзамен в работе с жидким водородом. Некоторые ее узлы показаны на рис. 68.

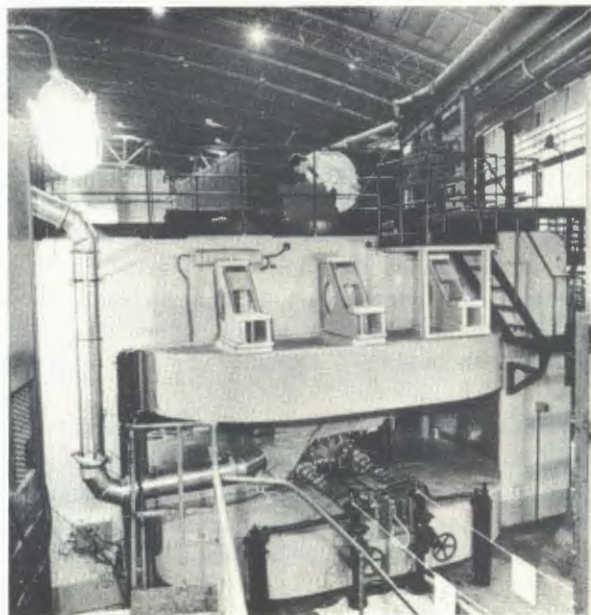


Рис. 67. Общий вид двухметровой пропановой камеры, установленной в пучке отрицательных пионов с импульсом 40 Гэв/с в ИФВЭ (Серпухов).

Рис. 68. Сборка 2-метровой жидководородной пузырьковой камеры в испытательном павильоне.

Искровые камеры и электроника

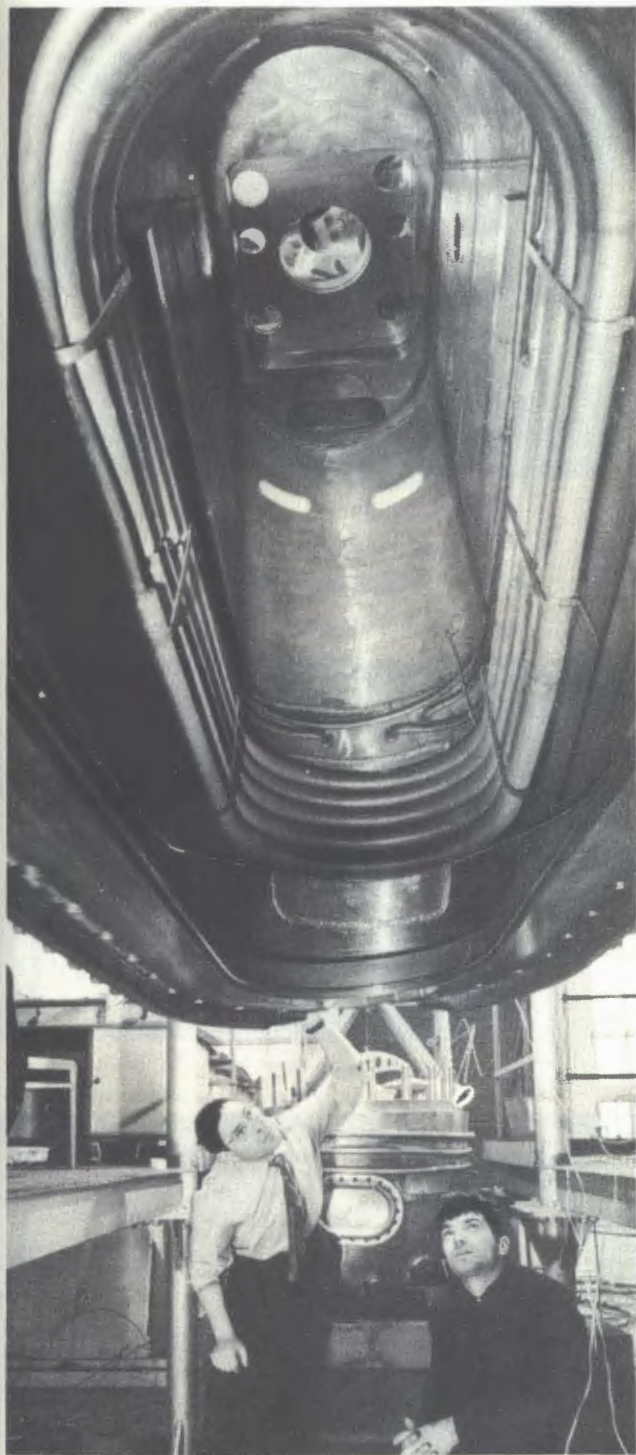
1. Экспериментальная установка для исследования асимптотического поведения амплитуд рассеяния и оценки электромагнитного формфактора K^0 -мезонов в опытах по регенерации K^0 -мезонов высоких энергий смонтирована в ИФВЭ. Эта аппаратура, работающая на линии с ЭВМ БЭСМ-3М, проходит комплексные испытания на пучке нейтральных частиц серпуховского ускорителя. Запись экспериментальных данных осуществляется на магнитные ленты. На рис. 69 показаны отдельные узлы этой системы.

2. Начата подготовка к эксперименту в ИФВЭ по исследованию электромагнитных размеров π^- -мезона. Создана, налажена и испытывается на пучке синхрофазотрона ЛВЭ электронная аппаратура, сцинтилляционные счетчики, магнестрикционные искровые камеры, работающие на линии с БЭСМ-4. Разрабатываются программы для записи экспериментальных данных на магнитные ленты и дальнейшей их обработки.

Криогенные разработки

1. Сверхзвуковая струйная водородная мишень создана для проведения экспериментов по исследованию упругого рассеяния протонов на протонах на малые углы. Мишень установлена на внутреннем пучке ускорителя ИФВЭ.

Формирование струи водорода осуществляется системой соосных сопел. Плотность струи на уровне взаимодействия с пучком равна $(3+5) \cdot 10^7$ частиц/см³. Ее улавливание



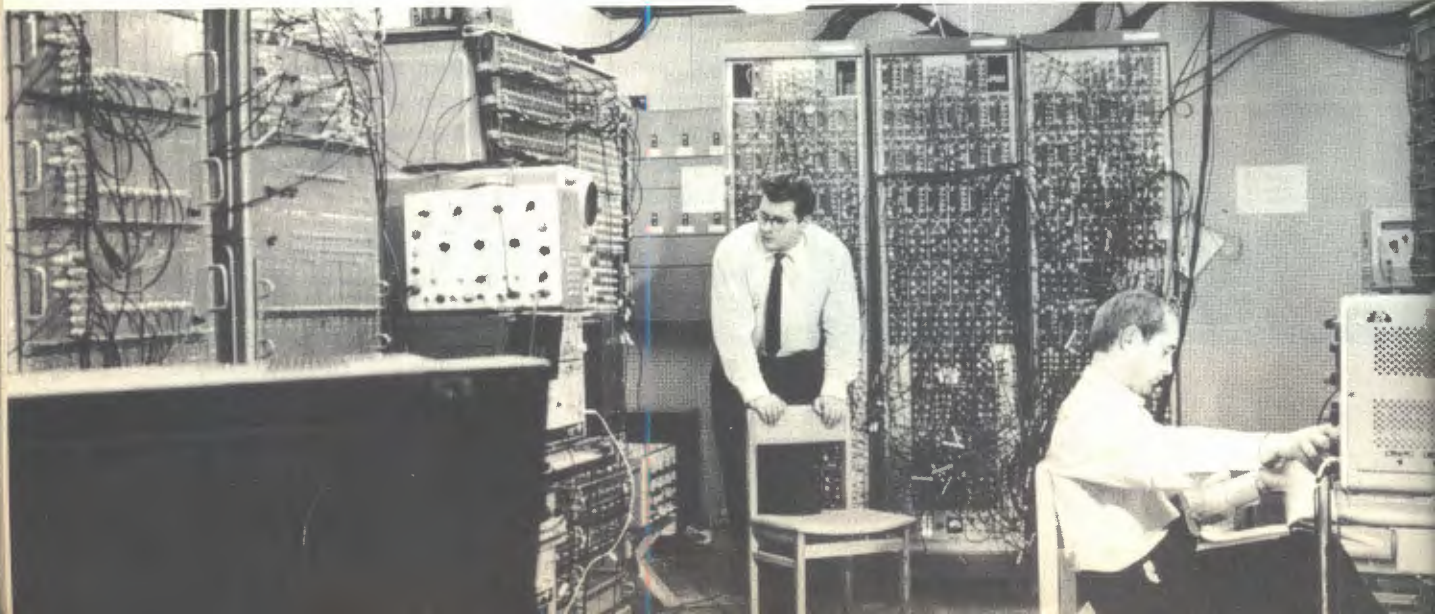


Рис. 68. Установка для эксперимента с K^0 -мезонами на ускорителе 76 Гэв ИФВЭ.

а. Юстировка счетчиков годоскопа. На снимке: В.Г. Кривохижин и И.А. Савин.

б. Блок из трех искровых камер перед магнитом и счетчики фронтального годоскопа, участвующие в системе запуска искровых камер. На снимке: Б.Н. Гуськов.

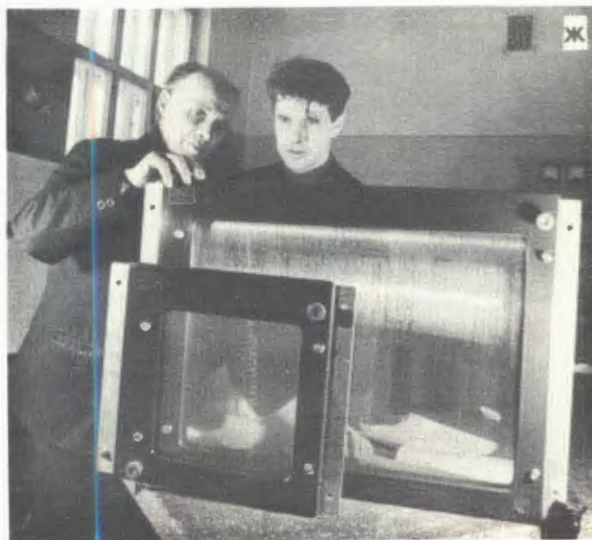
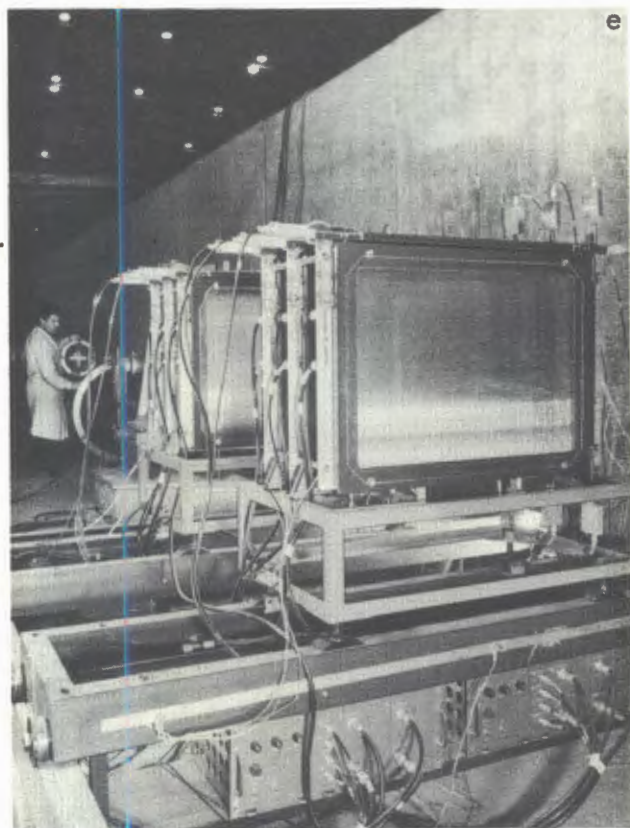
в. Элементы конструкции искровых камер (вверху - предусилители, ниже - узлы системы продувки газа).

г. Пульт управления потоками газовой смеси, продуваемой через камеры.

д. Электронная аппаратура в экспериментальном домике. На заднем плане - стойки быстрой электроники для запуска искровых камер, слева - система приема сигналов с искровых камер и передачи их в вычислительную машину, справа - пересчетные схемы.

е. Головная часть установки. Распады K^0 -мезонов, регистрируемые установкой, происходят в вакуумной трубе, которая видна на заднем плане.

ж. В эксперименте используются проволочные искровые камеры, разработанные и изготовленные в Лаборатории высоких энергий. На снимке: В.П. Пугачевич и И.А. Голутвин.



производится гелиевым конденсационным насосом. Электромагнитный клапан впрыска водорода работает синхронно с циклом ускорителя (цикличность 7 сек). Время непрерывной работы мишени — около 2 часов — определяется запасом жидкого гелия в дьюаре (50 л.). На рис. 70 показана принципиальная схема сверхзвуковой струйной газовой мишени. 2. Установка с 3-метровой жидководородной мишенью построена для исследования асимптотического поведения амплитуд рассеяния на серпуховском ускорителе. Мишень представляет собой цилиндр из нержавеющей стали, внутри которого один р

другом расположены внутренний сосуд, состоящий из рабочего и охранного объемов, и азотный сосуд. Рабочий и охранный объемы заливаются жидким водородом.

Технические данные: длина рабочего объема 3000 мм; диаметр окон 120 мм; количество вещества на пути частиц: а) на входе в мишень $0,0585 \text{ г/см}^2$; б) на выходе из мишени $0,0585 \text{ г/см}^2$; емкость рабочего объема 35 литров; время непрерывной работы без доливки водорода 72 часа. На рис. 71 показан общий вид установки.

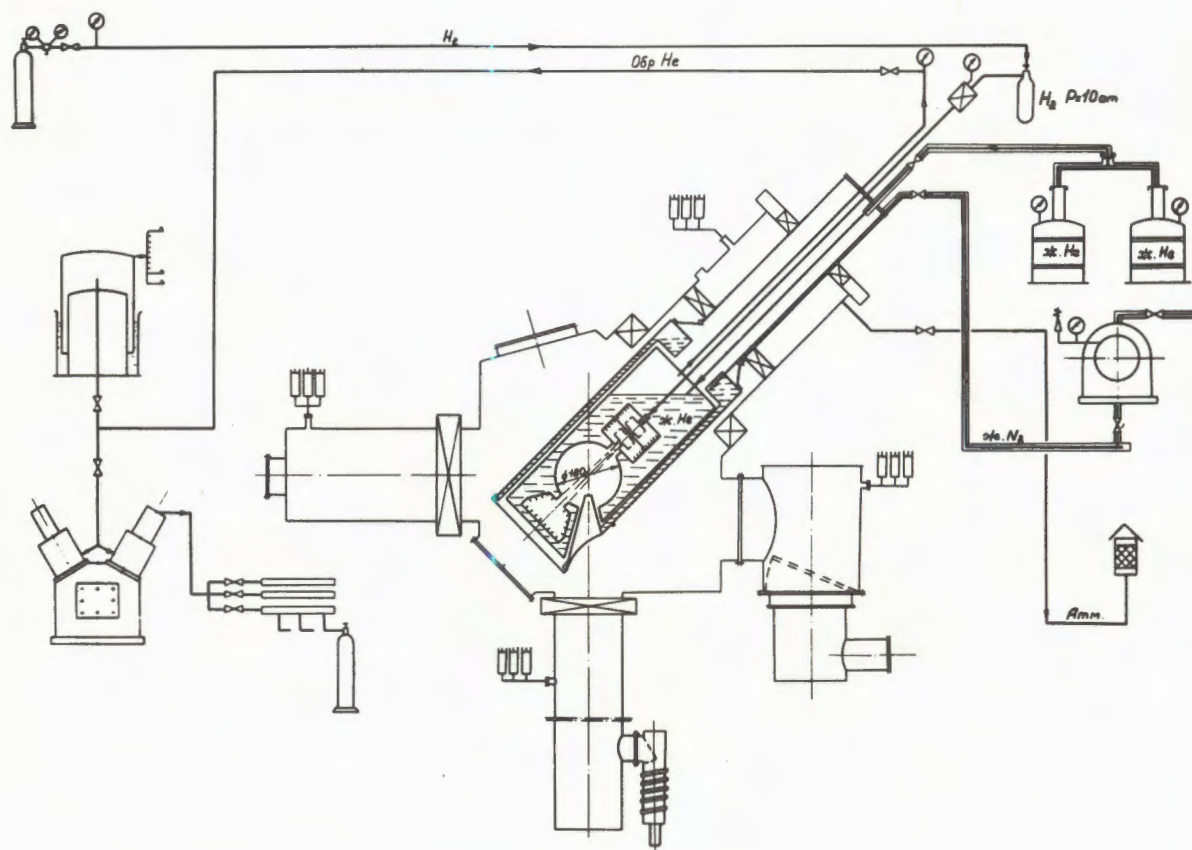


Рис. 70. Принципиальная схема сверхзвуковой газовой струйной мишени.

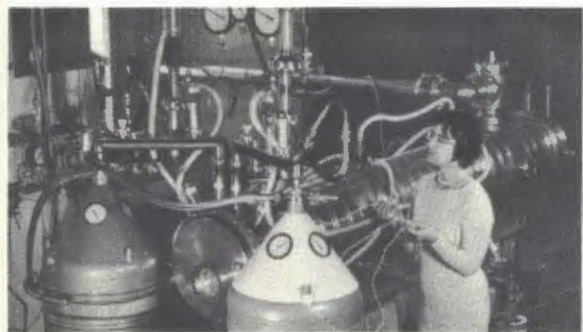


Рис. 71. Общий вид установки с 3-метровой жидководородной мишенью.

3. Криогенную прецизионную установку с 50-сантиметровой жидководородной мишенью предполагается использовать в экспериментах по измерению с высокой точностью полных сечений взаимодействия элементарных частиц с протонами. Основным ее элементом является жидководородная цилиндрическая мишень с окнами $\phi 100$ мм. Двойные лавсановые окна на торцах внутреннего сосуда обеспечивают одинаковое количество водорода на пути частиц, идущих параллельно оси пучка, которое определяется с точностью $0,023 \pm 0,053\%$ (в зависимости от диаметра пучка частиц). Количество водорода в мишени по оси пучка — $3,5 \text{ г/см}^2$, количество постороннего вещества — $0,0725 \text{ г/см}^2$. Стабилизатор давления обеспечивает поддержание давления над кипящей жидкостью с точностью $\pm 0,5$ мм. рт. ст. Установка (ее общий вид показан на рис. 72) позволяет работать без доливки жидкого водорода в течение 50 часов.

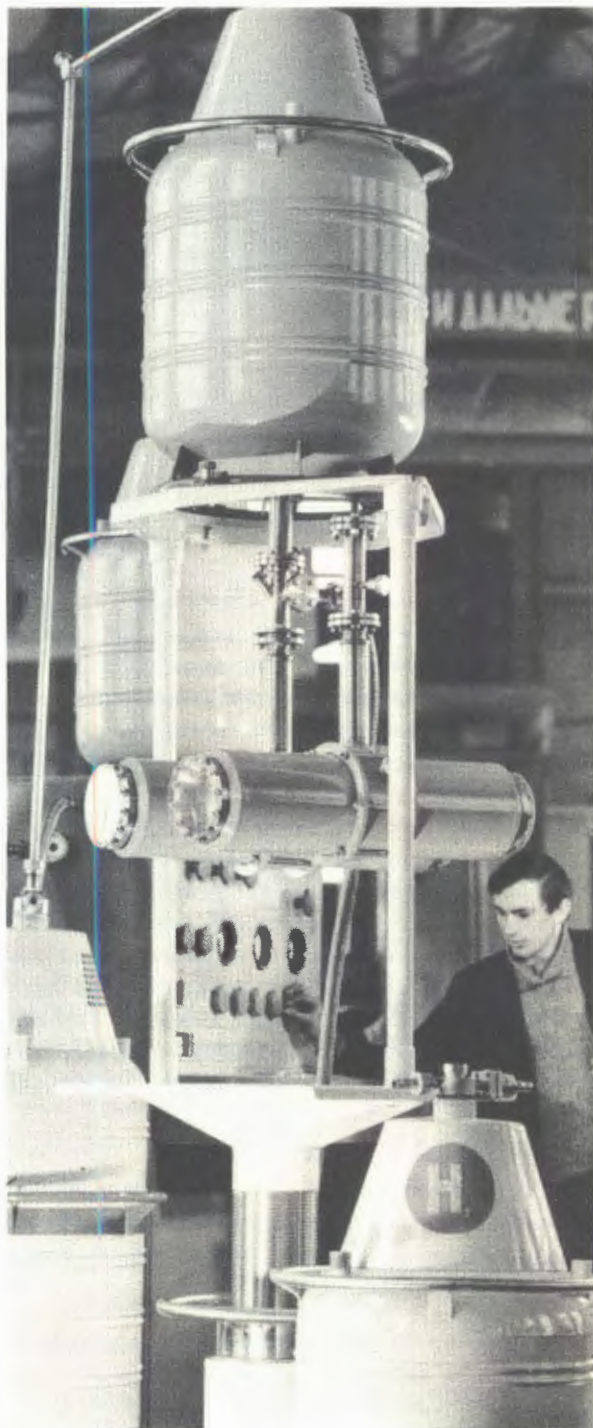


Рис. 72. Прецизионная установка с 50-сантиметровой жидководородной мишенью.

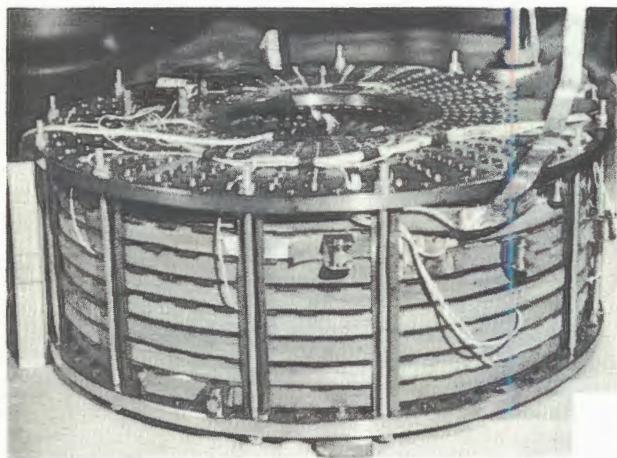


Рис. 73. Сверхпроводящий соленоид.

4. Сверхпроводящая магнитная система с соленоидом создана и прошла успешные испытания. Она включает в себя соленоид, гелиевый криостат, низковольтный генератор с регулировкой тока, устройства эвакуации энергии из соленоида с автоматом гашения поля, газовые и электронные пульты управления. Ток питания соленоида составляет 1,8 ка, напряженность магнитного поля — 25 кгс. Соленоид навит из шины, полученной способом электролитического осаждения меди на медную подложку с уложенными на нее сверхпроводящими ниобий-циркониевыми проволоками. Его внутренний диаметр (по обмотке) равен 35 см, наружный — 70 см, высота — 27 см. На рис. 73 показан общий вид соленоида.

5. Изготовлен и испытан большой гелиевый криостат диаметром 800 мм. Разработан экспериментальный двухцилиндровый гелиевый детандер. Выполнен рабочий макет секции кольцевого трона (совместно с ОНМУ).

Работа синхрофазотрона

В 1969 году синхрофазотрон отработал на эксперимент в заданных режимах 3942 часа, что составляет 85,9% от запланированно-

го времени работы ускорителя. Из них использовано на проведение физических исследований 3125 часов и на совершенствование систем синхрофазотрона 817 часов.

Усовершенствование синхрофазотрона

1. Для системы быстрого (до 100 мсек) вывода протонов из ускорителя в 1969 году закончено сооружение голов-

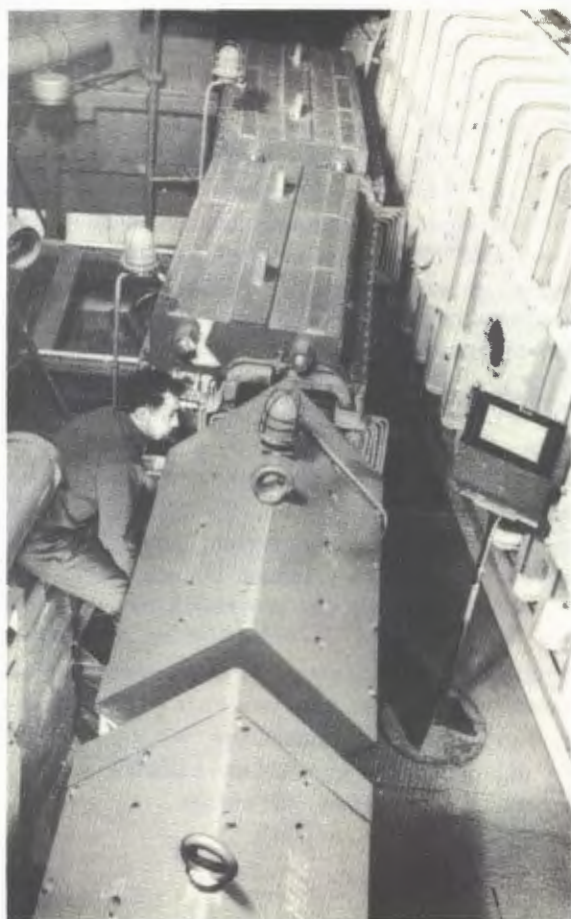


Рис. 74. Головная часть канала транспортировки пучка протонов, полученного с помощью системы быстрого вывода на синхрофазотроне.

Рис. 75. Фотография первого изображения пучка протонов (в пределах зала ускорителя), выведенного из синхрофазотрона с помощью системы быстрого вывода.

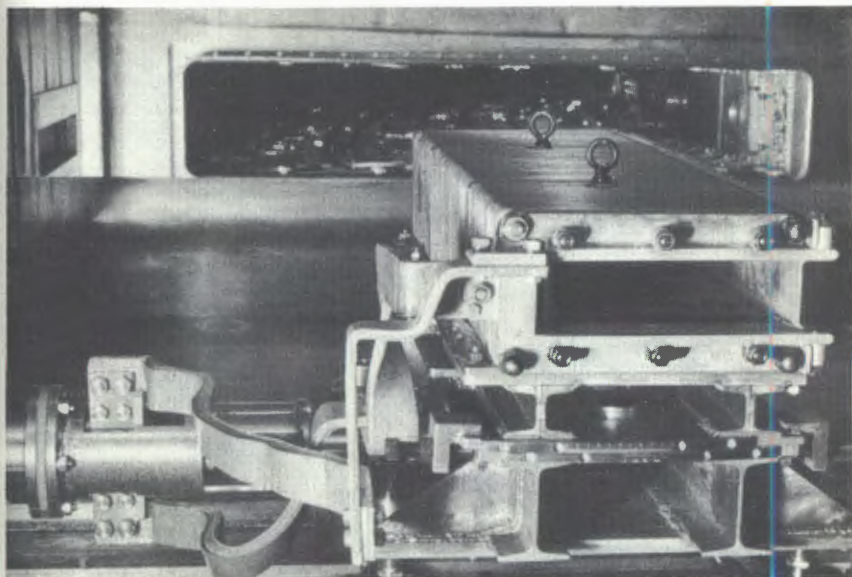


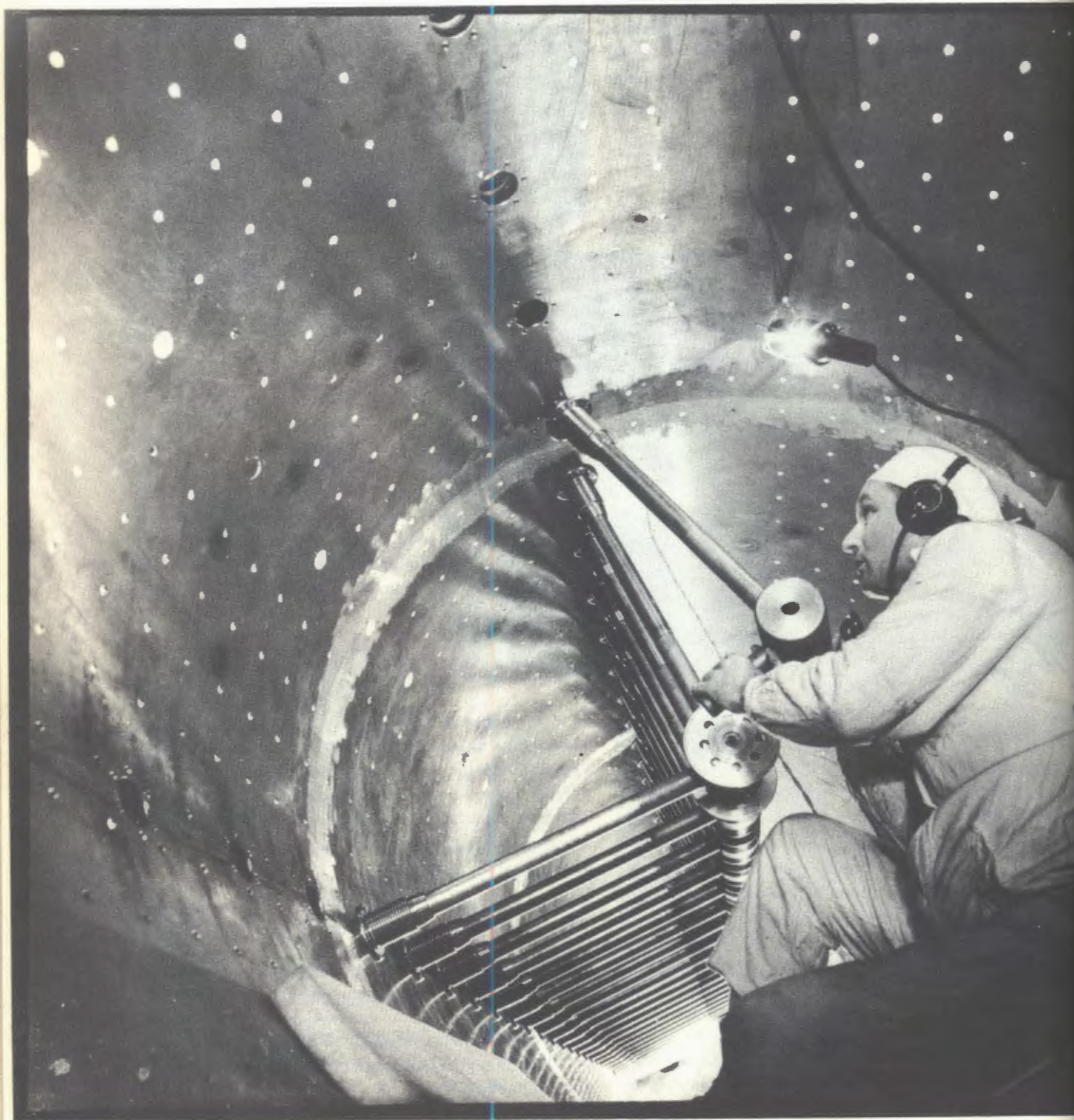
Рис. 76. Макет формагнита системы медленного вывода пучка из синхрофазотрона.

ной части канала транспортировки пучка (рис. 74) и получено его первое изображение в пределах зала ускорителя, размеры изображения по горизонтали 2 см, по вертикали 1,5 см. Фотография пучка приведена на рис. 75.

2. Для осуществления медленного вывода (100–200 мсек) выполнен расчет системы с двумя внутренними выводными магнитами и устройством фокусировки. Спроектирован и изготовлен макет первого внутреннего магнита (формагнита), изображенный на рис. 76. Он смонтирован в камере ускорителя совместно с созданным в ЛВЭ механизмом перемещения. Закончена разработка выводных внутренних магнитов и коробок прямолинейных секций ускорителя.

3. Инжектор ЛУ-20. Начат монтаж оборудования форинжектора. Выполнены измерения частотных характеристик изготовленного в ЛВЭ резонатора с ускоряющей системой, которые показали совпадение с высокой точностью экспериментальных результатов с расчетными (рис. 77).

4. Ускорение дейтронов. Велись работы по использованию для ускорения дейтронов действующего в настоящее время инжектора. Получен дейтронный ток на входе в камеру синхрофазотрона порядка 1200 мка в импульсе, примерно равный ионному току в протонном варианте.



5. Система наблюдения и измерения параметров пучка, инжектируемого в линейный ускоритель и в камеру синхрофазотрона, разработана, изготовлена и сдана в эксплуатацию. Эта система измеряет параметры пучка, не нарушая режима работы ускорителя. Узлы схемы изображены на рис. 78.

Рис. 78. Общий вид датчиков и электронных блоков системы бесконтактного измерения тока пучка, инжектируемого в линейный ускоритель и в камеру синхрофазотрона.

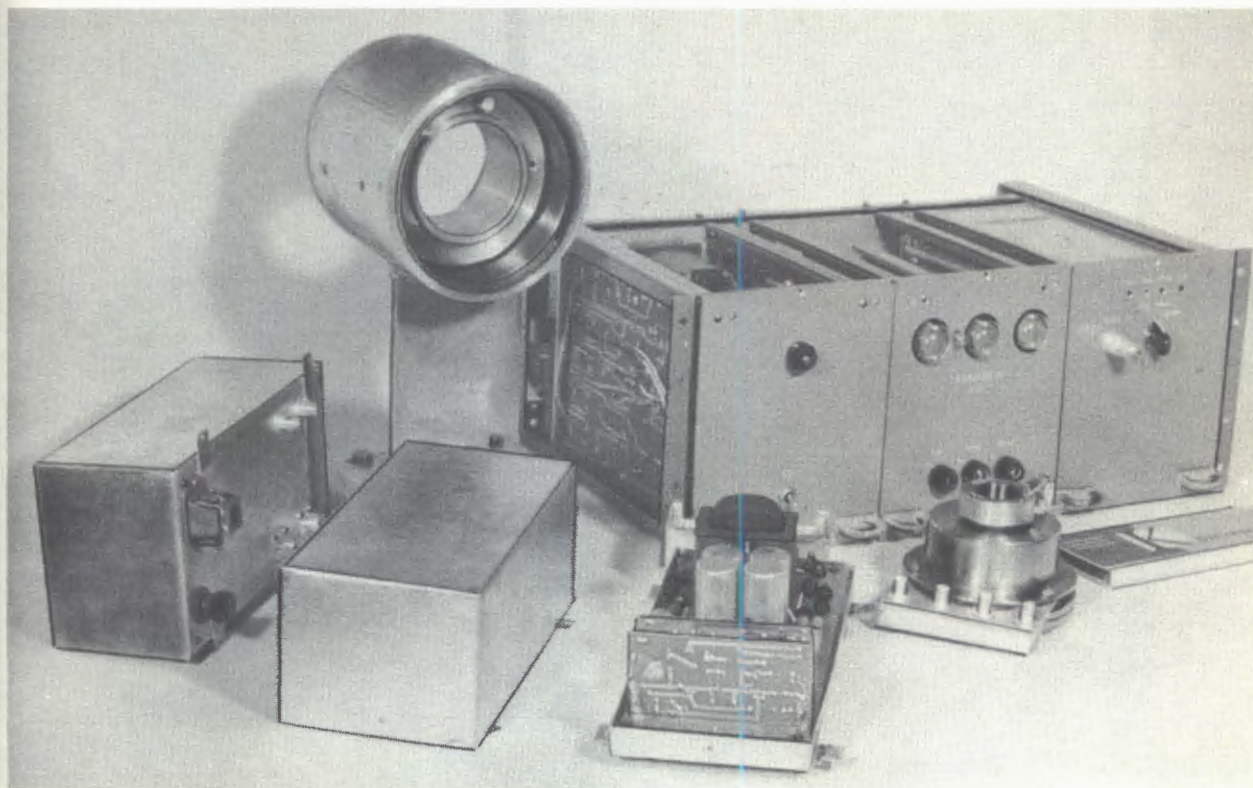
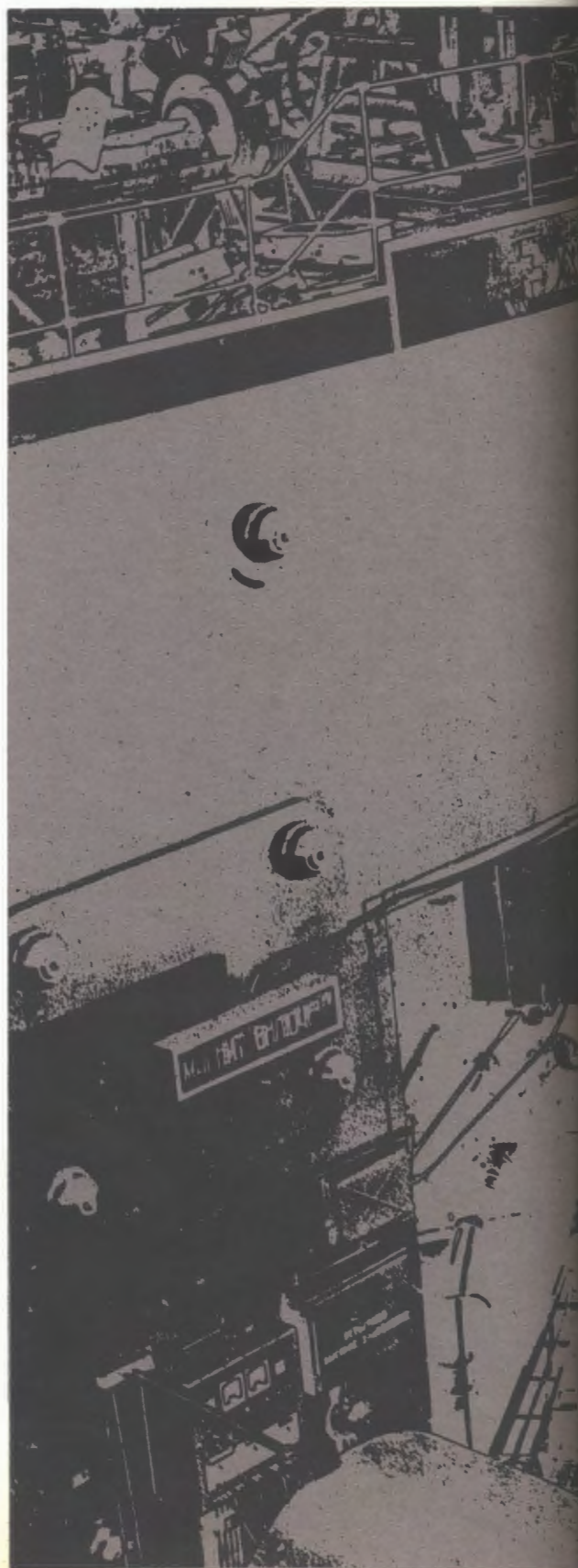
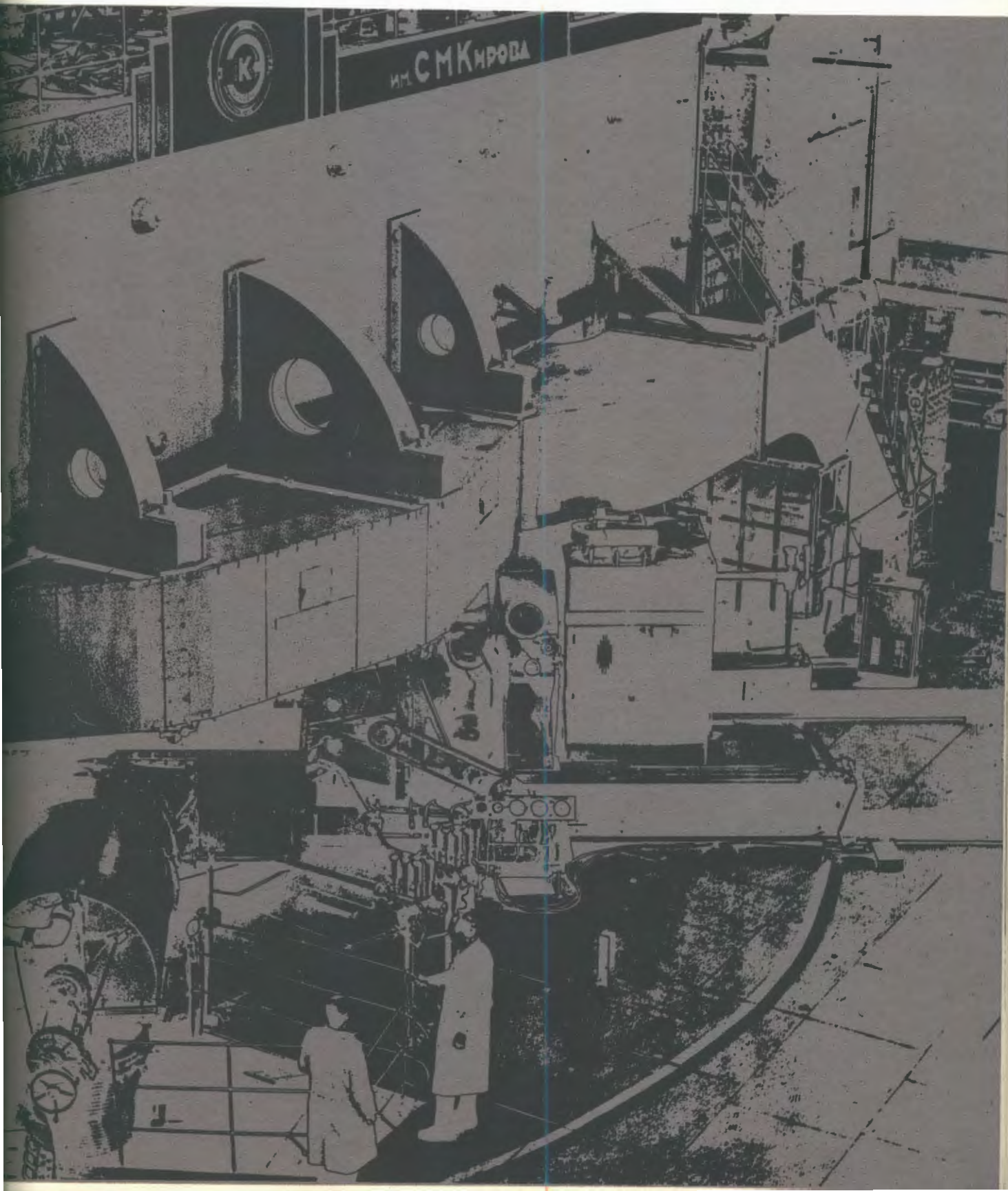


Рис. 77. Установка трубок дрейфа в линейном ускорителе на 20 Мэв, создаваемом в качестве инжектора для синхрофазотрона.

Лаборатория
ядерных
проблем





Развитие новых методов исследования.

Электроника.

Автоматизация эксперимента

1. Влияние ультразвуковых колебаний на формирование треков частиц в жидком водороде. Впервые удалось получить фотографии треков частиц в водородной пузырьковой камере, в которой расширение осуществлялось путем комбинации обычной техники и новой техники с использованием ультразвука. Исследования проводились в 25-сантиметровой жидководородной пузырьковой камере. В качестве излучателя использовалась цилиндрическая фокусирующая система из секционированной керамики титаната бария, излучающая ультразвуковые колебания на частоте 14,0 кгц. Возбуждение ультразвукового поля в рабочем объеме камеры,

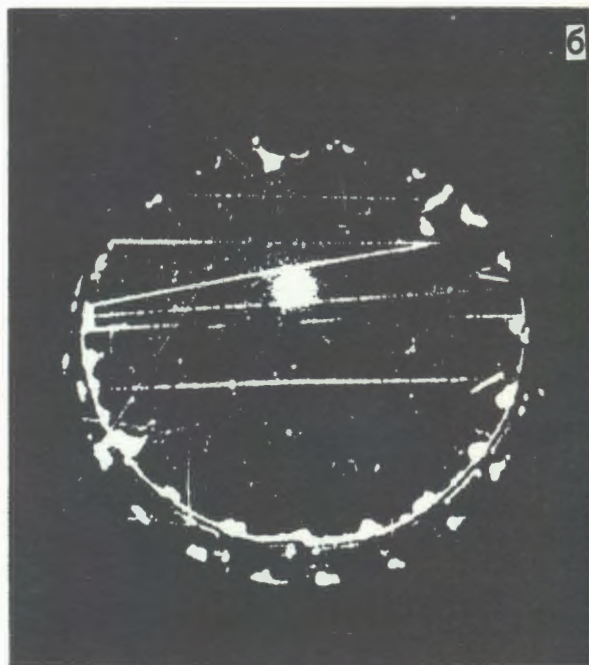
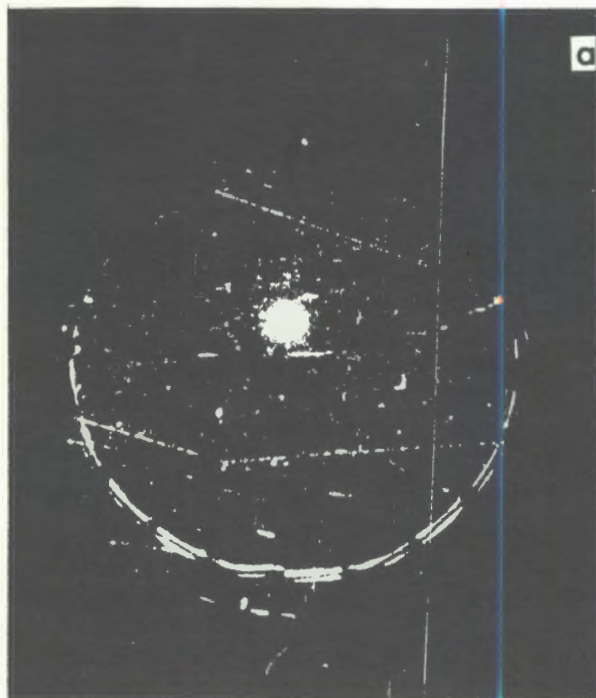


Рис. 79. Фотографии треков π^- -мезонов с энергией 340 Мэв в жидководородной пузырьковой камере, в которой расширение осуществлялось комбинацией обычной техники и техники с использованием ультразвука.

А. Снимок рабочего объема камеры, находящегося на пороге чувствительности за счет обычного расширения. **Б.** Снимок в режиме работающего ультразвукового излучателя.

находящейся на пороге чувствительности за счет обычного расширения, обеспечило формирование пузырьков по треку частиц во всем объеме камеры.

Полученный результат указывает на принципиальную возможность полной замены расширительного устройства жидководородной пузырьковой камеры ультразвуковой колебатель-

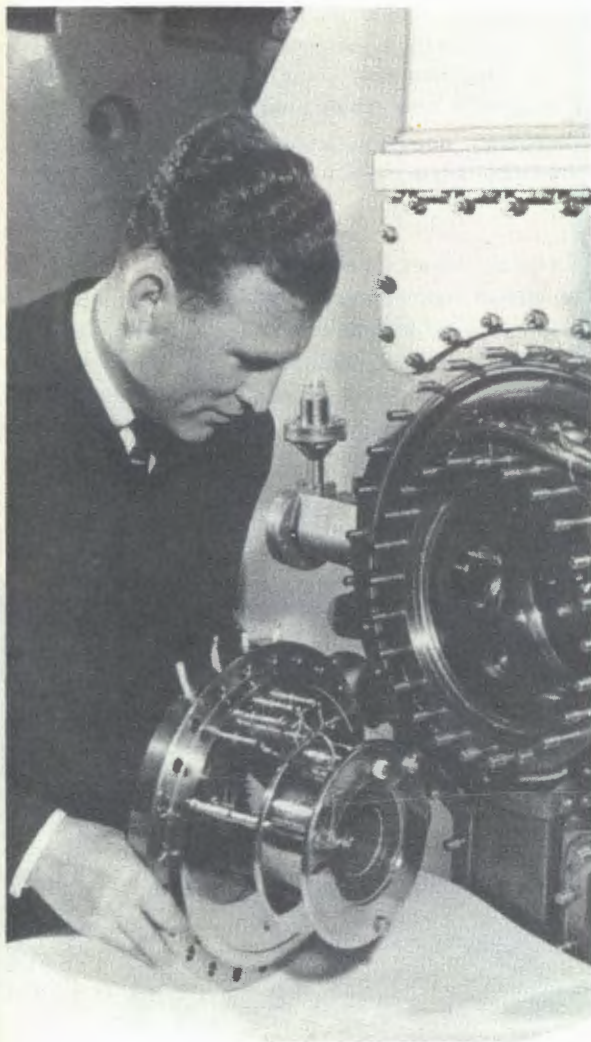
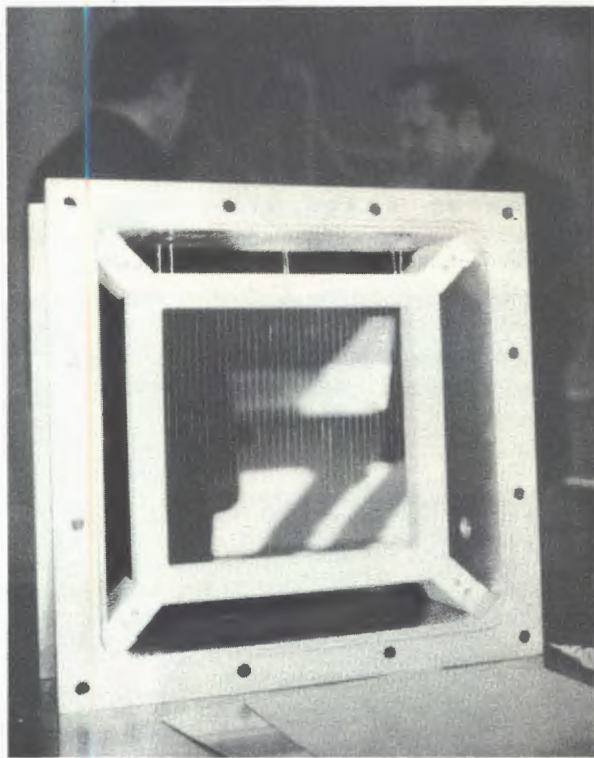


Рис. 80. Ультразвуковой излучатель.

Рис. 81. В Лаборатории ядерных проблем разработан счетчик частиц нового типа - многонитяной пропорциональный счетчик для измерения координат пролетающих частиц. На снимке - один из координатных счетчиков, создаваемых в лаборатории.



ной системой. Это исследование выполнено в тесном сотрудничестве с Акустическим институтом АН СССР.

2. Координатный пропорциональный счетчик. Разработан новый тип счетчика частиц - многонитяной пропорциональный счетчик размерами $30 \times 30 \text{ см}^2$, предназначенный для измерения координат треков заряженных частиц. Его конструкция позволяет снимать информацию о координате трека с единой проволоки, имеющей большое удельное сопротивление и натя-

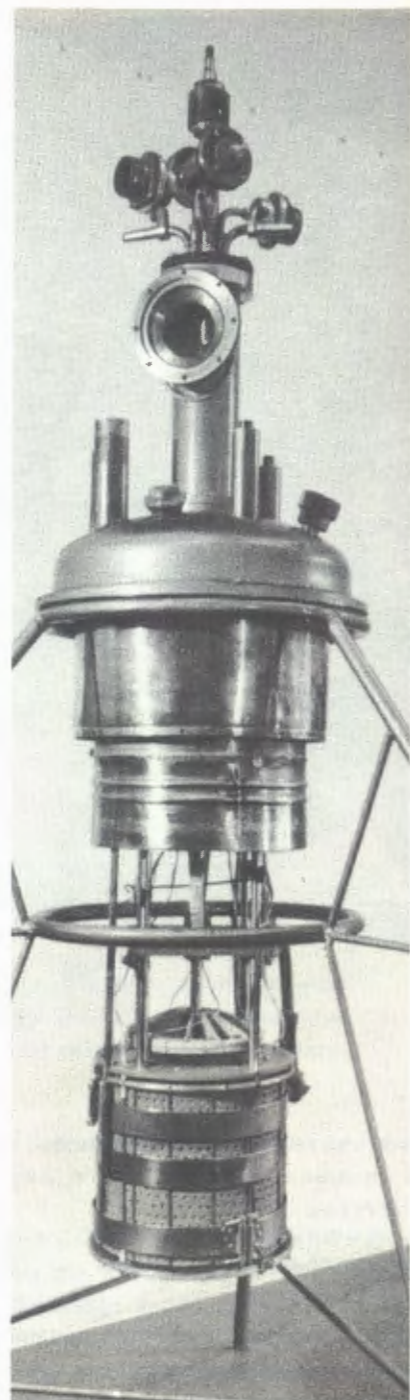
нутой зигзагообразно по всей рабочей площади счетчика. Это дает возможность избежать ряда осложнений, характерных для счетчиков со многими отдельными нитями. На выходе счетчика используются усилители тока с малым входным сопротивлением.

3. Новая система расширения жидководородной камеры. Создана и испытана система расширения, основанная на электродинамическом принципе с использованием импульсной катушки из сверхпроводника,



Рис. 82. Семинар в Институте физики высоких энергий (Серпухов). С сообщением об исследованиях по разработке в ОИЯИ координатных пропорциональных счетчиков на семинаре выступил В.Г. Зинов.

Рис. 83. Электродинамический привод расширительного устройства для пузырьковой камеры с использованием импульсной катушки из сверхпроводника.



работающей в рассеянном поле сверхпроводящего соленоида. С помощью такой системы может быть осуществлен резонансный режим работы камеры и во много раз уменьшены потери энергии в узлах привода, имеющие место в расширительных системах обычного типа.

4. Новый метод измерения энергии частиц. Предложен и исследован метод измерения энергии гамма-квантов и электронов высоких энергий по интенсивности вторичных электронов в максимуме электронно-фотонного ливня, отличающийся простотой и позволяющий осуществить одновременное измерение энергии нескольких гамма-квантов, разлетающихся под малыми углами.

5. Масс-сепаратор. Осуществлен запуск масс-сепаратора, предназначенного для разделения короткоживущих изотопов. Получены пучки разделенных изотопов ксенона.

6. Развитие центра накопления и обработки экспериментальной информации. Введена в опытную эксплуатацию система прямой связи центра с ЭВМ "Минск-22" по кабелю, и завершены подготовительные работы по наладке системы обратной связи и многомерного анализа, которая позволяет одновременно осуществлять амплитудный анализ от восьми детекторов.

7. Полуавтоматическая установка для просмотра и обмера снимков с искровых

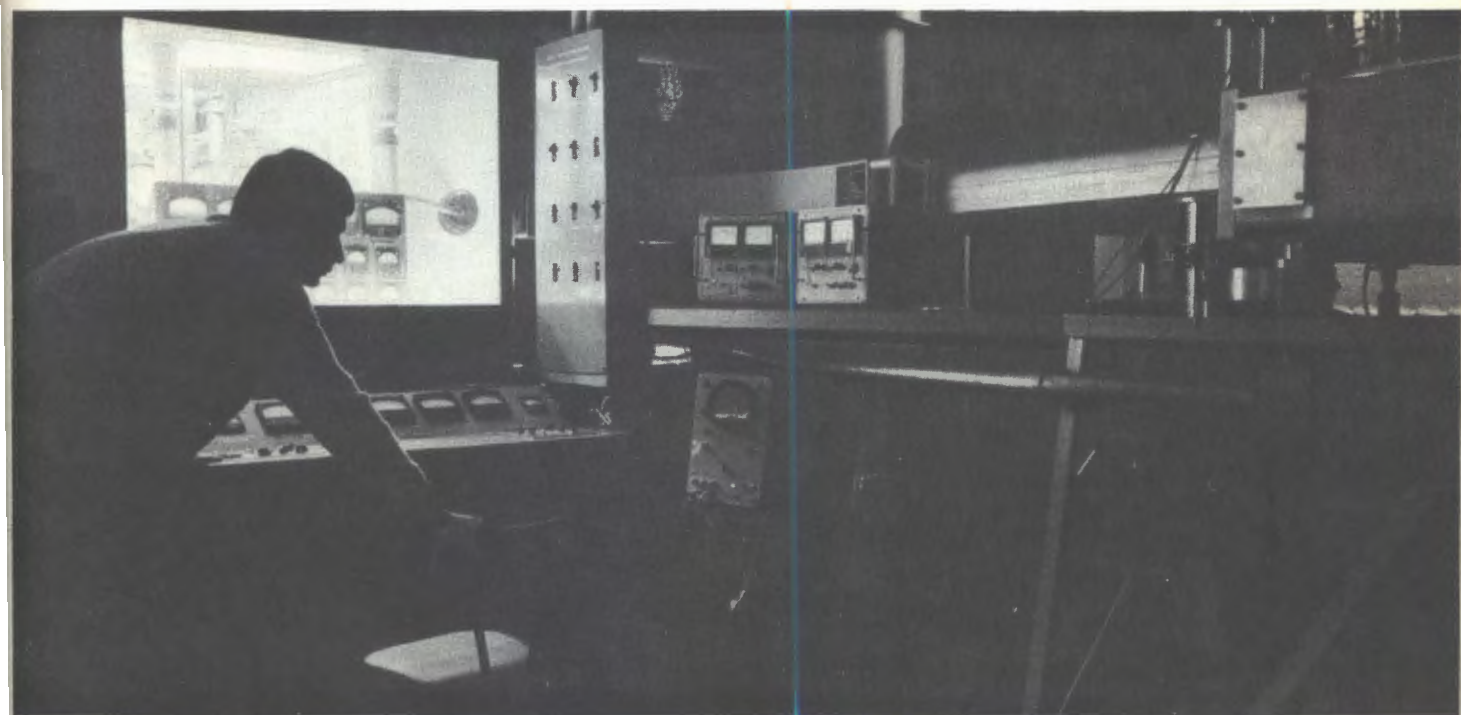


Рис. 84. Масс-сепаратор для разделения короткоживущих изотопов в экспериментах, проводимых на синхротроне.



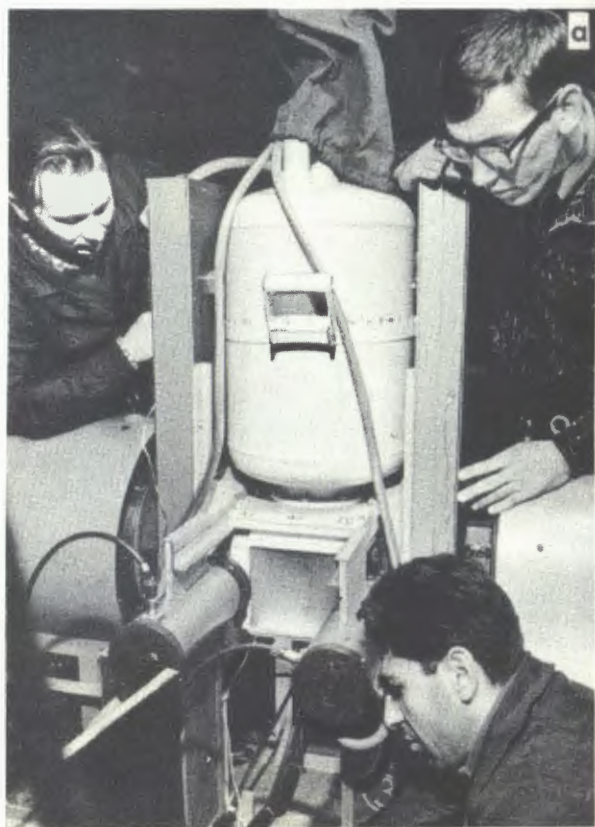
Рис. 85. Просмотровый стол для обработки снимков с искровых камер. Размеры экрана $1050 \times 750 \text{ мм}^2$. Прибор позволяет обрабатывать неперфорированную фотопленку шириной 35 мм с увеличением $\times 20$. Отсчетное устройство дает возможность измерять координаты с помощью фотодатчиков.

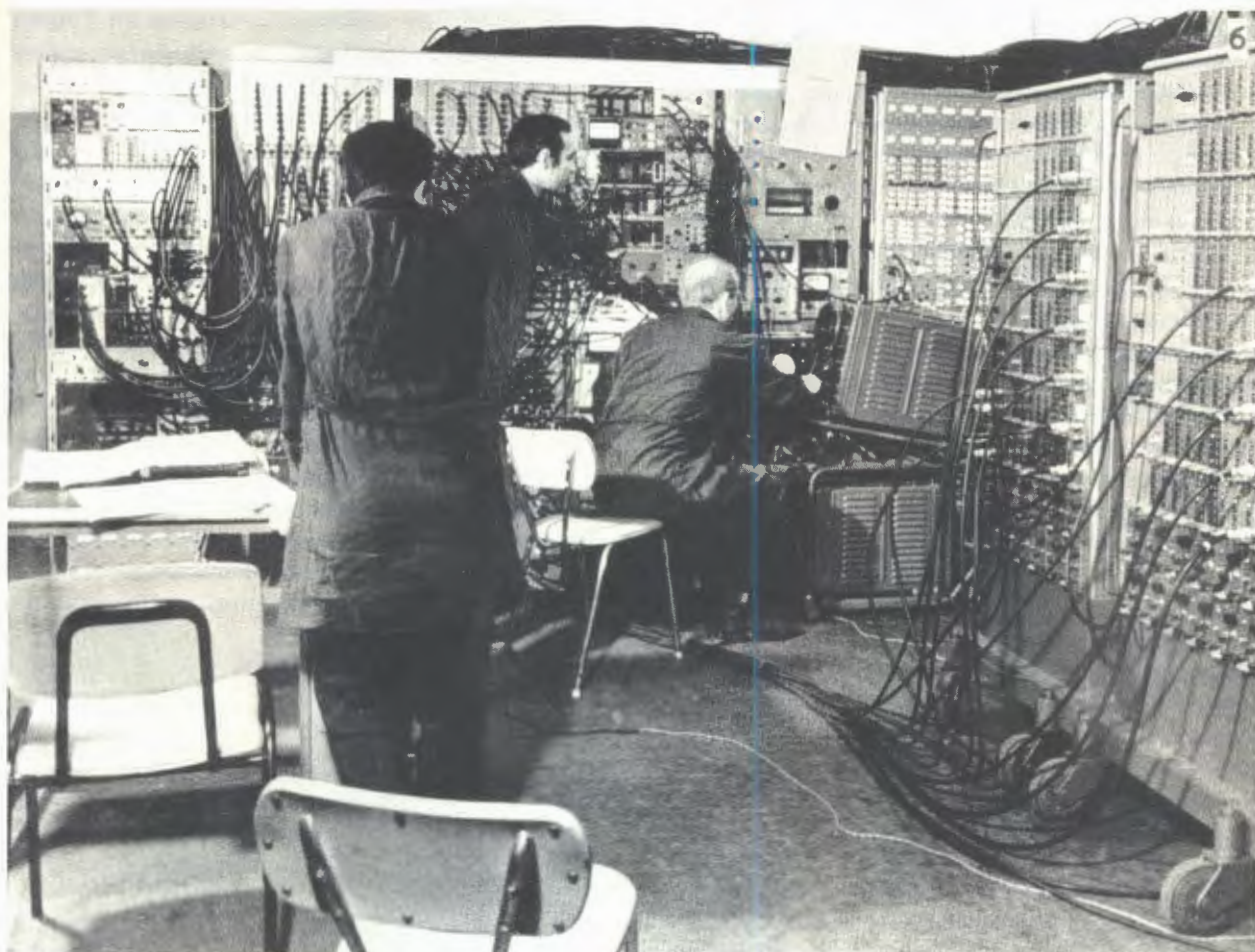
камер с выводом информации на перфоленту создана и сдана в эксплуатацию.

8. Измерение профиля пучков частиц. Сконструирована система для измерения профиля пучков синхроциклотрона с помощью проволочной искровой камеры с ферритовыми кольцами. Завершена разработка системы съема информации.

9. Связь ЭВМ "Минск-2" с внешними системами. Изготовлена и введена в эксплуатацию усовершенствованная стойка связи

Рис. 86 а. Подготовка установки для эксперимента по изучению процесса, обратного электророждению пи-мезона. Слева направо: А.В. Демьянов, Г.Г. Мкртчян, А.Ф. Федунов.
б. Электронная регистрирующая аппаратура установки. На снимке: Л.Л. Неменов, А.В. Купцов.





ЭВМ "Минск-2" с внешними многоканальными системами. Проведены всесторонние испытания системы с Ge(Li) -детекторами для прецизионных измерений энергии гамма-квантов и конверсионных электронов.

10. Стандартные электронные схемы. Разработана структура новой системы наносекундных электронных блоков, которая должна обеспечить надежность аппаратуры при минимальной предварительной настройке. Изготовлен и испытан опытный образец входного формирователя и пересчетная система на 100 Мгц.

Крупные экспериментальные установки для исследований на ускорителе 70 ГэВ ИФВЭ

1. Магнитный искровой спектрометр. Отработана на моделях большая часть узлов спектрометра. Изготовлены высоковольтные генераторы для импульсного питания искровых камер спектрометра. Изготовлена и отлажена на пучке частиц электроника для системы запуска искрового спектрометра. Отработана система контроля состава газа в камерах

и система непрерывной очистки газа в спектрометре. Подготовлен технический проект фотограмметрических камер. Созданы электронные устройства для управления системой измерения магнитного поля и вывода информации. Магнит спектрометра находится в стадии изготовления.

2. Проект многокубовой жидководородной камеры. Выдано задание проектным организациям на разработку технико-экономического обоснования на 4-метровую жидководородную камеру в соленоиде из сверхпроводника. Продолжалось конструирование ряда наиболее ответственных узлов камеры, таких, как расширительная система, светооптические устройства. Ведется отработка узлов 80-сантиметровой модели многокубовой камеры. Разработана и освоена технология изготовления из стеклопластиков подвижных элементов расширительного устройства. Изготовлены опытные образцы тороидальных сильфонов. Созданы криостаты для 40-сантиметрового магнита-солеоида. Завершены исследования поведения светоотражающих материалов на основе скотчлайта. Проведены испытания кольцевых импульсных ламп. Заканчивается разработка предприятием Карл Цейсс Иена (ГДР) оптики для камеры. Выполнены рабочие чертежи безвибрационного пневмогидравлического привода расширительной системы. Сделана модель электродинамической системы расширения камеры.

3. Подготовка эксперимента по поиску тяжелых частиц и антиядер. В основном завершено испытание комплекса

аппаратуры на пучке ускорителя 25 Гэв/с. Проводится отладка системы работы аппаратуры на линии с ЭВМ.

4. Подготовка эксперимента по поиску монополя Дирака. Основная аппаратура установки находится в стадии изготовления и испытаний. Проведены предварительные эксперименты на ускорителе 76 Гэв в ИФВЭ, которые показали, что по фоновым условиям поиск монополя Дирака можно проводить в области магнитных зарядов $\rho_m > 10e$.

5. Подготовка эксперимента по измерению поляризации и параметров A и R в pr -рассеянии при энергии 60 Гэв. Составлено физическое обоснование эксперимента, выработаны требования к веществу для создания поляризованной ми-



Рис. 87. Ученые ОИЯИ и ИФВЭ совместно готовят эксперимент по исследованию интерференции нейтральных K -мезонов на ускорителе 76 Гэв. В опытах будет использован новый метод определения энергии γ -квантов высоких энергий по интенсивности вторичных электронов в максимуме электронно-фотонного ливня, предложенный в ОИЯИ. На снимке: А.А. Тяпкина (ОИЯИ), К. Мествиришвили и А.Ф. Дунайцев (ИФВЭ).

шени с большим содержанием водорода. Подготовлена аппаратура для проведения опыта по поляризации кристалла LMN при сверхнизких температурах, достигнутых в Лаборатории ядерных проблем на основе разработанного метода получения сверхнизких температур путем растворения ^3He в ^4He .

Разработки в области ускорителей

1. Проект сильноточного фазотрона на 700 Мэв. Продолжались работы по созданию малой "мезонной фабрики" путем реконструкции синхроциклотрона в сильноточный фазотрон на энергию 700 Мэв. Завершен второй этап моделирования магнитного поля установки, предусмотрено изменение среднего

магнитного поля на конечных радиусах в соответствии с требованиями системы вывода пучка. Проведены экспериментальные исследования механических усилий, действующих на систему спиральных шимм в магнитном поле. Закончена сборка макета высокочастотной системы ускорителя (без вариатора). Измерены основные параметры ВЧ системы. Выполнен расчет особенностей фазового движения ионов в фазотроне с растущим по радиусу магнитным полем. Завершено составление технического проекта установки "Ф".

2. Проект моноэнергетического циклотрона. Совместно с проектными организациями составлено технико-экономическое обоснование проекта моноэнергетического циклотрона. Выполнено моделирование наиболее ответственных узлов установки - высокочастотной системы и секции магнита ускорителя.



Рис. 88. Для исследований, связанных с созданием новых ускорителей, в Лаборатории ядерных проблем создан ряд прецизионных приборов для измерения магнитных полей. На снимке: С.А. Ивашкевич, Ю.Н. Денисов, П.Т. Шишляников.

Разработана модель системы, предназначенная для проверки допусков по стабилизации амплитуды высокочастотного напряжения и фазировки основных и дополнительных электродов. Модель изготавливается в ЦЭМе ОИЯИ.

3. Система инжекции. Экспериментально осуществлена внешняя инжекция электронного пучка в кольцевую электронную модель протонного релятивистского циклотрона с жесткой фокусировкой. Получен предельный ток 400 мка, соответствующий по эффекту поперечного пространственного заряда протонному току в 150 миллиампер. Выполнены работы по регистрации электронного пучка.

4. Фазотронный режим на циклотронах. В исследовании на модели циклотрона с пространственной вариацией магнитного поля выполнен цикл расчетов по созданию фазотронного режима ускорения на циклотронах типа У-120 при увеличении предельной энергии протонов до 50 Мэв.

Эксплуатация синхроциклотрона

Показатели работы синхроциклотрона в 1969 году

Показатель	С 1 января по 31 декабря, часы	%
1. Запланированное время работы, в том числе:		
а) на экспериментальные исследования по физике	6135	87
б) на работы по повышению интенсивности ускорителя	59	1

Показатель	С 1 января по 31 декабря, часы	%
в) на подготовку к эксперименту физической аппаратуры и технологическую подготовку ускорителя	751	11
г) на эксплуатационные простои	74	1
2. Работа мезонного тракта	2718	
3. Работа системы растяжки пучка, средняя интенсивность 2,3 мка	2738	

Усовершенствование синхроциклотрона

1. Вывод протонов. Завершен расчет магнитного канала с сильной фокусировкой, нелинейного регенератора и поворотного устройства новой системы вывода протонов из ускорителя. Найдено, что коэффициент вывода может достигать 50% (без учета нелинейности распределения магнитного поля по вертикали). Выполнено моделирование секций канала, регенератора и поворотного устройства. Подготовлены рабочие чертежи канала и в основном изготовлена новая система вывода.

2. Растяжка пучка. Разработан и испытан экспериментальный вариант схемы питания и управления новой системы растяжки протонного пучка ускорителя, позволившей в два раза увеличить длительность растянутого пучка.

ка (до 7 миллисекунд) при сохранении его средней интенсивности. Растянутый пучок не имеет микроструктуры, обусловленной действием высокой частоты. Кратковременное увеличение тока в системе растяжки увеличивало интенсивность в 1,3 раза. Введение новой системы растяжки пучка позволит сократить время набора статистики в экспериментах и уменьшить ошибки, вызванные фоном случайных событий.

3. Модернизированы узлы охлаждения высокочастотного генератора и проходного изолятора фидера. Разработаны и проходят испытания блоки импульсного управления и сеточный модулятор амплитудной коррекции для комплексного перевода всей системы управления на полупроводниковые приборы, обеспечивающие большую стабильность и надежность работы синхроциклотрона.

Лаборатория ядерных реакций

Электромагнитный масс-сепаратор

на пучке тяжелых ионов (ЭМСНАПТИ)

Проводилась подготовка ЭМСНАПТИ к опытам по синтезу и изучению свойств радиоактивного распада нейтроноизбыточных изотопов легких ядер. Разрешающая способность установки ≈ 500 позволяет проводить надежную идентификацию массового числа изотопа, быстрота ее действия составляет несколько миллисекунд. В масс-сепараторе предполагается использовать толстую мишень, что позволит значительно увеличить выход изотопов. Велась также работа по дальнейшему усовершенствованию ионного источника для ЭМСНАПТИ и по уменьшению фона в установке. Усовершенствованный вариант источника использовался для электромагнитной сепарации продуктов ядерных реакций в широком диапазоне, который включает в себя как газообразные, так и труднолетучие элементы.

Магнитный анализатор с телескопом из тонкого и толстого полупроводниковых детекторов в фокальной плоскости

Предложен новый метод идентификации продуктов ядерных реакций с тяжелыми ионами, представляющий собой комбинацию методов магнитного анализа и $\frac{dE}{dx} \times E$. Новый метод позволяет устранить неоднозначность идентификации, обусловленную наличием нескольких зарядовых состояний частиц (рис. 89).

Магнитный анализатор с однородным полем и двойной фокусировкой имеет следующие основные параметры: радиус поворота 1,26 м, угол отклонения 70° , максимальное магнитное поле 18 килогаусс, входной телесный угол $3 \cdot 10^{-3}$ стерад, дисперсия по импуль-

су 1%, разрешающая способность по импульсу (источник с $r = 5$ мм) 0,3%. Тонкие полупроводниковые детекторы, используемые в телескопе, имеют толщину несколько десятков микрон, рабочую площадь от 1 до 5 см² и разрешение до 3%.

Разработка

НОВЫХ

ИОННЫХ ИСТОЧНИКОВ

Продолжалась разработка ионных источников для получения многозарядных ионов кальция и цинка. Созданы источники двух типов:



Рис. 91. Сверхвысоковакуумный электроннолучевой источник для получения ионов высокой зарядности, разрабатываемый в Лаборатории ядерных реакций. Вверху - В.И. Шербак и Е.Д. Донец.

1) с подачей рабочего вещества методом катодного распыления и 2) с подачей рабочего вещества испарением из тигля. Источники испытаны на стенде и циклотроне. Выведенный пучок ускоренных ионов Zn имеет интенсивность $5 \cdot 10^8$ ионов в секунду.

Продолжалась разработка сверхвысоковакуумного электроннолучевого источника для получения ионов высокой зарядности. В лабораторной установке на выходе электроннолучевого ионного источника при работе с атомами остаточного газа наблюдались ионы C^{5+}, N^{6+}, O^{7+} . В предварительных экспериментах по ионизации золота получены ионы вплоть до ионов Au^{19+} .

Искровой счетчик осколков деления

Разработан многонитевой искровой счетчик осколков деления. Измерена эффективность регистрации осколков деления и α -частиц для различных смесей газов на основе He , Ne , Ar , Kr , Xe и N_2 . Показано, что для целого ряда смесей газов (например, $1,5\% N_2 + 98,5\% He$; $0,5\% Xe +$

$+99,5\% He$; $10\% Xe + 90\% N_2$ и др.) можно достигнуть эффективности регистрации осколков до 50% и в то же время эффективность регистрации α -частиц не будет превышать $10^{-10}\%$. Это позволит уверенно работать при сильном фоне α -излучения (до $10^9 \frac{\alpha\text{-частиц}}{\text{сек}}$). Измерялось также разрезающее время для тех же смесей газов и было показано, что оно сильно меняется в зависимости от состава смеси (от 10 нсек для чистого N_2 до 150 нсек для смеси $0,5\% Xe + 99,5\% He$). Искровой счетчик использовался для регистрации осколков спонтанно делящихся изомеров, образующихся в реакциях с нейтронами и γ -квантами.

Большие пропорциональные счетчики осколков деления

Для регистрации осколков спонтанного деления было изготовлено несколько больших пропорциональных счетчиков. Их корпуса представляли собой тонкостенные алюминиевые или стальные трубы длиной 200 см и диаметром 28 см. Площадь внутренней поверхности счетчика равнялась $1,6 \cdot 10^4$ см². Катодами счетчиков служили полуцилиндрические желоба из алюминиевого сплава. Анодом служили нихромовые нити диаметром 50 мкм, укрепленные на торцовых крышках-изоляторах из оргстекла. В качестве наполнителя использовался метан под давлением 50 мм. рт.ст. Электронная схема обеспечивала дискриминацию импульсов α -частиц от примесей урана и тория и линейно передавала импульсы осколков деления на схему затяжки и далее на самописец. Эффективность регистрации осколков деления равнялась 60% при практически нулевом фоне.

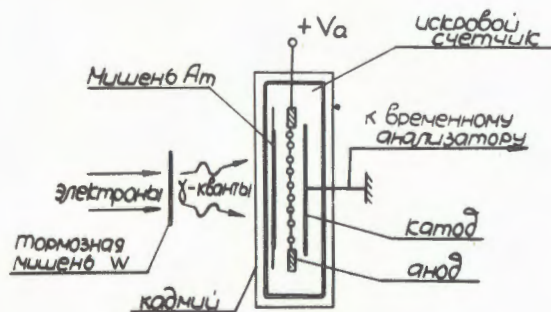


Рис. 92. Схема эксперимента по исследованию образования спонтанно делящихся изомеров в фотоядерных реакциях. В качестве детектора осколков деления служил многонитевой искровой счетчик, наполненный смесью газов N_2 (1,5%) + He (98,5%).

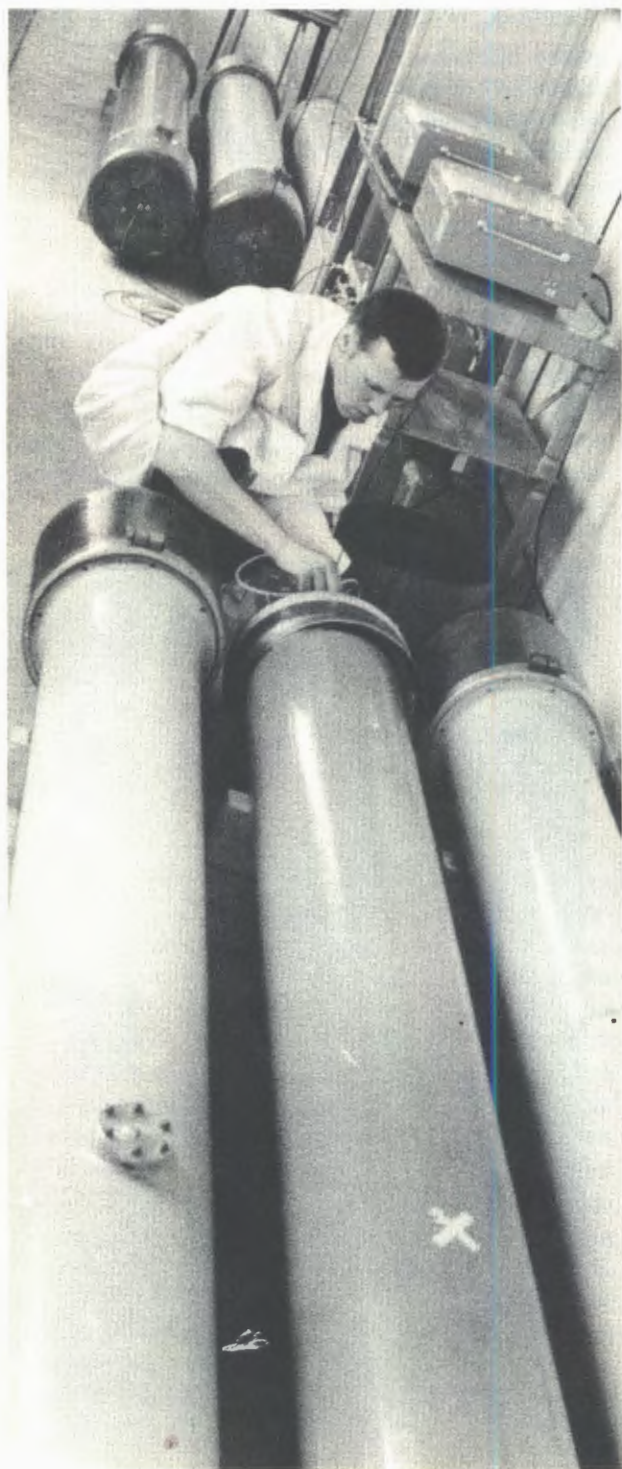


Рис. 93. Большие пропорциональные счетчики, используемые при поисках сверхтяжелых элементов в природе. На снимке: Н.К. Скобелев.

Рис. 94. Внешний вид детекторов нейтронов с электронной аппаратурой. На снимке: Г.М. Тер-Акопян и М.П. Иванов.



Разработка электронной аппаратуры

Осуществлена модернизация аппаратуры для опытов по 105-ому элементу с параллельной подачей кодов в стойки анализаторов АИ-4096 и МАРС-10. Закончена разработка прецизионного спектрометрического усилителя с применением активного формирования импульсов и универсального предусилителя. Завершены работы по созданию комплекса амплитудных кодировщиков в измерительном центре лаборатории. Изготовлена электронная аппаратура к установкам, предназначенным для поиска спонтанно делящихся сверхтяжелых

элементов. Установлена электронно-вычислительная машина типа ТРА, и начаты подготовка экспериментов на линии с ТРА и моделирование управления ускорителем У-200.

Работа и усовершенствование ускорителей тяжелых ионов

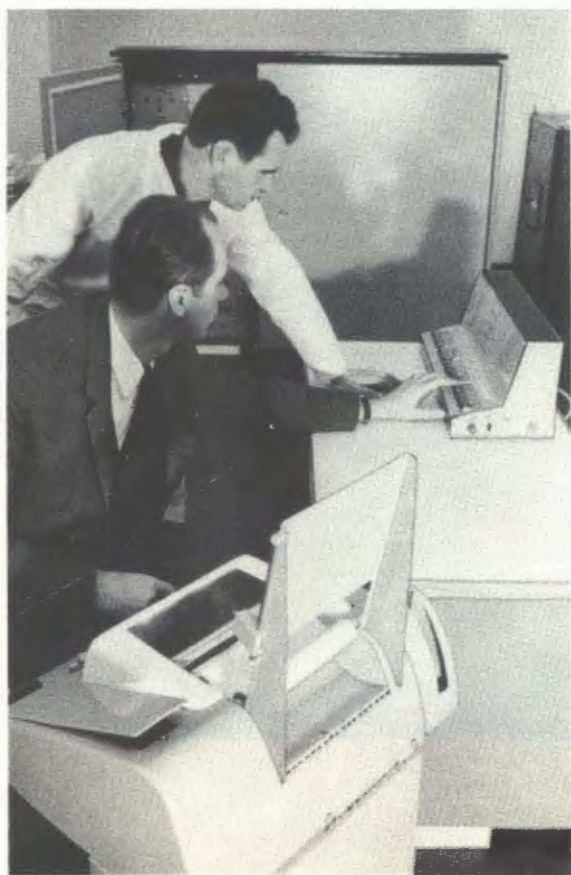
Основные физические эксперименты Лаборатории ядерных реакций велись на ускорителе У-300, время работы которого на физические исследования составило около 7000 часов.

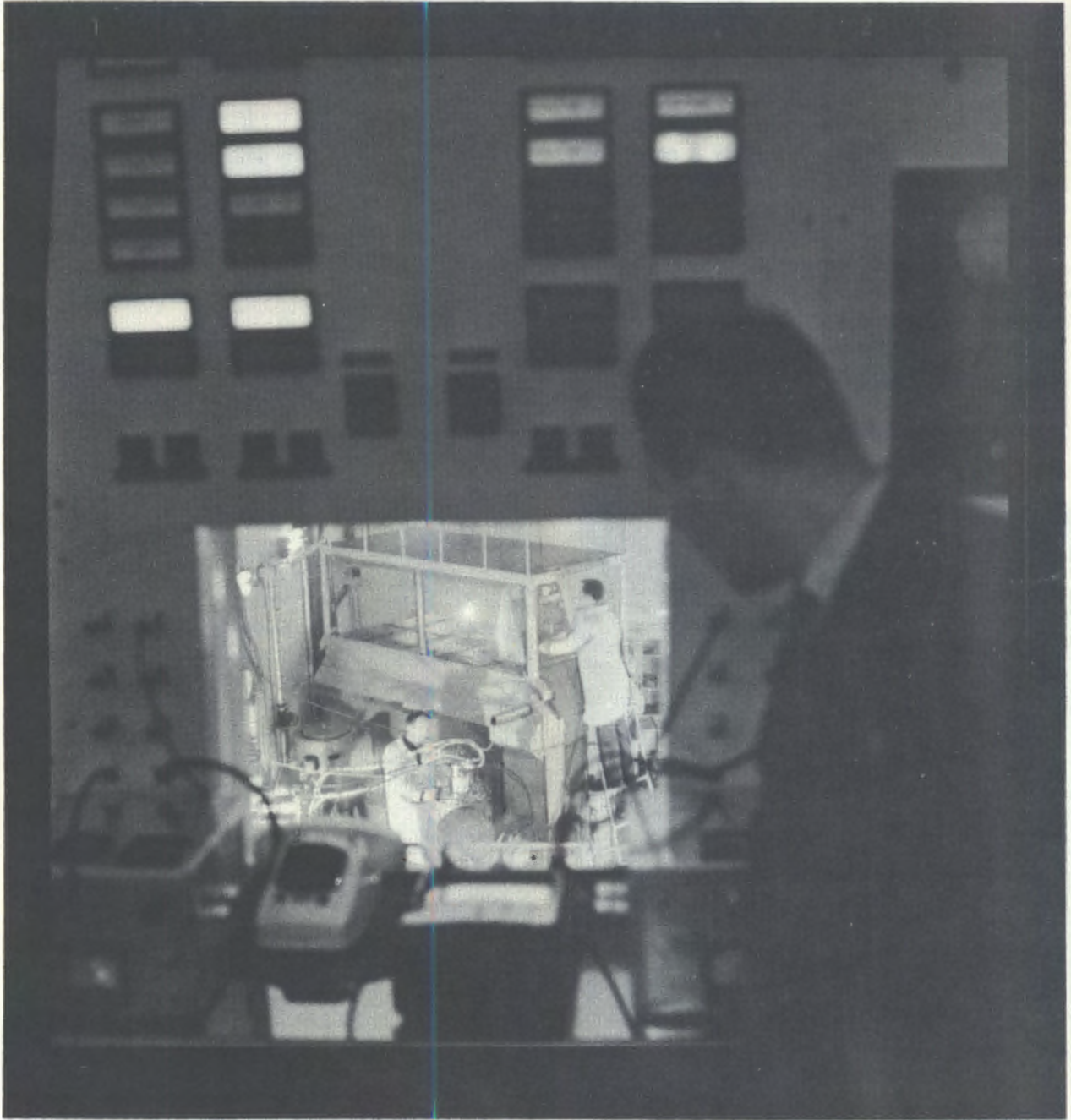
На реконструированном ускорителе У-200 был также проведен ряд физических работ на пучках ^2D , ^4He , ^{12}C , ^{16}O , ^{20}Ne .

Большая часть времени была использована для окончательной наладки ускорителя У-200. Было показано, что сформированное магнитное поле позволяет осуществлять во всем диапазоне радиусов устойчивое изохронное ускорение ионов, для которых $2,8 \leq \frac{A}{Z} \leq 4$. Эффективность прохождения пучка от начального до конечного радиуса составляет 50-70%. Основные параметры пучков ускоренных ионов представлены в следующей таблице:

Тип ионов	Энергия (Мэв)	Интенсивность в импульсе (мкА)
$^2\text{D}^{1+}$	34	200
$^4\text{He}^{1+}$	52	400

Рис. 95. В измерительном центре Лаборатории ядерных реакций установлена малая электронно-вычислительная машина венгерского производства типа ТРА и начата подготовка к экспериментам на линии с ТРА, а также моделированию управления циклотроном У-200. На снимке: у пульта ЭВМ Я. Эре и А.М. Сухов.





Тип ионов	Энергия (Мэв)	Интенсивность в импульсе (мкА)
${}^4\text{He}^{1+}$	39	600
${}^{12}\text{C}^{3+}$	118	300
${}^{12}\text{C}^{4+}$	210	80
${}^{14}\text{N}^{4+}$	280	50
${}^{16}\text{O}^{5+}$	245	50
${}^{20}\text{Ne}^{5+}$	195	50

Данные по интенсивности приведены для работы циклотрона в импульсном режиме со скважностью 3-5.

Для вывода пучка электростатическим методом были спроектированы и изготовлены дефлектор вместе с магнитным каналом. Был получен пучок, коэффициент вывода которого составляет около 25%. Проводятся работы по увеличению коэффициента вывода.

Рис. 96. Запущен масс-сепаратор для разделения стабильных и радиоактивных изотопов. На снимке: вид в смотровое окно с пульта управления.

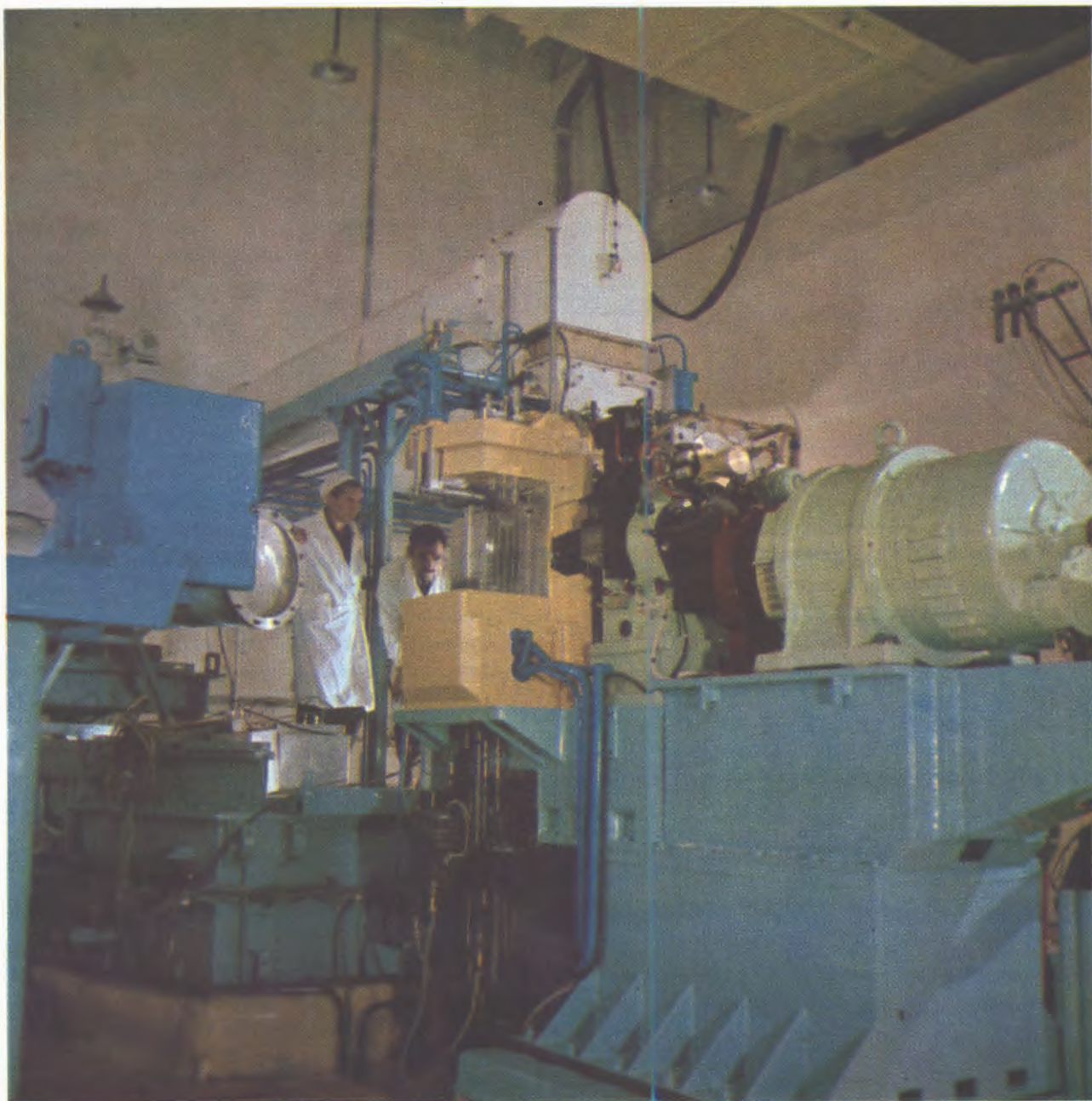
Лаборатория нейтронной физики

Новая физическая аппаратура

1. Фононный спектрометр. На одном из пучков в экспериментальном зале ЛНФ установлен изготовленный в Польской Народной Республике фононный спектрометр, предназначенный для измерений неупругого когерентного рассеяния тепловых нейтронов на образцах - монокристаллах. Спектрометр, работающий по принципу обратной геометрии в методе времени пролета, позволяет проводить измерения одновременно под тремя углами. Конечным результатом будет получение фононных и магнонных дисперсионных соотношений. Ожидаемое разрешение спектрометра $1 \pm 2\%$.
2. Детектор нейтронов с низкой чувствительностью к γ -лучам. Построен новый нейтронный детектор для работ на поляризованном пучке нейтронов. Это сцин-

Рис. 97. Фононный спектрометр для измерений неупругого когерентного рассеяния тепловых нейтронов на монокристаллах установлен на одном из пучков ИБР-30. Прибор изготовлен в Польской Народной Республике. На снимке: Н. Кроо знакомит гостей ОИЯИ - канадских ученых - со спектрометром.





Импульсный реактор на быстрых нейтронах ИБР-30.

гилляционный детектор с большим содержанием бора (в виде метилбората), который имеет объем 200 литров и представляет собой 6 независимых секций в цилиндрической геометрии 4π . Нейтроны детектируются путем регистрации совпадений каскадных γ -квантов захвата в специальном конверторе, помещенном в сквозном цилиндрическом канале детектора на пути пучка. Эффективность регистрации нейтронов около 20%. Эффективность регистрации γ -квантов из пучка - менее 0,1%, так как последние не дают совпадений.

3. Мёссбауэровский спектрометр с излучателем ^{67}Zn . Используемый в существующей установке ЛНФ излучатель ^{67}Fe имеет относительную ширину линии 10^{-13} . Новая установка с ^{67}Zn ставит на службу ядерно-физическому эксперименту наиболее чувствительный излучатель с шириной линии $5 \cdot 10^{-16}$. Применяется новый анализатор, позволяющий вести исследования эффекта Мёссбауэра при скоростях счета с детектора больше 10^7 имп/сек (токовая регистрация импульсов). Анализатор создан на основе МОЗУ на 512 каналов и нового кодировщика, в котором реализован принцип временного анализа флюктуирующего тока, получаемого при интегрировании импульсов с детектора.

Измерительный центр

Осуществлен перевод измерительного центра лаборатории в новое здание. В этом же здании расположена вычислительная машина БЭСМ-4. Основные устройства центра подготовлены к экспериментам на ИБР-30. В настоящее время в состав парка многоканальных анализаторов измерительного центра входят: 4 анализатора на 4096 каналов каждый с возможностью измерения на них временных либо амплитудных спектров, 2 временных ана-

лизатора на 2048 каналов, один 512-канальный амплитудный анализатор, два многомерных анализатора с записью на магнитной ленте. В состав выходных устройств входят: два устройства цифрпечати, графикопостроитель, устройство передачи данных на БЭСМ-4. Сигналы из экспериментальных павильонов поступают на анализаторы через новый входной коммутатор.

Продолжалась модернизация отдельных устройств: в 2048-канальных анализаторах сокращено до 20 мксек время цикла "считывание - запись", осуществлен режим работы анализаторов с большой шириной временных каналов (миллисекунды - секунды), изготовлена стойка "временных ворот".

Создан канал связи с вычислительной машиной БЭСМ-4 Лаборатории нейтронной физики (совместно с Лабораторией вычислительной техники и автоматизации. К машине БЭСМ-4 подключен осциллограф со световым карандашом, и начата его эксплуатация. Выполнены основные работы по изготовлению и наладке системы автоматической обработки на БЭСМ-4 многомерной информации, записанной на магнитной ленте.

Эксплуатация действующих и создание новых установок

1. Реконструкция реактора и инжектора. В 1968 году импульсный реактор ИБР-1 был заменен реактором ИБР-30. В конструкцию нового реактора (в принципе аналогичную конструкции прежнего) внесены некоторые изменения. В новом реакторе подвижный диск имеет вместо одного два вкладыша (две основные подвижные зоны), что существенно улучшило теплосъем. Улучшена механическая конструкция других узлов, позволяющая теперь

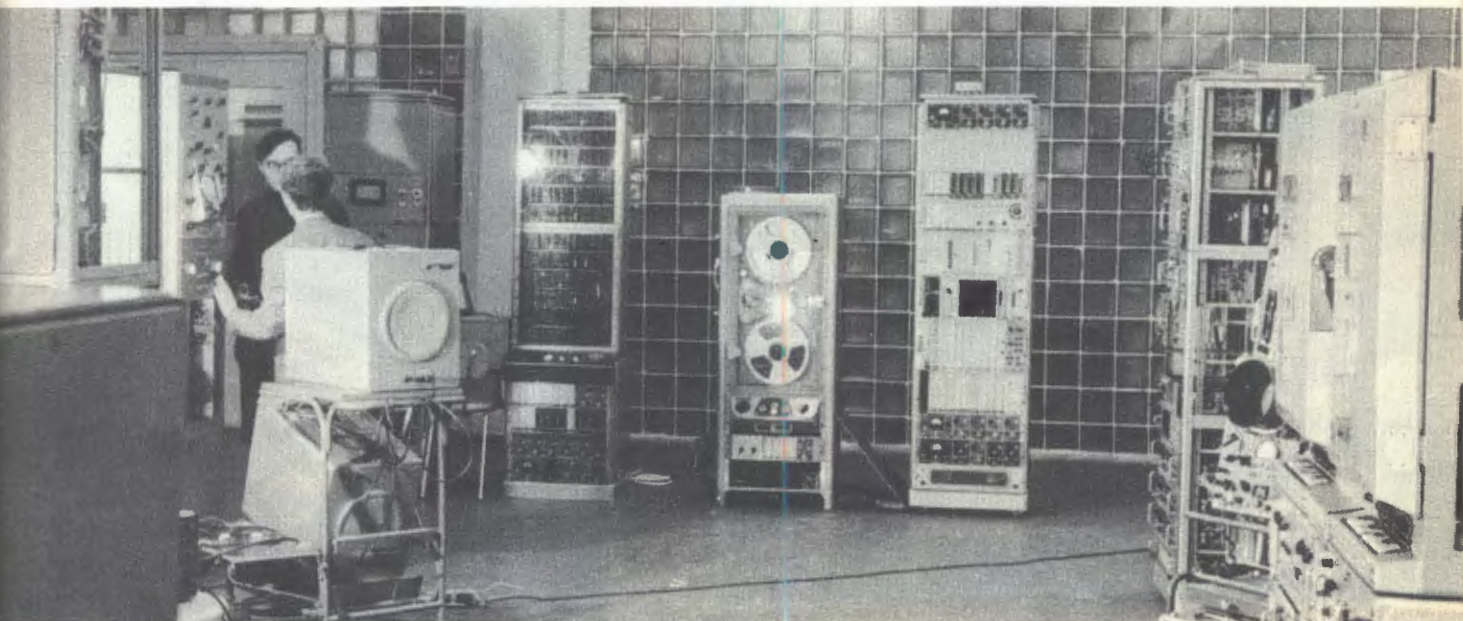
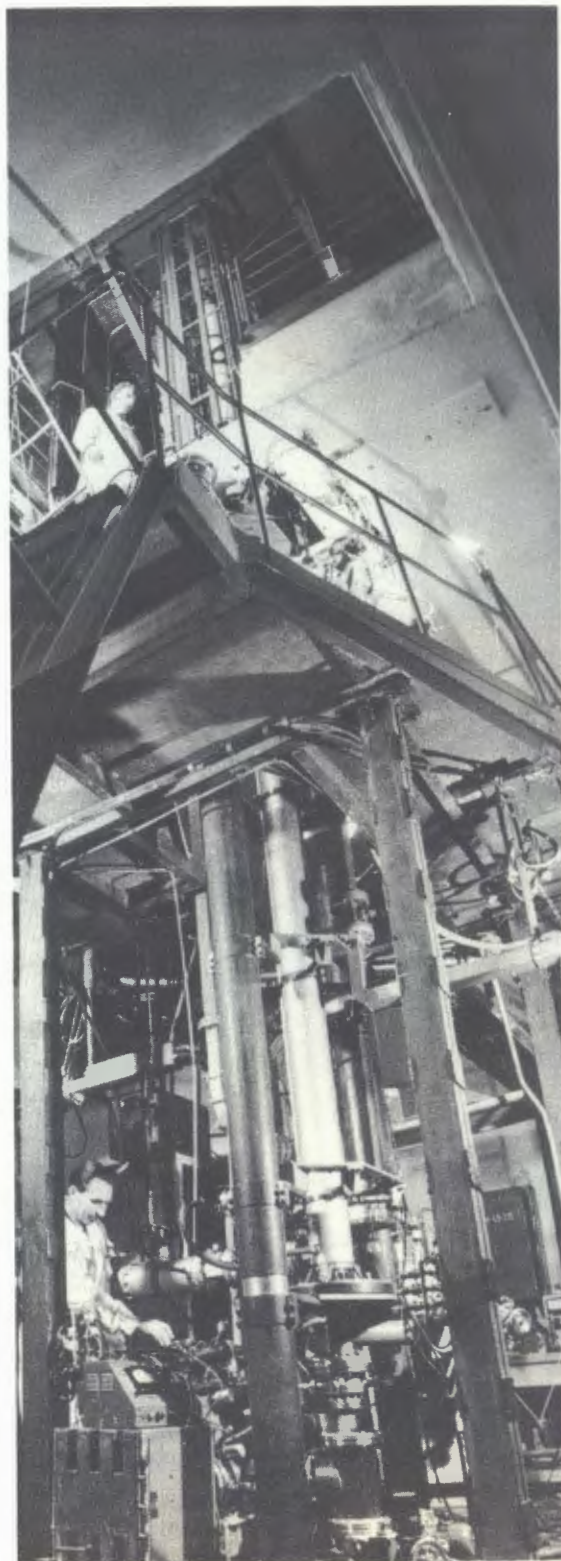


Рис. 98. Измерительный центр Лаборатории нейтронной физики переведен в новое здание и подготовлен к экспериментам на новом реакторе. Центр пополнился новой аппаратурой, создан канал связи с вычислительной машиной БЭСМ-4.



Рис. 99. Начата эксплуатация нового реактора ИБР-30. Объем активной зоны реактора 2,5 л, средняя тепловая мощность 30 квт, длительность вспышек нейтронов 50 мксек (при частоте повторения импульсов 51/сек), мгновенная мощность в импульсе 150 Мвт.

Рис. 100. Линейный ускоритель электронов - инжектор импульсного реактора. При работе реактора с инжектором обеспечивается широкий спектр характеристик: длительность нейтронных вспышек от 50 до 2 мксек, частота импульсов от 0,1 до 100 гц.



менять вкладыши, варьировать частоту импульсов и проводить другие операции при активированном реакторе. Приняты меры к повышению надежности систем при дистанционном управлении.

Проектная мощность нового реактора - 30 квт. Основные параметры - длительность импульса, фон между импульсами, время жизни нейтронов - существенно не изменились (в сравнении с ИБРом-1). Различие амплитуд импульсов мощности от двух вкладышей оказалось равным 25-30%, что позволило в сентябре 1969 года начать эксплуатацию ИБРа-30.

После физического пуска реактора его мощность систематически поднималась, с декабря 1969 года она поддерживается на уровне 20 квт. Проведенные испытания и первые месяцы эксплуатации показали, что реактор, его системы управления и контроля полностью соответствуют расчетам и проектным требованиям.

В помещении, надстроенном над зданием реактора ИБР-30, проведен монтаж и начаты пуско-наладочные работы на линейном ускорителе электронов ЛУЭ-40, установленном на смену прежнему инжектору - микротрону. ЛУЭ-40 рассчитан на энергию 40 Мэв и ток 250 ма при длительности импульса 1 мксек и частоте 100 гц. Ввод в действие нового инжектора должен обеспечить 10-кратное увеличение (в сравнении с прежней системой

ИБР+микротрон) выхода нейтронов при работе ИБРа-30 в подкритическом режиме.

2. Электростатические ускорители. В 1969 году ускорители ЭГ-2 и ЭГ-5 отработали на физический эксперимент 800 и 1850 часов соответственно. Максимальная энергия на ускорителе ЭГ-5 достигала 4,7 Мэв.

3. Проектирование реактора ИБР-2 с инжектором. При участии ряда проектных организаций СССР закончена разработка технического проекта ИБРа-2 - импульсного реактора на быстрых нейтронах периодического действия, рассчитанного на среднюю тепловую мощность 4 Мвт. Проводилась подготовка к экспериментальной обработке наиболее существенных узлов: подвижного отражателя, ТВЭЛов, замедлителей. Изготавливался макет подвижного отражателя (в масштабе 1:1). Разработан эскизный проект жидководородного замедлителя.

Значительно продвинута вперед работа над техническим проектом инжектора к ИБРу-2 - линейного индукционного ускорителя ЛИУ-30, рассчитанного на энергию электронов 30 Мэв и импульсный ток 250 а. Выполнен рабочий проект первоочередных позиций строительно-технологического комплекса ИБРа-2.

Проводился анализ предложений физических экспериментов на ИБРе-2.

Лаборатория вычислительной техники и автоматизации

Научно-методические работы

1. Эксперимент по исследованию структуры ядер. Совместно с Лабораторией высоких энергий подготовлен проект эксперимента по исследованию структуры ядер на выведенном пучке протонов с импульсом 2-9 Гэв/с. Готовится экспериментальная аппаратура, включающая систему искровых камер с бесфильмовым съемом информации (память на ферритовых кольцах). Изготовлены опытные образцы камер на 256 нитей. Разработана схема опроса колец и передачи информации в ЭВМ.

2. Большая стримерная камера в магнитном поле. В сотрудничестве с ЛВЭ, Институтом ядерных исследований ПНР и Томским политехническим институтом СССР велась подготовка методической базы физических экспериментов с помощью большой стримерной камеры в магнитном поле (СКМ-200). Сконструирована и испытывается формирующая линия системы генерации высоковольтных импульсов, созданы четырехканальный источник стабилизированного напряжения в диапазоне 0-25 кв и двухканальный электронный стабилизатор-потенциометр до 100 кв. Разработана система газообеспечения стримерной камеры.

Создание

автоматической и полуавтоматической измерительной аппаратуры для обработки फिल्मовой информации

1. Сканирующий автомат НРД. Завершены все работы по комплексной наладке электронной аппаратуры и оптико-механической части сканирующего автомата НРД на линии с вычислительной машиной CDC-1604A, которая управляет им, проводит накопление и обработку данных измерения. Проведены исследования

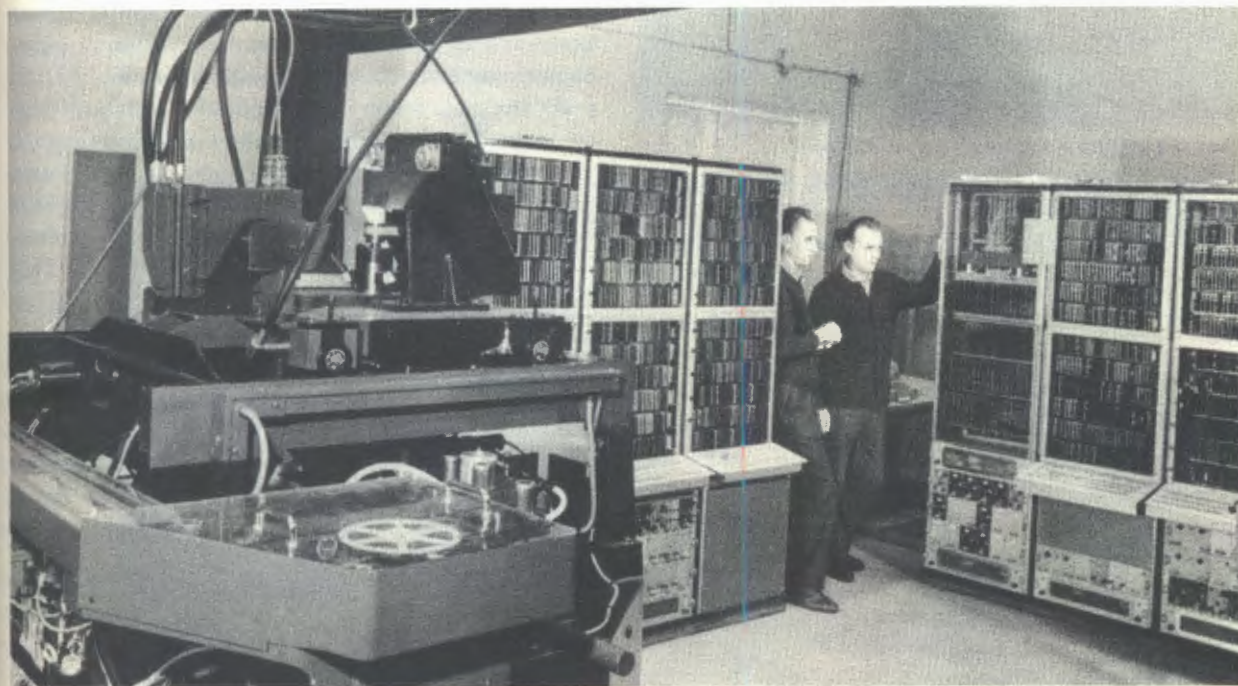
возможности скоростной обработки на этом автомате фотографий с различных трековых камер, в том числе искровых. Производительность автомата 60–80 событий в час. Аппаратура сканирующего автомата НРД обеспечивает заданные точности отсчета ($\pm 2,5$ мкм). Время, затрачиваемое на измерение одного кадра в двух направлениях, составляет 10–12 секунд. Автомат оборудован телетайпной связью с ЭВМ и устройством на ЭЛТ с памятью для контроля за ходом измерения. Была проведена опытная эксплуатация аппаратуры: производилась комплексная отладка всей системы программ, обеспечивающих работу автомата в режиме измерения реальных снимков.

Математическое обеспечение НРД создано на основе системы программ HAZE

с внесением в нее необходимых добавлений и изменений, которые связаны со спецификой используемых машины CDC-1604A и электронных устройств, разработанных в ОИЯИ. К настоящему времени уже составлено восемь программ, входящих в систему математического обеспечения НРД. Завершаются работы над диспетчерскими подпрограммами, организующими функционирование всего комплекса программ.

2. Ввод в эксплуатацию сканирующего автомата на ЭЛТ. В начале 1969 года введен в эксплуатацию автомат на электроннолучевой трубке ЭЛТ-1, работающий на линии с БЭСМ-4. Автомат предназначен для сканирования снимков с искровых камер. В течение 1969 года на нем обрабатывались фотографии событий, полученные в эксперимен-

Рис. 101. Завершена комплексная наладка электронной аппаратуры и оптико-механической части сканирующего автомата НРД на линии с ЭВМ CDC-1604A. На снимке: общий вид автомата НРД.





те по определению поляризационных эффектов в неупругих pp -взаимодействиях при 660 Мэв. Всего просканировано более 100 тысяч снимков. Сравнение результатов работы этого автомата и полуавтоматов ПУОС при обработке pp -взаимодействий показало, что точность измерения угла рассеяния на автомате примерно в два раза выше. Его производительность должна ориентировочно составить около миллиона снимков в год при односменной работе.

3. Большие просмотрные столы. Переданы в опытную эксплуатацию два больших просмотрных стола типа БПС-1, предназначенных для обработки фотографий с двухметровой пропановой камеры ОИЯИ. Этот тип стола может использоваться также для просмотра снимков с других пузырьковых камер, имеющих пленку шириной 50 и 35 мм с размером кадра до 50x150 мм. В настоящее время на БПС-1 ведется обработка снимков с однометровой ксеноновой камеры Лаборатории высоких энергий.

Изготовлено шесть больших просмотрно-измерительных столов типа БПС-2 с тремя фильмовыми каналами, позволяющих вести обработку снимков с пленки шириной 80, 70, 50 и 35 мм при длине кадра до 150 мм. Эти столы имеют ряд принципиальных конструктивных улучшений, дающих возможность использовать столы для снятия масок НРД или измерения снимков на пленке с точностью ± 10 мкм. Конструкция БПС-2 позволяет стыковать столы попарно для одновременного просмотра шести стереоснимков.

Проведена разработка и изготовление электронных узлов и оперативного пульта системы связи БПС-2 с вычислительной машиной типа ТРА. Разработка электронной части БПС-2 велась с применением современных микросхем. Использование ЭВМ позволило оптимизировать электронные блоки стола БПС-2 и существенно облегчить работу оператора.

Рис. 102. Введен в эксплуатацию автомат на электроннолучевой трубке для обработки снимков с искровых камер. Он работает на линии с БЭСМ-4. Для участия, в необходимых случаях, человека в процессе обработки создана система визуального наблюдения и передачи управляющей информации от оператора к машине. На снимке: обработка фотографий с использованием системы визуального вывода информации с магнитного барабана ЭВМ.

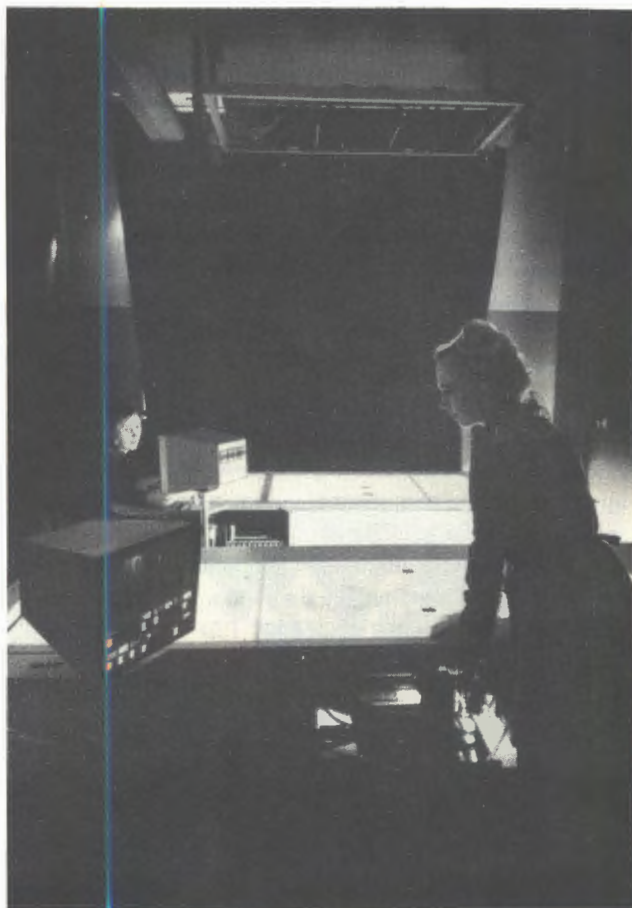


Рис. 103. В Лаборатории вычислительной техники и автоматизации разработаны большие просмотрово-измерительные столы БПС-2, предназначенные для обработки снимков с больших пузырьковых камер. Разработаны и изготовлены электронные узлы и оперативный пульт системы связи БПС-2 с вычислительной машиной типа ТРА.



4. Полуавтоматические устройства для измерения снимков с пузырьковых камер на линии с ЭВМ. Продолжались работы над системой полуавтоматов типа ПУОС на линии с электронными вычислительными машинами. Сдана в опытную эксплуатацию система, состоящая из 11 ПУОСов на линии с БЭСМ-4. Закончено составление для этой системы набора программ, позволяющих осуществить как непосредственную (в ходе измерения событий) обработку результатов по геометрическим программам, так и последующую обработку данных, накопленных на магнитной ленте. В течение всего года эффективно эксплуатировалась высокопроизводительная система из пяти полуавтоматов на линии с ЭВМ "Минск-22".

5. Сканирующая установка типа "спиральный измеритель". Совместно с рядом учреждений СССР и ГДР проводились

разработки сканирующей установки типа "спиральный измеритель". Она состоит из трех основных частей: оптико-механической, электронных блоков отсчета координат и блоков управления, в состав которых входит малая электронно-вычислительная машина. В математическое обеспечение установки входит управляющая программа для малой ЭВМ, работающей в режиме на линии, и математическое обеспечение для фильтрации измеренных событий на БЭСМ-6.

Основная техническая документация на оптико-механическую часть прибора разработана и передана для производства на одно из предприятий ГДР. Составлен проект электронной части прибора и логическая структура систем управления прибором при помощи малой вычислительной машины. Проводились также работы по созданию системы математического обеспечения.

4 ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ РУКОВОДЯЩИХ
И КОНСУЛЬТАТИВНЫХ ОРГАНОВ

5 ПРЕМИИ ОИЯИ ЗА 1968 ГОД

6 МЕЖДУНАРОДНЫЕ СВЯЗИ
И НАУЧНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО

7 РАДИАЦИОННАЯ
БЕЗОПАСНОСТЬ

8 ИЗДАТЕЛЬСКИЙ ОТДЕЛ

9 НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ
БИБЛИОТЕКА

10 СОВЕТ
ПО РАДИОЭЛЕКТРОНИКЕ

11 ИЗОБРЕТАТЕЛЬСТВО
И РАЦИОНАЛИЗАЦИЯ

12 АДМИНИСТРАТИВНО -
ХОЗЯЙСТВЕННАЯ
ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ



Деятельность руководящих и консультативных органов

7-10 января 1969 года состоялась XXV сессия Ученого совета Объединенного института ядерных исследований. Совет обсудил отчеты о деятельности института в 1968 году и планы научных исследований на 1969 год. Было отмечено успешное начало первых экспериментов на ускорителе 76 Гэв ИФВЭ. Совет одобрил программу развития измерительно-вычислительного комплекса института и работу по составлению пятилетнего плана развития ОИЯИ на 1971-1975 годы. Были утверждены планы международного сотрудничества на 1969 год и новое положение о специализированных комитетах ОИЯИ.

Комитет Полномочных Представителей утвердил на совещании 15-17 января 1969 года принятые XXV сессией Ученого совета решения и принял к сведению отчет дирекции об ожидаемом исполнении бюджета за 1968 год, о проектах бюджета, штатной численности и плана капитального строительства на 1969 год. Был рассмотрен проект пятилетнего плана развития института на 1971-1975 годы. Комитет продлил срок полномочий вице-директора проф. Н. Соднома до 1 марта 1971 года.

В соответствии с решением Комитета Полномочных Представителей, с 3 по 6 июня 1969 года была проведена IX объединенная сессия ученых советов по физике высоких и низких энергий. На основании предложений лабораторий объединенная сессия выработала общие рекомендации по пятилетнему плану развития на 1971-1975 годы.

10-13 июня 1969 года состоялась XXVI сессия Ученого совета ОИЯИ. На ней были поддержаны решения IX объединенной сессии ученых советов по физике высоких и низких энергий о пятилетнем плане развития института. Результаты ряда научных исследований, выполненных в институте, были представлены в докладах авторов этих работ. Уче-

Рис.104. Члены Комитета Полномочных Представителей ОИЯИ посетили испытательный павильон Лаборатории высоких энергий, где была запущена 2-метровая жидководородная пузырьковая камера, и ознакомились с проводимыми здесь работами. На снимке: члены Комитета Полномочных Представителей И. Урсу (Румыния), Ф. Гильберт (ГДР) и А.М. Петросьянц.



Рис. 105. Ученый совет отметил 60-летие со дня рождения директора ОИЯИ академика Н.Н. Боголюбова. На снимке: профессор А.Хрынкевич вручает Н.Н. Боголюбову приветственный адрес от Польской академии наук.





Рис. 106. В октябре 1969 года в Дубне состоялось совещание комиссии экспертов стран-участниц по вопросу перспектив развития Объединенного института.

ный совет присудил премии ОИЯИ за лучшие научно-исследовательские и научно-методические работы 1968 года.

На сессиях Ученого совета по физике высоких энергий и Ученого совета по физике низких энергий в ноябре 1969 года выступили директора лабораторий с докладами о проблемных планах научных исследований на 1970 год. Были заслушаны доклады об отдельных научных работах, выполняемых в лабораториях. Ученые советы обсудили сообщения о работе специализированных комитетов ОИЯИ и рассмотрели планы международного сотрудничества института на 1970 год.

Комитет по ядерной физике на двух своих сессиях (6–11 мая и 19–21 ноября) заслушал доклады о теоретических и экспериментальных работах по актуальным вопросам ядерно-спектроскопических исследований на пучках ускорителей, выполняемых в ОИЯИ и институтах стран-участниц, а также сообщения об исследованиях, проводимых ОИЯИ совместно с национальными институтами. Обсуждались вопросы координации сотрудничества и подготовки опытов по программе ЯСНАПП, а также дальнейшего развития методической базы этой программы.



Комитет по нейтронной физике (сессии 24–28 июня и 19–21 ноября) обсудил ход работ по вводу в эксплуатацию реактора ИБР-30 и подготовке к физическим экспериментам. Рассмотрены проблемы формирования пучков проектируемого реактора ИБР-2, а также разработки экспериментальных установок для исследований на нем. Обсуждались вопросы международного сотрудничества и проведения совместных работ, проведен семинар по физике конденсированных сред.

Камерный комитет на двух своих сессиях (6–9 мая и 19–21 ноября) подверг обсуждению постановку и организацию экспериментов, которые будут проводиться с помощью пузырьковых камер на ускорителе 76 Гэв, а также проблемы сотрудничества при выполнении этих работ с различными институтами. Было принято решение о постановке новых камерных экспериментов на синхрофазотроне ОИЯИ. Обсуждался ход работ по созданию 2-метровой жидководородной камеры и подготовке к экспериментам на ней. Утвержден план сотрудничества в исследованиях на 2-метровой пропановой камере.

Электронный комитет заслушал сообщения о проводимых в ОИЯИ экспериментах с использованием методики бесфильмовых

искровых камер, выработал практические рекомендации и план мероприятий по развитию этой методики. Были разобраны вопросы постановки новых опытов, финансирования электронных работ, подготовки к исследованиям на ускорителе 76 Гэв. Рассмотрен проект создания измерительного центра ОИЯИ в ИФВЭ, и одобрены работы по реализации его 1-ой очереди.

Фотоэмульсионный комитет отметил получение первых результатов совместной работы многих институтов по исследованию взаимодействия π^- -мезонов с импульсами 60 и 45 Гэв/с в фотоэмульсии. Рассмотрен вопрос о сотрудничестве ОИЯИ, ИФВЭ и ЦЕРНа в экспериментах по облучению фотоэмульсий в сильном импульсном магнитном поле, обсуждена постановка опытов на внутреннем пучке ускорителя 76 Гэв. Одобрен план облучения фотоэмульсий на ускорителях ОИЯИ в 1970 году.

Совещание экспертов стран-участниц ОИЯИ, состоявшееся в Дубне 28–31 октября, рассмотрело перспективы развития научных исследований и экспериментальной базы института.

Премии Объединенного института ядерных исследований за 1968 год

На соискание премий Объединенного института ядерных исследований за 1968 год было представлено 15 лучших научно-исследовательских и научно-методических работ, выполненных сотрудниками института.

Решением Ученого совета ОИЯИ от 13 июня 1969 года были присуждены премии за следующие работы:

Первая премия ОИЯИ за научно-исследовательскую работу "Взаимодействующие поля с определенным спином", авторы: В.И. Огневский, И.В. Полубаринов.

Две вторые премии ОИЯИ за научно-исследовательские работы: 1. "Изучение реакций $\pi N \rightarrow \pi \pi N$ вблизи порога, двойная перезарядка π -мезонов, обнаружение сверхтяжелого изотопа гелия - ${}^8\text{He}$ ", авторы: Ю.А. Батусов, С.А. Бунятов, В.М. Сидоров, В.А. Ярба. 2. "Обнаружение резонанса в системе Λp ", авторы: Б.А. Шахбазян, В.И. Мороз.

Первая премия ОИЯИ за научно-методическую работу "Создание двухметрового изохронного циклотрона тяжелых ионов ОИЯИ", авторы: И.А. Шелаев, С.И. Козлов, Р.Ц. Оганесян, Ю.Ц. Оганесян, В.А. Чугреев, В.С. Алфеев, А.И. Иваненко.

Вторая премия ОИЯИ за работу "100-сантиметровая жидководородная пузырьковая камера Лаборатории высоких энергий ОИЯИ", авторы: А.А. Белушкина, В.И. Векслер, В.Н. Виноградов, В.В. Глаголев, Л.Б. Голованов, Е.И. Дьячков, А.Г. Зельдович, Н.К. Зельдович, Э.В. Козубский, Р.М. Лебедев, М. Малы, Б.Д. Омельченко, Ю.К. Пилипенко, В.Ф. Сиколенко, И.С. Сайтов, В.П. Сергеев, Е.П. Устенко, И.В. Чувило, Ю.А. Шишов.

Академик Н.Н. Боголюбов вручает диплом о присуждении премии ОИЯИ И.А. Шелаеву за работу по созданию двухметрового изохронного циклотрона тяжелых ионов.



Международные связи и научное сотрудничество

Объединенный институт ядерных исследований как международная научно-исследовательская организация строит свою работу по дальнейшему развитию теоретических и экспериментальных исследований в области физики элементарных частиц, ядерной физики, техники и электроники на основе широкого международного сотрудничества ученых стран-участниц, а также связей ОИЯИ с научными центрами других стран. В прошлом году продолжали развиваться все формы международного сотрудничества нашего института по следующим направлениям:

проведение работ ОИЯИ совместно с научно-исследовательскими учреждениями стран-участниц,

организация научных, методических и научно-организационных совещаний ОИЯИ,

сотрудничество и связи с научными центрами стран, не являющихся членами института,

участие Объединенного института в международных и национальных конференциях.

Сотрудничество лабораторий института с научно-исследовательскими организациями стран-участниц

Сотрудничество лабораторий ОИЯИ с научно-исследовательскими организациями стран-участниц в 1969 году продолжало развиваться. Особенно следует отметить осуществление экспериментов в ИФВЭ (Серпухов). Объединенный институт проводит или готовит к проведению на ускорителе 76 ГэВ 10 экспериментов. Некоторые из них являются первоочередными (эксперименты, проводимые под руководством В.А. Никитина, И.А. Савина, З. Цисека, В.И. Петрухина, В.П. Зрелова). За последнее время новой и эффективной формой сотрудничества ОИЯИ с институтами стран-участниц

стала совместная разработка физических установок для выполнения исследований в ИФВЭ.

Лаборатория высоких энергий. Физики из стран-участниц ОИЯИ вносят большой вклад в работу группы В.А. Никитина, изучающей упругое протон-протонное и протон-дейтронное рассеяние при высоких энергиях на ускорителе ИФВЭ. В странах-участницах выполняется часть этой работы или ведется подготовка к обработке экспериментального материала. Так, группа д-ра П. Зелинского (ПНР) готовит к обработке на ЭВМ экспериментальные данные, записанные на магнитную ленту в Серпухове. Эта же группа в Польше разрабатывает тонкие кремниевые детекторы, использование которых в эксперименте, проводимом под руководством В.А. Никитина, позволит продвинуться в область меньших углов рассеяния.

Плодотворным является международное сотрудничество в работах на основе фотоэмульсионной методики. Группа К.Д. Толстова вместе с физиками НРБ, ВНР, МНР, ПНР и СРР проводила исследования взаимодействия π^- -мезонов с энергией до 60 Гэв с нуклонами и ядрами на основе облученных в ИФВЭ фотоэмульсионных стопок. Эта же группа в дружестве с физиками из ЧССР (Университет в Кошице) изучала взаимодействие дейтронов с ядрами фотоэмульсий при 2,43 Гэв/с.

Группой В.Г. Гришина завершена совместная с чехословацкими учеными работа по изучению реакций неупругого пион-нуклонного взаимодействия с рождением гамма-квантов при импульсе 4,0 Гэв/с.

Группа профессора З. Стругальского продолжала вместе с физиками ВНР и ПНР исследование свойств нейтральных бозонов на снимках с ксенонной камеры. Этой же группой совместно с ИТЭФ (Москва) и Физическим институтом (Тбилиси) успешно изучаются распадные свойства долгоживущих каонов.

Завершен совместно с румынскими физиками эксперимент группы А.А. Кузнецова по

изучению рождения странных частиц в π -р-взаимодействиях при 4,0 Гэв/с.

Группа Р.М. Лебедева на основе снимков с 1-метровой жидководородной пузырьковой камеры ведет совместную работу с физиками ГДР, МНР, СРР, ЧССР. В ГДР отправлено 70 000 фотографий, в МНР - 17 000, в СРР - 45 000, в ЧССР - 17 000. Ведется обработка этих фотографий.

Сотрудничество Лаборатории ядерных проблем с учеными Болгарии, МНР, СРР, а также Франции позволило быстрее закончить проводимое группой В.М. Сидорова исследование процессов образования пионов и двойной перезарядки пионов на ядрах.

Физики группы Ю.А. Щербакова вместе с болгарскими учеными подготовили на реакторе в Софии опыт по изучению сохранения временной четности. В Дубне и Софии по согласованной программе продолжались исследования свойств нейтронодефицитных изотопов, получаемых на синхроциклотроне Лаборатории ядерных проблем. Совместно с Физическим институтом и Институтом электроники БАН, что стало уже традиционным, велись научно-методические работы в области радиоэлектроники.

Сотрудничество с институтами ВНР касалось в основном ядерной спектроскопии и радиоэлектроники.

Значительно расширились связи с институтами ГДР, в первую очередь в области физики высоких энергий. Физики ИФВЭ (Цойтен, ГДР) участвуют в проведении исследований на ускорителе 70 Гэв в Серпухове. В ГДР для этих исследований создана установка с большим черенковским счетчиком. В мастерских Германской академии наук изготавливается важная часть магнитного искрового спектрометра ОИЯИ - фоторегистратор.

Отдел ядерной спектроскопии и радиохимии совместно с учеными ГДР работает над получением комплексов лантанидов с целью их использования для разработки быстрых методов разделения элементов и ядерных изомеров.

Сотрудничество с ПНР затрагивает физику высоких энергий и ядерную спектроскопию. В лаборатории д-ра З. Суйковского (Сверк) была подготовлена значительная часть электронной аппаратуры для экспериментального изучения захвата мюонов ядрами.

В Институте ядерной физики (Краков) на сдвоенном безжелезном тороидальном бета-спектрометре типа "Апельсин" проведены совместные с ОИЯИ исследования распада радиоактивных изотопов редкоземельной группы элементов.

Лаборатория ядерных проблем успешно сотрудничает с физиками Университета в Яссах (СРР) в исследованиях на основе ядерных эмульсий и с учеными Института атомной физики (Бухарест) в области ядерной спектроскопии.

Среди ряда работ, проведенных сотрудниками ОИЯИ вместе с физиками и другими специалистами СССР, необходимо отметить исследования в области ядерной спектроскопии. Большое количество радиоактивных изотопов, которые изучаются по согласованной программе, рассылается в университеты и институты Советского Союза и других стран-участниц. В том числе в МГУ, ВНИИМ (Ленинград), НИИЯФ МГУ, а также в научные организации Ташкента, Кракова, Люблина, Софии.

Совместно с учеными ИАЭ им. Курчатова и ИТЭФ (Москва) продолжаются исследования химии и физики мюония и его поведения в веществе, в магнитных полях и кристаллических системах. Сотрудники Лаборатории ядерных проблем вместе с физиками МГУ и Физического института (Ереван), изучая процесс $\pi^- p \rightarrow \nu e^+ e^-$, получили интересные сведения о формфакторах пионов и нуклонов при таких значениях переданных импульсов, которые недостижимы в других процессах.

Ученые Лаборатории поддерживают тесную связь с теоретиками из Болгарии, ГДР, Польши и других стран. П.С. Исаев с проф. И. Недялковым и Б. Марковским (НРБ) разрабатывают

методы изучения структуры известных резонансов и предсказания новых резонансов. В.Г. Кадышевским совместно с М. Матвеевым (НРБ) выведена трехмерная форма релятивистских уравнений двух тел неравных масс. И.Н. Михайловым в сотрудничестве с Э. Наджаковым (НРБ) развивается микроскопическая теория коллективных вращений.

Вместе с физиками из Польши (Я. Грабовски и др.) исследуется процесс прямого кулоновского деления тяжелых ядер при бомбардировке тяжелыми ионами. В.Г. Соловьевым и А. Собичевским (ПНР) проведены расчеты равновесных деформаций для "новых" областей деформированных ядер и указано на необходимость проведения экспериментов для обнаружения ядер, имеющих равновесную форму сплюснутого эллипсоида вращения. В.Б. Приезжев вместе с К. Парлиньским (ПНР) выполнили интересные исследования по теории простых жидкостей.

Р.А. Эрамjian с Х.У. Егером и Г. Киссером (ГДР) провели исследования структуры ядер $1p$ -оболочки.

Ряд интересных результатов был получен в сотрудничестве с учеными из различных научно-исследовательских институтов СССР.

Успешно развивалось сотрудничество Лаборатории ядерных реакций с институтами стран-участниц, прежде всего в изучении структуры ядра, в развитии циклотронной техники ускорения тяжелых ионов и в разработке радиоэлектронной аппаратуры для ядерно-физических экспериментов. Начаты первые совместные с учеными МНР и ПНР работы по поискам сверхтяжелых элементов в природных средах. Большую помощь оказывают Лаборатории ядерных реакций институты и организации СССР, которые предоставили ряд уникальных образцов для исследования (Комиссия по метеоритам, Институт океанологии, Геологический институт, ВНИИЦВЕТМЕТ и др.), выполнили анализы материалов (ГЕОХИ).

Для работ на бета-спектрометре (руководитель группы проф. З. Вильгельми) в Инсти-

туте ядерных исследований в Варшаве в течение 1969 года изготовлены быстро-медленная схема совпадений с конвертором и ряд механических деталей и приспособлений, строится электронная аппаратура для германиевого детектора.

ЛЯР и Институт ядерной физики в Кракове (проф. А. Хрынкевич) проводят работы по изучению распада изотопов, полученных при облучении тяжелыми ионами, измерению времени жизни ядерных состояний в области нано- и пикосекундного диапазона, а также угловых корреляций.

Группа Ю.Ц. Оганесяна в содружестве с группой Э. Наджакова из ФИ БАН исследует свойства короткоживущих изотопов и изомеров на пучке тяжелых ионов.

В тесной связи с ЦИФИ ВАН Лаборатория ядерных реакций разрабатывает системы использования ЭВМ в физических экспериментах визуального представления информации с ЭВМ и многоканальных анализаторов.

Имеется ряд примеров сотрудничества с институтами СССР по различным темам. В лаборатории проф. Н.А. Перфилова (Радиевый институт, Ленинград) создана методика изготовления тонких поверхностно-барьерных кремниевых детекторов. Детекторы были использованы для регистрации нейтроноизбыточных изотопов легких элементов в комбинации с магнитным анализом. В результате получено семь новых наиболее тяжелых изотопов углерода, кислорода, азота, фтора и неона.

Совместно с группой Радиевого института им. Хлопина проводится исследование деления возбужденных ядер и изучение реакций многонуклонного обмена с применением химической методики Радиевого института.

Лаборатория нейтронной физики выполнила ряд совместных научных работ с институтами стран-участниц. Вклад этих институтов в развитие ЛНФ растет благодаря расширяющемуся участию специалистов из стран-участниц как в физических исследованиях, так и в создании экспериментальной



Рис. 107. Чрезвычайный и полномочный посол Монгольской Народной Республики в СССР Лувсан Чултэм посетил ОИЯИ и вручил группе ведущих советских ученых института медали "Дружба" за заслуги в развитии международного научного сотрудничества. На снимке: посол МНР в СССР Л. Чултэм вручает медаль "Дружба" академику И.М. Франку.

аппаратуры. На пучках ЭГ-2 и ЭГ-5 установлены созданные в ГДР приборы для исследования длин λ - и π - рассеяния в реакциях трития с гелием-3 и для изучения изобар-аналоговых состояний ядер. Изобар-аналоговая методика позволяет исследовать высоковозбужденные состояния ядер с высоким разрешением, которое не достигается другими методами и может дать новую информацию о структуре атомного ядра и его волновых функциях.

В ПНР (ИЯИ, Свек) сконструирован и предварительно отлажен кристаллический нейтронный спектрометр ВКСН-300. В Кракове успешно идет изготовление спектрометра по времени пролета КД-СОГ-1 для ИБР_а-30. В ЦИФИ ВАН (Будапешт) близится к завершению работа над таким же спектрометром для магнитных измерений на третьем пучке реактора ИБР-30. В институтах стран-участниц начинается разработка экспериментальной аппаратуры для ИБР_а-2.

Сотрудничество ЛНФ и институтов стран-участниц полезно для последних как с точки зрения подготовки кадров специалистов в области исследований атомного ядра, конденсированных сред и радиоэлектроники, так и с точки зрения развития экспериментальной базы ядерно-физических исследований в этих странах.

Лаборатория вычислительной техники и автоматизации. К основным результатам международных связей ЛВТА с институтами стран-участниц можно отнести математическое обеспечение БЭСМ-6, созданное ЛВТА совместно с некоторыми институтами. Оно принято для оснащения серийных БЭСМ-6. Группа специалистов из ИФВЭ ГАН (Цойтен) участвовала вместе с сотрудниками ЛВТА в разработке математического обеспечения для БЭСМ-6. Вторая группа специалистов - из Института энергетики в Лейпциге - проходила обучение на машине БЭСМ-6 с целью обработки данных, получаемых в ходе совместных экспериментов в Серпухове, на такой же машине в ГДР. Служба математической информации и документации ЛВТА регулярно отправляла в институты стран-участниц материалы по математическому обеспечению ЭВМ.

В тесном сотрудничестве с рядом советских организаций выполнены работы по созданию системы математического обеспечения БЭСМ-6 с транслятором с языка ФОРТРАН. Совместно с физическими институтами в Харькове, Алма-Атѣ, Ереване, Ленинграде и Сер-

пухове составлялись программы для обработки экспериментальных данных на ЭВМ.

ОИЯИ и несколькими институтами СССР и ГДР проводились разработки сканирующей установки типа "спиральный измеритель". Закончена принципиальная разработка комплекса аппаратуры, включающей в себя оптико-механическую часть, и технического проекта электронных схем управления.

Отдел радиационной безопасности совместно с НРБ, ГДР и ПНР вел работы по 5 научным темам, основным направлением которых было исследование дозиметрии смешанного излучения.

Научные командировки сотрудников института в страны-участницы и специалистов стран-участниц в ОИЯИ

В 1989 году наблюдалось увеличение числа командировок наших специалистов в научные центры стран-участниц Объединенного института. Из Дубны в страны-участницы (не считая СССР) выезжало около 350 человек. Это увеличение вызвано, в частности, проведением в Варне (Болгария) Международного семинара по ядерной электронике, на который из Дубны было направлено 30 специалистов разных стран, а также проведением в странах-участницах пяти заседаний специализированных комитетов института.

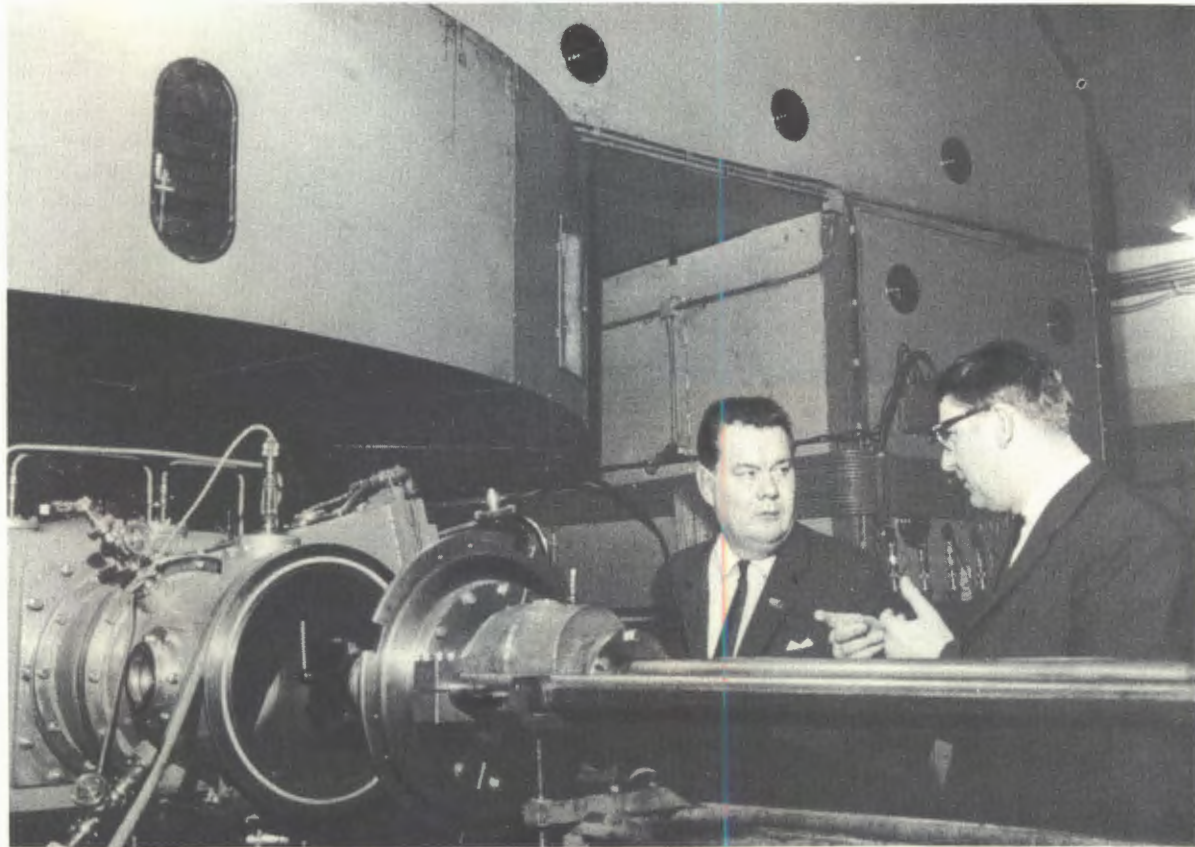
Из 350 человек в странах-членах института побывало с целью участия в научных совещаниях 134 человека, для выполнения совместных работ - 121, чтения лекций, обмена опытом - 95 человек.

Как видно, наибольшая часть командировок (134) связана с участием наших специалистов в научных конференциях, совещаниях, школах, семинарах, проводимых ОИЯИ или

Рис. 108. Состоялся визит в ОИЯИ партийно-правительственной делегации Монгольской Народной Республики во главе с Ю. Цеденбалом. На снимке: профессор М.Г. Мешеряков знакомит гостей с работами по развитию измерительно-вычислительного комплекса.



Рис. 109. Объединенный институт посетил чрезвычайный и полномочный посол Чехословацкой Социалистической Республики в СССР В. Коутский. На снимке: В. Коутский и И. Звара.





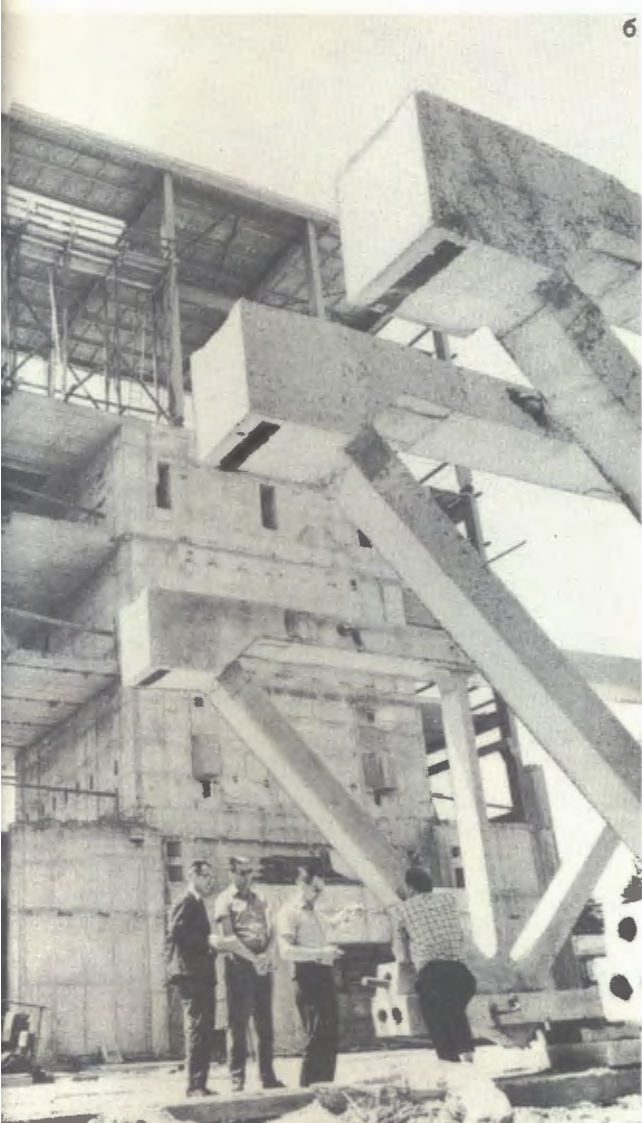
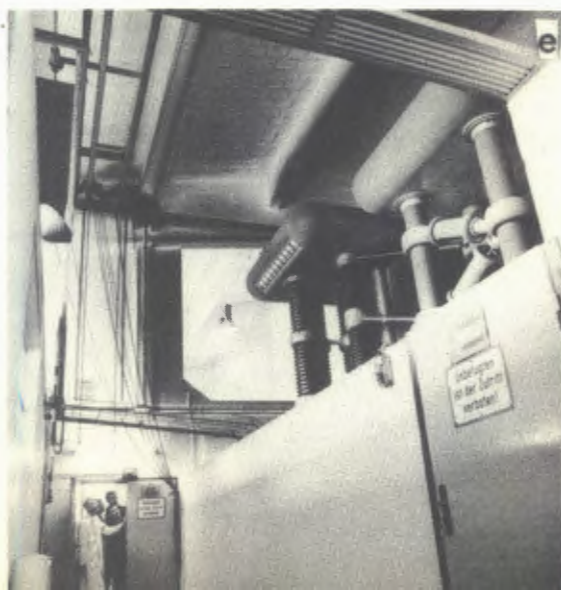
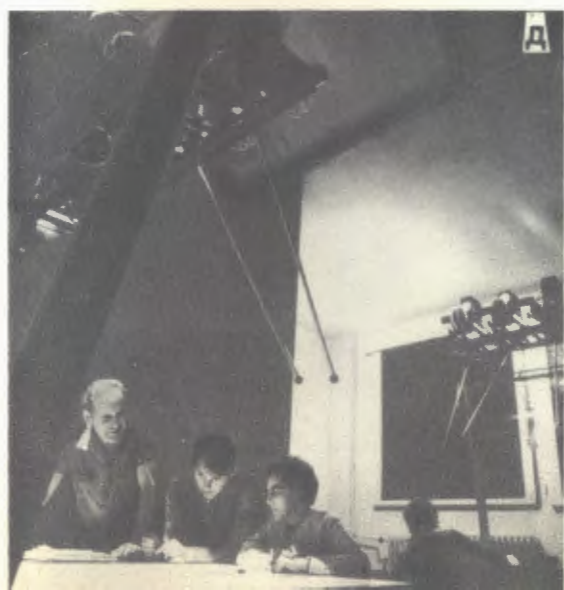


Рис. 110. Расширяется и укрепляется сотрудничество ученых ОИЯИ и национальных институтов Германской Демократической Республики. Совместно проводятся физические исследования на ускорителях в Дубне и ГДР, обработка опытных данных, разрабатывается экспериментальная аппаратура, ведется поиск новых путей в современной физической теории. **а.** Физики-теоретики Центрального института ядерных исследований (Россендорф) совместно с учеными Объединенного института ведут изучение свойств ядер. На снимке: семинар теоретиков в ЦИЯИ, у доски - И. Роттер. **б.** В Россендорфе с помощью Советского Союза сооружается электростатический генератор на 10 Мэв. На снимке: строительство здания для генератора. **в.** Интересные исследования процессов взаимодействия легких ядер проводят физики группы Г. Кумпфа совместно с сотрудниками ЛНФ. На снимке: Г. Кумпф и М. Карстен в экспериментальном зале россендорфского циклотрона. **г.** Один из ведущих ученых ЦИЯИ профессор Й. Шингельмейстер (на снимке в центре) со своими учениками К.-Г. Кауном и М. Боницем. **д.** Ученые Института физики высоких энергий (Цойтен) и ОИЯИ вместе работают над созданием систем автоматизированной обработки камерных снимков и составлением программ для использования ЭВМ. В ИФВЭ установлена мощная вычислительная машина советского производства БЭСМ-6. В Цойтене ведется обработка снимков с 1-метровой жидководородной пузырьковой камеры, облученной на синхрофазотроне ОИЯИ. На снимке: Р.М. Лебедев (ОИЯИ), А. Позе и К. Дюрре просматривают снимки с помощью созданного в ИФВЭ просмотрного проектора. **е.** В физической лаборатории Технического университета Дрездена с помощью каскадных генераторов исследуются ядерные реакции, вызываемые легкими ионами. На снимке: один из генераторов лаборатории.



научными центрами стран-членов института. Значительное число поездок наших ученых и инженеров (121) связано с выполнением совместных исследовательских и методических работ.

В страны-участницы института выезжали ведущие ученые ОИЯИ: Н.Н. Боголюбов, Б.М. Понтекорво, М.Г. Мещеряков, А.М. Балдин, Ф.Л. Шапиро, А.А. Тяпкин, Г.И. Забиякин, Е.Д. Воробьев и другие. Некоторые специалисты были командированы в страны-участницы на длительные сроки.

В течение 1969 года в ОИЯИ приезжало 352 специалиста стран-участниц (кроме советских ученых) с целью проведения совместных работ, обмена опытом, консультаций, ознакомления с проводимыми в Дубне исследованиями и экспериментальными установками.

Объединенный институт как организатор научных совещаний

Важным участком деятельности Объединенного института ядерных исследований является проведение международных научных конференций, симпозиумов, школ, совещаний, что

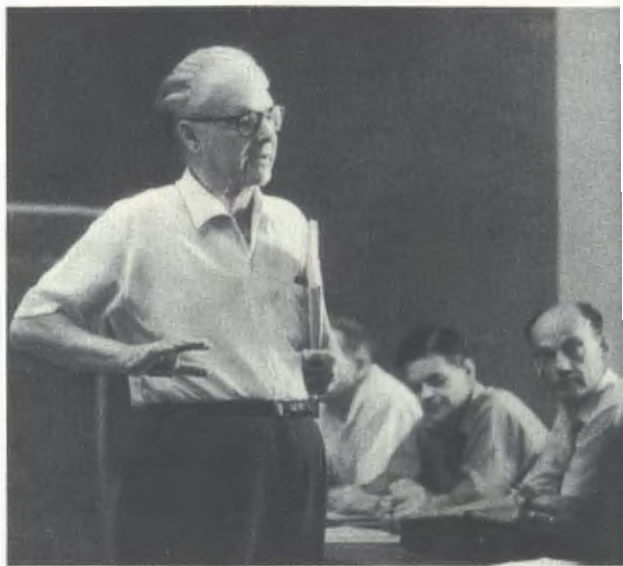


Рис. 111. В сентябре 1969 года в Тбилиси состоялся Международный семинар по перспективам развития физики высоких энергий, организованный ОИЯИ совместно с ЦЕРНом. На семинаре обсуждались вопросы современного состояния и наиболее перспективных направлений развития физики высоких энергий в странах - участницах ОИЯИ и ЦЕРНа.





позволяет обмениваться научной информацией, опытом, выяснять перспективы дальнейших работ.

В прошлом году наш институт был организатором 13 научных и 16 научно-организационных совещаний. Прежде всего следует отметить Международную школу по нейтронной физике в Алуште. Она была посвящена актуальным проблемам нейтронной физики, в качестве профессоров были приглашены ученые разных стран. В организации школы и чтении лекций активное участие приняли наши ученые И.М. Франк, Ф.Л. Шапиро, Н. Кроо. Работа школы прошла на высоком научном и организационном уровне, и мы получили хорошие отзывы о ней от многих ученых.

В Варне состоялся Международный семинар по ядерной электронике, в котором приняло участие более 130 специалистов из социалистических стран, а также некоторые известные ученые западноевропейских стран.

Из других научных совещаний необходимо отметить Международный семинар по векторным мезонам и электромагнитным взаимодействиям, проведенный в сентябре в Дубне совместно с АН СССР, совещания по бесфильмовым искровым и стримерным камерам, по технике пузырьковых камер, по ядерной спектроскопии и теории ядра. Впервые за время существования ОИЯИ в 1969 году было проведено Совещание по дозиметрии и физике защиты на ускорителях заряженных частиц.

В Тбилиси состоялся Международный семинар по перспективам развития физики высоких энергий (сентябрь 1969 года). На нем обсуждались современное состояние физики высоких энергий и перспективы ее развития в странах - участницах ОИЯИ и ЦЕРНа. На семинаре были рассмотрены наиболее перспективные направления физики высоких энергий, в частности, исследования по разработке новых ускорителей.

Участие в научных совещаниях, проведенных другими физическими центрами

254 ученых Объединенного института ядерных исследований в 1969 году участвовали в работе 29 научных конференций, симпозиумов, школ, совещаний, проходивших в странах-участниках, в том числе в Болгарии, Венгрии, ГДР, Польше, Румынии, СССР, и Чехословакии. Кроме того, 82 сотрудника ОИЯИ выезжали для участия в 35 конференциях, симпозиумах и школах в другие страны: Австрию, Англию, Голландию, Италию, Канаду, Францию, ФРГ, Швецию, Швейцарию и т.д.

В частности, ученые института играли активную роль на Международной конференции по спектроскопии и структуре атомного ядра в Ереване, X Менделеевском съезде по общей и прикладной химии в Ленинграде, Международной конференции по физике элементарных частиц в Лунде (Швеция), Международной конференции по ядерным реакциям под действием тяжелых ионов в Гейдельберге (ФРГ), Симпозиуме по физике и химии деления в Вене (Австрия), Международной конференции по свойствам ядерных состояний в Монреале (Канада), Международном симпозиуме по ядерной электронике в Испре (Италия) и других.

Сотрудничество и связи с научными центрами стран, не являющихся участницами ОИЯИ

1969 год был годом дальнейшего развития наших связей с международными и национальными центрами других стран. Всего за год в этих центрах побывало 65 наших специалистов, 45 из них - в краткосрочных командиров-

ках, 20 наших ученых работали там от 3 месяцев до года, а иногда и более.

Сотрудничество с ЦЕРНом и Институтом Нильса Бора в Копенгагене носит у нас уже традиционный характер, и там постоянно трудятся наши ученые.

В ЦЕРНе два года работал С.В. Мухин (ЛВЭ), который принимал участие в экспериментах по исследованию рассеяния пионов и

K-мезонов на протонах электронными методами и в разработке больших искровых камер. От Лаборатории ядерных проблем в ЦЕРНе более года живет В.Б. Флягин. Он сотрудничает в эксперименте по исследованию редких схем распада кси-минус-гиперона; по его инициативе проводится поиск лямбда-гамма-резонанса на материале ЦЕРНа.

В течение нескольких месяцев в ЦЕРНе работали В.Г. Иванов и Г.А. Ососков (ЛВТА), которые занимались там вопросами геометрических программ для жидководородных камер и программ для спирального измерителя.

В 1969 году мы впервые направили в ЦЕРН на полгода специалиста в области криогенной техники - Ю.К. Пилипенко - для участия в разработках криогенной аппаратуры. В командировках в ЦЕРНе были также М. Турала, И. Енчевич, Г. Музюль, С. Выскочил, Е. Схвабе и другие.

Продолжалось сотрудничество ЛТФ с теоретическим отделом ЦЕРНа. С краткосрочными визитами в ЦЕРНе побывали профессора А.Н. Тавхелидзе, Г.В. Ефимов, Р.М. Рындин.

В Институте имени Н. Бора в Копенгагене более года успешно проводит исследования в области изучения спонтанно делящихся изомеров С.М. Поликанов (ЛЯР). Длительное время в этом институте работал сотрудник Лаборатории ядерных проблем М. Фингер. Там же в командировках были Х. Тыррофф и Г. Фенеш. Для участия в исследованиях по проекту "Изольда" в Копенгаген был направлен научный сотрудник В.А. Морозов.

Успешно развиваются наши связи с ядерными научно-исследовательскими институтами

Франции. В Центре ядерных исследований (Сакле) в течение 6 месяцев работал Ю.В. Таран (ЛНФ). Он принял участие в эксперименте по исследованию спиновых волн в магнитных веществах. Сейчас в Сакле исследованиями в области физики элементарных частиц занимается Ф. Легар, командированный туда на 2 года.

В краткосрочных командировках во Франции побывало 12 наших специалистов. Большое значение для укрепления наших связей с научно-исследовательскими институтами Франции имела поездка в эту страну директора ОИЯИ академика Н.Н. Боголюбова. Во время пребывания в Париже Н.Н. Боголюбов выступал с лекциями в Коллеж де Франс.

Сотрудники ОИЯИ побывали в научных командировках в Англии, Швеции, Италии, США, ФРГ, Финляндии и других странах.

Приглашение в Объединенный институт известных ученых из стран, не являющихся его членами, для обсуждения научных проблем и ознакомления с работами, ведущимися в других научных центрах, также содействовало укреплению нашего сотрудничества с этими странами. В истекшем году ОИЯИ пригласил 93 специалистов из этих государств, в том числе для чтения лекций и обмена опытом 43 человека, для участия в совещаниях и школах 32, по обмену с другими научными центрами 12 и в качестве стипендиатов 6 человек.

В лаборатории ОИЯИ были приглашены: в Лабораторию ядерных реакций - П. Фаулер (Англия), в Лабораторию теоретической физики - Г. Ватагин и Т. Редже (Италия), в Лабораторию высоких энергий - К. Винтер (ЦЕРН) и М. Конте (Италия), в Лабораторию нейтронной физики - В. Сейлор (США) и В. Клей (Франция), в Лабораторию вычислительной техники и автоматизации - Г. Липпс (ЦЕРН) и Д. Ллойд (США) и др.

В Дубне (в порядке обмена с другими центрами) побывали ученые из разных стран. Г. Пираджино из Италии работал в Ла-

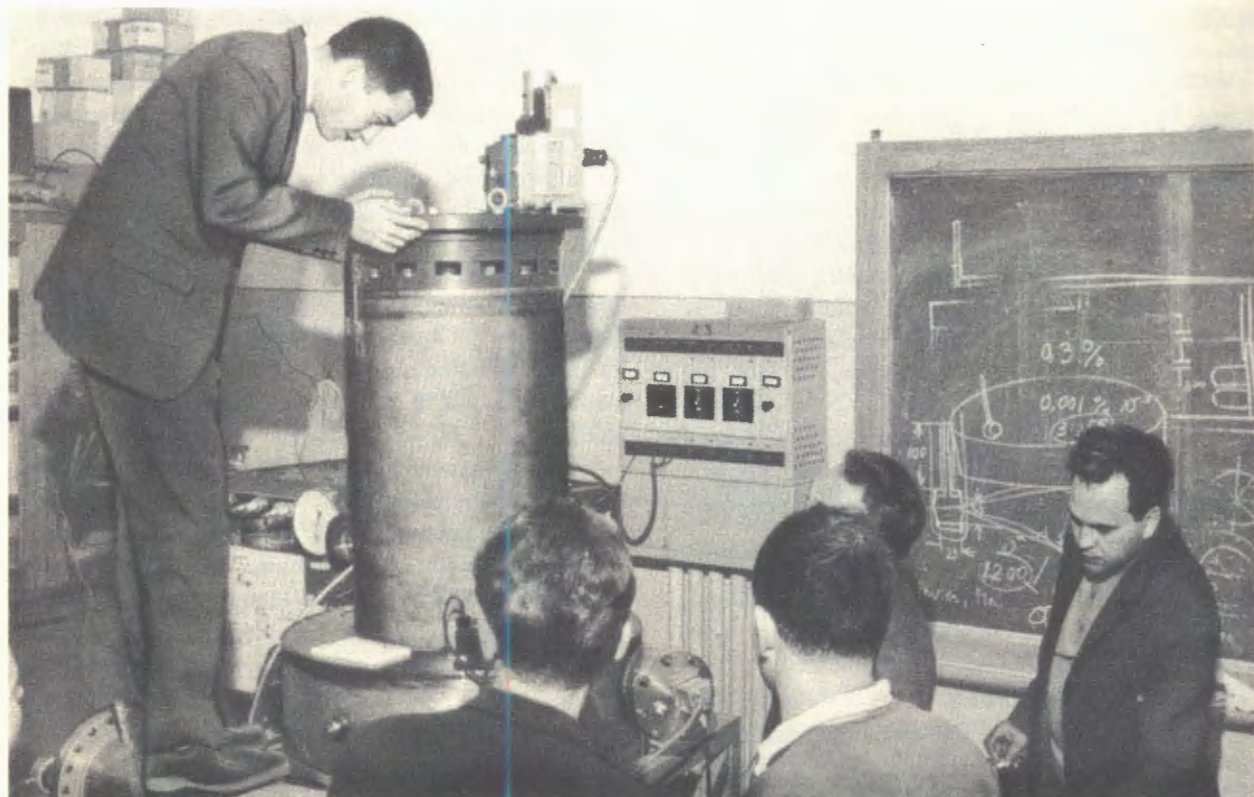


Рис. 112. Лаборатория ядерных проблем сотрудничает с Туринским университетом в вопросах техники стримерных камер и их использования для физических экспериментов в Дубне и институтах Италии. На снимке: итальянские физики С. Коста и Г. Пираджино и их дубненские коллеги А.Г. Петров, Д.Б. Понтекорво и Ю.А. Щербаков.

боратории ядерных проблем, французский физик Ж.П. Массюэ принимал участие в экспериментах группы В.М. Сидорова (ЛЯП) по изучению открытого здесь явления двойной перезарядки пи-мезонов. Н. Куртс (Франция) приезжала в ЛТФ тоже в связи с этими экспериментами. В Лаборатории теоретической физики в течение 6 месяцев трудился австрийский физик Р. Кегерлер. Теперь в этой лаборатории проводит исследования английский ученый Н. Куин, в Лаборатории ядерных реакций – французский радиохимик М. Юссенуа.

Объединенный институт организовал также посещение Дубны видными учеными разных стран, находившимися в Советском Союзе по приглашению Госкомитета по использованию атомной энергии СССР и Академии наук СССР,

в том числе Р. Мёссбауэром (ФРГ), А. Абрагамом (Франция) и др.

В течение года в Дубне работали 6 стипендиатов.

Экскурсии в ОИЯИ

За прошедший год в Объединенном институте ядерных исследований было принято 102 группы экскурсантов (1346 человек), из них 61 группа (1196 человек) – из стран-участниц, 41 группа (150 человек) – из других стран.

Посетители знакомились с историей и организационной структурой института, основными направлениями исследований и экспериментальными установками лабораторий.

С П Р А В К А
о развитии международного сотрудничества и связей
Объединенного института ядерных исследований за период 1964-1969 годов

№№ п/п	Вид сотрудничества	1964	1965	1966	1967	1968	1969
1.	Количество совместных работ	70	104	153	203	210	235
2.	Количество командировок специалистов из стран-участниц в Дубну (без совещаний)	148	203	252	307	301	352
3.	Количество командировок специалистов ОИЯИ в страны-участницы	147	162	210	252	258	350
4.	Количество научных, методических и научно-организационных совещаний	16	19	28	28	23	29
5.	Количество командировок на международные конференции и в научные центры стран, не являющихся участниками ОИЯИ	40	69	78	102	129	147
6.	Количество приездов ученых из стран-неучастниц	7	18	52	67	49	87
7.	Количество стипендиатов ОИЯИ	-	-	1	6	7	6

П Е Р Е Ч Е Н Ь
научных совещаний, проведенных Объединенным институтом
ядерных исследований в 1969 году

№№ п/п	Тематика совещаний	Время проведения	Место проведения	Количество участников
1	2	3	4	5
А. Совещания по физике высоких энергий				
1.	Международный семинар ведущих ученых по перспективам развития физики высоких энергий	5-7 сентября	Тбилиси, СССР	41
2.	Международный семинар по векторным мезонам и электромагнитным взаимодействиям	23-28 сентября	Дубна	133
Б. Совещания по физике низких энергий				
3.	Школа по нейтронной физике	19-31 мая	Алушта, СССР	108
4.	Совещание по ядерной спектроскопии и теории ядра	1-5 июля	Дубна	203

1	2	3	4	5
В. Совещания по методическим вопросам				
5.	1-ое рабочее совещание по исследованию взаимодействий частиц высоких энергий методом фотоэмульсий на ускорителе ИФВЭ, Серпухов	25-26 марта	Дубна	16
6.	Совещание по технике пузырьковых камер	8-11 апреля	Дубна	143
7.	Совещание по бесфильмовым искровым и стримерным камерам	15-18 апреля	Дубна	233
8.	Совещание по проекту моноэнергетического циклотрона	23-25 апреля	Дубна	50
9.	Совещание по программированию и математическим методам решения физических задач	27-30 мая	Дубна	90
10.	Международный семинар по ядерной электронике	1-12 июня	Варна, НРБ	140
11.	II -ое рабочее совещание по исследованию взаимодействий частиц высоких энергий методом фотоэмульсий на ускорителе ИФВЭ, Серпухов	6-7 июня	Дубна	22
12.	Совещание по дозиметрии и физике защиты на ускорителях заряженных частиц	7-10 октября	Дубна	97
13.	Рабочее совещание по вопросам сооружения магнитно-ионизационного спектрометра на стримерной камере	14-18 октября	Москва, СССР	23
Г. Научно-организационные совещания				
14.	Сессии Ученого совета по физике высоких энергий	3-6 июня 25-28 ноября	Дубна Дубна	23 36
15.	Сессии Ученого совета по физике низких энергий	3-6 июня 25-28 ноября	Дубна Дубна	33 36
16.	Сессия Ученого совета по теоретической физике	19-21 ноября	Дубна	12
17.	Совещания Камерного комитета ОИЯИ	6-9 мая 19-21 ноября	Будапешт, ВНР Дубна	36 38
18.	Совещания Фотоэмульсионного комитета ОИЯИ	6-9 мая 19-21 ноября	Будапешт, ВНР Дубна	16 29
19.	Совещания Электронного комитета ОИЯИ	6-9 мая 19-21 ноября	Будапешт, ВНР Дубна	14 13
20.	Совещания Комитета по ядерной физике ОИЯИ	6-11 мая 19-21 ноября	Варшава, ПНР Дубна	31 17
21.	Совещания Комитета по нейтронной физике	24-28 июня 19-21 ноября	Дрезден, ГДР Дубна	38 26
22.	Совещание рабочей группы экспертов для подробного обсуждения перспективной программы научных исследований в ОИЯИ на длительный период	28-31 октября	Дубна	66

П Е Р Е Ч Е Н Ь

международных и национальных конференций, симпозиумов, семинаров, совещаний и школ, в которых принимали участие специалисты Объединенного института ядерных исследований в 1969 году

№№ пп	Наименование	Время про- ведения	Место про- ведения	Фамилии (число) участников
1	2	3	4	5
<u>А. В странах-участницах института</u>				
1.	Зимняя школа по физике жидких магнитных сплавов	24 января - 10 февраля	Будапешт, ВНР	Кроо Н. (ВНР) Бага Л. (ВНР) Правецки Э. (ВНР)
2.	XX Всесоюзное совещание по ядерной спектроскопии и структуре атомного ядра	27 января - 4 февраля	Ереван, СССР	114 чел.
3.	Зимняя школа физиков-ядерщиков	1-20 февраля	Берлин, ГДР	Арльт Р. (ГДР) Штрусный Х. (ГДР) Шульц Х. (ГДР) Нойберт В. (ГДР)
4.	Зимняя школа современных моделей атомного ядра	2-15 февраля	Закопане, ПНР	Брода Р. (ПНР) Валюсь В. (ПНР)
5.	Съезд математиков ГДР	7-20 февраля	Магдебург, ГДР	Ласснер Г. (ГДР)
6.	Зимняя школа по теории твердого тела	14 февраля - 5 марта	Закопане, ПНР	Зубарев Д.Н. (СССР) Плакида Н.М. (СССР)
7.	Национальная радиохимическая конференция	18-25 мая	Звиков, ЧССР	Шегловски З. (ПНР) Микульски Я. (ПНР)
8.	Летняя школа по теоретической физике	9-23 июня	Закопане, ПНР	Гареев Ф.А. (СССР) Рындия Р.М. (СССР) Борелевски З. (ПНР) Огиевецкий В.И. (СССР) Фаустов Р.Н. (СССР)
9.	Летняя школа по ядерной физике	17-25 июня	Тихань, ВНР	Эре Я. (ВНР)
10.	Международная конференция по эффекту Мёссбауэра	18 июня - 5 июля	Балатон, ВНР	Останевич Ю.М. (СССР)
11.	Съезд польских физиков	20-30 августа	Варшава, ПНР	Борелевски З. (ПНР)
12.	Международная конференция по космическим лучам	25 августа - 4 сентября	Будапешт, ВНР	Бубелев Э.Г. (СССР) Нири Ю. (ВНР) Тонеев В.Д. (СССР)
13.	VII -ая международная конференция по ускорителям высоких энергий	27 августа - 2 сентября	Ереван, СССР	20 чел.
14.	Ежегодная школа по ядерным реакциям	27 августа - 7 сентября	Езиоровски, ПНР	Вильчински Я. (ПНР)

1	2	3	4	5
15.	Летняя школа по структуре ядра с использованием ядерных реакций	27 августа - 7 сентября	Варшава, ПНР	Хойнацки С. (ПНР) Дросте Х. (ПНР) Морек Т. (ПНР) Брода Р. (ПНР) Валюсь В. (ПНР) Вильчински Я. (ПНР)
16.	Международная конференция по явлениям в ионизированных газах	31 августа - 8 сентября	Бухарест, СРР	Жидков Е.П. (СССР) Плис Ю.А. (СССР)
17.	Международная школа по теоретической физике	9-24 сентября	Предел, СРР	Габраков С. (НРБ) Морозов В.А. (СССР)
18.	II - ой симпозиум по ионному обмену	10-15 сентября	Балатон, ВНР	Михайлова В. (НРБ)
19.	Научно-техническая конференция специалистов стран-членов СЭВ по повышению уровня радиоизотопной аппаратуры, высокоточных приборов для ядерно-физических исследований и организации централизованной системы обработки данных физических экспериментов в ядерных центрах	15-19 сентября	Москва, СССР	22 чел.
20.	IV -ая всесоюзная конференция по физике электронных и атомных столкновений	15-20 сентября	Рига, СССР	Пономарев Л.И. (СССР) Подгорецкий М.И. (СССР) Матора И.М. (СССР) Маханьков В.Г. (СССР) Кузнецов В.И. (СССР) Пасюк А.С. (СССР) Донец Е.Д. (СССР)
21.	V -ая всесоюзная школа по ядерной физике "Модели ядра и ядерных реакций"	15-30 сентября	Ужгород, СССР	14 чел.
22.	Всесоюзная конференция по масс-спектрометрии	20-24 сентября	Ленинград, СССР	Альперт В.А. (СССР) Илюшенко В.И. (СССР) Тарантин Н.И. (СССР) Демьянов А.В. (СССР)
23.	X -ый Менделеевский съезд по общей и прикладной химии	22-25 сентября	Ленинград, СССР	10 чел.
24.	Всесоюзная конференция по космическим лучам	9-20 октября	Ленинград, СССР	Мальцев В.М. (СССР) Елисеев С.М. (СССР) Бубелев Э.Г. (СССР) Шабратова Г.С. (СССР) Любимов А.Л. (СССР) Далхажав Н. (МНР)

1	2	3	4	5
25.	Осенняя школа по рассеянию нейтронов	2-12 ноября	Гауссиг, ГДР	Кроо Н. (ВНР)
26.	V-ая национальная конференция по физике	8-15 ноября	София, НРБ	Марков П. (НРБ) Желев Ж. (НРБ) Петков И. (НРБ)
27.	Международная конференция по физике и технике низких температур	24 ноября - 3 декабря	Россендорф, ГДР	Неганов Б.С. (СССР) Шишов Ю.А. (СССР) Голованов Л.Б. (СССР) Феллер Г. (ГДР)
28.	Зимняя школа по радиоэлектронике	24 ноября - 6 декабря	Россендорф, ГДР	Зайдлер З. (ГДР) Цахер Г.-Ю. (ГДР)
29.	Семинар по ядерным исследованиям на электронных линейных ускорителях при малых и средних энергиях	10-16 декабря	Москва, СССР	10 чел.

Б. В странах, не являющихся участниками института

30.	Конференция по физике твердого тела	6-20 января	Манчестер, Англия	Хенниг К. (ГДР)
31.	Ученый совет Международного центра теоретической физики	8-18 января	Триест, Италия	Соловьев В.Г. (СССР)
32.	Конференция по фундаментальным взаимодействиям при высоких энергиях. Симпозиум по импульсным реакторам	20 января - 5 февраля	Корал-Габлс, США Альбукерк, США	Блохинцев Д.И. (СССР)
33.	Симпозиум по импульсным реакторам	27 января - 5 февраля	Альбукерк, США	Язвицкий Ю.С. (СССР)
34.	Международный курс по теории ядра	12 февраля - 2 апреля	Триест, Италия	Лукьянов В.К. (СССР) Малов Л.А. (СССР)
35.	Конференция по ускорителям	3-9 марта	Вашингтон, США	Семенюшкин И.Н. (СССР) Саранцев В.П. (СССР) Оганесян Ю.Ц. (СССР)
36.	Конференция по физике жидкостей	12-18 апреля	Норвич, Англия	Бата Л. (ВНР)
37.	Международный симпозиум по ядерной электронике	3-5 мая	Испра, Италия	Синаев А.Н. (СССР)
38.	Международный симпозиум по ядерной электронике	3-11 мая	Испра, Италия	Тишин В.Г. (СССР) Фефилов Б.В. (СССР) Голутвин И.А. (СССР) Турала М. (ПНР) Ондриш Л. (ЧССР) Хорват П. (ЧССР)

1	2	3	4	5
39.	Международная конференция по методам регистрации следов частиц в твердых телах	5-15 мая	Клермон-Ферран, Франция	Перельгин В.П. (СССР) Сидоров В.М. (СССР)
40.	Гордоновская конференция по ядерной химии	11-25 июня	Нью-Лондон, США	Адам И. (ЧССР)
41.	Международная конференция по физике элементарных частиц	24 июня - 7 июля	Лунд, Швеция	Мешеряков М.Г. (СССР) Тяпкин А.А. (СССР) Зулькарнеев Р.Я. (СССР) Никитин В.А. (СССР) Хвастунов М.С. (СССР) Барбашов Б.М. (СССР) Мешеряков В.А. (СССР) Ефремов А.В. (СССР) Седлак Я. (ЧССР)
42.	Международная школа по теоретической физике	28 июня - 26 июля	Эриче, Италия	Цугулеа М. (СРР)
43.	Международная конференция по химии горячих атомов	28 июня - 10 июля	Оксфорд, Англия	Ианович Е. (СРР)
44.	Международная конференция по проблеме трех тел	6-12 июля	Бирмингем, Англия	Вжецонко Е. (ПНР)
45.	Международная конференция по ядерным реакциям под действием тяжелых ионов	12-24 июля	Гейдельберг, ФРГ	Звара И. (ЧССР) Волков В.В. (СССР) Друин В.А. (СССР) Хойнацки С. (ПНР) Эре Я. (ВНР)
46.	Международная конференция по аналитической химии	20-27 июля	Бирмингем, Англия	Халкия В.А. (СССР) Щегловски З. (ПНР)
47.	Симпозиум по физике и химии деления	25 июля - 4 августа	Вена, Австрия	Рябов Ю.В. (СССР) Карамян С.А. (СССР) Дерменджиев Е. (НРБ) Звара И. (ЧССР) Надь Т. (ВНР)
48.	Международный конгресс кристаллографов	4-28 августа	Нью-Йорк, США	Кроо Н. (ВНР) Хенниг К. (ГДР)
49.	Международный симпозиум по спектроскопии гамма-лучей при захвате нейтронов	10-17 августа	Студевик, Швеция	Бечварж Ф. (ЧССР)
50.	Международная конференция по свойствам ядерных соединений	20 августа - 5 сентября	Монреаль, Канада	Желев Ж. (НРБ) Куш В. (ПНР) Звольски И. (ЧССР) Соловьев В.Г. (СССР) Пятов Н.И. (СССР) Карнаухов В.А. (СССР) Громов К.Я. (СССР)

1	2	3	4	5
51.	Конференция по вычислительной технике и технологии	24 августа - 4 сентября	Манчестер, Англия	Карлов А.А. (СССР)
52.	Школа физиков ЦЕРНа	30 августа - 14 сентября	Лейзин, Швейцария	Шляпников П.В. (СССР) Тахтамышев Г.Г. (СССР) Озевич З. (ПНР)
53.	Конференция по взаимодействию сложных ядер при высоких энергиях	1-10 сентября	Рибейрак, Франция	Воробьев Е.Д. (СССР) Пеннонжевич Ю.Е. (СССР)
54.	Международная конференция по реакциям при высоких энергиях и Международная конференция по физике высоких энергий и ядерной структуре	3-16 сентября	Нью-Йорк, США	Джелепов В.П. (СССР) Кузнецов А.А. (СССР) Барашенков В.С. (СССР) Эрамжян Р.А. (СССР) Евсеев В.С. (СССР)
55.	Европейская конференция по программированию для сканирующих устройств	4-9 сентября	Амстердам, Голландия	Шигаев В.Н. (СССР)
56.	Международная конференция по масс-спектропии	6-18 сентября	Киото, Япония	Тарантин Н.И. (СССР)
57.	Международный конгресс, посвященный 100-летию открытия периодического закона Д.И. Менделеевым	10-25 сентября	Турин, Италия	Боголюбов Н.Н. (СССР) Щербаков Ю.А. (СССР)
58.	Ежегодная школа физиков	13-30 сентября	Герцег-Нови, Югославия	Валуев Б.Н. (СССР) Ничипорук Б. (ПНР)
59.	Международный симпозиум по взаимодействию фотонов и электронов	13-21 сентября	Ливерпуль, Англия	Балдин А.М. (СССР) Хачатурян М.Н. (СССР) Исаев П.С. (СССР) Герасимов С.Б. (СССР)
60.	Международная конференция по изохронным циклотронам и Международная конференция по использованию циклотронов в химии, металлургии и биологии	16 сентября - 2 октября	Оксфорд, Англия	Дмитриевский В.П. (СССР) Денисов Ю.Н. (СССР) Глазов А.А. (СССР)
61.	Генеральная ассамблея МАГАТЭ	22 сентября - 2 октября	Вена, Австрия	Содном Н. (МНР)
62.	Франко-советский colloquium по физике твердого тела	4-25 октября	Париж, Франция	Лушиков В.И. (СССР)
63.	Заседание оргкомитета Школы физиков ЦЕРНа	3-13 ноября	Хельсинки, Финляндия	Христов Х. (НРБ)
64.	Конференция по трансураниевым элементам	10-26 ноября	Хьюстон, США	Звара И. (ЧССР)

Радиационная безопасность

Контроль уровней излучений и правил безопасной работы выполнялся вблизи действующих ускорительных установок, импульсного реактора и в помещениях, где проводятся работы с открытыми радиоактивными веществами и ампулированными источниками. Контролируемыми видами радиации являются бета-, альфа- и гамма-излучения, релятивистские заряженные частицы, а также нейтроны в широком энергетическом диапазоне. Контролировалась степень облучения каждого из сотрудников института и прикомандированных лиц, работающих в полях ионизирующих излучений. Индивидуальный контроль учитывал нейтроны, а также бета- и гамма-излучение.

На основе исследования распределения уровней ионизирующих излучений в местах расположения физических установок ОИЯИ были определены размеры радиационных зон. Подготовлен проект правил работы сотрудников ОИЯИ в радиационных зонах, который предусматривает дальнейшее улучшение порядка и условий труда в полях ионизирующих излучений. Вместе с этим пересмотрены и изданы инструкции общего типа по радиационной безопасности. Усилены защитные свойства одной из стен здания синхроциклотрона Лаборатории ядерных проблем, что привело к снижению более чем в 10 раз величины дозы на рабочих местах персонала, проводящего эксперименты.

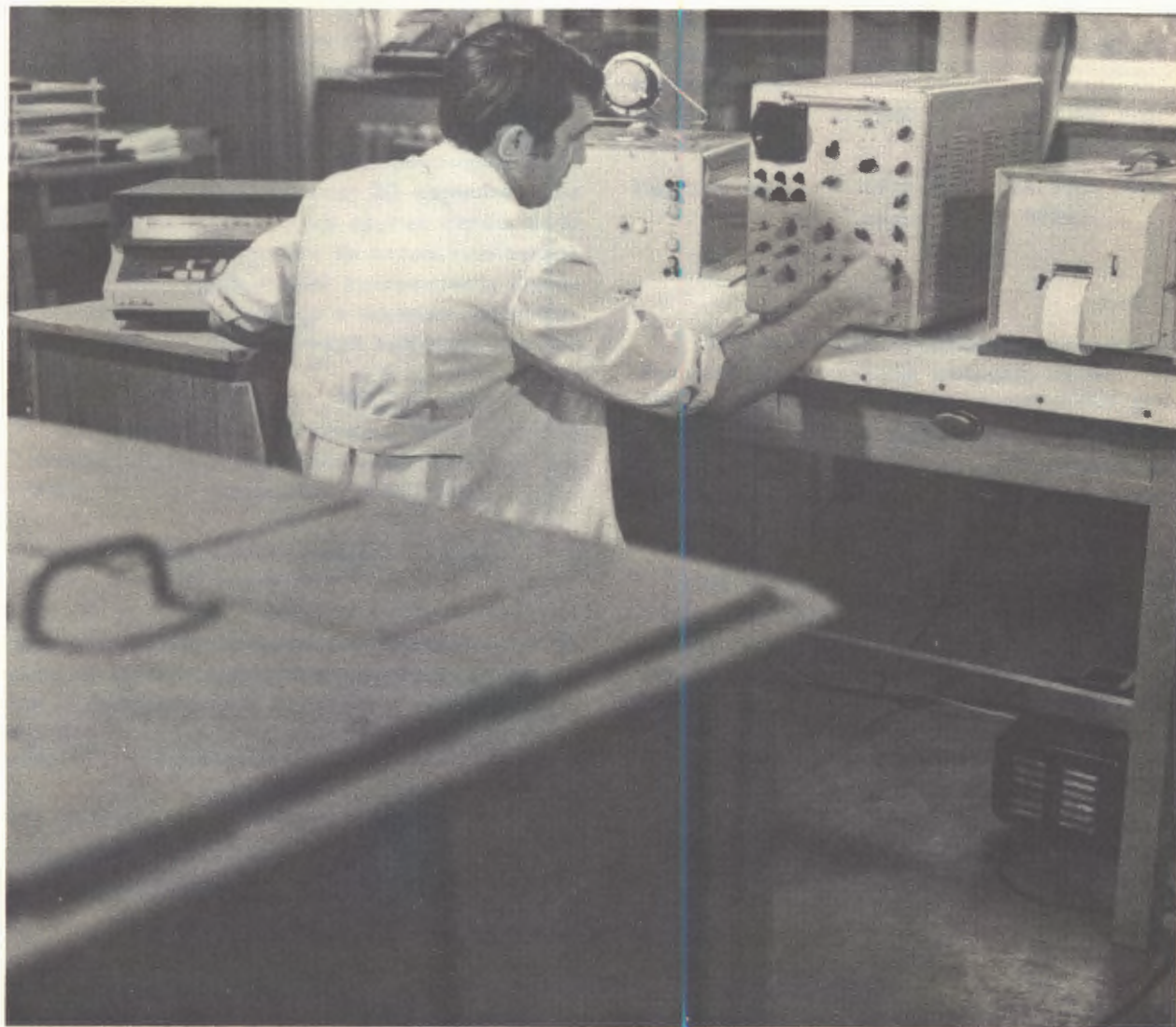
Результаты дозиметрического контроля показывают, что большая часть сотрудников ОИЯИ при работе на физических установках подвергается незначительному воздействию ионизирующих излучений. Так, например, степень облучения 99,1% сотрудников Лаборатории высоких энергий, 77% сотрудников Лаборатории ядерных проблем, 91,6% сотрудников Лаборатории нейтронной физики, 98,1% Лаборатории ядерных реакций не превышала 1 бэр (одной пятой от годовой предельно допустимой дозы).

Сотрудники отдела радиационной безопасности участвовали в пересмотре физического обоснования на реконструкцию синхроциклотрона

в части защиты от излучений и дозиметрического контроля. Они провели экспертизу проектного задания в части защиты и дозиметрического контроля на проектируемом линейном ускорителе отдела новых методов ускорения, а также разработали систему дозиметрического контроля на действующем линейном ускорителе ОНМУ и необходимые мероприятия по радиационной защите. В соответствии с

перспективой развития основных установок ОИЯИ и повышением надежности и достоверности результатов дозиметрического контроля был выполнен ряд научно-методических работ.

Инженер В.И. Цовбун проводит анализ спектра гамма-излучения.

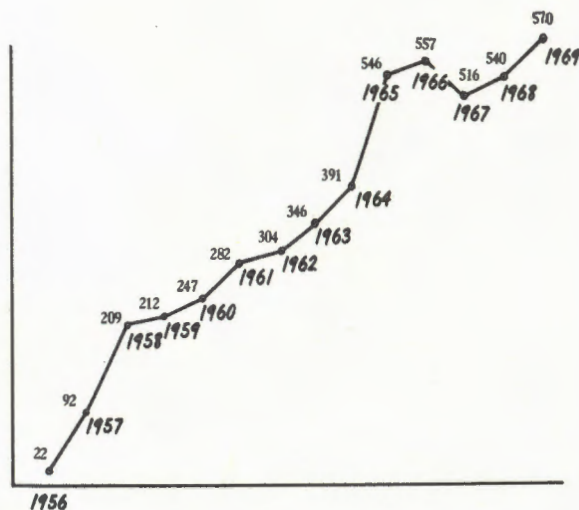


Издательский отдел

В 1969 году продолжался рост числа и объема публикаций института. Выпущено в свет 570 наименований препринтов (в 1968 году - 540). Общий объем всех изданий составил 785 учетно-издательских листов (в 1968 году - 730).

Наибольшее число работ было представлено Лабораторией теоретической физики. За ней следует Лаборатория ядерных проблем.

График показывает рост числа публикаций ОИЯИ по годам.



Издано несколько сборников большого объема, содержащих главным образом материалы рабочих совещаний и конференций. В числе сборников, оказавшихся наиболее популярными, были "Пузырьковые камеры", "Искровые камеры".

В течение года в редакции научных журналов направлено 507 статей, содержащих отчеты о научных и научно-методических исследова-

дованиях, выполненных в Объединенном институте. В том числе в научные журналы Советского Союза было послано 348 статей, в журналы других стран - 161 (Болгария, Венгрия, ГДР, Польша, Дания, США, Франция). Больше всего статей сотрудников института было направлено в журналы "Ядерная физика", "Журнал теоретической и математической физики", "Приборы и техника эксперимента", а из числа научных журналов стран, не являющихся членами ОИЯИ, - в такие международные журналы, как "Physics Letters", "Nuclear Physics".

Препринты Объединенного института ядерных исследований рассылались в порядке обмена институтам, университетам, библиотекам и отдельным ученым 48 стран (в 1968 году - 44 стран). За год в списки рассылки было внесено 82 новых адреса: 30 адресов - из стран-участниц и 52 - из других стран. 3540 препринтов было выслано по отдельным запросам (в 1968 году - 2056 препринтов). Около 15 000 брошюр разослано в порядке внутринститутского распределения ведущим ученым Дубны.

Общее число оттисков, отпечатанных полиграфической бригадой издательского отдела за год, составляет 3 577 538.

Наряду с публикацией препринтов, сборников, а также материалов дирекции, Ученого совета, Комитета Полномочных Представителей были выполнены многочисленные заказы на печатание служебных бланков (в том числе для обработки экспериментальных данных), программ для работы на ЭВМ и пр.

Изданы экспресс-бюллетени научно-технической библиотеки: "Новые книги" - 47 выпусков, "Статьи" - 39 выпусков, "Препринты" - 73 выпуска (общий объем 36,5 уч.-изд. л.).

Другие работы, выполненные издательским отделом, характеризуются следующими данными.

Изготовлено ксерокопий	- 150 534	(в 1968 году - 108 592)
микрофильмов	- 3379 кадров	(в 1968 году - 4290)
негативов для травления монтажных плат электронных устройств	- 1340	(в 1968 году - 1400)
Переплетено	- 5572 единицы	(в 1968 году - 5634).

За реализацию сборников и изготовление ксерокопий институтом получено около 19870 руб. (в 1968 году - около 20580 руб.).

Продолжалось внедрение новой техники. Освоены автоматическая листоподборочная машина, вибрационный стеллажный и переплетное устройство.

За год методом ксерокс-ротапонт было отпечатано 3482 формы. В качестве примера его удачного использования можно привести однотомный сборник "Ливерпуль 1969" (Международная конференция по электромагнитным взаимодействиям). Этот сборник отпечатан за несколько дней.

Издательский отдел удостоен 1-ой премии на московском конкурсе на лучшее исполнение изданий способом оперативной полиграфии.

Научно- техническая библиотека

В 1969 году библиотека обслужила 4800 человек, в том числе 808 прибывших в ОИЯИ в командировки (в 1968 году - 4486). Ежедневно библиотеку посещают и работают в ее читальных залах около 200 человек. Количество выданной за год литературы превышает 150 тысяч печатных единиц. Число передвижных библиотек, организованных в отделах института, осталось неизменным с 1968 года - 40.

По заказам читателей книги и журналы, которых нет в фондах библиотеки, привозились из московских библиотек. Всего получено по межбиблиотечному абонементу (МБА) 1774 печатных единицы. В свою очередь, библиотека ОИЯИ обслужила по МБА 64 библиотеки Советского Союза (в 1968 году - 50). В Объединенный институт поступали запросы на литературу также по международному абонементу (из Венгрии, Чехословакии, ЦЕРНа).

По всем источникам комплектования библиотека получила 16857 печатных единиц. Было выписано 570 названий периодических изданий. В порядке обмена в ОИЯИ было прислано свыше 6 тысяч репринтов, 180 названий книг, 80 названий журналов. В фонд поступило 58 диссертаций. Проведена работа по очистке фонда от устаревшей литературы.

На 31 декабря 1969 года в библиотеке Объединенного института насчитывалось 270 тысяч печатных единиц.

Вся поступившая литература своевременно обрабатывалась и отражалась в каталогах.

Карточки для каталогов библиотек отделений размножались на машине "Ксерокс". Библиотека имеет сводный каталог русского и иностранного книжного фонда, систематический каталог, сводный каталог периодических изданий, картотеку авторефератов и диссертаций, тематические картотеки журнальных статей и препринтов по разделам теоретической и ядерной физики. Ведется картотека публикаций ученых ОИЯИ.

О новых книгах, журналах и препринтах читателей информировала еженедельная выставка новых поступлений. 8 тематических выставок было организовано к совещаниям и конференциям, происходившим в институте. Были составлены и изданы 8 тематических списков литературы, представленной на выставках. Тематические списки раздавались участникам конференции.

В целях большей оперативности издания "Информационный бюллетень", выпускавшийся два раза в месяц, был разделен на три экспресс-бюллетеня: "Статьи", "Препринты", "Книги". Они выходят еженедельно и рассылаются во все отделы и всем сотрудникам института, желающим их получать. Был издан "Указатель работ сотрудников ОИЯИ за 1968 год". В обслуживании читателей большое место занимала справочно-библиографическая работа. Библиографический отдел библиотеки дал большое количество устных, а также письменных справок по запросам ученых.

Распределение по странам препринтов, поступивших в ОИЯИ в 1969 году

СССР	750
Венгрия	89
ГДР	93
Польша	203
Румыния	32
Чехословакия	36
Югославия	107
Австралия	15
Австрия	9
Бельгия	154
Бразилия	27
Великобритания	250
Голландия	14
Дания	149
Индия	77
Ирландия	2
Италия	519
Канада	102
Норвегия	14
Пакистан	21
США	2288
Финляндия	52
Франция	524
ФРГ	428
ЦЕРН	650
Швейцария	11
Швеция	67
Япония	234
Прочие страны	61

Совет по радиоэлектронике

Организация
международных
научно-технических
семинаров
и выставок

Советом по радиоэлектронике ОИЯИ совместно с Болгарской академией наук и Комитетом по мирному использованию атомной энергии НРБ был подготовлен и успешно проведен в г. Варне Семинар по ядерной электронике, посвященный вопросам регистрации излучений электронными методами, автоматизации эксперимента и обработки информации в процессе эксперимента. В его работе приняли участие около 140 специалистов из стран - участниц Объединенного института, а также специалисты из Италии, Франции, Югославии. На семинаре было обсуждено 65 работ, при этом особое внимание уделялось новым путям развития ядерной электроники. Материалы семинара подготовлены оргкомитетом к публикации в издательском отделе ОИЯИ.

По инициативе Совета по радиоэлектронике для организации семинаров и обмена опытом в Дубну были приглашены из ЦЕРНа специалисты по ядерной электронике - доктора И. Пайзер и Х. Вервей.

Подготовлена и проведена в Дубне выставка "Многоканальные анализаторы и электронная аппаратура" (рис. 113).

Стандартизация

Завершена разработка технической документации для Центральных экспериментальных мастерских ОИЯИ на компактные высоковольтные выпрямители для питания полупроводниковых детекторов и фотоумножителей, а также сконструированы высоковольтные разъемы (30 кв).



Рис. 113. Венгерское внешнеторговое предприятие МЕТРИМПЕКС провело в Дубне выставку многоканальных анализаторов и электронной аппаратуры.

В целях более широкого привлечения сотрудников института к разработкам и внедрению в ОИЯИ унифицированных радиоэлектронных устройств через Центральные экспериментальные мастерские Советом по радиоэлектронике подготовлен тематический конкурс на разработку таких устройств.

Проводились обсуждения вопросов, связанных с применением интегральных схем в ОИЯИ. Рассматривалась возможность использования новых зарубежных механических и электрических стандартов ядерной электроники модульного типа, рассчитанных прежде всего на аппаратуру с применением интегральных схем и вычислительных машин, известных под названием "САМАС".

Выполнены работы по корректировке и обновлению номенклатур на радиодетали общего применения в 1970-1975 годах.

Текущие работы

С целью корректировки текущих работ рассматривались планы работ по радиоэлектронике лабораторий и подразделений ОИЯИ. Выносились рекомендации по приобретению и распределению дефицитных радиоматериалов, измерительных приборов и т.д. Обсуждались и согласовывались квартальные планы по выпуску электронных изделий в Центральных экспериментальных мастерских.

Изобретательство, рационализация и патентная служба

Число изобретений сотрудников ОИЯИ, которое зарегистрировано в СССР в 1969 году, составляет 38. Всего в Объединенном институте за время его существования было сделано 168 изобретений. Данные иллюстрируются таблицей.

В истекшем году было подано 450 рационализаторских предложений. Внедрено 10 изобретений и 380 рационализаторских предложений с общим экономическим эффектом 50 000 рублей, который исчислен по 19 рационализаторским предложениям и одному изобретению.

Проведено совершенствование организационных форм работы в области рационализации, изобретательства и патентного дела в ОИЯИ. Утверждены положения об Отделе изобретательства, рационализации, патентной информации (ОИРПИ) и о Патентном совете института.

Созданный в институте патентный фонд насчитывает в настоящее время около 40 000 описаний изобретений к авторским свидетельствам и к иностранным патентам в виде микрофильмов и ксерокопий. Имеется информация об изобретениях, сделанных в Советском Союзе за последние 15 лет, и в других странах за последние 4 года. Реферативная картотека ВИНТИ СССР, имеющаяся в ОИЯИ, содержит около 250 000 карточек. В фонде содержатся также переводы описаний иностранных изобретений, тематические подборки, учебно-методическая патентная литература.

Продолжается работа над проектами положений об изобретениях и рационализаторских предложениях. Ведется подготовка второго совещания экспертов-патентоведов, которое предполагается провести в апреле-мае 1970 года.

Проведены смотр на лучшую постановку изобретательской и рационализаторской работы, а также конкурсы на лучшее изобретение года, лучшее внедренное изобретение и рационализаторское предложение, лучшую постановку информационной работы.

Таблица

	1961 г. - 1965 г.	1966 г.	1967 г.	1968 г.	1969 г.	Всего:
Заявки	268	75	58	83	109	593
Изобретения	71	18	16	25	38	168
Внедренные изобретения	24	8	13	19	10	74



Рис. 114. Группе сотрудников Объединенного института - авторов открытия новой элементарной частицы антисигма-минус-гиперон, сделанного в Дубне в 1960 году, - были вручены дипломы Государственного комитета по изобретениям и открытиям СССР. На снимке: заместитель председателя Комитета Е.И. Артемьев вручает диплом одному из авторов открытия - вьетнамскому ученому Нгуену Дин Ты.

Административно- хозяйственная деятельность

Кадры

Численность сотрудников Объединенного института ядерных исследований на 31 декабря 1969 года составила 4999 человек.

Распределение сотрудников ОИЯИ по категориям представлено в таблице 1.

Таблица 1

Категория работников	Численность			Всего
	В лабораториях и управлениях	В производственных подразделениях и др.	В том числе из стран-участниц, кроме СССР	
Научные сотрудники	610	183	-	610
Инженеры	845	62	84	929
Техники и мастера	355	23	95	450
Рабочие	1403	32	972	2375
МОП	151	-	111	262
Служащие	234	11	85	319
Ученики	23	-	31	54
	3621	311	1378	4999

В ОИЯИ работают 6 академиков (Н.Н. Боголюбов, М.А. Марков, Б.М. Понтекоров, Г.Н. Флеров, И.М. Франк, Х. Христов); 8 членов-корреспондентов (Д.И. Блохинцев, В.П. Желепов, А.А. Логунов, М.Г. Мешеряков, Н. Содном, И. Тодоров, Ф.Л. Шапиро, Д.В. Ширков); 47 докторов наук; 243 кандидата наук.

В 1969 году в ОИЯИ принято 572 новых сотрудника, в том числе 119 специалистов из стран-участниц (кроме СССР). Из этого числа:

научных сотрудников	- 83
инженеров	- 96
техников и мастеров	- 30

рабочих	- 253
учеников	- 64
младшего обслуживающего персонала	- 21
служащих	- 25

Уволено из ОИЯИ за этот же период в связи с окончанием срока работы и по другим причинам 395 человек, в том числе 122 специалиста из стран-участниц, кроме СССР.

В течение года учеными советами и научно-техническими советами лабораторий избраны на должности на новые сроки 109 человек. Присвоены ученые звания младшего научного сотрудника 45 и звания старшего научного сотрудника 12 человекам.

В течение 1969 года защитили кандидатские диссертации 37 и докторские диссертации 5 сотрудников ОИЯИ.

Финансовая деятельность

Для проведения научно-исследовательских работ и капитального строительства научно-исследовательских и других объектов Комитет Полномочных Представителей государств-членов Объединенного института ядерных исследований утвердил на 1969 год бюджет института в сумме 25400,0 тыс.руб.

Фактические расходы за 1969 год составили 25327,0 тыс.руб. (или 99,7% по отношению к годовым ассигнованиям), распределе-

ние которых по разделам бюджета показано в таблице 2.

В институте продолжалась работа по выявлению излишних и ненужных материальных ценностей (оборудования, аппаратуры, приборов и др.) и их реализации на сторону. В результате проведенных мероприятий реализовано материалов и оборудования на сумму 326,0 тыс.руб.

Таблица 2

Наименование разделов	Годовые ассигнования	Фактические расходы	В % к плану
1	2	3	4
Раздел I - на научно-исследовательскую деятельность и хозяйственные нужды	17942,0	16878,0	94,1
Раздел II - на приобретение оборудования, требуемого для проведения научно-исследовательских работ	2050,0	2141,0	104,4
Раздел III - на капитальное строительство научно-исследовательских и других объектов	5408,0	6308,0	116,6
Итого:	25400,0	25327,0	99,7

Капитальное строительство

Затраты по плану капитального строительства на 1969 год планировались в размере 5408,0 тыс.руб., фактические затраты составили 6308,0 тыс.руб., или 116,6%. Выполнение плана по отдельным статьям капитального строительства характеризуется (в тысячах рублей) таблицей 3.

Таблица 3

Структура капитальных вложений	План	Фактические затраты	% выполнения
Всего капитальных вложений	5408,0	6308,0	116,6
В том числе:			
1. Строительно-монтажные работы	1710,0	2041,0	119,4
2. Оборудование и монтаж	3478,0	4010,0	115,3
3. Проектно-исследовательские работы и прочие затраты	220,0	257,0	116,8
4. Ввод основных фондов	2739,0	3541,0	129,3

В числе введенных основных фондов важнейшими являются:

1. Экспериментальные установки для исследований на ускорителе 76 ГэВ Института физики высоких энергий (Серпухов)

1176,0 тыс.руб.

2. Установка для проведения исследований сверхпроводящих соленоидов (Лаборатория ядерных проблем)

295,0 тыс.руб.

3. Реактор ИБР-30 с линейным ускорителем электронов на 40 МэВ (Лаборатория нейтронной физики)

550,0 тыс.руб.

4. Строительство и оборудование вычислительного центра

549,0 тыс.руб.

Производственные подразделения института

Деятельность производственных подразделений в 1969 году характеризуется показателями, приведенными в таблице 4.

Таблица 4

Показатели	План	Фактически выполнено	% выполнения
1. Объем готовой продукции, выполненных работ и оказанных услуг в тыс.руб.	5409,0	5709,0	105,5
2. Результат деятельности (прибыль) в тыс.руб., в % к объему	536,0 9,1	707,0 12,37	131,8 -
3. Затраты на 1 руб. реализованной продукции в коп.	0-90,9	0-87,6	-
4. Среднесписочная численность работающих	1319	1281	97,1
5. Выработка на одного работающего в руб.	4101	4456	108,6
6. Прибыль на одного работающего в руб.	406	551	135,7

СТРУКТУРА ОБЪЕДИНЕННОГО ИНСТИТУТА ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

