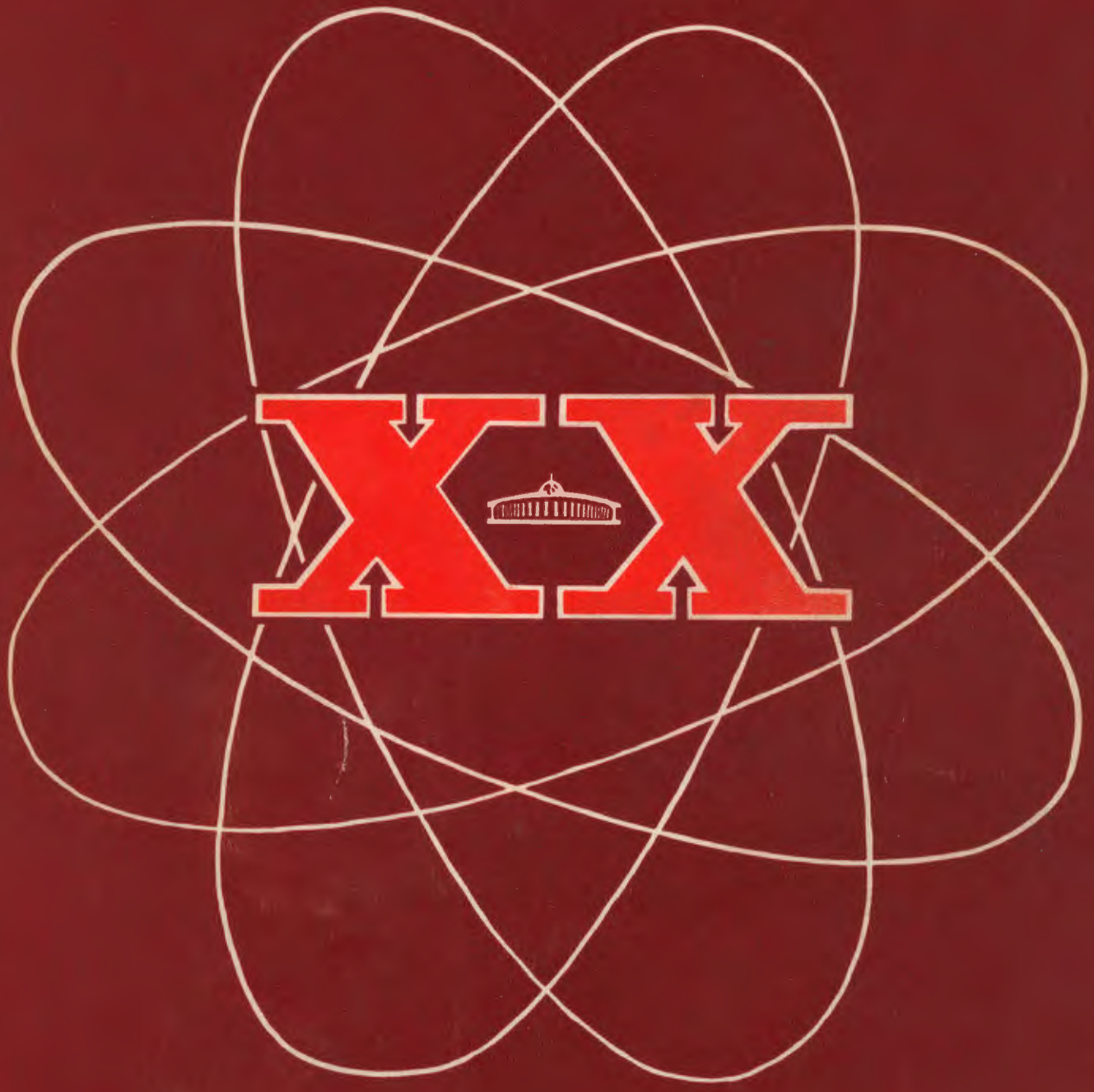


ДУБНА · 1976

ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

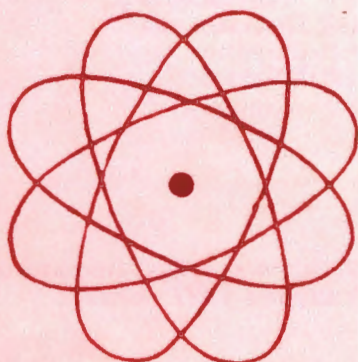


JOINT INSTITUTE FOR NUCLEAR RESEARCH

1976 · DUBNA

СЗМ³
0-292

ОТЧЕТ
О ДЕЯТЕЛЬНОСТИ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ



ЕЖЕГОДНОЕ ИЗДАНИЕ

Оглавление

Цели и задачи Объединенного института ядерных исследований	4
Лаборатории и основные установки ОИЯИ	5
Введение	6
Проблемно-тематический план ОИЯИ на 1976 год	18
Научно-исследовательские работы, выполненные лабораториями ОИЯИ в 1976 году	
Лаборатория теоретической физики	22
Лаборатория высоких энергий	38
Лаборатория ядерных проблем	60
Лаборатория ядерных реакций	78
Лаборатория нейтронной физики	94
Лаборатория вычислительной техники и автоматизации	108
Отдел новых методов ускорения	120
Руководящие и консультативные органы Международные связи	
Деятельность руководящих и консультативных органов	130
Премии ОИЯИ за 1975 год	134
Международные связи и научное сотрудничество	140
Научная информация	
Издательский отдел	172
Научно-техническая библиотека	174
Патентный отдел	178
Общеинститутские службы Административно-хозяйственная деятельность	
Отдел радиационной безопасности	182
Совет по радиоэлектронике	184
Административно-хозяйственная деятельность	188

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

Устав ОИЯИ, глава II

Лаборатории и основные установки ОИЯИ

Лаборатория теоретической физики

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 вычислительной техники
и автоматизации

Введение

1976 год для Объединенного института ядерных исследований был особенным. Институт отметил свое двадцатилетие. За эти годы Объединенный институт стал одним из крупнейших научных центров, где осуществляется большая программа исследований широкого круга проблем современной физики.

За успехи, достигнутые в фундаментальных и прикладных исследованиях в области физики элементарных частиц и ядерной физики, большой вклад в подготовку высококвалифицированных научных кадров и развитие научно-технического сотрудничества социалистических стран Президиум Верховного Совета СССР наградила Объединенный институт ядерных исследований орденом Дружбы народов. Большая группа ученых Института и его стран-участниц /более 150 человек/ награждена орденами и медалями стран-участниц.

Лаборатории Института успешно выполнили запланированную на 1976 год программу теоретических и экспериментальных исследований. Коллектив Института внес большой вклад в совершенствование базовых установок и создание новой экспериментальной аппаратуры в соответствии с новым пятилетним планом развития ОИЯИ, первым годом которого был прошедший 1976-й.

Теоретики Института провели исследование асимптотического поведения амплитуд и сечений рассеяния на большие углы в области высоких энергий в рамках квазипотенциального подхода в квантовой теории поля и на основе кваркового счета. При сравнении найденных степенных автомодельных асимптотик с экспериментальными данными получено хорошее согласие. На основе квантовой киральной теории вычислены амплитуды полуплептонных распадов каонов и сделаны предсказания

для возможной экспериментальной проверки. Данные расчетов находятся в согласии с экспериментальными результатами. Рассмотрены радиационные распады новых векторных мезонов J/Ψ в рамках модели "цветных" кварков с использованием релятивистского гармонического осциллятора. Установлен факт подавления этих распадов. Исследован принципиально важный вопрос о возможности существования нейтринных осцилляций.

Достигнут существенный прогресс в развитии единого полумикроскопического подхода к описанию свойств низколежащих и высоковозбужденных состояний ядер: фрагментации, нейтронных силовых функций, мультипольных гигантских резонансов. Предложено описание коллективных состояний переходных ядер, а также формы ядер в состояниях с большими моментами, образующихся в реакциях с многозарядными ионами. Разработан эффективный метод решения многочастичных задач. Построены модели и исследованы такие явления релятивистской ядерной физики, как ударные волны, кумулятивный эффект, прохождение адронных кластеров через ядро. Результаты исследования резонансного поглощения мюонов атомными ядрами зарегистрированы как открытие.

В экспериментах на синхрофазотроне с помощью одноплечевого спектрометра "Альфа" изучались упругое и неупругое рассеяние релятивистских альфа-частиц на ядрах водорода, гелия, углерода, алюминия, меди, свинца. Опыты позволили обнаружить новое явление - осцилляции в дифференциальных сечениях, которое было предсказано в теории элементарных частиц. На спектрометре ядер отдачи исследовалось упругое α -рассеяние в области малых передач импульса. Определены дифференциальное сечение и его наклон, действительная часть амплитуды рассея-

ния, ядерный радиус альфа-частицы. С помощью метровой пропановой камеры выполнен большой комплекс исследований взаимодействий пионов с нуклонами и ядрами углерода при энергии 5 ГэВ: изучены корреляционные параметры, проведен анализ распределений по множественности заряженных и нейтральных частиц, изучены проявления масштабно-инвариантных свойств при этой энергии.

На синхроциклотроне завершено изучение распада $\pi^+ \rightarrow e^+ e^+ e^- \nu_e$, позволившее сделать экспериментальную оценку слабоэлектромагнитного формфактора пиона. Измерено сечение реакции обратного электророжения пионов при энергии пионов 160 МэВ, при которой вклад изобары в исследуемую реакцию максимален; сделана экспериментальная оценка формфактора перехода $\Delta \rightarrow N\gamma$. В опытах, проводимых со стримерной камерой высокого давления, установлена независимость от энергии пионов положения первого минимума в сечении упругого рассеяния пионов на ядрах гелия-3 и гелия-4 в районе первого барионного резонанса. С помощью "замороженной" поляризованной мишени измерена угловая зависимость коэффициента корреляции поляризации при энергиях 610 и 630 МэВ в упругом протон-протонном рассеянии.

В исследованиях структуры ядер проведен поиск изомеров формы, образующихся в результате безрадиационного перехода в мюонном атоме урана-238. Проведен комплекс исследований мезоатомных и мезомолекулярных процессов. При изучении механизма диффузии положительно заряженных мюонов в металлах обнаружено новое физическое явление - подбарьерный механизм диффузии. В опытах по программе ЯСНАПП выполнены широкие исследования схем распада многих ядер, в том числе нейтронодефицитных изотопов редкоземельных элементов.

1956



АКАДЕМИЯ НАУК
СССР





1976



В президиуме торжественного заседания Комитета Полномочных Представителей правительств государств - членов ОИЯИ и Ученого совета ОИЯИ, посвященного 20-летию Института. Дубна, 2 июня 1976г.



Научная общественность социалистических стран отметила 20-летие Объединенного института ядерных исследований. В Дубне состоялось торжественное заседание Комитета Полномочных Представителей правительств государств - членов ОИЯИ и Ученого совета ОИЯИ, на котором присутствовали почетные гости: чрезвычайные и полномочные послы, ответственные сотрудники посольств стран-членов, представители партийных органов, академий наук и крупных научных центров этих стран, видные ученые и ветераны Института.



От имени Президиума Верховного Совета СССР президент Академии наук СССР академик А.П.Александров вручил дирекции ОИЯИ орден Дружбы народов, которым Институт был награжден за успехи, достигнутые в фундаментальных и прикладных исследованиях в области физики элементарных частиц и ядерной физики, большой вклад в подготовку высококвалифицированных научных кадров и развитие научно-технического сотрудничества социалистических стран.





Представители всех стран-участниц ОИЯИ выступили с приветствиями в адрес Института.



Ученые ОИЯИ получили интересные результаты в экспериментах на ускорителе Института физики высоких энергий в Протвино. С помощью бесфильмового искрового спектрометра на пучке нейтронов с импульсом 50 ГэВ/с обнаружена особенность в системе $\Lambda \pi^+ \pi^-$ с массой 2087 МэВ и шириной 23 МэВ/сечение 0,5 мкб /, что может служить указанием на существование "очарованного" бариона. Ученые ОИЯИ совместно со специалистами шестнадцати лабораторий стран-участниц Института продолжали обработку и анализ случаев взаимодействия отрицательно заряженных пионов с протонами, нейтронами и ядрами углерода, зарегистрированных в двухметровой пропановой камере. Изучены поведение корреляционных функций заряженных частиц и гамма-квантов, корреляции поперечных импульсов пионов и наблюдаемые эффекты тождественности частиц в $\pi^- p^-$ и $\pi^- n^-$ взаимодействиях и другие явления. С помощью двухметровой водородной камеры "Людмила", облученной в пучке антипротонов с импульсом 23 ГэВ/с, на основе анализа 14,5 тыс. событий исследованы инклюзивные одно- и двухчастичные спектры вторичных заряженных частиц. Оценена зарядовая асимметрия в центральной области $p^- p^-$ взаимодействий, изучен эффект интерференции тождественных пионов в этом взаимодействии.

Учеными Института предсказана и обоснована возможность экспериментального исследования нового типа распадов элементарных частиц, так называемых атомных распадов. Проведен анализ ядерных расщеплений, вызванных протонами с энергиями 70 и 250 ГэВ в фотоэмульсиях, которые были облучены на ускорителях в Протвино и Батавии. При этом велся поиск суперфрагментов ядерных систем с "очарованными" барионами. При анализе 250 тыс. зарегистри-

рованных событий обнаружено 5 вторичных звезд. Эти события могут рассматриваться как возможные случаи образования суперфрагментов.

На ускорителе Национальной ускорительной лаборатории в Батавии ученые ОИЯИ и НУЛ изучают упругое и неупругое pd -рассеяние. Получен большой экспериментальный материал и ведется его обработка. Завершен эксперимент по прямому рассеянию пионов с энергией 100 ГэВ на электронах в жидководородной мишени. В опытах измерен электромагнитный радиус пиона, величина которого оказалась равной $0,57 \pm 0,06 \cdot 10^{-13}$ см, что хорошо согласуется с выводами модели векторной доминантности.

На циклотронах для ускорения тяжелых ионов завершен цикл работ по синтезу нового трансфермиевого элемента с атомным номером 107 и массой 261. Исследованы свойства новых спонтанно делящихся изотопов элементов от 104 до 107, в результате чего показана реальная возможность продвижения к более тяжелым элементам. Путем облучения мишеней плутония, америция и кюрия ионами кальция-48 с энергией 240-270 МэВ велись поиски сверхтяжелых $Z = 110-116$ долгоживущих ядер с периодами полураспада в интервале от 5 до 500 часов по α -распаду и спонтанному делению. Сделаны оценки верхних пределов сечений образования изотопов этих элементов. В исследованиях свойств ядер, удаленных от линии бета-стабильности, получено 26 новых изотопов в области бария и редких земель, пять из которых являются излучателями западывающих протонов. Измерены сечения образования различных изотопов в глубоконеупругих реакциях передачи нуклонов при облучении мишеней из золота

и серебра ионами аргона-40. В столкновениях тяжелых ядер экспериментально показано существование различных компонент квазимолекулярного излучения систем с эффективным зарядом вплоть до $Z=166$.

В экспериментах с поляризованными пучками нейтронов от импульсного реактора ИБР-30 методом пропускания их через поляризованную мишень гольмия изучалась спиновая зависимость полного сечения гольмия-165. В связи с исследованием свойств малонуклонных систем измерено полное сечение рассеяния тепловых нейтронов на ядре гелия-3 и получены сведения о спиновой зависимости длин рассеяния. Опыты проводились с применением тонких газовых мишеней. С помощью многосекционной пропорциональной камеры наблюдался альфа-распад компаунд-состояний рутения-100 и молибдена-96. Обнаружено нагревание ультрахолодных нейтронов до тепловых энергий при хранении их в ловушках. Это нагревание является, по-видимому, основной причиной наблюдавшегося anomalously малого времени хранения УХН.

Получены новые данные о существовании бозе-конденсата в жидком гелии. Методом неупругого рассеяния тепловых нейтронов на спектрометре ДИН-1М измерена температурная зависимость плотности бозе-конденсата в жидком гелии. Температура бозе-конденсации совпадает с температурой перехода гелия в сверхтекучее состояние. Проведена отработка метода дифракции нейтронов по времени пролета в применении к сложным кристаллам, содержащим водород, что позволило выполнить опыты по определению координат водородных атомов в сложном кристалле лантан-магниевого нитрата.

Развитие ускорительной техники - одно из важных направлений работ ученых

и специалистов Института. Создан лазерный источник многозарядных ионов, это позволило ускорить в синхрофазотроне ионы углерода до энергии 60 ГэВ. Введен в эксплуатацию режим медленного и быстрого выводов пучков в одном цикле ускорения на синхрофазотроне. Запущен улучшенный вариант источника ионов КРИОН-2. Продолжались работы над проектом нуклотрона. Создан большой стенд для испытаний сверхпроводящих магнитов. Для сооружаемой в ОИЯИ установки "Ф" изготовлен ряд крупных узлов, усовершенствована модель источника поляризованных протонов /поляризация пучка более 90%/. Завершены работы по созданию изохронного циклотрона У-120М и ведется его монтаж в Институте ядерной физики Чехословацкой академии наук. Силами специалистов Объединенного института выполнена большая работа - изготовлен и введен в действие четырехметровый электромагнит для сооружаемого в ОИЯИ циклотрона, предназначенного для ускорения многозарядных ионов.

В исследованиях коллективного метода ускорения осуществлены стабильный захват электронного пучка на равновесную орбиту при числе частиц более 10^{13} и устойчивый режим компрессии электронных колец до радиуса 3 см. Ускоряющие поля в кольцах достигают 50 МВ/м. Для экспериментов созданы системы диагностики и автоматического управления.

Успешно продолжались работы на строительстве комплекса ИБР-2. Завершены строительные-монтажные работы в зале реактора и двух экспериментальных залах. Велась подготовка оборудования и технологических систем к физическому пуску.

В истекшем году успешно эксплуатировались крупные физические установки Института. На камере "Людмила" в

пучках серпуховского ускорителя получено 380 тысяч фотографий, на установке БИС - свыше 1 млн. рабочих запусков, на спектрометре МИС - 600 тысяч фотографий. На синхрофазотроне в Дубне велись эксперименты с помощью двухметровой и метровой пропановых камер, метровой водородной камеры, установок СКМ-200, "Альфа".

На созданной в Институте "замороженной" поляризованной мишени достигнуты высокие параметры, степень поляризации протонов близка к 100%, время релаксации - порядка тысячи часов. Испытана модель водородной стримерной камеры, на которой получена высокая степень локализации и яркости следов. Создан ряд основных узлов установки РИСК: системы высоковольтного питания, газообеспечения и др.; завершено конструирование стримерной камеры. Для экспериментов на ускорителе в Батавии специалистами ОИЯИ изготовлены дрейфовые камеры, обеспечивающие высокую эффективность регистрации и пространственное разрешение в среднем 60 мкм.

Производительность центрального вычислительного комплекса значительно повышена благодаря вводу в эксплуатацию вычислительной системы CDC-6500 и ее математического обеспечения. Модернизирована система матобеспечения ЭВМ БЭСМ-6, что предоставило пользователям ряд новых возможностей и удобств в работе. Разработан графический дисплей на запоминающей электроннолучевой трубке, создан базовый

комплект программ для дисплея. Проведена комплексная наладка нового сканирующего устройства АЭЛТ-2. С целью повышения производительности автоматов НРД и "Спиральный измеритель" ведутся работы по их совершенствованию. Подготовлена документация для промышленного выпуска просмотрово-измерительного проектора БПС-75. Продолжались разработки методов расчетов и систем обработки экспериментальных данных, а также прикладных методов вычислений в связи с исследованиями в ОИЯИ. Дальнейшее развитие получили измерительные центры лабораторий.

Объединенный институт осуществлял широкое международное научно-техническое сотрудничество с институтами стран-участниц ОИЯИ, а также физическими центрами других стран и международными организациями. Программа совместных исследований ученых и инженеров ОИЯИ и институтов стран-участниц включала 172 темы. Для проведения совместных работ и участия в совещаниях Дубну посетили 1980 специалистов из многих стран. 590 сотрудников Института выезжали для этих же целей в страны-участницы и другие страны. Институт участвовал в организации 49 научных и научно-организационных совещаний, в том числе XVIII Международной конференции по физике высоких энергий в Тбилиси и Международной конференции по избранным вопросам структуры ядра в Дубне. Ученые Института приняли участие в 50 национальных и международных конференциях, совещаниях и симпозиумах.

Н. Н. Боголюбов

Н.Н. Боголюбов
Директор Объединенного института
ядерных исследований

ОРГАНЫ УПРАВЛЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО ИНСТИТУТА ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

КОМИТЕТ ПОЛНОМОЧНЫХ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ

Академик Х.Христов (Народная Республика Болгария)
Академик Л.Пал (Венгерская Народная Республика)
Профессор Ле Ван Тхьем (Социалистическая Республика Вьетнам)
Доктор Ф.Гильберт (Германская Демократическая Республика)
Ким Ген Чун (Корейская Народно-Демократическая Республика)
Т.Саэнс (Республика Куба)

Профессор Д.Швэгмид (Монгольская Народная Республика)
Профессор Я.Фелици (Польская Народная Республика)
Академик И.Урсу (Социалистическая Республика Румыния)
Профессор А.М.Петросяни (Союз Советских Социалистических Республик)
Академик Я.Кожешник (Чехословацкая Социалистическая Республика)

финансовый комитет

По одному представителю от
каждой страны-участницы
ОИЯИ

УЧЕНЫЙ СОВЕТ ОБЪЕДИНЕННОГО ИНСТИТУТА ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Председатель - академик Н.Н.Боголюбов
академик К.Ланкус
профессор Ч.Шимане

Ученый секретарь - доктор физико-математических наук Ю.А.Щербаков

Народная Республика Болгария	Венгерская Народная Республика	Социалистическая Республика Вьетнам	Германская Демократическая Республика	Корейская Народно-Демократическая Республика	Республика Куба	Монгольская Народная Республика	Польская Народная Республика	Социалистическая Республика Румыния	Союз Советских Социалистических Республик	Чехословацкая Социалистическая Республика
академик Х.Христов доктор Ж.Желев доцент Ц.Бончев	академик Л.Пал чл.-коррр. ВАН Д.Берени чл.-коррр. ВАН Д.Каш	профессор Нгуен Ван Хьюе доктор Дао Вонг Дык профессор Г.Музюоль	академик К.Гроге профессор Б.Кюн профессор Г.Музюоль	Ким Гван Бян Цой Ден Суан Цой Хак Гын	М.Леонард	академик Н.Солдом член-коррр. АН МНР Б.Чадраа канд. физ.-мат. наук Б.Далхсурен	чл.-коррр. ПАН А.Хрынкевич чл.-коррр. ПАН Е.Яняк чл.-коррр. ПАН Р.Сосновски	академик Ш.Дийейка профессор Д.Барб доктор П.Драгическу	академик А.А.Логунов доктор технических наук А.А.Васильев профессор В.Г.Соловьев	профессор Ю.Дубински кандидат физ.-мат. наук Й.Тучек кандидат физ.-мат.наук Я.Седлак

Ученый совет
по физике высоких энергий
Председатель - академик К.Ланиус
Ученый секретарь - кандидат физико-математических наук М.Г.Шэфранова

Ученый совет
по теоретической физике
Председатель - член-коррр. АН СССР Д.И.Блохинцев
Ученый секретарь - доктор физико-математических наук Б.М.Барбашов

Ученый совет
по физике низких энергий
Председатель - профессор Ч.Шимане
Ученый секретарь - кандидат физико-математических наук Ю.П.Попов

Камерный комитет
Председатель - кандидат физ.-мат.наук В.Шимак

Комитет по электронным экспериментам
Председатель - доктор физ.-мат. наук Р.Ляйсте

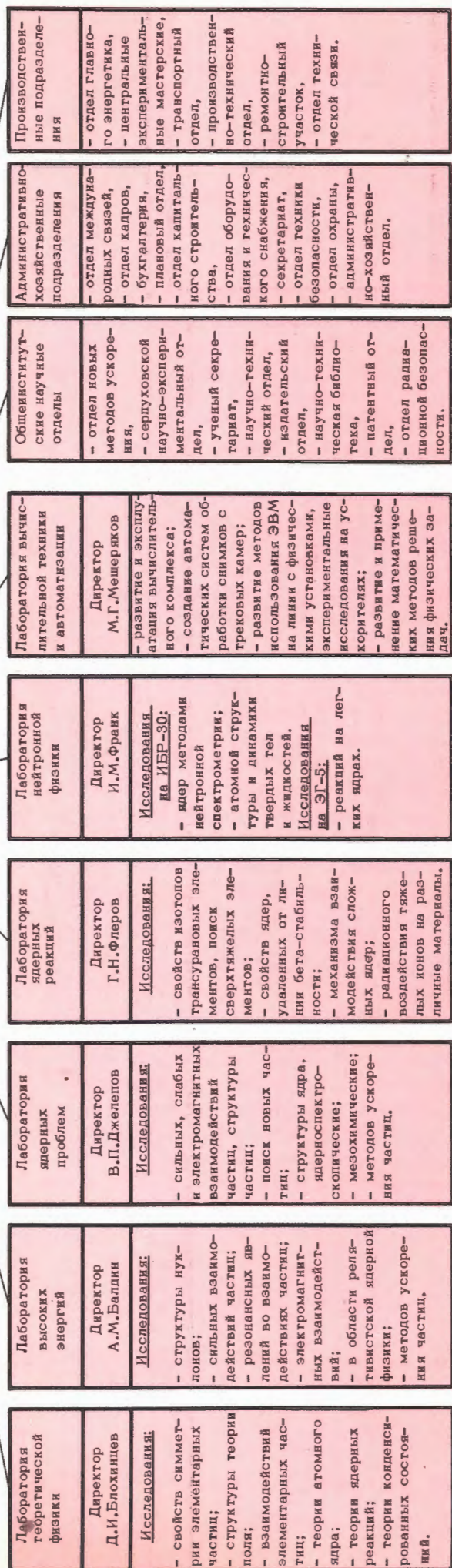
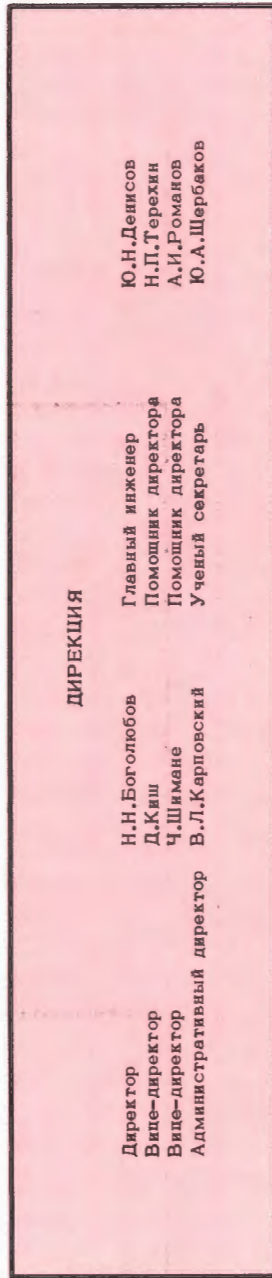
Фотоэмульсионный комитет
Председатель - кандидат физ.-мат. наук М.Хайдук

Комитет по нейтронной физике
Председатель - доктор физ.-мат. наук К.Хенниг

Комитет по структуре ядра
Председатель - доктор Ж.Желев

Комитет по физике тяжелых ионов
Председатель - профессор Я.Жилич

**СТРУКТУРА
ОБЪЕДИНЕННОГО ИНСТИТУТА ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ**



Проблемно-
тематический план
Объединенного
института
ядерных исследований
на 1976 год



Проблемно- тематический план Объединенного института ядерных исследований на 1976 год

Научная деятельность Объединенного института ядерных исследований проводилась в соответствии с Проблемно-тематическим планом научно-исследовательских работ и международного научно-технического сотрудничества лабораторий ОИЯИ, утвержденным Ученым советом ОИЯИ на его XXXIX сессии.

При утверждении плана Ученый совет отметил как наиболее важные следующие направления.

Лаборатория теоретической физики

1. В области квантовой теории поля и теории элементарных частиц:

- исследование автомодельных асимптотик и кваркового механизма в процессах взаимодействия при высоких энергиях;

- исследование сильных взаимодействий на основе нелинейных и нелокальных вариантов теории;

- исследование ультрафиолетовых асимптотик в квантовых теориях с калибровочными полями;

- изучение кварковой структуры адронов и новых векторных мезонов, составление моделей частиц.

2. В области теории атомного ядра и ядерных реакций:

- изучение структуры ядерных состояний с промежуточной и высокой энергиями возбуждения;

- развитие теории взаимодействия электронов и ядерных частиц с ядрами.

3. Развитие теории конденсированных сред.

Лаборатория высоких энергий

1. Физические исследования на ускорителях:

- исследование закономерностей множественного образования частиц; поиск новых частиц с использованием материалов, полученных с помощью двухметровой пропановой пузырьковой каме-

ры, камеры "Людмила", метровой водородной пузырьковой камеры, установки БИС;

- исследование поведения амплитуд бинарных реакций с использованием данных по pp -, pd - и pHe -рассеянию в широкой области энергий;

- исследования по релятивистской ядерной физике с помощью информации, получаемой на спектрометре частиц отдачи, установках СКМ-200, "Диск", "Альфа", двухметровой пропановой и метровой жидководородной пузырьковых камерах;

- исследование электромагнитной структуры элементарных частиц с использованием материалов, получаемых на установке "Фотон".

2. Методические исследования:

- развитие синхрофазотрона как релятивистского ускорителя ядер, формирование инжекционного комплекса;

- развитие системы пучков на основе медленного вывода;

- развитие методики получения пучков ионизированных атомов;

- проведение исследовательских работ по жесткофокусирующему ускорителю релятивистских ядер - нуклотрону;

- совершенствование пузырьковых камер;

- развитие криогенных систем, создание сверхпроводящих систем;

- разработка и внедрение в эксперимент современной электронной аппаратуры и детекторов.

Лаборатория ядерных проблем

1. Физические исследования на ускорителях:

- исследование структуры слабых взаимодействий в редких распадах пионов и мюонов;

- изучение электромагнитной структуры адронов в процессах образования лептонных пар при пион-протонных соударениях;

- исследование структуры ядер и механизма процессов при взаимодействии протонов и мезонов с ядрами, в том

числе изучение безрадиационных переходов при взаимодействии мюонов с тяжелыми ядрами;

- исследование электронной структуры вещества и мезоатомных процессов на пионных и мезонных пучках синхротрона;

- изучение свойств средних и тяжелых ядер в экспериментах по программе ЯСНАПП;

- исследование дифракционной диссоциации пионов на ядрах с помощью МИС;

- поиск новых нестабильных частиц с квантовым числом "очарование" и супергиперфрагментов при взаимодействии протонов с энергией 70 ГэВ и выше в фотозмульсии;

- исследование на ускорителе ИФВЭ поляризационных явлений в обменном мезон-протонном рассеянии.

2. Методические исследования:

- работы по созданию установки РИСК;

- развитие лабораторного центра накопления и обработки информации на базе ЭВМ ЕС-1040 и малых ЭВМ, а также создание электронной аппаратуры, управляемой ЭВМ;

- работы по созданию аппаратуры для исследований на установке "Ф";

- работы по созданию установки для исследования гиперзарядообменных процессов при энергиях 5-20 ГэВ.

3. Создание сильноточного фазотрона /установка "Ф"/:

- разработка и конструирование системы вывода и растяжки пучков и системы управления установкой;

- макетирование источников ионов.

4. Исследовательские работы по суперциклотрону.

5. Запуск ускорителя У-120М в ЛЯП и поставка его в ИЯФ ЧСАН.

Лаборатория ядерных реакций

1. Работы по созданию ускорителя тяжелых ионов У-400.

2. Синтез и изучение физических и химических свойств сверхтяжелых эле-

ментов / $Z = 110-116$ / с использованием тяжелых мишеней от Рu до Вк и пучков ускоренных ионов кальция от ^{40}Ca до ^{48}Ca .

3. Синтез трансурановых элементов с $Z = 106$ и изучение свойств их радиоактивного распада.

4. Поиск сверхтяжелых элементов в природе.

5. Синтез и изучение свойств ядер, удаленных от линии бета-стабильности.

6. Изучение механизма взаимодействия сложных ядер.

7. Проверка принципиальных вопросов квантовой электродинамики в условиях сверхсильных электромагнитных полей, возникающих при столкновении тяжелых ядер.

8. Работы по практическому использованию тяжелых ионов для решения научно-технических задач.

9. Работы, связанные с созданием циклотрона У-200П для Варшавского университета.

Лаборатория нейтронной физики

1. Проведение экспериментально-конструкторских работ по комплексу ИБР-2 с инжектором ЛИУ-30; курирование строительно-монтажных работ; подготовка к физическому пуску ИБР-2.

2. Экспериментальная проверка, проектирование, макетирование, изготовление и наладка отдельных систем ускорителя ЛИУ-30.

3. Подготовка физической аппаратуры для исследований на ИБР-2.

4. Создание измерительно-вычислительного центра ИБР-2.

5. Изучение свойств атомных ядер с помощью нейтронов и заряженных частиц.

6. Изучение аномалий в поведении ультрахолодных нейтронов, а также фундаментальных свойств нейтрона.

7. Изучение конденсированных сред, в том числе сложных соединений и биологических объектов, с помощью нейтронов.

8. Подготовка и развитие прикладных исследований.

Лаборатория вычислительной техники и автоматизации

1. Развитие измерительно-вычислительного комплекса ОИЯИ:

- развитие системы CDC-6400 до уровня CDC-6500;

- разработка проекта концентратора терминальных устройств на базе ЭВМ ЕС-1010;

- проведение на БЭСМ-6 модификации системы ДД-75 в связи с использованием накопителей на дисках.

2. Создание, развитие и использование автоматических и полуавтоматических систем обработки камерных снимков:

- эффективное использование автоматических и полуавтоматических измерительных систем / НРД, АЭЛТ-1, СИ-1, системы ПУОС-САМЕТ-БЭСМ-4/;

- комплексная наладка автомата АЭЛТ-2/160.

3. Создание систем обработки экспериментальных данных и проведение научно-технических расчетов:

- создание и развитие системы программ для установок БИС, "Фотон", "Альфа";

- постановка на ЭВМ БЭСМ-6 и CDC-6400 прикладных пакетов ГИДРА;

- разработка и применение новых методов решения нелинейных задач;

- разработка методов решения квази-стационарных задач квантовой механики;

- создание библиотеки программ ядернофизических расчетов, связанных с исследованием свойств сложных ядер и ядерных реакций.

Отдел новых методов ускорения

Исследовательские работы по созданию коллективного ускорителя тяжелых ионов.

Научно-
исследовательские
работы,
выполненные
лабораториями ОИЯИ
в 1976 году



Лаборатория теоретической физики

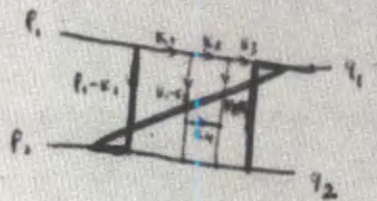
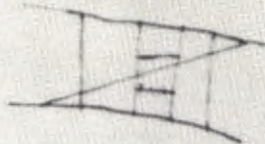
Структура
теории поля

Определены ультрафиолетовые параметры теории Янга-Миллса в двухпетлевом приближении. Эти трудоемкие расчеты стали возможны благодаря использованию программы аналитических вычислений на ЭВМ в содружестве с ЛВТА. Выполнено исследование по определению структуры неаналитичности по константе связи в логарифмических моделях квантовой теории поля. Показано, что асимптотичность ряда затрудняет получение количественных оценок для соответствующих формальных сумм.

Успешно развивалось направление существенно нелинейных теорий поля. Была разработана инвариантная процедура перенормировок для теорий поля с нелинейной реализацией группы симметрии, основанная на теории форм Картана. Рассчитаны распады K^0 -мезона.

Важнейшей проблемой современной теории является проблема удержания кварков в теоретико-полевым подходе. Она изучалась на основе геометрических соображений. Другая возможность состоит в использовании характерных черт нелокальной квантовой теории. В этих исследованиях было показано, что удержание возможно и приводит к разумному спектру адронов. Изучались вопросы удержания частиц в моделях теории поля с бесконечно большим числом компонент. Метод континуального интегрирования по бислокальным полям был применен для изучения спонтанного нарушения киральной симметрии в кварк-глюонной модели. Эта теория приводит к существованию "тюрьмы" для кварков.

Другая интересная возможность решения проблемы "тюрьмы" - применение теории релятивистской квантовой струны. Была решена задача о струне с массами на концах. Оказалось, что полученный



$$d_9 + d_{10} + d_{11} + d_{12}$$

$$-d_9 - d_{11}$$

$$-d_{10} - d_{12}$$

$$-d_{10} - d_{12}$$

$$-d_{14}$$

$$d_{14} + d_{12} + d_{13}$$

$$-d_{10} - d_{12}$$

$$d_9 + d_{10} + d_{11} + d_{12} + d_{13}$$

$$-d_{15}$$

$$-d_{15}$$

$$d_{15}$$

$$-d_{13}$$

$$-d_{14}$$

$$-d_{15}$$

$$d_{13} + d_{14} + d_{15}$$

$$d_{14}$$

$$-d_{14}$$

f₀ =

0

1/3

0

0

0

спектр частот колебаний имеет тот же характер, что и в "мешках" типа Дубненского или МТ. Пока еще нет оснований предпочесть какую-либо из этих моделей кваркового "мешка".

Построена новая форма классической релятивистской механики взаимодействующих точечных частиц на языке динамики с неголономными связями. В квантовом случае соответствующее уравнение Шредингера для относительного движения двух частиц является локальным уравнением квазипотенциального типа.

Продолжалось изучение сильновзаимодействующих образований типа полярона, в которых сложная структура частицы является следствием взаимодействия с квантованным полем. Исследовалось связанное состояние двух поляронов и энергетический спектр полярона в потенциальном поле на основе развитого инвариантного вариационного метода, отражающего свойства симметрии системы частица-поле.

В рамках квантовой теории поля найдены представления для инклюзивных распределений, которые допускают кварк-партонную интерпретацию. На основе этих представлений, а также развитого для инклюзивных процессов метода кваркового счета сделаны выводы о зависимости инклюзивных спектров от переданного импульса и тенденциях изменения этих зависимостей с продвижением в область малых расстояний.

Найдено решение алгебраического уравнения единой теории поля Эйнштейна для коэффициентов связности в зависимости от несимметричного метрического тензора и его производных. На основе этого решения показано, что условие равенства нулю ковектора кручения эквивалентно уравнениям Борна-Инфельда.

Доказана возможность непротиворечивого объединения теории гравитации

Эйнштейна, квантовой теории поля и квантовой статистики. Это достигнуто путем построения статистической модели сферического мира Фридмана для трех различных газов: для газа скалярных безмассовых частиц, нейтринного и фотонного газы.

Проведено исследование лагранжианов с любыми внешними полями, билинейными по квантованным полям. В ковариантной форме при помощи метода когерентных состояний изучены S -матрица, ее унитарность и другие свойства; решена задача о связи спина и статистики в постановке Фейнмана. Помимо применения к моделям с внешними электромагнитным, гравитационным и другими полями работа будет полезна и для описания образования многих частиц в рамках теории поля. Рассмотрены также основные задачи квантовой механики на языке когерентных состояний.

При исследовании проблемы причинности в квантовой электродинамике показано, что условие "скорость сигнала не должна превосходить c " обеспечивается градиентной инвариантностью относительно преобразований электромагнитного и электрон-позитронных полей. Проведено подробное исследование нелинейного уравнения для пропагатора электрона в электродинамике Джонсона. Это первое аккуратное исследование данной задачи /показано, что аналогичное исследование Фукуда и Кусо, представленное на конференции в Тбилиси, ошибочно/.

Дано обобщение принципа причинности в квантовой теории поля. Удалось показать, что понятие причинности тесным образом связано с характером рассматриваемых взаимодействий. В результате некоторые взаимодействия, нелокальные /непричинные/ в обычной формулировке принципа причинности, становятся причинными в обобщенном смысле.

Вопрос о причинности исследован также в релятивистской гамильтоновой теории, в которой 4-импульс шпуриона принадлежит световому конусу. Новым моментом в данной схеме является специфическая регуляризация, с помощью которой во всех диаграммах уничтожаются сингулярности, сопутствующие любой теории поля в переменных светового фронта. Подробно проанализированы условия унитарности и причинности. Показано, что выбор регуляризации определяется условием причинности.

Были продолжены исследования по квантовой теории поля с фундаментальной длиной. Концепция фундаментальной длины выступает как ключ к пониманию явлений при сверхвысоких энергиях. В рамках сформулированной ранее квантовой теории поля в импульсном пространстве постоянной кривизны сделан ряд предсказаний относительно поведения в области энергий $s \geq \frac{1}{\ell^2}$ полного сечения аннигиляции лептонов в адроны и полного сечения глубоко неупругого рассеяния лептонов на адронах. Показано также, что дифференциальное сечение упругого рассеяния должно убывать степенным образом при сверхвысоких передачах импульса. Предсказано нарушение закона сохранения четности в области сверхвысоких энергий. В новой схеме аналогом длины волны де Бройля при $s \gg \frac{1}{\ell^2}$ является величина $\lambda = \frac{\ell}{\ln(s\ell^2)}$.

Поэтому расстояния $\leq \ell$ оказываются практически недостижимыми. Это могло бы служить основанием для игнорирования гравитационных эффектов в физике частиц.

В рамках развитой квантовой теории поля построено и изучено представление типа Йоста-Лемана-Дайсона для причинного коммутатора. Изучены представления группы движений кривого импульс-

ного пространства над полем гиперкомплексных чисел. Найдены обобщенные уравнения движения для частиц с произвольными спинами. Было продолжено исследование алгебры неограниченных операторов в КТП. Получена полная классификация областей определения оператора вторичного квантования.

Свойства симметрии элементарных частиц

В рамках гипотезы о цвете исследовались электромагнитные процессы как для обычных ρ , ω , ϕ , так и для новых тяжелых J/Ψ векторных мезонов. Радиационные распады векторных мезонов рассматривались в рамках модели релятивистского четырехмерного гармонического осциллятора. Показано, что из-за наличия формфактора радиационные переходы новых векторных мезонов в обычные сильно подавлены. Изучался также вопрос о различных типах распада $\Psi(3684)$ мезона. На основе анализа инклюзивного однопикового спектра в распаде этого мезона предсказывается наличие многопионных схем распада.

Продолжались исследования в области конформной суперсимметрии. Найдены ряд новых представлений конформной супералгебры с различной лоренцевской структурой. Найдены глобальные представления конформной супергруппы, действующие как в самом суперпространстве, так и на функции на нем. Установлен явный вид автоморфизма конформной супералгебры типа R-отражений.

Предложено рассматривать калибровочную инвариантность как инвариантность относительно бесконечномерной группы. Показано, что любую калибровочную теорию можно свести к теории спонтанного нарушения. В таком подхо-

де янг-миллсовские частицы выступают как голдстоуновские. Обнаружен факт большей общности концепции спонтанного нарушения по сравнению с концепцией калибровочного подхода. Он открывает новые возможности, например, при поиске σ -моделей в калибровочных теориях и установлении их связи с дуальностью.

Развита теория суперсимметрий между бозонами и фермионами. Предложен общий метод вывода уравнений для суперполей, содержащих нужные уравнения для входящих в суперполе фермионных и бозонных полей. В последнее время в связи с надеждой получить более перенормируемую теорию, чем обычно, рассматривается задача о суперсимметричном обобщении теории тяготения. Разрабатывается идея явно инвариантной теории супергравитации как теории векторного суперполя, генерированного супертоком.

В рамках нарушенной нетривиальной симметрии получены новые правила сумм для спектральных функций токов, описывающих аннигиляцию лептонов в адроны. Обнаружена неоднозначность решения полученной системы уравнений для углов $(\omega-\phi)$ -смешивания: одно из решений совпадает со значением угла, вытекающим из квадратичной массовой формулы Гелл-Манна-Окубо, другое ближе к значению угла $(\omega-\phi)$ -смешивания, которое получается из формулы для обратных квадратов масс и хорошо описывает радиационные ширины векторных мезонов. Рассмотрены следствия нарушения $SU(3)$ -симметрии для электромагнитных формфакторов адронов и показано, что магнитные моменты октета барионов можно выразить через магнитные моменты протона, нейтрона и Λ -гиперона, не делая предположений о нерелятивистской динамике и $SU(6)$ -симметрии волновых функций барионов в составных кварковых моделях.

Взаимодействие элементарных частиц

В рамках квазипотенциального подхода изучалось рассеяние пионов на нуклонах на малые углы, проведено сравнение с экспериментом. К этой работе примыкает изучение амплитуды рассеяния упругого протон-протонного рассеяния, описывающей все основные черты экспериментальной ситуации. На основе обычной квантово-механической связи между полным сечением и эффективным радиусом взаимодействия с помощью численного анализа получена зависимость эффективного радиуса от квантовых чисел сталкивающихся адронов.

Вопрос о зависимости амплитуды упругого рассеяния адронов на адронах вперед от кваркового содержания адронов изучался с помощью выбора унифицирующей переменной. Было показано, что ответ на него всегда имеет модельный характер, т.е. существенно определяется энергетической зависимостью, присущей данной модели.

Продолжалось изучение степенных автомодельных асимптотик адрон-адронного рассеяния на большие углы на аналитических квазипотенциалах. Проведен учет обменных сил в мезон-нуклонном рассеянии. Проведено сравнение степенных автомодельных асимптотик для сечений высокоэнергетического рассеяния и формфактора дейтрона, полученных на основе правил "кваркового счета" и в рамках квазипотенциального подхода, с экспериментальными данными. Показано, что найденные в этих подходах выражения позволяют хорошо описать существующие к настоящему времени экспериментальные данные. Выполнена работа по изучению высокоэнергетического рассеяния на юкавских потенциалах. При этом использовался метод, аналогичный развитому для изучения асимптотик диаг-

рамм Фейнмана. В случае чисто мнимого квазипотенциала получена степенная асимптотика для сечений рассеяния.

Предложено релятивистское уравнение квазипотенциального типа. В качестве основной переменной в него входит быстрота - величина, канонически сопряженная релятивистскому относительному расстоянию. В отличие от всех известных уравнений в релятивистском Γ -пространстве, носящих конечно-разностный характер, в данном подходе уравнение для волновой функции /релятивистское уравнение Шредингера/ представляет дифференциальное уравнение второго порядка. Решен вопрос о граничных условиях, найдены точные решения уравнения для простых потенциалов. На основе этого уравнения построена составная модель мезонов. Взаимодействие между кварками описывается линейным потенциалом. Численный расчет дает удовлетворительное описание масс и лептонных ширин векторных мезонов. Найдены энергии радиальных и орбитальных возбуждений в системах $p\bar{p}$, $n\bar{n}$, $\lambda\bar{\lambda}$, $c\bar{c}$. Среди радиальных возбуждений s -состояний $c\bar{c}$ -системы /основное состояние отождествляется с $\Psi(3095)$ / имеются состояния с массами $3,68 \text{ ГэВ}(\Psi')$; $4,16 \text{ ГэВ}(\Psi'')$; $4,57 \text{ ГэВ}(\Psi''')$.

Предложено новое квазипотенциальное уравнение для описания сильно связанных состояний, свободное от ряда трудностей, присущих используемым до сих пор уравнениям. Найдены ряд новых решений уравнения Логанова-Тавхелидзе с сингулярными потенциалами.

В рамках квазипотенциального подхода решена задача о развале релятивистского позитрония в поле атома. Эта работа производилась в связи с подготовкой в ОИЯИ экспериментов с пучками релятивистских позитрониев.

С помощью разложений по унитарным представлениям группы Лоренца решено

уравнение квазипотенциального типа для системы кварк-антикварк. Показано, что в спектре возбужденных состояний ρ -мезона возможно существование двух состояний, причем кроме уже известного $\rho(1650)$ мезона было предсказано существование радиального возбуждения ρ с массой $M = 1110 \text{ МэВ}$. Спустя месяц после опубликования этой работы в DESY /Немецкий электронный синхротрон, Гамбург/ в процессе $\gamma + p \rightarrow V$, $V \rightarrow e^+e^-p$ был обнаружен векторный мезон с $M = 1110 \text{ МэВ}$. Согласно обсуждаемой модели его квантовые числа /изотопический спин, четность/ должны совпадать с квантовыми числами ρ -мезона.

Завершено сравнение развитой ранее модели протонного формфактора с мировыми экспериментальными данными. Показано, что модель векторной доминантности, модифицированная на малых расстояниях с учетом вклада центральной области с радиусом порядка комптоновской длины волны протона, хорошо описывает экспериментальные данные.

В лаборатории развивается ряд моделей адронов, в их числе составная модель адронов, кварк-партоновая картина взаимодействий на малых расстояниях и другие. В составной модели адронов предложены полуфеноменологические формулы, описывающие спектр масс мезонов, и успешно работающий механизм смешивания $\eta - \eta'$, $\omega - \phi$, $f - f'$ и т.д. В рамках этого полуфеноменологического подхода найдено нарушение SU_3 - и SU_4 - симметрии в наклонах траекторий Редже. Объяснение этих феноменологических закономерностей предлагается искать в модели, в которой кварки связываются как U_3 -синглетными, так и U_3 -октетными силами. На простейших примерах показано, что нелинейные уравнения для пропагаторов кварков могут иметь решения, для которых симметрия спонтан-

но нарушена, а киральная $(U_2 \times U_2)$ -симметрия реализована динамически /реализация Боголюбова-Нambu-Голдстоуна/. Эти уравнения подобны уравнениям теории сверхпроводимости.

При исследовании кварк-партоновой картины выяснено, что она может рассматриваться как следствие убывания эффективного взаимодействия кварков /инвариантного заряда/ с уменьшением расстояния. Она служит хорошим приближением только в области не слишком больших передач импульса Q^2 : $\bar{g}^2(Q^2) \ln Q^2 \ll 1$. С выходом за эту область распределение партонов начинает зависеть от передачи, нарушается автомодельность и т.д. Характер этих отклонений зависит от динамики взаимодействия. Этот подход проливает свет и на процессы кумулятивного рождения ядер, позволяя качественно понять характерные черты этих процессов. Проведенная обработка данных по взаимодействию привела к корреляциям, свидетельствующим в пользу этого механизма.

Анализировались радиационные поправки по глубоконеупругому мюон-протонному рассеянию в связи с подготавливаемым экспериментом ЦЕРН-ОИЯИ. Точно вычислены поправки к лептонной вершине, а поправки к адронной вершине найдены в кварк-партоновом приближении.

В рамках модифицированной модели Кути-Вайскопфа рассчитаны сечения глубоконеупругого рассеяния поляризованных лептонов на поляризованных адронах.

Продолжалось изучение свойств частиц в рамках киральной динамики, которая помогает понять многие из характерных особенностей низкоэнергетического взаимодействия /радиус и поляризуемость пиона, длины пион-пионного взаимодействия/. Вычислены слабые формфакторы в K_{e3} -распаде. Результаты хорошо согласуются с экспериментом.

Предложено новое универсальное слабое взаимодействие адронных токов с $\Delta T=1/2$, с помощью которого получено хорошее описание нелептонных распадов каонов.

Предложена многокомпонентная модель для полуинклюзивных процессов. В рамках этой модели дана интерпретация экспериментального поведения средней ассоциативной множественности от переданного импульса, а также зависимости полуинклюзивного сечения от множественности. Произведена обработка экспериментальных данных о полуинклюзивных сечениях, полученных на двухметровой пропановой камере ОИЯИ, облученной пимезонами с импульсом 40 ГэВ/с на серпуховском ускорителе. Развивалась предложенная в Дубне модель двух механизмов множественного рождения. Изучены групповые особенности этой модели, дано ее обобщение на случай с генерацией странных частиц.

Проводится дальнейшее изучение пространственно-временной модели множественного рождения адронов в ядерном веществе. Предварительные результаты подтверждают справедливость модели. На основе масштабной инвариантности в коллективном взаимодействии адронов развита картина кумулятивных процессов с учетом пространственно-временных факторов. Получено удовлетворительное описание мезообразования и подпорогового рождения протон-антипротонных пар.

На основе аналогии между лептонами и кварками предложен новый вариант теории слабого взаимодействия. Предполагается, что нейтрино имеют малые массы и их поля входят во взаимодействие в виде суперпозиции. Если массы нейтрино различны, то появляются осцилляции нейтрино $\nu_\mu \leftrightarrow \nu_e$, аналогичные известным осцилляциям в пучках K -мезонов $K_0 \leftrightarrow \bar{K}_0$. Возникающие в тео-

рии физические эффекты могут быть проверены на опыте.

Проводился ряд исследований на стыке квантовой теории поля и статистической механики.

Предложен подход к феноменологическому описанию сверхпроводников второго рода, являющийся простым обобщением подхода, основанного на уравнениях Гинзбурга-Ландау. С помощью детально разработанной теории возмущений /пригодной при достаточно сильных магнитных полях/ получены результаты, представляющие интерес для интерпретации данных о поведении сверхпроводников второго рода в СВЧ-полях.

Изучались решения модели Изинга. Показано, что для двумерных решеток без пересекающихся связей из матричной формулировки задачи следует представление статистической суммы в виде пфаффиана. Найдена реализация интеграла по антикоммутирующим переменным, формальное определение которого было дано Березиным и используется в теории поля, теории суперсимметрий и статистической физике.

Доказана непрерывность энтропии для состояний квантовой системы с конечным числом степеней свободы относительно физической топологии.

Продолжались исследования мезоатомных процессов в веществе и применительно к задаче трех тел. Разработан новый метод решения задачи рассеяния в квантовой механике, основанный на сведении ее к задаче на собственные значения. Предложено асимптотически приведенное адиабатическое представление в задаче трех тел, что решает проблему граничных условий в адиабатическом представлении. Вычислено упругое сечение рассеяния мюония на протоне и сечения образования мюония в реакции $\mu^+ + \text{H} \rightarrow \mu^+ \epsilon + \text{p}$.

Структура атомного ядра

При теоретическом анализе большого количества новых экспериментальных данных по структуре ядерных состояний при промежуточных и высоких энергиях возбуждения оказалась плодотворной полумикроскопическая сверхтекучая модель атомного ядра, созданная ранее в ЛТФ. В этой модели ядро рассматривается как система нуклонов в потенциальной яме, взаимодействующих посредством некоторых эффективных сил. Параметры потенциальной ямы и константы эффективных взаимодействий извлекаются из опыта. Фиксированные при изучении низколежащих возбуждений, эти параметры затем используются при расчетах высоколежащих состояний. В рамках модели удается правильно описать взаимодействие элементарных ядерных возбуждений - квазичастиц и фононов. Успехом модели явились расчеты нейтронных силовых функций в деформированных и сферических ядрах, причем удалось правильно передать изменение силовых функций в зависимости от массового числа. Изучены общие закономерности фрагментации одноквазичастичных состояний в деформированных ядрах. Предсказаны особенности в поведении d -силовой функции. Работа велась в тесном контакте с ЛНФ, ФЭИ /Обнинск/.

Недавнее экспериментальное обнаружение в средних и тяжелых ядрах высоколежащих /энергии возбуждения $7 \div 20 \text{ МэВ}$ / коллективных состояний с $I^\pi = 0^+, 1^+, 2^+, 3^-$ /так называемых новых гигантских резонансов/ в дополнение к давно известному дипольному изовекторному резонансу привлекло большое внимание физиков. С помощью сверхтекучей модели ядра удалось описать по-

ложение и полную вероятность возбуждения новых резонансов в деформированных ядрах. Изучались дипольный изовекторный, квадрупольный изовекторный и изоскалярный резонансы, а также октупольный резонанс. Были проанализированы зависимости их положения и ширины от атомного веса, проекции момента коллективного состояния на ось симметрии ядра. Получены первые результаты изучения роли распределения /фрагментации/ однофоновых состояний по более сложным конфигурациям в формировании ширины гигантских резонансов в сферических ядрах. Экспериментаторам важно уметь выделять в реакциях тот или иной тип коллективных возбуждений. Удалось показать, что при рассеянии на ядрах протонов высокой энергии / ~ 1 ГэВ/ преимущественно будут возбуждаться изоскалярные типы, например изоскалярный квадрупольный резонанс.

Продолжались исследования низколежащих ядерных состояний в средних и тяжелых ядрах. Так, изучено влияние квадрупольного взаимодействия в канале частица-частица на ангармонизм ядерных колебаний.

Продолжены исследования переходных ядер, беспараметрических моделей для 1^+ - и 1^- -возбуждений с учетом следствий симметрии гамильтониана ядра, теории ротационного движения и связи вращения с колебаниями, а также теории α -распада. Переходные ядра изучались двумя методами. Метод Струтинского используется в модели, учитывающей кроме потенциальной также кинетическую энергию вращения, зависящую от формы ядра. Относительно слабая зависимость от величины параметра деформации в потенциальной энергии для легких изотопов ядер Pt, Po, Pb, Hg приводит к тому, что форма ядра сильно изменяется при

увеличении углового момента состояния. Сравнение полученных экспериментально значений энергий и интенсивностей переходов с результатами таких расчетов говорит о работоспособности этой простой модели. Ее прогностическая мощность весьма велика, и авторы этого направления имеют тесный контакт с ЛЯП в изучении ряда еще плохо исследованных экспериментально изотопов.

В другом подходе исследуются не только нижайшие при заданном моменте состояния полосы, но и ряд других низколежащих состояний. Объясняются многие закономерности, наблюдаемые экспериментально, и даются указания экспериментаторам по работе с новыми ядрами. В этом подходе кинетическая энергия, связанная с колебательным движением, учтена строго, что снимает большую часть вопросов, поднимавшихся при обсуждении теории переходных ядер. Коллективный гамильтониан модели, включающий небольшое число параметров, оказывается достаточно емким, чтобы описать весьма разнообразные ситуации. Показано, что в γ -нестабильных ядрах должны появляться чисто сферические состояния, укладывающиеся в квазиротационные полосы. Расчет здесь нужен для того, чтобы привязаться к конкретным примерам, и примеры найдены - это изотопы $^{190}, ^{192} (^{194})\text{Pt}$, в которых при моментах $\sim 12(10)$ появляются изомерные состояния, укладывающиеся в квазиротационные полосы.

Продолжено рассмотрение следствий, вытекающих из симметрии гамильтониана, при построении ядерных моделей. Использование соображений о симметрии позволяет уменьшить число параметров. Метод проверен на ряде примеров /гигантский резонанс, аналоговые состояния и др./. Совместно с ЛЯП изучается протонная радиоактивность.

Теория ядерных реакций

Для реакций между тяжелыми ионами предложен метод единого описания упругого рассеяния, сечений реакций и полного слияния, получены уравнения, учитывающие диссипативные силы и дана попытка объяснения их микроскопического происхождения, разработан новый метод учета неадиабатических эффектов.

Метод сепарабельного разложения взаимодействия успешно применялся для вычисления формфакторов двухнуклонных передач /при этом гарантировалась правильная асимптотика и ускоренная сходимость по сравнению с разложением по одночастичным функциям/, для решения задачи двух центров для произвольных реалистических взаимодействий с возможным применением к реакциям с тяжелыми ионами, для рассеяния на нецентральных потенциалах с произвольной деформацией, для решения трехчастичных уравнений Хури-Левина /многомерная сепарабельзация/ с положительной энергией.

Создана точно решаемая модель обратной задачи рассеяния, одноканального и многоканального /с учетом закрытых каналов/. Исследовались свойства трехчастичных резонансов на основе решения задачи Гильберта-Шмидта для трех частиц.

Закончены расчеты процесса радиационного захвата пионов на дейтроне. При изучении эффектов обменных токов в легких ядрах /в реакции $\mu^- + {}^3\text{He} \rightarrow {}^3\text{H} + \nu_{\mu} + \gamma$ / проводятся расчеты для получения реалистической волновой функции для ${}^3\text{He}$ и ${}^3\text{H}$ вариационным методом. На основе метода функций Грина был предложен простой способ вычисления полной энергии связи ядер.

При исследовании феноменологии реакций слияния обнаружено, что увели-

чение до бесконечности мнимой части оптического потенциала не эквивалентно, как думали раньше, переходу к модели "черного ядра". Сформулирована новая модель реакций слияния и предсказано существование третьего режима в энергетической зависимости сечения слияния, что подтверждается недавними измерениями для реакции ${}^{32}\text{S} + {}^{24}\text{Mg}$. В применении к образованию очень тяжелых систем модель позволяет по-инному подойти к оценке относительной роли процессов слияния, квазиделения и реакций глубокоэластичных столкновений тяжелых ионов. В частности, дано качественное объяснение резкому различию в характере распределений продуктов реакций $\text{Ag} + \text{U}$, $\text{K} + \text{W}$, приводящих к составным системам, близким по составу и энергии возбуждения.

На основе каскадной модели ядерных столкновений установлено, что при столкновении тяжелых ионов с ядрами при энергии 1-2 ГэВ/нукл. /данные Беркли/ ударные волны возникать не могут. Весьма интересно, однако, что при таких столкновениях можно достичь сильного сжатия ядерного вещества за время порядка времени столкновения в локальном объеме порядка 2 Фм, где плотность в лабораторной системе координат в 5-7 раз превышает ядерную. Проявит ли себя в этих условиях пионный конденсат, покажут дальнейшие исследования.

Исследовался другой вопрос на стыке с физикой элементарных частиц - кумулятивное образование пионов в протон-ядерных столкновениях /данные ЛВЭ/. Показано, что эксперимент можно объяснить, если предположить, что рождение пионов происходит на группе из 2-4 сильно сжатых нуклонов - флуктонах /идея Д.И.Элохинцева, 1957 г./. Интересно, что размеры этих флуктонов оказываются близкими к радиусу отталкивательного кора NN-взаимодействий, т.е. плотность

их в несколько раз превышает обычную ядерную. Поиск проявлений флюктуонов в других процессах и анализ возможностей ядерной физики для описания их движения в ядрах - предмет дальнейших исследований.

Завершен цикл исследований слабых взаимодействий в атомных ядрах при промежуточных энергиях. По материалам исследований, проводимых в ЛТФ с 1963 г. совместно с физиками НИИЯФ МГУ и ЛЯП ОИЯИ, Государственным комитетом Совета Министров СССР по делам изобретений и открытий зарегистрировано под №173 в Государственном реестре СССР открытие явления резонансного поглощения отрицательных мюонов атомными ядрами. Завершены исследования взаимодействия мюонов с дейтроном с целью извлечения информации о константах слабого взаимодействия и изучения характеристик нейтрон-нейтронного взаимодействия при малых энергиях. Результаты исследований послужили основой для планирования экспериментальных исследований этого процесса как в ОИЯИ, так и в SIN /Швейцарский институт ядерных исследований/.

Продолжалось исследование взаимодействия пи-мезонов с атомными ядрами. Основное внимание было уделено единому описанию упругого процесса рассеяния пи-мезонов и мезоатомных характеристик. Информация, накопленная в лаборатории при исследовании упругого рассеяния электронов, использована для изучения влияния ядерной структуры на процесс рассеяния пи-мезонов. Изучена зависимость сечения упругого рассеяния пи-мезонов от структуры пион-нуклонной амплитуды и характера ее экстраполяции за массовую поверхность. Исследование радиационного захвата пи-мезонов легкими ядрами наглядно демонстрирует проявление коллективной природы возбуждения ядер в этом процессе, под-

тверждая универсальную природу возбуждения гигантского резонанса.

Теория конденсированного состояния

Проводились активные исследования по тематике ЛНФ, в частности количественно исследованы новые механизмы нагревания ультрахолодных нейтронов. Показано, что наличием 15-20% водорода в приповерхностном слое /100Å/ - а это вполне реальное количество водорода в условиях экспериментов с УХН - вполне объясняются аномально малые времена удержания.

Предложен новый, свободный от каких-либо модельных предположений, метод нахождения процента бозе-конденсата на основе анализа глубоконеупругого рассеяния на смеси ${}^3\text{He}$ и ${}^4\text{He}$ и на чистом ${}^4\text{He}$ при фиксированной предельной температуре. Как известно из экспериментов, малая концентрация /с/ примеси ${}^3\text{He}$ приводит к исчезновению сверхтекучести при $T_k(c) < T_k(0)$. Для уверенных оценок процента бозе-конденсата требуется повысить интенсивность, которая дается сейчас на ИБР, на порядок - это будет достижимо на ИБР-2 - и обеспечить отвод тепла, выделяющегося за счет реакции $p + {}^3\text{He} \rightarrow {}^4\text{He} + Q(c)$ /для 5% раствора ${}^3\text{He}$ в ${}^4\text{He}$ и при интенсивности пучка $\sim 2 \cdot 10^2$ нейтр./с·см², $Q /5\% / \approx 2,9 \cdot 10^{11}$ кал/с·см³ /.

Исследован вопрос об определении типа магнитных структур с помощью дифракции нейтронов, и проанализированы особенности неупругого рассеяния нейтронов на сегнетоэлектриках с водородными связями. В настоящее время в мировой литературе широко обсуждается проблема описания магнетизма металлов и сплавов. В связи с этим в ОИЯИ состоялось обсуждение вопроса о том, ка-

ким образом из анализа спектра неупругого рассеяния нейтронов ферромагнитными переходными металлами можно сделать вывод о применимости той или иной теоретической модели описания магнетизма.

Продолжались исследования по распространению метода аппроксимирующих гамильтонианов Н.Н.Боголюбова /мл./ на новые классы модельных гамильтонианов; по равновесным свойствам разупорядоченных одномерных систем; по модификации свойств систем, моделирующих лазеры-мазеры; по структурным фазовым переходам - здесь удалось улучшить результаты широко распространенного варианта метода самосогласованного поля; по проблеме "металлического" водорода и вкладу многочастичных сил в упругие свойства металлов; по уточнению асимптотических оценок близости свободных энергий /при фиксированном N и при $N \rightarrow \infty$, N - число частиц в системе/ на основе использования метода континуального интегрирования и метода перервала.

Начаты исследования ряда актуальных проблем теории конденсированного состояния. В теории случайных блужданий на плоской квадратной решетке удалось развить перспективные аналитические методы получения статистической суммы и некоторых корреляционных функций. Ряд строгих результатов удалось получить в статистической механике систем многих частиц, взаимодействующих посредством сильно сингулярных потенциалов /они обычно и используются при конкретных расчетах в теории конденсированного состояния/. Интересные новые результаты получены в теории молекулярных кристаллов при учете резонансного взаимодействия и влияния колебаний решетки - свойства молекулярных кристаллов интенсивно исследуются в настоящее время в ЛНФ. Уточнены детали вакансионного механизма диффузии в монокристаллах и сплавах.

В Баку состоялся Всесоюзный семинар по проблемам статистической физики, организованный Академией наук Азербайджанской ССР. Семинар был посвящен обсуждению вопросов новейшего развития методов академика Н.Н.Боголюбова.



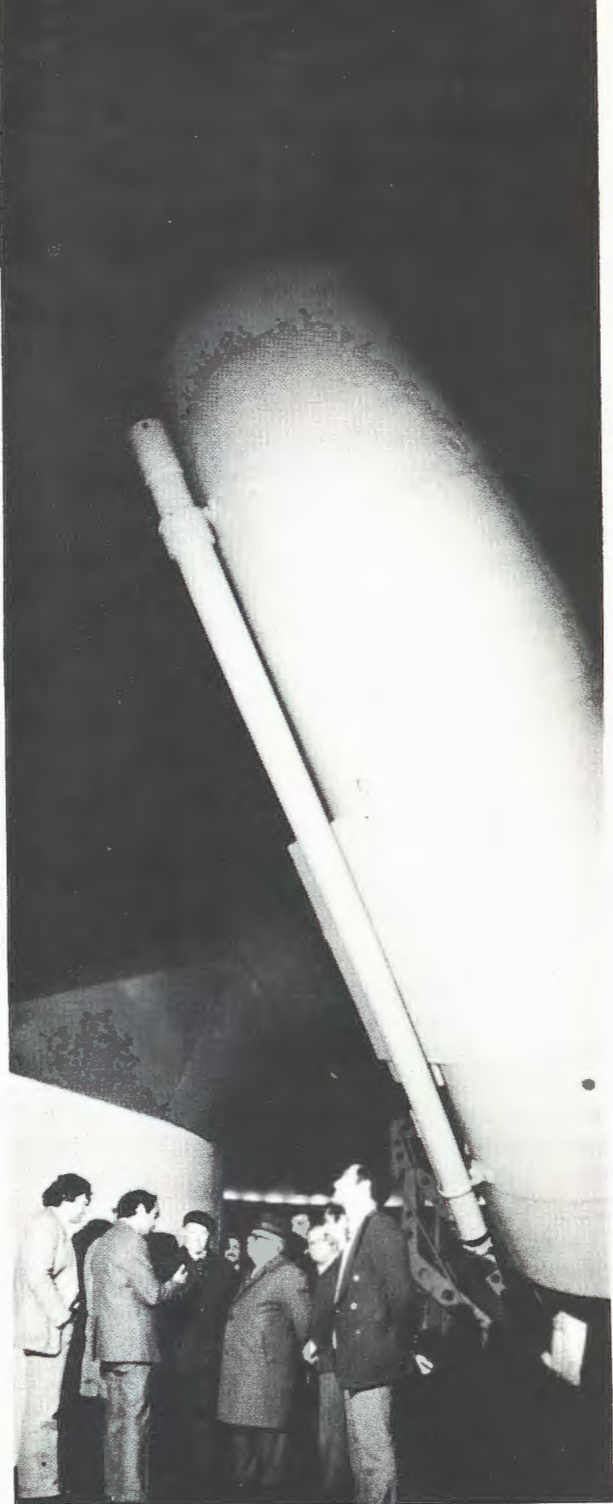
Главное здание Академии наук Азербайджанской ССР.



Обсуждение программы исследований в области математики и механики у президента Академии наук Азербайджанской ССР академика Г.Б.Абдуллаева /на снимке в центре/. Справа - академик Н.Н.Боголюбов, выступает директор Института математики и механики член-корреспондент Академии наук Азербайджанской ССР Ф.Г.Магсудов.

Академик Н.Н.Боголюбов посетил Шемахинскую астрофизическую обсерваторию АН АзССР.

Академик Н.Н.Боголюбов выступает с докладом на семинаре в круглом зале Президиума Академии наук Азербайджанской ССР.





Ученые отдела теории ядра Лаборатории теоретической физики получили новые важные результаты в исследовании структуры атомных ядер. Цикл работ "Квазичастичные и фоновые низколежащие состояния деформированных ядер" удостоен 1-ой премии на ежегодном конкурсе лучших работ ОИЯИ. На снимке: рабочее совещание сектора структуры ядра проводит руководитель отдела профессор В.Г.Соловьев.

Сотрудники отдела были среди активных организаторов Международной конференции по избранным вопросам структуры ядра, состоявшейся в Дубне /июнь 1976 г./.



Ведется математический анализ результатов экспериментов с тяжелыми ионами. Теоретики отдела осуществляют тесный контакт с экспериментаторами в планировании и анализе результатов экспериментов.

Одно из больших мероприятий совета молодых ученых и специалистов ОИЯИ - традиционная X Международная школа молодых ученых по физике высоких энергий. Она была организована ОИЯИ и Академией наук Азербайджана при поддержке ЦК ВЛКСМ и ЦК ЛКСМ Азербайджана. Школа проходила в сентябре близ Баку. Профессорами школы были ведущие специалисты стран-участниц ОИЯИ и других стран.

В президиуме заключительного заседания школы: председатель совета научных консультантов школы академик Н.Н.Боголюбов, президент АН АзССР академик Г.Б.Абдуллаев, академик АН АзССР А.И.Гусейнов, члены совета консультантов профессор Д.Киш, член-корреспондент АН СССР В.П.Джеленов, председатель оргкомитета профессор В.Г.Кадышевский.



Академик Б.М.Поншкоров /ОИЯИ/ читает лекцию.

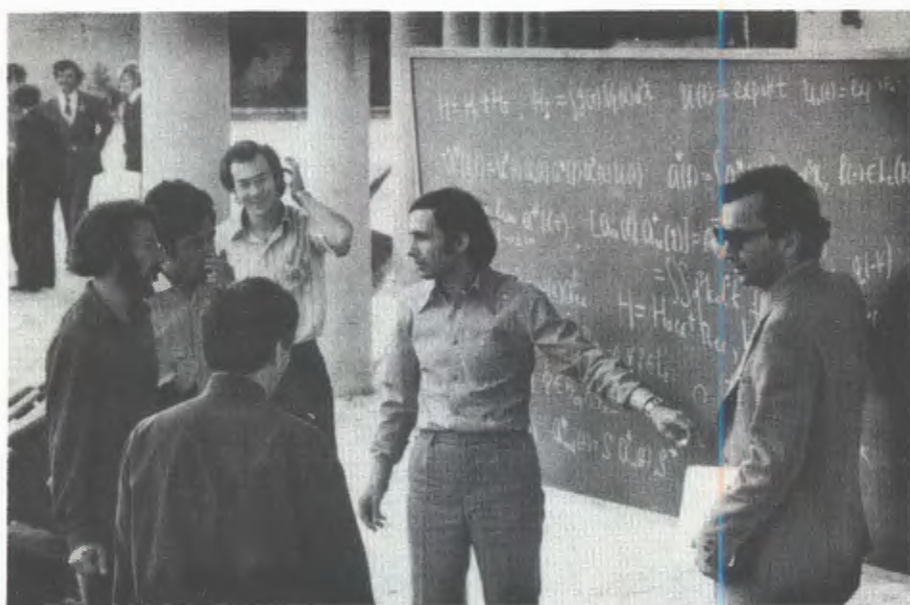
Профессора школы С.С.Герштейн /ИФВЭ/, Е.Л.Фейнберг, /ФИАН/, А.Иылдыз /Гарвардский ун-в, США/, И.Г.Джафаров /Ин-т физики АН АзССР/.

Лектор школы Л.А.Слепченко /на снимке в центре/.



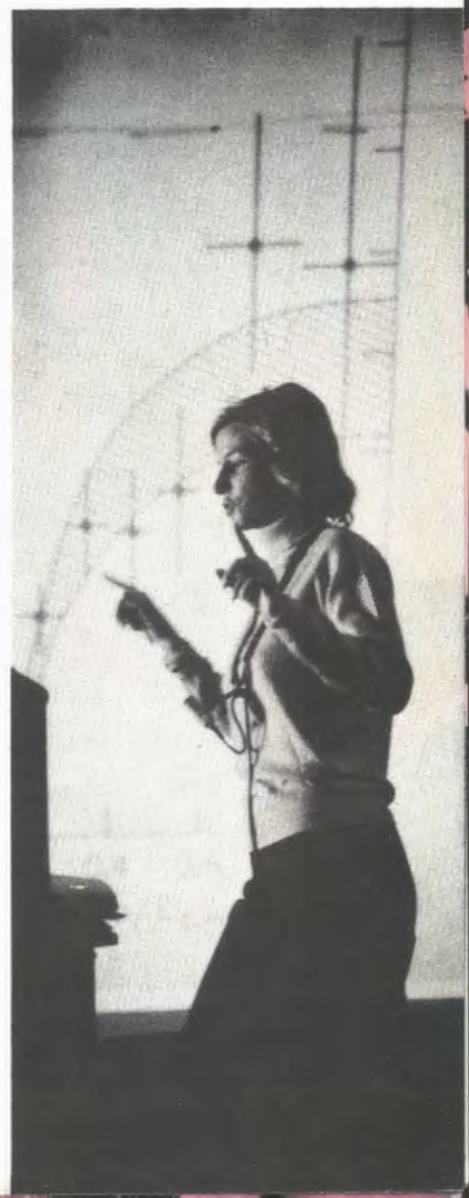


◀ Ректор школы молодых ученых Р.М. Мир-Касимов /на снимке справа/.



Автор цикла лекций профессор В.Люм /Свенфорд, США/.

Группа молодых азербайджанских ученых из Института физики - участников школы. В центре снимка - заведующий лабораторией физики высоких энергий О.Б. Абдинов. Созданная недавно лаборатория активно участвует в экспериментах, проводимых на ускорителях Дубны и Серпухова.



Лаборатория высоких энергий

В лаборатории проводились научные исследования в области физики элементарных частиц, релятивистской ядерной физики; работы по созданию новых приборов для физических экспериментов, по совершенствованию методики проведения экспериментов, по расширению возможностей синхрофазотрона как релятивистского ускорителя ядер. Важная часть научной программы лаборатории была связана с экспериментами на серпуховском ускорителе и ускорителе в Батавии. На синхрофазотроне лаборатории большинство экспериментов проводилось по программе исследований в области релятивистской ядерной физики. Продолжалась разработка проекта жесткофокусирующего ускорителя ядер - нуклотрона.

Научно-исследовательские работы

Поведение
амплитуд рассеяния
в зависимости от энергии
взаимодействующих частиц

Завершена обработка данных и получены окончательные результаты по регенерации нейтральных каонов на дейтерии и углероде в интервале импульсов каонов 14-50 ГэВ/с с помощью установки БИС на серпуховском ускорителе.

Прямым способом показано наличие интерференции в двухпионных распадах K_L^0 -мезонов и регенерированных ими в жидком дейтерии K_S^0 -мезонов. Установлено, что модуль модифицированной



трансмиссионной амплитуды и дифференциальное сечение регенерации изменяются с импульсом в соответствии с предсказаниями модели комплексных угловых моментов, учитывающих выполнение теоремы Померанчука. Получено, что модуль амплитуды $|F_{21}|_D \sim P^{-0,55 \pm 0,08}$, где P - импульс каонов, $\Gamma \text{ЭВ/с}$. Фаза амплитуды регенерации каонов на дейтерии не зависит от импульса каонов в области $10-50 \text{ ГЭВ/с}$ и ее средняя величина равна $-131 \pm 3^\circ$, что согласуется с предсказаниями модели комплексных угловых моментов с учетом вклада в амплитуду ω -полюса и выполнимости теоремы Померанчука, а также служит безмодельным указанием на то, что амплитуда трансмиссионной регенерации удовлетворяет требованиям аналитичности и перекрестной симметрии.

С использованием оптической теоремы вычислены разности полных сечений взаимодействий нейтральных каонов и антикаонов на дейтерии. Их абсолютные величины и энергетические зависимости находятся в хорошем согласии с соответствующими величинами для заряженных каонов, что является новым экспериментальным доказательством изоспин-инвариантности взаимодействия каонов.

С использованием данных о регенерации на водороде и дейтерии вычислены модуль амплитуды и разности полных сечений нейтральных каонов и антикаонов на нейтронах. Показано, что их импульсная зависимость аналогична импульсной зависимости этих величин для водорода и дейтерия, а разность полных сечений нейтральных каонов и антикаонов на нейтронах совпадает со значениями, полученными в экспериментах с заряженными каонами на протонах, т.е. с данными для изотопически сопряженных реакций.

Найдено, что

$$\sigma(\bar{K}^0 n) - \sigma(K^0 n) = (2,1 \pm 0,1) [\sigma(K^- p) - \sigma(K^+ p)].$$

Согласно предсказаниям, сделанным на основе модели кварков с учетом спинов, это означает выполнимость соотношения Джонсона-Треймана для регенерации на дейтерии и водороде в интервале импульсов $10 \div 50 \text{ ГЭВ/с}$. Отношение разности сечений каонов на протонах и нейтронах, равное $2,1 \pm 0,1$, хорошо согласуется со следствиями, вытекающими из равенства фаз амплитуды регенерации на протонах и нейтронах.

Экспериментально показано существование дифракционной регенерации K_S^0 -мезонов с помощью K_L^0 -мезонов на водороде и дейтерии. В рамках обобщенной формулы Гуда определен наклон дифференциального сечения процесса, равный $A = 15 / \Gamma \text{ЭВ}^{-2}$, и показана его независимость от импульса в области $10-50 \text{ ГЭВ/с}$. Полученные результаты по упругой регенерации согласуются с параметризацией ω -траектории: $a_\omega(t) = a_\omega(0) + a'_\omega(t)$. Для $a'_\omega(t)$ получено: $a'_\omega(t) = /0,93 \pm 0,21 / \Gamma \text{ЭВ}^{-2}$.

На основе анализе 7366 событий регенерации $K_L^0 \rightarrow K_S^0$ на углероде в интервале импульсов от 10 до 30 ГЭВ/с определена зависимость модуля амплитуды регенерации $|F|_c \sim P^{-0,62 \pm 0,14}$. Фаза амплитуды не зависит от величины импульса каона в интервале $10 \div 30 \text{ ГЭВ/с}$ и равна $\phi_c = -126 \pm 14^\circ$. Параметризация ω -траектории при $|t| = 0$ приводит к величине $a_\omega(0) = 0,40 \pm 0,16$. Экспериментальные данные по регенерации каонов на углероде согласуются с простой моделью комплексных угловых моментов, учитывающей ω -полюс и выполнимость теоремы Померанчука.

Результаты получены в совместной работе ученых ОИЯИ, ИЯИЭ и ВХТИ БАН /София/, ЦИФИ ВАН /Будапешт/.

ИФВЭ АН ГДР /Цойтен/, ФИ ЧСАН /Прага/, ТГУ/Тбилиси/.

Исследовано упругое αp -рассеяние при импульсах альфа-частиц 1,75; 2,51 и 4,13 ГэВ/нукл. с помощью спектрометра ядер отдачи на синхрофазотроне ОИЯИ. На основе анализа $0,5 \times 10^6$ событий исследовалась область передач по $|t|$ от 0,002 до 0,041 ГэВ/с², включающая кулон-ядерную интерференцию /рис. 1/. Для величин ρ /отношение реальной части амплитуды рассеяния к

мнимой части/ и b /наклон зависимости дифференциального сечения $d\sigma/dt$ от t / получены значения:

при 1,75 ГэВ/нукл. $b = 27,4 \pm 0,8$,

при 2,51 ГэВ/нукл. $b = 28,7 \pm 0,7$,

при 4,13 ГэВ/нукл. $b = 29,7 \pm 0,7$,

$\rho = -0,16 \pm 0,05$;

$\rho = -0,20 \pm 0,05$;

$\rho = -0,25 \pm 0,09$.

Величины сечения αp -рассеяния обработаны по модели Глаубера для извлечения значений ρ и b протон-нуклонного взаимодействия. Полученные значения ρ_{pN} и b_{pN} хорошо согласуются с известными значениями ρ_{pp} и b_{pp} для pp -рассеяния. Полученные результаты свидетельствуют о том, что модель Глаубера применима для описания дифференциальных сечений упругого αp -рассеяния, а спинозависящие члены в амплитуде A_{pN} малы.

В получении и обработке экспериментальных данных принимали участие физики ОИЯИ, ВХТИ /София/, ИЯИ /Варшава/, РИ им. В.Г.Хлопина /Ленинград/.

Измерены дифференциальные сечения упругого pp - и pd -рассеяния на очень малые углы в области кулон-ядерной интерференции при энергии 50-400 ГэВ на ускорителе НУЛ /Батавия/. В эксперименте были использованы газовые криогенные струйные мишени. Проведены измерения в области передач $|t|$ от 0,0005 до 0,007 ГэВ/с² для pp -рассеяния и от 0,001 до 0,012 ГэВ/с² для pd -рассеяния. На основе анализа большого статистического материала определена реальная часть амплитуды упругого рассеяния вперед для pp - и pd -взаимодействия и полное сечение $\sigma_t(pp)$.

Работа проводилась группами ученых ОИЯИ, ИЯИ /Варшава/, Аризонского университета /Таксон/, НУЛ /Батавия/ и Рочестерского университета /Нью-Йорк/.

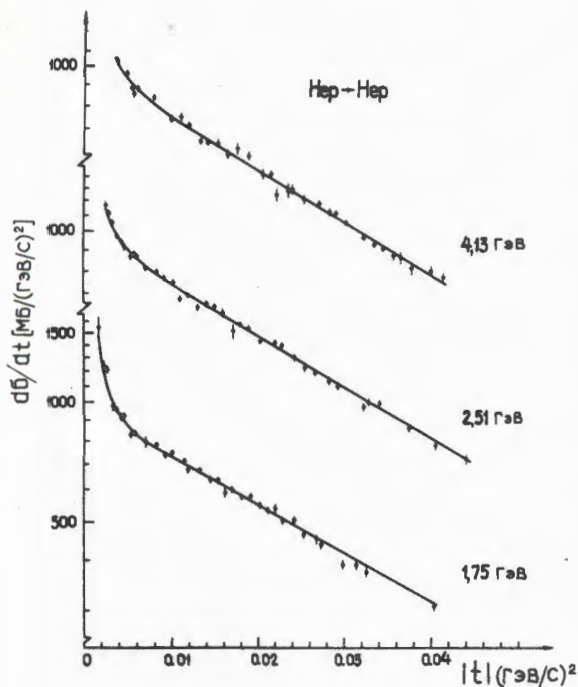


Рис. 1. Дифференциальные сечения упругого рассеяния альфа-частиц на протонах при импульсах 1,75; 2,51 и 4,13 ГэВ/нукл., приведенные к абсолютной шкале с помощью формулы Бете при $\sigma(\alpha p)_{tot} = 133$ мб.

Механизм рождения и распада частиц и резонансов. Поиск новых резонансов

Проведен предварительный анализ результатов поиска очарованных частиц на материалах облучения установки БИС пучком нейтронов с импульсом 50 ГэВ/с на серпуховском ускорителе. На первом этапе эксперимента набрано около 3 миллионов событий. Получены следующие результаты для сечения рождения искомым частиц, умноженного на долю распада на указанные каналы:

$$\sigma R(C^+ \rightarrow \Lambda^0 \pi^+) < 2 \cdot 10^{-32} \text{ см}^2$$

в районе масс 2,2 ГэВ,

$$\sigma R(D^{\pm} \rightarrow K_S^0 \pi^{\pm}) < 6 \cdot 10^{-31} \text{ см}^2$$

в районе масс 1,9 ГэВ,

$$\sigma R(\bar{D}^0 \rightarrow K_S^0 \pi^+ \pi^-) < 3 \cdot 10^{-30} \text{ см}^2$$

в районе масс 1,9 ГэВ,

$$\sigma R(C^0 \rightarrow \Lambda^0 \pi^+ \pi^-) < 6 \cdot 10^{-32} \text{ см}^2$$

в районе масс 2,3 ГэВ.

В распределении эффективных масс системы $\Lambda^0 \pi^+ \pi^-$ наблюдалось отклонение с массой $M = 2087 \text{ МэВ}$, шириной $\Gamma \leq 23 \text{ МэВ}$ и сечением $\sim 0,5 \text{ мкб}$, которое интерпретируется как указание на существование очарованного бариона. Проводится анализ этого выброса и проверка его устойчивости на различные критерии отбора событий.

В работе принимали участие сотрудники ОИЯИ, ИФВЭ АН ГДР /Цойтен/, ИЯИЯЭ и ВХТИ /София/, ЦИФИ /Будапешт/.

Измерено неупругое протон-протонное взаимодействие $pp \rightarrow pX$ на ускорителе 500 ГэВ /Батавия/ при помощи газовой криогенной струйной ми-

шени и набора полупроводниковых детекторов. При изменении импульса пучка протонов от 50 до 400 ГэВ/с измерено дифференциальное сечение образования недостающей массы M_x^2 от 0,88 до 4,0 ГэВ² в области передач $|t|$ от 0,0025 до 0,025 /ГэВ/с². Изучена s - и t -зависимость максимума в районе массы $M = 1,4 \text{ ГэВ}$ и дифракционных состояний N^* с меньшими массами.

Работа проведена группой ученых ОИЯИ, ИЯИ /Варшава/, Аризонского университета /Таксон/, НУЛ /Батавия/ и Рочестерского университета /Нью-Йорк/.

Получены предварительные данные по когерентным процессам $dp \rightarrow Xd$ на ускорителе 500 ГэВ /Батавия/. В эксперименте использована дейтериевая струйная мишень. Изучалась область малых передач $|t|$ от 0,02 до 0,18 /ГэВ/с² при изменении импульса пучка от 65 до 370 ГэВ/с, что соответствовало изменению величины недостающей массы M_x^2 от 2,44 до 83,47 /ГэВ/с². Установлено, что дифференциальное сечение $d^2\sigma/dt dx$ в зависимости от величины $1-x \approx M_x^2/S$ уменьшается с ростом $M_x^2(x)$, практически не зависит от изменения импульса пучка в области $122 \leq S \leq 698 \text{ ГэВ}^2$ и уменьшается при увеличении $|t|$ /рис. 2,3/. Из графиков, построенных для фиксированных значений $|t|$ 0,03 и 0,13 /ГэВ/с², следует, что при больших M_x^2 дифференциальное сечение не описывается простой зависимостью $1/M_x^2$, независимо от величины $|t|$.

В работе принимали участие физики ОИЯИ, ИЯИЯЭ /София/, ИЯИ /Варшава/, НУЛ /Батавия/, Рочестерского и Рокфеллеровского университетов /Нью-Йорк/, Аризонского университета /Таксон/.

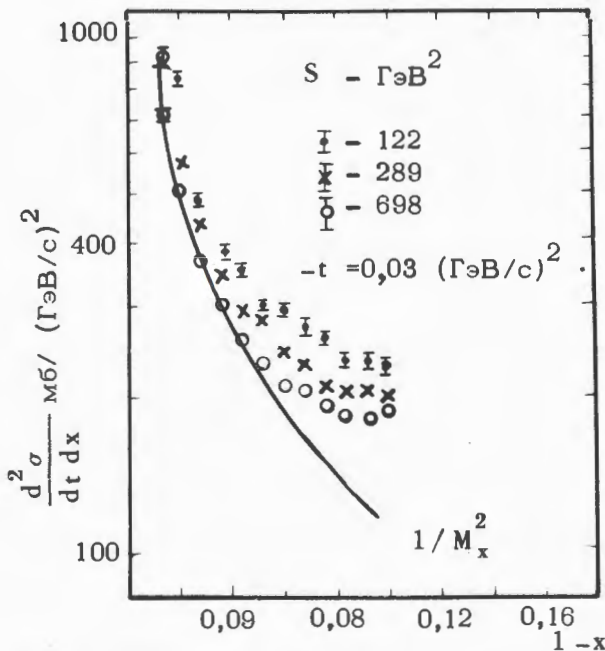


Рис. 2. Зависимость дифференциального сечения $d^2\sigma/dt dx$ от $1-x$ для когерентной реакции $p-d \rightarrow Xd$ при $s = 122, 289, 698 \text{ ГэВ}^2$. Плавная кривая представляет зависимость $1/M_x^2$, которая согласуется с экспериментальными данными при $1-x < 0,05$. Величина $|t| = 0,03 \text{ ГэВ/с}^2$.

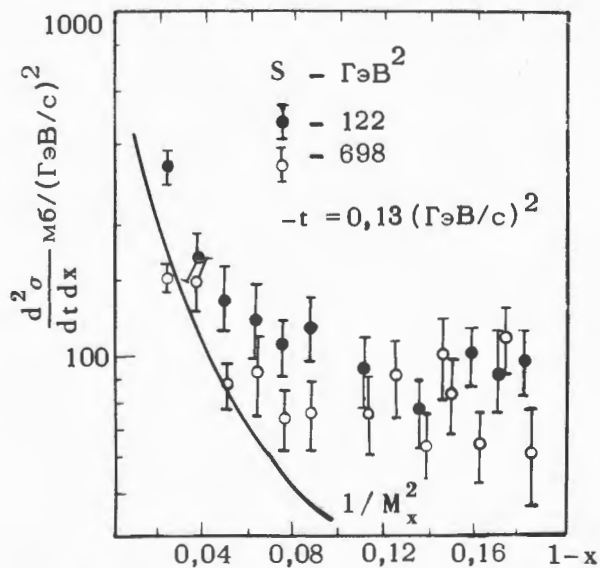


Рис. 3. Зависимость дифференциального сечения $d^2\sigma/dt dx$ от $1-x$ /аналогично рис. 2/ при $|t| = 0,13 \text{ ГэВ/с}^2$.

Получила дальнейшее развитие теория двухчастичных корреляций. Проведено ее сопоставление с появившимися в последние годы экспериментальными данными по определению размеров области излучения частиц и времени испускания частиц. Предложен другой способ определения времени жизни ядерных взаимодействий и проанализировано влияние времени жизни на процесс тормозного излучения.

Продолжалась обработка снимков неупругих π^-p -, π^-n - и π^-C -взаимодействий при импульсе 40 ГэВ/с , сделанных с помощью двухметровой пропановой пузырьковой камеры, облученной на серпуховском ускорителе. На основе анализа $15\,000 \pi^-N$ - и $12\,000 \pi^-C$ -взаимодействий, а также $29\,000$ гамма-квантов получены следующие результаты.

1. Изучены корреляции заряженных пионов и гамма-квантов, гамма-гамма корреляции по продольным быстротам Y и азимутальным углам. В центральной области при $Y \sim 0$ наблюдались ближние корреляции в $(\gamma\pi^-)$ - и $(\gamma\gamma)$ -системах. Получены значения корреляционной функции R в π^-p -взаимодействиях: $R_{\gamma\gamma}(0,0) = 0,60 \pm 0,14$ и $R_{\gamma\pi}(0,0) = 0,31 \pm 0,08$. Во всех типах взаимодействий обнаружен эффект увеличения вероятности образования двух гамма-квантов при малых значениях угла между ними и $|\Delta Y^*| \leq 1$. Сравнение полученных данных с мультипериферической моделью показало, что эта модель дает только качественное описание механизма корреляции.

2. Сделаны оценки сечения рождения ρ^- -, ω^- -, f^- - и Δ^- -резонансов в π^-p -взаимодействиях. Оказалось, что доля пионов, образованных в результате распада резонансов, составляет 80% от всех вторичных пионов.

3. С использованием явления интерференции тождественных частиц определены размеры области излучения частиц. Для π^-p -взаимодействий радиус области $R = /1,3 \pm 0,3/ \text{ Фм}$, для π^-C -взаимодействий $R = /5,0 \pm 1,5/ \text{ Фм}$.

4. Установлено, что одночастичные инклюзивные распределения заряженных пионов в π^-C -взаимодействиях при $x > 0,2$ совпадают с аналогичными данными для π^-p -взаимодействий при 40 ГэВ/с . Сделан вывод о том, что быстрые вторичные частицы "слабо" взаимодействуют с нуклонами ядра углерода.

Исследования проводились объединенной группой ученых из ОИЯИ, ИЯИЯЭ и ВМЭИ /София/, ЦИФИ /Будапешт/, Лейпцигского и Ханойского университетов, ИФТ /Улан-Батор/, ИЯИ /Сверк/, Варшавского университета, ИЯФ и ИЯТ /Краков/, ИАФ /Бухарест/, ФИ ЧСАН и Карлова университета /Прага/, ФНИИЯФ МГУ /Дубна/, НИИЯФ МГУ /Москва/, ТГУ /Тбилиси/, ФТИ и ИЯФ /Ташкент/, ИФВЭ /Алма-Ата/.

На основе мировых данных о t -зависимости элементов матрицы плотности для ρ^- , K^{*0} - и Δ^{++} -резонансов при энергиях от 2,8 до 17 ГэВ для каждого эксперимента определен полюс пучка прямых Лобачевского. Этот пучок описывает совокупность направлений динамической оси квантования спина ρ^- , K^{*0} , Δ^{++} -резонансов /оси квантования Донахью-Хогаасена/ в интервале передач $|t|$ от 0 до 4 /ГэВ/с². Собственные значения матрицы плотности в этом случае получили смысл вероятностей определенных поляризационных состояний резонансов. Получено указание, что изменению механизма образования ρ^0 - и K^{*0} -резонансов /т.е. изменению наклона зависимости дифференциальных сечений $d\sigma/dt$ от $t^{\frac{1}{2}}$ для этих резонансов/

соответствует изменение величин вероятностей поляризационных состояний этих резонансов.

Проводилась обработка снимков $\bar{p}p$ -взаимодействий, полученных с помощью жидководородной пузырьковой камеры "Людмила", облученной пучком антипротонов с импульсом 23 ГэВ/с на серпуховском ускорителе. В результате анализа 20 тыс. событий получены следующие результаты.

1. В инклюзивных распределениях при изучении корреляционных явлений обнаружен максимум в центральной области при $Y \sim 0$. Появление максимума объясняется динамическим различием процессов при различных множественностях.

2. На основе исследований интерференционных явлений тождественных частиц с помощью $\Delta\Delta$ -распределений /рис. 4/ сделаны оценки среднего радиу-

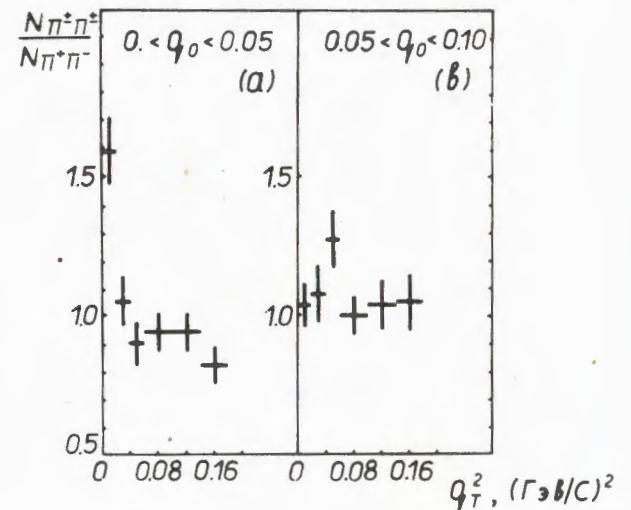


Рис. 4. Зависимость отношения плотности пар тождественных и нетождественных частиц от величины q_T^2 для двух интервалов по q_0 в $\bar{p}p$ -взаимодействиях при импульсе 23 ГэВ/с, где $q_0 = |E_1 - E_2|$,

$$q_T^2 = (\vec{p}_1 - \vec{p}_2)^2 - \left[(\vec{p}_1 - \vec{p}_2) \frac{(\vec{p}_1 + \vec{p}_2)}{|\vec{p}_1 + \vec{p}_2|} \right]^2$$

са области излучения частиц: $R = /3,1 \pm 0,5/ \Phi_m$, продольного: $R = /3,7 \pm 0,9/ \Phi_m$ и поперечного: $R = /1,8 \pm 0,4/ \Phi_m$ радиусов.

3. Показано, что зарядовая асимметрия частиц растет с увеличением поперечного импульса частиц, что может быть объяснено в рамках кварковой модели.

4. Определены характеристики образования странных частиц Λ^0 , K^0 и π^0 -мезонов. Проведены работы по выделению эксклюзивных каналов реакций.

Исследования проведены группой сотрудников ОИЯИ, ФИ ЧСАН и Карлова университета /Прага/, ИЭФ и университета в Кошице, Хельсинкского университета, ИТЭФ /Москва/, ТГУ /Тбилиси/, ФИАН /Москва/, НИИЯФ МГУ /Москва/, ИФВЭ /Алма-Ата/.

Исследован механизм образования пиков в спектрах эффективных масс Λ_p по результатам обработки событий в пропановой пузырьковой камере, облученной пучком нейтронов со средним импульсом 7,0 ГэВ/с на синхрофазотроне ОИЯИ. Исследование механизма образования Λ_p -системы сделано в рамках разработанной модели, основанной на импульсном приближении.

На основании проведенного анализа описан спектр эффективных масс Λ_p -системы с обнаруженными пиками, сечение упругого Λ_p -рассеяния с его особенностями в области изменения импульсов Λ -гиперонов от 0,1 до 2,0 ГэВ/с /рис. 5/. Кроме того, установлено, что:

а/ пик вблизи порога Λ_p -системы обусловлен эффектом отрицательной длины рассеяния при низких энергиях и, следовательно, возможность существования связанных состояний исключается;

б/ пики при 2127 и 2257 МэВ, вероят-

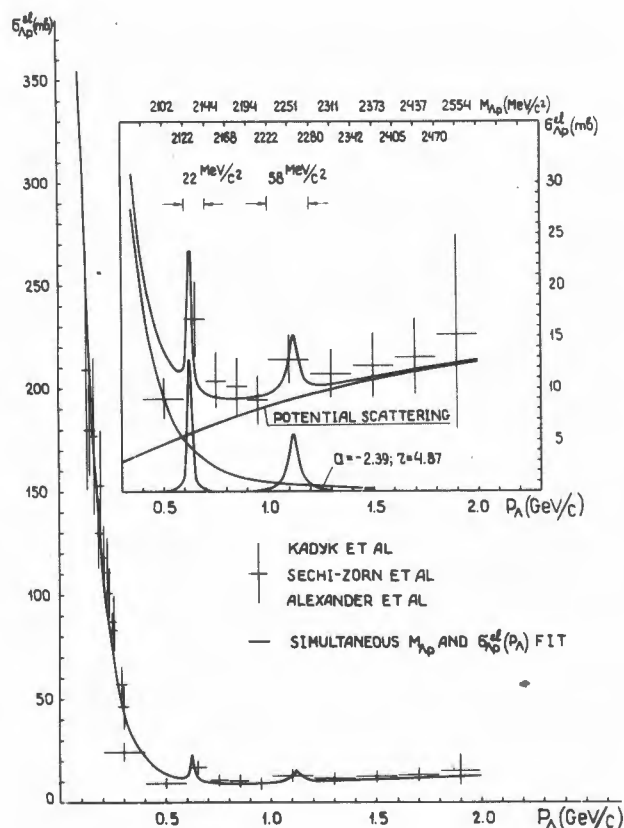


Рис. 5. Описание сечения упругого Λ_p -рассеяния в области импульсов Λ -гиперонов от 0,1 до 2,0 ГэВ/с по результатам обработки пС-событий со средним импульсом нейтронов 7 ГэВ/с.

нее всего, обусловлены узкими упругими резонансами Λ_p при относительных импульсах Λ -гиперонов $p = 620$ и 1120 МэВ/с и сечениях 12,86 и 5,61 мб, соответственно;

в/ особенность вблизи 2184 МэВ вызвана двухступенчатым каскадным процессом: $nC \rightarrow \Sigma N +$ что угодно и $\Sigma N \rightarrow \Lambda p$;

г/ средний радиус взаимодействия Λp близок к 0,66 Фм.

Компоненты средней поляризации Λ -гиперона, которые предполагаются продуктами распада Λ_p -системы, вдоль направления пучка, вдоль нормали к плоскости рождения и вдоль нормали к обоим

этим направлениям в пределах погрешностей опыта равны нулю.

Уточнены данные для определения формфакторов K -мезонов на основе обработки 47 000 K_{e3}^0 -распадов и 82 000 $K_{\mu 3}^0$ -распадов, полученных при облучении установки БИС на серпуховском ускорителе в пучке нейтральных каонов.

Найдено, что формы матричных элементов $K_{\mu 3}$ - и K_{e3} -распадов согласуются с предсказаниями (V-A) -теории слабых взаимодействий, а вклады скалярного и тензорного формфакторов пренебрежимо малы.

Зависимость формфакторов от величины переданного лептонной паре 4-импульса $|t|$ в пределах изменения $|t| = 0-0,1$ /ГэВ/с² оказалась линейной:

$$f_+(t) = f_+(0) (1 + \lambda_+ t/m_\pi^2),$$

$$f(t) = f(0) (1 + \lambda_0 t/m_\pi^2).$$

В рамках линейного разложения формфакторов по $|t|$ для K_{e3} -распада вычислено значение $\lambda_+ = 0,032 \pm 0,004$, для $K_{\mu 3}$ -распада получено: $\lambda_+ = 0,038 \pm 0,005$ и $\lambda_0 = 0,046 \pm 0,007$.

Хорошее согласие величины λ_+ для K_{e3} - и $K_{\mu 3}$ -распада согласуется с принципом $(\mu - e)$ -универсальности. Из совместного анализа K_{e3} - и $K_{\mu 3}$ -распада получено: $\lambda_+ = 0,0337 \pm 0,0033$ и $\lambda_0 = 0,0485 \pm 0,0076$.

В работе приняли участие сотрудники ОИЯИ, ИЯИЭ /София/, ТГУ /Тбилиси/.

Продолжалось изучение реакции $d p \rightarrow p p n$ с помощью метровой жидководородной камеры, облученной дейтронами с импульсом 3,3 ГэВ/с на синхрофазотроне. Проведена обработка 52 000 событий.

В реакции $d p \rightarrow p p n$ обнаружена сильная корреляция между направлением вылета нуклона-спектатора и направлением рассеянного нуклона, особенно в области малых переданных 4-импульсов. Расчеты указывают на существенную долю взаимодействий в конечном состоянии, приводящих к восстановлению дейтрона.

Показано, что в интервале импульсов нуклонов-спектаторов до 200 МэВ/с для реакций $d p \rightarrow p p p \pi^-$, $d p \rightarrow p p n \pi^+ \pi^-$ и $d p \rightarrow n d p \pi^+$ основные черты угловых распределений могут быть описаны в рамках спектаторной модели с учетом энергетической зависимости сечения NN-взаимодействия.

Получены данные об инвариантных величинах для нуклонов и π -мезонов, вылетающих в заднюю полусферу в системе покоя дейтрона /рис. 6/. Характерна значительная величина сечения в кумулятивной области вплоть до величин $x = 1,0$.

Результаты получены в совместной работе ученых ОИЯИ, Варшавского университета, ФИАН /Москва/ и ТГУ /Тбилиси/.

Проведено уточнение результатов исследования $\pi^- p$ -взаимодействий при импульсе 5,0 ГэВ/с с помощью метровой жидководородной камеры. Найдено, что для реакции $\pi^- p \rightarrow p \pi^+ \pi^- \pi^-$ при больших передачах $|t| > 0,4$ /ГэВ/с² интегральное значение сечения, предсказываемое моделью OPER, примерно на 30% меньше экспериментального, а при описании угловых распределений частиц в t -канальной системе координат имеется только качественное согласие с экспериментом.

Предложен новый способ анализа этой реакции для выделения ρ^0 -мезонов и Δ^{++} -изобар с малыми и большими значениями переданных импульсов на основе

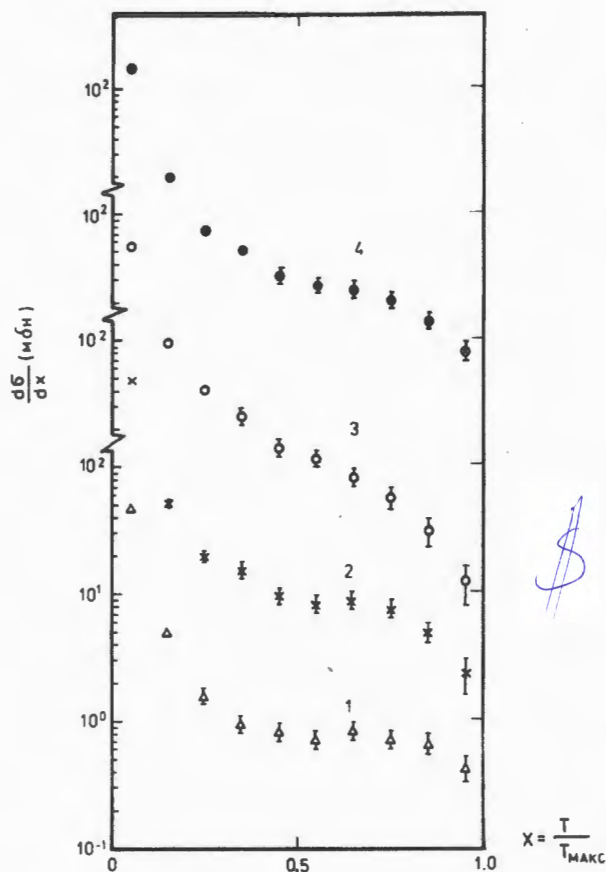


Рис. 6. Зависимость инвариантного сечения выхода нуклонов в заднюю полусферу для реакции $\phi p \rightarrow p p n$ в системе покоя дейтрона при импульсе налетающих дейтронов 3,3 ГэВ/с /кривая 4/.

лоренц-инвариантного представления кинематики в пространстве скоростей Лобачевского.

В работе участвовали сотрудники ОИЯИ и ИТЭФ /Москва/.

Проводилась обработка данных по $p-p$ взаимодействию при импульсах нейтронов от 1,25 до 5,1 ГэВ/с, полученных при облучении метровой жидководородной камеры. С помощью геометрической и фитирующей программ обработано око-

ло 30 000 событий. В трех- и пятилучевых событиях при энергии нейтронов 5,1 ГэВ проведено разделение каналов, определены сечения реакции при импульсах от 1,25 до 5,1 ГэВ/с.

Исследовалось образование новых короткоживущих частиц в столкновениях протонов 70 ГэВ с ядрами фотоэмульсий, облученных на серпуховском ускорителе. В результате анализа 14 000 звезд найдено три случая распада нейтральных частиц с вылетом электрона, адрона и нейтральной частицы, один случай распада заряженной частицы с испусканием электрона. Сечение образования новых частиц на ядре составляет около 5 мкб, среднее время жизни - $3 \cdot 10^{-14}$ с, а масса - $M_{\text{эф}} = 1,03$ ГэВ для распада на $\pi e \nu$, $M_{\text{эф}} = 1,21$ ГэВ для распада на $K e \nu$, $M_{\text{эф}} = 1,56$ ГэВ для распада на $p e \nu$.

Работа выполнена группой физиков ОИЯИ, ИАФ /Бухарест/, ФИАН /Москва/, ФТИ /Ташкент/, ИФВЭ /Алма-Ата/, ФТИ /Душанбе/.

Электромагнитная структура элементарных частиц

Измерен электромагнитный формфактор π^+ -мезона в эксперименте по прямому рассеянию отрицательных π^- -мезонов с импульсом 100 ГэВ/с на электронах в жидководородной мишени. Эксперимент проводился на ускорителе 500 ГэВ /Батавия/ с применением магнитного спектрометра с пропорциональными и магнито-стрикционными искровыми камерами. В результате анализа 10 000 случаев упругого πe -рассеяния в области малых переданных 4-импульсов $|t|$ от 0,03 до 0,07 /ГэВ/с² получена оценка электромагнитного радиуса π^+ -мезона /рис. 7/: $r_{\pi} = 0,57 \pm 0,06$ Фм.

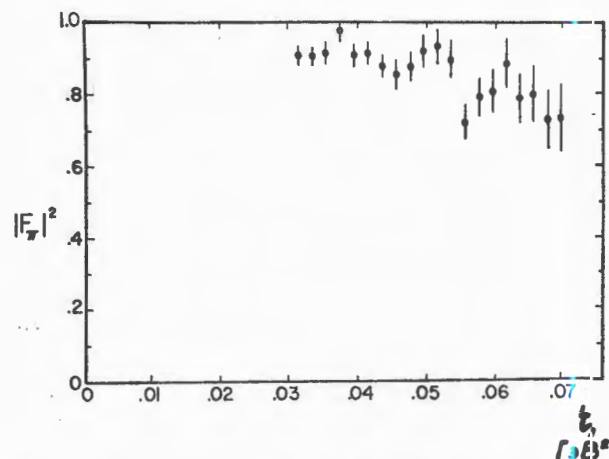


Рис. 7. Электромагнитный формфактор π -мезона в π^+e^- -рассеянии при импульсе 100 ГэВ/с.

Полученная величина радиуса хорошо согласуется с предсказаниями модели векторной доминантности.

В работе принимали участие ученые ОИЯИ, ИАФ /Бухарест/, НУЛ /Батавия/, университетов Лос-Анджелеса, Питтсбурга и Нотр-Дама.

Рассмотрены некоторые аспекты механизма прохождения заряженных элементарных частиц вдоль оси монокристаллов с точки зрения использования этого механизма в физике высоких энергий. Предсказан и рассчитан эффект быстрого подавления поперечных пространственных колебаний пучка частиц из-за возбуждения кристаллической решетки.

Выяснено, что пучок заряженных частиц пойдет через кристалл даже в случае деформации кристалла. Рассчитан минимальный радиус поворота пучка частиц в кристалле. При импульсе пионов 100 ГэВ/с критический радиус поворота частиц оценивается в 1,5 см /для вольфрама/.

Релятивистская ядерная физика

Сделан обзор основных результатов и ближайших перспектив развития релятивистской ядерной физики. Рассмотрены вопросы взаимодействия с веществом быстрых многозарядных ионов в космических лучах и астрофизике, ядерной физике, физике сильных взаимодействий, биологических и медицинских исследованиях, а также вопросы получения пучков релятивистских ядер и создания соответствующей ускорительной базы в ОИЯИ.

С помощью одноплечевого спектрометра "Альфа", установленного в пучке ускоренных на синхрофазотроне ядер гелия, зарегистрировано свыше 1 млн случаев взаимодействия их с мишенями из водорода, гелия, углерода, алюминия, меди и свинца. Изучены процессы упругого и неупругого рассеяния пучковых альфа-частиц с импульсом от 1,7 до 4,2 ГэВ/нукл. Определены полные сечения взаимодействия σ_1 для процессов упругого рассеяния ядро-ядро впервые экспериментально обнаружены предсказанные теоретически осцилляции в зависимости дифференциального сечения $d\sigma/dt$ от $|t|$. Наблюдался процесс фрагментации налетающей альфа-частицы. При изучении взаимодействия дейтронов с импульсом 4,2 ГэВ/нукл. с ядрами после сопоставления с расчетами по модели получено, что после первого взаимодействия в ядре свободный пробег дейтрона в ядерном веществе увеличивается в несколько раз.

В работе принимали участие ученые ОИЯИ, ВХТИ /София/, ИЯИ /Сверк/, НИИЯФ МГУ /Москва/, университета в Душанбе.

Проведены опыты по инклюзивному образованию фрагментов от протона до лития с помощью спектрометра ядер отдачи, установленного в пучке протонов и релятивистских ядер дейтрона и гелия на синхрофазотроне. В реакциях pC , dC и αC изучено образование фрагментов с энергией от 5 до 120 МэВ. Для описания спектров использована термодинамическая модель на меньшие энергии и модель с масштабной переменной для больших энергий фрагментов.

Изучены процессы множественного образования π -мезонов во взаимодействиях α -частиц при импульсе 17 ГэВ/с с ядрами с помощью стримерной камеры СКМ-200 на синхрофазотроне. Получены следующие результаты:

а/ топологические сечения образования π -мезонов в αLi - и pp -взаимодействиях совпадают;

б/ во взаимодействиях альфа-частиц с ядрами Li и Ne имеет место KNO-скейлинг;

в/ для αLi -взаимодействий средние значения поперечных импульсов π -мезонов в преимущественно периферических /с углом $\theta \leq 40^\circ$ / и преимущественно центральных взаимодействиях, в пределах ошибок, одинаковы;

г/ в распределении протонов, образованных в αLi -взаимодействиях, видны два пика, соответствующие фрагментации ядра мишени и налетающего ядра.

Результаты получены в совместной работе ученых ОИЯИ, Варшавского университета, ЛГУ /Ленинград/, ИФ АН ГрССР /Тбилиси/, СГУ /Саратов/, ИФВЭ /Алма-Ата/.

На синхрофазотроне проведено облучение двухметровой пропановой пузырьковой камеры пучком протонов с импуль-

сами 2,23; 3,38; 5,10 и 9,40 ГэВ/с; дейтронами с импульсами 1,18; 2,23; 3,83 и 4,7 ГэВ/нукл.; альфа-частицами с импульсами 2,22; 3,82 и 4,7 ГэВ/нукл. В сеансах на ускорителе набрано 163000 фотографий. Для расширения возможностей физического эксперимента внутри рабочего объема камеры были помещены пластинки из вольфрама.

С материалами, получаемыми с помощью двухметровой пропановой камеры, работает большая группа ученых из 18 лабораторий 8 стран-участниц ОИЯИ.

При облучении на синхрофазотроне внутренней мишени из Al дейтронами с импульсами 2,5; 3,46; 4,46; 7,66 и 10,2 ГэВ/с изучались характеристики нейтрона под углом 0° относительно первичного пучка. Найдено, что величина примеси стриппинга дейтронов в кумулятивной области не превышает 12% при всех энергиях. Инвариантная функция кумулятивно образованных нейтронов растет с увеличением энергии падающих дейтронов и при импульсах дейтронов больше 5,1 ГэВ/с выходит на плато /рис. 8/.

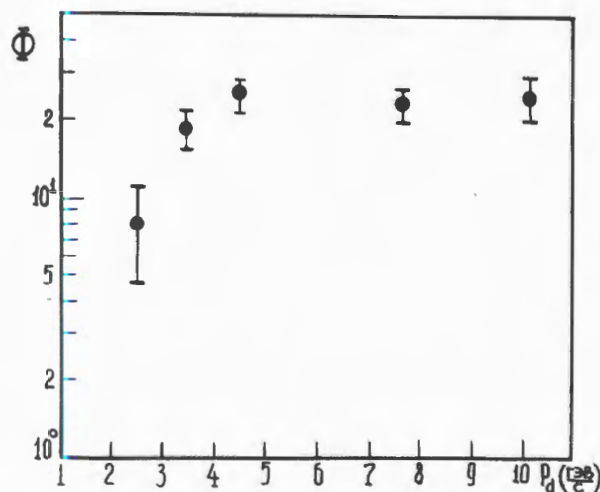


Рис. 8. Выход кумулятивных нейтронов в реакции $d+Al \rightarrow n + \dots$ в зависимости от импульса дейтрона.

Изучено явление полного разрушения ядер Ag и Рb под действием протонов 70 ГэВ/с и альфа-частиц с импульсом 4,2 ГэВ/нукл. с помощью ядерных фотозмульсий, облученных на серпуховском ускорителе протонами и на синхрофазотроне альфа-частицами.

Установлено, что тяжелые ядра в основном распадаются на отдельные нуклоны /рис. 9/. Вероятность полного разрушения ядер Ag и Рb протонами

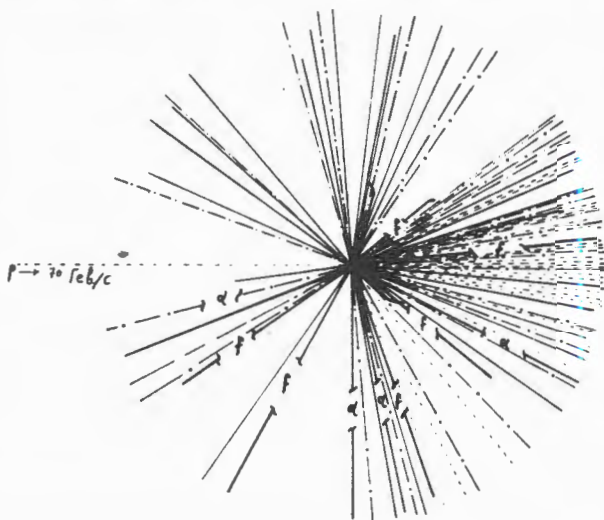


Рис. 9. Схема полного разрушения ядра Рb с зарядом 82 в фотозмульсии под действием протона с импульсом 70 ГэВ/с с вылетом 66 заряженных частиц, не считая 22 заряженных релятивистских частиц.

70 ГэВ/с составляет 3,0 и 6,4%, а альфа-частицами - 7 и 10% соответственно.

Анализ углового распределения частиц с энергией $E > 30$ МэВ, образованных в столкновениях протонов 70 ГэВ/с с ядрами фотозмульсии, не подтверждает явления прохождения ударной волны в ядре.

Обработкой событий занимаются физики 8 лабораторий стран-участниц из Дубны, Бухареста, Варшавы, Кошице, Ленинграда, Москвы и Ташкента.

Совершенствование действующих и разработка новых физических приборов и установок

Для проведения эксперимента по измерению электромагнитного формфактора K^- -мезона с помощью K^-e^- -рассеяния на ускорителе 500 ГэВ /Батавия/ были изготовлены в ЛВЭ и испытаны на линии с ЭВМ HP2100A в НУЛ специальные дрейфовые камеры.

В результате испытаний установлено, что:

а/ эффективность отдельного дрейфового промежутка равна 98% при интенсивности $5 \cdot 10^5$ част./с;

б/ пространственное разрешение в среднем составляет около 60 мкм /рис. 10/;

в/ степень подавления наводок достигает 50 раз.

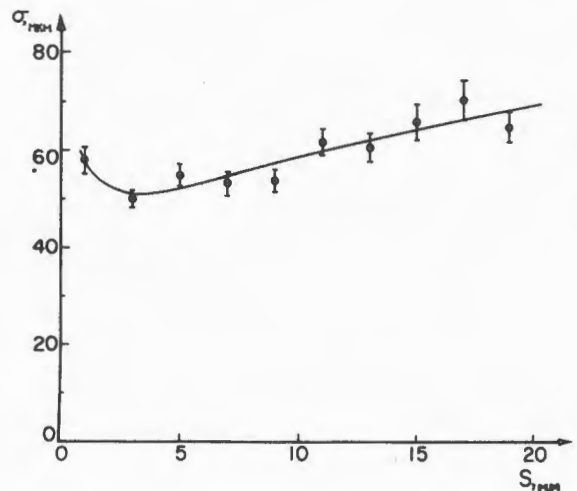


Рис. 10. Пространственное разрешение дрейфовых камер в зависимости от величины дрейфового промежутка для эксперимента по K^-e^- -рассеянию на ускорителе 500 ГэВ /Батавия/.

Создан большой комплекс программного обслуживания работы магнитного спектрометра по K^-e^- -рассеянию. При импульсе K^- -мезонов 250 ГэВ/с за два месяца экспозиции зарегистрировано около 2000 случаев упругого K^-e^- -рассеяния.

В работе по созданию и исследованию дрейфовых камер приняли участие сотрудники ОИЯИ, ЦЕРНа и НУЛ.

Продолжалась разработка пропорциональных и дрейфовых камер, предназначенных для проведения широкого круга исследований.

Пять двухкоординатных пропорциональных камер установлено на канале частиц камеры "Людмила" с целью диагностики пучка.

Разработана и изготовлена пропорциональная камера с дрейфовым промежутком для регистрации ядер отдачи размером $30 \times 15 \times 10 \text{ см}^3$. Энергетическое разрешение для альфа-частиц с энергией от 5 до 7 МэВ составляет $\pm 1,5\%$.

Разработана и изготовлена пропорциональная камера $20 \times 20 \text{ см}$ для решения научно-технических и прикладных задач, в частности для радиографического исследования объектов. Путем облучения различных объектов малыми дозами фотонов с энергией 5,9 и 60 кэВ получены их изображения на экране дисплея при работе на линии с ЭВМ ЕС-1010 /рис. 11/. Эта работа вызвала практический интерес биологов, биохимиков, кристаллографов в СССР, ЧССР, СРР.

В области разработок по вычислительной технике и автоматизации научных исследований проведены следующие работы:

1. Изготовлена регистрирующая электроника для 5000 каналов пропорциональных камер, сцинтилляционных

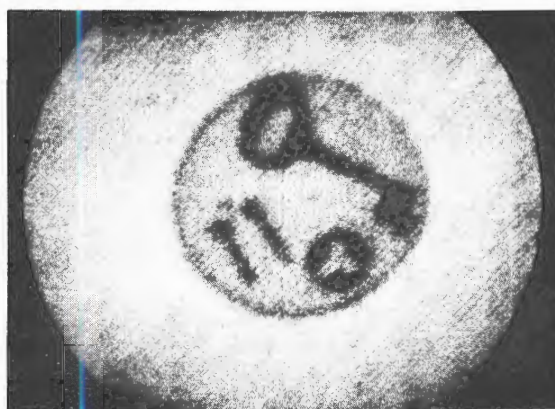
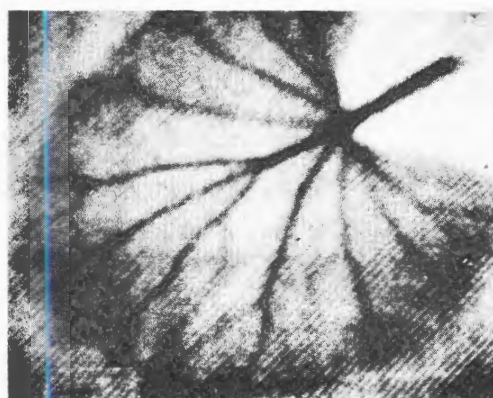


Рис. 11. Рентгенограммы, полученные с помощью специальной пропорциональной камеры на линии с ЭВМ /снимки с экрана дисплея/: а/ лист растения, б/ металлические предметы в жестяной коробке.

счетчиков, а также аппаратура для связи установки БИС-2 с ЭВМ ЕС-1040 в стандарте КАМАК.

2. Разработаны канал прямого доступа для подключения ЭВМ ЕС-1010 к установкам и интерфейс КАМАК-МОДЕМ.

3. Завершено создание системы управления медленным выводом, позволяющей измерять токи магнитных элементов медленного вывода частиц из синхротрона, частоту ускоряющего напря-

жения, интенсивность и параметры пучка. Информация выдается на дисплей ВТ-340.

4. Создана система блоков быстрой электроники на интегральных схемах с улучшенными показателями надежности для обеспечения физических установок. Разработана и сдана в серийное производство большая гибридная интегральная схема "Сдвоенный канал регистрации для ионизационных детекторов", что позволяет использовать в эксперименте установки, имеющие несколько десятков тысяч каналов регистрации.

5. Создан специализированный быстрый цифровой процессор для установки БИС-2.

6. Разработан макет гибридной интегральной схемы "заряд - временной преобразователь" наносекундного диапазона для многоканальных спектрометров.

Проводились работы по созданию и совершенствованию приборов и устройств криогенной техники.

Для установки ДИСК-2 произведена сборка, наладка и комплексные испытания мишени с жидким водородом, дейтерием и гелием. Мишени использованы в работе установки.

Проведен комплекс испытаний источника поляризованных атомов с ионизатором. Получен и зарегистрирован пучок поляризованных дейтронов свыше 1 мкА .

Проведены исследовательские работы по оснащению гелиевого рефрижератора двухфазным детандером. Создан экспериментальный стенд для всестороннего испытания детандеров. Развивалась методика расчета криогенных систем на ЭВМ. Рассмотрен метод исследования нерасчетных режимов, основанный на совместном решении уравнений энергетического баланса и теплопередачи в теплообменниках рефрижератора.

Проведены экспериментальные исследования устройств для эвакуации энергии из сверхпроводящих магнитных систем. При токе 750 А быстродействие устройства составило 2 мс . На электрическую прочность при низких температурах испытаны стеклоленты и эпоксидные компаунды.

Разработана методика расчета на ЭВМ сверхпроводящих, секционированных на цилиндрические секции с различной плотностью тока соленоидов с высокой однородностью магнитного поля и с уменьшенным расходом сверхпроводника.

Совершенствование синхрофазотрона, создание каналов частиц

На синхрофазотроне проведены работы по повышению эффективности его использования для физических экспериментов и совершенствованию его параметров.

Для дальнейшего повышения интенсивности пучков ускоренных частиц проведена юстировка ускоряющей системы линейного ускорителя ЛУ-20, введена динамическая коррекция азимутальной асимметрии магнитного поля синхрофазотрона. Для ускорения ядер в ЛУ-20 введена промежуточная медная стенка. Получены следующие максимальные значения величин интенсивностей:

для протонов	- $1,6 \cdot 10^{12} \text{ р/имп.}$,
для дейтронов	- $2,5 \cdot 10^{11} \text{ д/имп.}$,
для альфа-частиц	- $6 \cdot 10^9 \text{ а/имп.}$,
для ядер углерода	- 10^6 с/имп.

На линейном ускорителе ЛУ-20 проведены работы по ускорению многозарядных ионов. Впервые создан лазерный

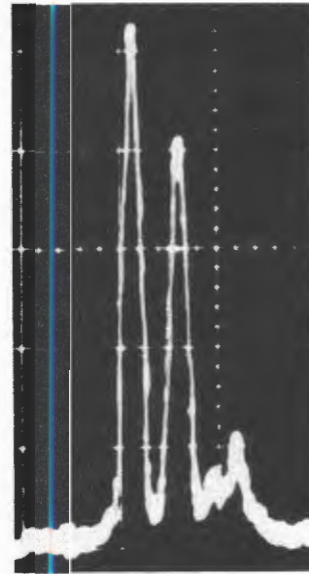
источник многозарядных ионов. Полученные из источника ядра углерода ускорены в синхрофазотроне до энергии 50 ГэВ и выведены по каналу медленного вывода. Для проведения физических исследований облучены ядерные фотоэмульсии. С помощью лазерного источника ускорены в ЛУ-20 до энергии 5 МэВ/нукл. ядра алюминия Al^{+13} . Работа выполнена специалистами ОИЯИ и МИФИ.

Существенно повышена эффективность использования синхрофазотрона за счет введения в эксплуатацию режима медленного /с длительностью 300-500 мкс/ и быстрого /с длительностью 600 мкс/ выводов в одном цикле ускорения. Проведены сеансы совместных работ электронных и камерных установок.

На втором экземпляре ионного источника КРИОН-2 осуществлен полный электронный цикл. Реализован фактор ионизации $j_r > 10^{20} \text{ см}^{-2}$ для энергий электронов 5-10 кэВ и плотности электронного тока до 200 А/см^2 . С помощью этого источника получены пучки ионов элементов N^{+7} , O^{+8} , Ne^{+10} , Ar^{+17} /рис. 12/.

По проекту жесткофокусирующего ускорителя релятивистских ядер - нуклотрона проделаны следующие работы:

1. Для проведения испытаний сверхпроводящих магнитов в импульсном и статическом режимах создан большой испытательный стенд. В составе стенда имеются два горизонтальных гелиевых криостата для испытания сверхпроводящих магнитов длиной до 70 см, а также вертикальные гелиевые криостаты для испытания малых импульсных магнитов /диаметром до 30 см/ и проведения теплофизических исследований. Для питания магнитов, эвакуации энергии и проведения электрических измерений собран силовой блок, проведен монтаж схем



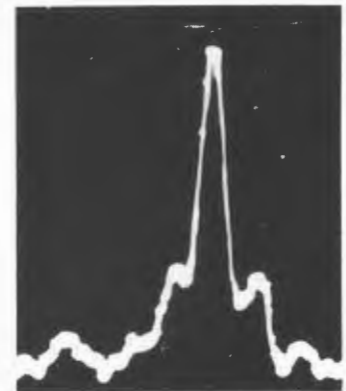
$$j_r = 8 \cdot 10^{19} \text{ см}^{-2}$$

$$E_e = 5 \text{ кэВ}$$

а)

0 +8 +7 +6

б)



$$j_r = 2,5 \cdot 10^{20} \text{ см}^{-2}$$

$$E_e = 6,5 \text{ кэВ}$$

+18 +16 +14
Ar +17 +15

Рис. 12). Спектры зарядов ионов, получаемых с помощью источника КРИОН-2: а/ ионов кислорода, б/ ионов аргона.

управления и системы для измерения потерь энергии.

2. Проведен расчет основных параметров предускорителя многозарядных ионов с отношением $Z/A \geq 0,4$ и энергией на выходе 2,4 МэВ/А. Сделан расчет промежуточного кольцевого ускорителя /ПКУ/ инжекционного комплекса для ускорения ядер до энергии 0,5 ГэВ/нукл. С помощью ЭВМ исследованы режимы многооборотной инжекции из линейного ускорителя в промежуточный кольцевой ускоритель.

Проведены расчеты по определению параметров системы энергоснабжения ПКУ.

Эксплуатация синхрофазотрона

Запланированное время работы ускорителя - 4429 ч.

Ускоритель работал:

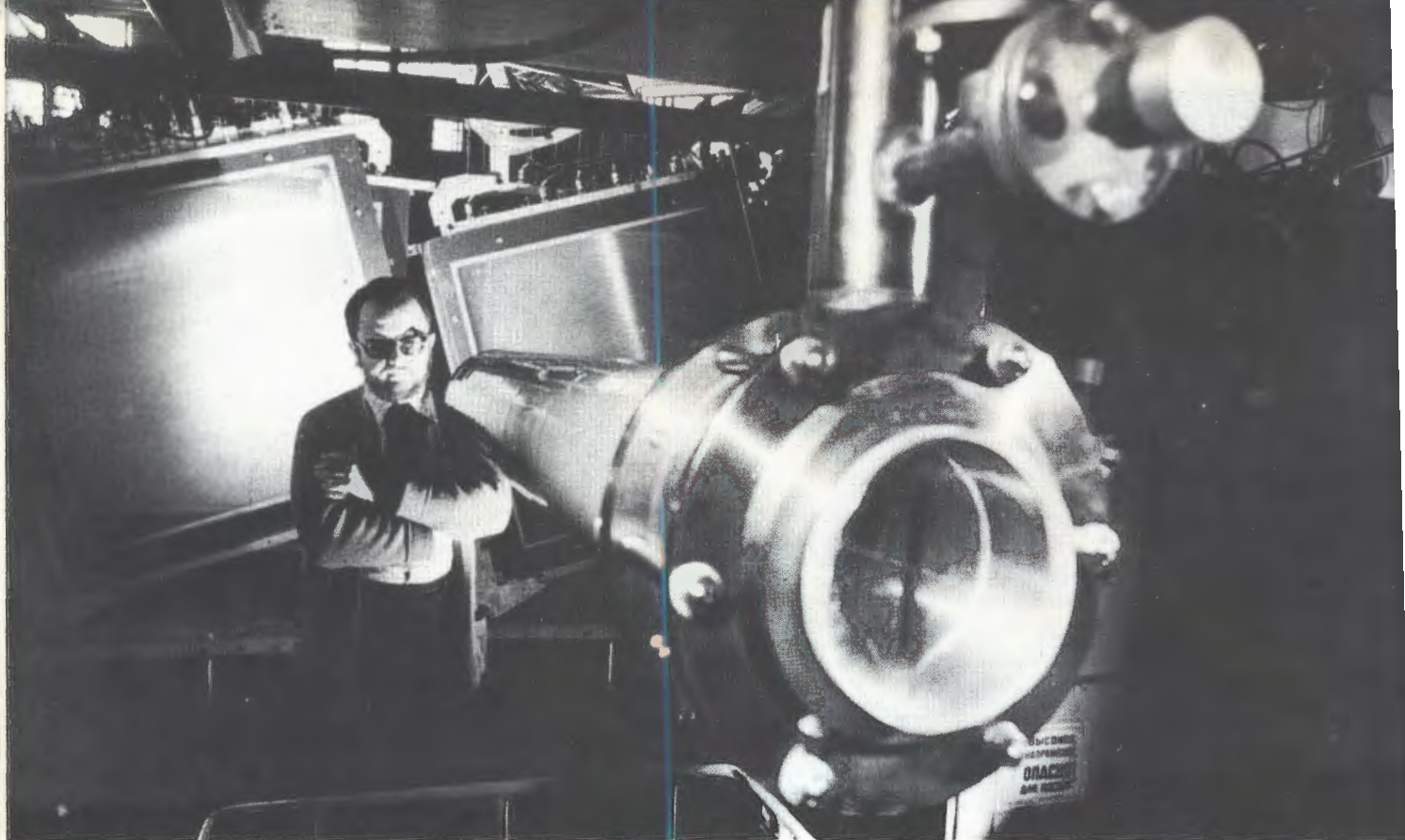
а/ на экспериментальные исследования по физике элементарных частиц и физике релятивистских ядер - 3146 ч со средней интенсивностью $1,4 \cdot 10^{11}$ ускоренных протонов, $2 \cdot 10^{10}$ ускоренных дейтронов, $3 \cdot 10^8$ ускоренных альфа-частиц, 10^5 ускоренных ядер углерода за цикл ускорения;

б/ на совершенствование систем ускорителя - 995 ч.



С помощью модернизированного бес-
фильмового искрового спектрометра
/БИС/ на нейтронном пучке 50 ГэВ
серпуховского ускорителя ученые
ОИЯИ ведут поиск "очарованных" час-
тиц. Установка работает на линии с
ЭВМ ЕС-1040, установленной в эк-
спериментальном павильоне.

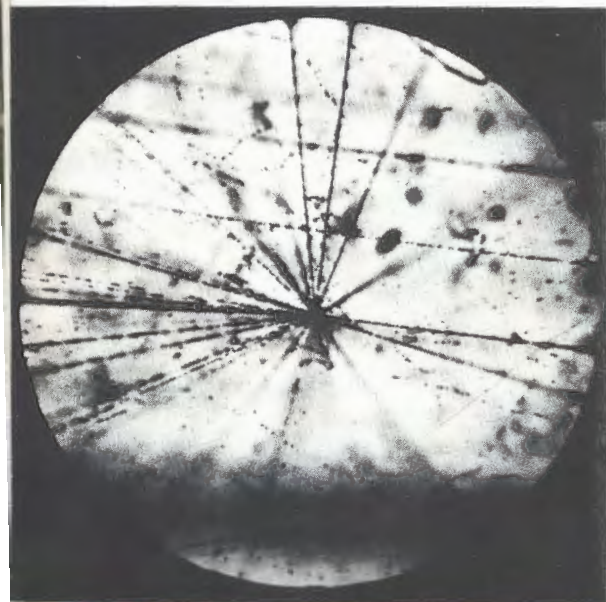




На 90-канальном черенковском масс-спектрометре "Фотон" ведется эксперимент по измерению дифференциального сечения реакции $\pi^- p \rightarrow \eta^0 p$. На снимке: 1-метровая жидководородная мишень и система 32 искровых камер размером $1 \times 1 \text{ м}^2$.

У пульта электронной аппаратуры "Фотона" в экспериментальном "домике".

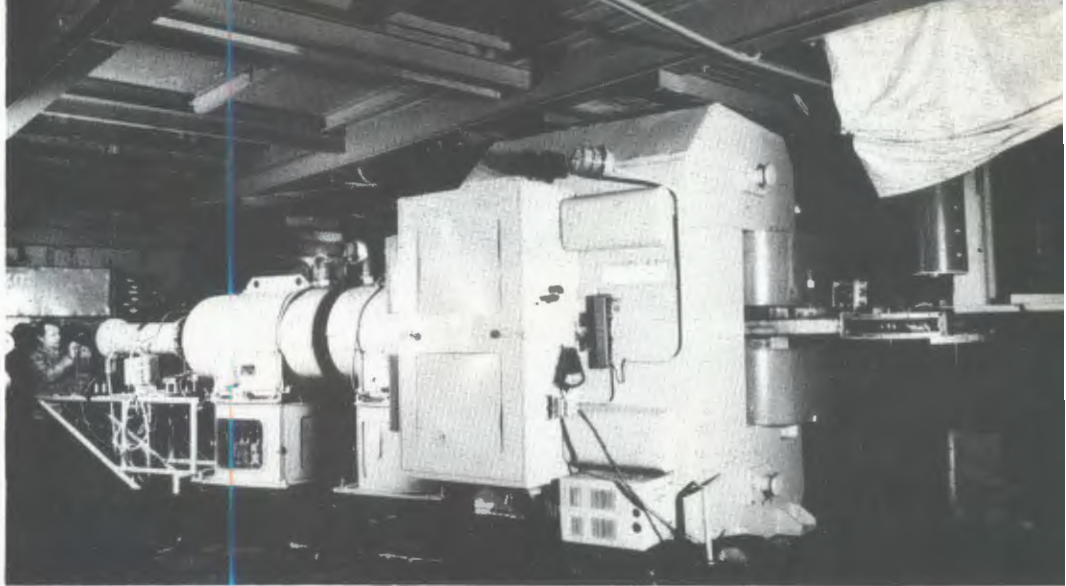
Изучаются процессы полного разрушения ядер серебра и свинца в ядерных фотоэмульсиях. На снимке: случай развала ядра серебра с вылетом 26 пионов под действием иона углерода с энергией 50 ГэВ.



На основе широкого сотрудничества ученых ОИЯИ и национальных институтов стран-участниц исследуется образование новых короткоживущих частиц в столкновениях протонов 70 ГэВ с ядрами фотоэмульсии. На снимке: обсуждение доклада о поиске новых нестабильных частиц в фотоэмульсиях на заседании Фотоэмульсионного комитета ОИЯИ.



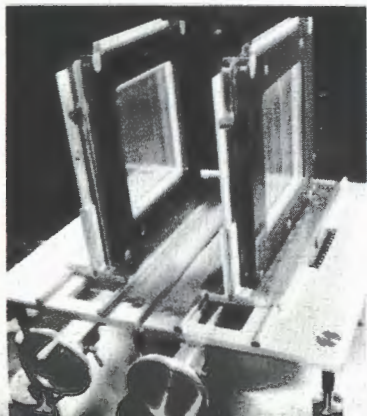
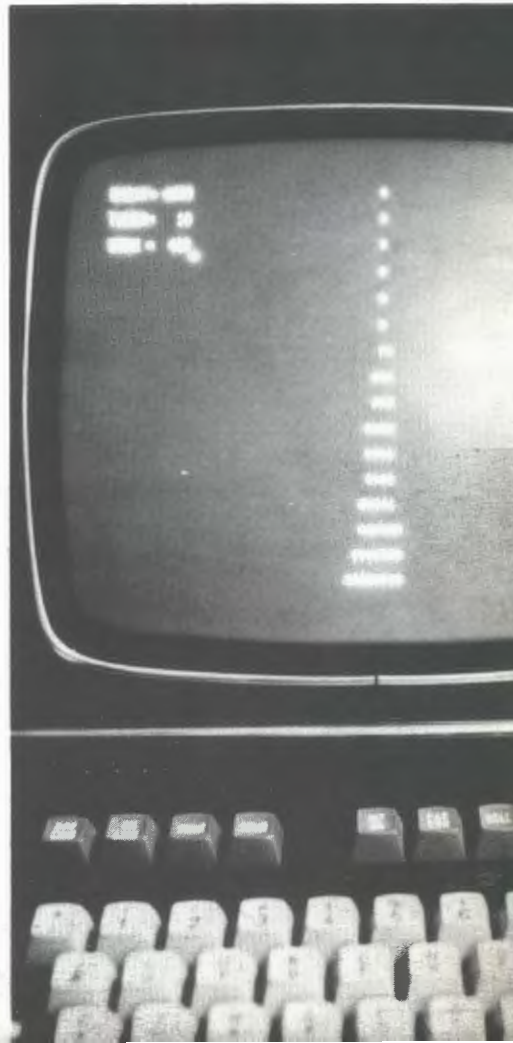
Создан новый вариант спектрометра для изучения кумулятивного образования мезонных и нуклонных систем - установка ДИСК-2. Спектрометр работает на линии с ЭВМ БЭСМ-4.

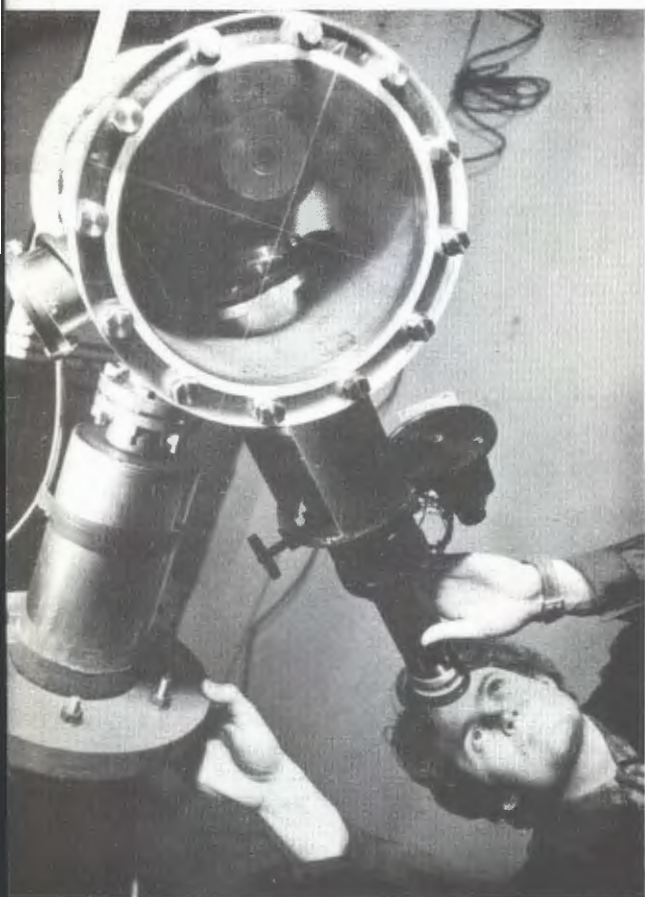


Образцы изготовленных в Институте дрейфовых камер размером 20x20 см².

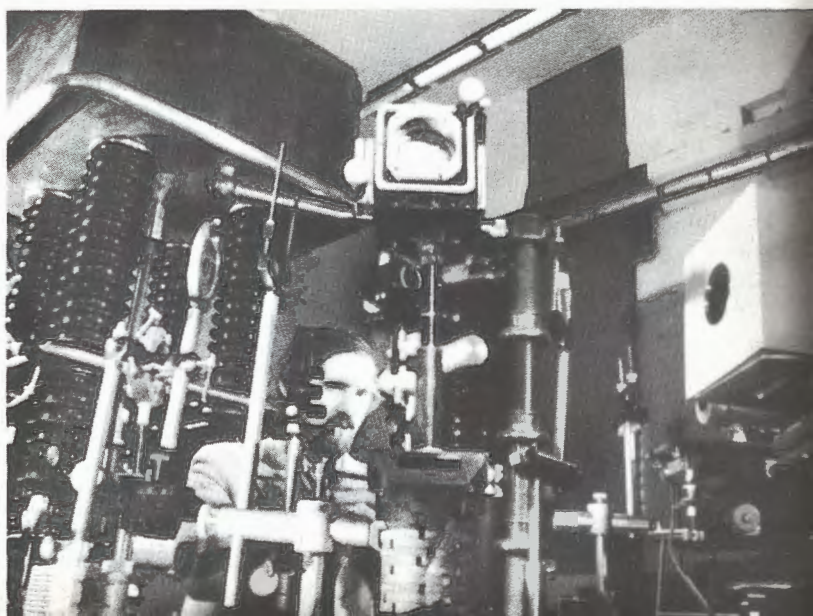


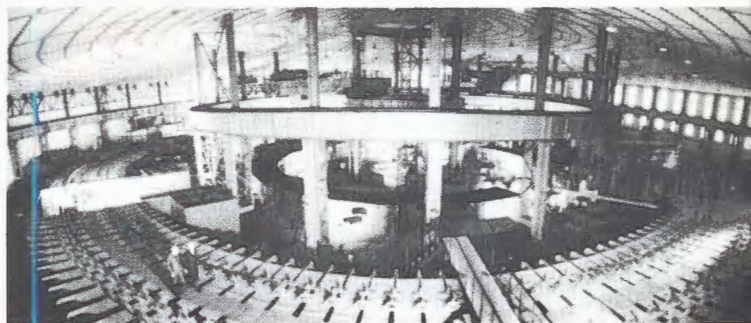
Испытания на стенде большой дрейфовой камеры размером 1,5x1 м². Для испытаний используется ЭВМ ЕС-1010, сигналы с камеры выводятся на дисплей.





На синхрофазотроне ускорены ядра углерода. В качестве ионного источника впервые применен лазерный источник, установленный на форинжекторе. С помощью ЛУ-20 и синхрофазотрона пучок ядер углерода ускорен до энергии 50 ГэВ.

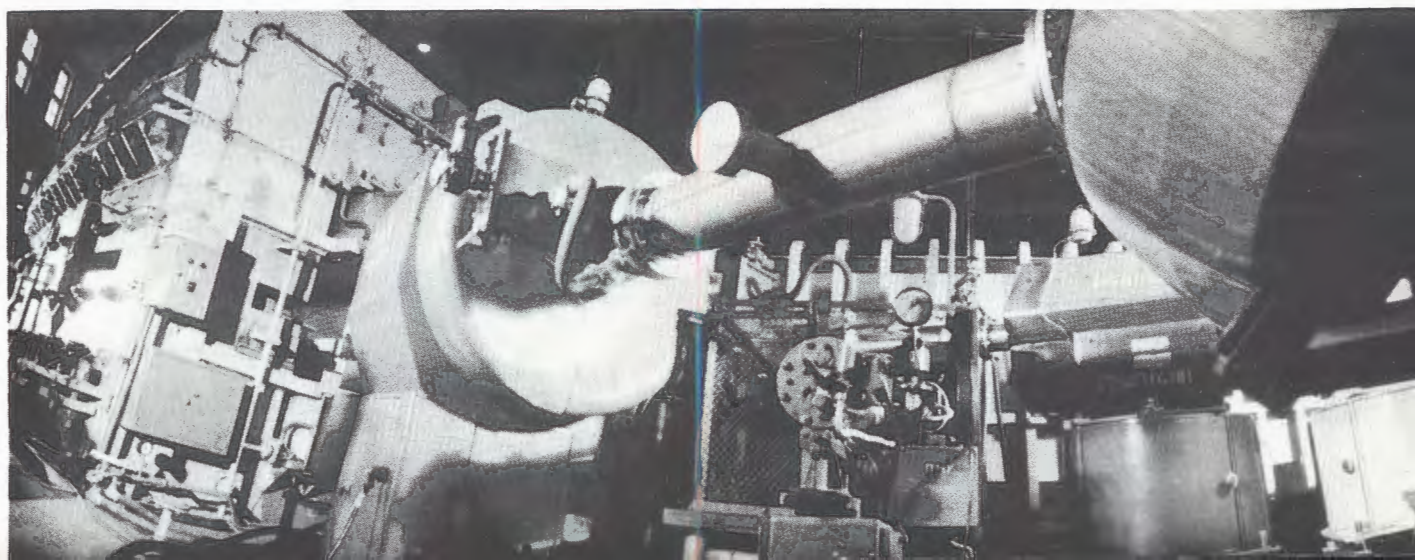




В экспериментах на синхрофазотроне используется система медленного /300-500 мс/ вывода ускоренного пучка.

На пульте управления и контроля системы вывода.

Начало тракта транспортировки выведенного пучка.



Лаборатория ядерных проблем

Научно-исследовательская деятельность лаборатории велась по следующим основным направлениям:

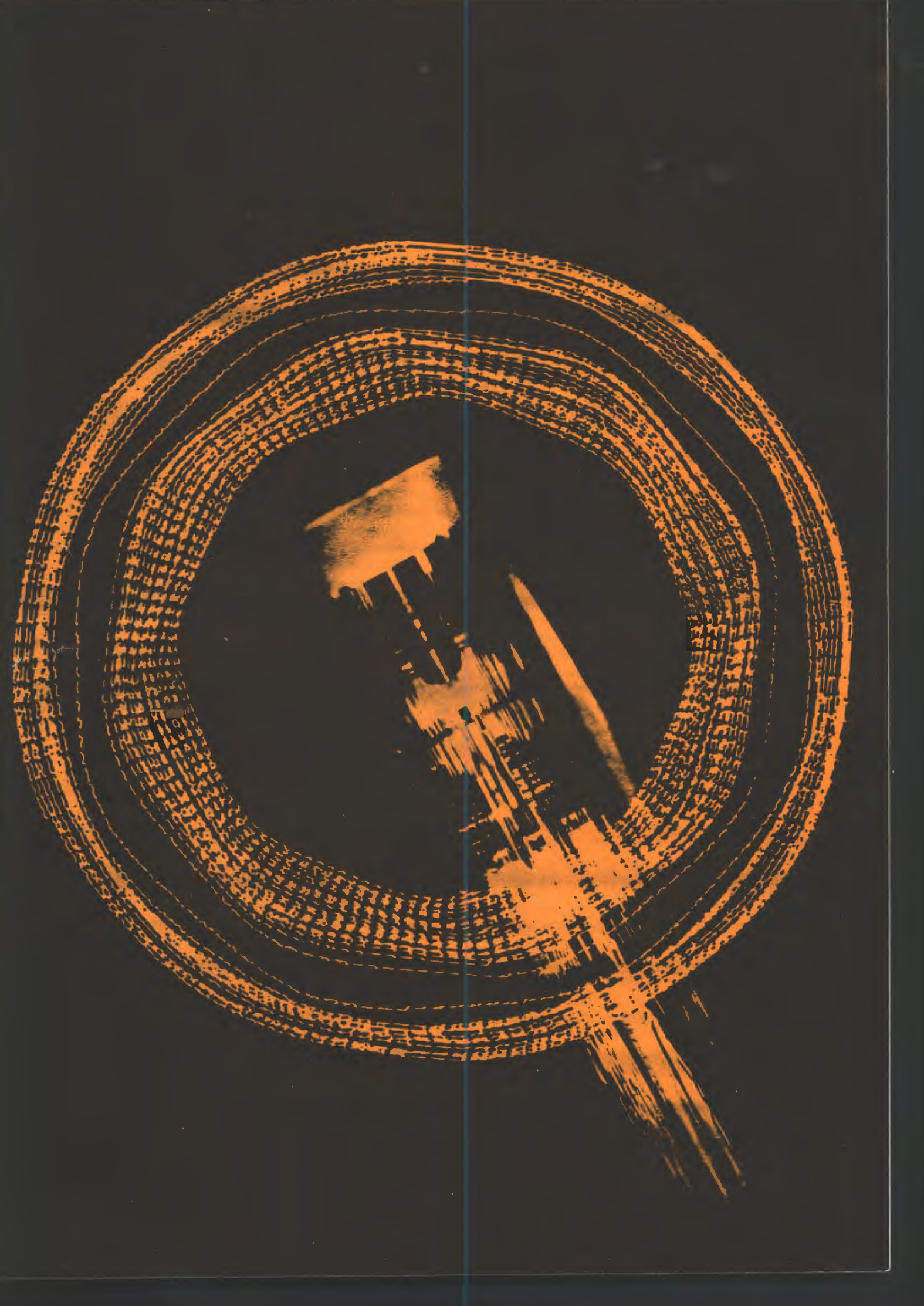
- исследования в области физики элементарных частиц и атомного ядра;
- развитие методики исследований и создание крупных базовых установок для экспериментов на ускорителе ИФВЭ и сильноточном фазотроне;
- работы по созданию сильноточного фазотрона - установки "Ф" и другие разработки в области ускорителей средних энергий.

Основные эксперименты были выполнены на синхроциклотроне ОИЯИ и синхротроне ИФВЭ. Отдельные опыты проводились также на синхроциклотроне ЦЕРНа, ускорителях НУЛ /Батавия, США/ и SIN /Цюрих, Швейцария/.

Научно-исследовательские работы

Проверка законов сохранения,
изучение симметрий взаимодействия
и структуры
элементарных частиц

Выполнены совместно с ЛТФ теоретические исследования вопроса о возможности существования осцилляций между различными состояниями нейтрино. С учетом сформулированного ранее в ОИЯИ варианта теории слабых взаимодействий, основанного на аналогии между лептонами и кварками, выполнены расчеты эффектов осцилляций между различными типами нейтрино. Показано, что в ряде случаев экспериментальное изу-



чение осцилляций нейтрино для измерения массы нейтрино и исследования возможного несохранения лептонного заряда является намного более чувствительным способом, чем ранее предложенные. Так, если существуют нейтринные осцилляции, исследование солнечных нейтрино с энергией $\sim 0,2$ МэВ позволяет определить массу нейтрино на уровне $\sim 5 \cdot 10^{-7}$ эВ, что на восемь порядков ниже экспериментально установленного верхнего предела массы электронного нейтрино. Существенное продвижение возможно и в опытах с нейтрино от реакторов и ускорителей.

Выполненные в ОИЯИ исследования стимулировали в разных странах предложения экспериментов по поиску нейтринных осцилляций. Часть этих предложений уже реализуется.

Завершена обработка данных в эксперименте по исследованию распада $\pi^+ \rightarrow e^+ \nu_e e^+ e^-$. Анализ проводился на основе выполненных ранее в ОИЯИ теоретических расчетов этого процесса. В результате обработки впервые получена экспериментальная оценка слабоэлектромагнитного формфактора пиона $\xi: |\xi| < 7,0$.

Для другого слабоэлектромагнитного формфактора пиона γ получена оценка, согласующаяся с ранее выполненными измерениями вероятности распада $\pi \rightarrow e \nu_e \gamma$.

Продолжалось изучение реакции обратного электророждения пионов $\pi^- p \rightarrow n e^+ e^-$ при энергии $E_\pi = 276$ МэВ. Получены экспериментальные оценки формфакторов пиона и нуклона F_1^V и F_π^V без предположения об их равенстве с использованием нескольких теоретических моделей.

С целью экспериментального изучения формфакторов изобары впервые измерено сечение реакции обратного электророждения пионов с энергией 160 МэВ,

при которой вклад изобары в сечение наиболее существенен. В рамках изобарной модели сделана оценка формфактора перехода: $\Delta \rightarrow N \gamma: G_M / k^2 = 1,6 \Phi_M / = 3,4 \pm 1,7$.

Выполнен анализ ядерных расщеплений в фотозмульсии, облученной протонами с энергией 70 и 250 ГэВ на ускорителях в Протвино и Батавии. При анализе 250 тыс. звезд было обнаружено 5 вторичных звезд, расположенных на расстоянии, меньшем 10 микрон, от первичного взаимодействия. Видимое энерговыделение в этих событиях составляет $1 \div 2,5$ ГэВ. Эти события не могут быть объяснены аннигиляцией античастиц или распадом гиперфрагментов. Их можно рассматривать как вероятные случаи образования ядерных систем нового типа - суперфрагментов.

Взаимодействие мезонов и нуклонов с нуклонами и ядрами

С помощью созданной в лаборатории "замороженной" поляризованной мишени проведены измерения коэффициентов корреляции поляризации C_{nn}^{PP} в упругом протон-протонном рассеянии при энергии 610 МэВ. Полученные данные /см. табл. 1/ позволили устранить существовавшую ранее неоднозначность фазового анализа

Таблица 1

Угол рассеяния в с.п.м.	40°	67°	78°	90°
C_{nn}^{PP}	0,60 +0,05	0,57 +0,04	0,57 +0,04	0,57 +0,04

амплитуды упругого нуклон-нуклонного рассеяния при этой энергии /рис. 13/.

Завершен эксперимент, выполненный на ускорителе ИФВЭ физиками ОИЯИ и ИТЭФ совместно с группой французских ученых из Сакле. Определены дифференциальные сечения $\pi^{\pm}p$, $K^{\pm}p$, pp и $\bar{p}p$ упругого рассеяния при $40 \div 45$ ГэВ/с и весьма больших значениях переданных импульсов, вплоть до $|t| = 2,3$ ГэВ/с². Основные выводы эксперимента состоят в следующем:

1. При энергии $40 \div 45$ ГэВ экспоненциальный характер зависимости дифференциального сечения от передачи при $|t| \geq 0,5$ ГэВ/с² меняется на степенной:

$\frac{d\sigma}{dt} \sim |t|^n$, где показатель степени

$n = 4,7$ для $\pi^{\pm}p$ -взаимодействия и $n = 4$ для $K^{\pm}p$ -рассеяния /рис. 14/.

2. Обнаружено также, что гипотеза геометрического скейлинга выполняется в $\pi^{\pm}p$ -и $K^{\pm}p$ -рассеянии уже начиная с энергии 40 ГэВ. Известно, что согласно геометрическому скейлингу дифференциальное сечение рассеяния можно представить в виде

$$\frac{d\sigma}{dt} / \left(\frac{d\sigma}{dt} \right)_{t=0} = \phi(R^2, t),$$

где $R^2 = R_0^2 + R_1^2 \ln s$, $R^2 \sim \sigma^{\text{tot}}$. Данные, полученные при $40 \div 55$ ГэВ/с, указывают на то, что $\phi(R^2, t)$ для процесса упругого $\pi^{\pm}p$ -и $K^{\pm}p$ -рассеяния является универсальной функцией /рис. 15/.

Экспериментально исследовано соотношение между поляризацией и асимметрией в процессах квазиупругого рассеяния протонов протонами ядер ${}^6\text{Li}$ и ${}^{12}\text{C}$ и измерена поляризация в квазиупругом рассеянии протонов на ядрах семи различных элементов.

Продолжалась обработка данных, полученных ранее с помощью метровой пропан-фреоновой камеры в пучке пи-мезонов с энергией 5 ГэВ. Экспериментальные результаты анализировались совместно с данными, полученными при более высоких энергиях. В результате обработки:

1. Получен наиболее полный набор /более 50 величин/ парциальных и топологических сечений взаимодействия пионов с протонами.

2. Исследована энергетическая зависимость корреляционных параметров, описывающих совместное образование π^0 -мезонов и заряженных частиц в π^-p -взаимодействиях в интервале $5 \div 205$ ГэВ.

3. Установлены и исследованы масштабно-инвариантные свойства пион-нуклонных взаимодействий уже при сравнительно "малой" энергии 5 ГэВ. Предложены аналитические зависимости для описания масштабно-инвариантных характеристик в исследованном интервале энергий.

4. Установлено масштабно-инвариантное поведение спектров $\frac{\langle p_{\perp, ||} \rangle}{\sigma} \frac{d\sigma}{dp_{\perp, ||}}$

/скейлинг в среднем/ для π^0 -мезонов. Показано, в частности, чрезвычайно близкое сходство таких спектров для весьма различающихся процессов: $\pi^-p \rightarrow \pi^0 + \dots$ /5 ГэВ/ и $pp \rightarrow \pi^- + \dots$ /13 ÷ 300 ГэВ/ /см. рис. 16/.

Построена самосогласованная теоретическая схема, в которой затравочный полюс Померанчука находится в j -плоскости правее единицы. Теория с $a(0) > 1$ удовлетворяет условию унитарности в s -и t -каналах, а также правилу сумм, связанному с законом сохранения энергии. В области достигнутых энергий развитая схема позволяет легко описать

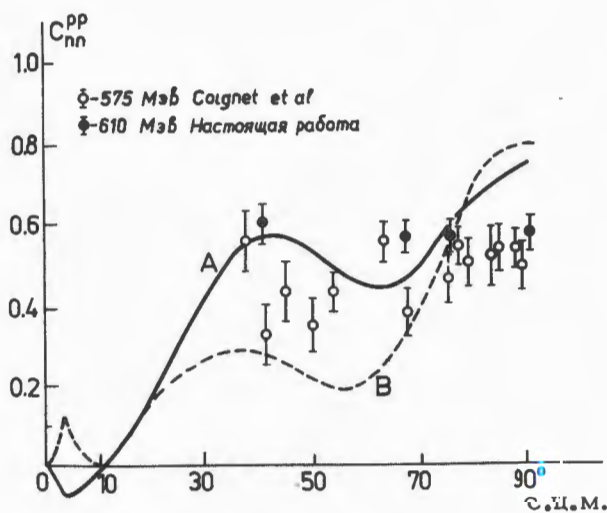


Рис. 13. Зависимость $C_{nn}^{pp}(\theta)$ в упругом p,p -рассеянии при 610 МэВ. Сплошная и пунктирная линии - предсказания для $C_{nn}^{pp}(\theta)$ на основании результатов фазового анализа для наборов А и В, соответственно.

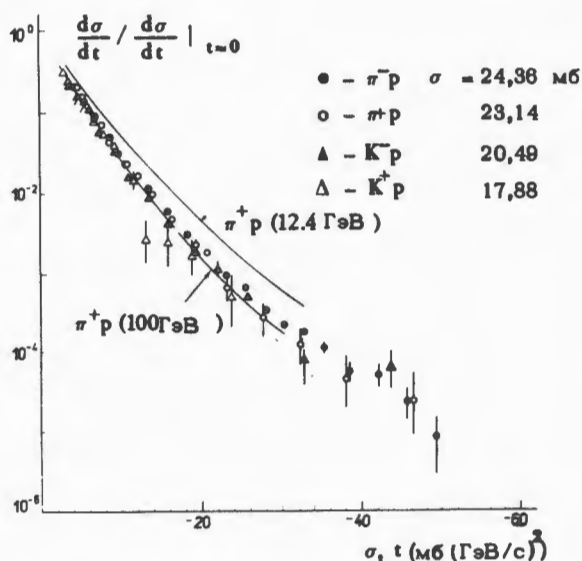


Рис. 15. Проверка гипотезы геометрического скейлинга в $\pi^\pm p, K^\pm p$ -рассеянии при энергии 40 ГэВ.

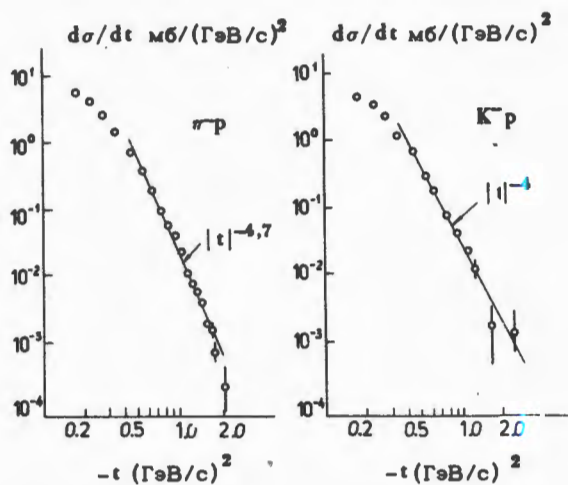


Рис. 14. Дифференциальные сечения π^-p -и K^-p -рассеяния в зависимости от переданного импульса при энергии 40 ГэВ.

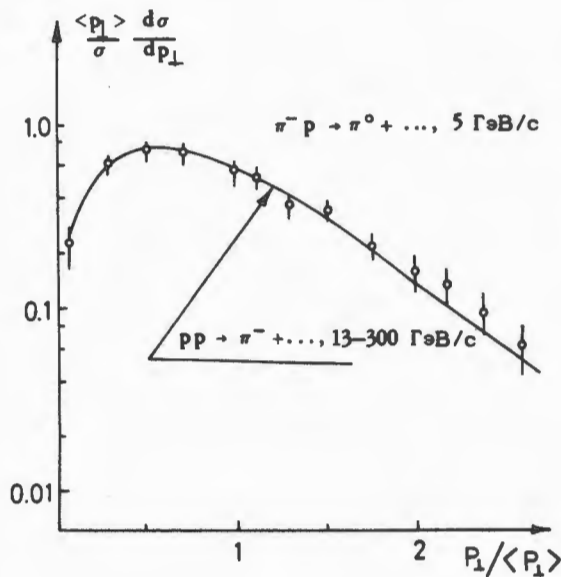


Рис. 16. Проверка гипотезы "скейлинга в среднем" для процессов $\pi^-p \rightarrow \pi^0 + \dots$ 5 ГэВ/с и $pp \rightarrow \pi^- + \dots$, 13-300 ГэВ/с.

экспериментальные данные об упругих и неупругих адронных процессах. Естественное объяснение получают явления геометрического и KNO скейлингов.

Группа исследователей ОИЯИ совместно с физиками Бухареста, Софии, Турина и Фраскати завершила большой этап экспериментов по изучению упругого рассеяния пионов на ядрах гелия-3 и гелия-4. В опытах, выполненных в Дубне, была обнаружена независимость от энергии положения первого минимума в упругом рассеянии пионов на легчайших ядрах / ^3He и ^4He / в районе первого барионного резонанса. Наблюдающееся явление сильно контрастирует с тем, что имеет место для рассеяния пионов на других, более тяжелых ядрах / в частности, на углероде ^{12}C / в той же области энергий.

Объяснение этому эффекту дается на основе учета сильного доминирования Р-волны в элементарном пион-нуклонном взаимодействии, которое, по-видимому, проявляется в πHe -рассеянии особенно ярко из-за меньшего влияния процессов многократного рассеяния в ядре гелия по сравнению с ядром ^{12}C .

Ядерная структура и механизм ядерных реакций

С помощью установки, предназначенной для изучения кластерных явлений, измерены спектры и угловые распределения протонов, испускаемых назад / в интервале 50÷130 МэВ / при взаимодействии протонов 640 МэВ с ядрами. Аналогичные измерения проведены также в условиях, когда рассеяние назад сопро-

вождается эмиссией быстрых протонов с энергией 260÷335 МэВ под малыми углами к пучку. Эти данные важны для определения нижней границы "ядерного скейлинга" и механизма испускания протонов назад в ядерных реакциях.

Изучен механизм обнаруженного ранее явления возбуждения высокоспиновых состояний ядер в реакции захвата отрицательных пионов. Измерены выходы различных продуктов реакции для платины, золота и ртути. Показано, что доминирующим типом реакции является испускание нескольких нейтронов (π^- , xn) с x , меняющимся от двух до шестнадцати. В реакции захвата пионов на разделенных изотопах олова при регистрации изомеров ^{108}In и ^{110}In установлена зависимость изомерного отношения от числа испускаемых нейтронов x . Найдено, что изомерное отношение растет с увеличением x вплоть до значения $x = 6$, в котором оно достигает максимума, а затем начинает падать. Полученные данные удовлетворительно согласуются с расчетами по статистической модели, в которых предполагалось, что пион поглощается двухнуклонной ассоциацией / рис. 17 /.

Проведены эксперименты по поиску гамма-распада изомера формы, который образуется в результате безрадиационного перехода в мюонном атоме урана-238. Обнаружено семь задержанных переходов с энергиями от 0,7 до 3,2 МэВ, из которых два перехода / 2,21 и 3,13 МэВ / могут принадлежать распаду изомера.

Показано, что время жизни изомера в присутствии мюона / 12 ± 2 / несущественно короче, чем без него / 200 нс /. Кроме того, наличие мюона на К-оболочке приводит к сдвигу изомерного состояния на

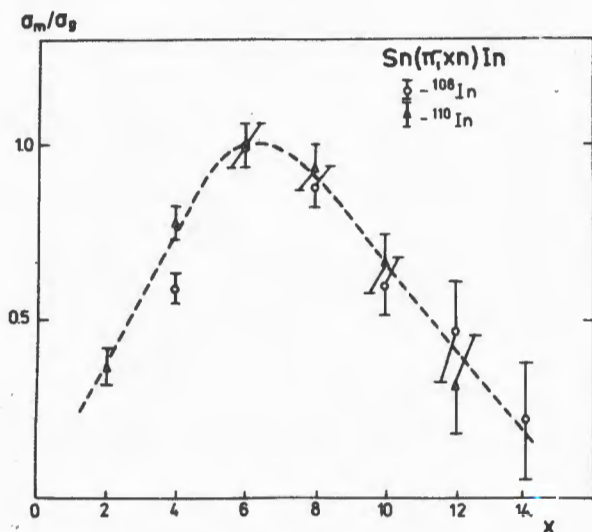


Рис. 17. Зависимость изомерного отношения от числа x вылетевших нейтронов реакции захвата отрицательных пионов $\text{Sn}(\pi^-, xn)\text{In}$.

600 кэВ. Эти наблюдения свидетельствуют в пользу связи изомера с большими квадрупольными деформациями.

Изготовлена и отправлена в ЦЕРН установка для проведения совместных исследований особенностей распада мезоатомов делящихся элементов на синхротроне ЦЕРНа.

Начаты эксперименты по поиску нового состояния ядерного вещества - т.н. сверхплотных ядер. Возможность фазового перехода в такие состояния предсказывается теорией пионной конденсации, развитой советскими теоретиками. В первых опытах мишени облучались на пучке протонов 70 ГэВ в ИФВЭ с последующей масс-сепарацией с целью поиска изотопов с "дробными" массовыми числами.

Проведен также анализ выполненного ранее эксперимента по поиску долго-

живущих частиц с точки зрения возможности существования сверхплотных ядер. Получены оценки верхнего предела сечения образования β -активных сверхплотных ядер в столкновениях протонов с энергией 60 ÷ 70 ГэВ с ядрами свинца, вольфрама и алюминия на уровне $10^{-34} \div 10^{-37} \text{ см}^2/\text{ядро}$. Порог регистрации электронов составлял 45 МэВ, исследованные времена жизни - $5 \text{ мс} \leq \tau \leq 10 \text{ лет}$.

На основе ранее полученных данных сделана оценка вероятности захвата π^+ -мезонов 195 МэВ отдельными нуклонами в ядре углерода. Найдена вероятность $1,5 \cdot 10^{-2}$ на один акт захвата. Этот результат анализируется в предположении существования пионного конденсата в ядре углерода. Из полученных данных следует, что значение константы взаимодействия поля конденсата значительно меньше величины, принимаемой в теоретических расчетах.

В фотоземлюсии, загруженной ядрами ${}^7\text{Li}$, был проведен поиск нейтронных ядер в реакциях захвата π^- -мезонов: $\pi^- {}^7\text{Li} \rightarrow {}^4\text{He} + 3n$ и $\pi^- {}^7\text{Li} \rightarrow {}^3\text{He} + 4n$. Выбор реакции захвата на литии-7 обусловлен тем, что в случае образования связанных состояний тринейтрона или тетранейтрона реакция является двухчастичной, что значительно облегчает ее кинематический анализ. В результате первых экспериментов получено, что верхняя граница относительной вероятности образования ядер $3n$ и $4n$ в таких реакциях на 90%-ном уровне не превышает $1,2 \cdot 10^{-3}$.

По предложению ученых ОИЯИ в настоящее время в SIN совместно со швейцарскими физиками проводятся два эксперимента по поиску ядер ${}^7\text{H}$ и 4n с помощью реакции двойной перезарядки π^- -мезонов.

Спектроскопия
нейтрондефицитных ядер.
Короткоживущие изотопы.

Радиохимия

Выполнены исследования в области спектроскопии нейтрондефицитных ядер по программе ЯСНАПП:

1. Завершены эксперименты по изучению спектров позитронов ^{167}Yb , ^{165}Tm и ^{155}Dy . Получены прецизионные данные о бета-спектрах очень малой интенсивности. Определены энергии распада ядер и матричные элементы бета-переходов.

2. Завершены исследования распада ^{83}Sr , ^{81}Kr , ^{83}Kr . Построены сложные схемы распада. Получены важные сведения о структуре возбужденных состояний.

3. Изучены γ - γ -угловые корреляции при распаде ^{151}Tb , ^{153}Tb . Измерены времена жизни возбужденных состояний ^{153}Tb . Определены спины и четности многих возбужденных состояний.

4. Закончена большая работа по созданию нормалей энергии и относительных интенсивностей гамма-лучей радиоактивных нуклидов, применяемых для градуировки γ -спектрометров с полупроводниковыми детекторами. Создан удобный в практике, наиболее полный и точный набор таких нормалей.

Получило развитие новое для ОИЯИ направление исследований в области изучения структуры ядра, основанное на экспериментах с ориентированными радиоактивными ядрами. В 1976 году завершено создание действующего прототипа установки СПИН, который в совокупности с комплексом аппаратуры системы ЯСНАПП открывает возможности для изучения свойств ориентированных ядер с периодом полураспада ≥ 1 ч. Это

достижение основано на использовании оригинального рефрижератора растворения гелия-3 в гелии-4.

Проведены исследования нескольких изотопов ориентированных ядер тербия. Доказано, что основное состояние ^{151}Tb имеет спин 1/2.

Мезоатомные

и мезомолекулярные процессы,
электронная структура вещества

Обнаружено новое физическое явление - квантовая подбарьерная диффузия примесной частицы - μ^+ -мезона по кристаллу. В опытах, выполненных на синхротронном циклотроне, показано, что этот механизм диффузии доминирует для положительных мюонов в меди, ванадии и бериллии в широком диапазоне температур / < 300 K/. Это качественно новый факт, так как для других частиц, например для протонов, наблюдается лишь надбарьерная диффузия. Температурная зависимость подбарьерной диффузии μ^+ -мезона позволила оценить неизвестную ранее величину - энергию деформации кристаллической решетки примесной частицей. Для μ^+ -мезонов в меди эта величина составляет 0,05 Эв /рис. 18/. Несомненно, что эти данные будут использоваться при построении микроскопической теории диффузии.

Проведен анализ имеющихся в мире данных по атомному захвату мезонов. Показано, что предложенная ранее в лаборатории для $\text{H}_2 + Z$ газовых смесей $Z^{1/3}$ -зависимость атомного захвата мезонов существенно лучше, чем т.н. Z -закон Ферми-Теллера, согласуется с большей частью экспериментальных данных, и может использоваться при расчетах вероятностей атомного захвата мезонов /рис. 19/.

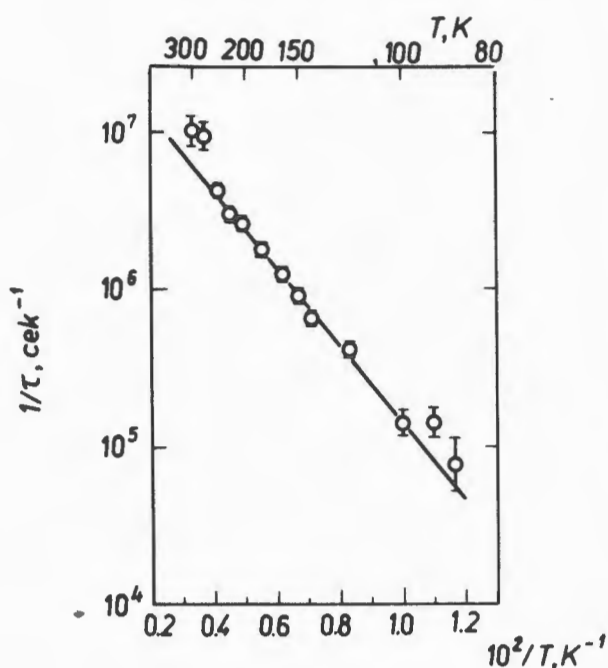


Рис. 18. Температурная зависимость времени τ , характеризующего вероятность диффузии мюонов в монокристалле меди, в единицах $1/\tau = (1/T)$. Параметры прямой линии найдены методом максимума правдоподобия.

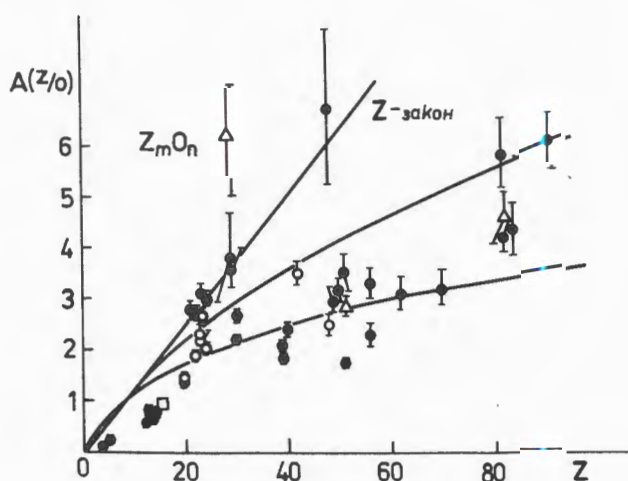


Рис. 19. Относительные вероятности атомного захвата мезонов в оксидах. Сплошными и пунктирными показаны вероятности, даваемые Z-законом и двумя вариантами зависимости $Z^{1/3}$.

Обнаружено температурное влияние на вероятность захвата протонами молекул воды отрицательно заряженных пионов. Показано, что нагревание воды от 20 до 220° C сопровождается увеличением вероятности захвата π^- -мезонов на $16 \pm 2,6\%$. Этот эффект объясняется частичным разрушением водородных связей в воде.

Таким образом, экспериментально продемонстрирована возможность изучения мезохимическим методом водородных связей, играющих чрезвычайно важную роль в живой и неживой материи.

Крупные экспериментальные установки, новые методы исследования, электроника

Достигнуты наивысшие параметры /поляризация $98 \pm 2\%$, время релаксации ~ 700 ч/ на созданной в лаборатории поляризованной протонной мишени нового типа - т.н. "замороженной" поляризованной мишени. Мишень из пропандиола с рабочим объемом 15 см^3 отработала более 500 ч в эксперименте по измерению коэффициентов корреляции поляризаций в упругом протон-протонном рассеянии и зарекомендовала себя удобным, надежным и экономичным инструментом для физических исследований.

"Замороженная" протонная мишень отличается от обычной тем, что вещество мишени после достижения высокой степени поляризации охлаждается до температуры ниже 0,1 K, благодаря чему поляризация долго сохраняется без подкачки /рис. 20/.

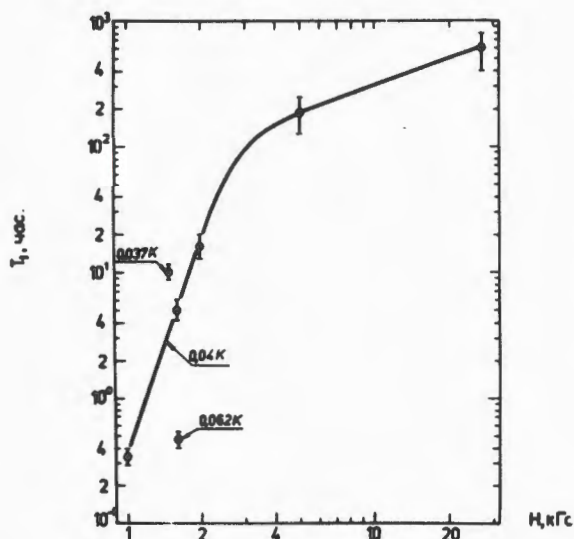


Рис. 20. Зависимость времени ядерной релаксации в "замороженной" поляризованной мишени от величины магнитного поля H .

Эта мишень обладает рядом преимуществ по сравнению с обычной поляризованной мишенью:

1/ существенно более высокой степени поляризации /на мишенях обычного типа поляризация составляет /70÷80%/;

2/ более высокой однородностью поляризации по объему и стабильностью степени поляризации во времени, что уменьшает систематические ошибки эксперимента;

3/ упрощением эксплуатации;

4/ возможностью работы в более слабом магнитном поле /5±10 кГс/ и поэтому - с большими апертурами магнитов.

Успешно велись исследования на 5-метровом магнитном искровом спектрометре ОИЯИ в Протвино. Получено 600 тыс. стереофотографий для исследования дифракционной диссоциации пионов. Из них 210 тысяч стереофотографий было получено с использованием поставленной ЦЕРНом многослойной кремниевой мише-

ни из десяти полупроводниковых счетчиков, с разрешением 25 кэВ для каждого канала. В этих измерениях была применена оригинальная система триггера, использующая данные с последней пластины мишени. Она позволила примерно в 3 раза уменьшить число фоновых запусков спектрометра. Подобная система была использована и при исследованиях на других мишенях.

Проведены также пробные измерения более редкого процесса - дифракционной диссоциации каонов при 40 ГэВ/с. Это стало возможным благодаря уменьшению времени памяти оптических искровых камер до 2-3 мкс за счет добавления дозированных порций фреона. Усовершенствование позволило поднять интенсивность пучка до 300 тысяч частиц за цикл ускорителя.

Завершены основные работы по подготовке массовых измерений снимков на НРД и последующей обработке результатов на ЭВМ.

Созданы основные узлы другой крупной установки, предназначенной для исследований на серпуховском ускорителе, - установки РИСК. Завершены работы по созданию высоковольтной системы и системы газообеспечения. Ведется изготовление и сборка стримерных камер и монтаж 6-метрового корпуса стримерной камеры и оптико-несущей фермы. Газовый кожух изготовлен и испытан в ГДР. Выполнены основные детали оптической системы, создана значительная часть электроники установки, в г.Цойтен/ГДР/ разработаны программы обработки फिल्मовой информации.

Завершена разработка и началось создание установки АРЕС, предназначенной для проведения широкого круга исследований по физике элементарных частиц и атомного ядра на сильноточном фазотроне.

Успешно развиваются работы по созданию самошунтирующейся водородной стримерной камеры /проект ГОДЕСК/. Выполненные исследования показали, что добавление паров воды на уровне $\sim 0,06\%$ дает возможность резко увеличить яркость и улучшить локализацию следов в водороде с примесью метана ($\sim 1\%$). В оптимальном случае длина яркой части стримеров по полю составляет 2 мм. Яркость следов в такой камере достаточна для фотографирования их обычным способом, а время памяти позволяет работать в интенсивных мезонных пучках.

Исследования велись при давлениях 200 Тор - 1 атм, но наблюдаемое улучшение процесса локализации с повышением давления позволяет надеяться, что с увеличением напряженности используемого электрического поля можно будет получать хорошо локализованные следы и при давлениях больше 1 атм.

Разработана методика измерений позитронных спектров на бета-спектрометре СТ-2. Получены калибровочные характеристики, необходимые для изучения формфакторов бета-спектров и измерения их граничных энергий с точностью до 1 кэВ.

Созданы и используются новые установки для измерения времен жизни ядерных уровней:

а/ установка $e-\gamma$ -задержанных совпадений на базе магнитно-линзового спектрометра и Ge(Li)-детектора, позволяющая измерять времена жизни до 10 пс;

б/ установка для измерений времен жизни ядерных уровней на линии с ЭВМ.

Изготовлены и испытаны два оригинальных ионных источника для работы на линии с ускорителем, отличающихся высокой эффективностью. Использование этих

источников позволит выполнить целый ряд исследований в области ядерной спектроскопии редкоземельных элементов, а также провести поиски аномальных состояний атомных ядер.

Разработан и изготовлен уникальный ионный источник с полым катодом для масс-сепаратора, который позволит эффективно исследовать ионы тугоплавких элементов: циркония, осмия, ниобия, гафния и др.

Введена в опытную эксплуатацию ЭВМ ЕС-1040, использование которой позволит поднять на новый уровень эксперименты, проводимые на синхроциклотроне. Разработано более 20 типов новых электронных блоков, большая часть которых выполнена в стандарте КАМАК. Оснащены современной электронной аппаратурой несколько экспериментов, проводимых на синхроциклотроне ОИЯИ, а также совместный эксперимент ОИЯИ-ЦЕРН по исследованию характеристик распада тяжелых мю-мезоатомов, проводимый на синхроциклотроне ЦЕРНа. Изготовлено более 300 электронных блоков.

Разработка ускорителей

Выполнен комплекс исследовательских работ и конструкторских разработок по реконструкции синхроциклотрона ОИЯИ в сильноточный фазотрон.

1. Усовершенствована модель источника поляризованных ионов. Применение оригинального высокочастотного поляризатора позволило поднять степень поляризации с 60 до 90%. Наряду с этим был установлен важный факт линейного нарастания эффективности ионизации с ростом напряженности магнитного поля ионизатора. Проведенные расчеты показали, что потери поляризации в процессе ускорения составляют не бо-

лее $10 \div 12\%$. Таким образом, представляется возможным выведение из ускорителя достаточно интенсивных пучков протонов $\sim 10^{10}$ прот./с /при токе в ионизаторе ~ 10 мкА/ с поляризацией $\sim 80\%$.

2. Проведены значительные работы по электростатической системе вывода пучка. Путем моделирования на ЭВМ определены размеры и положение элементов системы вывода. Радиальные размеры пучка на всем протяжении дефлектора не превышают 1,2 см, радиальный заброс составляет 1,2 см для малых амплитуд радиальных колебаний $\sim 0,8$ см/ и $\sim 0,8$ см для максимальных значений амплитуд $\sim 2,5$ см/.

Коэффициент вывода при толщине септума 1 мм составляет около 90%, что вполне удовлетворительно при токах установки 20-50 мкА.

3. Разработан и изготовлен автоматический широкодиапазонный ядерный стабилизатор магнитного поля с широкой полосой захвата в режим стабилизации и электронной системой стабилизации частоты автогенератора в датчике ЯМР. Получен коэффициент стабилизации ~ 50 .

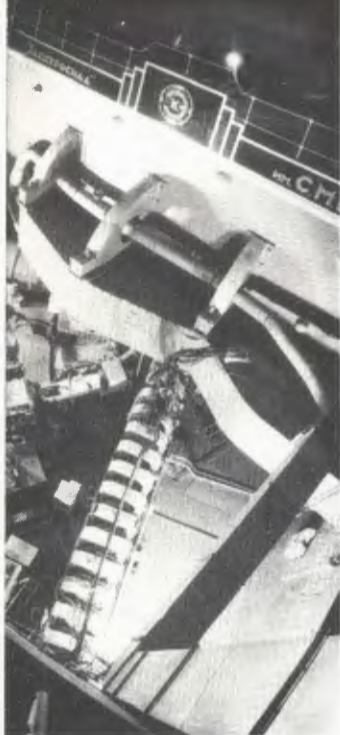
Завершены работы по созданию и запуску изохронного циклотрона У-120М с глубокой регулировкой энергии для ИЯФ ЧСАН /Ржеж/. Циклотрон имеет спиральную структуру магнитного поля. Он позволяет ускорять протоны, дейтроны и ядра гелия. Система управления создана на основе ЭВМ М-6000.

При физическом запуске ускорителя в ОИЯИ была получена полная проектная энергия, а также осуществлено ускорение протонов на среднем уровне магнитного поля. Экспериментально полученные характеристики циклотрона полностью соответствуют проектным параметрам. Ускоритель демонтирован и перевезен в

Институт ядерной физики ЧСАН в Ржеже, где проводится его сборка и подготовка к эксплуатации.

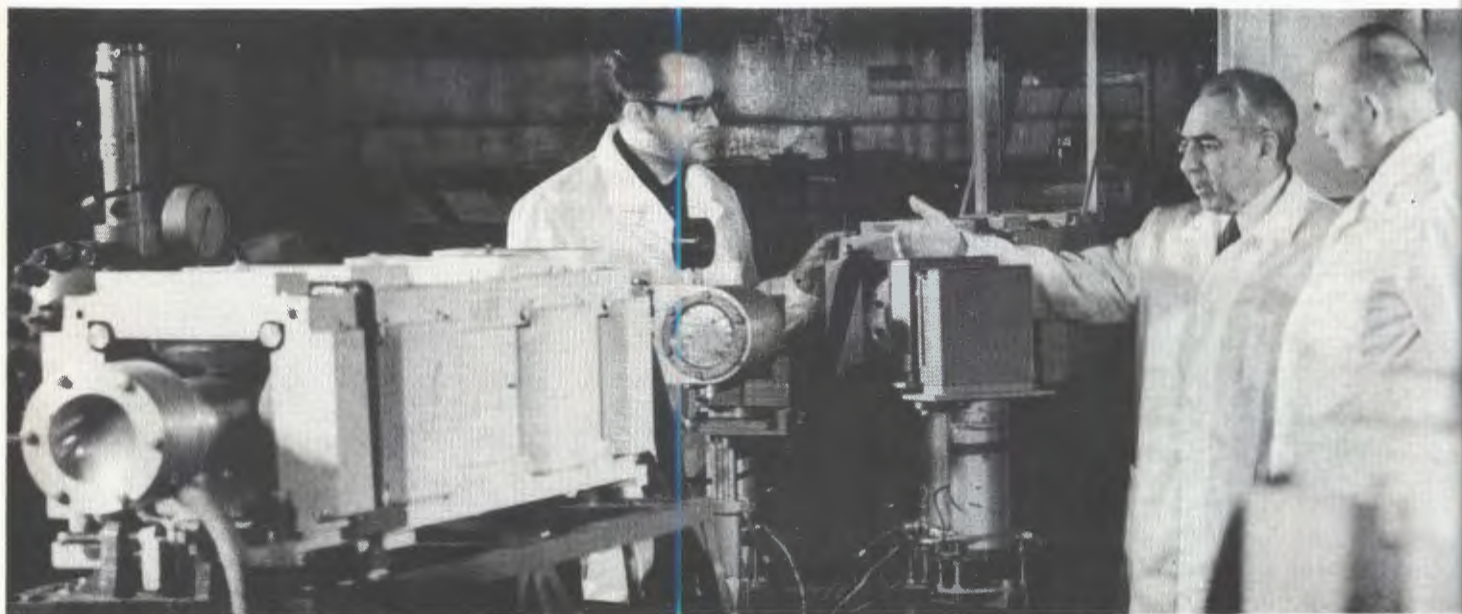
Работа синхроциклотрона

№№ пп	Вид работы	Время /в часах/	%
1.	Экспериментальные работы по физике	5423	88,6
2.	Исследования отдела синхроциклотрона	119	1,9
3.	Подготовка к работе физической аппаратуры и технологическая подготовка ускорителя	563	9,2
4.	Эксплуатационные простои	18	0,3
5.	Ремонтные и монтажно-наладочные работы	2321	
6.	Работа мезонного тракта	2235	
7.	Работа системы "магнитной растяжки"	2181	
8.	Работа протонного тракта	510	
9.	Работа системы "ВЧ-растяжки"	965	

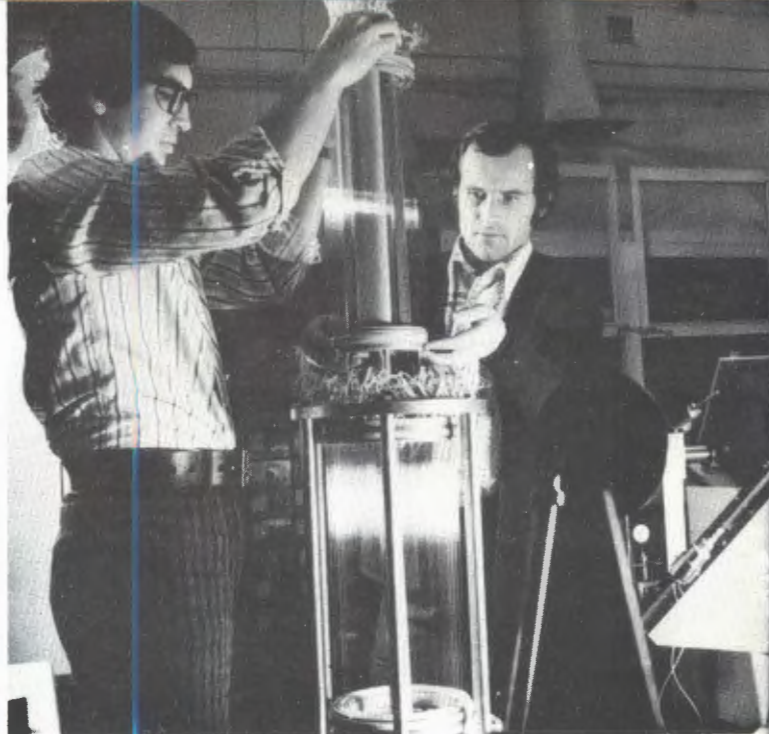


Исследования редких распадов π - и μ -мезонов - одно из важных направлений работ ученых Института.

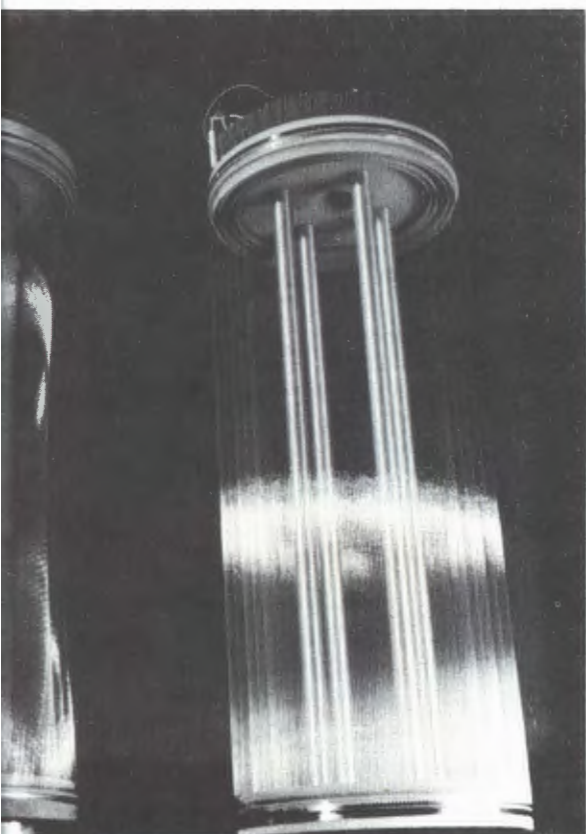
Цилиндрический магнитный искровой спектрометр, с помощью которого на синхротроне выполнен цикл экспериментов по поиску редких распадов мезонов.



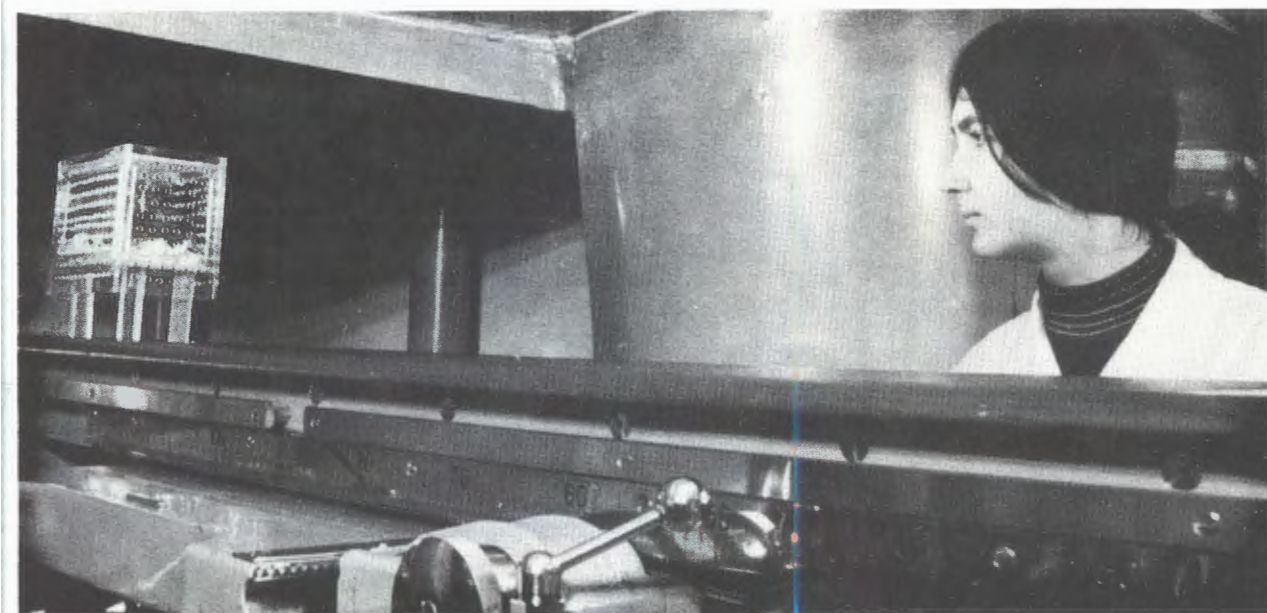
Ученые Объединенного института и Академии медицинских наук СССР ведут на синхротроне эксперименты по лучевой терапии.



Сборка моделей цилиндрических пропорциональных камер для создаваемой в ОИЯИ новой установки АРЕС. Установка предназначена для изучения очень редких распадов мезонов /в 10^3 - 10^4 раз более редких, чем известные в настоящее время/.



Гиперболическая и цилиндрическая пропорциональные камеры для установки АРЕС.



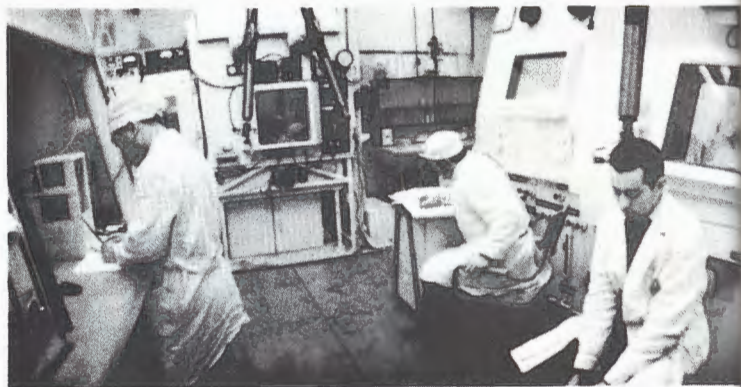
Исследуются биологическая эффективность и другие характеристики сформированного на ускорителе π^- -мезонного пучка высокой интенсивности.

Интернациональный коллектив физиков ОИЯИ создает оригинальную установку СПИН. На действующем протонном ускорителе ведутся исследования излучения ориентированных ядер.

На синхротроне производится облучение мишеней.



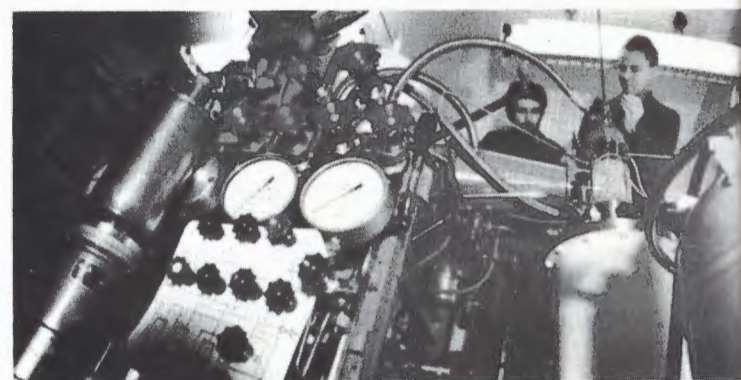
Мишень доставлена в радиохимическую "горячую" лабораторию.



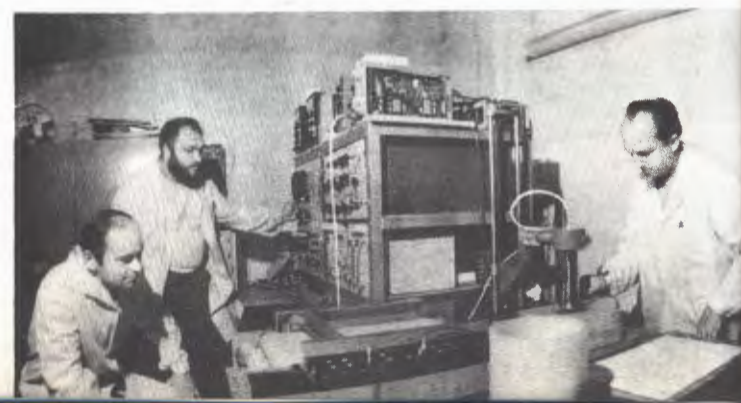
Выделение ядер изучаемых изотопов завершается на масс-сепараторе.



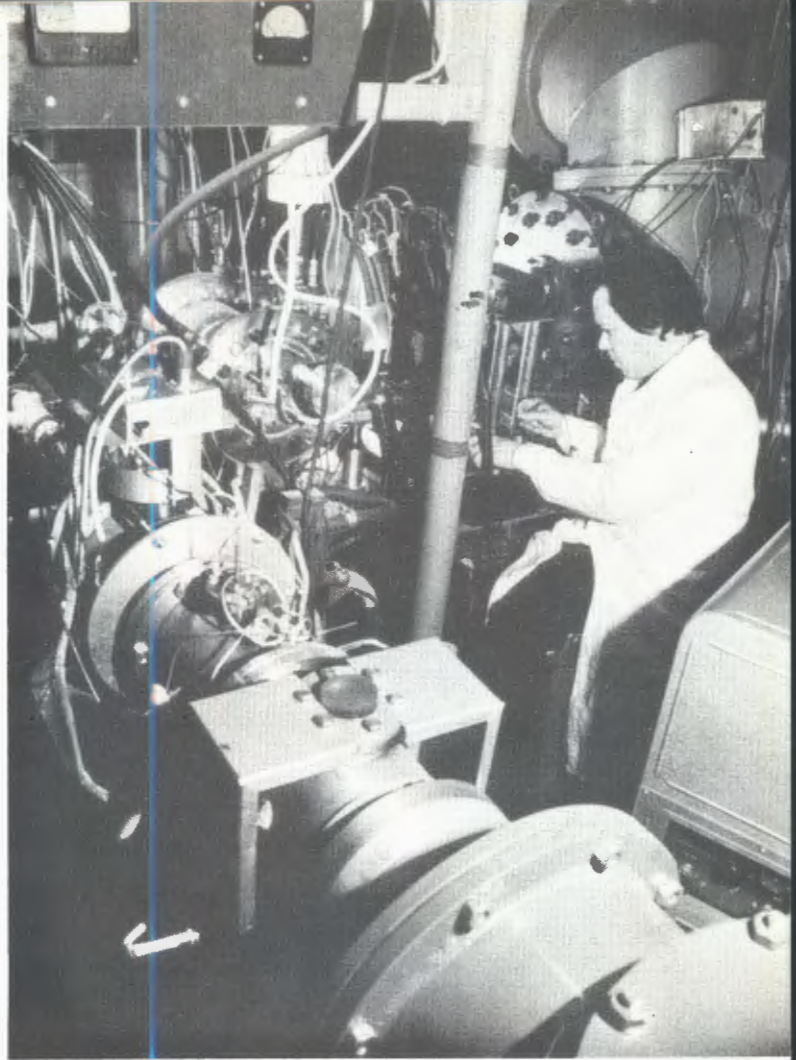
В установке СПИН исследуемые изотопы помещены в сверхсильное магнитное поле и заморожены до сверхнизких температур, что позволяет изучать распады ориентированных ядер.



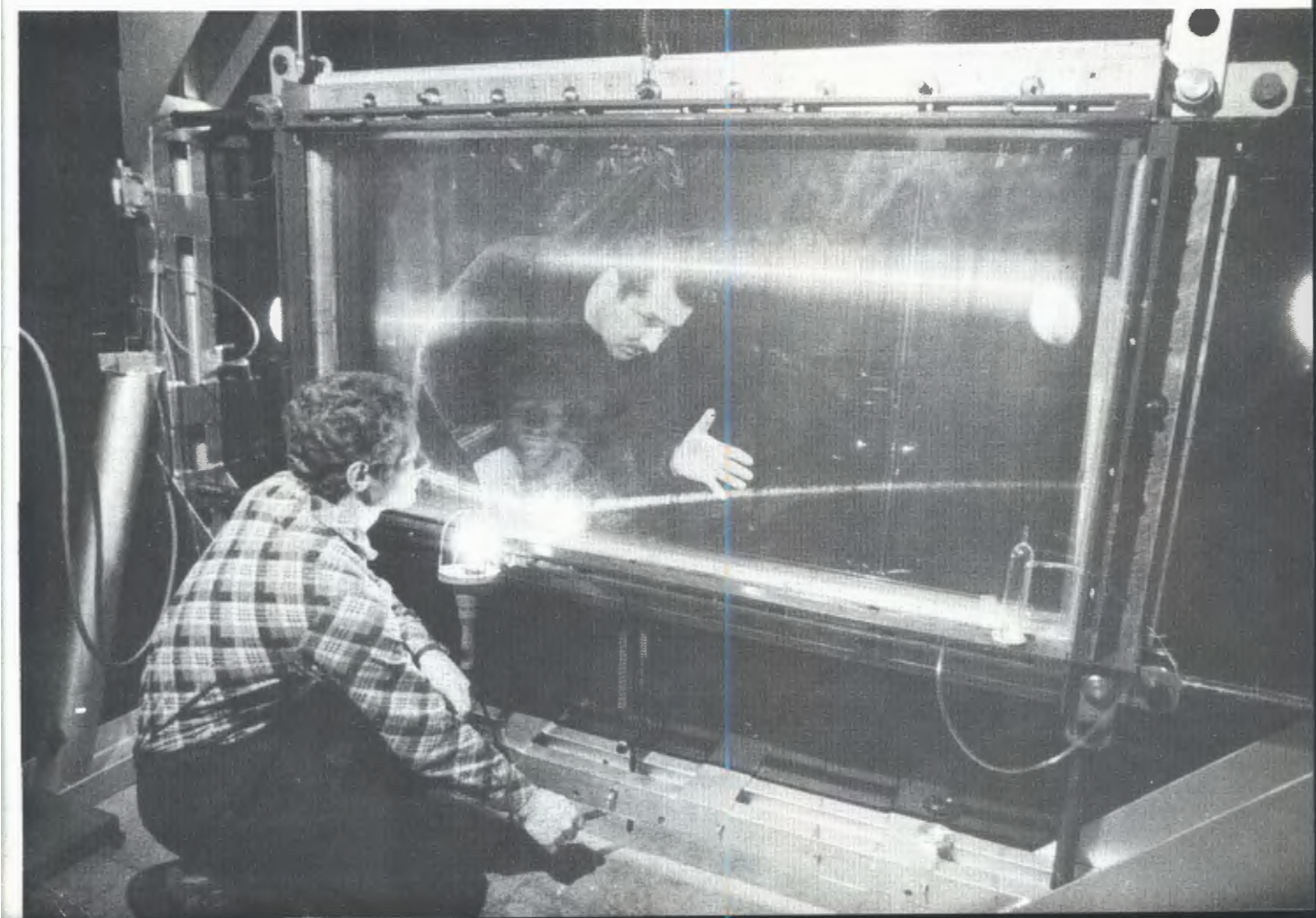
В спектрометрической лаборатории Карлова университета в Праге ведется обработка результатов измерений спектров излучения поляризованных ядер, выложенных на установке СПИН в Дубне.



Одним из новых направлений исследований на создаваемой в Институте установке "Ф" будут опыты с поляризованными пучками протонов. На модели разработанного источника поляризованных протонов достигнута поляризация 90%.

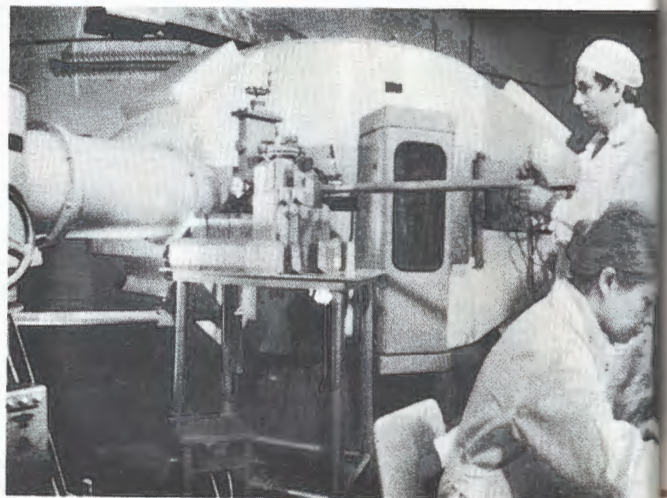


Для экспериментов по исследованию релятивистских атомов позитрония, к которым готовится группа ученых ОИЯИ и ИФВЭ на серпуховском ускорителе, в Дубне разработана 1,5-метровая модель дрейфовой камеры.





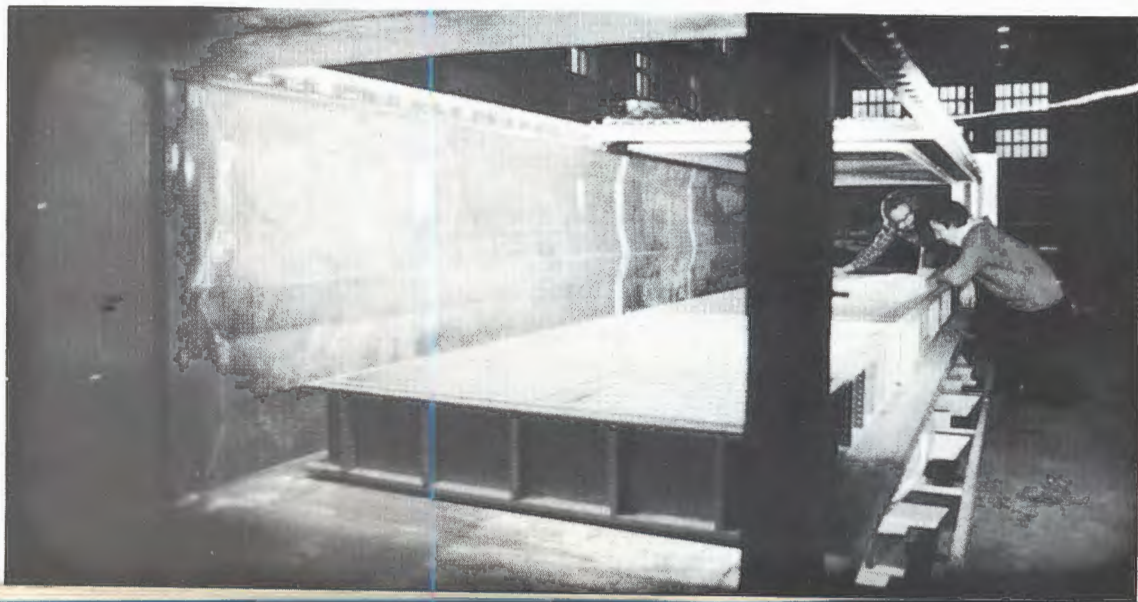
На синхроциклотроне ведутся исследования кластерных явлений в атомных ядрах. На снимке: установка, с помощью которой была обнаружена реакция выбивания протонами из ядер пар протонов.



Успешно развиваются исследования свойства ядер, удаленных от полосы бета-стабильности, по программе ЯСНАПП. С помощью большого прецизионного альфа-спектрометра получены новые данные о тонкой структуре альфа-спектров изотопов асстама и полония.

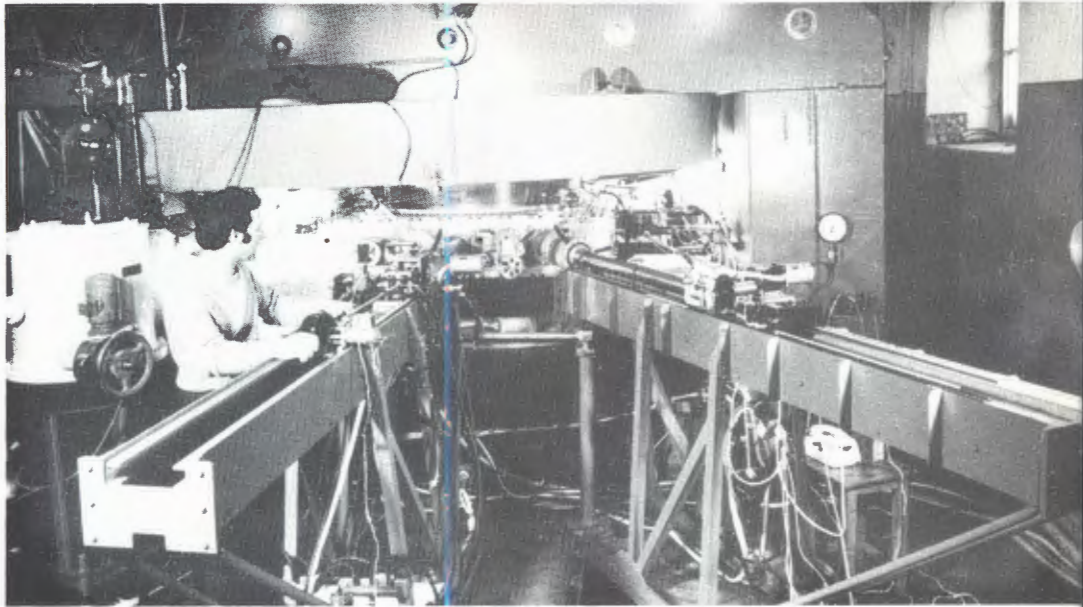
Созданы основные узлы установки РИСК, предназначенной для экспериментов на серпуховском ускорителе.

Настройка высоковольтного генератора установки. Монтаж пьезиметровой стримерной камеры.



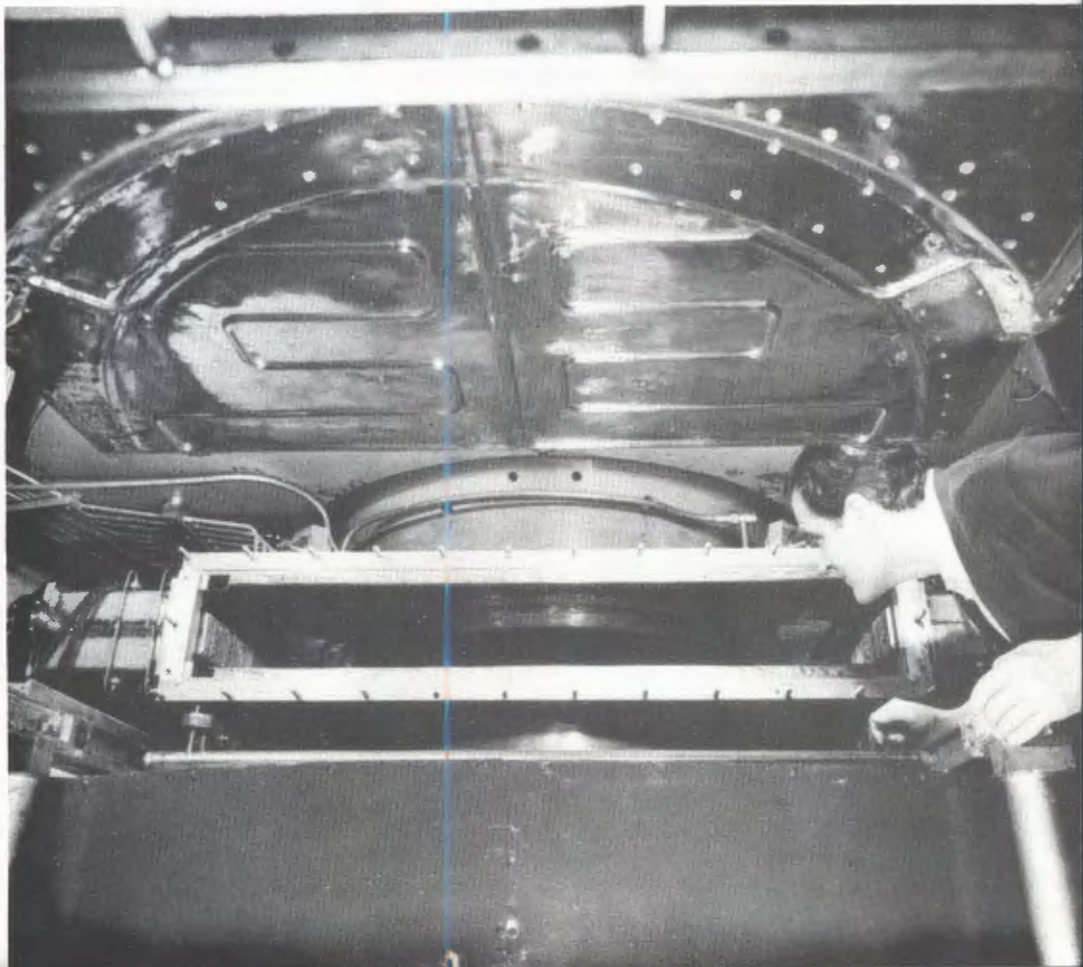


Измерительный центр Лаборатории ядерных проблем переоснащен современной вычислительной техникой. Здесь действует ЭВМ ЕС-1040 и несколько малых вычислительных машин.



Произведен запуск нового ускорителя - циклотрона У-120М, изготовленного для Чехословацкой Академии наук. В его создании принимали участие специалисты ОИЯИ и институтов ЧССР и СССР.

Общий вид циклотрона.



Камера и дуант ускорителя в процессе сборки.

Лаборатория ядерных реакций

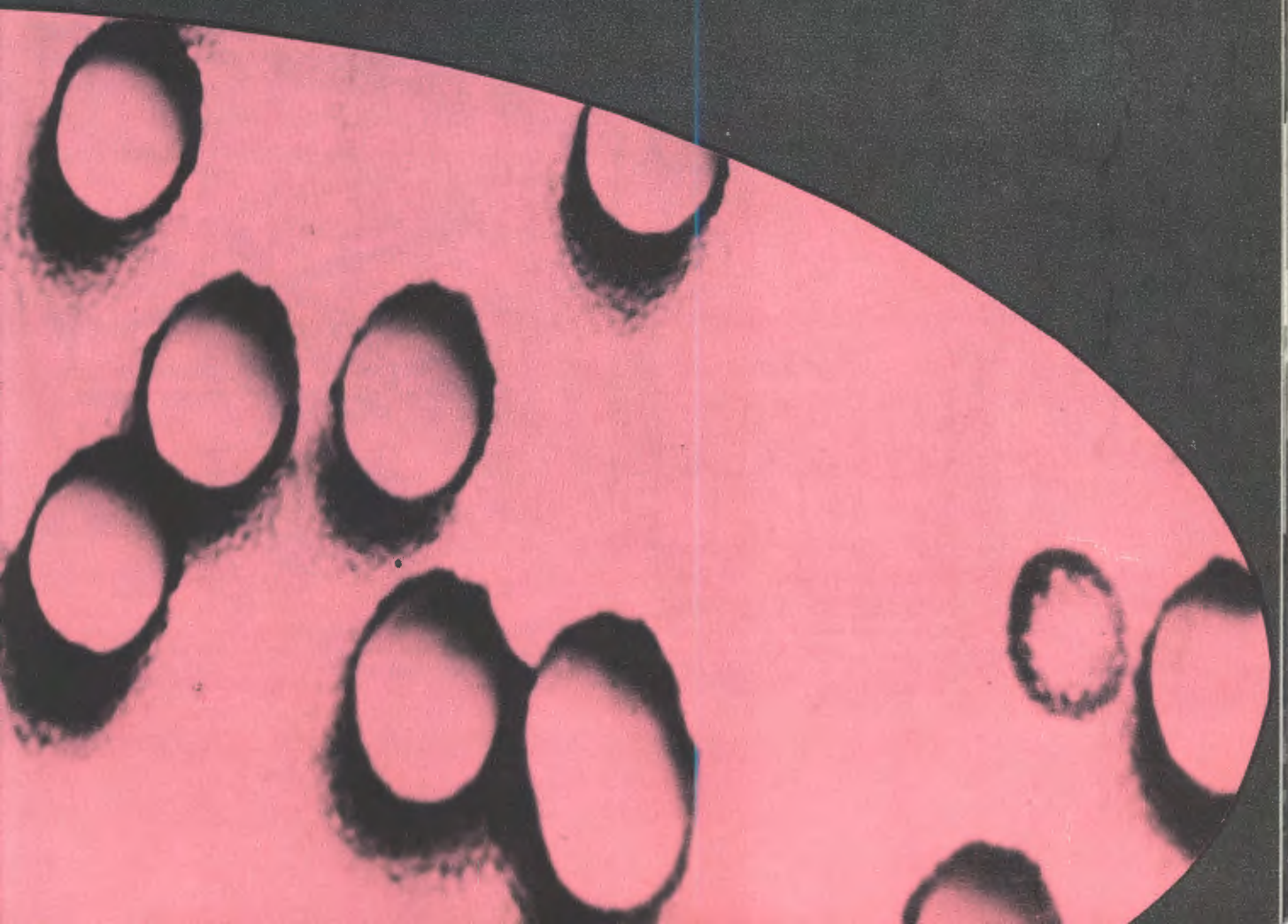
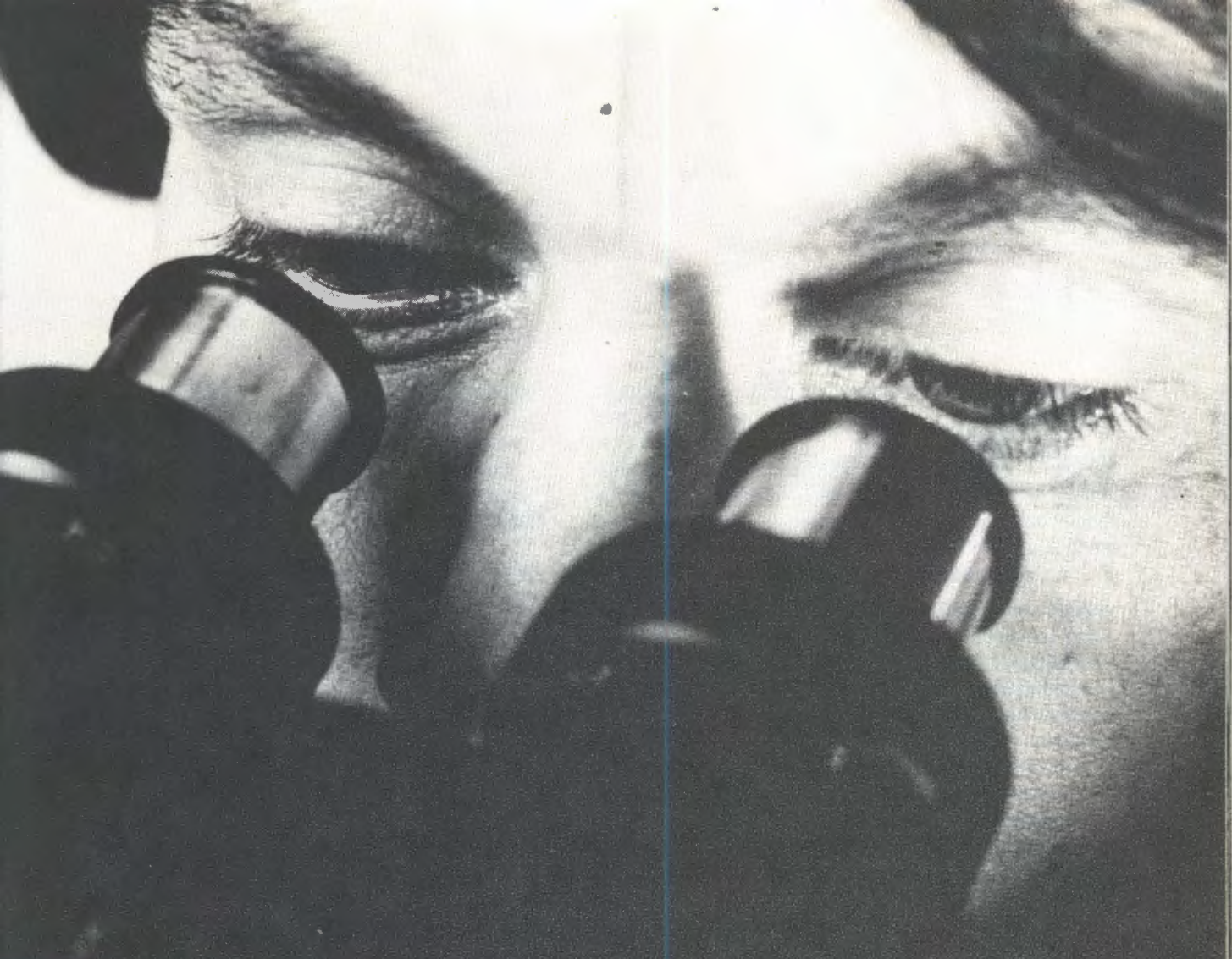
Основные усилия коллектива лаборатории в течение истекшего года были направлены на синтез новых тяжелых и сверхтяжелых элементов, на работы по созданию нового ускорителя У-400 и усовершенствованию базового ускорителя У-300, на повышение интенсивности пучков тяжелых ионов. Проведен большой комплекс работ по изучению механизма взаимодействия сложных ядер, синтезу и изучению ядер, удаленных от линии β -стабильности. Получили дальнейшее развитие работы по использованию пучков тяжелых ионов для решения научно-технических задач и совершенствованию методов активационного анализа.

Научно-исследовательские работы

Синтез
и исследование свойств
трансфермиевых элементов

На основе нового метода синтеза трансурановых элементов завершен цикл экспериментов по синтезу самого тяжелого элемента с атомным номером 107. Его изотоп с массой $A = 261$ имеет период полураспада ~ 2 мс. Свойства новых изотопов элементов от 104 до 107 включительно, синтезированных в Дубне, показывают, что начиная с $Z = 104$ прекращается резкое уменьшение периода спонтанного деления. Это обстоятельство может быть интерпретировано как указание на повышение стабильности ядер при переходе к области сверхтяжелых элементов, что находит свое объяснение в рамках теоретических моделей, используемых для предсказания свойств сверхтяжелых ядер.

В течение ряда лет в ОИЯИ изучается спонтанное деление изотопов курчатовия - элемента 104, открытого в



Дубне в 1964 году. Получена обширная информация о периодах спонтанного деления изотопов Ku с массой от 253 до 260, что позволило установить новую закономерность в изменении стабильности ядер по отношению к этому виду распада.

Особое место среди девяти известных изотопов курчатовия занимает ^{260}Ku / $T_{1/2} \sim 0,1$ с/. С ним связано открытие нового элемента, его ядро было первым, стабильность которого оказалась в сотни тысяч раз выше теоретически предсказанной величины /0,1 с вместо 10^{-6} с/. В Лаборатории ядерных реакций в 1970 г. были повторены опыты по синтезу ^{260}Ku на выведенном пучке ионов ^{22}Ne , а в 1975 г. этот изотоп был синтезирован при облучении мишени ^{246}Cm ионами ^{18}O .

С целью проверки полученных результатов в истекшем году ^{260}Ku был синтезирован еще в одной реакции: $^{249}Bk + ^{15}N$ /рис. 21/.

Как в опытах 1975 года, так и теперь использовалась лента-сборник ядер

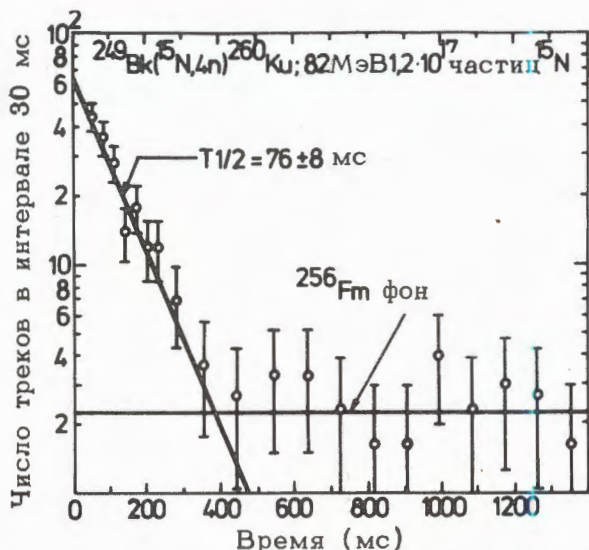


Рис. 21. Кривая распада спонтанно делящихся продуктов взаимодействия $^{249}Bk + ^{15}N$ при энергии ^{15}N , равной 82 МэВ. Для ^{260}Ku в этой реакции получен период полураспада $T_{1/2} = 76 \pm 8$ мс.

отдачи длиной 300-800 м /рис. 22/. Это позволило сильно снизить удельную активность от долгоживущего фона спонтанного деления на единицу поверхности детектора и надежно выделить активность ^{260}Ku .

Во всех перечисленных опытах получен период полураспада $\sim 0,1$ с.

Проведен цикл экспериментов, нацеленных на синтез сверхтяжелых элементов /СТЭ/ с Z от 110 до 116 и N от 163 до 178 в реакциях с ионами ^{48}Ca . В качестве мишеней использовались изотопы ^{232}Th , ^{231}Pa , ^{233}U , ^{242}Pu , ^{243}Am и изотопы $Cm-244, 246, 248$.

Исключительные возможности реакций полного слияния с ионами ^{48}Ca для синтеза СТЭ обсуждаются уже долгое время. Большой нейтронный избыток этого ядра позволяет наиболее близко подойти к оболочке $N=184$, при этом составные ядра имеют минимальную энергию возбуждения - $20 \div 25$ МэВ. В реакциях $^{232}Th + ^{48}Ca$, $^{231}Pa + ^{48}Ca$ приме-

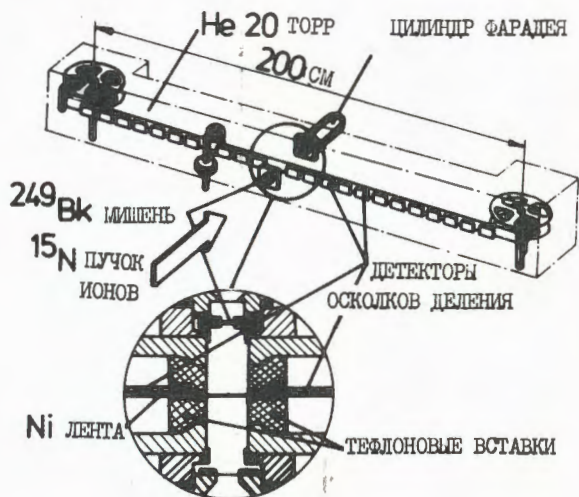


Рис. 22. Схема экспериментальной установки "Магнитофон", используемой в работах по синтезу трансурановых элементов.

нялась установка, позволяющая регистрировать спонтанное деление СТЭ с периодом полураспада 3 мс и более. В реакциях с $^{242}\text{Pu} + ^{48}\text{Ca}$, $^{243}\text{Am} + ^{48}\text{Ca}$ и $^{244,246,248}\text{Cm} + ^{48}\text{Ca}$ был разработан специальный метод химического отделения СТЭ от громадного фона спонтанного деления юрия и фермия, который требовал нескольких часов для производства отделения. Согласно теоретическим оценкам времени жизни этих ядер можно было ожидать, что их периоды полураспада относительно спонтанного деления превышают 1 ч.

Были измерены α -спектры, а также активность относительно спонтанного деления тех химических фракций, в которых могли находиться изотопы сверхтяжелых элементов. Наконец, реакции $^{233}\text{U} + ^{48}\text{Ca}$ и $^{231}\text{Pa} + ^{48}\text{Ca}$ были нацелены на синтез нейтронодефицитных изотопов, продуктами альфа-распада которых могут быть известные изотопы актинидных элементов. Распад изотопа $^{279}112$ может привести к ^{255}Fm / $T_{1/2} = 20,1$ ч, $E_{\alpha} = 4,01$ МэВ/, распад изотопа $^{276}111$ к ^{256}Fm / спонтанное деление $T_{1/2} = 2,6$ ч/. При этом, естественно, предполагается, что все изотопы - члены цепочки альфа-распадов испытывают преимущественно альфа-распад, а не спонтанное деление /рис. 23/. Во всех

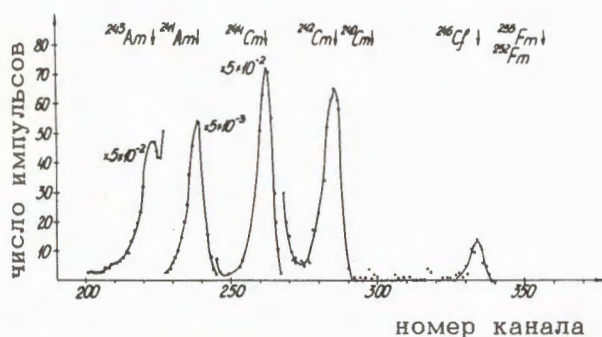


Рис. 23. Альфа-спектр изотопов трансплутониевых элементов, образующихся в реакции $^{233}\text{U} + ^{48}\text{Ca}$.

случаях по спонтанному делению достигнут предел чувствительности на уровне $\sigma_{s.f.} \leq 5 \cdot 10^{-35} \text{ см}^2$. Верхний предел сечения при идентификации α -распада составил $\sigma_{\alpha} \leq 10^{-34} \text{ см}^2$. Сравнивая эти данные с результатами контрольных экспериментов по получению 102-го элемента, где в реакции $^{208}\text{Pb} + ^{48}\text{Ca}$ сечение было $\sim 5 \cdot 10^{-30} \text{ см}^2$, можно предполагать, что столь резкое падение сечения обусловлено тем, что периоды полураспада СТЭ были меньше, чем доступный интервал времени: для $Z = 110-115$ и N от 163 до 173 менее 0,01 с, а для изотопов 114-116 элементов с $N = 174-178$ менее 10^4 с. Анализ полученных результатов позволяет сузить круг теоретических расчетов, предсказывающих свойства ядер в области СТЭ, и указывает на необходимость создания более экспрессной методики /рис. 24/.

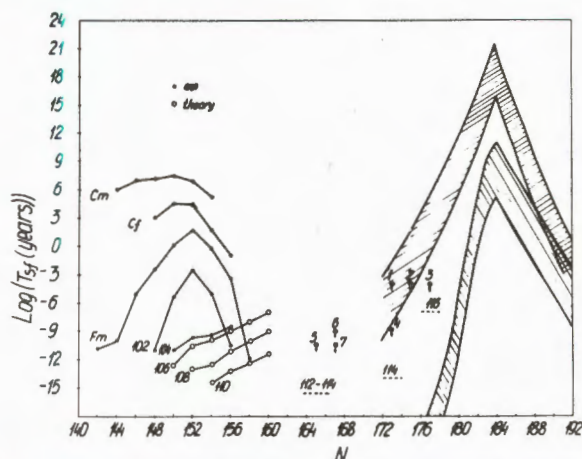


Рис. 24. Расчетные периоды $\log(T_{s.f.})$ и экспериментально измеренные в реакциях с ионами ^{48}Ca верхние пределы периодов полураспада для ядер с $Z = 112-116$ и $N = 164-176$.

У менделевия и соседних с ним элементов было обнаружено большое разнообразие валентных состояний в растворах, что находится в противоречии с "актинидной концепцией".

На основе методов, разработанных для изучения химических свойств курчатова и нильсбория, начато исследование менделевия. При облучении ^{249}Bk ионами ^{22}Ne в реакциях передачи был получен изотоп ^{256}Md , выход которого достигал 10^4 ат./ч. Проводилось сравнительное изучение испарения менделевия и других элементов актиноидного ряда из жидкого лантана при температуре 1200°C с последующим термохроматографированием на тантале. Показано, что менделевий обладает большей летучестью, чем калифорний и фермий, которые являются типичными двухвалентными актиноидами.

Поиск изотопов сверхтяжелых элементов в природных материалах

Проведены исследования с целью выяснения природы активности спонтанного деления, обнаруженной ранее в метеорите Алленде. Создана установка с повышенной эффективностью регистрации нейтронов. В шахте на глубине 1100 м водного эквивалента повторено измерение для образца метеорита весом 10,5 кг. В течение 42 суток зарегистрировано 12 событий спонтанного деления. Анализ кратности числа нейтронов для этих состояний дает $\bar{\nu} = 6 \pm 4$ нейтрона на акт деления. Фоновые измерения с образцами, близкими по составу к метеориту Алленде, не дали ни одного события за 69 суток. Анализ материала метеорита показал, что среднее содержание урана в образце равно $3 \cdot 10^{-8} \text{ г/г.}$ Таким образом, исключается возможность объяснения обнаруженной активности фоном от спонтанного деления урана или делением космическими лучами. Некоторое количество образца /4 кг/ подверглось химическому разделению при $T = 1000^\circ\text{C}$ в потоке гелия, водорода и кислорода.

Фракция, возгоняющаяся при этих условиях, была помещена в пропорциональные счетчики осколков деления. За 230 суток измерений наблюдалось 11 событий спонтанного деления. Сравнение результатов показывает, что эффективность химического выделения составила 30-70%.

Измерены длины треков тяжелых космических ядер в 240 мм^3 оливинов из метеорита Марьялахти. Установлен верхний предел распространенности ядер с $Z \geq 108$ в галактических космических лучах на уровне $\lesssim 5 \cdot 10^{-9}$ по отношению к распространенности ядер группы железа, что примерно в 10 раз превышает достигнутый уровень чувствительности.

Проведено определение доатмосферных размеров метеорита Игл Стэйши и просмотрено 16 мм^3 оливинов из этого метеорита.

Запаздывающее деление ядер

Экспериментально исследовалось запаздывающее деление нейтроноизбыточных изотопов протактиния. В реакциях $^{238}\text{U}(n,p)$, $^{238}\text{U}(\gamma, np)$ и $^{232}\text{Th}(\alpha, np)$ получены изотопы ^{238}Pa / $T_{1/2} = 2,3 \text{ мин}$, $Q_\beta = 4,0 \text{ МэВ/}$, ^{236}Pa / $T_{1/2} = 9,1 \text{ мин}$, $Q_\beta = 3,1 \text{ МэВ/}$ и ^{234}Pa / $T_{1/2} = 6,7 \text{ ч}$, $Q_\beta = 2,2 \text{ МэВ/}$ с сечениями образования в основном состоянии $1,5 \cdot 10^{-27}$; $1 \cdot 10^{-27}$ и $2 \cdot 10^{-27} \text{ см}^2$ соответственно. Измерено сечение запаздывающего деления для этих изотопов, его отношение к сечению образования изотопов в основном состоянии составляет $2 \cdot 10^{-8}$, $1 \cdot 10^{-9}$ и $< 10^{-12}$ соответственно. Измеренные значения вероятности запаздывающего деления позволяют судить о характере заселения уровней при β -распаде и о форме барьеров деления изотопов урана.

Измерялась вероятность запаздывающего деления нейтронодефицитных изотопов Bk, Es и Md, полученных в реакциях с ионами ^{12}C и ^{14}N , ускоренными на циклотроне У-200. Оказалось, что в этом случае измеренные значения сечения запаздывающего деления значительно выше, чем для изотопов Pa /отношение к сечению образования изотопов в основном состоянии составляет $10^{-3} \div 10^{-5}$ /. Этот факт интерпретируется как свидетельство увеличения проницаемости барьеров деления у ядер Cm, Cf и Fm по сравнению с ядрами U.

Изучение протонного распада ядер

Усовершенствован ионный источник масс-сепаратора БЭМС-2 на линии с циклотроном У-300. Быстродействие источника в области редких земель при температуре ионизатора $T = 2500-2700\text{K}$ составляет 5-10 с при эффективности сепарации около 20%. Время непрерывной работы источника на пучке тяжелых ионов составляет примерно 100 ч. Тепловая защита мишеней позволила расширить диапазон используемых материалов от самых тугоплавких /Mo, Zr, Ru, Pd / до сравнительно легкоплавких /CdO, SnO /.

На масс-сепараторе продолжалось исследование новых изотопов Ва и редкоземельных элементов, максимально удаленных от линии β -стабильности. Для идентификации неизвестных изотопов по Z использовалась методика регистрации характеристического рентгеновского излучения /рис. 25/. Было получено 15 новых нейтронодефицитных изотопов, в том числе ^{117}Ba -излучатель запаздывающих

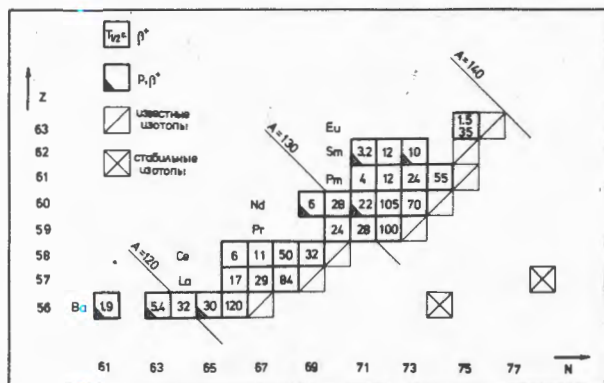


Рис. 25. Область (N,Z) - карты новых изотопов бария и редкоземельных элементов, удаленных от линии β -стабильности, полученных на масс-сепараторе БЭМС-2.

протонов, β^\pm активные изотопы $^{123}-^{125}\text{La}$, $^{124}-^{127}\text{Ce}$, $^{130},^{132},^{133}\text{Nd}$, $^{132},^{133}\text{Pm}$, ^{134}Im , ^{138}Eu . Полученная систематика средних значений силовой функции β^+ -распада согласуется со статистическим подходом к описанию β^+ -распада с высокой энергией.

Механизм взаимодействия тяжелых ионов с ядрами

Продолжалось изучение механизма глубоконеупругих передач в реакциях с тяжелыми ионами. Измерены энергетические спектры и угловые распределения продуктов реакций передачи с $11 \leq Z \leq 33$ для системы $^{197}\text{Au} + ^{40}\text{Ar}$ при энергии ионов $^{40}\text{Ar} \sim 220 \text{ МэВ}$. Показано, что при энергии столкновения вблизи кулоновского барьера ($\sim 1,15 \text{ В}_{\text{кул}}$) угловые распределения продуктов многонуклонных передач направлены вперед /рис. 26/. В случае малонуклонных реакций передачи форма угловых распределений зависит от степени диссипации кинетической энергии столкновения.

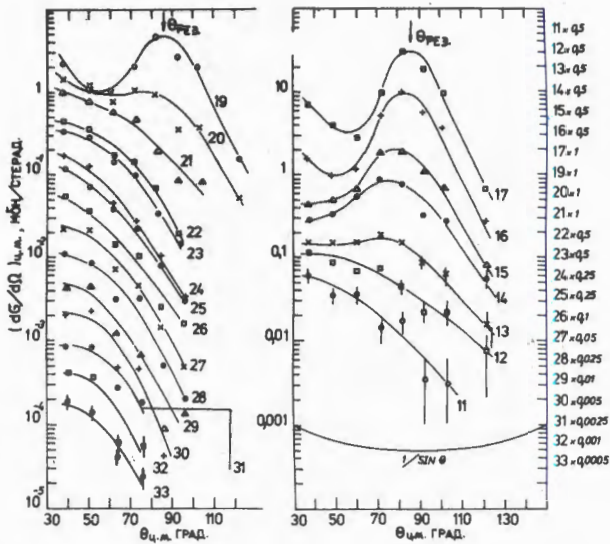


Рис. 26. Угловые распределения элементов - продуктов многонуклонных передач в реакции $^{197}\text{Au} + ^{40}\text{Ar}$ при энергии ионов ^{40}Ar - 220 МэВ. Слева указаны коэффициенты, на которые умножаются дифференциальные сечения образования элементов с данным Z , приведенным для каждой кривой.

В системе $^{232}\text{Th} + ^{22}\text{Ne}$ для энергии 172 МэВ и угла вылета 40° измерены энергетические спектры и дифференциальные сечения 44 изотопов - продуктов реакций передачи с $4 \leq Z \leq 9$. Показано, что в сечение образования нейтронодефицитных ядер существенный вклад вносят вторичные процессы, связанные с испарением нуклонов и альфа-частиц, в то время как сечения образования нейтроноизбыточных изотопов хорошо согласуются с Q_{gg} -систематикой /рис. 27а,б/.

Изучались кинетические энергии и массовые распределения осколков деления составных ядер с $Z = 112-115$ при энергиях возбуждения $\sim 20-40$ МэВ, образующихся при взаимодействии ионов $^{40}, ^{44}, ^{48}\text{Ca}$ с ядрами свинца / $Z = 102$ /, урана и америция. Использовалась методика измерений энергии двух коррели-

рованных осколков деления составных ядер, образующихся при полной передаче импульса. Измерена энергетическая зависимость сечения деления и эффективные радиусы взаимодействия в реакциях с ионами ^{40}Ar , $^{40}, ^{44}, ^{48}\text{Ca}$, ^{52}Cr , ^{56}Fe и с ядрами ^{208}Pb и ^{238}U . Изучалось упругое рассеяние ионов ^{40}Ca и ^{48}Ca на ядрах ^{208}Pb .

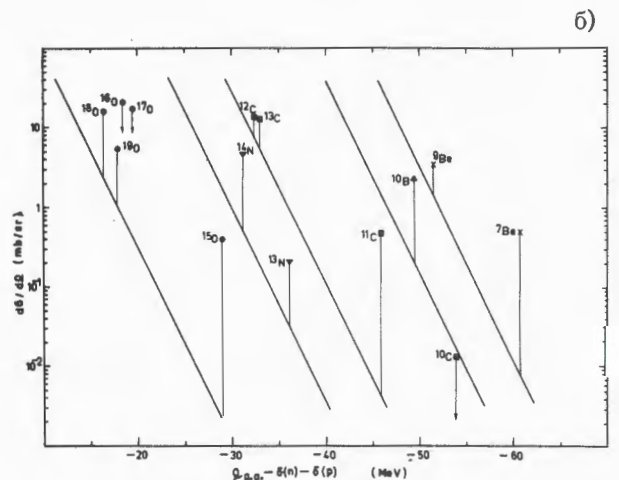
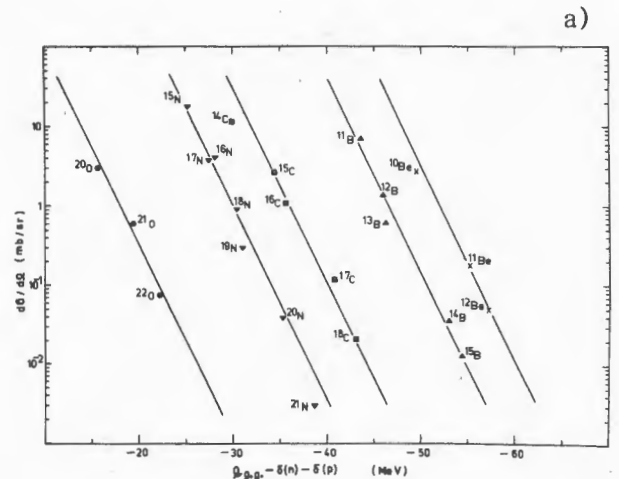


Рис. 27. Зависимость выхода нейтронообогащенных изотопов от величины Q_{gg} реакции и парных поправок на переданные протоны и нейтроны $\delta(p)$ и $\delta(n)$ в реакции $^{232}\text{Th} + ^{22}\text{Ne}$ при энергии 172 МэВ: а/угол вылета 12° , б/угол вылета 40° .

Изучение структуры ядра спектрометрическими методами

Измерены времена жизни высоко-возбужденных составных ядер с $Z = 98, 100, 102$, образующихся при облучении монокристаллической мишени из UO_2 ионами ^{12}C , ^{16}O и ^{22}Ne . Они находятся в интервале $/5 \div 10/ \cdot 10^{-18}c$.

Выполнены расчеты абсолютных и относительных ширин распада сильно-возбужденных составных ядер в модели с постоянной температурой. Показано, что в этой модели можно с хорошей точностью, используя один набор параметров, описать совместно экспериментальные данные об отношениях Γ_f / Γ_n , сечениях (nI, χ_n) , реакциях и временах жизни составных ядер в диапазоне энергий возбуждения $\sim 50-100$ МэВ /рис.28/.

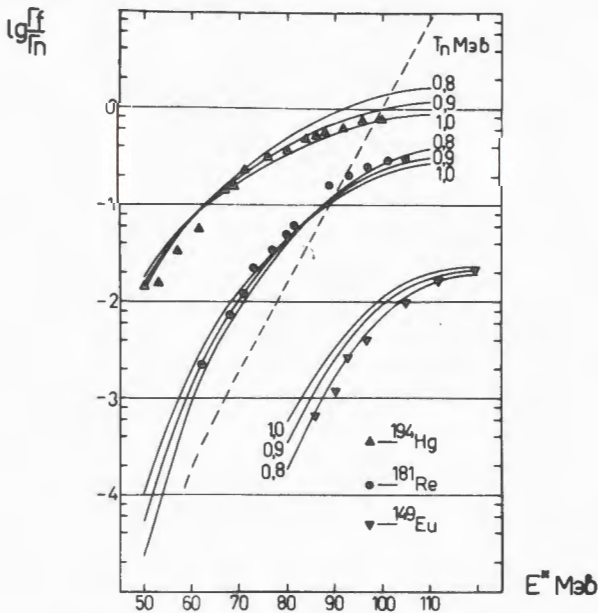


Рис. 28. Зависимость $lg \Gamma_f / \Gamma_n$ от энергии возбуждения для составных ядер ^{194}Hg , ^{181}Re , ^{159}Eu . Точки - экспериментальные данные. Кривые - результат расчета для различных величин T_n - температуры канала испарения нейтронов.

С учетом процесса деления после испускания одного или нескольких нейтронов получено хорошее согласие экспериментальных и расчетных эффективных времен жизни составных ядер в области $Z = 79-89$ /рис. 29/.

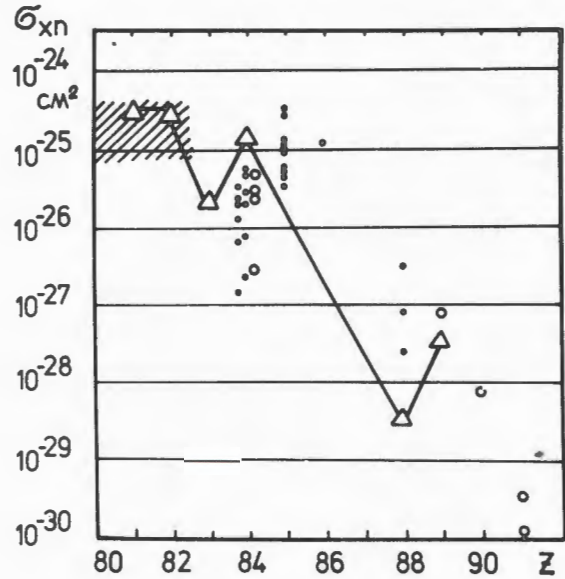


Рис. 29. Сравнение расчетных сечений реакции с испарением четырех нейтронов, базирующихся на экспериментально измеренных временах жизни составных ядер /треугольники/, с экспериментальными сечениями (nI, χ_n) - реакций /точки/.

Закончено изучение времени заселения и времени жизни высокоспиновых ирраст-уровней изотопов $^{166, 168, 170}Hf$, получаемых в реакциях $^{122, 124}Sn(^{48, 50}Ti, 4n)$. Времена жизни уровней основной полосы находятся в удовлетворительном согласии с расчетами по модели жесткого ротатора вплоть до спинов $16\hbar$. Обнаружена медленная компонента заселения уровней основной полосы со спинами $6\hbar, 8\hbar$. Это интерпретируется как заселение указанных уровней через изомерное состояние, которое, по-видимому, подобно

известным для стабильных изотопов гафния двухквазичастичным 8^- -изомерам /рис. 30/.

С помощью масс-сепаратора /ЭМСНАПТИ/ определены выходы нейтрондефицитных изотопов $203-205 \text{ Fg}$ и $201-205 \text{ Rn}$ при облучении иридиевой мишени ионами неона-20 с энергией 200 МэВ . Проведен анализ результатов по испарительной модели с учетом нейтронного и протонного каналов и получены данные об эффективном кулоновском барьере при испарении протонов.

Уточнена схема распада изомерного состояния $^{52\text{m}}\text{Fe} / E = 6,8 \text{ МэВ}, I^\pi = 12^+ /$. Получены данные о доле γ -распада этого состояния, которая составляет 7% от вероятности β^+ -распада.

Проведен цикл работ по изучению свойств сплошных рентгеновских спектров квазимолекул с эффективным зарядом ядра от 58 до 166. Изучались спектральное распределение и угловая анизотропия квазимолекулярного излучения таких систем, как $\text{Cu}+\text{Cu}$, $\text{Ge}+\text{Ge}$, $\text{Nb}+\text{Nb}$, $\text{La}+\text{La}$ и $\text{Bi}+\text{Bi}$. В экспериментах по доплеровскому смещению энергии рентгеновских лучей и в опытах с газовыми мишенями Kr и Xe было доказано, что квазимолекулярное излучение имеет тонкую структуру, которая проявляется в высокоэнергетической части спектров в виде двух сплошных компонент /рис. 31/. Она обусловлена образованием квазимолекулярных состояний уже при сравнительно больших расстояниях рассеивающихся ядер. Развита метод расчета квазимолекулярных спектров с учетом этой тонкой структуры на основе динамической теории образования квазимолекул.

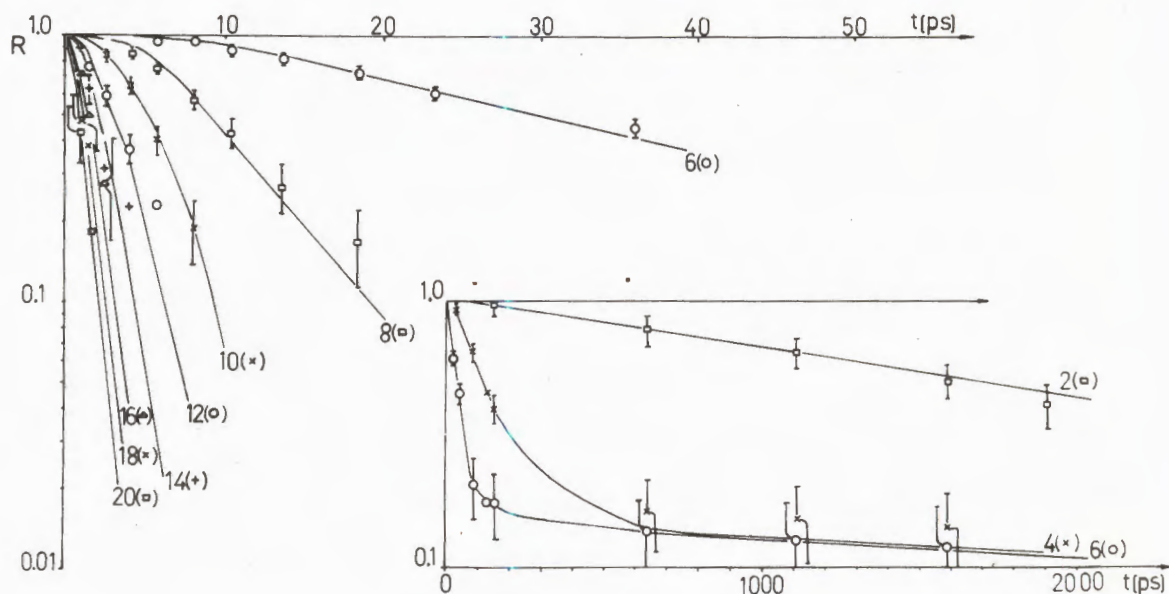


Рис. 30. Кривые распада ирст-уровней изотопа ^{170}Hf . Долгоживущие компоненты для уровней с большими спинами соответствуют заселению ирст-полосы через изомерное состояние.

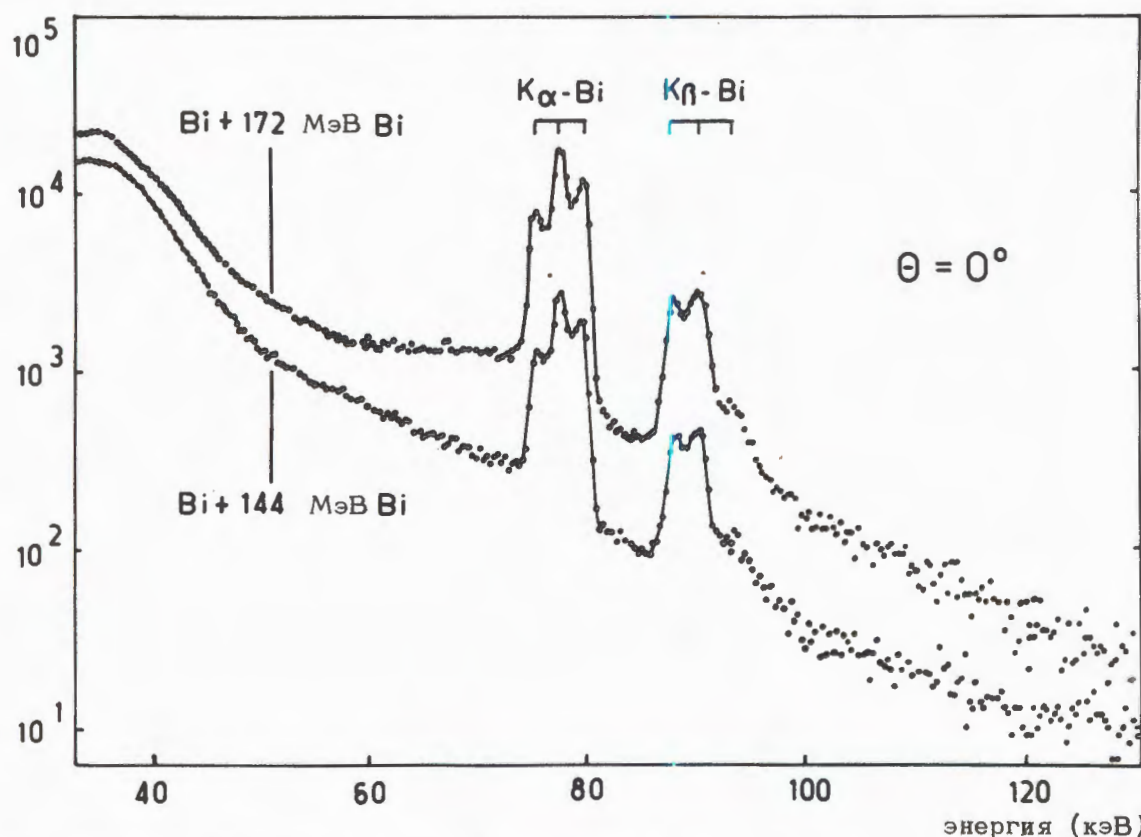


Рис. 31. Спектр рентгеновских лучей, возникающих в реакции $Bi + Bi$ при энергиях ионов 144 и 172 МэВ.

Экспериментальная аппаратура и научно-прикладные работы

Магнитный масс-спектрограф МСП-144 со ступенчатыми полюсами установлен на пучке ускорителя У-300. Он предназначен для сепарации продуктов ядерных реакций от первичного пучка ионов. Проведена юстировка спектрографа на пучке, проверены его расчетные характеристики. Изучено зарядовое

распределение ионов аргона и ксенона, прошедших через обдирающую фольгу.

Начаты работы по изучению зарядовых распределений продуктов ядерных реакций в области редкоземельных элементов и свинца.

В фокальную плоскость магнитного спектрометра, используемого для изучения глубоконеупругих реакций передач, введена ионизационная камера с сеткой для измерения ΔE . Получено разрешение

~ 2,5% для ионов ^{40}Ar . Введен режим работы на линии с ЭВМ Минск-32 с использованием импульсного характера работы ионного источника циклотрона. В течение 1 мс, когда источник работает, ведется регистрация событий, в последующие 3 мс /источник выключен/ проводится их обработка.

Для электромагнитного масс-сепаратора на пучке тяжелых ионов /ЭМСНАПТИ/ создан газоразрядный источник нового типа. Источник обладает хорошей эффективностью для широкого круга элементов, имеющих высокий потенциал ионизации: например, для неона ~ 4%, для аргона ~ 15%. Для продуктов многонуклонных передач предельное быстродействие источника составляет ~ 0,7 с.

Разработан рентгеновский спектрометр с использованием предусилителя с импульсной световой обратной связью. Достигнуто разрешение ~ 150 эВ на линии 3,69 КэВ при собственном уровне шума около 125 эВ.

Создана и используется в экспериментах автоматизированная аппаратура для поисков сверхтяжелых элементов в природе на базе многоканальных ^3He -счетчиков и микроэлектроники.

Осуществлено подключение ЭВМ ТРА/1 к базовой машине Минск-32 в качестве аналога измерительного модуля для экспериментов на У-400. В стандарте КАМАК разработана аппаратура для проведения многомерного анализа и создано соответствующее математическое обеспечение. Завершено создание дисплейной станции ЭВМ Минск-32.

Продолжались работы по совершенствованию технологии изготовления ядерных фильтров на основе стойких к химически агрессивным средам фторосодержащих полимеров, высокотемпературных полиарилатных пленок. Разработана технология получения фильтров с размерами пор от 0,01 до 10 мкм. Показана перспективность использования ионов от ^{12}C до ^{40}Ar для получения ядерных фильтров с высокой производительностью. Исследованы возможности дальнейшего применения ядерных фильтров для очистки технологических газов и жидкостей.

Показана эффективность применения рентгено-флюоресцентного анализа для поиска полезных ископаемых, решения экологических проблем и других задач.

На микротроне получен поток нейтронов $\sim 10^{12}\text{н/с}$, что существенно расширяет возможности использования его в работах по активационному анализу.

Разработки

в области ускорителей

В лаборатории создается четырехметровый изохронный циклотрон тяжелых ионов /У-400/, предназначенный для ускорения широкого диапазона ионов элементов таблицы Менделеева вплоть до ксенона. Интенсивность внутреннего пучка ионов с энергией до 10 МэВ/нукл. составит от 10^{14}част./с для ионов неона до 10^{11}част./с для ионов ксенона.

Такие параметры циклотрона У-400 будут, в первую очередь, обусловлены высоким значением магнитного поля /21,5÷22,0 кЭ/. Для нового ускорителя

разрабатывается специальный мощный источник тяжелых ионов.

В истекшем году силами ЛЯР и ЦЭМ изготовлен и запущен электромагнит ускорителя весом 2200 т.

Разработаны и прошли испытания стабилизированные источники питания систем ускорителя. Разработана аппаратура для проведения магнитных измерений.

Проведены расчеты параметров магнитных элементов ионно-оптической системы транспортировки внешних пучков изохронного циклотрона У-400. Проведено моделирование магнитного поля в центральной области циклотрона У-400.

Проанализирована возможность создания изохронного циклотрона с использованием электромагнита Ш-образного типа с тремя рабочими зазорами.

Основные физические эксперименты в истекшем году проводились на циклотроне У-300, время работы которого на физические и химические исследования составило 5300 ч. Интенсивность ускоренных до энергии 260 МэВ ионов ^{48}Ca , используемых в работах по синтезу сверхтяжелых элементов, составила $2 \cdot 10^{12}$ част./с при расходе изотопа ^{48}Ca около 4 мг/ч / $-1,3 \cdot 10^{16}$ ат./с/.



Проведен цикл экспериментов по синтезу сверхтяжелых элементов с $Z = 110 \div 116$ в реакциях с ионами кальция-48 на тяжелых мишенях. На снимке: пробник для экспериментов по синтезу сверхтяжелых элементов на циклотроне У-300.



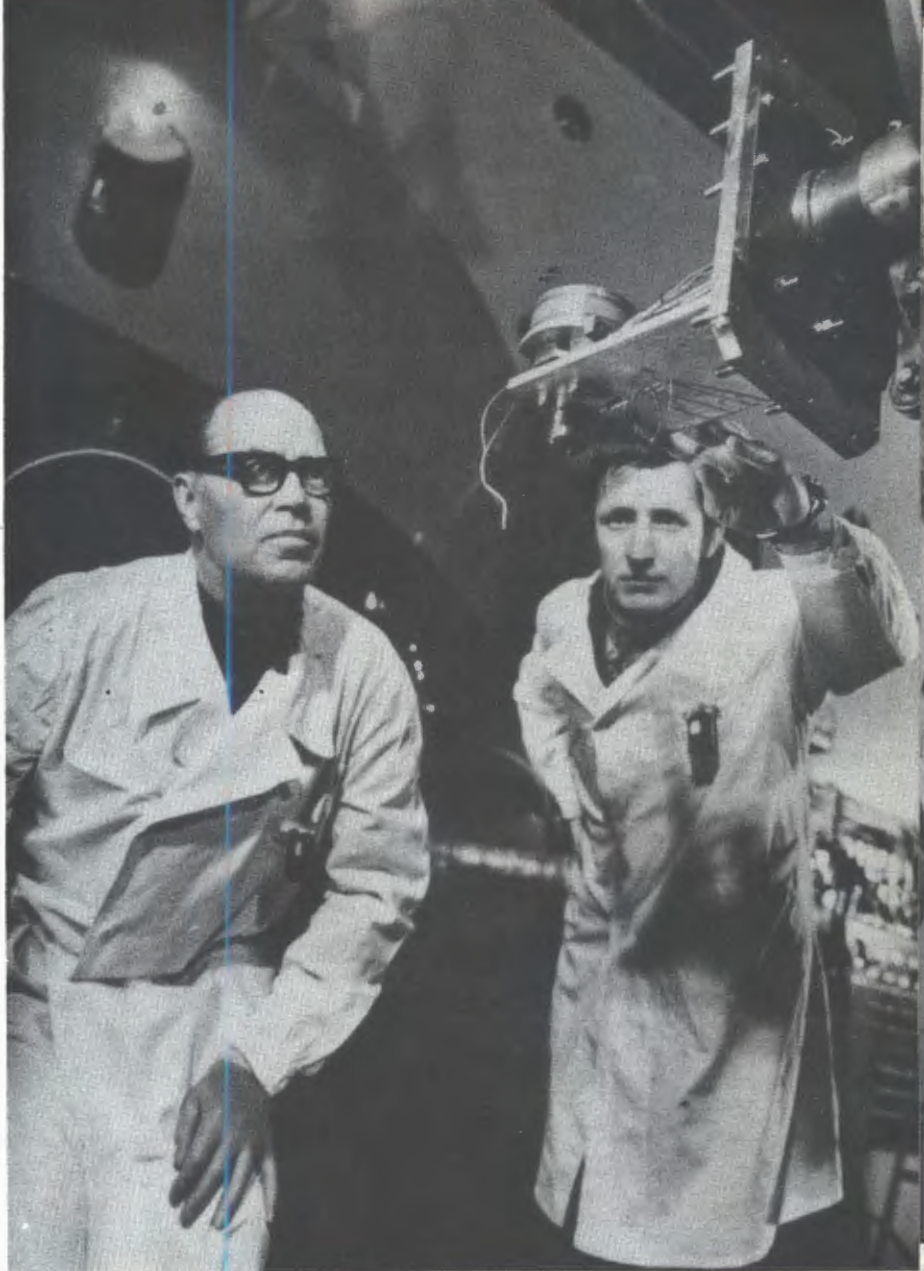
Снятие мишеней с пробника.

Внутренняя часть кассеты пробника.



Разрабатываются новые химические методы выделения летучих сверхтяжелых элементов из мишеней, облученных тяжелыми ионами.

Эксперименты по изучению глубоконеупругих реакций передач при взаимодействии сложных ядер /явления, открытого в ОИЯИ/ проводятся с помощью аппаратуры, действующей на линии с ЭВМ "Минск-32".

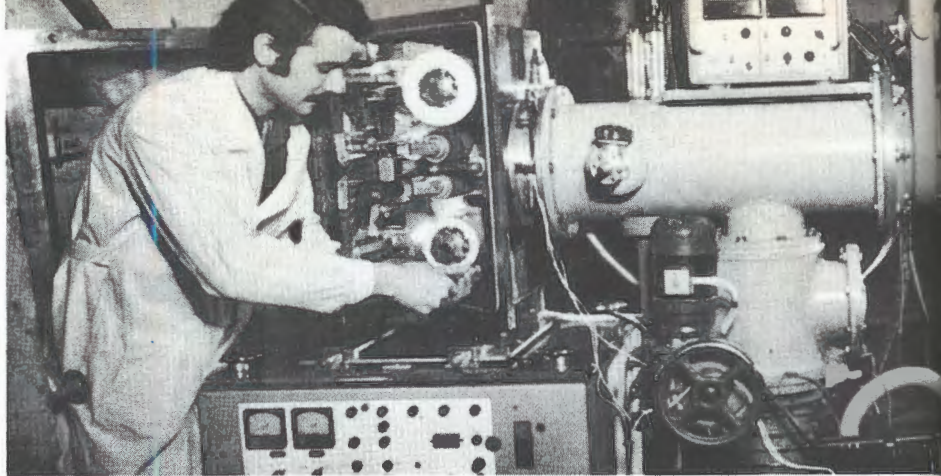
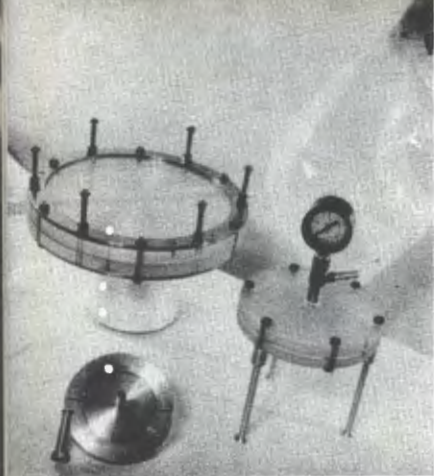


Завершен цикл экспериментов по синтезу самого тяжелого элемента с атомным номером 107. Его изотоп с массой $A = 261$ имеет период полураспада-2 мс.



В реакциях с ускоренными тяжелыми ионами $^{18}\text{O} + ^{246}\text{Cm}$ и $^{15}\text{N} + ^{249}\text{Bk}$ синтезирован изотоп курчатовия-260 с периодом полураспада - 0,1 с. В опытах использована высококачественная установка с лептонным транспортером длиной 300-800 м. Эксперименты подтвердили результаты, полученные ранее в Дубне.





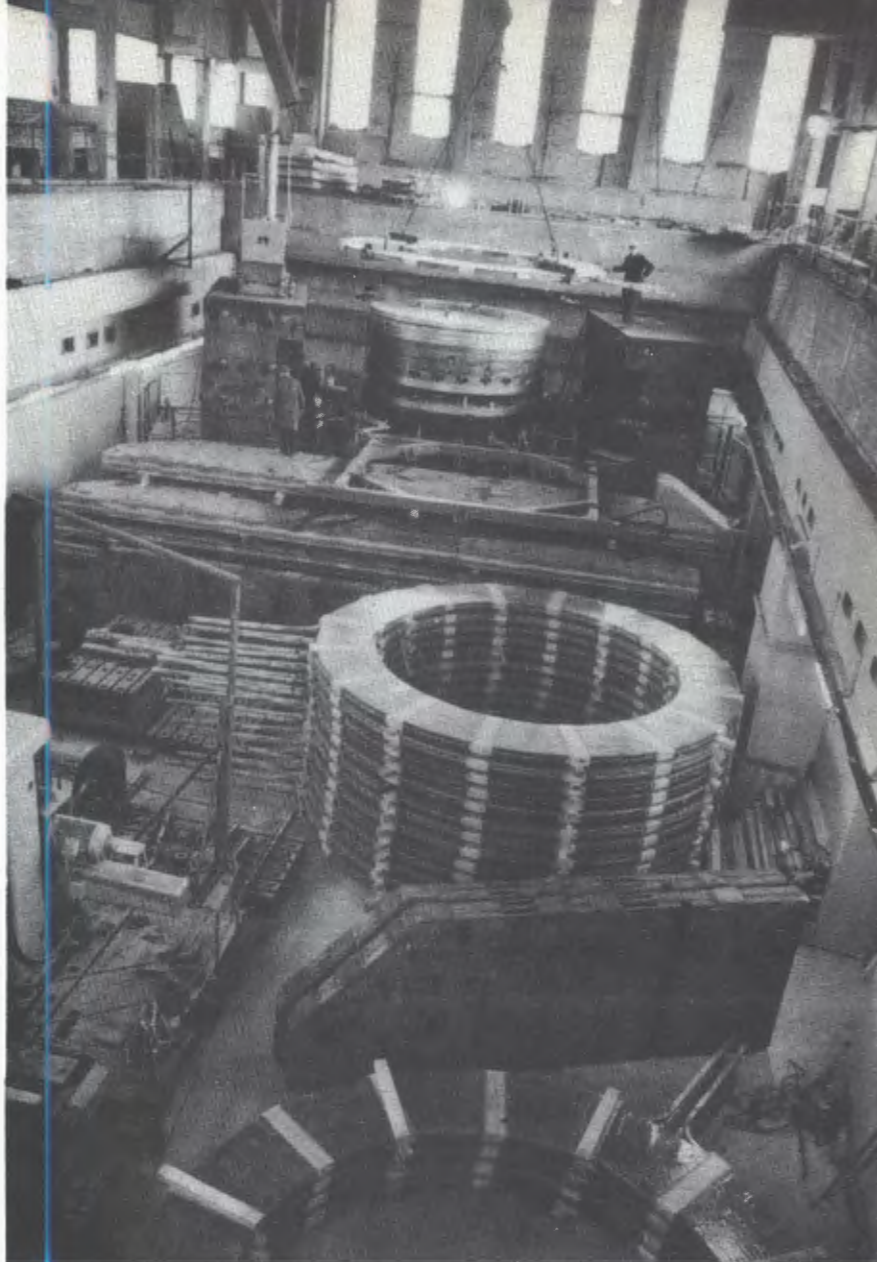
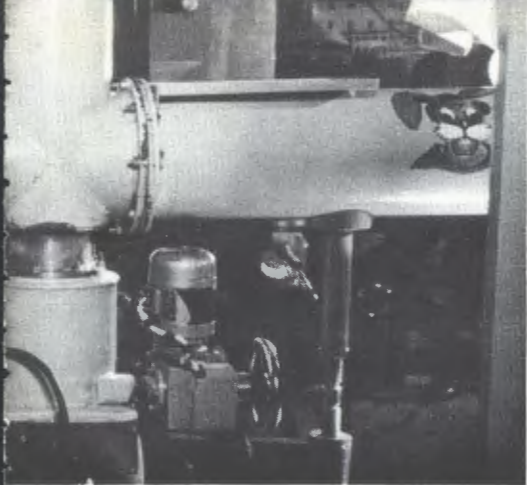
Продолжаются работы по совершенствованию технологии изготовления ядерных фильтров из различных материалов. На снимках: образцы фильтрующих устройств /слева/; высокопроизводительная опытная установка для облучения пленки на пучке ускорителя тяжелых ионов.



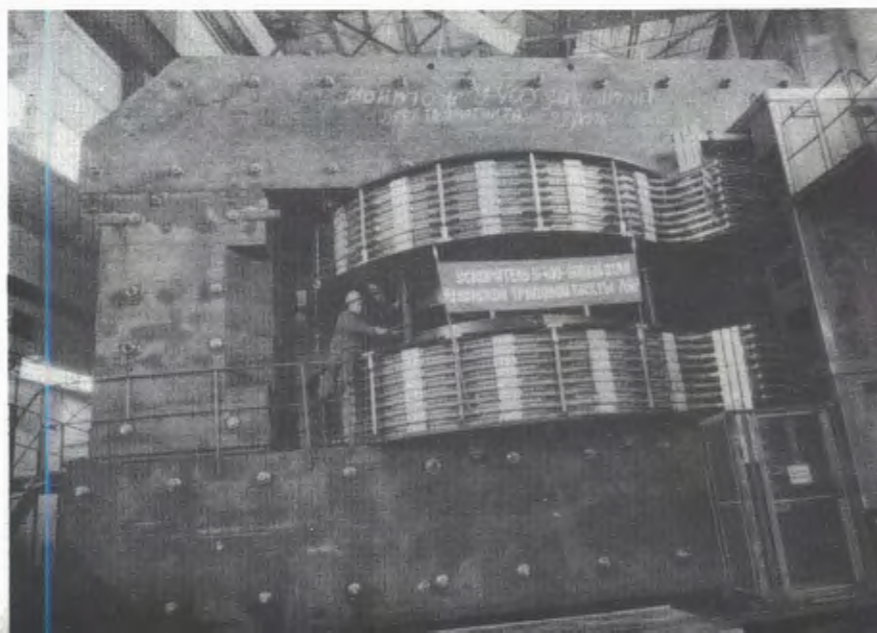
Встреча руководителей лаборатории и ЦЭМ для обсуждения планов совместной работы.

Создаются узлы ускорителя тяжелых ионов - изохронного циклотрона У-200П для Варшавского научного центра. На снимке: монтаж секторов полюсных наконечников.





*Силами Лаборатории ядерных реакций и Централь-
ных экспериментальных мастерских завершено из-
готовление основного узла строящегося ускорит-
еля У-400 - электромагнита. Произведен его
запуск. Новый четырехметровый изохронный цик-
лотрон позволит ускорять интенсивные пучки ионов
всех элементов вплоть до ксенона.*



Лаборатория нейтронной физики

Основная деятельность лаборатории была направлена на подготовку к физическому пуску реактора ИБР-2, подготовку экспериментальных установок для ИБР-2 и выполнение научных исследований в соответствии с проблемно-тематическим планом 1976 года.

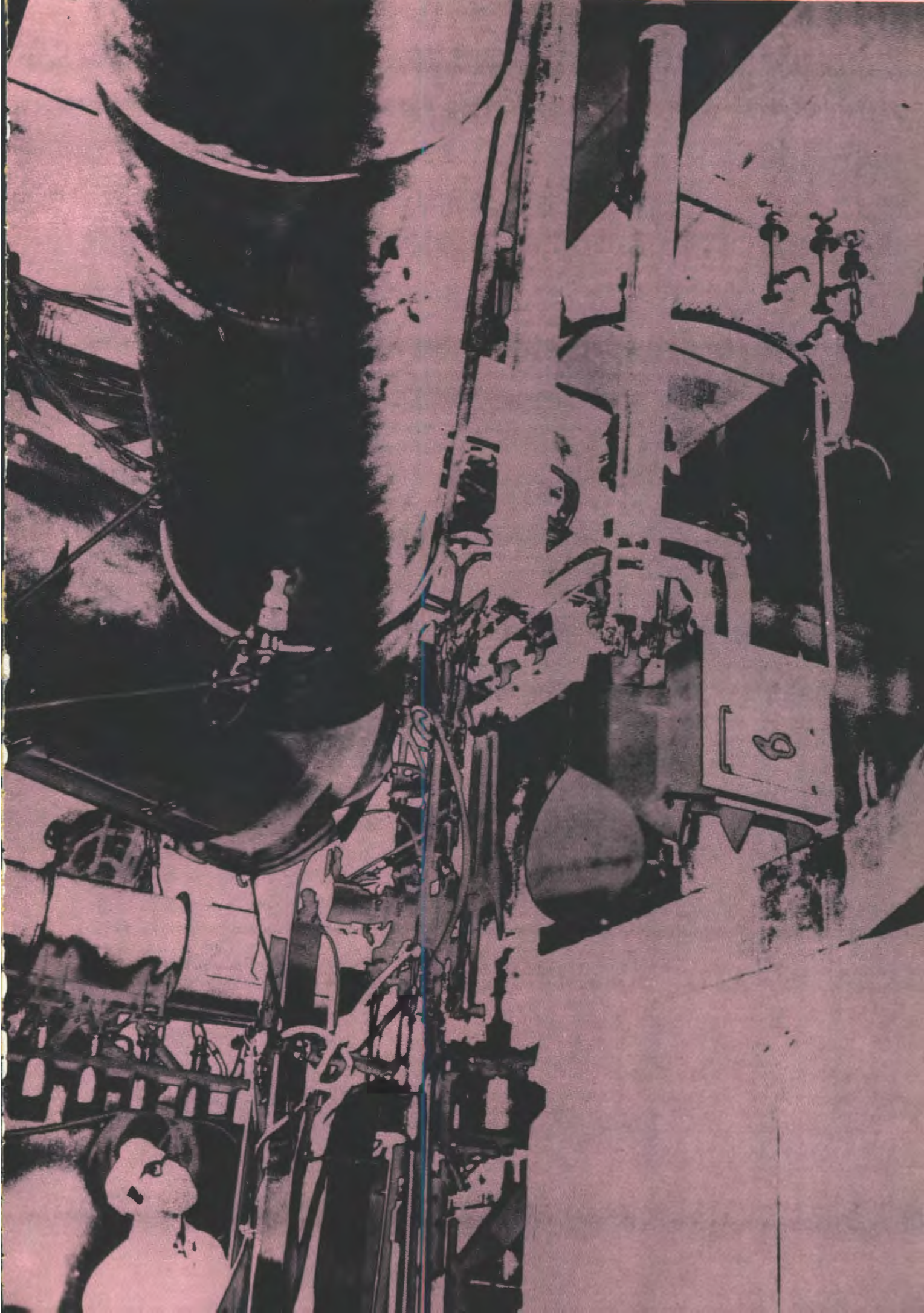
В эксперименте с поляризованными нейтронами и ядрами изучена спиновая зависимость полного сечения гольмия-165 с энергией до 100 кэВ, впервые наблюдался альфа-распад компаунд-состояний изотопов рутения, измерены длины рассеяния нейтрона на гелии-3, обнаружено нагревание ультрахолодных нейтронов до тепловых энергий при их хранении в ловушках, исследована температурная зависимость бозе-конденсата в жидком гелии, определены положения водородных атомов в кристалле ЛМН нейтронографическим методом, получены результаты и в других направлениях исследований.

Научно-исследовательские работы

Спиновая зависимость нейтронных сечений ядер

Спиновая зависимость полного сечения гольмия-165 измерена методом пропускания поляризованных нейтронов через поляризованную мишень гольмия. Определены спины для 55 нейтронных резонансов с энергией до 300 эВ. В интервале энергий до 100 кэВ /рис. 32/ впервые получена величина относительной разности значений нейтронной силовой функции для двух спиновых состояний $J^{\pm} = 1 \pm 1/2: (S^+ - S^-) / \langle S \rangle = -0,11 \pm 0,04$.

Спиновые амплитуды рассеяния a^{\pm} тепловых нейтронов ядрами празеодима-141 и тулия-169 измерены посред-



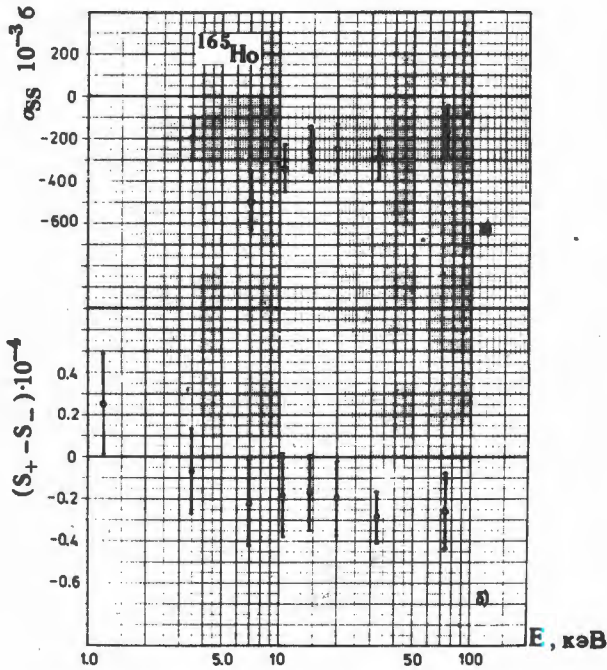


Рис. 32. Разность значений силовой функции /внизу/ и поляризационное сечение /вверху/ в зависимости от энергии нейтронов, полученные в эксперименте с поляризованными нейтронами.

ством изучения температурной зависимости дифракции нейтронов /рис. 33/ на антиферромагнитных мишенях, охлажденных до сверхнизких температур. Тем-

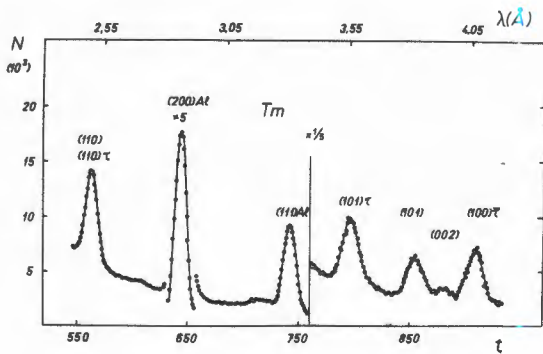


Рис. 33. Нейтронограмма туллия при температуре 0,03К. Индексом отмечены исследовавшиеся магнитные рефлексы.

пературный эффект связан с поляризацией ядер и определяется величинами a^\pm . Результаты для разностей амплитуд $(a^+ - a^-)$: $-0,72 \pm 0,07 \Phi_M (Pr)$, $-1,8 \pm 0,3 \Phi_M (Tm)$ соответствуют значениям спин-некогерентного сечения 16 ± 3 и 80 ± 30 мб. Сделан вывод о преобладающем вкладе отрицательного уровня со спином $J = 3$ в тепловое сечение ^{141}Pr .

Длины рассеяния нейтрона на ядре 3He

Полное сечение рассеяния нейтронов на ядре 3He измерено в интервале энергий 0,02-2 эВ. Трудности, связанные с сильным поглощением, преодолены благодаря применению тонких /до 30 Тор/ газовых мишеней. Полученный результат: $\sigma = 3,16 \pm 0,20$ б вместе с известным ранее значением когерентного сечения и результатом фазового анализа данных из реакций p^3H , p^3He , $^3He(n, p)$ /рис. 34/ позволяют впервые определить два набора длин рассеяния и

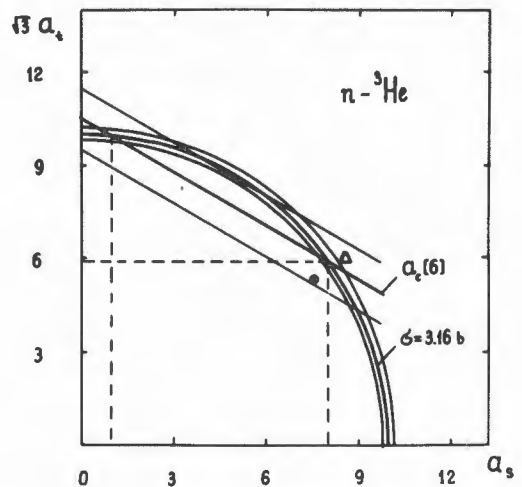


Рис. 34. Результаты для длин рассеяния нейтронов на ядре 3He : σ - полное сечение с коридором его ошибок, a_c - когерентная длина с коридором ее ошибок, Δ - фазовый анализ, o - теоретическое предсказание.

сделать предварительный вывод о предпочтительности набора, в котором синглетная длина больше триплетной.

Ультрахолодные нейтроны

Нагревание ультрахолодных нейтронов до тепловых энергий при их хранении в ловушках обнаружено в экспериментах, проведенных с использованием канала УХН Института атомных реакторов /г. Димитровград/. Использование пропорциональной гелиевой камеры, окружавшей ловушку в 4π -геометрии, и существенное подавление фона позволили зарегистрировать временные зависимости /рис. 35/ вытекания нагретых

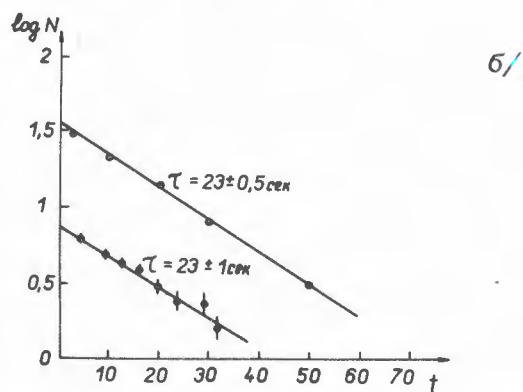
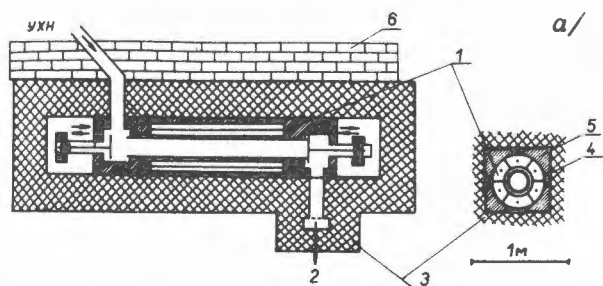


Рис. 35. а/ Схема эксперимента по обнаружению нагрева УХН: 1 - детектор нагретых нейтронов, 2 - детектор УХН. б/ Временная зависимость вытекания нагретых нейтронов /нижняя кривая/ при хранении УХН в ловушке /верхняя кривая - счет УХН/.

нейтронов за стенки ловушки. Спектр нагретых нейтронов определен по давлению гелия-3 в детекторной камере. Обнаруженное нагревание УХН является основной причиной anomalно малого времени хранения УХН в ловушках. Завершена обработка результатов совместной работы ЛНФ и ИАЭ им. Курчатова по измерению зависимости времени хранения УХН от их скорости.

Альфа-распад резонансных состояний ядер

Альфа-распад нейтронных резонансов рутения /рис. 36/ зарегистрирован с помощью многосекционной пропорциональной камеры. Впервые измерены полные альфа-ширины нескольких резонансов ^{99}Ru и ^{101}Ru . Полученные средние значения альфа-ширин вместе с уточненными данными для изотопов цинка и молибдена удовлетворительно соответствуют расчету по кластерной модели альфа-распада. Для распределения приведенных альфа-ширин резонансов ^{67}Zn получено согласие с теоретическим распределением Портера-Томаса.

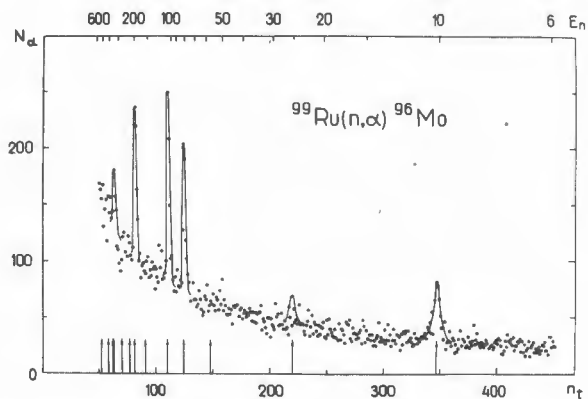


Рис. 36. Выход альфа-частиц в нейтронных резонансах рутения-99 в зависимости от времени пролета. E_n - энергия резонансов в эВ.

Делящиеся ядра

Выход рентгеновских лучей, сопровождающих деление урана-235 резонансными нейтронами, измерен с помощью Ge(Li)-детектора объемом 7 см^3 и многослойной камеры деления с 2 г урана. Рентгеновские лучи, являющиеся результатом внутренней конверсии гамма-квантов ($n, \gamma f$)-реакции, измерялись в совпадении с осколками деления. Обнаруженная зависимость выхода рентгеновских квантов от делительной ширины резонансов /рис. 37/ указывает на существование ($n, \gamma f$)-процесса. Получена оценка парциальной ширины: $\langle \Gamma_{\gamma f} \rangle \sim 4 \text{ мэВ}$, оказавшаяся в удовлетворительном согласии с расчетом на основе статистической теории с использованием данных для радиационной силовой функции из ($n, \gamma \alpha$)-реакции.

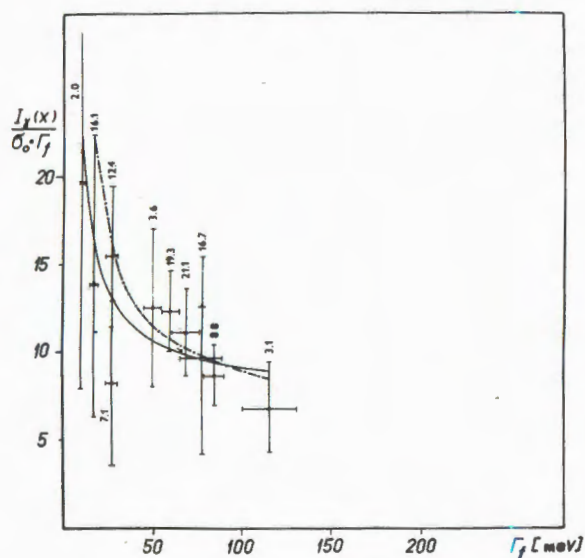


Рис. 37. Зависимость выхода рентгеновских лучей в резонансах урана-235 от делительной ширины.

Нейтронная спектроскопия неделящихся ядер

Параметры нейтронных резонансов тербия-159 в области энергий до 580 эВ получены посредством измерений пропускания и выхода гамма-лучей радиационного захвата. Среднее расстояние и силовая функция найдены равными: $D = 4,4 \pm 0,4 \text{ эВ}$ и $S^0 = /1,25 \pm 0,18/ \cdot 10^{-4}$ соответственно.

Параметры нейтронных резонансов изотопов рения-187 в области энергий до 500 эВ получены с помощью измерений пропускания и выхода гамма-лучей с разрешением до 5 нс/м . Определены параметры: $D = 3 \pm 1 \text{ эВ}$, $S^0 = /2,7 \pm 0,3/ \cdot 10^{-4}$ для рения-185 и $D = 4,0 \pm 0,4 \text{ эВ}$, $S^0 = /2,5 \pm 0,3/ \cdot 10^{-4}$ для рения-187. Нерегулярное поведение приведенных нейтронных ширин рения-185 /рис. 38/ указывает на статистически достоверную флуктуацию нейтронной силовой функции в зависимости от энергии нейтронов.

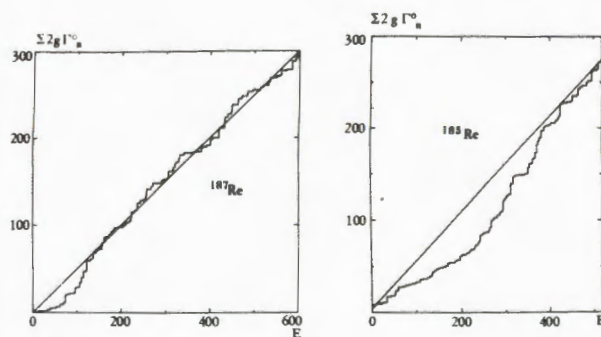


Рис. 38. Сумма приведенных нейтронных ширин в зависимости от энергии нейтронов: а/ для рения-187, б/ для рения-185.

Гамма-распад нейтронных резонансов

Гамма-спектры из резонансов эрбия-167 измерены с использованием Ge(Li)-детектора объемом 15 см³. Методом отношения интенсивностей мягких гамма-переходов определены спины нейтронных резонансов с энергией до 130 эВ. Анализировались гамма-переходы на определенные нейтронные двух-квазичастичные состояния конечного ядра. Обнаружена корреляция их парциальных гамма-ширин с приведенной нейтронной шириной резонансов /коэффициент корреляции 0,36 с вероятностью 99,9%/, а также корреляция с сечением реакции (d, p) на эти уровни: коэффициент корреляции 0,52 с вероятностью 99,98%.

Ядерные реакции с заряженными частицами

Спин-флип при неупругом рассеянии протонов на кремнии-28 изучен в области энергий 3,5-3,75 МэВ /рис. 39/. Измерены угловые зависимости сечения неупругого рассеяния и вероятности переворота спина /рис. 40/. С помощью сравнения с расчетом, учитывающим влияние соседних резонансов и вклад прямого процесса, определены парциальные ширины и спины резонансов 3,57 и 3,71 МэВ.

В реакции $^{88}\text{Sr}(p, \gamma) ^{89}\text{Y}$ измерены спектры гамма-квантов. Использована изотопная мишень стронция и Ge(Li)-детектор объемом 37 см³. Было получено 50 отдельных спектров при изменении энергии падающих протонов в интервале 2,8-3,8 МэВ с шагом 20 кэВ. Получены усредненные /по энергии возбуждения компаунд-ядра/ интенсивно-

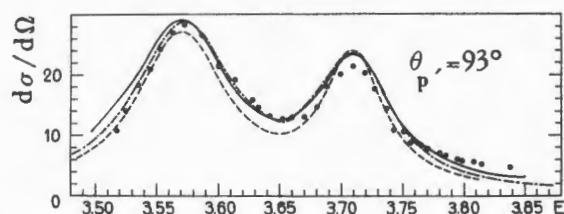


Рис. 39. Энергетическая зависимость дифференциального сечения реакции $^{28}\text{Si}(p, p' \gamma)$ в области резонансов 3,57 и 3,71 МэВ. Пунктирная кривая - расчет без учета вклада прямого процесса.

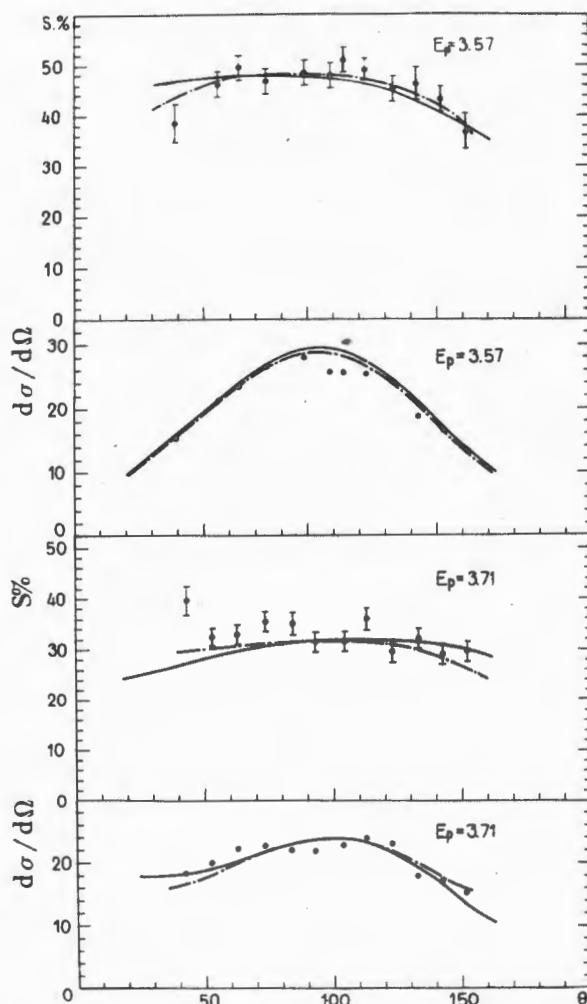


Рис. 40. Угловые распределения эффективного сечения и вероятности спин-флипа в реакции $^{28}\text{Si}(p, p' \gamma)$. Сплошная и штрих-пунктирная кривые - результаты расчета с учетом и без учета вклада прямого процесса.

сти первичных гамма-переходов, позво-
лившие определить спины и четности
ряда низколежащих уровней ядра ит-
трия-89 /рис. 41/.

Изобар-аналоговые резонансы в ре-
акции $^{58}\text{Ni}(p, \gamma)^{59}\text{Cu}$ наблюдались при
энергии протонов 950, 1424, 1843 кэВ.
Измерена парциальная ширина и значе-
ния приведенных вероятностей $B(M_1)$

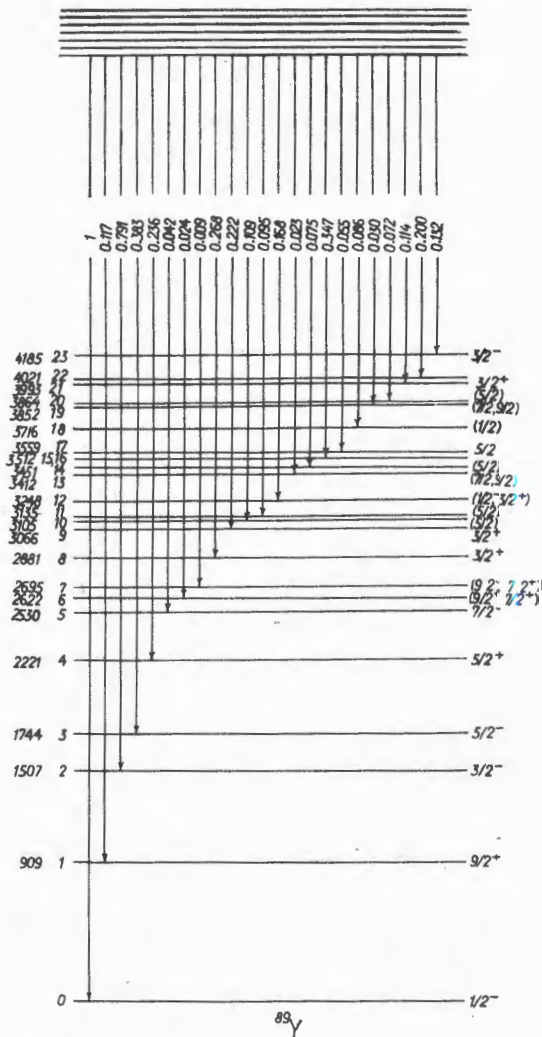


Рис. 41. Квантовые характеристики низколе-
жащих уровней ядра ^{89}Y .

для прямых переходов с аналогов на
низколежащие уровни ^{59}Cu . Обнаружена
избирательность в заселении состояний
типа поляризации остова.

Динамика конденсированных сред

Температурная зависимость плотно-
сти бозе-конденсата в жидком гелии
измерена с помощью неупругого рассея-
ния тепловых нейтронов. Эксперименты
проводились на спектрометре ДИН-1М
для трех углов рассеяния $/k = 14,1;$
 $13,4; 12,6 \text{ \AA}^{-1}$ при температурах 1,2;
1,8; 2,11; 2,17; 2,35; 4,2 К.

Спектры рассеянных нейтронов при
 $k = 14,1 \text{ \AA}^{-1}$ для нескольких темпера-
тур показаны на рис. 42. Результаты

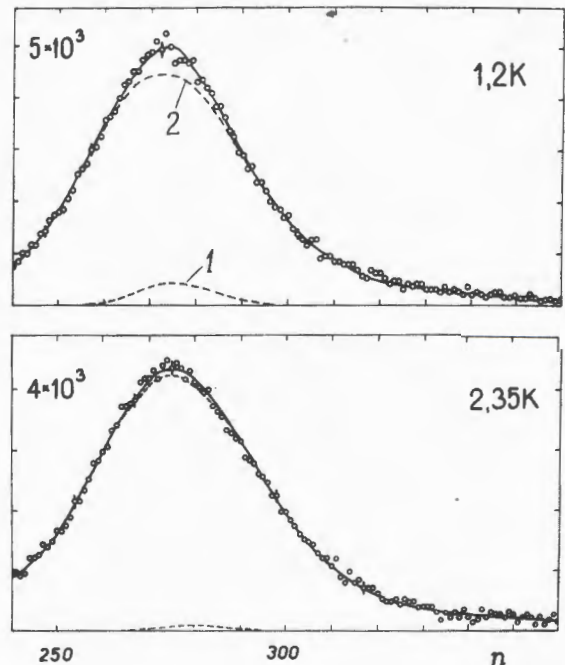


Рис. 42. Спектры неупругого рассеяния тепловых
нейтронов на гелии при $k = 14,1 \text{ \AA}^{-1}$ для несколь-
ких температур. Нижняя и верхняя пунктирные
кривые - расчет для бозе-конденсатной и надкон-
денсатной частей спектра.

для температурной зависимости относительного количества бозе-конденсата представлены на рис. 43. Характер зависимости совпадает с температурной зависимостью количества сверхтекучей компоненты. Результат для нулевой температуры равен: $\xi_0 = 0,024 \pm 0,004$. Исследования проводились в сотрудничестве со специалистами Физико-энергетического института /Обнинск/.

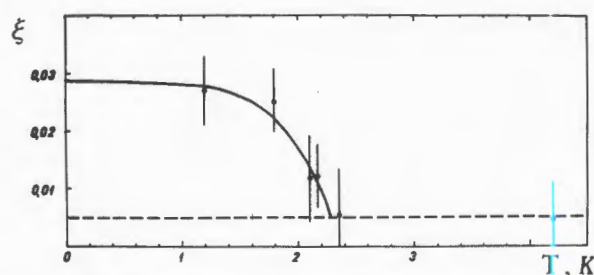


Рис. 43. Температурная зависимость количества бозе-конденсата в жидком гелии.

Структура кристаллических уровней парамагнитных ионов Pr^{3+} в интерметаллическом соединении PrAl_2 определена методом неупругого рассеяния тепловых нейтронов с использованием бериллиевого фильтра перед детектором на импульсном реакторе ИБР-30 и с помощью спектрометра IN_4 на стационарном реакторе /совместная работа с Институтом Лауэ-Ланжевена в Гренобле/ /рис. 44/. Получены параметры кристаллического поля $V_4 = /47 \pm 4/ \cdot 10^{-4}$ мэВ и $V_6 = -/56 \pm 12/ \cdot 10$ мэВ. Достигнуты большие успехи в теории связанных с этим явлений.

Развивался корреляционный метод измерения неупругого рассеяния нейтронов. Испытывался 80-сантиметровый прерыватель - один из основных узлов спектрометра для ИБР-2. Выполнены пробные эксперименты с монокристаллом алюминия, показавшие, что этим

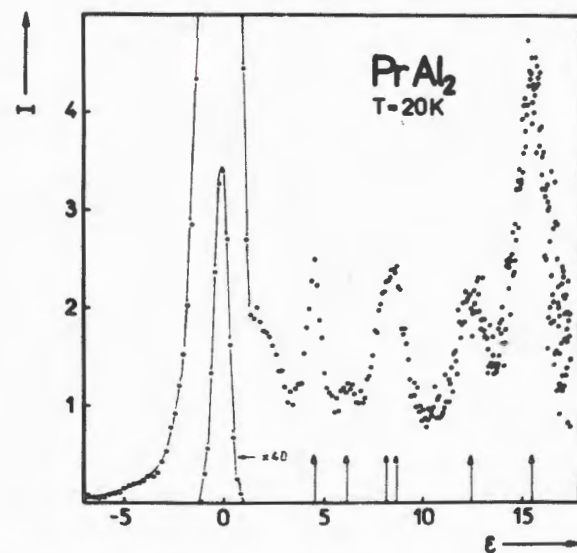
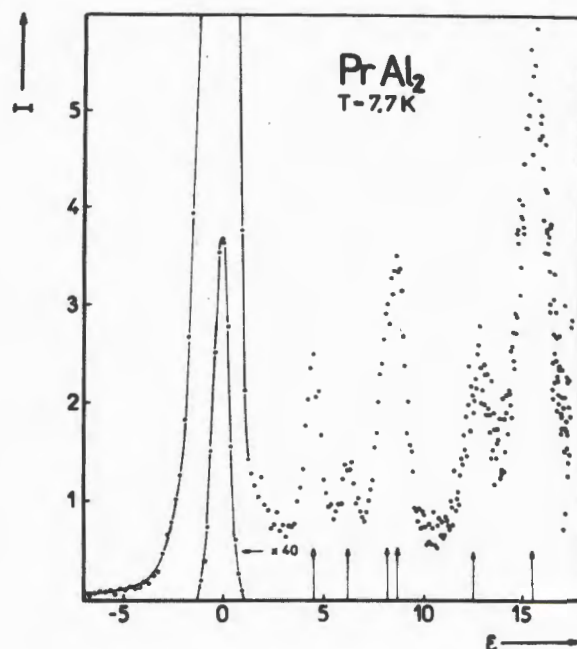


Рис. 44. Энергетические спектры неупруго рассеянных нейтронов в PrAl_2 , полученные при разных температурах на стационарном реакторе; ϵ - передача энергии в мэВ, I - интенсивность в произвольных единицах.

методом удается наблюдать широкую область поверхности рассеяния и полу-

чать большой объем информации о фоновом спектре кристалла.

Нейтроннография и структура сложных кристаллов

Возможность изучения структуры монокристаллов методом нейтроннографии по времени пролета опробована в эксперименте по измерению интегральных интенсивностей отражений от монокристалла $C_{10}D_8$ /рис. 45/. Показано, что метод способен давать точные значения структурных факторов для решения широкого круга задач структурного анализа.

В результате измерений нейтроннограмм другого кристалла - дейтерированного лантан-магниевого нитрата /ЛМН/ уточнены положения атомов водорода. Сравнение /рис. 46/ положений атомов дейтерия и водорода /последние определены ранее рентгенографически/ обнаружило систематические отличия, свидетельствующие об изменении длин связей и валентных углов при замене легкого изотопа водорода на тяжелый.

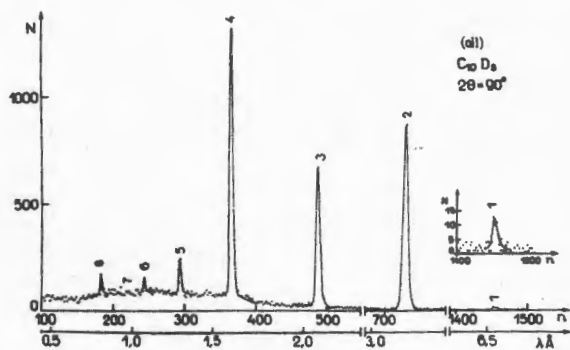


Рис. 45. Нейтроннограмма от монокристалла $C_{10}D_8$, полученная методом времени пролета.

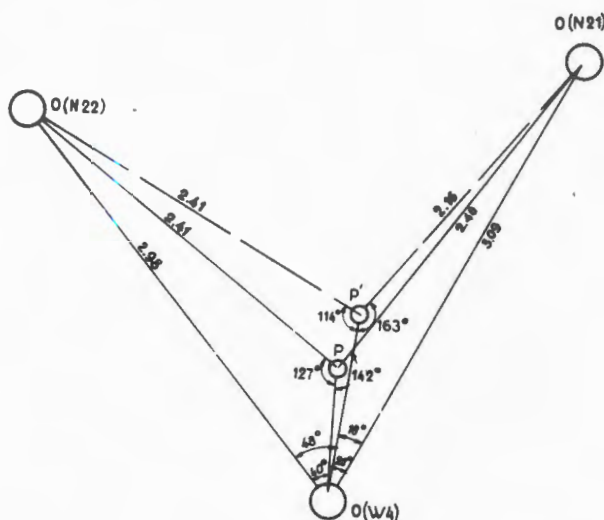


Рис. 46. Положение атома водорода по рентгеновским (P) и нейтронным (P') данным. Положение P соответствует связи атома кислорода O(W4) сразу с двумя другими O(N21) и O(N22). Положение (P') соответствует обычной связи O(W4) с O(N21) /слабая водородная связь/.

Измерение малых магнитных эффектов

Проверка принципа эквивалентности, основанная на прямом воздействии гравитации на электромагнетизм, выполнена с помощью высокочувствительного сверхпроводящего квантового интерферометра, разработанного в лаборатории. Измерялась зависимость от ориентации в пространстве изменений магнитной индукции феррита в электрическом поле конденсатора /последний вместе с ферритом размещался в интерферометре, рис. 47/. Эффекта, которого можно было ожидать при нарушении принципа эквивалентности, не обнаружено. Эксперимент подтвердил справедливость принципа эквивалентности для компонент гравитационного поля типа $g_{0\alpha}$.

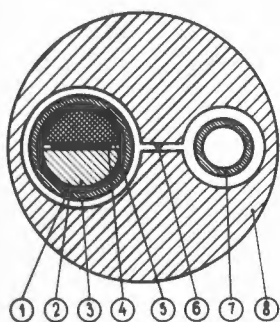


Рис. 47. Схема расположения конденсатора /1,4/ и феррита /5/ в сверхпроводящем квантовом магнитометре в эксперименте по проверке принципа эквивалентности.

Эксплуатация, совершенствование и развитие основных установок и новой аппаратуры

Реактор и ускорители

С 1 января по 1 октября 1976 г. реактор ИБР-30 проработал на эксперимент 3300 ч, из них 1800 - совместно с ускорителем ЛУЭ-40. В период профилактического ремонта произведена замена механических систем реактора и смена отработанных тепловыделяющих элементов активной зоны. Реактор подготовлен к повышению мощности до 25-30 кВт. Для инжектора установлена новая мишень из урана-238. Смонтирован охлаждаемый замедлитель.

Электростатический ускоритель ЭГ-5 проработал на эксперимент 3660 ч.

Измерительно-вычислительный центр (ИВЦ)

В ходе работ по развитию ИВЦ, проводимых отделом радиоэлектроники, совершенствовалась и создавалась радиоэлектронная аппаратура для физических установок, спектрометров и реактора ИБР-2. Запущен измерительный модуль для экспериментов с поляризованными нейтронами и ядрами. Введена в эксплуа-

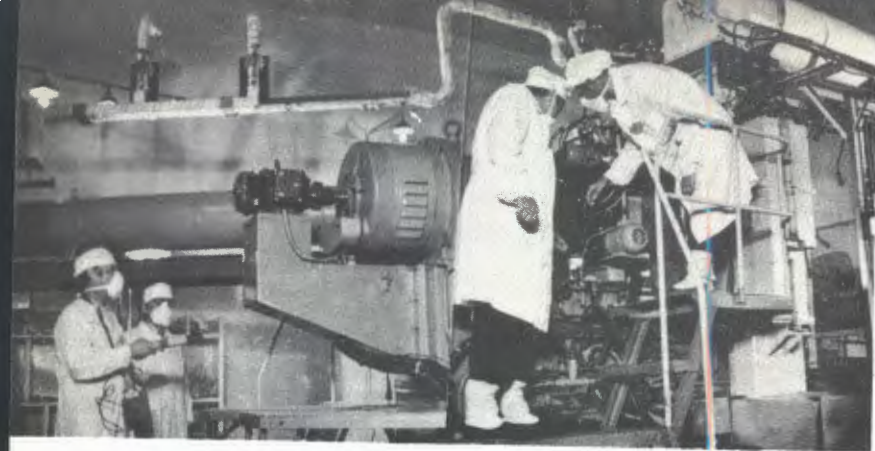
тацию измерительная система на ЭВМ PDP 11/21. Велись работы по подготовке измерительных модулей, предназначенных для изучения биологических объектов, исследования альфа-распада резонансов.

В дополнение к действующей фортранной станции ЭВМ БЭСМ-6 установлено терминальное оборудование ЭВМ CDC-6500, предназначенное для непосредственной связи с этой вычислительной машиной. Подготовлен проект использования машины PDP 11 / 70 в качестве центрального процессора для ИВЦ ИБР-2.

Сооружение ИБРа-2 и подготовка физических установок

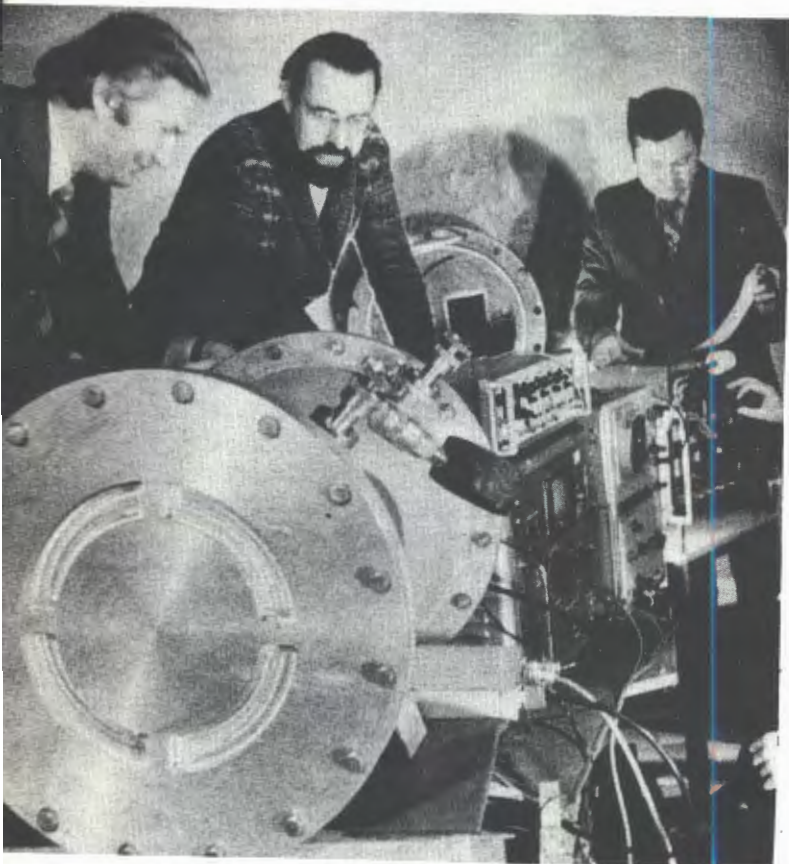
Завершены строительно-монтажные работы в зале реактора ИБР-2 и двух экспериментальных залах. Велись работы по подготовке оборудования и технологических систем к физическому пуску. Проведены стендовые испытания и доработка узлов подвижного отражателя, испытания тепловыделяющих элементов и системы СУЗ. Подготовлен персонал.

Проводились наладка и испытания электронной пушки инжектора-ускорителя ЛИУ-30. Изготавливались следующие экспериментальные установки для ИБР-2: корреляционный спектрометр неупругого рассеяния тепловых нейтронов, нейтронный дифрактометр для исследования сложных кристаллов, установка для измерения электрического дипольного момента нейтрона, спектрометр неупругого рассеяния ДИН-2 /совместно с ФЭИ, г.Обнинск/. Выбран оптимальный вариант замедлителей для ИБР-2. Велось рабочее проектирование зеркальных нейтронных труб на основе образца, разработанного и испытанного в лаборатории. На реакторе ИБР-30 испытан опытный образец охлаждаемого замедлителя.



Базовая установка Лаборатории нейтронной физики - импульсный реактор ИБР-30 во время профилактического ремонта.

Создан новый прибор - спектрометр α -частиц для исследования спектров частиц, испускаемых при распаде нейтронных резонансов.



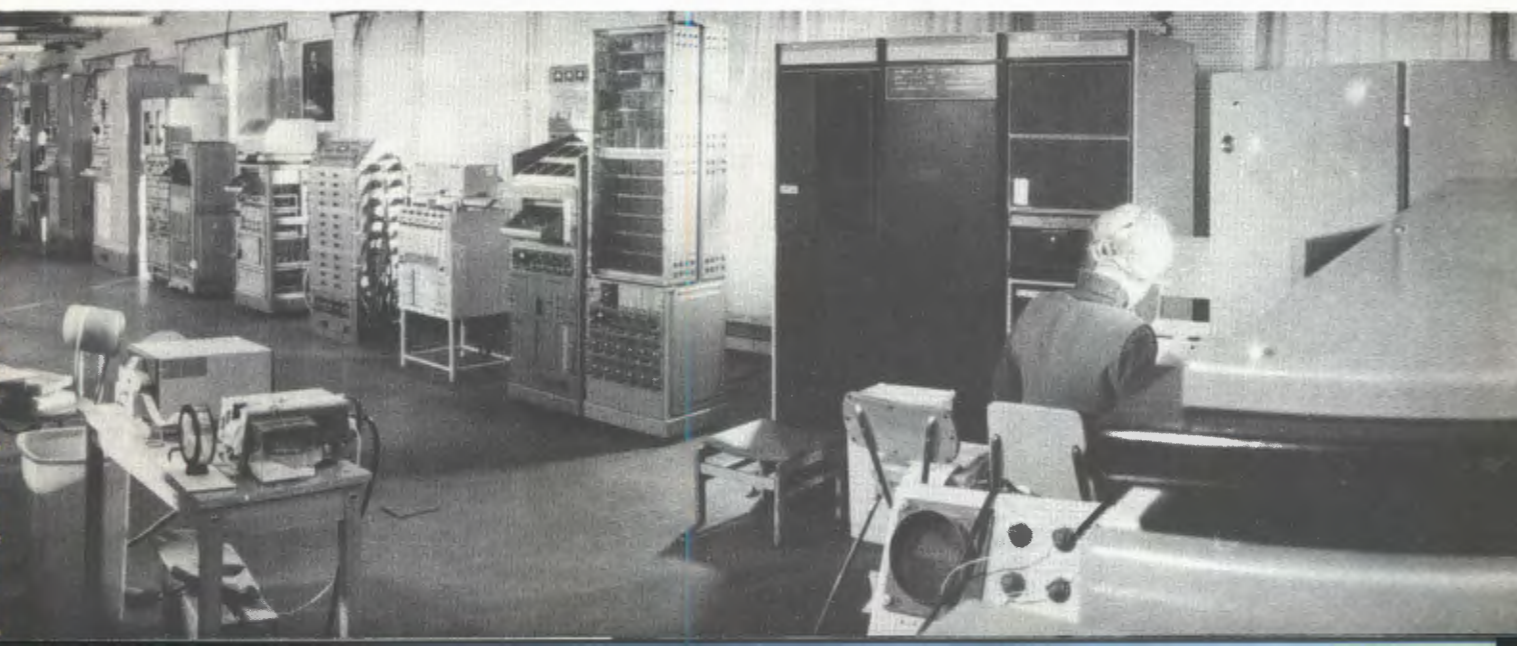
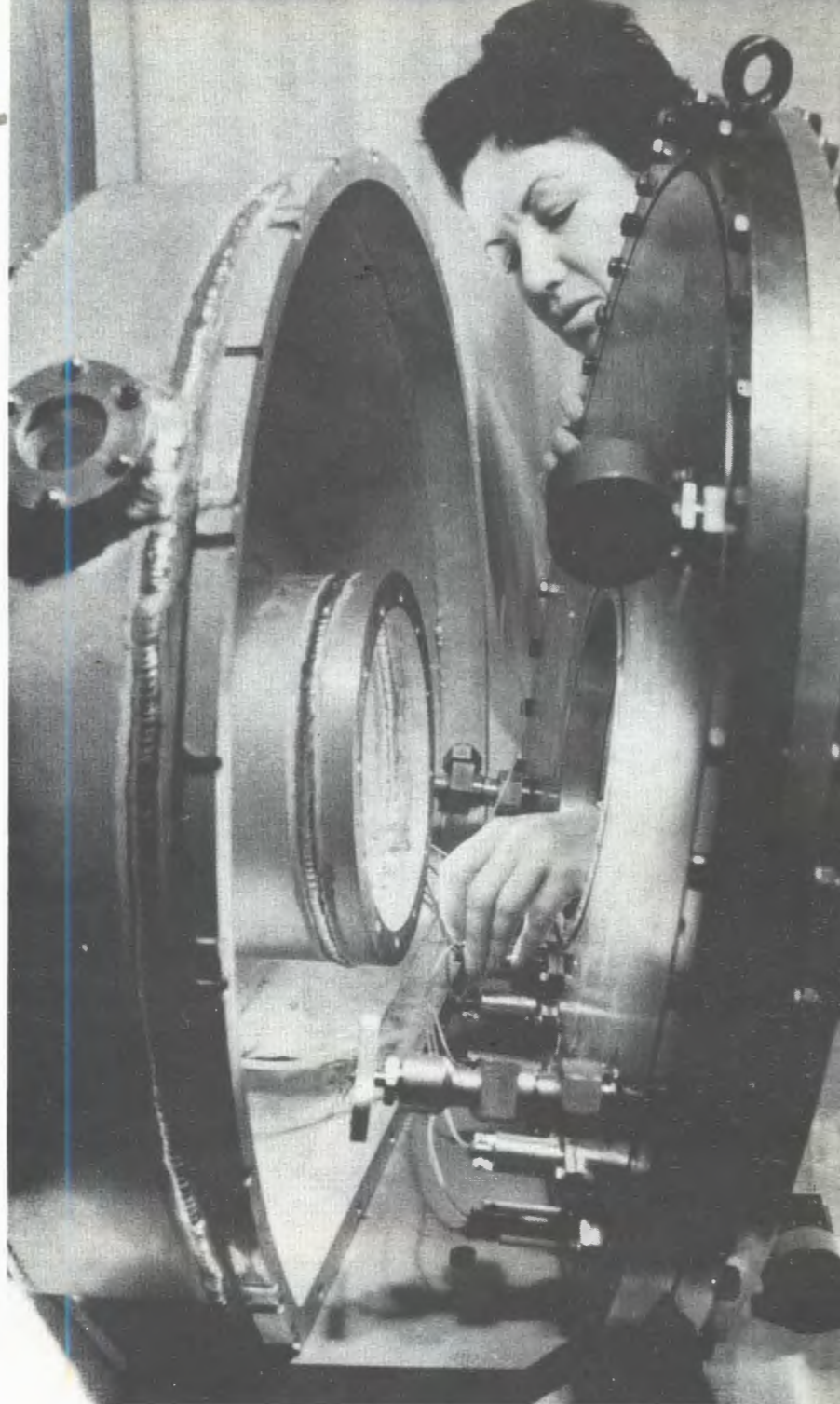
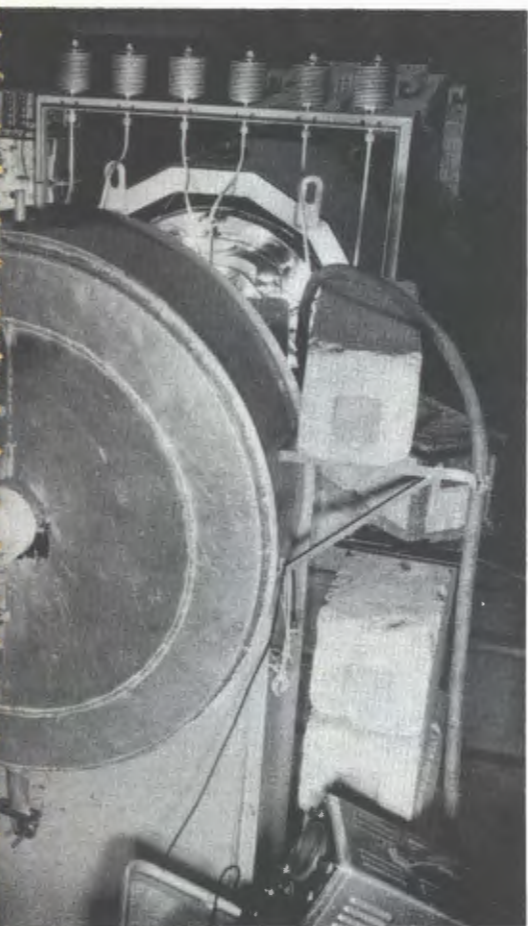
Детектор рассеянных нейтронов - он использовался в опытах по измерению длин рассеяния нейтрона на гелии.

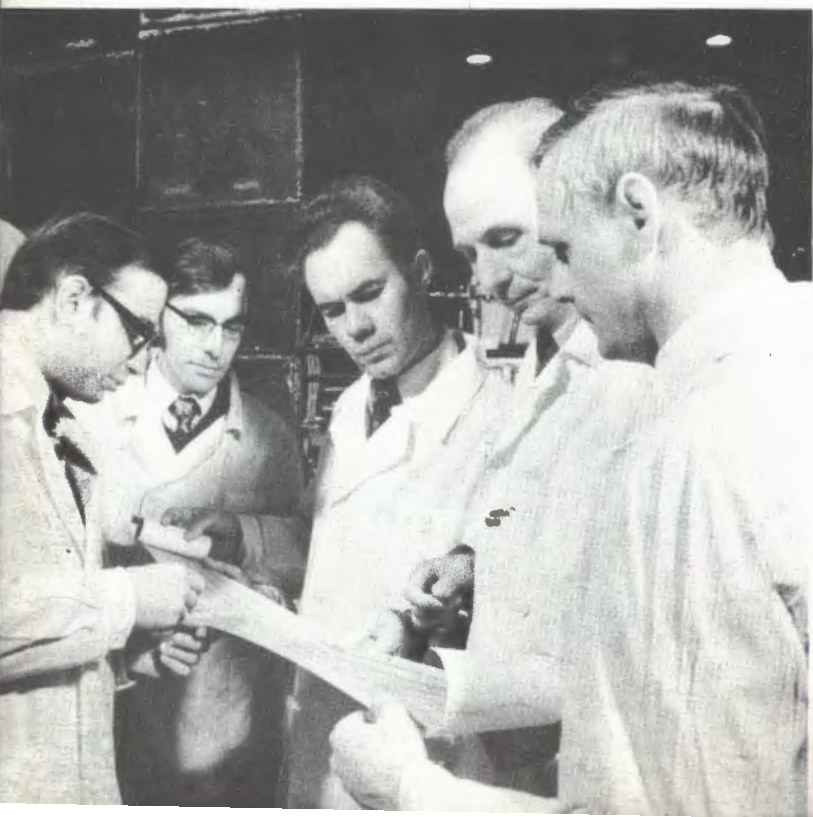
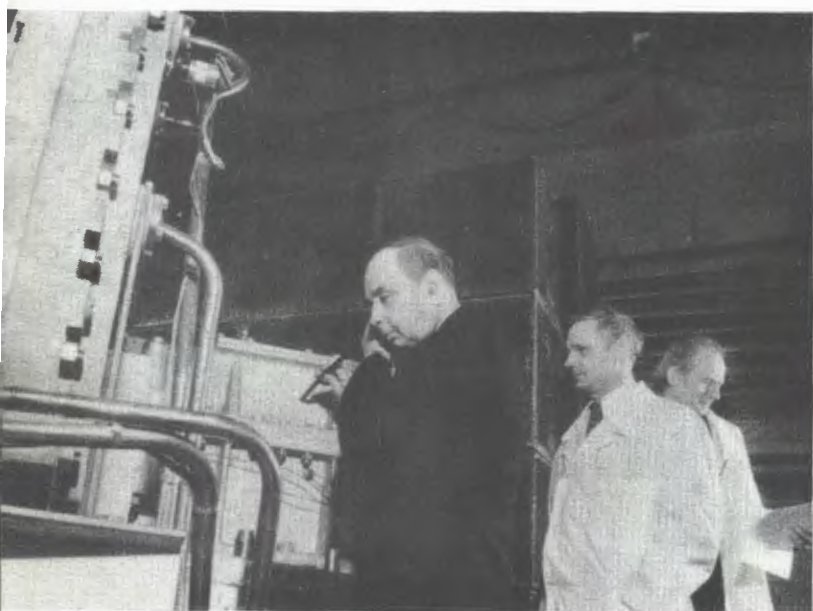
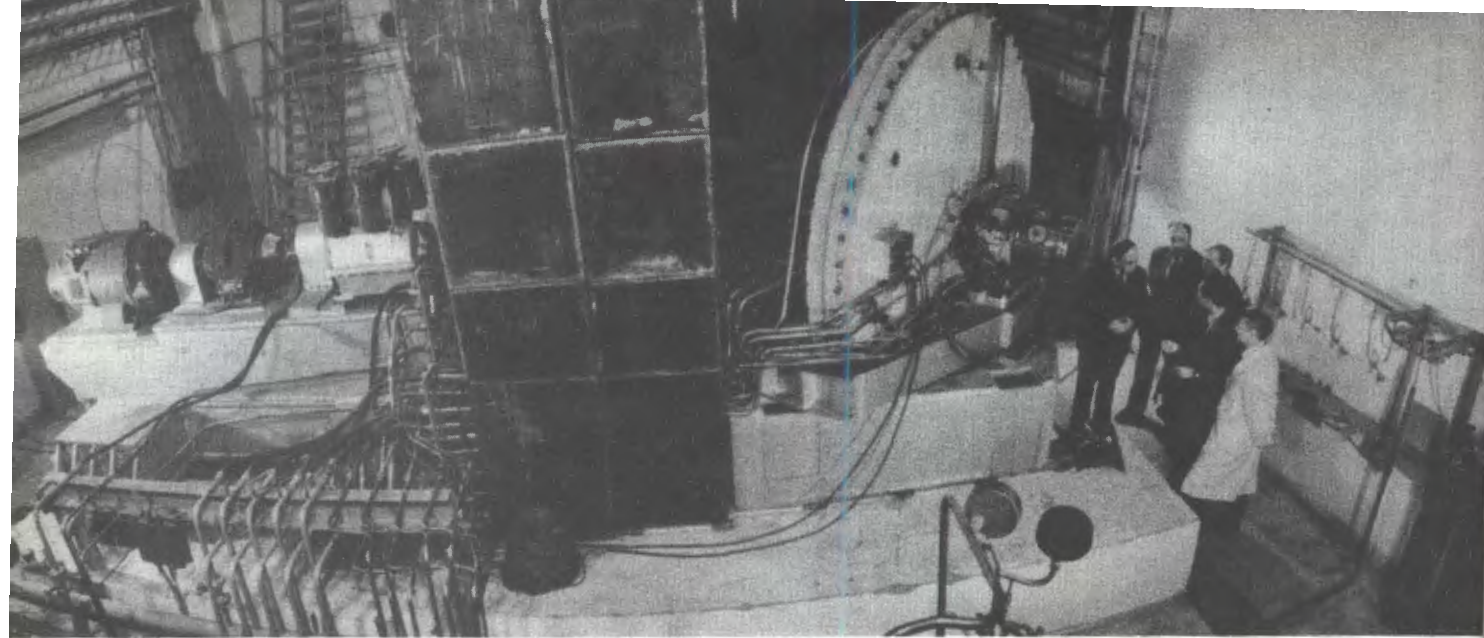


Анализаторный зал измерительного центра лаборатории. На переднем плане - новые измерительные модули, созданные на базе малых ЭВМ.

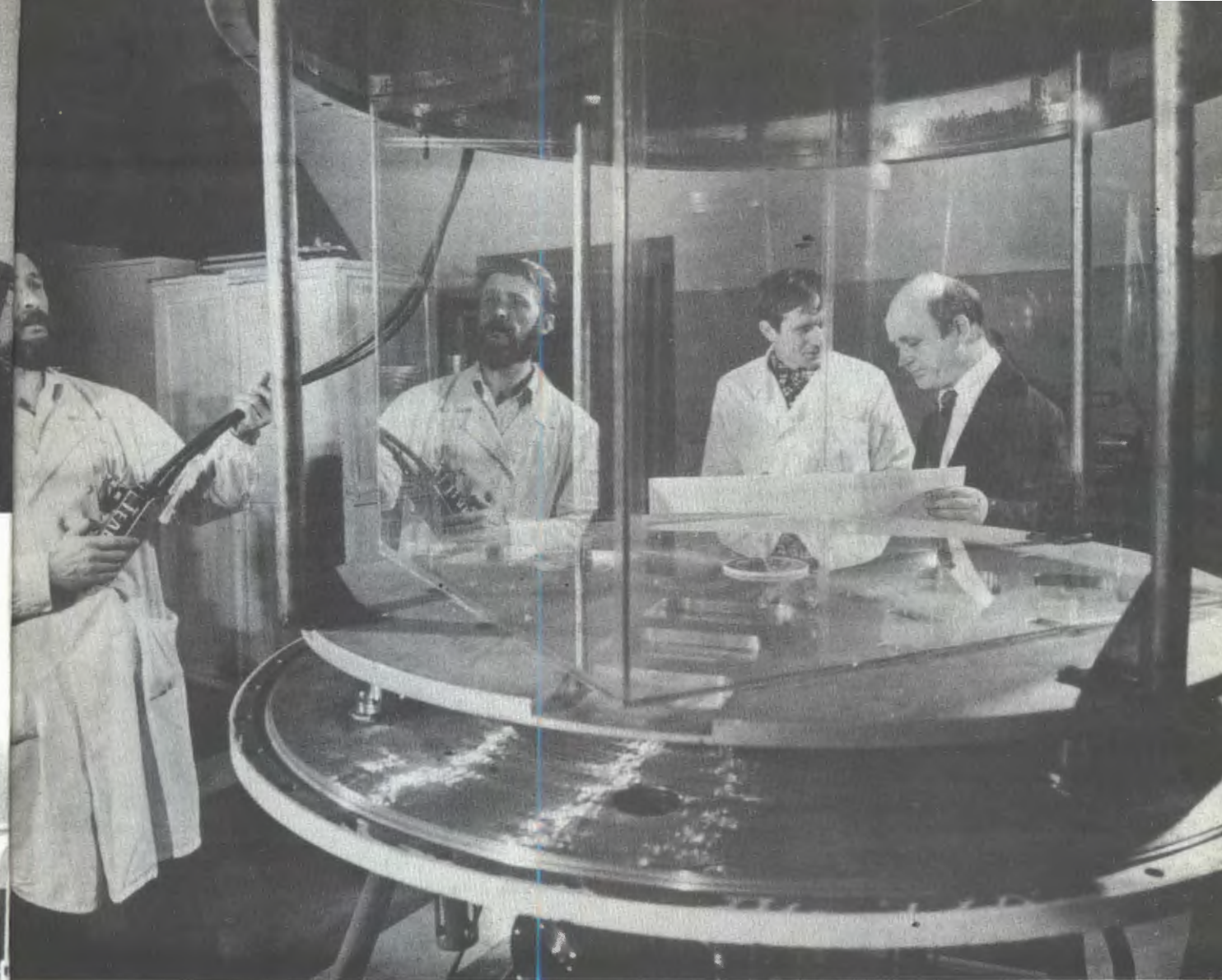


*Для экспериментов по малоугловому
рассеянию нейтронов в исследованиях
биологических объектов разработан
кольцевой детектор нейтронов.*

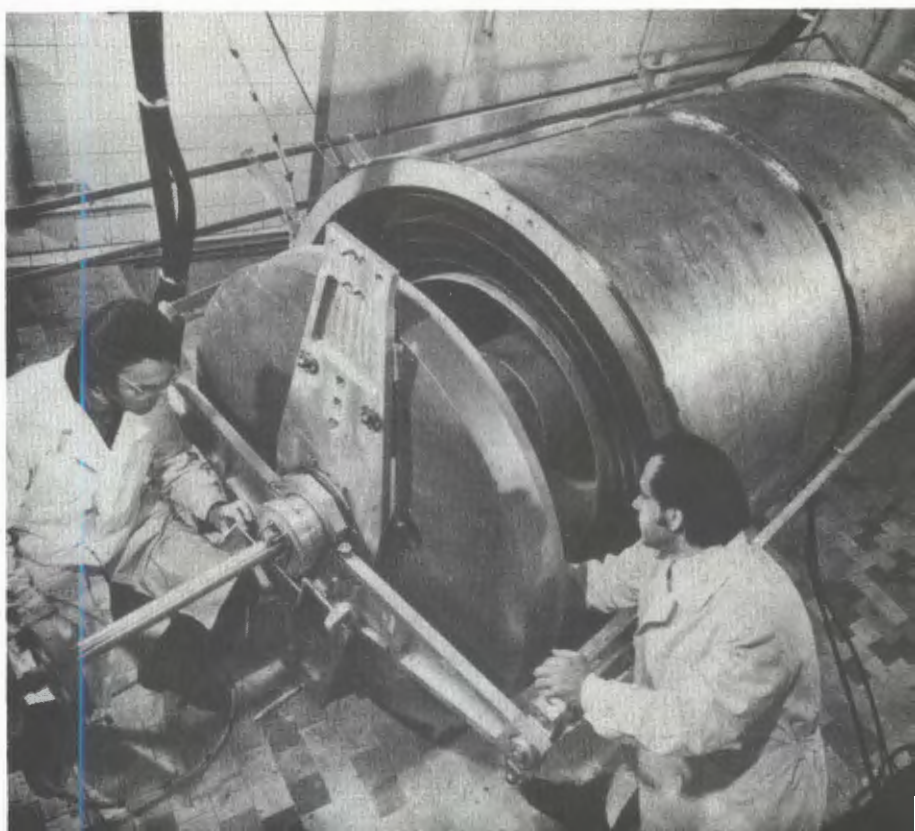




Оборудование и технологические системы строящегося реактора ИБР-2 готовятся к физическому пуску. Проведены стендовые испытания и доработка узлов подвижного отражателя - одного из основных узлов реактора.



Установка для работ с ультрахолодными нейтронами. Ее конструкция позволяет использовать разнообразные сосуды для хранения УХН.



Магнитный экран установки для измерения электрического дипольного момента нейтрона с помощью УХН.

Лаборатория вычислительной техники и автоматизации

Основные усилия лаборатории в истекшем году были направлены на дальнейшее развитие и повышение эффективности центрального измерительно-вычислительного комплекса Института, расширение его конфигурации и улучшение математического обеспечения, эффективное использование базовых ЭВМ Института, а также автоматической и полуавтоматической аппаратуры для просмотра и измерения снимков с трековых камер.

Совершенствовались математические методы и программные комплексы по обработке трековой и спектрометрической информации, а также управлению с помощью ЭВМ экспериментальными установками.

Изучались ядерные процессы при релятивистских энергиях, взаимодействия нейтронов и пионов с протонами, а также многочастичные процессы в пион-нуклонных и пион-ядерных взаимодействиях при высоких энергиях.

Выполнялись теоретико-численные исследования решений нелинейных задач в связи с научными и инженерными работами, проводимыми в Институте.

Развитие и использование измерительно- вычислительного комплекса ОИЯИ

Расширение конфигурации ЭВМ
центрального комплекса

Установлено, налажено и введено в эксплуатацию новое оборудование /процессоры, магнитные накопители и терминалы/, а также математическое обеспечение системы CDC-6500. Производительность этой системы примерно



в два раза больше производительности системы CDC-6400, что значительно увеличило общую производительность центрального вычислительного комплекса Института.

В составе системы CDC-6500 в настоящее время имеются: два центральных процессора с оперативной памятью 131 К, десять периферийных процессоров, устройство памяти на магнитных дисках емкостью около 80 млн. слов. Увеличено число внешних устройств ввода-вывода, установлены новые семи- и девятидорожечные магнитофоны с автозагрузкой и новое терминальное оборудование.

Наличие развитого терминального оборудования в составе системы CDC-6500 предоставило пользователям ряд новых возможностей и удобств в работе. Проводились также работы по установке терминального оборудования в лабораториях ОИЯИ на основе оборудования системы CDC-6500.

При решении этих задач осуществлялось широкое сотрудничество ЛВТА с институтами стран-участниц: МИ АН МНР, ЦИФИ ВАН, ВЦ АН ГДР, ИЯИ ПНР.

Закончена разработка схем для подключения магнитофонов типа ЕС-5010 и ЕС-5012 к ЭВМ М-222 ВЦ МИ АН МНР. Произведена детальная привязка схем непосредственно на ЭВМ М-222 в Улан-Баторе.

Создание и развитие математического обеспечения ЭВМ

Разработан /в рамках общего инженерно-математического проекта/ проект реализации языка общения пользователей терминалов с концентратором ЕС-1010

и ЭВМ БЭСМ-6 на базе языка системы INTERCOM.

Существенно модернизирована система ДД-75 /диспетчер и мониторная система "Дубна" на ЭВМ БЭСМ-6/ с целью расширения возможностей программного управления прохождением задач и распределением дисковой и ленточной памяти, а также для обеспечения новых средств отладки и доступа пользователей к ресурсам БЭСМ-6 /в том числе, к ее дисковой памяти/. В частности, улучшена система автоматического опознавания и распределения устройств для решаемых задач; расширены возможности доступа к информационным массивам на дисках /в том числе, при образовании и разгрузке очередей задач и выходных файлов/; введены в эксплуатацию экстракод и программы обмена информацией между задачей пользователя и терминалом /телетайпом или дисплеем типа Видеотон-340/; разработаны средства управления отладкой задач с помощью терминалов; реализовано программное управление печатающими устройствами серии ЕС.

Эксплуатация базовых электронных вычислительных машин

ЭВМ	Годовой план /в час/	Общее полезное время за год /в час/	Среднее суточное полезное время за год /в час/	Число пропущенных за-
БЭСМ-6	6000	7224	20,7	76800
CDC-6400, 5900 6500		6681	21,2	127462

Создание и развитие автоматических и полуавтоматических систем обработки камерных снимков

“Спиральный измеритель”. Проводились работы по введению режима фильтрации в реальном времени данных сканирования на “Спиральном измерителе” с использованием малых ЭВМ. Разработаны необходимые электронные устройства и каналы связи двух ЭВМ Э-100 и ТРА, а также блок управления дисплеем ВТ-340, который включен в систему. Ведутся также работы по адаптации системы программ ФИЛЬТР для ар-эксперимента.

В этих работах активное участие принимали сотрудники ЦИФИ ВАН /Будапешт/, а также ИФВЭ АН ГДР /Цойтен/.

Сканирующий автомат НРД. Разработан, изготовлен и отлажен основной комплект блоков новой электроники НРД. Отлажен комплект тестовых программ на CDC-1604A, написана управляющая программа для ЭВМ ТРА 1001 i.

Подготовлена и отлажена аппаратура и программы для имитации существующего варианта электроники НРД.

Разработана и введена в эксплуатацию версия калибрующей программы с расширенной диагностикой работы отсчетного канала автомата НРД.

Исследована стабильность констант отсчетной системы НРД. Разработана и введена в эксплуатацию новая версия программного комплекса HAZE1, совмещающая процесс измерения пленок и уточнение констант отсчетной системы автомата.

Разработаны форматы представления данных НРД на магнитных лентах для станции “спасения” событий. Подготовлена первая версия программы для

ЭВМ ТРА-i, осуществляющей вывод изображения событий на дисплей и допускающая ряд преобразований этого изображения.

Создан комплекс программ для обработки снимков с МИС ОИЯИ, обеспечивающий измерение и обработку снимков в режиме автоматического распознавания элементов событий и стандартный вход в систему ROMEO на CDC-6500. Надежность восстановления реперных крестов составляет 95-100%. Проведены сеансы массового измерения снимков с МИС на НРД.

При модернизации электроники НРД осуществлялось сотрудничество с ЦИФИ ВАН.

Автомат на электронно-лучевой трубке АЭЛТ-2/160. Завершена комплексная наладка автомата /без лентопротяжного устройства/. Создан оптический вывод на просмотрный стол. Подключены дисплей-монитор и дисплей-лупа со световым карандашом, а также пульт управления с функциональной клавиатурой и дисплей фирмы “Видеотон”. Разработано и отлажено устройство управления от ЭВМ уровнями дискриминации. Созданы базовый пакет рабочих программ управления сканированием, опознавания крестов, программы диалога оператор - ЭВМ. Получены первые характеристики по точности /по X - 3,5 мкм, по Y - 7 мкм/.

Просмотрово-измерительные проекторы БПС-3У. Проведена коррекция и передана на Экспериментальный завод научного приборостроения АН СССР документация на пульт приема-передачи данных проектора БПС-75 для его промышленного производства. Произведена переделка макетного образца прибора

БПС-3У до уровня БПС-75. Макет проектора БПС-75 подключен к ЭВМ ТРА-1001i. Написаны программы для снятия скоростных характеристик измерительных кареток при управлении от ЭВМ, программа для проверки пульта приема-передачи данных. Проводится отладка режима программного сопровождения на макете проектора БПС-75.

Составлен проект-обоснование измерительного модуля на базе проектора БПС-3У.

ПУОС-САМЕТ-БЭСМ-4. Введен режим программного автосопровождения на двух столах САМЕТ, оснащенных электронными блоками ПАС.

Разработан и отлажен опытный образец блока ПУОС-КАМАК. Проведено подключение блока к системе ПУОС-САМЕТ-БЭСМ-4. Выполнены контрольные измерения снимков.

Реализован алгоритм проверки измерений, использующий реконструкцию событий, с целью уменьшения числа последующих повторных измерений событий в системе ПУОС-САМЕТ-БЭСМ-4.

Работы велись при активном участии сотрудников ФИ ЧСАН /Прага/.

Просмотр и измерение снимков с трековых камер

Просмотр снимков с трековых камер проводился на просмотрных столах УПС-50-80 и БПС-1.

Измерено на полуавтоматических устройствах /ПУОСы и САМЕТ/ 78 тысяч событий и на автоматических сканирующих устройствах /НРД, АЭЛТ-1, СИ-1/ - 108 тысяч событий с различных трековых камер ОИЯИ.

Создание и развитие средств и методов визуальной связи с ЭВМ

Разработаны принципиальные схемы устройства связи ЭВМ ЕС-1010 с ЭВМ БЭСМ-6.

Разработан и испытан макет графического дисплея на бистабильной бессеточной ЭЛТ. Контроллер дисплея, генераторы символов и векторов, устройства ввода используются в настоящее время в составе аппаратуры удаленной дисплейной станции ЭВМ БЭСМ-6.

Создан базовый комплект программ для дисплея на запоминающей электронно-лучевой трубке, включающей в себя административные подпрограммы, подпрограммы генерации графических объектов, управляющие подпрограммы для устройства ввода /джойстик, трекболл/ и др.

Разработка методов расчетов и создание систем обработки экспериментальных данных

Системы программ обработки камерных снимков

Получены факторизованные представления информационных матриц с учетом энергетических потерь. На основе этих исследований предложен эффективный алгоритм поиска оценок кинематических параметров заряженных частиц при обработке информации в физике высоких энергий с учетом множественных случайных факторов.

Получена методика контроля результатов измерения на "Спиральном измерителе" событий, зарегистрированных

трековыми детекторами. Создана и отлажена программа контроля результатов обмера камерных фотографий. Работа программы проверена на результатах обмера событий на НРД и СИ.

Разработана методика генерации из отдельных модулей и элементов системы ГИДРА различных версий программ контроля, начата отладка программ генерации.

На CDC-6400 поставлены прикладные пакеты системы ГИДРА, предназначенные для генерации событий, фитирования экспериментальных данных и построения траекторий заряженных частиц.

На ЭВМ БЭСМ-6 создан новый вариант геометрической программы ГЕОМСК, предназначенной для восстановления событий с СКМ-200. Конфигурация магнитного поля задается на магнитной ленте.

Использование ЭВМ на линии с экспериментальными установками

Математическое обеспечение экспериментов с бесфильмовым съемом данных в области физики высоких энергий. Разработана и создана универсальная система программ накопления и представления статистических результатов /гистограммирование и табулирование/ для установки "Альфа", работающей на линии с ЭВМ ЕС-1010.

Разработана методика, созданы программы обработки данных с дрейфовых камер, обработан реальный материал и получены результаты. Усовершенствованы алгоритмы распознавания и геометрической реконструкции и проведена обработка части экспериментальной информации, полученной на установке "Фотон"

в эксперименте по изучению процесса $\pi^+ p \rightarrow \eta^0 p \rightarrow \gamma \gamma$.

Адаптирована и поставлена на CDC-6500 система программ НBOOK. Система обеспечивает накопление экспериментальных статистических данных /одномерных и двумерных гистограмм, таблиц и графиков/ и вывод их на печатающие и графические устройства. В систему НBOOK входит 45 подпрограмм различного назначения. Система может быть автономно использована в любых программах обработки статистических результатов на CDC-6500.

При выполнении указанных работ осуществлялось сотрудничество с ЦЕРНом, а также с ЦИФИ ВАН, ТУ ГДР /Дрезден/, ИЯИ ПНР /Сверк/ и ФИ ЧСАН /Прага/.

Обработка спектров ядерных излучений. Разработаны новые алгоритмы и создан на их основе набор программ для обработки спектров. Осуществлялось дальнейшее расширение, усовершенствование и доведение до массовой эксплуатации системы обработки спектров /СОС/. Проведены работы по созданию первого варианта программного обеспечения для подключения измерительного модуля с малой ЭВМ к базовой ЭВМ Минск-32 Лаборатории ядерных реакций.

Активное участие в работах по подготовке программных модулей /для обработки спектров с установки "СПИН" с целью их включения в систему СОС/ приняли сотрудники НРБ и ЧССР.

Математическое обеспечение управления при помощи ЭВМ ускорительными установками. Подготовлена программа-драйвер для сданной в эксплуатацию одно- и многокрейтовой /в стандарте

КАМАК/ аппаратуры сопряжения между М-6000 и измерительной системой модели коллективного ускорителя. Подготовлен также тест программной проверки этой аппаратуры.

Разработаны алгоритмы и программы на ТРА-1001 для многопараметрического контроля и набора статистики по параметру интенсивности пучка, для измерения и управления ускоряющей частотой синхрофазотрона с помощью ЭВМ ТРА-1001. Проведены сеансы измерения частоты, интенсивности и радиального положения пучка.

Бесфильмовая система регистрации и обработки информации со стримерных камер. Создана автоматизированная система сбора и накопления данных с телевизионной установки. Разработаны новый вариант системы регистрации координат треков с использованием быстрых счетчиков с буферными регистрами, блок управления для работы в режиме выборочного сканирования изображений, имеющих большую информационную емкость /больше 10 координат на строку/; осуществлено подключение к ЭВМ М-6000 телевизионной установки через стандартный контроллер крейта КАМАК и разработано соответствующее программное обеспечение для управления установкой и накопления данных сканирования.

Разработан проект телевизионной системы контроля стримерной камеры установки РИСК.

Разработаны алгоритмы опознавания элементов треков и измерения ионизации в стримерной камере с использованием методов слежения по углу и вычислений в остаточных классах. Проведено исследование указанных алгоритмов на ЭВМ БЭСМ-6.

Математическое обеспечение системы автоматизированного проектирования печатных плат на базе ЭВМ БЭСМ-6 и малых ЭВМ. Разработано программное обеспечение системы ГРАФ, позволяющее автоматизировать конструкторское проектирование печатных плат модулей ядерной электроники /КАМАК, "ВЕКТОР" и т.д./ и печатных электродов для искровых, дрейфовых и пропорциональных камер. Указанное матобеспечение позволяет также автоматизировать технологические процессы: изготовление плат и электродов на специальном оборудовании и станках с числовым программным управлением /АДМАП-1, АДМАП-2, графопостроители КАЛЬКОМП-565, ДРП-3М, координатограф ЭМ-703/, выпуск конструкторской документации.

Методы прикладных вычислений

Получены новые условия сходимости /или ее отсутствия/ непрерывных и дискретных процессов решения нелинейных операторных уравнений. Получены условия глобальной сходимости непрерывного аналога метода Ньютона при исследовании обратной задачи теории рассеяния. Проведены конкретные расчеты на ЭВМ /по отработанной методике/ обратной задачи теории рассеяния. Опробован на ЭВМ новый метод решения нелинейных алгебраических уравнений. Этим методом решена /совместно с ОНМУ/ реальная физическая задача об определении траектории заряженных частиц в ускорителе. Завершены исследования по устойчивости некоторых типов разностных схем.

Разработаны алгоритмы и составлены соответствующие программы для численного решения задачи рассеяния в квантовой механике. Результаты были применены к расчету характеристик квазистационарных состояний мезомолекул водорода и одночастичных квазистационарных состояний сферических и деформированных ядер, а также к задаче рассеяния на потенциалах, возникающих в задаче трех тел с кулоновским взаимодействием. Проведено сравнение различных определений квазистационарных состояний в рамках единого численного метода, что позволяет определить области их применимости. Исследована зависимость резонанса и уровней энергии связанных состояний от величины приведенной массы системы.

Совместно с теоретиками ОИЯИ создана первая версия библиотеки программ по теоретической ядерной физике, включающая около 200 подпрограмм общим объемом в 15 000 операторов ФОРТРАНа. Тексты программ библиотеки записаны на магнитную ленту ЭВМ БЭСМ-6. Выполнены исследования по нейтронным резонансам, рассеянию альфа-частиц, численным методам решения задач ядерной физики.

Модернизирована и поставлена на ЭВМ CDC-6500 программа отыскивания периодических траекторий в ускорителе /программа PERIOD /. Разработан алгоритм и создана программа POLEP /программа POLEP подключена к программе PERIOD / для вычисления магнитного поля в прямолинейных промежутках ускорителя. Проведено исследование системы нелинейных дифференциальных уравнений с периодическими

коэффициентами вблизи резонансов 3-го и 4-го порядков. Освоена и поставлена на CDC-6500 новая программа POISSON для расчета двумерных магнитных полей. Проведены сравнительные расчеты диполя СП-магнита по этой и ранее эксплуатировавшимся программам. Для расчета некоторых конфигураций СП-магнита написана программа POISSON, являющаяся вариантом программы OVERLAY.

Выпущены описания к программам FOUR67, DELSQPHI, DELSQRZ /быстрый метод Фурье численного решения уравнения Пуассона/. Написана серия программ по использованию названного метода при расчете траекторий пучка частиц с учетом пространственного заряда.

Определены области белл-солитонов для различных моделей теории поля. Показано, что топологический солитон уравнения Гинзбурга-Ландау-Хиггса /ГЛХ/ является абсолютно устойчивым и может служить стабилизирующим фактором при взаимодействии с комплексными полями /солитонные мешки/. Показано, что время жизни двух масштабных "мезонных пузырей" для уравнений ГЛХ и sin-Gordon /без заполнения комплексным полем/ не превышает нескольких пульсаций.

Обнаружены качественно новые сферически-симметричные одномасштабные решения осциллирующего типа /долгоживущие "пульсоны"/, и найдена связь областей их устойчивости с видом потенциального рельефа.

Модифицированы программы расчетов внутриядерных каскадов, а также неупругих столкновений частиц с ядрами.

Активное участие в исследовании нелинейных задач физики приняли сотрудники из ИЯИЯЭ БАН /София/.

Участие в физических исследованиях

Исследование ядерных процессов при релятивистских энергиях. Проведена статистическая обработка на ЭВМ экспериментальных данных о рассеянии дейтронов при $P_0 = 4,3$ и $8,9$ ГэВ/с, $\theta_{\text{лаб}} =$

$= 103$ мрад и протонов при $P_0 = 4,3$ и $8,9$ ГэВ/с, $\theta_{\text{лаб}} = 103$ мрад на ядрах водорода, дейтерия и углерода. Выполнен теоретический анализ полученных результатов.

На СКМ-200 проводилось /совместно с ЛВЭ/ облучение тяжелых элементов: Рь, Аг, а также Си и С в пучке α -частиц с импульсом $17,8$ ГэВ/с. Произведена обработка ~ 5 тысяч взаимодействий α -частиц с веществом.

Участие в исследованиях на метровой жидководородной камере ОИЯИ. Целью этой работы, которая проводится ОИЯИ совместно с Бухарестским университетом, является изучение нейтрон-протонных взаимодействий при энергиях $1 \div 5$ ГэВ.

Исследована реакция $p \rightarrow d \pi^+ \pi^-$ в диапазоне импульсов налетающих нейтронов $/1,73 \div 5,1/$ ГэВ/с. Определено сечение реакции. При $P_n = 1,73$ ГэВ/с в спектре эффективной массы $\pi^+ \pi^-$ обнаружена особенность /около 410 МэВ/с²/, ширина которой равна экспериментальному разрешению.

Выполнено исследование кумулятивного образования нейтронов под углом θ в реакции $d + Al \rightarrow n + \dots$ при импульсе дейтронов от $2,5$ до $10,2$ ГэВ/с. Показано, что инвариантное сечение f_n растет с увеличением P_d и при $P_d \approx 5$ ГэВ/с выходит на плато.

Исследование $\pi^- p$ -взаимодействий при 16 ГэВ/с. Закончена идентификация нейтральных странных частиц в 6^- , 8^- , 10^- , 12^- лучевых событиях при изучении $\pi^- p$ -рассеяния. Подготовлена лента суммарных результатов /1000 событий/. Завершается обработка данных /совместно с ЛВЭ/ о сечениях рождения K^0 , Λ^- , $\bar{\Lambda}$ -частиц в инклюзивных процессах различных множественностей.

Участие в исследованиях на двухметровой пропановой камере. Целью этой работы является изучение процессов множественного образования частиц в пион-нуклонных и пион-ядерных взаимодействиях при импульсе 40 ГэВ/с.

В 1976 году осуществлялось изучение полуинклюзивных $\pi^- p$ - и $\pi^- C$ -реакций при $P = 40$ ГэВ/с. Обнаружено, что структурные функции π^\pm -мезонов и γ -квантов в центральной области не зависят от типа мишени ($P, n, {}^{12}C$).

Продолжалось исследование инклюзивных распределений Λ и K^0 -мезонов в $\pi^- {}^{12}C$ -столкновениях, а также некоторых эксклюзивных реакций $\pi^- p$ при 40 ГэВ/с.

Наибольшее внимание было уделено изучению образования резонансов в $\pi^- p$ -взаимодействиях при 40 ГэВ/с. Получены экспериментальные значения сечений рождения ω , ρ^0 , Δ^{++} и $K^*(890)$ -резонансов и исследованы их зависимости от быстроты γ^*/v в с.ц.м./, переменной Фейнмана X и поперечного переданного импульса P_\perp . Обнаружены корреляции между разноименными по знаку заряда π -мезонами в зависимости от их эффективной массы. При изучении корреляций между поперечными импульсами тождественных π -мезонов был получен поперечный размер области испускания пионов, составляющий $1,0 \pm 0,1$ Фм. Работы проводились на статистическом ма-

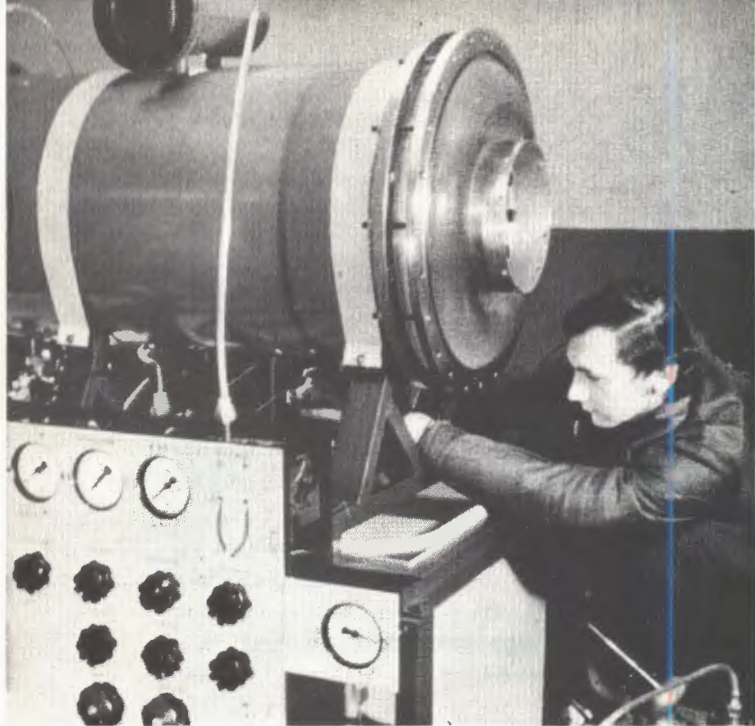
териале, включающем около 20 тысяч событий / πp , πn и $\pi^{-12}C$ /.

В обработке экспериментального материала участвовали лаборатории НРБ, ВНР, ПНР, СРР и СССР /Ташкент, Тбилиси, Алма-Ата и др./.

АСУ и ИПС ОИЯИ

АСУ. Разработано и реализовано программное обеспечение системы бухгалтерского учета и снабжения.

ИПС. Созданы и отлажены основные алгоритмы оптимизации списковой структуры системы. В частности, созданы оригинальные алгоритмы уплотнения узловых списков основного информационного массива, что существенно убыстряет систему поиска. Алгоритмы программно реализованы на языке КОБОЛ. Созданы и отлажены на ЭВМ БЭСМ-6 алгоритмы формирования и поиска в библиографической ИПС. Все алгоритмы реализованы в программах на алгоритмическом языке ФОРТРАН.



Проводились работы по развитию систем двухметровой спиральной камеры в магнитном поле - СКМ-200.

Сборка генератора новой системы высоковольтного импульсного питания установки.

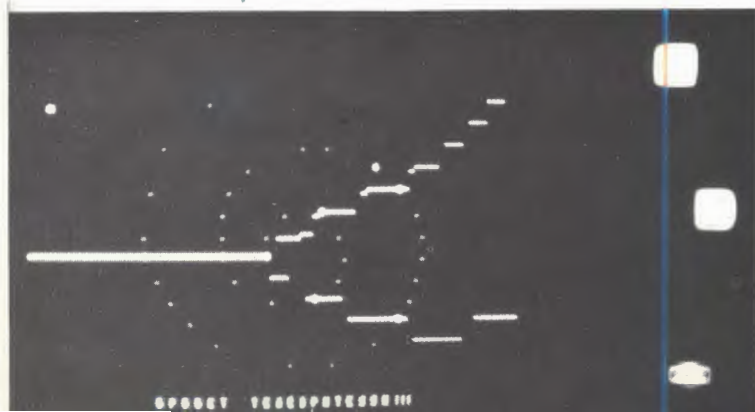


Проверка работы одной из систем контроля СКМ-200 на линии с ЭВМ ТРА-1000i.



Блок автоматического измерения реперных крестов спирального измерителя-1.

На спиральном измерителе-1 разрабатывается система фильтрации в реальном времени данных сканирования с использованием малых ЭВМ. На снимке: изображение на экране дисплея просканированного события.



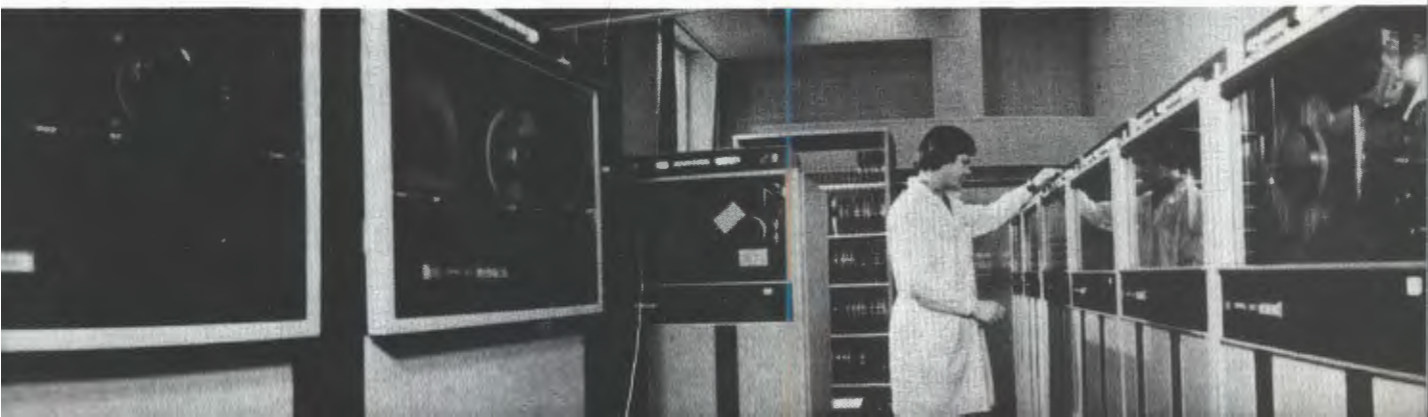
Монтаж перископа автоматической сканирующей установки "Спиральный измеритель-2".



Создается автомат на электронно-лучевой трубке для обработки камерных снимков - АЭЛТ-2/160. На снимке: узел фильмового канала и пульта оператора автомата.



Введено в эксплуатацию новое оборудование, а также математическое обеспечение системы CDC-6500. Это позволило значительно повысить производительность центрального вычислительного комплекса Института. На снимках: проверка систем магнитных дисков и магнитофонов ЭВМ.



Отдел НОВЫХ методов ускорения

Работы
по запуску
коллективного ускорителя
тяжелых ионов

Осуществлена программа исследований компрессии электронного кольца в адгезаторе до конечного радиуса и его вывода из адгезатора.

При числе электронов в кольце $1 \cdot 10^{13}$ были проведены эксперименты по определению времени жизни кольца. Первой ступенью импульсного магнитного поля осуществлялась компрессия кольца с начального радиуса 35 см до 25 см и последующее его расширение до начального радиуса. В течение времени такого цикла, равного 5 мс, кольцо существовало без видимых потерь.

Экспериментально определена зависимость радиуса кольца от времени /рис. 48/ путем измерения моментов времени наплывания кольца на флажок, установленный на различных радиусах.

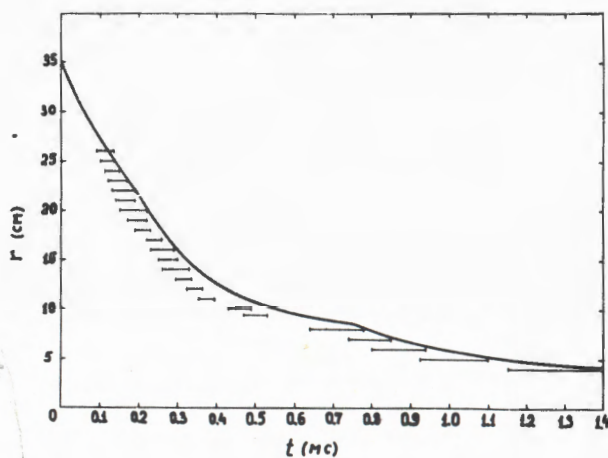
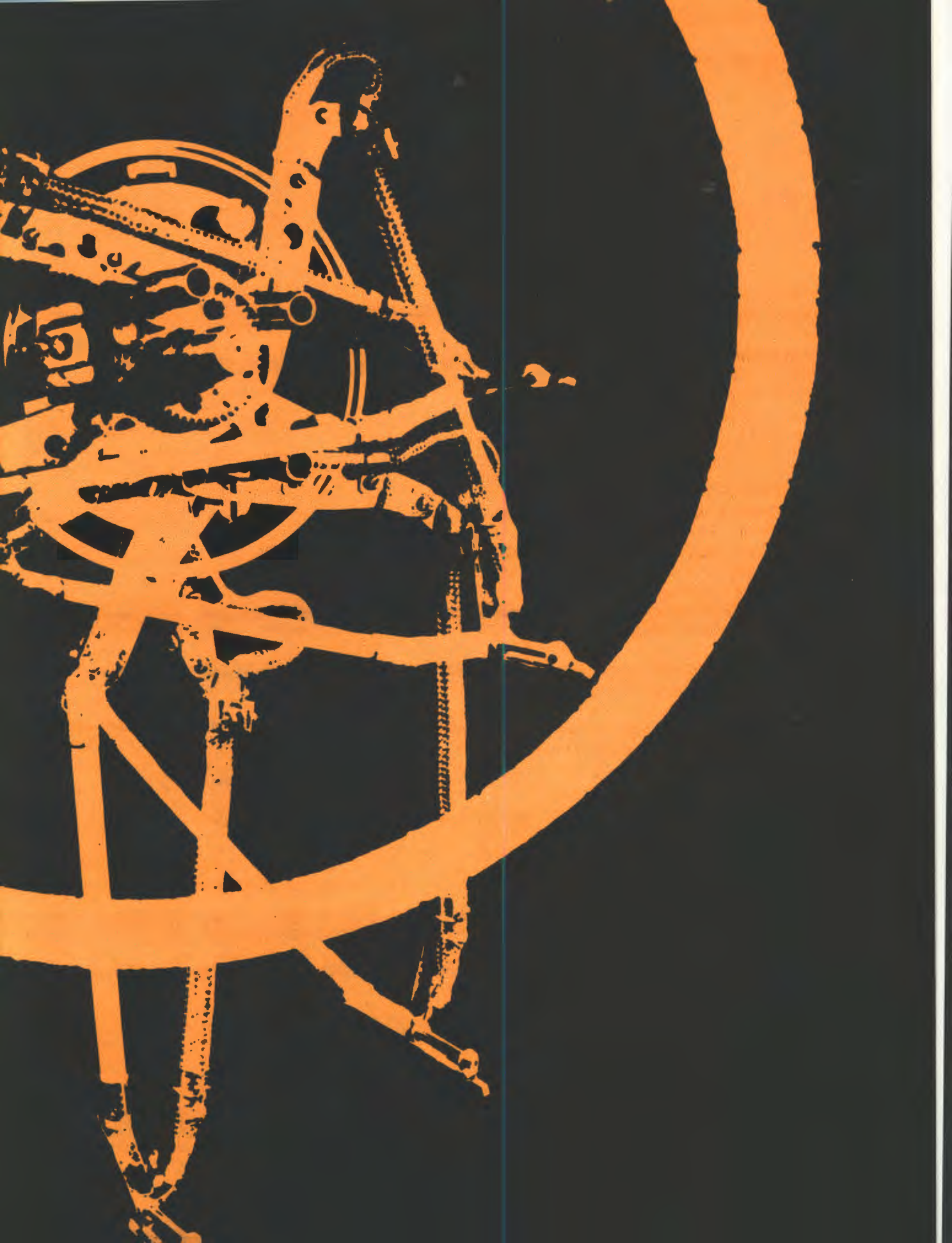


Рис. 48. Зависимость радиуса кольца от времени /R-траектория/. Экспериментально определяется по концам приведенных сигналов γ -излучения. Сплошная линия — расчетная зависимость.



Начало сигнала γ -излучения соответствует моменту, когда кольцо касается флажка, а конец - высадке на флажок электронов с нулевыми амплитудами свободных колебаний, т.е. наплыванию на флажок центра сечения кольца. Как видно, результаты экспериментов хорошо согласуются с расчетом /сплошная кривая/.

Обработка результатов измерений, приведенных на рис. 48, показала, что радиальные размеры сечения кольца заметно превышают расчетные. Контроль по датчику γ -излучения за потерями электронов в процессе компрессии показал, что есть небольшие потери в трех местах /в сумме около 20%/.

Два пика потерь были отождествлены с прохождениями резонансов $2\nu_z = 1$ ($n = 0,25$) и $2\nu_z - \nu_r = 0$ ($n = 0,2$). Третий пик связан с потерями электронов в районе $r = 20$ см, которые вызваны увеличением сечения кольца по оси z за счет сил, связанных с изображением заряда кольца в камере адгезатора и имеющих в этом месте максимальный градиент. Опасность параметрического резонанса $2\nu_z = 1$ была показана также и в результате теоретических расчетов.

Как известно, воздействия резонансов пропорциональны соответствующим азимутальным неоднородностям в магнитном поле. После существенного уменьшения азимутальной неоднородности в поле и коррекции магнитного поля, так чтобы во всей области компрессии пучка отсутствовали опасные резонансы /см. рис. 49/, потери электронов при компрессии уже не наблюдались. Исчезновение третьего пика потерь обеспечивается тем, что теперь пучок не возмущен резонансами и, следовательно, адиабатическое расширение пучка по оси z при $r \approx 20$ см перестало быть опасным.

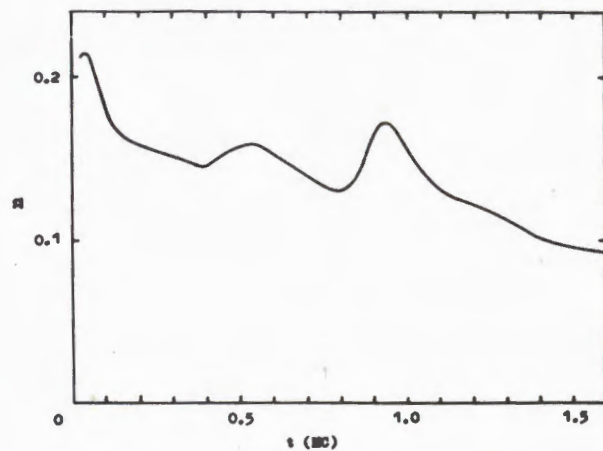
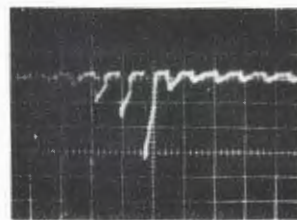


Рис. 49. Расчетная зависимость показателя спада магнитного поля n от времени вдоль R -траектории / n -траектория/ после корректировки магнитного поля.

Наблюдение за размерами сечения кольца электронов велось по синхротронному излучению в инфракрасной и видимой областях спектра на радиусах, меньших 6 см. Для этого была создана специальная аппаратура с датчиками различных размеров /от 10 до 0,08 мм²/, способная работать с временными экспозициями до 1 мкс.

На рис. 50 приведены результаты измерений сечения кольца по инфракрас-



а/



б/

Рис. 50. Сечение электронного кольца на радиусе $R = 2,9$ см, снятое в инфракрасном синхротронном свете системой датчиков: а/ по оси R , б/ по оси z .

ному синхротронному свечению с помощью системы линейно расположенных датчиков. Ширина каждого датчика - 0,2 мм, а расстояние между ними - 1,2 мм. Из этих измерений видно, что диаметр сечения по радиусу равен 3 мм, а по оси z - 4 мм. На рис. 51 приведена фотография сечения кольца в видимом синхротронном свете. Эти результаты соответствуют адиабатическому сжатию электронного кольца.

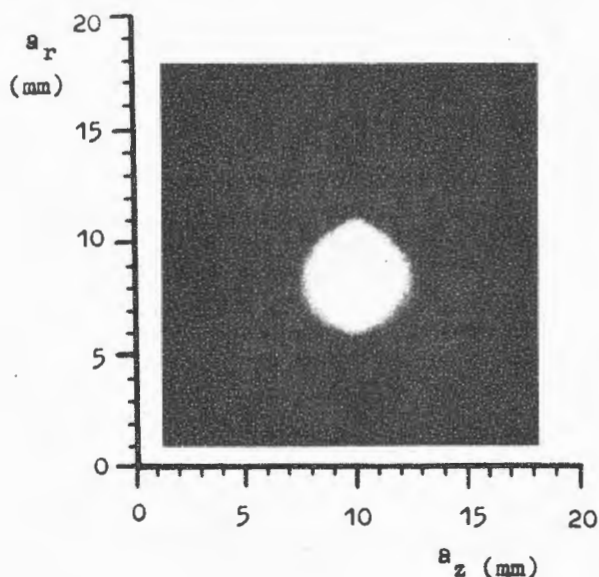


Рис. 51. Сечение электронного кольца на радиусе $R = 4$ см, снятое в видимом синхротронном свете.

С помощью той же методики была измерена траектория кольца в плоскости RZ на начальном участке вывода кольца. Как видно из рис. 52, траектория, по которой идет компрессия кольца, на малых радиусах смещена относительно медианной плоскости камеры на -5 мм, что обусловлено неполной компенсацией искажения магнитного поля выводным соленоидом. В области $0 \leq Z \leq 10$ мм измеренная траектория хорошо согласуется с расчетной /сплошная линия/.

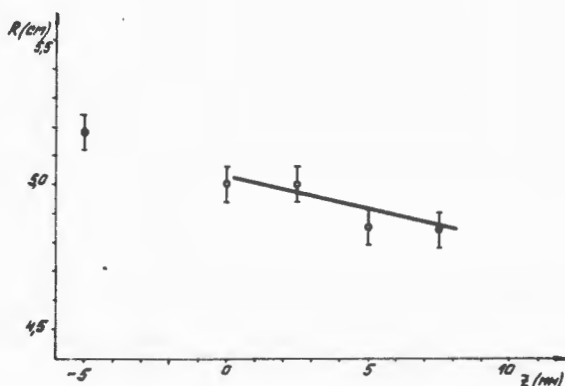


Рис. 52. Траектория кольца на начальном участке вывода. Сплошная линия - расчетная траектория.

Был установлен соленоид со спадающим полем совместно с компенсирующим фальшсоленоидом. Соленоид предназначен для ускорения электронных колец. Первые опыты по ускорению электронных колец на длине 80 см показали, что сформированное поле близко к расчетному. Согласно расчетам, этот соленоид может обеспечить энергию ионов в 1 МэВ/нукл. при числе ионов в импульсе 10^{11} .

Все эти эксперименты говорят о том, что в адгезаторе КУТИ устойчиво формируются электронные кольца с напряженностью поля на границе кольца 50 МВ/м.

Описанные выше исследования удалось провести благодаря устойчивой работе инжектора СИЛУНД /по программе запуска КУТИ СИЛУНД отработал 1800 ч/. Значительное время СИЛУНД работал с использованием созданной и находящейся в опытной эксплуатации АСУ КУТИ, обеспечивающей функции контроля и управления основными параметрами ускорителя.

Стабильно работала четырехступенчатая система импульсного магнитного поля. Заложенные при ее создании широкие возможности перестройки позволили осуществить упоминавшуюся выше корректировку магнитного поля.

Большинство экспериментов проводилось на линии с ЭВМ.

Создан и прошел опытные испытания на ускорителе рабочий вариант газодинамического источника нейтральных атомов. Источник способен обеспечивать импульсную загрузку электронного кольца атомами ксенона с временами загрузки $50 \div 100$ мкс, при скорости струи 300 м/с. Полное число атомов, проходящих через сечение кольца, может варьироваться в пределах $10^{10} \div 10^{13}$. Ведутся исследования работы плазменного источника нейтральных атомов тяжелых элементов.

Продолжалось совершенствование АСУ КУТИ и измерительно-вычислительного комплекса ОНМУ, а также их математического обеспечения.

Проведены расчеты принципиальной конструкции сверхпроводящего участка, обеспечивающего стыковку импульсного поля соленоида с постоянным полем, созданным сверхпроводящими катушками. Такой элемент должен позволить перейти к последующему ускорению электрон-ионных колец в системах, созданных на основе сверхпроводящих катушек.

Работы на модели коллективного ускорителя

На модели коллективного ускорителя продолжались исследования, направленные на создание инжекционной си-

стемы, способной при токе инжекции порядка 100 А осуществлять эффективный захват в течение нескольких оборотов, с тем чтобы получать электронное кольцо с числом частиц более $1 \cdot 10^{13}$.

Были проведены исследования созданной многооборотной системы инжекции в широких диапазонах входного тока /от 10 до 90 А/ и времен инжекции /от 20 до 50 нс/, время одного оборота порядка 8 нс. Результаты показывают, что эта система осуществляет захват пропорционально времени вплоть до 5 оборотов во всем диапазоне токов /см. рис. 53/, но время жизни такого кольца зависит от накопленного заряда. Ток более 120 А существует в кольце только $200 \div 300$ нс и далее быстро падает

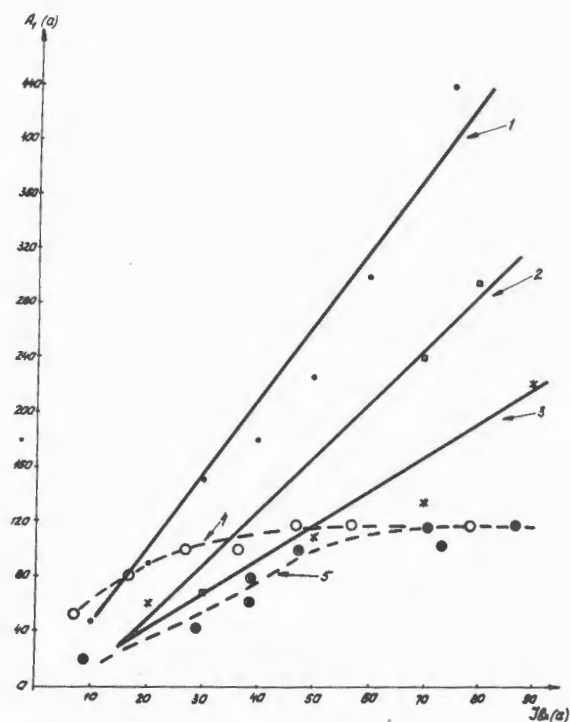


Рис. 53. Зависимость захваченного тока A_1 от входного тока $I_{вн}$ и длительности инжекции /сплошные линии - через 100 нс после инжекции, пунктирные - через 1 мкс; 1 и 4 - длительность инжекции 50 нс, 2 - 30 нс, 3 и 5 - 20 нс/.

до величины 120 А. Кольцо с захваченным током ≤ 120 А "живет" более 100 мкс.

Завершены работы по реконструкции модели коллективного ускорителя. Инжектор - ЛИУ - устойчиво работает, обеспечивая на выходе пучок электронов с током 250 А и энергией 1,5 МэВ. Созданы новая камера адгезатора и магнитная система с импульсным питанием, обеспечивающие формирование и компрессию электронных колец. Разработана, создана и проверена в работе система измерительных и диагностических устройств.

Первая ступень импульсного магнитного поля, обеспечивающая компрессию электронного кольца до $r = 12$ см, и ее система питания успешно прошли испытания в существующем адгезаторе, и измеренная экспериментально зависимость радиуса кольца от времени хорошо согласуется с расчетом. Были проведены расчеты по выбору тонких внутренних металлических экранов и эксперименты с анизотропно проводящими экранами, которые дали обнадеживающие результаты.

Работы, связанные с созданием электродинамической ускоряющей системы электрон-ионных колец

В результате проведения в 1976 году трех физических пусков кольцетрона получены данные о поведении сверхпроводящих резонаторов в магнитном поле, их реакции на вводимую высокочастотную мощность, о влиянии резонаторов на конфигурацию магнитного поля. Определены методы устранения наведенных в резонаторах токов.

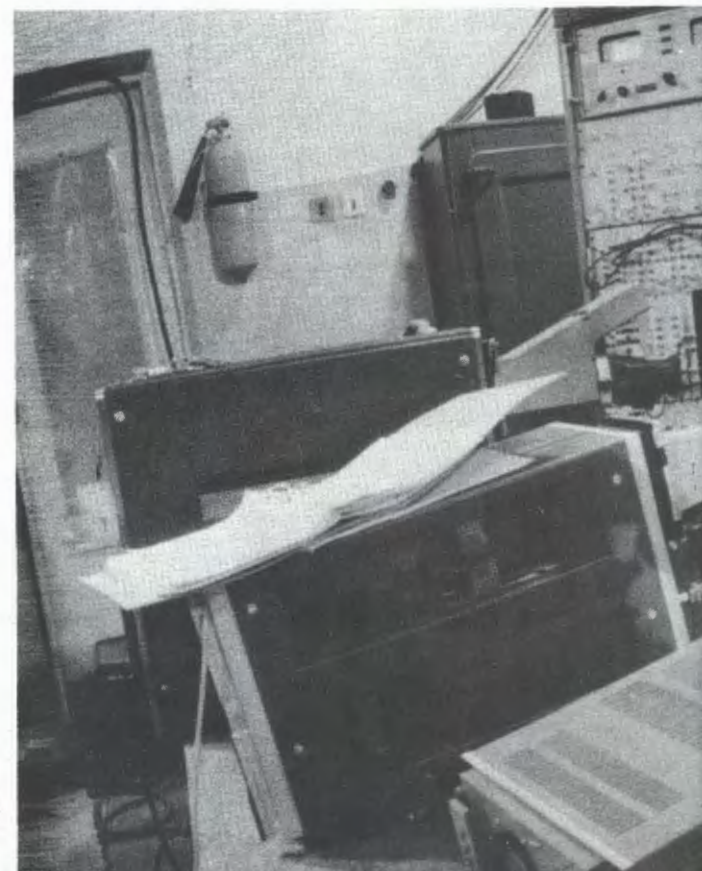
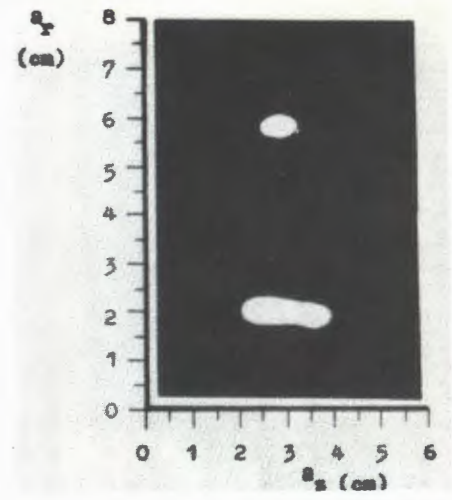
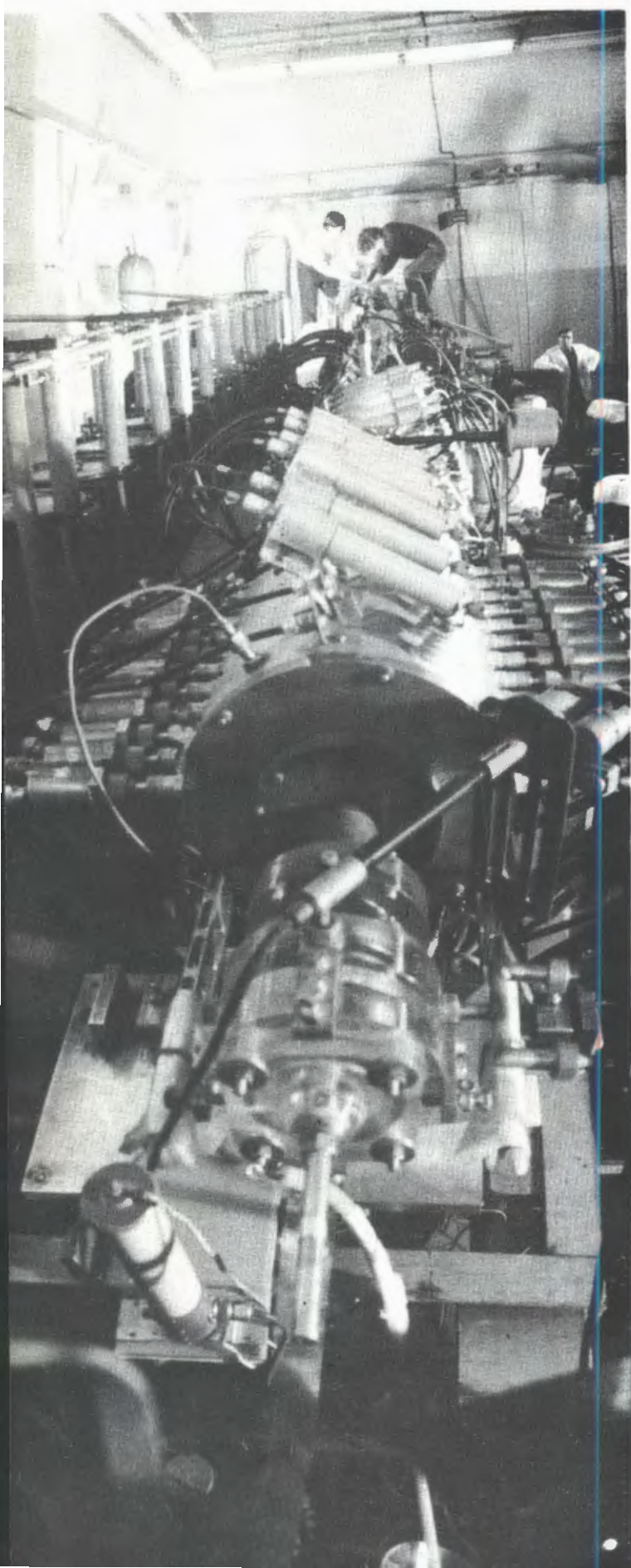
При технологических пусках испытывались модернизированные элементы криогенных систем. В частности, холодопроизводительность криогенного сердца кольцетрона - установки ХГУ-250/4,5 удалось повысить с 250 Вт /паспортные данные/ до 470.

С целью улучшения параметров сверхпроводящих резонаторов кольцетрона была проведена коренная реконструкция уникальной камеры для нанесения сверхпроводящих тонких пленок, в результате чего стало возможным нанесение пленок в безмасляном вакууме с большими скоростями конденсации. Проведены анализы пленок методом упругого рассеяния. Получена информация, необходимая для дальнейших целенаправленных исследований по созданию ускоряющих резонаторов с требуемыми свойствами.

Созданы и исследуются два варианта ускорительных элементов импульсного типа для электродинамической ускоряющей системы коллективного ускорителя. Управление мощными разрядниками, через которые осуществляется питание, производится с помощью специально разработанных плазменных пушек, обеспечивающих наносекундную точность.

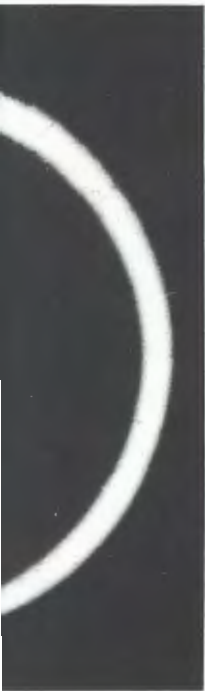
С целью более эффективного использования электронных колец для ускорения ионов была теоретически рассмотрена фазовая устойчивость электрон-ионной системы, в которой многократно происходит процесс захвата ионов электронным кольцом и сброса их после ускорения. Компенсация энергии, переданной электронным кольцом ионам, осуществляется резонатором. Было показано, что в такой системе имеет место автофазировка и что такой режим в принципе возможен.

Индукционный линейный ускоритель электронов СИЛУНД - инжектор коллективного ускорителя тяжелых ионов. На переднем плане видна катодная камера электронной пушки ускорителя.

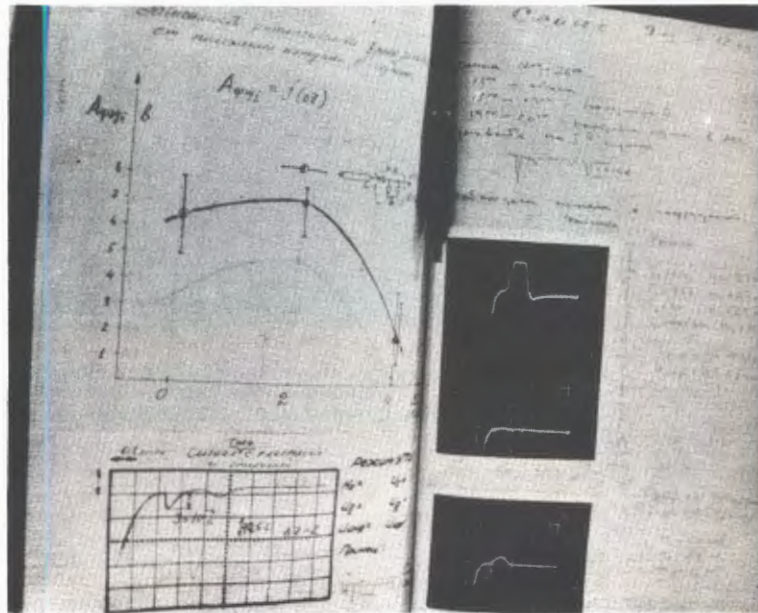




Фотография сечений электронного кольца в видимом синхронном свете на радиусе 3,5 см: сверху - в средней плоскости адгезатора; внизу - след кольца в процессе смещения средней плоскости на 1 см.



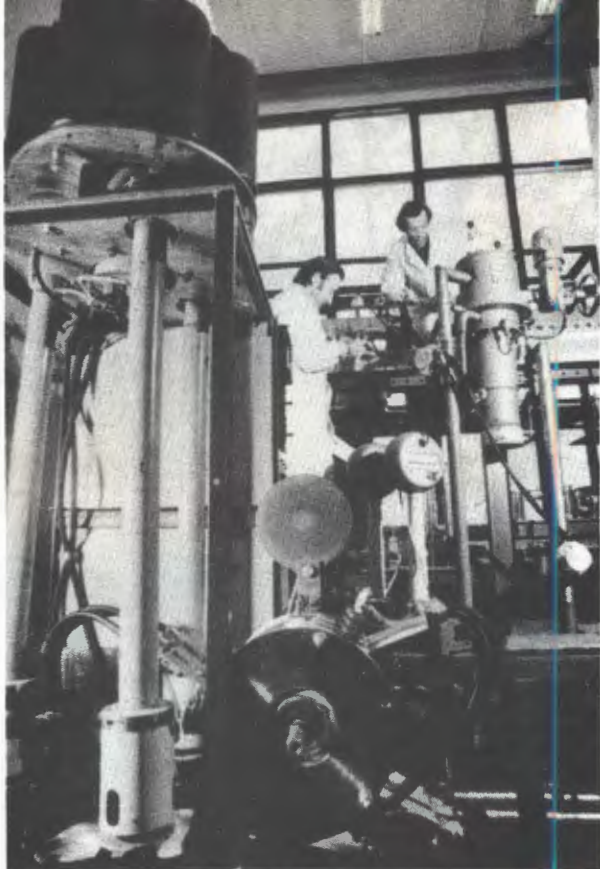
Фотография следа ускоренного электронного кольца.



Фрагмент рабочего журнала с записью результатов экспериментов по запуску коллективного ускорителя тяжелых ионов.

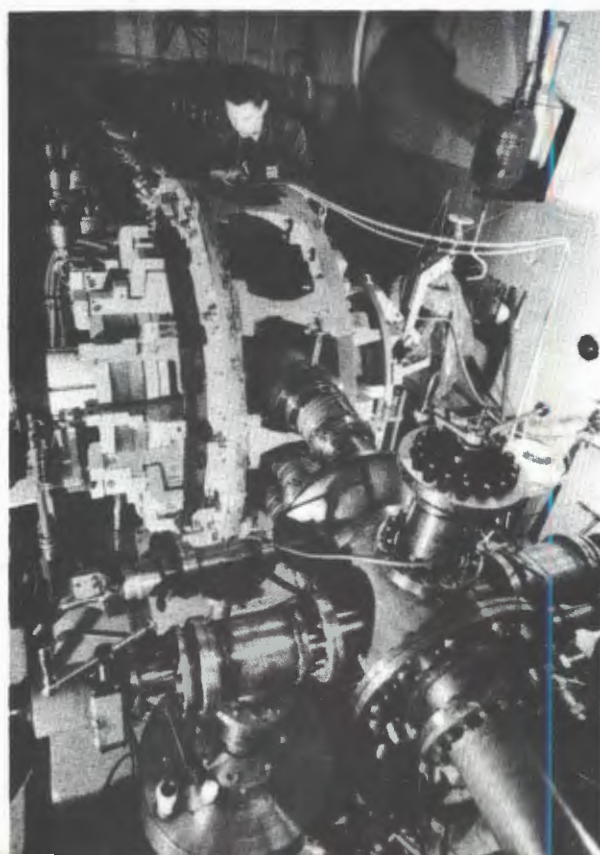
У пульта управления ускорителем тяжелых ионов: идея эксперимента.





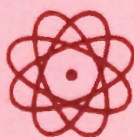
Ведутся работы по совершенствованию индукционного линейного ускорителя СИЛУНД. На снимке: подготовка ускоряющей секции к стендовым испытаниям.

Адгезатор коллективного ускорителя тяжелых ионов. Ведется монтаж системы инфлектора.



Создается новая камера адгезатора модели коллективного ускорителя. На снимке: чистовая обработка корпуса камеры на карусельном станке в ЦЭМ.

**Руководящие
и консультативные
органы
Международные
связи**



Деятельность руководящих и консультативных органов

13-16 января 1976 года состоялась XXXIX сессия Ученого совета Объединенного института ядерных исследований. Члены Ученого совета заслушали доклад о выполнении решений XXXVII и XXXVIII сессий, отчеты о научно-исследовательской деятельности лабораторий в 1975 году, информацию о решениях ученых советов по теоретической физике, физике высоких и низких энергий, о международном сотрудничестве и связях ОИЯИ в 1975 году и планах на 1976 год, о кадрах специалистов из стран-участниц.

На сессии были подведены итоги научно-исследовательской деятельности Института за пятилетку 1971-1975 гг.

Ученый совет утвердил научную программу ОИЯИ на 1976 год, уделив главное внимание эффективному использованию базовых установок Института, продолжению экспериментов на ускорителях ИФВЭ и других национальных и международных центров, разработке совместно с ИФВЭ проекта ускорительно-накопительного комплекса, физическому пуску реактора ИБР-2, сооружению циклотрона У-400, созданию установки "Ф", развитию синхрофазотрона как релятивистского ускорителя ядер, эффективному использованию электронно-вычислительной техники, созданию коллективного ускорителя тяжелых ионов, развитию опытно-производственной базы ОИЯИ.

Сессия отметила плодотворность научного сотрудничества ОИЯИ с Онкологическим научным центром АМН СССР.

Состоялись выборы на должности заместителей директоров лабораторий Института.

Комитет Полномочных Представителей 1 июня 1976 года одобрил работу Института по выполнению научно-исследовательской программы 1975 года и

международному сотрудничеству Объединенного института ядерных исследований. Одобрены планы сотрудничества лабораторий Института с научно-исследовательскими центрами стран-участниц и других стран на 1976 год и план проведения научных совещаний, организуемых ОИЯИ в 1976 году. Утвержден проблемно-тематический план научно-исследовательских работ лабораторий на 1976 год и определены главные задачи на этот год.

Рассмотрев заявление Правительства Республики Куба о его желании присоединиться к Соглашению об организации ОИЯИ от 26 марта 1956 года и о признании им устава ОИЯИ, Комитет Полномочных Представителей единогласно принял Республику Куба в число государств-членов Объединенного института ядерных исследований.

Комитет Полномочных Представителей принял к сведению сообщение об исполнении бюджета Института за пятилетку 1971-1975 гг. и утвердил бюджет, штатную численность и план капитального строительства на 1976 год.

Вице-директором Объединенного института ядерных исследований избран член-корреспондент ВАН Д.Киш. Профессору Ч.Шимане продлен срок полномочий вице-директора Объединенного института ядерных исследований на один год.

2 июня состоялось торжественное заседание Комитета Полномочных Представителей правительств государств-членов ОИЯИ и Ученого совета ОИЯИ, посвященное 20-летию Института.

В заседании приняли участие Чрезвычайные и Полномочные Послы, ответственные сотрудники посольств социалистических стран, представители партийных органов, академий наук и круп-

ных научных центров, видные ученые. Президент Академии наук СССР академик А.П.Александров от имени Президиума Верховного Совета СССР вручил Объединенному институту ядерных исследований орден Дружбы народов за успехи, достигнутые в фундаментальных и прикладных исследованиях в области физики элементарных частиц и ядерной физики, большой вклад в подготовку высококвалифицированных научных кадров и развитие научно-технического сотрудничества социалистических стран.

Со словами приветствия выступили Полномочные Представители правительств стран-участниц Института, руководители научных центров, ученые этих стран.

3-4 июня состоялись заседания XL сессии Ученого совета. На сессии с докладами выступили академик А.А.Логунов - "Физика высоких энергий", профессор Нгуен Ван Хьеу и академик И.Годоров - "Теоретические исследования в области физики элементарных частиц", академик К.Ланиус и профессор Р.Позе - "Автоматизация физического эксперимента и использование ЭВМ", член-корреспондент ПАН А.Хрынкевич - "Ядерная физика и исследования с многозарядными ионами", академик Н.Содном - "Ядерная физика средних энергий", академик Л.Пал - "Физика твердого тела и исследования с нейтронами".

Члены Ученого совета ознакомились с проектом проблемно-тематического плана научно-исследовательских работ и международного сотрудничества лабораторий на 1977 год, с решениями сессий ученых советов Института по физике высоких и низких энергий и утвердили решение жюри о присуждении премий ОИЯИ за лучшие работы 1975 года.

Состоялись выборы на должности директоров и заместителей директоров лабораторий Института.

X сессия Ученого совета по теоретической физике проходила 14-16 декабря. На сессии были заслушаны отчеты о выполнении планов научных работ и международного сотрудничества Лаборатории теоретической физики за 1976 год.

Члены совета рассмотрели следующие вопросы:

- выполнение решений IX сессии Совета;
- обсуждение и принятие научных планов и плана международного сотрудничества на 1977 год;
- участие теоретиков ОИЯИ в международных конференциях, симпозиумах, школах, семинарах.

Обсудив проблемы и перспективы физики высоких энергий, Ученый совет отметил большие достижения ЛТФ в разработке основных направлений физики элементарных частиц и теории поля. Получены существенные результаты в области высоких энергий и больших переданных импульсов рассеивающихся частиц, а также в физике слабых взаимодействий и структуры адронов.

Ученый совет отметил важность дальнейшего развития исследований по аналитическим вычислениям на ЭВМ.

Ученый совет по физике высоких энергий в 1976 году заседал дважды. На XXII сессии /26-28 мая/ члены Ученого совета заслушали доклад о выполнении решений XXI сессии Ученого совета, отчеты о работе специализированных комитетов. Обсуждались изменения в тематических планах научно-исследовательских работ лабораторий в области физики высоких энергий, вычислительной техники и автоматизации.

Обсуждены и одобрены доклады, представленные от ОИЯИ на XVIII Международную конференцию по физике высоких энергий.

На XXIII сессии /23-26 ноября/ членам Ученого совета были представлены отчеты о выполнении научно-исследовательских работ в 1976 году и план капиталовложений в текущем пятилетии на исследования в области физики высоких энергий.

Заслушаны доклады по основным темам научных работ, информация о ходе разработки ускорительно-накопительного комплекса ИФВЭ, дальнейшем развитии синхрофазотрона, "замороженной" поляризованной мишени. Сделаны доклады о сотрудничестве ОИЯИ с ИФВЭ и экспериментах, выполняемых на серпуховском ускорителе, а также о совместных работах ученых ОИЯИ и американских физиков на ускорителе НУЛ/Батавия/.

На совет были представлены сообщения о результатах XVIII Международной конференции по физике высоких энергий в Тбилиси, перспективах обработки फिल्मового материала и доклад по некоторым вопросам физики нейтрино.

Комитеты, заседания которых проходили 13-15 апреля и 19-22 октября, рассматривали проекты новых экспериментов; отчеты по отдельным проектам; вопросы, связанные с организацией сотрудничества ОИЯИ и институтов стран-участниц.

Камерный комитет. На заседаниях рассматривались планы использования просмотрового и измерительного оборудования, вопросы приоритетов исследований, состояние дел на трековых установках. Комитет отметил успешный ход работ по проекту РИСК и подготовке

институтов стран-участниц к обработке фотографий с этой установки.

Комитет по электронным экспериментам осуществлял экспертизу ряда новых проектов экспериментов и установок: "Исследование процессов взаимодействия пионов с помощью поляризованной мишени", "Установка для изучения поляризационных эффектов", "Физика релятивистских позитрониев", БИС-2, РИСК и других. Комитет провел экспертную оценку приоритетов электронных экспериментов и методических разработок.

На заседаниях Фотозмульсионного комитета рассматривались вопросы, связанные с обработкой фотозмульсионного материала, облученного на синхрофазотроне ОИЯИ и серпуховском ускорителе, обсуждались вопросы внедрения автоматизации в фотозмульсионные исследования.

Ученый совет по физике низких энергий в 1976 году провел две сессии, на которых одобрил отчеты председателя Совета о выполнении решений предыдущих сессий, а также сообщения председателей специализированных комитетов о работе и решениях комитетов.

На XXII сессии /26-28 мая/ были рассмотрены научная программа и результаты выполнения проблемно-тематического плана Лаборатории ядерных реакций, а также обсуждены предложения дирекций лабораторий об изменениях проблемно-тематических планов на 1977 год в области физики низких энергий и структуры ядра. Было представлено сообщение о сотрудничестве ОИЯИ и Варшавского центра ядерной физики по сооружению циклотрона У-20СП и других крупных экспериментальных установок.

На XXIII сессии /30 ноября - 3 декабря/ члены Ученого совета заслушали отчеты дирекции лабораторий о выполнении проблемно-тематического плана за 1976 год и изменениях в планах на 1977 год. Наиболее подробно обсуждалось состояние работ по сооружению ИБР-2 и У-400.

На сессии были сделаны сообщения о планах международного сотрудничества ОИЯИ на 1977 год, об итогах работы наиболее важных международных конференций и совещаний, организуемых ОИЯИ или с участием делегаций ОИЯИ.

Совет избрал новый состав рабочих органов специализированных комитетов.

Комитеты по нейтронной физике, структуре ядра и физике тяжелых ионов собирались на свои заседания дважды /6-8 апреля и 26-28 декабря/.

Комитет по нейтронной физике заслушал информацию дирекции ЛНФ о деятельности лаборатории, подготовке пусконаладочных работ на реакторе ИБР-2, подготовке физических экспериментов на ИБР-2 и состоянии работ по измерительно-вычислительному центру ИБР-2 и обсудил предложения об изменениях проблемно-тематического плана.

Члены комитета обменялись научной информацией о работе институтов стран-участниц в области нейтронной физики.

Комитет по структуре ядра заслушал информацию о выполнении решений комитета.

Было рассмотрено состояние спектрометрических исследований ядерных излучений с помощью полупроводниковых детекторов и математическому

обеспечению обработки спектрометрической информации в ЛЯП.

Члены комитета обсудили план-график работ по созданию системы ЯСНАПП-2, состояние работ по установке СПИН и результаты экспериментов на модели установки.

Были рассмотрены предложения о новых экспериментах, изменения в проблемно-тематическом плане ЛЯП, а также проект плана международного сотрудничества на 1977 год.

На заседаниях комитета были доложены наиболее интересные результаты научных исследований, выполненных в Лаборатории ядерных проблем, а также результаты некоторых научных работ, полученные в странах-участницах ОИЯИ. Заслушана информация о работе ряда конференций и совещаний по тематике комитета.

Комитет по физике тяжелых ионов обсудил доклады об основных научных направлениях Лаборатории ядерных реакций. Комитет ознакомился с результатами контрольных экспериментов по синтезу 104 элемента. Члены комитета заслушали информацию о работах по синтезу 107 элемента, одобрили программу ЛЯР по синтезу тяжелых и сверхтяжелых элементов с использованием пучков кальция-48.

Комитет поддержал предложенную дирекцией ЛЯР программу пускового минимума по сооружению циклотрона У-400.

Были заслушаны информация ОНМУ о состоянии работ по сооружению коллективного ускорителя тяжелых ионов и предложения ЛВЭ по развитию ускорительной базы для ускорения релятивистских ионов.

Премии ОИЯИ за 1975 год

На соискание премий Объединенного института ядерных исследований за 1975 год были выдвинуты лучшие научно-исследовательские теоретические и экспериментальные, а также научно-методические и научно-технические работы, выполненные сотрудниками Института.

Решением Ученого совета ОИЯИ от 3 июня 1976 года присуждены следующие премии:

По научно-исследовательским
теоретическим работам

Первая премия:

“Квазичастичные и фононные низколежащие состояния деформированных ядер”.

Авторы: С.П.Иванова, А.А.Корнейчук, Л.А.Малов, В.Г.Соловьев, С.И.Федотов, Н.Ю.Шурикова.

Вторая премия:

“Использование неперенормируемых теорий поля в физике элементарных частиц”.

Автор: А.Т.Филиппов.

По научно-исследовательским
экспериментальным работам

Первая премия:

“Открытие и исследование нового типа реакций между сложными ядрами - глубоко неупругих передач нуклонов”.

Авторы: А.Г.Артюх, Я.Вильчински, В.В.Волков, Г.Ф.Гриднев, В.Л.Михеев, А.М.Сухов.

Две вторые премии:

1. “Исследование редких распадов мюонов и пионов”.

Авторы: С.М.Коренченко, Б.Ф.Костин, Г.В.Мицельмахер, К.Г.Некрасов, В.С.Смирнов.

2. "Обнаружение, исследование и интерпретация процессов квазиупругого выбивания протонами высоких энергий дейтронов, гелия-3, трития и гелия-4 из ряда ядер в условиях большой передачи импульса".

Авторы: Л.С.Ажгирей, Д.И.Блохинцев, И.К.Взоров, В.И.Комаров, М.Г.Мещеряков, В.П.Зрелов, Б.С.Неганов, В.И.Петрухин, О.В.Савченко, З.Теш.

По научно-методическим
и научно-техническим
работам

Первая премия:

"Разработка и создание многоканальной системы дрейфовых камер для экспе-

риментов по упругому рассеянию пионов и каонов на электронах".

Авторы: С.Г.Басиладзе, А.С.Водопьянов, Т.С.Нигманов, В.П.Пугачевич, В.Д.Рябцов, Д.В.Уральский, Э.Н.Цыганов, М.Д.Шафранов.

Две вторые премии:

1. "Комплекс работ по созданию высокочувствительного квантового сверхпроводящего интерферометра".

Авторы: Б.В.Васильев, В.Г.Гребинник, В.В.Данилов, А.И.Иваненко, Е.В.Колычева, В.Г.Симкин, В.Н.Трофимов.

2. "Разработка и изготовление полупроводниковых детекторов для спектриметрических исследований".

Авторы: Ц.Вылов, И.Н.Егошин, С.Орманджиев, Б.П.Осипенко, Я.Юрковски.

Ученый совет - руководящий научный орган ОИЯИ. В повестке дня январской XXXIX сессии Ученого совета ОИЯИ были: информация директора Института академика Н.Н.Боголюбова о выполнении решений Совета, отчетные доклады директоров лабораторий, председателей секций Ученого совета по теоретической физике, физике высоких и низких энергий, итоги международного сотрудничества и связей Института, утверждение плана научных исследований на 1976 год и др.

Ученый совет отметил успешную работу коллективов лабораторий Института в пятилетке 1971-1975 гг., получение фундаментальных результатов и открытия новых важных явлений в области физики элементарных частиц и физики атомного ядра.

На сессии были вручены дипломы о премиях ОИЯИ за лучшие научные работы 1975 года. Первая премия присуждена за работу "Исследования по квантовой теории поля". На снимке: академик Н.Н.Боголюбов вручает диплом одному из авторов работы М.Матееву.





С интересом был заслушан доклад академика АМН СССР Н.Н.Блохина "Состояние и перспективы совместных исследований по использованию ядерных частиц для лечения злокачественных опухолей". Отмечена плодотворность научного сотрудничества ОИЯИ с Онкологическим научным центром АМН СССР.





За большие заслуги в развитии физики в странах-участницах, международном научном сотрудничестве и в подготовке научных кадров, а также в связи с XX-летием Объединенного института большая группа ученых ОИЯИ и стран-участниц награждена орденами, медалями, знаками и дипломами государственных членов Института. На снимке: Полномочный Представитель ЧССР в ОИЯИ академик Я.Кожешник вручает серебряную медаль АН ЧССР "За заслуги перед наукой и человечеством" академику И.М.Франку.



Полномочный Представитель ВНР в ОИЯИ академик Л.Пал вручает профессору В.Г.Соловьеву диплом и значок "Ударник труда", учрежденный Советом Министров ВНР.



Полномочный Представитель СССР в ОИЯИ профессор А.М.Певросьян вручил орден Трудового Красного Знамени вице-директору ОИЯИ члену-корреспонденту ВАН Д.Кишу, орден "Знак Почета" - доктору Б.Словинскому, орден Дружбы народов - вице-директору ОИЯИ профессору Ч.Шимане.



Специализированные комитеты ОИЯИ ведут большую работу по координации научных исследований в ОИЯИ и институтах стран-участниц, по подготовке проектов новых экспериментов.

На очередной, VIII сессии Комитета по структуре ядра был заслушан ряд научных докладов о работах, выполненных в Лаборатории ядерных проблем, сообщения о работе оргкомитетов конференций и совещаний, проводимых ОИЯИ, рассмотрены планы международного научного сотрудничества.



Международные связи и научное сотрудничество

В 1976 году в соответствии с Уставом Объединенного института ядерных исследований, пятилетним планом развития ОИЯИ на 1976-1980 годы и проблемно-тематическим планом научно-исследовательских работ и международного сотрудничества на 1976 год Объединенным институтом осуществлялось широкое сотрудничество, развивались связи с научно-исследовательскими организациями стран-участниц Института и других стран, а также международными научными организациями.

Основные результаты научно-технического сотрудничества ОИЯИ за 1976 год выражаются в следующих итоговых данных:

- из общего числа 195 научных тем совместно с научно-исследовательскими организациями стран-участниц Института выполнялись 172 темы /около 90%/, с научными центрами других стран - 23 темы;

- по вопросам научно-технического сотрудничества и для участия в научных совещаниях в страны-участницы командировано 512 сотрудников /388 - с целью выполнения совместных работ, обмена опытом и 124 - для участия в научных конференциях, совещаниях и школах/;

- из стран-участниц /кроме СССР/ принято 1665 специалистов, в том числе 586 - для участия в работе 49 научных совещаний, проведенных ОИЯИ;

- 76 сотрудников Института были направлены на международные конференции и в научные центры стран-неучастниц;

- из научно-исследовательских организаций, научных центров и международных организаций стран-неучастниц в ОИЯИ было принято 300 ученых и специалистов для совместных исследований, консультаций и участия в научных совещаниях и семинарах ОИЯИ;

- в Институте работали 13 стипендиатов из 6 стран.

Сотрудничество с научными центрами стран-участниц

Сотрудничество ОИЯИ со странами-участницами успешно развивалось по традиционному для ОИЯИ научным направлениям, охватывающим физические исследования и методические разработки.

Дальнейшему развитию связей Объединенного института с научно-исследовательскими организациями стран-участниц в значительной мере способствовали командировки в эти организации ведущих ученых ОИЯИ, где они участвовали в обсуждении перспектив развития научно-технического сотрудничества, знакомились с ведущими там работами, выступали с лекциями и докладами. Институт продолжал командировать своих сотрудников в страны-участницы не только на короткие сроки, но и на более длительное время - 1-1,5 года.

Участники международного сотрудничества по изучению теории взаимодействий элементарных частиц вносят значительный вклад в выполнение научных планов институтов стран-участниц. Большая организационная работа была проделана в связи с проведением XVIII Международной конференции по физике высоких энергий /Тбилиси, июль/ и IV Международного совещания по нелокальной квантовой теории поля /Алушта, апрель/. На этих конференциях теоретики ОИЯИ зачитали обзорные и приглашенные доклады, в которых сделаны предсказания ряда физических эффектов, ожидаемых при сверхвысоких энергиях, и предложены эксперименты по их проверке.

Результаты совместных исследований по проблемам теории ядерной структуры характеризуются выполнением не-

скольких десятков научных работ, имеющих большей частью смешанные авторские коллективы, докладами на всех крупных совещаниях, конференциях и школах по ядерной физике. Например, по теории ядерных реакций опубликовано 54 работы, из них 27 - с участием сотрудников из институтов СССР, ЧССР, ГДР. Теоретики Польши и Румынии используют такие формы сотрудничества, как консультации и семинары. На международных и национальные конференции по этой теме представлено за 1975-1976 гг. 15 докладов, в основном обзорных.

В области физики высоких энергий Институтом получены новые научные результаты, проведен ряд методических исследований, получена большая экспериментальная информация на установках ОИЯИ, работавших на синхрофазотроне в Дубне, ускорителях в Протвино и Батавии. Важное место занимала организация сотрудничества и связей по обработке полученного экспериментального материала. В работах на крупных научных установках БИС, "Людмила", 2-метровая пропановая камера, 1-метровая жидководородная камера, МИС, РИСК, "Гиперон", а также с ядерными фотоэмульсиями - сложились группы сотрудничества, проводящие для выполнения своей научной программы не только интенсивный обмен специалистами, но и регулярные встречи в форме рабочих совещаний.

В результате широкой кооперации и развитого сотрудничества с такими крупнейшими научными центрами стран-участниц, как ИФВЭ АН ГДР /Цойтен/, ЦИФИ /Будапешт/, ФИ ЧСАН /Прага/, ИЯИЯЭ БАН и ВХТИ /София/, ФИ АН СССР /Москва/, ТГУ /Тбилиси/ и ИФВЭ /Серпухов/, в исследованиях взаимодействия нейтральных каонов с

веществом и характеристик распада каонов при энергии выше 10 ГэВ достигнуты значительные научные результаты. С помощью установки БИС на магнитные ленты записана информация приблизительно о 3 млн. событий. По результатам обработки полученных материалов доложено на совещаниях и конференциях и опубликовано в печати свыше 30 работ.

В исследовании множественного рождения частиц в пион-нуклонных и пион-ядерных взаимодействиях при импульсе 40 ГэВ/с приняли активное участие 16 лабораторий 8 стран, которые обработали половину экспериментального материала, полученного с 2 -метровой пропановой камеры.

В области радиохимии продолжались совместные исследования диффузии спалогенных радиоактивных продуктов в фольгах из тугоплавких металлов и абсорбции на поверхностях этих металлов, что важно для разработки методов селективного выделения короткоживущих изотопов для программы ЯСНАП. Другие совместные эксперименты показали, что нейтронодефицитные радиоактивные нуклиды тяжелых элементов, получаемые на синхроциклотроне ОИЯИ, являются весьма перспективными в медико-биологических исследованиях.

Осуществлялась также широкая программа сотрудничества и связей с чехословацкими университетами, ИАФ в Бухаресте, Московским госуниверситетом в создании установки СПИН в качестве экспериментальной базы для нового в странах-участницах ОИЯИ направления исследования распада радиоактивных ядер, ориентированных при сверхнизких температурах. На действующем макете установки получены первые экспериментальные результаты, с участием чехословацких и болгарских специалистов запущена система программ обработки информации на ЭВМ.

В области синтеза на ускорителях сверхтяжелых элементов эффективно развивалось сотрудничество с ЦИЯИ в Россендорфе /ГДР/, ИЯИ ЧСКАЭ в Ржеже /ЧССР/ по разработке методики и выделению фракций сверхтяжелых элементов из мишеней кюрия- 248 , плутония- 242 и америция- 243 , облученных пучком ионов кальция- 48 .

Кроме этого, в работах по поиску в природе тяжелых элементов $Z \geq 108$ ведется активное сотрудничество с чехословацкими, монгольскими и болгарскими учеными, которые принимают непосредственное участие в поисках следов сверхтяжелых элементов в кристаллах оливина из метеоритов и в разработке аппаратуры для регистрации осколков спонтанного деления сверхтяжелых элементов.

Исследования реакции (n, α) , на резонансных и быстрых нейтронах, в которых Дубна занимает ведущие позиции, проводились совместно с институтами ЧССР, НРБ и ПНР; началось сотрудничество с ЦИЯИ /Россендорф/ и ИЯИ /Киев/. Совместно с ИЯФ ЧСАН /Ржеж/ выполнялись исследования гамма-спектров радиационного захвата резонансных нейтронов ядрами.

На нейтронных пучках реактора ИБР-30 группами физиков из ГДР, ВНР и ПНР проводились исследования структуры и динамики конденсированных сред методом неупругого рассеяния медленных нейтронов. Среди этих исследований можно отметить работы физиков ГДР по определению внутрикристаллического электрического поля развитым в ЛНФ методом парамагнитного рассеяния нейтронов, который можно применять к металлическим образцам, недоступным для исследования классическим методом электронного парамагнитного резонанса. Существенным методическим улучшением в исследовании неупругого рас-

сеяния нейтронов на импульсном реакторе явилось освоение учеными ВНР нового метода корреляционного /статистического/ прерывания пучка нейтронов, позволяющего значительно увеличить светосилу нейтронных спектрометров.

Повышение эффективности и надежности, улучшение организации эксплуатации основных ЭВМ и развитие центра обработки снимков Института - одно из главных направлений сотрудничества ОИЯИ. В сотрудничестве со специалистами ГДР продолжалась работа по созданию специализированных языков и их трансляторов, совместно с институтами ЧССР разработан проект измерительно-вычислительного модуля для установки СПИН. В институты стран-участниц переданы программы как общего назначения /вычисление элементарных функций и т.д./, так и для специальной математической обработки.

Совместно с АН МНР продолжалась работа по развитию измерительно-вычислительного комплекса Математического института АН МНР. С участием специалистов ГДР, ПНР, НРБ активно проводилось развитие сети терминалов для базовых ЭВМ ОИЯИ и стран-участниц. Совместно с ФИ ЧСАН /Прага/ успешно велись работы по развитию системы обработки снимков на базе полуавтоматических устройств, вместе с ИЯИЯЭ /София/ выполнен ряд исследований по математическим методам решения нелинейных задач физики.

Закончено создание электромагнита для сооружаемого в Дубне циклотрона У-400. В подготовку и создание основных узлов ускорителя большой вклад внесли сотрудники Варшавского университета, специалисты из Румынии, Венгрии, Болгарии, ГДР.

Большое значение имеет создание ускорителя У-120М для ЧССР, как пер-

вая разработка современного ускорителя для страны-участницы Института. В Праге будет создан центр ядерной физики, располагающий ускорителем с параметрами на мировом уровне. Вся работа проведена высококачественно, и в установленные сроки ускоритель отправлен в Чехословакию.

Завершено предварительное формирование магнитного поля создаваемого для Польши ускорителя У-200П, и магнит отправлен в Варшаву.

Организациями ПНР изготовлена электронная аппаратура для системы управления и защиты строящегося в Дубне мощного импульсного реактора ИБР-2. Ряд институтов СССР принял участие в пусконаладочных работах на реакторе ИБР-2, в частности в запуске и обкатке одного из основных узлов реактора - системы подвижного отражателя.

В области создания электронной аппаратуры, автоматизации эксперимента и создания новых детекторов частиц успешно работало объединение специалистов ОИЯИ и лабораторий в Софии, Будапеште, Россендорфе и Цойтене, Пхеньяне, Ханое, Улан-Баторе, Сверке, Кракове и Варшаве, Ржеже и Братиславе, Бухаресте и Москве.

В результате сотрудничества с Институтом вычислительной техники и автоматизации ВАН /Будапешт/ в ОИЯИ создана база по изготовлению электронных блоков. Этот комплекс аппаратуры непосредственно связан с ЭВМ и оснащен математическим обеспечением. Продолжалось совместное усовершенствование программ по машинному проектированию печатных плат и создание измерительных устройств на базе малых ЭВМ венгерского производства.

Значительно расширилось сотрудничество в разработке релятивистского спектрометра со стримерной камерой и водородной мишенью в магнитном поле

/РИСК/. Помимо научных организаций ГДР, внесших большой вклад в создание установки, к работам присоединились университеты и институты ВНР, ПНР, СССР и ЧССР, выработана программа первых экспериментов и изготовлен ряд важных узлов установки.

В сотрудничестве с организациями ВНР, СРВ, ГДР, МНР, СРР, СССР, ЧССР продолжались разработка и совершенствование ядерно-физических методов решения научно-технических задач, имеющих важное народнохозяйственное значение, в частности методов активационного анализа.

Научные совещания ОИЯИ

В 1976 году Объединенным институтом проведено 49 научных совещаний: 6 конференций, совещаний и школ, 21 рабочее и 22 научно-организационных совещания. В их работе участвовало около 2000 человек.

Высокую оценку научной общественности получило организованное совместно с АН СССР в марте в Новосибирске Совещание по взаимодействиям элементарных частиц при низких энергиях.

Очередное, IV Международное совещание по нелокальной квантовой теории поля в апреле в Алуште прошло с высокой активностью ученых, что объясняется актуальностью тематики: нелокальные квантовые теории поля, киральные теории, суперсимметрии, дуальные теории, частицеподобные решения в теории поля /солитоны/, динамика кварков, проблемы теории гравитации, физики слабых взаимодействий, квантовой электродинамики.

В июне в Дубне при поддержке ИЮПАП и Европейского физического общества была организована Международная конференция по избранным вопросам структуры ядра, на которой были заслу-

шаны доклады, отразившие как состояние теории, так и новейшие экспериментальные данные в наиболее интенсивно развивающихся разделах физики атомного ядра. На конференции были обсуждены наиболее интересные исследования по изменению и усложнению структуры ядерных состояний с ростом энергии возбуждения и углового момента, по структуре нейтронных и гигантских резонансов; важнейшие результаты, полученные при изучении структуры атомных ядер в реакциях с тяжелыми ионами и в исследованиях ядерных систем, включающих необычные частицы, а также вопросы ионизации.

ОИЯИ и ФИАН им. П.Н. Лебедева провели 29 сентября - 2 октября в Дубне II Международный симпозиум по коллективным методам ускорения. Научная программа симпозиума включала темы: ускорители с электронными кольцами, ускорение заряженных частиц в плазме и электронных пучках, получение и формирование сильнооточных электронных и ионных пучков, техника современных сильнооточных ускорителей.

На высоком уровне была проведена организованная совместно с Институтом физики АН АзССР и Азербайджанским университетом 25 сентября - 5 октября в Баку X Международная школа молодых ученых, посвященная актуальным вопросам теории элементарных частиц. Лекторами школы были ведущие ученые ОИЯИ, научных центров его стран-участниц и других стран.

На Международном совещании по синтезу и поиску трансурановых элементов, проведенном в декабре в Дубне, обсуждались актуальные проблемы физики тяжелых ионов; поиск сверхтяжелых элементов в природе, их синтез на ускорителях, механизм взаимодействия сложных ядер, свойства ядер, удаленных от области стабильности.

По ряду тем совместных работ: созданию установок У-400, У-120М, РИСК; обработке камерных снимков, экспериментам с нейтральными каонами на установке БИС, исследованиям дифракционной диссоциации пионов на установке МИС, мюонному эксперименту и др. - проведены рабочие совещания для координации деятельности сотрудничающих групп и подведения итогов за прошедший период. Главный результат подобных совещаний - успешное выполнение в срок работ по теме.

Участие ОИЯИ в научных совещаниях других физических центров

В 1976 году ОИЯИ направил свои делегации /около 670 чел./ на 55 конференций и совещаний, организованных научными центрами стран-участниц. Кроме того, Объединенный институт участвовал в 33 конференциях и совещаниях, проведенных в странах-неучастницах Института, направив туда 57 специалистов.

Представительные делегации были направлены на Международную конференцию по физике высоких энергий в Тбилиси /СССР/. Весенние курсы по ядерной физике в Клейнхенигсдорфе /ГДР/, Международную конференцию по радиальным свойствам ядер в Кракове /ПНР/, Международную школу по физике тяжелых ионов в Предеале /СРР/, Международную конференцию по структуре адронов в Смоленце /ЧССР/, а также на Международную конференцию по свойствам ядер, удаленных от линии бета-стабильности, во Франции, Международную конференцию по взаимодействию нейтронов с ядрами в США, Международную конференцию по ядерной физике с использованием тяжелых ионов во Франции и др.

Большая делегация ученых Института участвовала в работе XVIII Между-

народной конференции по физике высоких энергий в Тбилиси в июле. На конференции были обсуждены результаты теории и эксперимента в актуальных областях физики высоких энергий; открытие новых частиц и новых квантовых чисел, процессы с большими передачами импульса, составная природа сильновзаимодействующих элементарных частиц и другие проблемы физики сильных, электромагнитных и слабых взаимодействий. От Объединенного института было представлено более 130 сообщений. Труды конференции изданы в ОИЯИ.

На Международной конференции по множественному образованию частиц во взаимодействиях тяжелых ионов в Триесте /Италия, июнь/ ученые ОИЯИ доложили результаты своих исследований взаимодействия тяжелых ионов при высоких энергиях. Участники конференции дали высокую оценку разработкам специалистов Института по газоструйным мишеням и результатам экспериментов на ускорителе в Батавии по упругому и неупругому рассеянию на дейтерии и гелии, которые были выполнены с участием ученых ОИЯИ.

Большой интерес участников традиционной ежегодной конференции по структуре адронов в Смоленце /ЧССР, ноябрь/ вызвали доклады ученых ОИЯИ, в которых были представлены результаты исследований в области современной теории слабых взаимодействий, рассеяния адронов на большие углы при высоких энергиях, структуры адронов в глубоконеупругом рассеянии, а также теории нелокальных полей.

На Конференции по ориентированию ядер при низких температурах в Оксфорде /Англия, июль/ были отмечены достижения ОИЯИ в области развития техники ионных источников для масс-сепарации и разработки рефрижераторной техники.

На Международной конференции по взаимодействию нейтронов с ядрами в Лоуэлле /США, июль/, на которой были представлены почти все направления нейтронной физики и широкий круг прикладных проблем, большой интерес и дискуссию вызвали доклады ученых ОИЯИ. В ряду лучших работ были названы теоретические исследования структуры сложных ядер, а также эксперименты с поляризованными и ультрахолодными нейтронами и исследования (n, α) и (n, γ, α) -реакций на резонансных нейтронах, выполненные в Дубне.

На Международной конференции по радиальным формам ядер в Кракове /ПНР, июнь/ с большим вниманием были рассмотрены интенсивно развиваемые в ОИЯИ методы модельно-независимого анализа формфакторов ядер, эксперименты по измерению магнитных моментов с высоковозбужденных состояний ядер и исследования, связанные с изменением размеров ядер при возбуждении.

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

Лаборатории Института выполняли более 20 совместных работ с ЦЕРНОм, институтами и лабораториями США, Франции, Италии, Дании, Финляндии, Англии, Индии, ФРГ, Югославии, Швейцарии. Сотрудничество и связи с этими научными центрами осуществлялись в форме взаимного участия в экспериментах на установках Дубны и Серпухова, Женевы, Батавии, Гренобля, согласованной обработки физических данных и разработки аппаратуры, обмена материалами, фильмой информацией, проведе-

ния взаимных консультаций, обсуждений и семинаров.

Активно развивалось сотрудничество ОИЯИ с Национальной ускорительной лабораторией в Батавии, где в течение 4 лет было проведено несколько экспериментов с помощью оригинальной методики, разработанной в Дубне. Завершались совместные эксперименты по изучению неупругого pp - и pd -взаимодействия в области рождения изобар, по изучению радиуса электромагнитного взаимодействия π - и K -мезонов. Результаты исследований докладывались на различных международных и национальных конференциях, где получили высокую оценку.

Сотрудничество и связи с ЦЕРНОм успешно развиваются в форме взаимного командирования как на короткие, так и на длительные сроки /до 2 лет/, обмена публикациями, взаимного участия в научных конференциях, организации совместных школ для молодых ученых. Осуществлялся совместный с ЦЕРНОм эксперимент по дифракционной диссоциации пионов на ядрах при импульсе пионов 30-40 ГэВ/с на ускорителе ИФВЭ в Протвино. В эксперименте участвовали с широким разделением труда научные центры стран-участниц ОИЯИ /ПНР, ЧССР/, Италии и специалисты Хельсинкского университета.

В течение 1976 года интенсивно велась подготовка совместного эксперимента по изучению инклюзивного глубоконеупругого мюон-нуклонного рассеяния на водороде и дейтерии на ускорителе ЦЕРНа с участием также физиков Франции, ФРГ и Италии.

В 1976 году велась подготовка к ряду совместных экспериментов со Швейцарским ядерным институтом /СИН/. Успешно завершены совместные исследования реакции двойной перезарядки и захвата мезонов ядрами и радиацион-

ного рассеяния пионов. Сочетание опыта сотрудников ОИЯИ с техническими возможностями "мезонной фабрики" СИН является плодотворным и взаимовыгодным.

Продолжалось сотрудничество по исследованию взаимодействия частиц и ядер с ядрами с Лабораторией Р.Бернаса /Орсэ, Франция/. Проводилась обработка и совместный анализ обширного экспериментального материала, полученного ранее во время совместного эксперимента в Дубне на У-300 с помощью французского масс-сепаратора.

Все большее значение приобретает взаимный обмен учеными, опытом и информацией с Центром ядерных исследований в Сакле в связи с тем, что на французском ускорителе САТУРН и синхрофазотроне в Дубне начато ускорение ядер.

Развивались научные контакты в области физики низких энергий с Институтом Лауз-Ланжевена /ИЛЛ/ в Гренобле: в изучении взаимодействия нейтронов с атомными ядрами, свойств возбужденных состояний ядер, фундаментальных свойств нейтрона, изучении конденсированных сред и биологических объектов с помощью нейтронов.

С итальянскими физиками из Турина и Фраскати успешно продолжалось сотрудничество в исследовании взаимодействия пионов с ядрами ${}^3\text{He}$ и ${}^4\text{He}$ с помощью стримерной камеры высокого давления. По результатам экспериментов имеются совместные публикации, работы докладывались на международных конференциях.

ОИЯИ поддерживает научные контакты в форме обмена научной информацией, взаимного участия в научных совещаниях и чтения лекций с центрами ядерных исследований и институтами ФРГ в Карлсруэ, Юлихе, Мюнхене, Гейдельберге, Гамбурге и др.

Продолжались постоянные научные контакты и традиционное сотрудничество с Институтом Н.Бора в Копенгагене в области теории ядра.

На основе полученных и обработанных с участием английских физиков /Университет в Сассексе/ результатов трех экспериментов по исследованию угловых зависимостей излучений от ориентированных ядер подготовлены физические и методические работы, представленные на Международное совещание по теории ядра и ядерной спектроскопии.

Продолжалось сотрудничество ОИЯИ с МАГАТЭ в рамках созданной при Агентстве первой международной информационной /библиографически - реферативной/ системы ИНИС, которая охватывает всю основную информацию в области ядерной физики.

Международные научно-технические связи Объединенного института ядерных исследований с институтами, университетами, лабораториями стран-участниц и других стран с каждым годом расширяются, что является отражением большой взаимной заинтересованности сотрудничающих сторон и плодотворности совместных исследований и разработок.

Экскурсии в ОИЯИ

Для ознакомления с историей Объединенного института ядерных исследований, основными направлениями исследований и экспериментальными установками в 1976 году было принято 46 групп экскурсантов /1162 человека/, из них 43 группы /1148 человек/ - из стран-участниц, 3 группы /14 человек/ - из других стран.

Теплый прием встретил в ОИЯИ министр высшего и среднего специального образования Социалистической Республики Вьетнам Нгуен Дин Ты. Он один из физиков-ветеранов Института и много лет работал в Дубне. От имени дирекции Института высокого гостя приветствовал вице-директор ОИЯИ член-корреспондент ВАН Д.Киш /снимок вверху/. Радостной была встреча с друзьями, вместе с которыми были выполнены сложные эксперименты, пережито много трудных и приятных минут в годы работы в Лаборатории высоких энергий /снимок внизу/.



В июне 1976 года ОИЯИ посетил общественный деятель Индии С.Ганди. Главный инженер Лаборатории ядерных реакций И.В.Колесов ознакомил гостя с исследованиями, проводимыми на установках лаборатории.





В Дубне побывал вице-президент Академии наук СССР академик А.А.Логунов. Он встретился с директором Института академиком Н.Н.Боголюбовым, теоретиками Института.

Интернациональный коллектив Института на демонстрации в Дубне в День международной солидарности трудящихся - 1 Мая.

Живой интерес проявляют к научным достижениям Института пресса, радио и телевидение стран-участниц. Профессор С.Хойнацкий дает интервью корреспонденту Центрального телевидения ПНР Е.Пиотровскому об исследованиях на ускорителе тяжелых ионов У-300 в Лаборатории ядерных реакций.





На Международной конференции по избранным вопросам структуры ядра, организованной ОИЯИ при поддержке ИЮПАП и Европейского физического общества, более 300 ученых из 28 стран обсудили доклады о состоянии теории и новейших экспериментальных данных, относящихся к интенсивно развивающимся направлениям физики атомного ядра.



Директор Центрального института физики твердого тела в Дрездене /ГДР/ академик К.Фукс побывал в Дубне и познакомился с проводимыми в ОИЯИ работами. На снимке: начальник сектора ЛВТА В.М.Котов рассказывает гостю о возможностях сканирующего устройства "Спиральный измеритель", созданного в ОИЯИ совместно с ИФВЭ /Цойтен/ для обработки снимков с больших трековых камер.





Ускорители с электронными кольцами, получение и формирование сильнотоочных электронных и ионных пучков, техника современных сильнотоочных ускорителей и др. - такова была научная программа II Международного симпозиума по коллективным методам ускорения, проведенного в Дубне ОИЯИ совместно с Физическим институтом АН СССР им. П.Н.Лебедева.



Традиционными стали в Дубне выставки электронных приборов, разработанных и изготовленных в странах-участницах Института. На организованной венгерским внешнеторговым предприятием "Метримпекс" выставке технологического оборудования для производства печатных плат специалисты ВНР подробно рассказали об аппаратуре и особенностях технологии.





Объединенный институт активно сотрудничает с национальными физическими центрами Чехословакии. Многие специалисты институтов и университетов ЧССР ведут физические исследования и методические разработки совместно с учеными и инженерами ОИЯИ.

Группа чехословацких ученых - организаторов сотрудничества физиков институтов ЧССР и ОИЯИ: директор Института экспериментальной физики ЧСАН профессор Ю.Дубински, профессор В.Петржилка, директор Физического института ЧСАН Я.Седелак, директор Института ядерной физики ЧСАН Й.Тучек после очередного заседания Коллегии ЧСАН по физике.

Семинар в Ядерном центре при Карловом университете в Праге. Руководитель семинара - профессор И.Улегла. Выступает с докладом сотрудник ОИЯИ профессор Е.П.Жидков. Одно из направлений совместных работ ОИЯИ и Карлова университета - исследования и численные расчеты нелинейных задач математической физики.



В отделе оптики Физического института разрабатываются оптические узлы, предназначенные для модернизации водородной камеры ОИЯИ "Людмила", и фотоаппарат для созданной в Дубне установки "Резонанс". Руководитель отдела М.Малы и инженер Я.Черны.



Физический институт ЧСАН /Прага/. В оптической мастерской института изготовлены оптические узлы просмотрово-измерительных столов СА-МЕТ, используемых в ОИЯИ для обработки камерных снимков. Начальник мастерской В.Индриш и техник Й.Розничек.



Институт ядерной физики ЧСАН /Ржеж/. В отделе низких температур совместно с ОИЯИ создается рефрижератор с растворением жидкого гелия-3 в гелии-4. Сотрудники отдела Т.Лешнери Я.Прушак.

Здание, в котором расположен Физический институт САН /Братислава/. Сотрудники института ведут многие исследования совместно с учеными ОИЯИ.



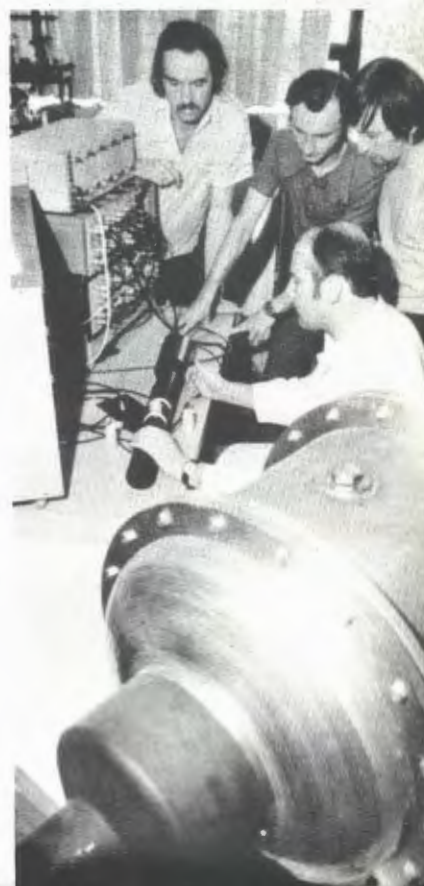
Университет им. Шафарика /Кошице/. Научные сотрудники Й.Шпалек и М.Семан вместе со специалистами ОИЯИ ведут разработку электронных блоков в системе КАМАК. Аппаратура предназначена для связи физических приборов с ЭВМ, в том числе для автоматизации экспериментов на ускорителях, проводимых физиками Дубны.



Электротехнический институт САН /Братислава/. Большой цикл проводимых здесь исследований связан с разработкой сверхпроводящих магнитов по программе ОИЯИ. Руководитель сектора И.Гласник и физик М.Майорош у аппаратуры для измерения потерь в мелкодисперсных сверхпроводниках.



Университет им. Коменского /Братислава/. На кафедре ядерной физики инженер Р.Яник ведет занятия со студентами на спектрометре для измерения бета-излучения малой активности. Спектрометр изготовлен в ОИЯИ.





Ученые из многих стран собрались в Дубне на Совещание по синтезу и поиску трансураниевых элементов. Более 100 участников из ОИЯИ и его государств-членов, Дании, ФРГ, Франции и Швейцарии обсудили результаты исследований сверхтяжелых элементов. Доклады, содержащие анализ последних достижений лабораторий разных научных центров, общая дискуссия и дискуссии в кулуарах продемонстрировали большой интерес физиков к этим проблемам, обеспечили успех совещания.





Тбилисский государственный университет активно сотрудничает с ОИЯИ в разработке и создании измерительных систем на базе спирального измерителя для обработки камерных снимков. На снимке: новый корпус ТГУ.

Руководитель проблемной лаборатории ТГУ Н.С.Амаглобели и руководитель группы Л.М.Глонти обсуждают вопросы постройки оптико-механической части спирального измерителя, изготовленной в рамках сотрудничества в ГДР и поставленной в ТГУ.



Президент Академии наук Грузинской ССР академик И.Н.Векуа - один из организаторов сотрудничества физиков Тбилиси и Дубны. На снимке: встреча И.Н.Векуа с учеными ТГУ Г.А.Чилашвили и Н.С.Амаглобели в вычислительном центре Института математики АН Груз.ССР.

Измерительный зал полуавтоматических устройств ПУОС в проблемной лаборатории ТГУ. Здесь ведется обработка снимков ядерных событий, полученных на пузырьковых камерах ОИЯИ.



Отладка ЭВМ "Электроника-100", входящей в состав сканирующей системы СИ, на линии с аппаратурой измерителя.



СПРАВКА

о развитии международного сотрудничества и связей
Объединенного института ядерных исследований
за период 1971-1976 гг.

№№ пп	Вид сотрудничества	1971	1972	1973	1974	1975	1976
1.	Количество совместных работ	270	285	290	290	167*	172*
2.	Количество командировок специали- стов из стран-участниц в Дубну /без совещаний/	543	503	684	896	1026	1079
3.	Количество командировок специали- стов ОИЯИ в страны-участницы	397	431	417	426	474	508
4.	Количество научных, методических и научно-организационных совеща- ний	27	29	39	38	42	39
5.	Количество командировок на между- народные конференции и в научные центры стран-неучастниц	139	132	140	112	131	130
6.	Количество приездов специалистов из стран-неучастниц	225	226	157	206	250	321
7.	Количество стипендиатов ОИЯИ	19	15	17	8	11	13

Примечание: *В связи с переходом на тематическое планирование научно-исследовательских работ и международных связей в 1975-1976 гг. указано количество тем, по которым выполняются совместные работы.

ПЕРЕЧЕНЬ
научных совещаний,
проведенных Объединенным институтом ядерных исследований
в 1976 году

№№	Наименование	Время проведения	Место проведения	Количество участников
1	2	3	4	5
<i>1. Конференции, симпозиумы, школы</i>				
1.	Совещание по взаимодействиям элементарных частиц при низких энергиях	10-12 марта	Новосибирск, СССР	50
2.	IV Международное совещание по не-локальной квантовой теории поля	20-28 апреля	Алушта, СССР	100
3.	Международная конференция по избранным вопросам структуры ядра	15-19 июня	Дубна	300
4.	Международная школа молодых ученых по физике высоких энергий	25 сентября- 5 октября	Баку, СССР	150
5.	II Симпозиум по коллективным методам ускорения	29 сентября- 2 октября	Дубна	80
6.	Совещание по синтезу и поиску транс-урановых элементов	9-13 декабря	Дубна	120
<i>II. Рабочие совещания</i>				
7.	Совещание по совместному ОИЯИ-ЦЕРН мюонному эксперименту	21-25 января	Дубна	30
8.	Совещание по установке РИСК	2-5 марта	Дубна	30
9.	Совещание по обработке снимков с установки "Людмила"	16-19 марта	Дубна	30
10.	Совещание по двойной перезарядке пионов, захвату мезонов легкими ядрами	16-19 марта	Дубна	8

№№	Наименование	Время проведения	Место проведения	Количество участников
1	2	3	4	5
11.	Совещание по поискам новых короткоживущих частиц	30 марта - 2 апреля	Дубна	18
12.	Совещание по обработке снимков с однометровой водородной пузырьковой камеры	26-29 апреля	Варшава, ПНР	16
13.	Совещание по ускорителю У-400 и основным экспериментальным установкам	18-21 мая	Дубна	50
14.	IV Совещание по изохронному циклотрону У-120М	8-11 июня	Дубна	40
15.	Выставка электронных приборов	8-10 июня	Дубна	40
16.	Совещание по исследованиям на двухметровой пропановой камере	22-25 июня	Москва, СССР	50
17.	Совещание по исследованию взаимодействий легких релятивистских ядер и быстрых адронов с ядрами	22-25 июня	Дубна	18
18.	Совещание по обработке снимков с установки "Людмила"	28 июня - 3 июля	Прага, ЧССР	30
19.	Совещание по экспериментам с нейтральными каонами на установке БИС	28 июня - 3 июля	Прага, ЧССР	30
20.	Совещание по установке РИСК	11-16 октября	Берлин, ГДР	20
21.	Совещание по экспериментам с нейтральными каонами на установке	12-15 октября	Дубна	30
22.	Совещание по совместному ОИЯИ-ЦЕРН мюонному эксперименту	11-12 ноября	Дубна	30

№№	Наименование	Время проведения	Место проведения	Количество участников
1	2	3	4	5
23.	Совещание по полупроводниковым детекторам	18-24 октября	Варна, НРБ	50
24.	Совещание по исследованиям на двухметровой пропановой камере	25-30 октября	Краков, ПНР	30
25.	Совещание пользователей спиральных измерителей СИДУБ	25-27 октября	Дубна	25
26.	Совещание по обработке снимков с однометровой водородной пузырьковой камеры	26-29 октября	Дубна	16
27.	Совещание по исследованиям дифракционной диссоциации пионов на установке МИС	16-19 ноября	Дубна	50

III. Научно-организационные совещания

28.	Сессии Ученого совета ОИЯИ	13-16 января	Дубна	60
		2-5 июня	Дубна	60
29.	Сессии Ученого совета по физике высоких энергий	26-28 мая	Дубна	30
		23-26 ноября	Дубна	30
30.	Сессии Ученого совета по физике высоких энергий	26-28 мая	Дубна	30
		30 ноября - 3 декабря	Дубна	30

№№	Наименование	Время проведения	Место проведения	Количество участников
1	2	3	4	5
31.	Сессия Ученого совета по теоретической физике	14-17 декабря	Дубна	40
32.	Совещание Контрольной комиссии Финансового комитета	21-24 сентября	Дубна	20
33.	Совещание Финансового комитета	16-19 ноября	Дубна	25
34.	Совещания Камерного комитета	13-15 апреля	Дубна	25
		19-22 октября	Дубна	30
35.	Совещания Фотоэмульсионного комитета	13-15 апреля	Дубна	25
		19-22 октября	Дубна	25
36.	Совещания Комитета по электронным экспериментам	13-15 апреля	Дубна	25
		19-22 октября	Дубна	25
37.	Совещания Комитета по физике тяжелых ионов	6-8 апреля	Дубна	25
		26-29 октября	Дубна	25
38.	Совещания Комитета по структуре ядра	6-8 апреля	Дубна	30
		26-29 октября	Дубна	25
39.	Совещания Комитета по нейтринной физике	6-8 апреля	Дубна	25
		26-29 октября	Дубна	25

ПЕРЕЧЕНЬ
международных и национальных конференций,
симпозиумов, семинаров, совещаний и школ,
в которых принимали участие специалисты Объединенного института
ядерных исследований в 1976 году

№№	Наименование	Время проведения	Место проведения
1	2	3	4
<i>А. В странах-участницах Института</i>			
1.	VII Национальная конференция по физике	25-30 января	Видин, НРБ
2.	Научная сессия по комплексной проблеме "Космические лучи" и Всесоюзная школа по неупругим взаимодействиям при высоких энергиях	25 января - 4 февраля	Бакуриани, СССР
3.	Научная сессия по физике высоких энергий и элементарных частиц ОЯФ АН СССР	3-5 февраля	Москва, СССР
4.	XXVI Совещание по ядерной спектроскопии и структуре атомного ядра	3-6 февраля	Баку, СССР
5.	XI Зимняя школа по физике ядра и элементарных частиц	16-27 февраля	Луга, СССР
6.	XX-летний юбилей ЦИЯИ	18-21 февраля	Россендорф, ГДР
7.	Международная школа по ядерной спектроскопии	18 февраля - 4 марта	Закопане, ПНР
8.	Семинар "Общая теория систем и интеграция знаний"	16-17 марта	Москва, СССР
9.	Весенние курсы по ядерной физике	8-19 марта	Клейнхенигсдорф, ГДР
10.	Весенняя школа по ядерной химии	10-17 марта	Россендорф, ГДР

№№	Наименование	Время проведения	Место проведения
1	2	3	4
11.	V Симпозиум по физике и технике низких температур	14-21 марта	Гауссиг, ГДР
12.	Ежегодный симпозиум по электронной структуре металлов и сплавов	4-9 апреля	Гауссиг, ГДР
13.	Симпозиум "Структура и организация пакетов программ"	5-9 апреля	Тбилиси, СССР
14.	II Национальная конференция по организации и автоматизации экспериментальных исследований	21-28 апреля	Варна, НРБ
15.	Семинар по исследованию процессов дифракционной диссоциации	23-30 апреля	Вышеград, ВНР
16.	Семинар "Обработка данных на ЭВМ третьего поколения"	12-13 мая	Москва, СССР
17.	Всесоюзная школа по радиохимии и и активационному анализу	14-26 мая	Ташкент, СССР
18.	I Всесоюзная школа молодых ученых и специалистов "Актуальные проблемы современной физики"	17-25 мая	Ростов, СССР
19.	VIII Всесоюзное совещание по физике взаимодействия заряженных частиц с кристаллами	31 мая - 2 июня	Москва, СССР
20.	Международный симпозиум по радиационной химии	31 мая - 7 июня	Кестхейн, ВНР
21.	Международная летняя школа по теории вероятности и математической статистике	31 мая - 17 июня	Варна, НРБ
22.	IV Всесоюзная конференция по взаимодействию атомных частиц с твердым телом	11-12 июня	Харьков, СССР

№№	Наименование	Время проведения	Место проведения
1	2	3	4
23.	VIII Коллоквиум по вычислительной технике и обработке данных	13-21 июня	Магдебург, ГДР
24.	Международная конференция по радиальным свойствам ядер	20-29 июня	Краков, ПНР
25.	IV Всесоюзный семинар по линейным ускорителям	24-28 июня	Харьков, СССР
26.	Семинар "Изучение структуры ядер в реакциях при высоких энергиях"	29 июня-2 июля	Ленинград, СССР
27.	IV Советская гравитационная конференция	1-3 июля	Минск, СССР
28.	Симпозиум "Успехи в области методов рассеяния"	11-16 июля	Прага, ЧССР
29.	XVIII Международная конференция по физике высоких энергий	15-21 июля	Тбилиси, СССР
30.	Семинар МАГАТЭ по импульсным системам	19-21 июля	Дубна, СССР
31.	Школа передового опыта "Средства механизации и автоматизации вычислительных работ"	19-23 июля	Москва, СССР
32.	VI Национальная конференция по электронике и вакуумной физике	23-26 августа	Братислава, ЧССР
33.	Международная школа по физике тяжелых ионов	24 августа-6 сентября	Предеал, СРР
34.	Международная школа по ядерной физике	29 августа-12 сентября	Миколайки, ПНР
35.	Международная конференция по высоковольтной изоляции, используемой при низких температурах	12-20 сентября	Карпач, ПНР

№№	Наименование	Время проведения	Место проведения
1	2	3	4
36.	XIX Всесоюзное совещание по физике низких температур	14-18 сентября	Минск, СССР
37.	Конференция "Применение ЭВМ ЕС 1010 ВИДЕОТОН и ЕС 1010 Б в системах АСУ и АСУ ТП"	14-25 сентября	Кишинев, СССР
38.	Школа по аксиоматической квантовой теории поля	15-21 сентября	Ужгород, СССР
39.	Международный семинар "Активные процессы на солнце и проблемы солнечных нейтрино"	22-24 сентября	Ленинград, СССР
40.	Семинар "Ядра с необычными свойствами и проблема сжатия ядерного вещества"	4-6 октября	Звенигород, СССР
41.	Конференция "Автоматизация-76"	4-11 октября	Варна, НРБ
42.	V Совещание по теории инвариантности и ее применению	5-7 октября	Киев, СССР
43.	V Всесоюзное совещание по ускорителям заряженных частиц	5-7 октября	Дубна, СССР
44.	Семинар по методам статистической механики	6-9 октября	Баку, СССР
45.	Сессия ОЯФ АН СССР, посвященная экспериментальным методам ядерной физики	7-10 октября	Звенигород, СССР
46.	Симпозиум по квантовой теории поля	10-17 октября	Аренсхоп, ГДР
47.	Проблемы математической физики и смежных вопросов вычислительной математики и дифференциальных уравнений	11-13 октября	Москва, СССР

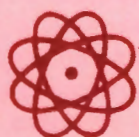
№№	Наименование	Время проведения	Место проведения
1	2	3	4
48.	Всесоюзное совещание по автоматизации научных исследований в ядерной физике	12-14 октября	Киев, СССР
49.	Всесоюзная школа молодых ученых и специалистов по проблемам разработки и внедрения техники высокого вакуума	12-21 октября	Гурзуф, СССР
50.	Научная сессия ОЯФ АН СССР	18-22 октября	Москва, СССР
51.	Школа по электронике в стандарте КАМАК	18-22 октября	Братислава, ЧССР
52.	VI Конференция по эксплуатации БЭСМ-6	19-23 ноября	Тбилиси, СССР
53.	X Школа по автоматизации научных исследований	1-15 ноября	Геленджик, СССР
54.	Совещание "Процессы множественного рождения и инклюзивные реакции при высоких энергиях"	10-14 ноября	Протвино, СССР
55.	Международная конференция по структуре адронов	14-23 ноября	Смоленице, ЧССР
<i>Б. В странах-неучастницах Института</i>			
1.	V Международная школа по теории конденсированных состояний	14 января - 15 февраля	Триест, Италия
2.	Семинар по проектированию, эксплуатации и применению импульсных реакторов	17-25 января	Токай, Япония
3.	Конференция по многоканальному анализу	17-24 января	Женева, Швейцария

№№	Наименование	Время проведения	Место проведения
1	2	3	4
4.	Конференция по проблемам физики элементарных частиц	18-23 января	Корал-Гейблс, США
5.	Курсы фирмы CDC	7 марта - 26 июля	Миннеаполис, США
6.	Международная конференция по автоматизированной обработке библиографической информации и методов информационного поиска	31 марта - 3 апреля	Амстердам, Нидерланды
7.	Международная конференция по процессам ионизации внутренних оболочек	25 марта - 10 апреля	Фрейберг, ФРГ
8.	Международная конференция по методам расчета магнитных полей	28 марта - 4 апреля	Оксфорд, Великобритания
9.	Международная конференция по сканирующим машинам	20-28 апреля	Падуа, Италия
10.	Школа по теории конденсированного состояния	28 апреля - 28 июня	Триест, Италия
11.	Конференция европейских пользователей ЭВМ фирмы CDC	2-8 мая	Гейло, Норвегия
12.	Международная конференция по свойствам ядер, удаленных от линии бета-стабильности	17-28 мая	Корсика, Франция
13.	Международная конференция по ядерной физике с мезонами	23-31 мая	Питтсбург, США
14.	Рабочий семинар ИНИС	23 мая - 5 июня	Вена, Австрия
15.	Конференция по рассеянию нейтронов	4-13 июня	Гатлинберг, США

№№	Наименование	Время проведения	Место проведения
1	2	3	4
16.	Школа ЦЕРНа по физике	5-19 июня	Намюр, Бельгия
17.	Международная конференция по множественному образованию частиц во взаимодействиях тяжелых ионов	9-18 июня	Триест, Италия
18.	VII Международный коллоквиум по многочастичным реакциям	20-26 июня	Мюнхен, ФРГ
19.	VII Сессия советско-датской комиссии по научно-техническому сотрудничеству	27 июня - 4 июля	Копенгаген, Дания
20.	Международная конференция по взаимодействию нейтронов с ядрами	4-15 июля	Лоуэлл, США
21.	Тематическая конференция по барионным резонансам	5-10 июля	Оксфорд, Великобритания
22.	III Европейский симпозиум по анти-нуклон-нуклонным взаимодействиям	8-19 июля	Стокгольм, Швеция
23.	Конференция по ориентированию ядер при низких температурах	17-27 июля	Оксфорд, Великобритания
24.	Конференция по эффектам, связанным с кристаллическим полем в металлах и сплавах	15 августа - 5 сентября	Цюрих, Швейцария
25.	Международный симпозиум по поляризованным явлениям при высоких энергиях	22 августа - 2 сентября	Аргонн, США
26.	Международная конференция по магнетизму	4-11 сентября	Амстердам, Нидерланды

№№	Наименование	Время проведения	Место проведения
1	2	3	4
27.	Международная конференция по ядерной физике с использованием тяжелых ионов	5-15 сентября	Канны, Франция
28.	V Международная конференция по современным тенденциям в активационном анализе	12-23 сентября	Мюнхен, ФРГ
29.	Конференция по протонным линейным ускорителям	12-22 сентября	Чок-Ривер, Канада
30.	Европейская конференция по физике малонуклонных систем	12-21 сентября	Амстердам, Нидерланды
31.	Международная школа по физике элементарных частиц	19 сентября-3 октября	Башко-Поле, Югославия
32.	Заседание оргкомитета Школы ЦЕРН-ОИЯИ	25 сентября-2 октября	Женева, Швейцария
33.	Ежегодное консультативное совещание сотрудников по связи с ИНИС	1-7 ноября	Вена, Австрия

Научная информация



Издательский отдел

1976 год характеризовался продолжающимся ростом числа и объема публикаций сотрудников ОИЯИ. Издательский отдел в этом году отпечатал около 5,5 млн. оттисков. Выпущено 1055 наименований препринтов и сообщений. Общий объем всех изданий за год составил почти 1500 уч.-изд.листов.

Приведенный график показывает рост объема публикаций ОИЯИ за последние несколько лет.



В 1976 году издано 8 крупноформатных сборников, содержащих материалы различных конференций, школ и совещаний. Среди них наибольший интерес вызвали сборники трудов Международной конференции по избранным вопросам структуры ядра, VIII-го Международного симпозиума по ядерной электронике, I-ой Международной школы молодых ученых по проблемам ускорителей заряженных частиц, а также V-го Международного симпозиума по физике высоких энергий и элементарных частиц.

В течение года в редакции научных журналов, на конференции, совещания, симпозиумы и школы направлено 1050

статей и докладов, содержащих результаты выполненных в Объединенном институте научных и научно-методических исследований. Статьи сотрудников Института направлялись преимущественно в следующие журналы стран-участниц: "Известия АН СССР" /серия физическая/, ЯФ, ПТЭ, АЭ, ЖЭТФ, ЖТФ, Nucleonika, а из журналов стран, не являющихся членами ОИЯИ, - в такие журналы, как Physics Letters, Nuclear Physics, Nuclear Instruments and Methods.

Публикации Института регулярно рассылаются в институты, университеты, библиотеки 56 стран мира по 825 адресам. Кроме этого, в 1976 году отправлено по отдельным запросам 1966 брошюр.

Интерес к публикациям Института продолжает расти, о чем свидетельствуют 25 новых адресов научных учреждений, включенных в список рассылки препринтов и сообщений Института, из которых 16 адресов находятся в странах-участницах и 9 - в других странах.

В обмен на публикации ОИЯИ научно-техническая библиотека получила 7270 препринтов, около 130 наименований журналов и 510 монографий.

Регулярно издавались экспресс-бюллетени научно-технической библиотеки и патентного отдела. Выпущен ежегодный библиографический указатель работ сотрудников ОИЯИ.

Помимо публикации препринтов, сообщений, сборников, а также материалов Комитета Полномочных Представителей и ученых советов издательским отделом были выполнены многочисленные заказы на ксерокопирование. За год изготовлено около 260 тыс. копий.

Выполнялись заказы на переплетные работы - переплетено почти 5 тыс. томов. По заказам лабораторий изготовлено около миллиона различных бланков для обработки экспериментальной информации и других целей.

Продолжалось внедрение новой техники. Введен в эксплуатацию позолотный пресс производства ГДР для отделки парадных изданий. В отделе освоен новый технологический процесс - печать на ткани, позволивший издавать книги, по полиграфическим качествам не уступающие изданиям крупных полиграфических предприятий. В качестве примера такого издания можно назвать юбилейный сборник, посвященный 20-летию Института.

Научно- техническая библиотека

В 1976 году число читателей научно-технической библиотеки и ее филиалов составило 5650 чел., в том числе 840 - прибывших в командировки. По сравнению с 1975 годом число читателей увеличилось на 200 человек. Количество выданной за год литературы и просмотренных на выставках новых поступлений превышает 550 тыс. печатных единиц.

По заказам читателей получено по межбиблиотечному абонементу более 2 тыс. названий книг и журналов. Выполнено 329 читательских заявок, поступивших из библиотек Советского Союза.

По всем источникам комплектования /покупка, подписка, книгообмен/ в 1976 году получено 20519 печатных единиц, в том числе свыше 8 тыс. экземпляров на иностранных языках.

На 31 декабря 1976 года библиотечный фонд составлял 355 тыс. печатных единиц. Поступившие издания своевременно обрабатывались и отражались в сводных каталогах Центральной библиотеки и ее филиалов. Картотека публикаций сотрудников ОИЯИ пополнилась 5183 карточками, из них 3902 - на вновь опубликованные работы. Подготовлен и издан Указатель публикаций сотрудников Института за 1975 год. Проведена работа по очистке фонда от устаревшей и мало используемой литературы. Ежедневно выпускалась экспресс-информация о новых поступлениях: "Книги", "Препринты", "Статьи". Всего за прошедший год выпущено 155 номеров таких экспресс-бюллетеней, включивших около 22 тыс. названий. Напечатано 89 списков на новые журналы, поступившие в библиотеку. Ежедневно обновлялись выставки новых поступлений.

Была организована большая выставка литературы к юбилею Института "20 лет ОИЯИ", на которой были представлены работы сотрудников, удостоенные Ленинских и Государственных премий СССР, премий ОИЯИ; монографии, отчеты о деятельности ОИЯИ.

Обмен изданиями

Всего за 1976 год в научно-техническую библиотеку ОИЯИ в порядке обмена поступило 7270 публикаций из 42 стран, в том числе 904 - из ЦЕРНа.

Кроме того, в порядке обмена библиотека бесплатно получала периодические издания из 23 стран /133 названия/. Количество поступлений показывает следующая таблица:

Наименование страны	Пре-принты	Оттиски	Журналы	Книги
1	2	3	4	5

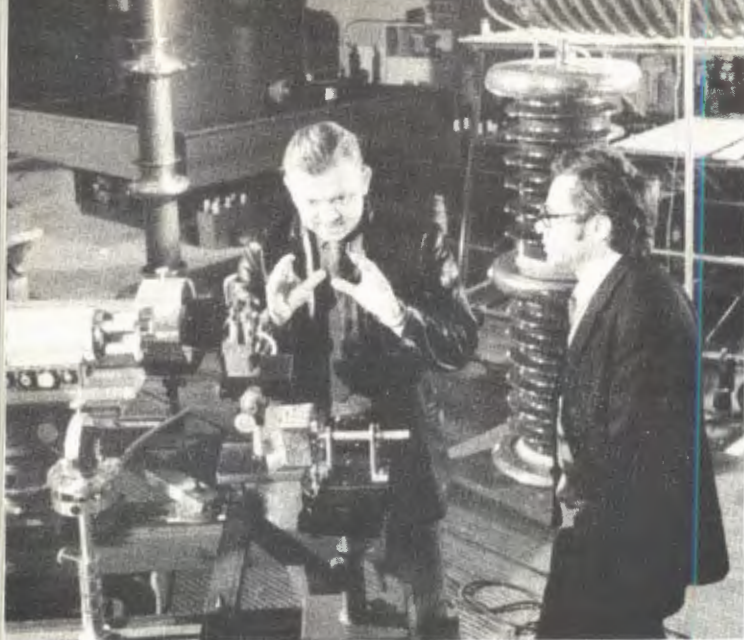
Страны-участницы ОИЯИ

Болгария	3		8	
Венгрия	75		5	3
ГДР	79		4	3
КНДР			2	
Польша	84		8	2
Румыния	70		13	23
СССР	1634	13	33	344
Чехословакия	22		9	2
Всего:	1967	13	82	377

Другие страны и международные организации

Австралия	42		1	
Австрия	15		5	36

1	2	3	4	5
Бельгия	31		6	1
Бразилия	63			3
Великобритания	260		1	2
Венесуэла	3			
Греция	6			
Дания	40		1	
Евратом	11		2	
Западный Берлин	36			
Израиль	35			
Индия	41		4	7
Иран	1			
Ирландия	20			
Испания	15			
Италия	310	25	1	3
Канада	80			1
Мексика	5			
Нигерия	1			
Нидерланды	17			
Новая Зеландия	3			
Норвегия	12			
Португалия	3			
Сингапур	1			
Судан	4			
США	1657		6	67
Турция	1		1	
Финляндия	44		1	3
Франция	410	120	2	2
ФРГ	666		9	6
Швейцария	32			
ЦЕРН	904		4	2
Швеция	32			
Югославия	3			
Япония	322	19	7	
Всего:	5126	164	51	133
Общее количество:	7093	177	133	510



По заказу Объединенного института Центральная студия документальных фильмов /Москва/ закончила съемки фильмов о деятельности ОИЯИ: "Мирный атом Дубны" и "Дубна - международный научный центр". На снимках: режиссер фильма Л.В.Махнач и начальник сектора ЛВЭ Ю.Д.Безногих готовятся к съемкам эпизода в отделе синхрофазотрона; оператор В.Н.Киселев ведет съемки на семинаре Н.Н.Боголюбова.



Объединенный институт посетила делегация Центра ядерной информации Чехословацкой комиссии по атомной энергии: директор Центра О.Патек, сотрудник Центра В.Подвин, сотрудник международного отдела ЧСКАЭ И.Франц.

Начальник издательского отдела В.Р.Саранцева и бригадир полиграфической бригады А.Т.Легонцев познакомили делегацию с полиграфическим оборудованием отдела.

Начальник сектора ЛВТА Д.Арнаудов рассказал гостям о результатах работ по созданию в ОИЯИ информационно-поисковой системы, совместимой с международной системой ядерной информации ИНИС.



Библиотечный фонд насчитывает около 400 тыс. экземпляров печатных изданий.



Ежегодно растет число читателей научно-технической библиотеки ОИЯИ. В 1976 г. это число составило 5650 человек.



Патентный отдел

Разработка правовых норм

Решением Комитета Полномочных Представителей 1 июня 1976 г. введено в действие "Положение Объединенного института ядерных исследований об изобретениях" в редакции IV совещания экспертов-патентоведов стран-участниц ОИЯИ. В соответствии с этим Положением составлены патентным отделом и утверждены дирекцией "Правила подачи и оформления заявок на изобретения сотрудниками Объединенного института ядерных исследований".

Правовая охрана открытий

За период	1976	1971- 1975	1958- 1976
-----------	------	---------------	---------------

Зарегистри- ровано в СССР открытий	3	10	19
--	---	----	----

Защита и использование изобретений

За период	1976	1971- 1975	1958- 1976
-----------	------	---------------	---------------

Получено положительных решений	75	230	515
--------------------------------------	----	-----	-----

Использовано изобретений	33	93	246
-----------------------------	----	----	-----

В 1976 г. выпущено 4 номера бюллетеня "Заявки и изобретения", в которых помещены аннотации 72 первичных заявок на изобретения.

Рационализаторские предложения

За период	1976	1975	1958-1976
Использовано рационализаторских предложений	588	510	6415
Экономический эффект от использования изобретений и рационализаторских предложений в тыс. руб.	86,7	32,0	1492,1

Почетные звания

Доктору технических наук, профессору А.Г.Зельдовичу Указом Президиума Верховного Совета РСФСР от 17 декабря 1976 года присвоено звание "Заслуженный изобретатель РСФСР".

За заслуги перед Объединенным институтом ядерных исследований в области изобретательства и рационализации приказом Дирекции ОИЯИ в 1976 г. присвоены звания:

"Почетный изобретатель ОИЯИ"

В.И.Данилову, начальнику отдела ЛЯП, А.Г.Зельдовичу, начальнику отдела ЛВЭ, С.И.Орманджиеву, старшему научному сотруднику ЛЯП, С.П.Третьяковой, старшему научному сотруднику ЛЯР;

"Почетный рационализатор ОИЯИ"

В.М.Плотко, слесарю ЛЯР, В.П.Пугачевичу, слесарю ЛВЭ.

Перечень открытий сотрудников ОИЯИ за 1976 год

№№ п/п	Наименование	Ф.И.О.	Место работы авторов	Страна-участница	№ диплома, № бюллетеня ОИПОТЗ
1.	Закономерность стабилизации низших состояний окисления актинидных элементов	В.И.Спицын Н.Б.Михеев А.Н.Каменская И.А.Румер Р.А.Дьячкова Н.А.Розенкевич Б.А.Гвоздев	Институт физической химии АН СССР ОИЯИ ЛЯР	СССР	№ 169, № 19 за 1976 г. /Приоритет от 25 марта 1971 г./

№№ п/п	Наименование	Ф.И.О.	Место работы авторов	Страна- участница	№ диплома № бюллетеня ОИПОТЗ
2.	Явление удержания медленных нейтронов	Я.Б.Зельдович Ф.Л.Шапиро В.И.Лущикова А.В.Стрелков Ю.Н.Покотилковский	Институт прикладной математики ОИЯИ ЛНФ	СССР	№ 171 , № 23 за 1976 г. /приоритет от 3 апреля 1959 г./
3.	Явление резонанс- ного поглощения отрицатель- ных мюонов атомными ядрами	В.В.Балашов В.Б.Беляев И.Войтковска В.С.Евсеев Н.М.Кабачник Т.Козловски В.С.Роганов Р.А.Эрамжан	НИИЯФ МГУ ОИЯИ ЛТФ ИЯИ СВЕРК ОИЯИ ЛЯП НИИЯФ МГУ ИЯИ СВЕРК ОИЯИ ЛЯП ОИЯИ ЛТФ	СССР СССР ПНР СССР СССР ПНР СССР СССР	№ 173 , № 37 за 1976 г. /приоритет /от 22 октяб- ря 1963 г./

**Общеинститутские
службы**

**Административно-
хозяйственная
деятельность**



Отдел радиационной безопасности

Дозиметрический контроль радиационной обстановки и индивидуальных доз персонала в зонах радиационного воздействия позволил организовать деятельность Института, связанную с использованием ядерно-физических установок и радиоактивных веществ, так, что годовой уровень облучения персонала и отдельных лиц, выполнявших работы в санитарно-защитной зоне, не превысил предельно допустимых доз. Оперативный индивидуальный контроль облучаемости персонала при проведении работ в зонах специального допуска, обеспечил соблюдение норм облучения. Групповая доза 2102 сотрудников ОИЯИ, контролирувавшихся с помощью индивидуальных дозиметров, в 1976 г. составила 1038 бэр, причем у 89% контролируемого персонала индивидуальная годовая доза характеризуется величиной, меньшей 1,5 бэр.

Данные индивидуального дозконтроля персонала, работавшего в 1976 г. в помещениях измерительного центра в корпусе синхроциклотрона, подтвердили, что после установления в 1975 г. дополнительной биологической защиты годовой уровень облучения в этих помещениях снизился и не превышает допустимого для санитарно-защитной зоны. Значительное внимание сотрудников отдела радиационной безопасности в 1976 г. было уделено обеспечению радиационного контроля при ремонтных работах на реакторе ИБР-30 /ЛНФ/, ревизии синхроциклотрона, пуско-наладочных работах ускорителя У-120М /ЛЯП/ и микротрона МТ-17 /ЛЯР/. Составлены картограммы полей излучения и выданы рекомендации по организации работ в районе циклотрона У-200 /ЛЯР/ в режиме ускорения ядер дейтерия и гелия и в районе измерительного павильона, куда осуществляется медленный вывод пучка протонов из синхрофазотрона /ЛВЭ/, пос-

ле изменения биологической защиты канала медленного вывода.

Контроль радиоактивности окружающей среды показал, что среднегодовые концентрации радиоактивных веществ в воздухе рабочих помещений и сбрасываемых водах не превышают допустимых величин. Радиоактивность почвы и растительности не превышает уровня естественного фона. Гамма-фон в районе наблюдаемой зоны Института такой же, как и в районах, не имеющих ядерно-физических установок.

Научно-методические работы проводились с целью исследования характеристик полей излучения ядерно-физических установок и проверки адекватности

показаний детекторов излучений эквивалентной дозе и спектру частиц в этих полях. Экспериментально исследованы энергетические распределения нуклонов за защитой синхроциклотрона ЛЯП. Установлены некоторые закономерности в формировании поля нейтронов за защитой ускорителей протонов на высокие энергии. Выполнены расчеты эквивалентной дозы и спектра частиц за защитой в типичных для ускорителей геометриях источник-защита. На пучках нейтронов и в полях рассеянного излучения ИБР-30 и синхроциклотрона ЛЯП определены реакции детекторов, используемых для дозиметрического контроля в ОИЯИ, ГДР, ПНР и ЧССР. Начаты работы по калибровке дозиметров методом спектрометрирования энергии нейтронов по времени пролета.

Совет по радиоэлектронике

Выставки

1. Объединенный институт ядерных исследований организовал в Дубне очередную выставку приборов ядерной электроники, разработанных и изготовленных в странах-участницах Института. Эту выставку участники посвятили 20-летию Объединенного института.

Внешнеторговое предприятие Венгерской Народной Республики МЕТРИМ-ПЕКС на своих стендах представило приборы и целые системы, разработанные и изготовленные такими институтами и организациями, как Центральный институт физических исследований и Институт вычислительной техники и автоматики Венгерской академии наук, Завод электронно-измерительной аппаратуры и др.

Среди экспонатов были: многоканальный накопитель данных в системе КАМАК; знакомые уже дубненцам графический дисплей GD-71 и анализатор типа ICA-70; комплект оборудования для управления технологическим процессом, включающий в себя мини-ЭВМ ТРА-і и микропроцессорный управляющий дисплей типа PF-12-F; программируемая настольная электронная вычислительная машина типа 71-666; семейство терморегуляторов; цифровой дистанционный датчик угла и др.

На стендах Германской Демократической Республики демонстрировалась ЭВМ типа KRS-4200 в комплексе с большим набором внешних устройств включая дисплей и блоки системы КАМАК, позволяющие автоматизировать широкий круг физических задач.

Свои достижения демонстрировали комбинат "Роботрон", предприятие Месс-электроник "Отто Шон" и Технический

университет /Дрезден/, Институт высоких энергий /Цойтен/, Центральный институт ядерной физики /Россендорф/, РФТ комбинат Функерк /Эрфурт/.

Объединение заводов ядерного приборостроения ПОЛОН Польской Народной Республики показало большой набор блоков системы КАМАК и комплекс блоков для их проверки на функционирование.

Институт атомной физики Государственного комитета по ядерной энергетике Социалистической Республики Румынии показал модульную систему в стандарте КАМАК, состоящую из блоков 20 наименований, малогабаритное печатающее устройство, читающее устройство и импульсное пересчетное устройство "Нумерпорт-632".

Разнообразны были экспонаты, представленные институтами и предприятиями Чехословацкой Социалистической Республики. Институт ядерного приборостроения в Пржемышлени /объединение ТЕСЛА/ показал модульную систему приборов управления и защиты ядерных реакторов, систему блоков КАМАК /20 наименований/ и большой набор сцинтилляторов. Набор блоков КАМАК для автономной проверки системы изображения показал Институт ядерной физики ЧСАН /Ржеж/; блок связи крейтов КАМАК, удаленных на значительное расстояние друг от друга, - Институт физики САН /Братислава/.

Интерес у посетителей вызвал демонстрационный прибор для регистрации ядерных излучений, представленный кафедрой ядерной физики Университета им. Коменского /Братислава/. Он удобен для



демонстрации методов регистрации различных видов детекторов, применяемых в ядерной физике, и используется при изучении курса ядерной физики в средней школе и вузе. В приборе применен блочный конструктив, выпускаемый предприятием *Тесла-Электроакустика /Братислава/*, очень удобный для создания экспериментальных приборов.

Выставку посетили сотрудники ОИЯИ, участники проходившего в Дубне научного совещания, многочисленные гости из институтов и организаций Москвы и других городов.

Показ на выставке в Дубне последних достижений стран-участниц ОИЯИ в области ядерного приборостроения способствует развитию связей между ОИЯИ и ведущими научными центрами этих стран, обмену опытом, а также помогает обеспечить ведущиеся в Объединенном институте эксперименты новейшим электронным оборудованием.

Такие экспонаты выставки, как анализатор KRS-4200, настольная ЭВМ типа 71-666 /ВНР/, комплект ЭВМ KRS-4200 /ГДР/, набор блоков КАМАК /ЛНР/ и др. со стендов выставки сразу поступили в руки экспериментаторов Объединенного института.

2. При содействии Объединенного института ядерных исследований внешне-торговое предприятие МЕРТИМШЕКС провело в Дубне выставку технологического оборудования для производства печатных плат, разработанного в исследовательском институте вычислительной техники и автоматизации Венгерской академии наук. Все оборудование, представленное на выставке, можно разделить на несколько технологических циклов.

Первая часть - система для корректирования монтажной схемы. Она базируется на малой ЭВМ TRA-70 и графическом дисплее GD-71. Эта система позволяет существенно сократить время корректировки монтажной схемы. Показанный фотометод позволяет рисовать линии с очень высокой разрешающей способностью.

Вторая часть - АДМАП с фотоголовкой и набор оборудования для фотометода. С помощью этого оборудования изготавливаются негативы /или фотошаблоны/ высокого качества и осуществляется обработка платы, на которую нанесен фоторезист.

Последняя часть - набор оборудования для металлизации отверстий.

Выставка вызвала большой интерес у специалистов Дубны, а также разработчиков многих ведущих институтов Советского Союза. Одновременно с демонстрацией оборудования были проведены семинары, на которых венгерские специалисты подробно рассказали о представленной аппаратуре и особенностях технологии. Оборудование с выставки поступило в лаборатории Объединенного института. Это позволит повысить качество выпускаемых электронных блоков.

Заседания Совета

На заседаниях Совета по радиоэлектронике и его президиума обсуждались вопросы подготовки IX Международного симпозиума по ядерной электронике, разработки блоков с применением микропроцессоров; согласовывались и корректировались квартальные планы ЦЭМ по выпуску электронных изделий.

Большая группа специалистов ОИЯИ приняла участие в подготовке и работе I Всесоюзного совещания по автоматизации научных исследований в ядерной физике /Киев, 12-14 октября 1976 года/. Совещание было организовано Советом по автоматизации научных исследований при Президиуме АН СССР, Научным советом по использованию вычислительной техники и средств автоматизации в экспериментальной ядерной физике при

Отделении ядерной физики АН СССР, Советом по автоматизации научных исследований при Президиуме АН УССР, Институтом ядерных исследований АН УССР, Украинским республиканским правлением НТО РЭС им. А.С.Попова. Научными консультантами Совещания были члены-корреспонденты АН СССР М.Г.Мещеряков и Н.Н.Говорун. Доклады, представленные на совещании от ОИЯИ, получили высокую оценку.

Административно- хозяйственная деятельность

Кадры

Численность сотрудников Объединенного института ядерных исследований на 31 декабря 1976 года составила 6457 человек. Распределение по категориям показано в таблице:

Категория работников	Численность		
	в лабораториях и управлениях	в производственных подразделениях	Всего
Научные сотрудники	872	10	882
Инженеры	1287	161	1448
Техники и мастера	317	135	452
Рабочие	1593	1315	2908
Служащие	307	159	466
Младший обслуживающий персонал	133	123	256
Ученики	37	8	45
Итого:	4546	1911	6457

В Объединенном институте ядерных исследований работают 4 академика: Н.Н.Боголюбов, Б.М.Понтекорво, Г.Н.Флеров, И.М.Франк; 9 членов-корреспондентов академий наук: А.М.Балдин, Д.И.Блохинцев, Н.Н.Говорун, В.П.Джелепов, И.Звара, Д.Киш, М.Г.Мещеряков, С.М.Поликанов; Д.В.Ширков; 113 докторов наук и 438 кандидатов наук.

В 1976 году принято 686 человек:
научных сотрудников - 146
инженеров - 115

техников и мастеров	-	32
рабочих	-	263
учеников	-	52
служащих	-	45
младшего обслуживающего персонала	-	33

Уволено из ОИЯИ за этот же период в связи с окончанием срока работы и по другим причинам - 482 человека.

В течение года учеными и научно-техническими советами ОИЯИ избраны на должности на новые сроки 128 научных сотрудников. Присвоены ученые звания младшего научного сотрудника 35 и звания старшего научного сотрудника 26 человекам. В течение 1976 года защитили кандидатские диссертации 17 сотрудников, докторские - 6.

Финансовая деятельность

Для проведения научно-исследовательских работ, капитального строительства научно-исследовательских и других объектов Комитет Полномочных Представителей правительств государств-членов Объединенного института ядерных исследований на 1976 год ассигновал 40046 тыс.руб.

Фактические расходы за 1976 год составили 39150 тыс. руб., или 97,8% по отношению к годовым ассигнованиям. Распределение по разделам бюджета приводятся в таблице.

Наименование разделов	Годовые ассигнования	Фактическое выполнение	В % к плану
	/в тыс. руб./		
1. Расходы на научно-исследовательскую деятельность	20730	19843	95,7

	1	2	3
2. Капитальные вложения на строительство научно-исследовательских и других объектов	14820	14640	98,8
3. Административно-управленческие и хозяйственные расходы	4496	4667	103,8
Итого:	40046	39150	97,8

Капитальное строительство

Затраты на капитальное строительство научно-исследовательских и других объектов в 1976 году планировались на год в сумме 14820 тыс. руб. Выполнение годового плана по отдельным разделам капитального строительства отражено в таблице:

Структура капитального строительства	Годовой план	Фактическое выполнение	% выполнения
	/в тыс. руб./		
Всего капитальных вложений	14820	14640	98,8
В том числе:			
1. Строительно-монтажные работы	4960	4815	97,0
2. Оборудование и инвентарь	9325	9134	98,0

	1	2	3
3. Прочие работы и затраты /в т.ч. проектно-изыскательские работы/	535	691	129,0
Ввод в действие основных средств /фондов/	22759	22841	100,3

Производственная деятельность

В составе Объединенного института ядерных исследований находятся специализированные подразделения: экспериментальные мастерские, отдел главного энергетика, транспортный отдел, ремонтно-строительный участок и другие, которые обслуживают лаборатории Института.

Деятельность производственных подразделений в 1976 году характеризуется основными показателями, приведенными в таблице:

Показатели	Годовой план	Фактическое выполнение	% выполнения
1. Объем готовой продукции, выполненных работ и оказанных услуг в тыс. руб.	8865	9426	106,3
2. Результаты финансово-хозяйственной деятель-			

	1	2	3
ности /прибыль/ в тыс. руб.	397		1336
3. Затраты на один рубль реализованной продукции в копейках в % к объему	95,5	84,8	14,2
4. Численность работающих	1743		1701

Охрана труда, техника безопасности и производственная санитария

В 1976 году был проведен ряд организационно-технических мероприятий, направленных на улучшение условий труда и безопасности работ. Между дирекцией Института и профсоюзным комитетом были заключены соглашения о проведении мероприятий по охране труда, технике безопасности и производственной санитарии, которые выполнены в установленные сроки. На выполнение этих мероприятий израсходовано 29810 рублей, в том числе:

- на мероприятия по предупреждению несчастных случаев - 6750 рублей;
- на мероприятия по предупреждению заболеваний на производстве - 12590 рублей;

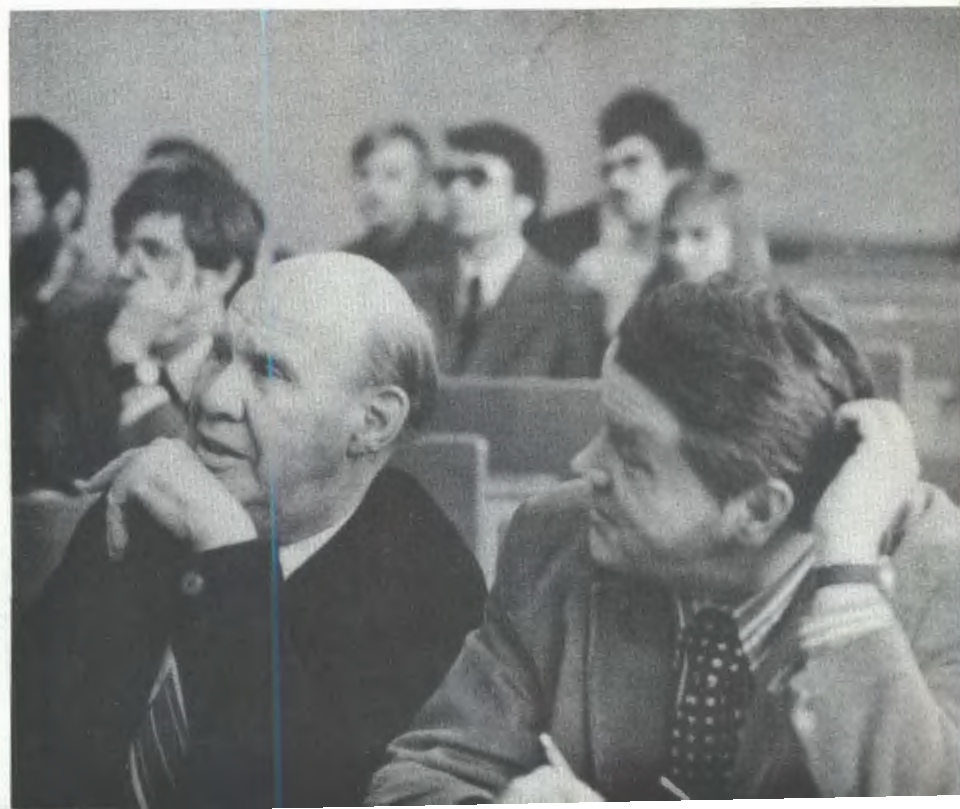
- на мероприятия по общему улучшению условий труда - 10470 рублей.

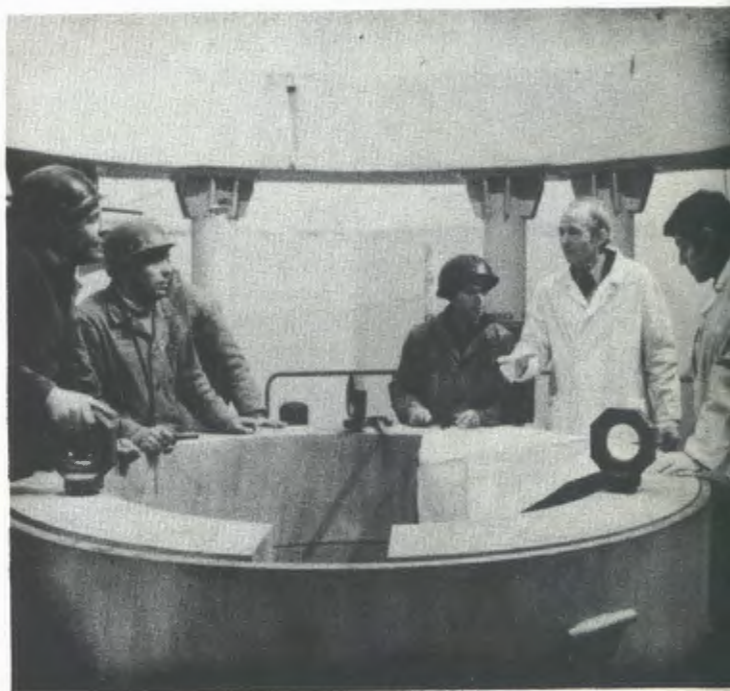
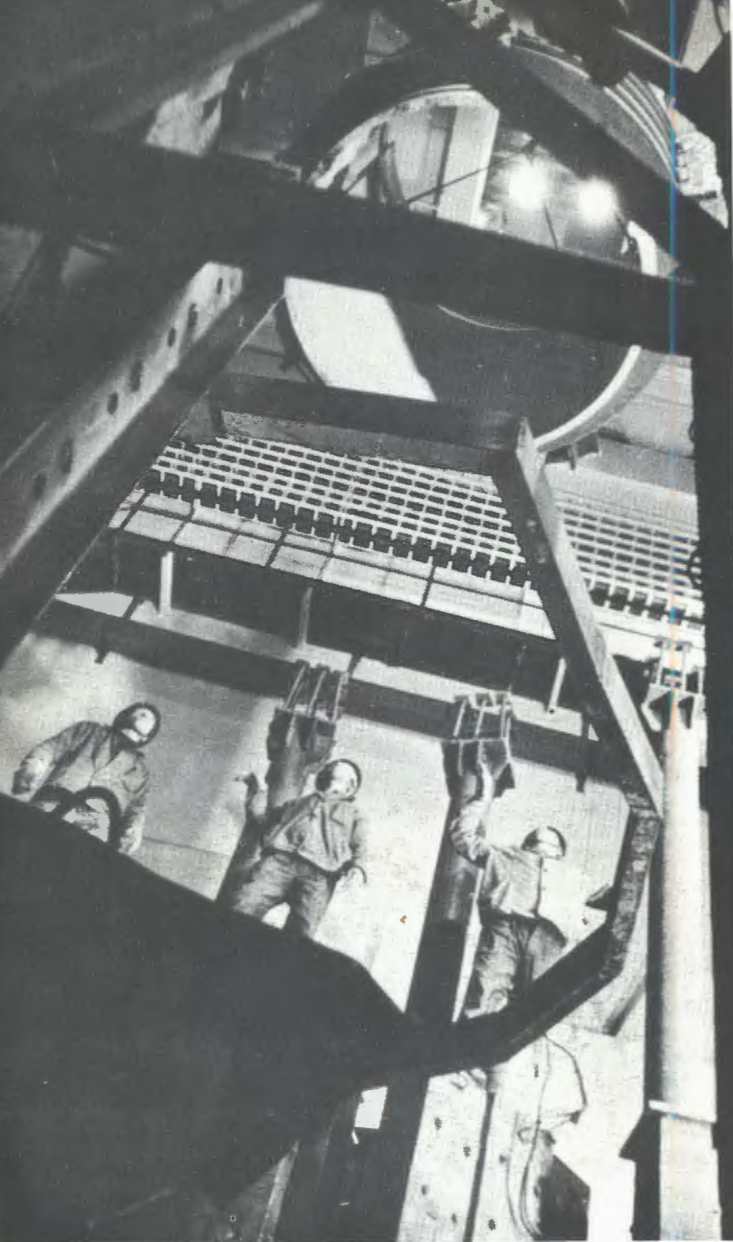
В Институте был организован и проведен месячник по охране труда. В период проведения месячника от сотрудников Института поступило 839 предложений, из них 147 были выполнены в ходе осмотра.



С 1961 года в Дубне действует филиал физического факультета МГУ. Высококвалифицированные преподаватели из числа ведущих ученых ОИЯИ и современная экспериментальная база Института обеспечивают высокий уровень подготовки специалистов в области физики атомного ядра и элементарных частиц.

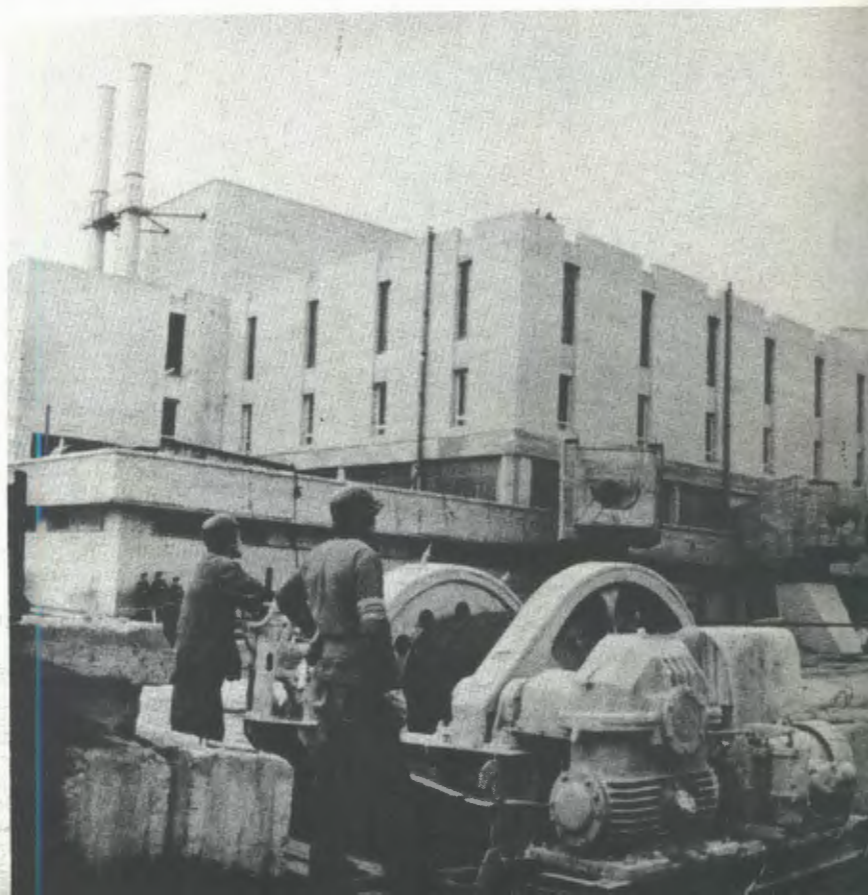
На снимках, сделанных во время защиты дипломных работ: слева - студенты Н.Савельева, Л.Луцан /ЧССР/, В.Ермилов; справа - преподаватели член-корреспондент АН СССР М.Г.Мещеряков, директор филиала А.Т.Абросимов, академик Б.М.Понтекорво /верхний снимок/, а также член-корреспондент АН СССР Д.И.Блохинцев и доктор физико-математических наук Б.М.Барбашов /нижний снимок/.



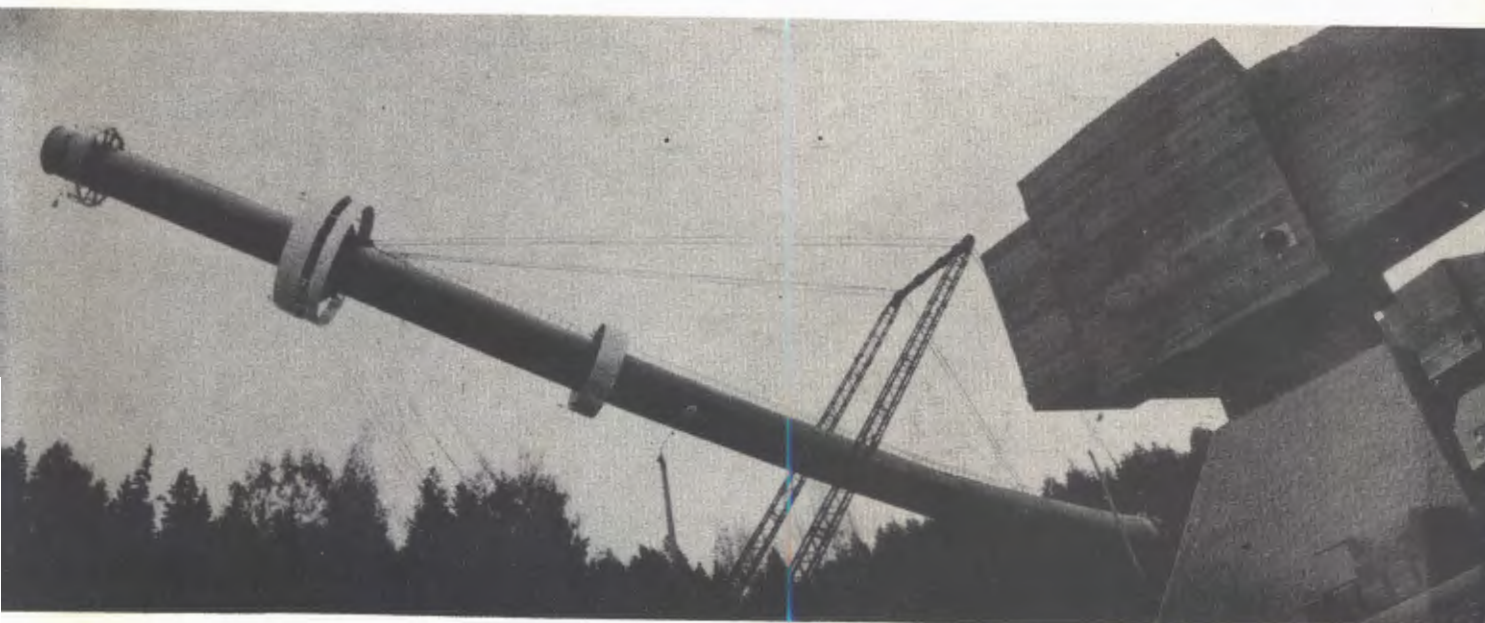


На монтаже центральной части реактора.

◀ *Идет монтаж обечайки верхней защиты реактора.*



Продолжались строительно-монтажные работы по сооружению комплекса ИБР-2.



Подъем 80-метровой вентиляционной трубы ИБР-2.

