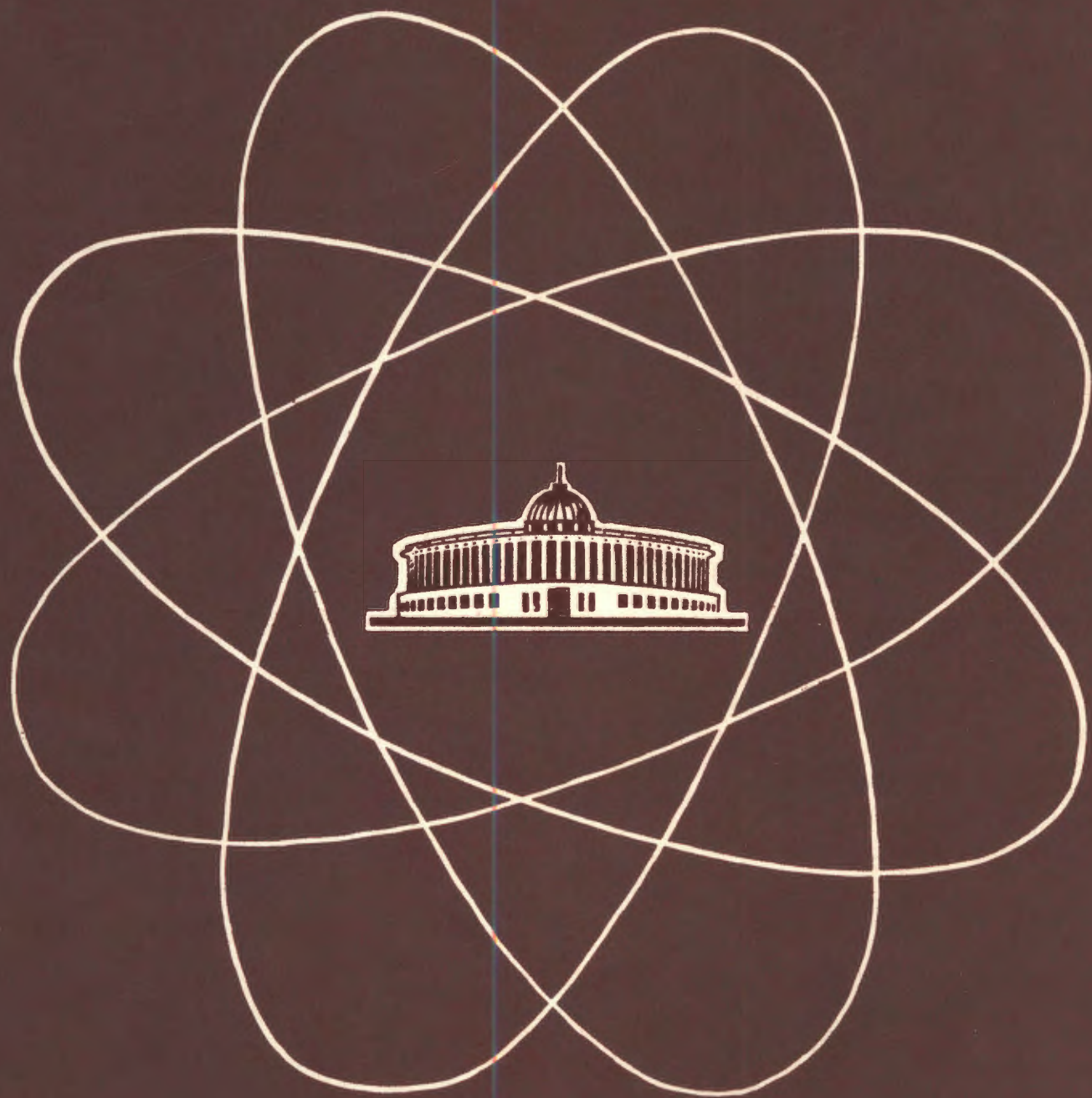


ДУБНА · 1981

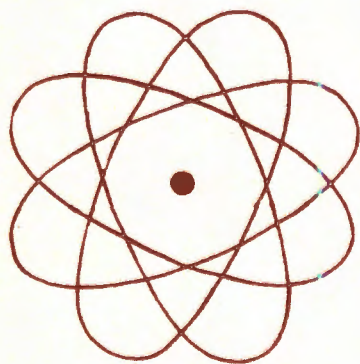
ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ



JOINT INSTITUTE FOR NUCLEAR RESEARCH

1981 · DUBNA

**ОТЧЕТ
О ДЕЯТЕЛЬНОСТИ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ**



ЕЖЕГОДНОЕ ИЗДАНИЕ

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ РУКОВОДЯЩИХ И КОНСУЛЬТАТИВНЫХ ОРГАНОВ ОИЯИ	8
Премии ОИЯИ за 1980 год	14
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЕ РАБОТЫ, ВЫПОЛНЕННЫЕ ЛАБОРАТОРИЯМИ И ОБЩЕИНСТИТУТСКИМИ ОТДЕЛАМИ ОИЯИ В 1980 ГОДУ	
Лаборатория теоретической физики	16
Лаборатория высоких энергий	26
Лаборатория ядерных проблем	38
Лаборатория ядерных реакций	50
Лаборатория нейтронной физики	66
Лаборатория вычислительной техники и автоматизации	
Отдел новых методов ускорения	92
Отдел радиационной безопасности и радиационных исследований	101
МЕЖДУНАРОДНЫЕ СВЯЗИ И НАУЧНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО	104
НАУЧНАЯ ИНФОРМАЦИЯ	
Издательский отдел	122
Научно-техническая библиотека	122
Патентный отдел	124
АДМИНИСТРАТИВНО-ХОЗЯЙСТВЕННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ	126

ВВЕДЕНИЕ

1981 год - год двадцатипятилетия Объединенного института ядерных исследований. К своему юбилею Институт пришел с весомыми научными успехами. В ОИЯИ сделано 27 официально зарегистрированных открытий и около 800 изобретений. Учеными Института написано более 50 монографий, посвященных актуальным проблемам физики. В Объединенном институте родились новые научные направления, такие как релятивистская ядерная физика, мезохимия, физика ультрахолодных нейтронов, физика тяжелых ионов, ряд новых подходов в квантовой теории поля, теории атомного ядра и другие важные результаты, получившие признание во всем мире. Исследования, выполненные сотрудниками ОИЯИ, удостоены Ленинских и Государственных премий СССР, почетных премий и дипломов других стран-участниц. 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 Объединенный институт награжден советским орденом Дружбы народов. В год двадцатипятилетия за выдающийся вклад в создание и развитие ядерной физики во Вьетнаме Институт награжден вьетнамским орденом "Дружба".

Минувший год отмечен для ОИЯИ новыми интересными результатами как в области фундаментальных исследований, так и их приложений в смежных областях науки и техники. Коллектив Института успешно выполнил план научно-исследовательских работ и международного научно-технического сотрудничества. За этот год Государственным комитетом по делам изобретений и открытий СССР зарегистрировано два открытия и более 50 изобретений сотрудников Института.

Дальнейшее развитие получила экспериментальная база Института. Завершен первый этап энергетического пуска реактора ИБР-2 и проводится подготовка к выводу этой уникальной установки на номинальную мощность. Новое качество получил крупнейший ускоритель ОИЯИ - синхрофазотрон. Успешный запуск на синхрофазотроне источника поляризованных дейтронов "Полярис" открыл широкие возможности для исследований строения элементарных частиц и атомных ядер. Выполнен большой объем работ по реконструкции синхроциклотрона - проведен монтаж и комплексные испытания ряда основных его узлов. Создан первый из основных узлов коллективного ускорителя КУТИ-20 - ускоритель электронов СИЛУНД-20. На ускорителе У-400 смонтированы два канала выведенных пучков ускоренных ионов и получены стабильные пучки от магния до железа. Важный шаг сделан в развитии Центрального вычислительного комплекса ОИЯИ. Введена в эксплуатацию новая ЭВМ ЕС-1060. Первые физические результаты получены с помощью недавно созданных установок "Гиперон" и "Позитроний", работающих на пучках ускорителя ИФВЭ (Протвино). Завершена подготовка к работе на пучках ИБР-2 спектрометра малоуглового рассеяния, дифрактометра и канала ультрахолодных нейтронов. Для исследований в пучках тяжелых ионов создан магнитный спектрограф МСП-144 установки ДЭМАС.

Значительными успехами отмечены работы теоретиков Института. Предложена модель, объясняющая все основные свойства высокоэнергетичного упругого рассеяния адронов. Сделан важный шаг в развитии аппарата ренормализационной группы применительно к задачам квантовой хромодинамики. Предсказаны массы радиальных возбуждений пиона и впервые дано описание всех наблюдаемых адрон-

ных распадов ρ' и ρ'' -мезонов. Рассмотрена связь парастатистики с цветовой симметрией кварков, развитой в Дубне. Показана предпочтительность цветовой симметрии по сравнению с парастатистикой. В рамках квазичастично-фононной модели ядра показано, что в четно-четных деформированных ядрах не должны существовать двухфононные коллективные состояния. В области теории конденсированных состояний исследованы особенности спектра рассеяния нейтронов на неидеальной поверхности.

Ряд новых результатов получен в экспериментах ОИЯИ на синхрофазотроне, серпуховском ускорителе и ускорителе ЦЕРНа. Изучение механизма кумулятивного образования частиц показало универсальность этого процесса в лептон-ядерных, адрон-ядерных и ядро-ядерных взаимодействиях. В результате обработки данных эксперимента на установке МИС впервые обнаружен новый псевдоскалярный мезон с массой $1200 \text{ МэВ}/c^2$, интерпретируемый как радиальное возбуждение кварковой системы π -мезона, и получено указание на существование еще одного уровня радиального возбуждения пиона при $1800 \text{ МэВ}/c^2$. В совместном с ИФВЭ (Протвино) эксперименте СИГМА-АЯКС зарегистрирован процесс упругого рассеяния π -мезонов на фотонах (комpton-эффект на пионе), предсказанный теоретиками. В экспериментах на камере "Людмила" обнаружена выстроенность спина ρ^0 -мезона, что указывает на наличие поляризации кварков на стадии перед их соединением в мезон. На установке БИС-2 зарегистрированы новые барионы $N_{\phi}(1950)$ и $\Lambda_c^+(2259)$. Анализ данных мюонного эксперимента на ускорителе ЦЕРНа позволил уточнить масштабный параметр квантовой хромодинамики.

При исследовании рассеяния поляризованных нейтронов реактора ИБР-30 на ядрах получено первое экспериментальное доказательство резонансной структуры эффекта нарушения пространственной четности. Особенно ярко эффект проявился при рассеянии на ядрах олова-117 и лан-

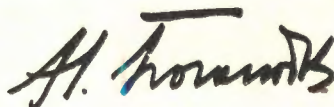
тана-139. Впервые экспериментально установлен тот факт, что средние вероятности $E1$ и $M1$ γ -переходов между компаунд-состояниями ядер с $A \sim 150$ равны между собой и составляют 10^{-4} от одночастичной оценки Вайскопфа.

На пучках тяжелых ионов ускорителя У-400 в работах по синтезу и изучению характеристик распада новых изотопов трансфермиевых элементов проведены эксперименты по синтезу элемента 109 в реакциях с ионами железа-58. Ведутся эксперименты по синтезу изотопа гелия-10 с чувствительностью вплоть до 10^{-34} см^2 . Высокий уровень проведения фундаментальных исследований и достигнутый научно-технический потенциал служат основой успешного развития в Институте прикладных исследований для медицины, биологических целей, геологии, материаловедения и др.

Объединенный институт проводит широкое международное научно-техническое сотрудничество с 200 институтами, университетами, лабораториями и другими организациями стран-участниц, 26 научными центрами других стран, а также рядом международных организаций. Сотрудники ОИЯИ принимали участие в работе многих международных и национальных научных конференций, симпозиумов, школ и семинаров 1981 года. Среди них такие крупные научные форумы, как Международный семинар по проблемам физики высоких энергий (Дубна), Международная конференция по ядрам, удаленным от линии бета-стабильности (Хельсингер), Международная конференция по физике высоких энергий (Лиссабон), Международная конференция по циклотронам и их применению (Кан) и другие.

Объединенный институт явился организатором целого ряда крупных научных конференций и школ, рабочих и научно-организационных совещаний.

Опыт работы Объединенного института ядерных исследований показывает на практике плодотворность социалистической интеграции в науке, важность укрепления и расширения научных контактов.



Н.Н. Боголюбов
Директор Объединенного института
ядерных исследований

Областное собрание, посвященное 25-летию
образования Обединенного института ядерных ис-
следований. В преддверии собрания главы и члены
материнских представительств и Полномочные Пред-
ставители правительств стран-участниц ИЯИ, пред-
ставители министерств и ведомств на автомобиль-
ной выставке членов Государств-членов ИЯИ, ос-
тественности короля и Института. Дубна, 26 марта
1981 г.

1956



ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ РУКОВОДЯЩИХ И КОНСУЛЬТАТИВНЫХ ОРГАНОВ ОИЯИ

XLIX сессия Ученого совета Объединенного института ядерных исследований состоялась 15-16 января 1981 года. Члены Ученого совета заслушали информацию о выполнении решений XLVII и XLVIII сессий Ученого совета, доклад о важнейших результатах, достигнутых коллективом ОИЯИ за пятилетку 1976-1980 гг., отчеты о научно-исследовательской деятельности лабораторий в 1976-1980 гг., информацию о работе секций Ученого совета по теоретической физике, физике высоких энергий и физике низких энергий; доклады о кадрах специалистов из стран-участниц Института и об итогах международного сотрудничества и связях ОИЯИ за 1980 год и планах на 1981 год, информацию о мероприятиях по подготовке к празднованию 25-летия ОИЯИ и об итогах Международной конференции по физике

ядра (Беркли, 1980) и Международной конференции по физике высоких энергий (Мэдисон, 1980).

Ученый совет одобрил научно-исследовательскую деятельность лабораторий и ОНМУ Института в 1976-1980 гг. и утвердил проблемно-тематический план научно-исследовательских работ и международного сотрудничества ОИЯИ на 1981 год.

На сессии были одобрены план-график освоения капитальных вложений на пятилетку 1981-1985 гг. и деятельность коллектива Института по развитию базовых и экспериментальных установок, а также производственных подразделений ОИЯИ в 1976-1980 гг., отмечено выполнение коллективом Института основных заданий пятилетки 1976-1980 гг. по развитию экспериментальной базы.



Состоялись выборы на должность заместителя директора Лаборатории ядерных реакций.

Комитет Полномочных Представителей правительств стран-участниц ОИЯИ на совещании 24-25 марта 1981 года одобрил работу Института по выполнению плана научно-исследовательских работ и международного сотрудничества в 1976-1980 гг. и утвердил решения XLVIII и XLIX сессий Ученого совета ОИЯИ по результатам научных исследований, выполненных лабораториями и отделами Института в 1980 году, а также план научно-исследовательских работ и международного сотрудничества на 1981 год, принятый XLIX сессией Ученого совета. Комитет Полномочных Представителей утвердил решения XLIX сессии Ученого совета по итогам международного сотрудничества ОИЯИ в 1980 году, о планах проведения научных совещаний на 1981 год и кадрах специалистов из стран-участниц, отметил целенаправленную деятельность дирекции Института по комплектованию штатов ОИЯИ квалифицированными кадрами из стран-участниц.

Комитет постановил в 1981 году сконцентрировать усилия коллектива Института при выполнении научной программы теоретических и экспериментальных работ в области физики элементарных

частиц, атомного ядра и конденсированных сред в основном на следующих направлениях:

- развитии современных методов и теорий в физике элементарных частиц, атомного ядра и конденсированных сред;
- завершении работ второго этапа энергетического пуска реактора ИБР-2;
- проведении физических экспериментов и создании трактов пучков на ускорителе У-400;
- дальнейшем развитии экспериментальных исследований в области физики элементарных частиц и релятивистской ядерной физики на синхрофазотроне;
- исследовании на прототипе КУТИ характеристик выведенного пучка ионов и работах по созданию узлов КУТИ-20;
- освоении ЭВМ ЕС-1060;
- более эффективном использовании базовых установок, повышении их экономичности, уровня автоматизации и технического совершенства;
- проведении экспериментальных исследований на ускорителях ИФВЭ (по согласованной программе) и ЦЕРНа.

Заседание высшего органа управления ОИЯИ - Комитета Полномочных Представителей правительств государств-членов Института. Дубна, март, 1981 г.



**ОРГАНЫ УПРАВЛЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО ИНСТИТУТА ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ**

КОМИТЕТ ПОЛНОМОЧНЫХ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ

Академик Х.Христов (Народная Республика Болгария)
 Академик Д.Островски (Венгерская Народная Республика)
 Профессор Нгуен Ван Хьеу (Социалистическая Республика Вьетнам)
 Профессор Г.Музюль (Германская Демократическая Республика)
 Чье Хак Гын (Корейская Народно-Демократическая Республика)
 О.Л.Кабальеро (Республика Куба)

Профессор Д.Цзвэгмид (Монгольская Народная Республика)
 Е.Хмелевски (Польская Народная Республика)
 К.Михулеца (Социалистическая Республика Румыния)
 Профессор А.М.Петросьянц (Союз Советских Социалистических Республик)
 Академик В.Квасил (Чехословацкая Социалистическая Республика)

финансовый комитет

По одному представителю от
каждой страны-участницы
ОИЯИ

УЧЕБНЫЙ СОВЕТ ОБЪЕДИНЕННОГО ИНСТИТУТА ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Председатель - академик Н.Н.Боголюбов
 профессор И.Златев
 профессор М.Совински

Главный учебный секретарь - доктор физико-математических наук А.Н.Сисакян

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 профессор Ж.Желев доцент Ц.Бончев	чл.-корр. ВАН Д.Берени чл.-корр. ВАН Д.Кши профессор Н.Кроо	профессор Нгуен Ван Хьеу доктор Физ.-мат.наук Дао Вонг Дык	профессор К.-Г.Каун	профессор Пак Гван О кандидат техн.наук О Хи Ён	профессор М.Леонард М.Меллан	чл.-корр. АН МНР Б.Чадраа профессор Д.Чулгэм доцент Б.Далхсурен	чл.-корр. ПАН А.Хрынкевич чл.-корр. ПАН Е.Яник чл.-корр. ПАН Р.Сосновскн	доктор И.Брандуш профессор Д.Барб профессор Г.Семенеску	академик А.А.Логунов доктор техник-ческих наук А.А.Васильев профессор В.М.Сидоров	профессор Ч.Шимане чл.-корр. САН Ю.Дубинскн доктор физ.-мат.наук Й.Тучек

Секция Ученого совета ОИЯИ по физике высоких энергий
 Председатель - профессор И.Златев
 Учебный секретарь - кандидат физико-математических наук М.Г.Шафранова

Секция Ученого совета ОИЯИ по теоретической физике
 Председатель - академик Н.Н.Боголюбов
 Учебный секретарь - кандидат физико-математических наук М.А.Смондырев

Секция Ученого совета ОИЯИ по физике низких энергий
 Председатель - профессор М.Совински
 Учебный секретарь - кандидат физико-математических наук Н.К.Скобелев

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

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

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

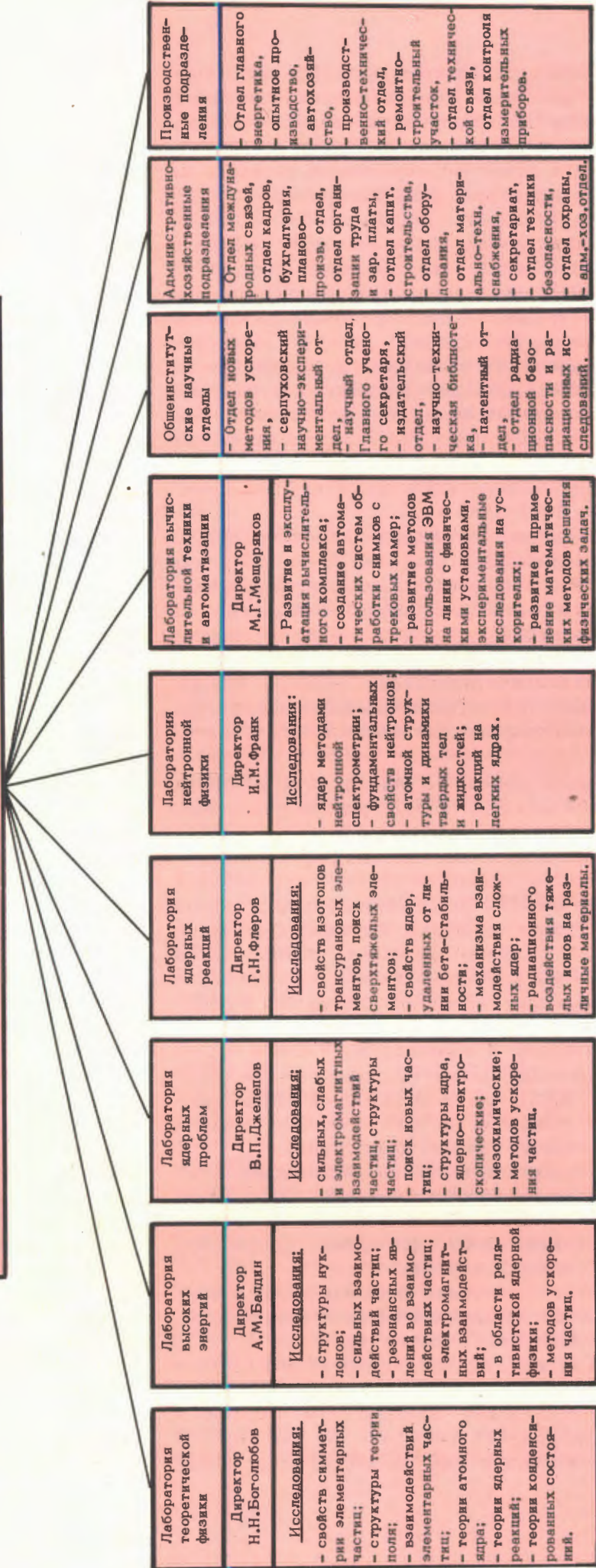
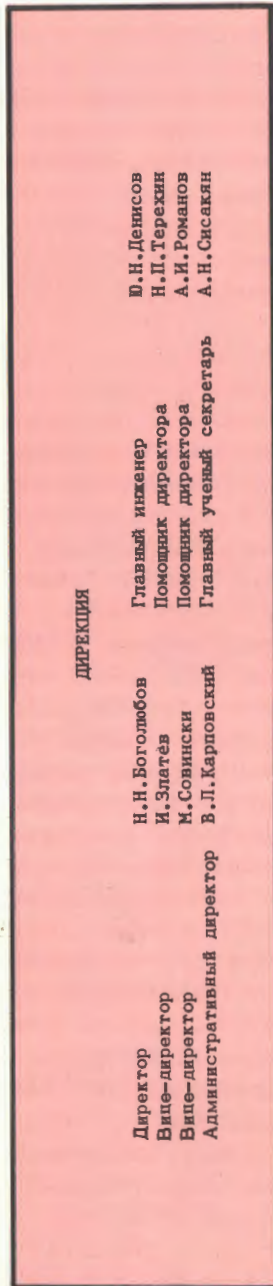
Комитет по нейтронной физике
 Председатель - профессор К.Хенниг

Комитет по структуре ядра
 Председатель - доктор физических наук Т.Фенеш

Комитет по физике тяжелых ионов
 Председатель - профессор К.-Г.Каун

СТРУКТУРА

ОБЪЕДИНЕННОГО ИНСТИТУТА ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ



Комитет Полномочных Представителей одобрил финансово-хозяйственную деятельность Института за 1976-1980 гг., утвердил представленный дирекцией Института отчет об исполнении бюджета за 1979 год и протокол Финансового комитета ОИЯИ от 11-12 ноября 1980 г. и принял к сведению сообщение дирекции ОИЯИ об исполнении бюджета Института за 1980 год.

Заслушав доклад вице-директора ОИЯИ профессора М.Совински "План-график освоения капитальных вложений на создание экспериментальных и базовых установок ОИЯИ в 1981-1985 годах", Комитет Полномочных Представителей утвердил предложенный план-график освоения капитальных вложений на пятилетку 1981-1985 гг.

Заслушав сообщение директора ОИЯИ академика Н.Н.Боголюбова о 25-летию ОИЯИ, совещание Комитета с удовлетворением отметило большое научное и политическое значение создания первой научно-исследовательской организации социалистических стран, успешно выполняющей задачи, поставленные правительствами государств-членов Института.

XL сессия Ученого совета ОИЯИ (28-29 мая 1981 года) приняла к сведению проект проблемно-тематического плана научно-исследовательских работ и международного сотрудничества лабораторий ОИЯИ на 1982 год, одобрила проект планов проведения основных научных совещаний ОИЯИ и командирования специалистов ОИЯИ на международные и национальные конференции, симпозиумы, школы и совещания в 1982 году с учетом внесенных дополнений и изменений. Ученый совет одобрил деятельность секций Ученого совета ОИЯИ по теоретической физике, физике высоких энергий и физике низких энергий, а также их комитетов.

На сессии с научными докладами выступили профессор Ю.Ц.Оганесян, В.Г.Кадышевский, М.Матеев, член-корреспондент ВАН Д.Берени, профессора Ж.Желев и Д.Чултэм.

Совет утвердил решение жюри о присуждении премий ОИЯИ за лучшие работы, выполненные в 1980 году.

Секция Ученого совета ОИЯИ по теоретической физике провела в 1981 году свои заседания дважды: XIV сессию - 15 января, XV сессию - 28 мая. На XIV сессии секции был заслушан отчет о вы-

полнении решений предыдущей сессии секции, подведены итоги научной и научно-организационной деятельности Лаборатории теоретической физики за 1980 год и одобрен план научно-исследовательской работы ЛТФ на 1981 год. На XV сессии секции с научными докладами выступили Н.Н.Боголюбов (мл.), В.С.Владимиров, В.И.Огиевецкий и М.Гмитро. Участники сессии констатировали плодотворность сотрудничества ОИЯИ с институтами ЧССР и тесную связь ряда работ с программами исследований в ОИЯИ. На заседаниях секции отмечался высокий уровень результатов, полученных в ЛТФ при разработке наиболее актуальных проблем физики элементарных частиц, квантовой теории поля, физики атомного ядра и теории конденсированных сред.

Секция Ученого совета по физике высоких энергий в 1981 году заседала дважды. На XXXI сессии секции, состоявшейся 13 января 1981 г., были заслушаны отчеты о выполнении решений XXX сессии секции и о деятельности специализированных комитетов, доклад о сотрудничестве ОИЯИ с ИФВЭ (Протвино) и о деятельности Серпуховского научно-экспериментального отдела в 1980 г., отчет о состоянии дел по совместному ОИЯИ-ЦЕРН мюонному эксперименту. На секции обсуждались предложения по плану обработки फिल्मовой информации в ЛВТА в 1981 г. и отчет о состоянии обработки за 1980 год. Были заслушаны доклады о научных исследованиях, выполненных в лабораториях Института: об исследовании кумулятивного рождения каонов и пионов, о поиске суперядер и очарованных частиц, мюонного катализа синтеза изотопов водорода, о математическом моделировании процессов взаимодействия частиц высоких энергий с веществом. На XXXII сессии секции (26 мая 1981 г.) были представлены отчеты о выполнении решений XXXI сессии секции, о деятельности специализированных комитетов. На сессии был заслушан доклад о развитии физики высоких энергий в Чехословакии, а также ряд научных докладов о научных исследованиях, проводимых в лабораториях Института, в частности: об исследовании характеристик излучения позитронов в кристаллах, об обнаружении выстроенности спина ρ^0 -мезонов, образующихся в $p\bar{p}$ -взаимодействиях, об обнаружении процесса обратного электророжения пионов

на ядре, об обнаружении нового резонансного состояния с квантовыми числами пиона, о системном математическом обеспечении для измерительно-вычислительного комплекса ОИЯИ, о создании камер для нейтринного детектора.

Специализированные комитеты - комитет по электронным экспериментам, камерный и фотозмульсионный - заслушали на своих заседаниях 14-16 апреля и 21-23 октября руководителей тем о ходе работ по проектам, одобренным ранее специализированными комитетами. Был рассмотрен ряд новых проектов: "Исследование процессов аннигиляции антинейтронов с дейтронами на материалах установки "Людмила" с использованием внутренней трекочувствительной мишени", "Развитие автоматизированной измерительной системы на базе сканирующего автомата НРД", проект создания прецизионной быстроциклирующей пузырьковой камеры, проект "Гравитация".

Секция Ученого совета ОИЯИ по физике низких энергий в 1981 году провела свои очередные сессии: XXXI сессию - 14 января и XXXII сессию - 27 мая. Члены секции заслушали доклады о выполнении решений XXX и XXXI сессий, отчеты председателей специализированных комитетов о деятельности и решениях комитетов. Значительное время в работе сессий было отведено выступлениям ведущих ученых стран-участниц ОИЯИ. С научными докладами выступили профессора А.Г.Зеленков, Г.Семенеску, Б.Кюн. В своих докладах они отмечали плодотворность сотрудничества ОИЯИ с институтами ГДР, СРР и СССР и тесную связь ряда работ этих институтов с программами исследований, проводимых в ОИЯИ.

На XXXI сессии были заслушаны научные доклады Лаборатории ядерных проблем. Среди важных научных результатов отмечены результаты исследования ядер, удаленных от полосы бета-стабильности, интересные результаты исследований структуры вещества с использованием положительных мюонов, а также исследований с пионами и работы по производству радионуклидов. На XXXII сессии были заслушаны научные доклады Лаборатории ядерных реакций. В представленных докладах были отмечены существенный прогресс исследований по поиску сверхтяжелых элементов в природе, результаты работ по синтезу трансфермие-

вых элементов на ускорителях ЛЯР, работы по созданию новой аппаратуры и развитию методик для исследований ядерных реакций, в том числе в прикладных исследованиях.

На сессиях секции были подведены итоги работы международных конференций и совещаний по физике низких энергий в 1980-1981 годах. Специализированные комитеты при секции проводили свои очередные заседания 7-9 апреля и 27-29 октября. Комитеты обсудили ход выполнения планов научных исследований, международного сотрудничества, отчеты по выполненным в 1981 году темам и новые предложения лабораторий в проблемно-тематический план на 1982 год в области физики атомного ядра и конденсированных сред.

Комитет по структуре ядра обсудил ход работ по реконструкции синхроциклотрона и сооружению комплекса установок по программе ЯСНАПП-2. На заседаниях комитета обсуждались научные доклады об исследованиях в области структуры ядра и сообщения о сотрудничестве ОИЯИ с Институтом ядерной физики в Ржеже (ЧССР) и Институтом ядерной физики в Кракове (ПНР) по совершенствованию имеющихся в этих институтах циклотронов. Комитет по нейтронной физике на своих заседаниях рассматривал ход работ по энергетическому пуску ИБР-2 и подготовке первоочередных экспериментов по наиболее актуальным и перспективным направлениям исследований на реакторе. Среди важных научных результатов, полученных в Лаборатории нейтронной физики в 1981 году, были отмечены работы по экспериментальному доказательству резонансной структуры эффекта несохранения пространственной четности. Комитет по физике тяжелых ионов рассмотрел ход создания экспериментальных установок на У-400 и работы по совершенствованию систем ускорителя У-400, созданию трактов выведенных пучков. Комитет отметил, что на ускорителях ЛЯР выполнен большой цикл экспериментальных работ по исследованиям реакций глуконепругих передач и реакций с вылетом высокоэнергетичных заряженных частиц. Комитет заслушал и принял к сведению информацию об основных направлениях программы физических исследований на проектируемой II ступени У-400 и ходе работ по созданию ускорителя на основе коллективного метода ускорения.

ПРЕМИИ ОИЯИ ЗА 1980 ГОД

На соискание премий Объединенного института ядерных исследований за 1980 год были выдвинуты лучшие научно-исследовательские теоретические и экспериментальные, научно-методические и

ПО НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИМ ТЕОРЕТИЧЕСКИМ РАБОТАМ

Первая премия

“Многочетные эффекты в квантовой теории поля”.

Авторы: А.А.Владимиров, Д.И.Казаков, О.В.Тарасов, Д.В.Ширков.

Вторая премия:

“Модель квадрупольных фононов”.

Авторы: Р.В.Джолос, Ф.Дэнау, Д.Янсен.

ПО НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИМ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫМ РАБОТАМ

Первая премия

“Исследование основных закономерностей множественных процессов: масштабной инвариантности, корреляционных явлений и рождения резонансов в пион-нуклонных и пион-ядерных взаимодействиях при 40 ГэВ/с”.

Авторы: Н.С.Ангелов, В.Г.Гришин, И.А.Ивановская, Л.Йеник, Т.Канарек, Е.Н.Кладницкая, В.Б.Любимов, М.И.Соловьев, Д.Тувдэндорж, Н.Г.Фадеев.

Две вторые премии

1. “Трансмиссионная регенерация нейтральных каонов на дейтронах и нейтронах”.

Авторы: К.-Ф.Альбрехт, Д.Вестергомби, Т.С.Григалашвили, В.Г.Кривохижин, В.В.Кухтин, М.Ф.Лихачев, А.Майер, М.Новак, И.А.Савин, П.Т.Тодоров.

2. “Изомерный сдвиг нейтронных резонансов и изменение среднеквадратичного радиуса ядра при захвате нейтрона”.

Авторы: В.А.Вагов, К.Зайдель, В.К.Игнатович, А.Майстер, Ю.М.Останевич, Д.Пабст, Л.Б.Пикельнер, Ш.Салаи, Л.Чер.

ПО НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИМ И НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИМ РАБОТАМ

Первая премия

“Методы измерения энергии и идентификация заряженных частиц в физике высоких энергий с помощью полупроводниковых детекторов”.

научно-технические, а также научно-технические прикладные работы, выполненные сотрудниками Института. Решением Ученого совета ОИЯИ от 28-29 мая 1981 года присуждены следующие премии:

Авторы: Ю.К.Акимов, М.Г.Горнов, Г.И.Меликов, В.А.Никитин, П.В.Номоконов, К.О.Оганесян, Б.П.Осипенко, Ф.М.Сергеев.

Две вторые премии

1. “Новый детектор заряженных частиц постоянной чувствительности - проволочная камера в самогасящемся стримерном (СГС) режиме”.

Авторы: Г.Д.Алексеев, В.И.Ганичев, Н.А.Калинина, В.В.Карпухин, В.В.Круглов, Д.М.Хазинс.

2. “Разработка, создание и внедрение неметаллических жидководородно-дейтериевых мишеней, работающих внутри стримерных камер”.

Авторы: Ю.Т.Борзунов, Л.С.Вертоградов, В.Ф.Вишневский, В.Н.Виноградов, Л.Б.Голованов, А.Г.Зельдович, В.Л.Мазарский, А.П.Цвинева, В.Ф.Чумаков.

ПО НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИМ ПРИКЛАДНЫМ РАБОТАМ

Первая премия

“Разработка интенсивных источников гамма- и нейтронного излучений и методик активационного анализа на их основе”.

Авторы: Г.Н.Флеров, А.Г.Белов, В.Е.Жучко, Ю.С.Замятин, Ю.Н.Бурмистенко, Во Дак Банг, В.Я.Выропаев, Л.П.Кулькина, Ю.Г.Тетерев, А.Т.Эрнандес.

Две вторые премии

1. “Автоматическая быстродействующая установка АРД-1 с высоким разрешением для рентгеновской дифрактометрии монокристаллов”.

Авторы: Ю.С.Анисимов, Ю.В.Заневский, А.Б.Иванов, Б.К.Курятников, С.А.Мовчан, В.Д.Пешехонов, С.А.Рожнятовская, С.П.Черненко.

2. “Аппаратура, математическое обеспечение графических дисплейных устройств и систем и их применение в ядерно-физических и прикладных задачах”.

Авторы: Х.Дорух, А.В.Кавченко, А.А.Карлов, В.И.Корнев, Ф.В.Левчановский, А.В.Никульников, А.Д.Полынец, В.И.Приходько, Т.Ф.Смолякова, В.В.Челнокова.

**НАУЧНО-
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЕ
РАБОТЫ,
ВЫПОЛНЕННЫЕ
ЛАБОРАТОРИЯМИ
И ОБЩЕИНСТИТУТСКИМИ
ОТДЕЛАМИ ОИЯИ
В 1981 ГОДУ**



**ЛАБОРАТОРИЯ
ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ
ФИЗИКИ**

СВОЙСТВА СИММЕТРИИ ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ И ИХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ

В 1981 году возрос интерес к суперсимметрии и супергравитации в связи с неожиданными перспективами, которые открывают эти новые направления перед теориями великого объединения (единая планковская шкала, решение проблемы иерархии, практическая стабильность протона и т.д.). В этой связи представляются важными работы, проведенные по суперсимметрии и супергравитации: "Введение грасмановой аналитичности и ее использование в расширенных суперсимметриях" ^{/1/} и "Разложение расширенных суперполей по неприводимым представлениям суперсимметрии" ^{/2/}.

Выполнена интересная работа по установлению условий неприводимости для суперполей в теории расширенной суперсимметрии ^{/3/}.

Исследована область применимости суперсимметричной размерной регуляризации в терминах компонентных полей ^{/4/}.

Выполнено вычисление ренормгрупповой бета-функции для $N=1,2,4$ суперсимметричных теорий Янга-Миллса в трехпетлевом приближении.

Рассмотрен спектр радиальных возбуждений ρ - и π -мезонов и их адронные распады. Феноменологический анализ спектра и e^+e^- -распадов ρ -возбуждений фиксирует свободные параметры массового оператора $q\bar{q}$ -системы и позволяет предсказать массы радиальных возбуждений пиона: $M(\pi^+) = 1,1 - 1,2$ ГэВ и $M(\pi^0) = 1,3 - 1,5$ ГэВ (крайние значения соответствуют двум рассмотренным моделям спин-спинового взаимодействия кварков).

Предложено релятивистское обобщение модели сильных распадов резонансов, в которой распад описывается как спонтанное образование $q\bar{q}$ -пары из вакуума и подхват вакуумных кварков валентными кварками резонанса. В результате дано удовлетворительное описание наблюдаемой картины сильных распадов $\rho^+(1200)$ - и $\rho^0(1600)$ -резонансов. Впервые предложено рациональное объяснение чрезвычайно сильного подавления $\rho^+(1200) \rightarrow 2\pi$ распада. Предсказано заметное подавление $\rho^0(1600) \rightarrow \omega\pi$ распада и $\pi^+ \rightarrow \rho\pi$ распада. Указано, что большая ширина $\pi^+ \rightarrow \rho\pi$ распада и подавление $\pi^+ \rightarrow \rho\pi$ рас-

пада может служить способом идентификации соответствующих резонансов. Отмечена крайне сильная зависимость адронных распадов ρ^0 и $\pi^0(\pi^0)$ радиальных возбуждений от предполагаемой составной структуры скалярного t -мезона и экспериментального значения массы аксиально-векторного A_1 -мезона ^{/5/}.

СТРУКТУРА ТЕОРИИ ПОЛЯ

Получены приближенные решения высокой точности ренормгрупповых дифференциальных уравнений двухпетлевого приближения с учетом массовых зависимостей, на основе которых проведен анализ точности параметризации формул квантовой хромодинамики с помощью параметра шкалы Λ . Установлено, что эта параметризация неудачна и что эффективно параметр Λ меняется от трехкварковой до шестикварковой области от трех до пяти раз ^{/6/}.

Проведен анализ причины совпадения функциональных уравнений ренормализационной группы в квантовой теории поля и функциональных уравнений принципа инвариантности Амбарцумяна в теории переноса излучения. Показано, что эти уравнения выражают свойство транзитивности относительно задания начальных или крайних условий в системах с небольшим числом эффективных степеней свободы. На этой основе указаны новые возможные применения метода ренормгруппы в различных областях физики.

Проведено исследование поведения β -функции в теории Янга-Миллса с учетом инстантонов. Вычислен вклад инстантонов в перенормировку заряда и оценено влияние взаимодействия инстантонов. Получено описание поведения β -функции в переходной области к режиму сильной связи, согласующееся с поведением на решетке ^{/7/}. Исследовано поведение масс кварков на основе уравнений ренормгруппы. Найдены фиксированные точки уравнений ренормгруппы и на их основе предсказаны массы t -кварка и хиггсовского бозона.

Были рассмотрены математические свойства интегралов Фейнмана. Найдены соотношения между разными строгими определениями этих интегралов. Методы континуального интегрирования применены для описания диссипативных систем, динамика которых выражается через

комплексный потенциал. В частности, подробно рассмотрен многомерный затухающий гармонический осциллятор^{/8/}.

Изучена проблема систематической конструкции операторного разложения в квантовой хромодинамике (КХД). При этом решаются тождества Славнова-Тейлора для калибровочных теорий в аксиальной калибровке^{/9/}. Доказано, что уравнение Альтарелли-Паризи есть не что иное, как уравнение ренормгруппы для нелокального операторного разложения^{/10/}.

Исследуются высшие законы сохранения. В случае двумерных конформно-инвариантных полевых моделей доказано, что эти законы имеют нетеровский характер, они порождаются обобщенными нелинейными трансляциями^{/11/}.

Исследовано $1/N$ -разложение ангармонического x^4 осциллятора. Получены аналитически шесть первых коэффициентов, вычислены их асимптотики. В разных размерностях пространства проведено суммирование рядов методом Паде-Бореля^{/12/}.

Продолжены исследования статических характеристик систем поляронного типа на основе применения функционального вариационного подхода^{/13/}.

Сформулирована нелинейная электродинамика в многомерном мире. Дано точное решение задачи о столкновении двух плоских волн^{/14/}.

Найдены группы симметрии нелинейных уравнений, получаемых из условия совместности линейных операторов. Показано, что соответствующие законы сохранения имеют нетеровский характер^{/15/}.

Предложена регуляризация уравнения Лоренца-Дирака, в результате которой требование отсутствия самоускорения не нарушает условия причинности.

Предложен метод суммирования асимптотических рядов, основанный на сходимости регуляризованного ряда теории возмущений в некоторых моделях теории поля с фермионами. Применимость метода к суммированию знакопостоянных рядов показана на примере из квантовой электродинамики^{/16/}.

Найден метод получения наблюдаемых величин для многокомпонентных полей. Применение этого метода к теории с четырехфермионным взаимодействием кирального спинорного поля дает возмож-

ность воспроизвести все особенности, присущие механизму Хиггса. Кроме того, константы связи калибровочного взаимодействия и самодействия скалярного поля оказываются связанными, что дает оценку на массу хиггсовского бозона^{/17/}.

Обобщение развитого метода на случай неабелевых групп естественно приводит к выбору исключительной группы E_6 в качестве минимальной группы для модели и великого объединения^{/18/}.

На базе эффективного лагранжиана квантовой электродинамики с фундаментальной длиной произведен учет новых членов взаимодействия, допускающих процессы с изменением спиральности при высоких энергиях, обсуждена возможность их экспериментальной проверки^{/19/}.

Построена иерархия гамильтоновских структур для многокомпонентных разностных уравнений Шредингера, спектральная теория оператора, порождающего нелинейные эволюционные уравнения, связанные с линейной задачей $n \times n$ ^{/20/}.

Разработан метод построения точных общих решений для нелинейных систем в частных производных второго порядка, физическим приложением которого является решение уравнений релятивистской струны, удерживающей кварки внутри адронов^{/21/}.

Методами дифференциальной геометрии построена новая нелинейная вполне интегрируемая полевая модель в двумерном пространстве-времени^{/22/}.

Продолжалось исследование квантовой хромодинамики как варианта теории сверхтекучести Боголюбова, в которой инфракрасное поведение сильновзаимодействующих полей описывается с помощью коллективного движения и вакуумного "конденсата". Показано, что физическая картина асимптотических состояний цветных кварков в "глюонном конденсате" соответствует релятивистскому обобщению модели "адронных мешков"^{/23/}.

ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЧАСТИЦ

Исследованы асимптотические угловые зависимости кварк-мезонного рассеяния на большие углы в квантовой хромодинамике. В низшем порядке по теории возмущений КХД получен явный вид угловых зависимостей, которые в пределе

большого числа цветов совпадают с предсказаниями обобщенного кваркового счета Матвеева-Мурадяна-Тавхелидзе^{/24/}.

Развит асимптотический подход к исследованию рассеяния частиц со спином на малые углы при высоких энергиях. Получено обобщенное представление для главного члена амплитуды рассеяния частиц произвольного спина^{/25/}.

Проведен анализ роли спиновых эффектов в высокоэнергетическом упругом рассеянии адронов на малые углы при сверхвысоких энергиях. Показано, что требование о справедливости эйконального представления для амплитуды рассеяния приводит к быстрому вымиранию спиновых эффектов с ростом энергии^{/26/}.

Предложена модель, основанная на предположении о наличии у адрона центральной области (в которой сосредоточены валентные кварки), окруженной "мезонной шубой". Модель позволяет количественно передать все свойства протон-протонного рассеяния при высоких энергиях в широкой области передач импульса и предсказывает медленное изменение наклона дифракционного пика в pp - и $p\bar{p}$ -рассеянии, подтвержденное в недавних экспериментах во ФНАЛе. Модель впервые правильно предсказала положение дифракционного минимума в $p\bar{p}$ -рассеянии при передачах импульсов $|t| \sim 3,8 \div 4,0$ (ГэВ/с)² при энергиях $E_L = 200$ ГэВ^{/27/}.

Построено аналитическое выражение для амплитуды упругого рассеяния, описывающее экспериментальные данные по pp -рассеянию при $\sqrt{s} \geq 10$ ГэВ в широкой области переданных импульсов^{/28/}.

Вычислены поправки к формфактору пиона в однопетлевом приближении; показано, что они велики и сдвигают область применимости КХД до значений $Q^2 \geq 1000$ (ГэВ/с)²^{/29/}.

Получены интересные результаты в изучении поляризационных явлений в КХД. Показано, что распространенное сейчас мнение о росте поляризации Λ -частиц и асимметрии π^0 -мезонов, рожденных на поляризованной мишени, не противоречат КХД^{/30/}.

Продолжалась работа над развитием КХД с нарушенной цветовой симметрией и целыми зарядами кварков. Было показано, что в случае двухфотонных процессов $\gamma\gamma \rightarrow H + x$ $\gamma\gamma \rightarrow \text{jet} + \text{jet}$ такая теория гораздо лучше согласуется с экспериментом^{/31/}.

В нелокальной модели кварков вычислена ширина распада $\eta' \rightarrow \eta\pi\pi$, проходящего через промежуточный $\delta(980)$ -мезон ($\eta' \rightarrow \delta\pi \rightarrow \pi\pi\eta$) в предположениях о том, что δ -мезон является четырехкварковой или двухкварковой системой. Результат расчета в двухкварковом случае согласуется с экспериментом, а в четырехкварковом превосходит эксперимент примерно в 50 раз.

Проведено сопоставление экспериментальных данных по рождению кумулятивных частиц с различными моделями. Сравнение говорит в пользу квазирезонансной природы флюктуонов (предложено Д.И.Блохинцевым 25 лет назад). Результаты представлены на школе по ядерной физике в Эриче (Сицилия) и в Дубне на конференции по физике высоких энергий.

Построена модель мезонных взаимодействий, совмещающая в себе киральные модели с кварковыми петлями, а также модель векторной доминантности. Обе модели рассмотрены с точки зрения четырехкваркового взаимодействия.

Предложены новые схемы смешивания массивных нейтрино. Детально рассмотрены осцилляции в этих схемах смешивания.

Предложен новый метод проверки CP-инвариантности в осцилляциях нейтрино. Метод требует изучения осцилляций нейтрино в пучках нейтрино от распада нейтральных каонов^{/32/}.

В рамках киральной $SU(4) \times SU(4)$ теории вычислены нелептонные моды распадов очарованных мезонов и сделаны предсказания для эксперимента по программе нейтринного калориметра.

Продолжалась обработка данных совместного ОИЯИ-ЦЕРН-эксперимента по глубоконеупругому рассеянию мюонов на нуклонах. Сравнение данных этого эксперимента с выводами квантовой хромодинамики (КХД) представляет особый интерес в связи с тем, что изучаемая в эксперименте область переданных импульсов может рассматриваться как область применимости достоверных формул КХД с низшим твистом, равным двум. Выполненный с учетом вторых поправок по "бегущей" константе связи хромодинамический анализ показал, что значение масштабного параметра КХД Λ может быть порядка 50 МэВ. Это значение существенно меньше тех, которые получались из экспериментов, выполненных

на SLAK в области умеренных передач импульса^{/33/}.

В связи с важностью учета преасимптотических эффектов в области умеренных значений квадрата переданного импульса развит аппарат вычисления структурных функций адронов на основе значения квазипотенциальных волновых функций, описывающих релятивистское движение кварков внутри адронов^{/34/}.

Впервые найдены решения квазипотенциального уравнения Логунова-Тавхелидзе как в импульсном, так и в релятивистском конфигурационном представлении для взаимодействия, являющегося обобщением кулоновского потенциала^{/35/}.

На основе релятивистского анализа метода ВКБ получены спектры масс ρ , ϕ , ψ и Υ -мезонов, а также релятивистские формулы для вычисления ширины распадов^{/36/}.

Получены новые результаты в исследованиях процессов множественного рождения при высоких энергиях в рамках многокомпонентного подхода. Даны предсказания о зависимости характеристик упругих и неупругих процессов от квантовых чисел сталкивающихся частиц^{/37/}.

Построена модель множественного рождения в различных элементарных процессах при высоких энергиях. В ее основе - предположение о реализации динамического механизма удержания цвета и термодинамический подход к описанию сильновозбужденной кварк-глюонной плазмы. Предварительные данные по множественности в $p\bar{p}$ -соударениях при $\sqrt{s} = 540$ МэВ, полученные в ЦЕРНе, согласуются с предсказаниями модели^{/38/}.

ТЕОРИЯ АТОМНОГО ЯДРА И ЯДЕРНЫХ РЕАКЦИЙ

На основе квазичастично-фононной модели ядра получены новые результаты, позволяющие описать широкий класс физических явлений, связанных с изменением изоспина. Разработан формализм модели для описания гигантских резонансов с изоспином $T_>$. Рассчитано изоспиновое расщепление дипольного гигантского резонанса в ряде сферических ядер. Отношение сечений возбуждения двух ветвей резонанса, отличающихся по изоспину, полученное для ^{88}Sr , ^{90}Zr , ^{92}Mo , согласуется с экспериментальными данными^{/39/}.

Исследования по выяснению роли принципа Паули для описания структуры сложных ядер показали важность его учета для понимания природы двухфононных состояний в четно-четных и вибрационных состояний в нечетных ядрах^{/40/}.

Изучалась фрагментация простых конфигураций в сферических ядрах, что связано с интенсивным экспериментальным изучением этого явления в научных центрах различных стран. Удалось, в частности, объяснить обнаруженные в сечении фотопоглощения на $^{206,208}\text{Pb}$ подструктуры, которые обусловлены фрагментацией однофононных состояний^{/41/}. Показан сложный характер фрагментации двухквазичастичных состояний в сферических ядрах, связанный с взаимодействием между квазичастицами, а также взаимодействием квазичастиц с фононами. Результаты расчетов спектроскопических факторов подтверждаются экспериментальными данными по реакциям передачи нуклонов^{/42/}.

Изучались свойства нейтронных резонансов в рамках квазичастично-нейтронных резонансов в квазичастично-фононной модели ядра. Рассчитаны радиационные силовые функции для парциальных переходов в ряде сферических и деформированных ядер, проанализирована роль сложных конфигураций и соотношение вклада в сечение от одночастичных и коллективных переходов различной природы. Получено качественно правильное описание экспериментальных данных^{/43/}.

Квазичастично-фононная модель позволила получить интересные результаты в описании ядерных реакций. Выполнен расчет дифференциальных сечений рассеяния медленных электронов на большие углы в сферических ядрах. Показано заметное ослабление вероятности электровозбуждения 1^+ уровней по сравнению с 2^- уровнями при увеличении переданного импульса и массового числа ядра, что объясняет трудности экспериментального обнаружения $M1$ -резонанса в средних и тяжелых ядрах^{/44/}.

Основной темой исследований по теории коллективного движения в атомных ядрах явилось изучение структуры ядер в состояниях с большим угловым моментом. Были проведены расчеты формы вращающихся ядер при различных угловых моментах и энергиях возбуждения, позволившие провести количественный анализ спектра γ -лучей, излучаемых продуктами

слияния тяжелых ионов с ядрами^{/45/}. Наряду с развитием микроскопической теории структуры быстровращающихся ядер проведена разработка феноменологических моделей, позволяющих выяснить качественные изменения в спектре коллективных возбуждений ядер, связанные с ядерным вращением^{/46,47/}. Начато изучение электромагнитных переходов из "выстроенных" состояний, т.е. таких состояний, в которых внутренний угловой момент, связанный с отдельными степенями свободы, ориентируется вдоль углового момента коллективного вращения остова. На примере E1-переходов из октупольных полос в состоянии основной полосы показано, что при больших угловых моментах возможна селективность переходов по отношению к изменению углового момента ядра в переходе^{/47/}.

Исследованы силовые функции зарядово-обменных возбуждений ядер в теории конечных ферми-систем, в том числе изучены характеристики изобараналогового и спин-мультипольного резонансов, недавно обнаруженных в (p,n)-реакциях^{/48/}.

Изучено влияние неаксиальной деформации на барьеры деления тяжелых и сверхтяжелых ядер. Показано расчетами по методу Струтинского наличие минимумов в поверхности энергии, соответствующих неаксиальной форме среднего поля ядра.

Проводилось исследование механизма испускания быстрых нейтронов при столкновении ядер. В предположении об образовании в ядре относительно небольшой области, в которой концентрируются энергия возбуждения и переданный импульс, рассчитан спектр нейтронов в реакции



Достигнуто качественное согласие с экспериментальными данными. Предпринята попытка микроскопического обоснования модели "нагретого источника".

Получены и исследованы уравнения, описывающие в гидродинамическом подходе колебания плотности в ядерной системе сложной формы. В гармоническом приближении найдено аналитическое решение задачи о колебательных возбуждениях в симметричной двойной ядерной системе.

В микроскопической модели ядра в предположении об одночастичном механизме диссипации получены и исследованы уравнения, описывающие процесс

передачи кинетической энергии на внутреннее возбуждение. Исследование выполнено в предположении, что время релаксации и время "сброса" кинетической энергии сравнимы по величине. Полученные результаты показывают, что такой подход позволяет интерпретировать основные закономерности процесса глубоко неупругого столкновения. Однако без учета остаточных сил не удастся объяснить большую величину потерь кинетической энергии.

Проведено исследование зависимости поляризации легкого фрагмента от Q-реакции в процессах с ядром ^{12}B в качестве налетающего иона. Рассмотрение проведено на основе классической модели, учитывающей статистические флуктуации.

Разработан метод учета внутренних возбуждений, возникающих в процессе столкновения сложных систем. Показано, что учет таких коллективных возбуждений приводит к уравнению Шредингера с перенормированным ядерным потенциалом.

Построены новые потенциалы, допускающие точное решение уравнения Шредингера при фиксированных значениях энергии E и орбитального момента l для сил конечного радиуса действия. Дано обобщение преобразований Крама-Крейна (с l = конст.) на случай E = конст.

Получены релятивистские уравнения для задачи двух тел, которые в случае, когда одна частица пробная, описывают все эффекты, типичные для общей теории относительности^{/49/}.

В методе сильной связи каналов исследовался механизм взаимодействия π -мезонов с энергией 180 МэВ с ротационными возбуждениями ядра. Показано, что противоречие по неупругому рассеянию протонов и π -мезонов, отмеченное в литературе, кажущееся. При последовательном решении уравнений многократного рассеяния (типа уравнений Ватсона) для реакции π -ядро удается согласованным способом объяснить как (e,e'), так и (π , π') данные для рассеяния на ядре ^{24}Mg .

Выполнена работа по нахождению длин и объемов рассеяния π -мезонов на большой совокупности ядер. Эта информация используется для выбора реалистической формы пион-нуклонного потенциала, действующего в P-состоянии. На основе приближенных уравнений для задачи нескольких тел, полученных ранее, найдены длины рассеяния и спектры систем: $\Lambda + ^3\text{He}$, $n + ^3\text{He}$, $\bar{p}d$, $dT\mu$ ^{-/50/}.

Использование кирально-симметричного лагранжиана в задачах ядерной физики позволило получить правильное выражение для оператора изовекторного мезонного обменного тока, что дает возможность подойти к решению проблемы, связанной с интерпретацией переходов с изменением четности $O^+ \leftrightarrow O^-$ в ядрах $^{16}O - ^{16}N$, которая в течение ряда лет не поддавалась решению. Проведены исследования парциальных переходов в легких ядрах, обусловленных слабым взаимодействием. Показано, что в спектре высокоэнергетических фотонов из реакции (μ^-, ν_μ) существует область, весьма чувствительная к величине массы мюонного нейтрино ^{/51/}.

В рамках эволюционного по константе связи метода построена унитарная амплитуда пион-ядерного взаимодействия с учетом так называемых эффектов второго порядка. Успешное описание на этой основе соответствующих экспериментов позволило заключить, что эффект унитаризации приводит к уменьшению роли канала поглощения пиона в ядерном веществе, который ранее переоценивался при использовании более грубых подходов.

В рамках развитого в ЛТФ кинетического подхода выполнен анализ экспериментов ЛВЭ по взаимодействию релятивистских альфа-частиц и ионов углерода с ядрами. Показано, что данный подход успешно воспроизводит такие общие характеристики ядро-ядерного взаимодействия, как распределение по множественности вторичных частиц, их угловые, энергетические и быстротные распределения, корреляции и т.п. В то же время обнаружены расхождения теории и эксперимента в области больших значений поперечного импульса или кумулятивного числа рожденной частицы указывают на возможные проявления специфических коллективных эффектов, надежная идентификация которых является одной из важных задач современной ядерной физики высоких энергий. Проанализированы и объяснены теоретически эксперименты по глубоконеупругому взаимодействию нейтрино с ядрами при высоких энергиях (данные совместных исследований Серпухов-Батавия-Ташкент и др.). При этом механизм множественного рождения вторичных адронов мало чувствителен к природе взаимодействия и определяется в основном фрагментацией кварк-партонов в ядре и их последующей адронизацией. В

рамках такого подхода оказывается, что формирование вторичных мезонов в ядерном веществе требует большего времени, чем для формирования нуклонов ^{/52/}.

На основе составной кварковой модели построена теория глубоконеупругого рассеяния дейтронов протонами и ядрами и объяснены соответствующие экспериментальные данные группы М.Г.Мещерякова (ЛВТА) по dp -взаимодействию в области большой передачи импульса. Выяснено, что в этих реакциях определяющую роль играют возбуждения резонансов нуклона, а также присутствие шестикварковой примеси в волновой функции падающего дейтрона. Рассчитан спектр шестикварковой системы и получено, что плотность состояний с квантовыми числами двухнуклонной системы значительно выше того, что получалось ранее в упрощенных моделях.

ТЕОРИЯ КОНДЕНСИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ

Проведено детальное исследование равновесных и кинетических характеристик вещества в конденсированном состоянии на основе использования широкого класса модельных гамильтонианов для системы взаимодействующих частиц. Следует отметить результаты, полученные в циклах исследований систем с электрон-фононным взаимодействием. В них широко использовались полученные недавно фундаментальные результаты академика Н.Н.Боголюбова и Н.Н.Боголюбова (мл.). Исследовалась проблема получения обобщенного кинетического уравнения для электрон-фононной системы в слабом и сильном внешнем электрическом поле ^{/53/}. Изучались вопросы, касающиеся подвижности полярона, релаксации и параметрического взаимодействия в твердых телах, параметрического преобразования плазмонов и фононов в полупроводниках соответственно. Эффекты электрон-фононного взаимодействия исследовались в металлах с узкой зоной, в магнетиках, где вычислялся магнетонный спектр и затухание магнонов, в соединениях со смешанной валентностью. В вышеописанном круге задач широко использовались аппроксимации, развитые для модели Хаббарда ^{/54/}. Получены новые результаты по сверхпроводимости аморфных металлов ^{/55/}. Полученное впервые конкретное

выражение для массы полярона при низких температурах хорошо согласуется с экспериментами по циклотронному резонансу для большого числа соединений^{/56/}. Строгие результаты получены по следующей проблематике: корреляционным уравнениям, корреляционным функциям для классических газов и термодинамическому пределу (теорема Боголюбова-Рюзля). На базе метода аппроксимирующих гамильтонианов Н.Н.Боголюбова (мл.) уточнено поведение восприимчивости в термодинамическом пределе для модели Кюри-Вейсса; продолжено исследование сосуществования сверхпроводящей и структурно-неустойчивой фазы^{/57/}. Перспективные исследования выполнены по учету нелинейных эффектов в квазиодномерных системах (магнетиках, структурно-неустойчивых системах, белковых молекулах, молекуле ДНК)^{/58/}. Показано, что в оптически анизотропных кристаллах при определенных соотношениях между диэлектрическими свойствами оптически "однородной" среды и одноосного с нелинейными диэлектрическими характеристиками кристалла на границе раздела возникает нелинейная волна (поверхностный поляритон). В случае, когда одноосная пластинка помещена в оптически неоднородную среду, возникает некоторая периодическая неоднородность электрического поля (считается, что плоская электромагнитная волна распространяется перпендикулярно границе раздела)^{/59/}. В квазиодномерных системах налицо появление "частицеподобных" возбуждений, не слишком влияющих на термодинамику системы, если температуры не очень низки, но приводящих к нетривиальным температурным особенностям в характеристиках квазиупругого и неупругого рассеяния нейтронов (или света). Весьма необычны зависимости соответствующих интенсивностей и от внешних воздействий (магнитного поля, например)^{/60/}.

Активно велись работы, связанные с экспериментальными возможностями лабораторий ОИЯИ. В частности, объяснено изменение ширины линий магнитных возбуждений при фазовом переходе в соединениях с кубической фазой Лавеса (PrAl_2 , PrNi_2). На основе теоретико-группового анализа предложена модель деформации решетки и магнитной структуры UO_2 . Эта модель хорошо описывает нейтронографические данные. В связи с экспери-

ментами ЛНФ по рассеянию нейтронов поверхностью проведены исследования роли водорода в нагревании УХН^{/61/}. Показано, что экспериментально наблюдаемые аномалии времени хранения УХН вполне могут быть объяснены разумными концентрациями адсорбированного водорода. Предложена также простая теория упругого рассеяния тепловых нейтронов поверхностью при наличии на ней взаимодействующих примесей. Из нее, в частности, следует, что эксперименты по упругому когерентному рассеянию позволят выявить особенности эффектов корреляции между примесями, а упругое некогерентное рассеяние даст информацию о фазовом переходе в адсорбате. В анизотропной модели Гейзенберга на основе результатов, касающихся энергии двухмагнетонного связанного состояния, проведен расчет структурного фактора $S(q, \omega)$ при $T=0$ в слабом поперечном поле. Проанализирована возможность наблюдения соответствующих пиков в спектре неупругого рассеяния нейтронов (или оптического поглощения). Показано, что в макроскопическом описании указанной модели спиновым комплексам соответствуют солитонные решения уравнений движения^{/62/}. В связи с экспериментами ЛВЭ по каналированию проведен расчет характеристик излучения позитронов с энергиями 10 ГэВ при плоскостном каналировании в кристаллах типа АВ (KBr , KI , KCl) и предсказаны максимумы излучения на трех частотах^{/63/}. Исследованы особенности поведения блоховских электронов во внешнем электрическом поле^{/64/} и проведены уточнения теории кристаллического поля в металлических соединениях. Показано, что существенным моментом при построении гамильтониана является знание структуры кристалла и характера сил взаимодействия^{/65/}. Выбор гамильтониана кристаллического поля существен для интерпретации экспериментов, проводимых в ЛНФ. Доказано существование фазовых переходов для полимеров, адсорбированных на поверхности^{/66/} и для модели димеров, располагающихся на связях декорированной решетки типа алмазной. Параметром порядка здесь является "гибкость" (разница между числом прямолинейных участков и числом изгибов). Доказано отсутствие линии раздела фаз в изотропном ферромагнетике, описываемом взаимодействием Каца^{/67/}.

ЛИТЕРАТУРА *

1. Гальперин А.С., Иванов Е.А., Огневский В.И. Письма в ЖЭТФ, 1981, 33, с. 176.
2. Rittenberg W., Sokachev E. CERN, HE-81-5, Geneva, 1981.
3. Sokachev E. ICTP, IC/81/58, Trieste, 1981.
4. Avdeev L.V., Chochia G.A., Vladimirov A.A. Phys.Lett., 1981, 105B, p. 272.
5. Герасимов С.Б., Говорков А.Б. ОИЯИ, P2-81-538, Дубна, 1981.
6. Shirkov D.V. JINR, E2-81-274, Dubna, 1981; JINR, E2-81-76, Dubna, 1981. Ширков Д.В. ЯФ, 1981, 34, с. 541.
7. Ильгенфриц Э.М., Казаков Д.И., Мюллер-Пройскер М. Письма в ЖЭТФ, 1981, 33, с. 350.
8. Ехнер Р., Kolerov G.I. JINR, E2-81-106, Dubna, 1981. Ехнер Р. JINR, E2-81-609, Dubna, 1981.
9. Bordag M., Kaschluhn L., Matveev V.A., Robaschik D. JINR, E2-81-38, Dubna, 1981.
10. Bordag M., Kaschluhn L., Petrov G., Robaschik D. JINR, E2-81-119, Dubna, 1981.
11. Zaikov R.P. JINR, E2-81-499, Dubna, 1981.
12. Koudinov A.V., Smondyrev M.A. JINR, E2-81-449, Dubna, 1981.
13. Кочетов Е.А., Смондырев М.А. ТМФ, 1981, 47, №3, с. 375.
14. Черников Н.А., Шавахина Н.С. ОИЯИ, P2-81-434, Дубна, 1981.
15. Мельников В.К. ОИЯИ, P2-81-262, Дубна, 1981.
16. Ilchev A.S., Mitrjushkin V.K. J.Phys. G., 1981, 7, p. 221.
17. Chizhov M.V. Phys.Lett., 1981, 104B, p. 449.
18. Чижов М.В. ОИЯИ, P2-81-655, Дубна, 1981.
19. Ибадов Р.М., Чижов М.В. ОИЯИ, P2-81-461, Дубна, 1981.
20. Gerdjikov V.S. JINR, E2-81-652, Dubna, 1981.
21. Барбашов Б.М., Нестеренко В.В., Червяков А.М. ОИЯИ, P5-81-194, Дубна, 1981.
22. Нестеренко В.В. ОИЯИ, P2-81-31, Дубна, 1981.
23. Pergushin V.N. JINR, E2-81-525, Dubna, 1981.
24. Голоскоков С.В., Кудинов А.В., Матвеев В.А., Тепляков В.Г. ОИЯИ, P2-81-420, Дубна, 1981.
25. Голоскоков С.В., Кулешов С.П., Тепляков В.Г. ОИЯИ, P2-81-198, Дубна, 1981.
26. Голоскоков С.В., Кулешов С.П., Селюгин О.В., Тепляков В.Г. ОИЯИ, P2-81-197, Дубна, 1981.
27. Goloskokov S.V., Kuleshov S.P., Seljugin O.V. JINR, E2-81-441, Dubna, 1981.
28. Drenska S., Mavrodiev S.Cht. JINR, E2-81-146, Dubna, 1981.
29. Радюшкин А.В., Диттес Ф. ЯФ, 1981, 34, №2, с. 529.
30. Ефремов А.В., Теряев О.В. ОИЯИ, P2-81-485, Дубна, 1981.
31. Ефремов А.В. и др. ЯФ, 1982, 35, №1, с. 245.
32. Bilenky S.M., Niedermaier F. JINR, E2-81-47, Dubna, 1981.
33. Fadeev N.G. et al. JINR, E1-81-585, Dubna, 1981.
34. Капшай В.Н. и др. ОИЯИ, P2-81-481, Дубна, 1981.
35. Kapshay V.N., Skachkov N.B. JINR, E2-81-618, Dubna, 1981.
36. Savrin V.I. et al. Hadr. Journ., 1981, N5, p. 1642.
37. Мавродиев С.Ш., Сясакия А.Н., Торосян Г.Т. ОИЯИ, D2-81-423, Дубна, 1981.
38. Kalinkin B.N., Shmonin V.L. Phys.Scr., 1981, 24, p. 418.
39. Kuzmin V.A., Soloviev V.G. JINR, E4-81-430, Dubna, 1981.
40. Soloviev V.G., Shirikova N.Yu. Z.Phys.A, 1981, 301, p. 263. Соловьев В.Г. и др. Изв. АН СССР, сер. физ., 1981, 45, с. 1834.
41. Soloviev V.G., Stoyanov Ch., Voronov V.V. JINR, E2-81-422, Dubna, 1981. Воронов В.В., Чан Зуй Кхьонг. Изв. АН СССР, сер. физ., 1981, 45, с. 1909.
42. Соловьев В.Г., Стоянова О., Воронов В.В. ОИЯИ, E4-81-290, Дубна, 1981.
43. Соловьев В.Г., Стоянов Ч. ОИЯИ, P4-81-527, Дубна, 1981. Китипова В., Малов Л.А., Шприкова Н.Ю. ОИЯИ, P4-81-243, Дубна, 1981.
44. Вдовин А.И., Пономарев В.Ю., Шилов В.М. ЯФ, 1981, 34, с. 1009.
45. Cwiok S. et al. JINR, E4-81-637, Dubna, 1981.
46. Balbutsev E.B. et al. JINR, E4-81-281, Dubna, 1981. Cwiok S. et al. Phys.Lett., 1981, 105B, p. 84.
47. Mikhailov I.N., Briangon Ch. JINR, E4-81-402, Dubna, 1981.
48. Pyatov N.I. In: Proc. IV Int. Conference of Nuclei Far From Stability, Elsinor, 1981, p. 287.
49. Afanasiev G.N., Asanov R.A. Ann. of Phys., 1981, 38, p. 169.
50. Беляев В.Б. и др. ЯФ, 1982, 39, №4, с. 325.
51. Smitro M. et al. Journ. of Phys. G: Nucl. Phys., 1981, 7, p. 231; Nucl. Phys., 1981, A356, p. 323.
52. Агакшиев Г.Н. и др. ОИЯИ, P1-81-176, Дубна, 1981. Баатар Ц. и др. ОИЯИ, P1-81-516, Дубна, 1981.
53. Во Хонг Ань. В сб.: Аниотации II Межд. симп. по избранным проблемам статистической механики. ОИЯИ, D17-81-411, Дубна, 1981, с. 16.
54. Куземский А.Л., Плакида Н.М. ОИЯИ, P17-81-588, Дубна, 1981.
55. Плакида Н.М. ОИЯИ, P17-81-630, Дубна, 1981.
56. Родригес К., Федянин В.К. ОИЯИ, P17-81-169, Дубна, 1981. ДАН СССР, 1981, 259, с. 1088.
57. Загребнов В.А. В кн.: Н.Н. Боголюбов (мл.) и др. Метод аппроксимирующих гамилтонанов в статистической физике. Болг. АН, София, 1981, с. 160, 214.
58. Федянин В.К. ОИЯИ, P17-81-445, Дубна, 1981.
59. Михалаке Д., Федянин В.К. ОИЯИ, P17-81-489, Дубна, 1981; ОИЯИ, P17-81-702, Дубна, 1981; ОИЯИ, P17-81-731, Дубна, 1981.
60. Федянин В.К. ОИЯИ, P17-81-445, Дубна, 1981.
61. Плакида Н.М. ОИЯИ, P17-81-91, Дубна, 1981.
62. Gochev I.G. JINR, E17-81-627, Dubna, 1981.
63. Гавриленко Г.М. и др. ОИЯИ, P17-81-250, Дубна, 1981; ОИЯИ, P17-81-651, Дубна, 1981.
64. Nenciu A., Nenciu G. J.Phys.A, 1981, 14, p. 2187; J.Phys. A, 1981, 14, p. 109.
65. Adam G., Adam S.-A. phys.stat.sol. (b), 1981, 105, p. 85.
66. Приезжев В.Б. ОИЯИ, P17-81-597, Дубна, 1981.
67. Angelescu N. J.Phys. A, 1981, 14, No 12, J.stat. Phys., 1981, 24, p. 529.

* Цитируются избранные работы.

**ЛАБОРАТОРИЯ
ВЫСОКИХ
ЭНЕРГИЙ**

Усилия коллектива Лаборатории высоких энергий были направлены на проведение научных исследований в актуальных областях физики элементарных частиц и релятивистской ядерной физики. При изучении процессов множественного образования частиц проверены следствия, вытекающие из кварковых моделей, проведены успешные поиски очарованных частиц. Продолжено изучение процессов кумулятивного образования обычных и странных частиц и резонансов при большом наборе частиц-снарядов и ядермишеней.

Ученые лаборатории проводили исследования на основе материалов, полученных на физических установках, облученных в пучках синхрофазотрона, серпуховского

ускорителя, на 400-ГэВ ускорителе ЦЕРНа.

Проведены методические разработки в области электроники, детекторов и криогенники для обеспечения физических экспериментов.

Усовершенствован ряд узлов синхрофазотрона, прорабатывались вопросы криогенного обеспечения УНК, достигнуты успехи в исследовании сверхпроводящих магнитов с железным сердечником по проекту нуклотрона.

В 1981 году зарегистрированы 2 научных открытия сотрудников лаборатории.

Деятельность лаборатории осуществлялась в условиях широкого международного сотрудничества.

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЕ РАБОТЫ

МЕХАНИЗМ РОЖДЕНИЯ И РАСПАДА ЧАСТИЦ И РЕЗОНАНСОВ. ПОИСК НОВЫХ ЧАСТИЦ

1. На снимках с двухметровой жидководородной камеры "Людмила", облученной пучком антипротонов с импульсом 22,4 ГэВ/с на серпуховском ускорителе, изучены характеристики образования ρ^0 -мезонов. В четырехлучевых аннигиляционных $\bar{p}p$ -взаимодействиях обнаружена значительная выстроенность спина ρ^0 -мезона. Величина элемента ρ_{00} спиновой матрицы плотности для ρ^0 -мезона равна $0,61 \pm 0,06$, т.е. спин ρ^0 -мезона ориентирован преимущественно в плоскости реакции (рис. 1). Анализ показал, что этот эффект связан с аннигиляционными процессами и, возможно, является результатом поляризации кварков и антикварков на стадии перед их соединением в мезоны ^{1/1}.

2. Уточнены особенности образования узкого резонанса Λ_c^+ с распадом на $pK_S^0 \pi^+ \pi^-$, обнаруженного с помощью установки БИС-2 в пучке нейтронов серпуховского ускорителя на углеродной мишени (рис. 2). На основе обработки 5,3 млн. событий найдена масса Λ_c^+ бариона $M = 2259 \pm 3$ МэВ с шириной $\Gamma =$

$= 15$ МэВ. Для оценки величины сечения рождения Λ_c получено ^{21/}

$$\sigma(\Lambda_c^+) \times BR(\Lambda_c^+ \rightarrow pK_S^0 \pi^+ \pi^-) = (1 \div 10) \text{ мкб/нукл.}$$

3. Большой объем исследований выполнен по изучению особенностей множественного образования частиц в π^-p -взаимодействиях при импульсе 40 ГэВ/с с помощью двухметровой пропановой камеры.

Обнаружено, что в π^-p -взаимодействиях хорошо проявляются черты струйного поведения адронов, аналогично известному струйному поведению частиц в e^+e^- -взаимодействиях при близкой энергии в с.ц.и. ^{13/}.

При анализе масс тождественных пионов обнаружен эффект интерференции в области масс $M(\pi^+ \pi^+) < 0,4$ ГэВ. Эффект сильнее проявляется в $\pi^- \pi^-$ -системе, чем в $\pi^+ \pi^+$ -системе. Найдена интерференция в системах мезонов ($\pi^- \pi^- \pi^-$) или ($\pi^+ \pi^+ \pi^+$), которую не удается объяснить только двухмезонными корреляциями. Для систем нетождественных мезонов подобные корреляции не наблюдаются ^{4/}.

Оказалось, что 50-60% лидирующих частиц (при $x = P_{||}^*/P^* > 0,4$) с зарядом, противоположным заряду налетающего пиона, образуются путем распада ρ^0 -, f - и g -резонансов. Для лидирующих частиц одного заряда с налетающим пионом

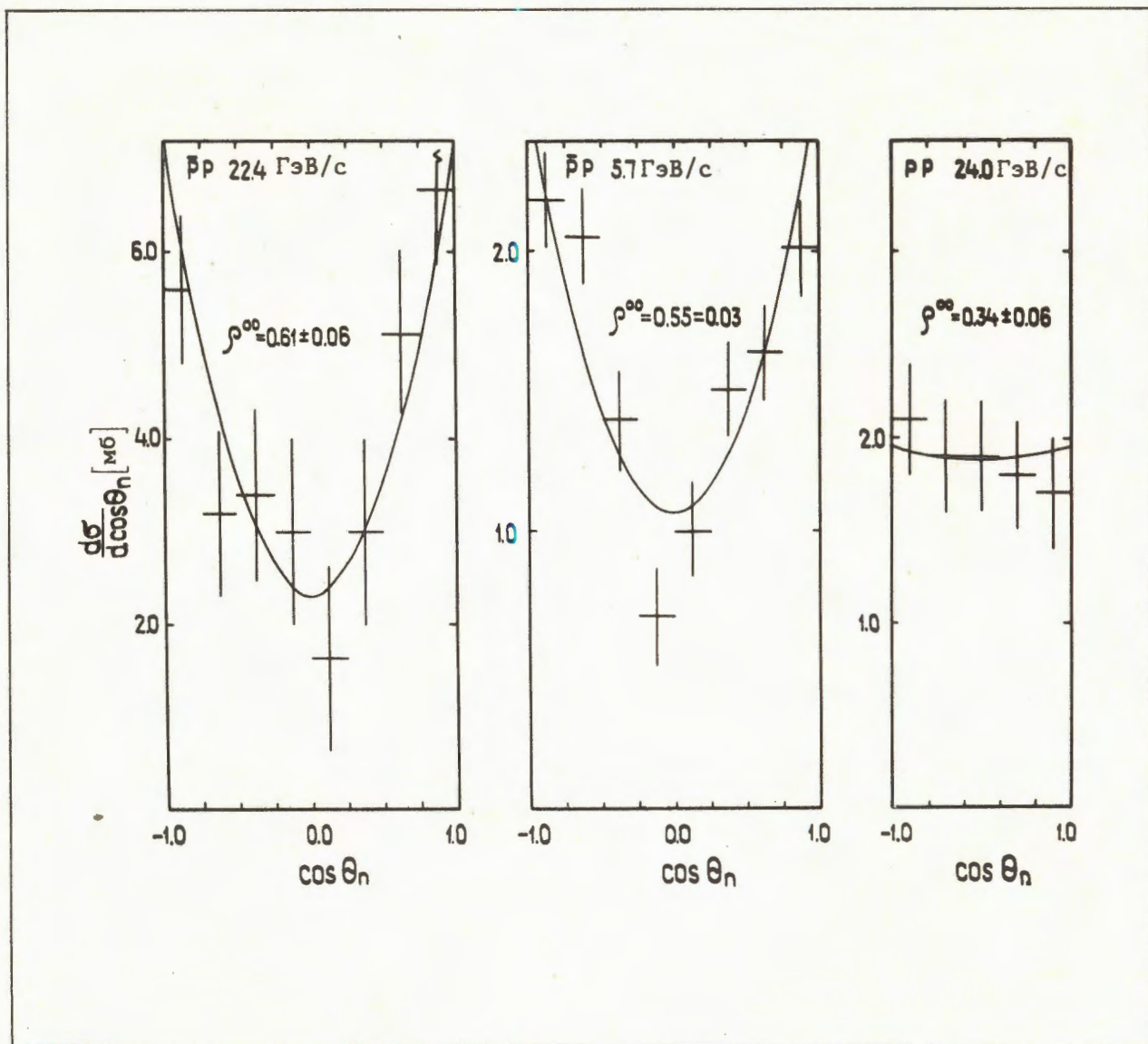


Рис. 1. Угловые распределения π^+ -мезонов от распада ρ^0 -мезонов в аннигиляционных событиях $\bar{p}p$ -взаимодействий.

ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ СТРУКТУРА ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ

только в 15-20% событий их источником являются резонансы. С увеличением переменной x доля лидирующих пионов от распада резонансов тоже возрастает^{15/}.

Тщательный анализ результатов по интерференции вторичных отрицательных пионов показал, что для пространственно-временного описания источников рождения пионов в с.ц.и. необходимо ввести два характерных размера: $\tau_1 \approx 3$ Фм и $\tau_2 \approx 1$ Фм. Большой размер (3 Фм) интерпретируется как обусловленный интерференцией пионов от распада ρ - и f -мезонов, а меньший (1 Фм) - непосредственной генерацией пионов и, возможно, размерами области удержания кварков^{16/}.

1. На 400-ГэВ ускорителе ЦЕРНа в совместном эксперименте ОИЯИ-ЦЕРН по изучению глубоконеупругого рассеяния мюонов на углеродной мишени завершён анализ данных при энергии мюонов 120 и 200 ГэВ и частично при 280 ГэВ. Найдено, что аппроксимация зависимости величины структурной функции нуклона $F_2(x, Q^2)$ от величины переданного импульса Q^2 улучшается, если учитывать нарушение масштабной инвариантности в этих процессах. При анализе поведения моментов структурной функции $F_2(x, Q^2)$ в кинематической области $x = 0,3 - 0,7$ и величин $Q^2 = 25 - 200$ (ГэВ/с)² с помощью синглетной формулы квантовой хромодинамики (КХД) получена оценка

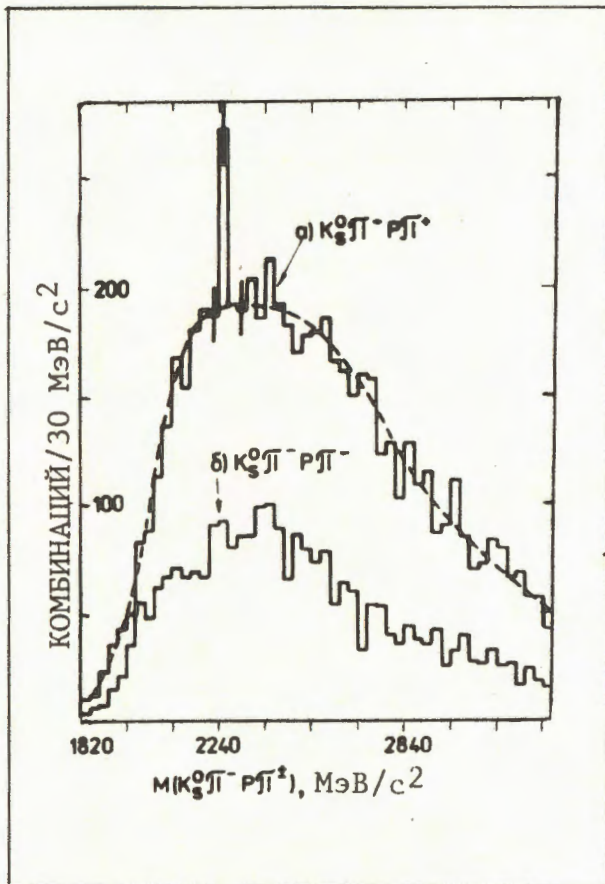


Рис. 2. Спектр эффективных масс системы частиц $K_S^0 \pi^+ \pi^-$ (а) и частиц $K_S^0 \pi^- \pi^-$ (б).

для масштабного параметра Λ , определяющего величину сильного взаимодействия в КХД: $\Lambda = 0 - 100$ МэВ (со средним значением ~ 40 МэВ). Эта величина Λ оказалась значительно меньше, чем найденная ранее при меньших передачах Q^2 /7/.

Спектр масс $(\mu^+ \mu^-)$ -системы изучен в области от 5 до 12 ГэВ и с хорошей точностью описывается физическим фоном от процесса рождения $\mu\mu$ -пар, вызванного распадом виртуального γ -кванта. Это позволяет дать верхнюю оценку образования Υ -частицы, равную $\sigma \times BR(\gamma \rightarrow \mu^+ \mu^-) \leq 14 \cdot 10^{-39}$ см²/нуклон^{18/}.

2. Изучено плоскостное каналирование позитронов с энергией 10 ГэВ в совместном эксперименте ОИЯИ-США на серпуховском ускорителе. Зафиксировано специфическое излучение фотонов (в ~ 50 раз превышающее уровень обычного тормозного излучения) в монокристалле кремния. Обнаружено несколько максимумов в энергетическом распределении фотонов, часть которых была ранее теоретически

предсказана и наблюдалась в других экспериментах (рис. 3). При исследовании эффекта каналирования вблизи критического угла входа падающего позитрона замечена явная периодическая структура в энергетическом распределении фотонов^{9/}.

РЕЛЯТИВИСТСКАЯ ЯДЕРНАЯ ФИЗИКА

С помощью электронной и камерной методик на установках ДИСК-2, СЯО, СКМ-200, "Альфа", двухметровой пропановой камере и других продолжено изучение ядерных взаимодействий на синхрофазотроне. Особое внимание по-прежнему было уделено изучению особенностей кумулятивного образования мезонов и барионов.

С помощью установки ДИСК-2 накоплен большой экспериментальный материал по кумулятивному образованию K^+ и K^- -мезонов и антипротонов. Изучена Λ -зависимость образования частиц при больших числах кумулятивности^{10/}.

На установке "Массер-130" изучено образование кумулятивных π^0 -мезонов в π^-C -взаимодействиях при импульсе 3,8 ГэВ/с. Определен параметр $\langle \beta^0 \rangle$ - среднее число нуклонов в объеме кумуляции. Он равен $0,16 \pm 0,01$. Этот результат явился независимым подтверждением универсальности параметра $\langle \beta^0 \rangle$, который используется в кварк-партонной структурной функции ядра^{11/}. В той же реакции для кумулятивных η -мезонов (под углом 180°) определена верхняя граница их инвариантного сечения^{12/}.

Подробно изучались характеристики кумулятивных мезонов на материалах двухметровой пропановой камеры. Имеющаяся совокупность данных свидетельствует о кварк-партонной картине жестких соударений.

Для событий с одним кумулятивным π^- -мезоном найдено $\langle \beta^0 \rangle = 0,143 \pm 0,004$ и для событий с двумя кумулятивными π^- -мезонами (кумулятивная струя) $\langle \beta^0 \rangle = 0,130 \pm 0,005$. Совпадение этих величин указывает на мягкую адронизацию кварков. Обнаружен новый существенный признак выделения кумулятивной области по величине P_{\perp}^2 . Для некумулятивной области при $\beta^0 = 0 - 0,5$ $\langle P_{\perp}^2 \rangle = 0,034 \pm 0,002$ (ГэВ/с)² для кумулятивной при $\beta^0 = 0,5 - 2,0$ $\langle P_{\perp}^2 \rangle = 0,18 \pm 0,02$ (ГэВ/с)².

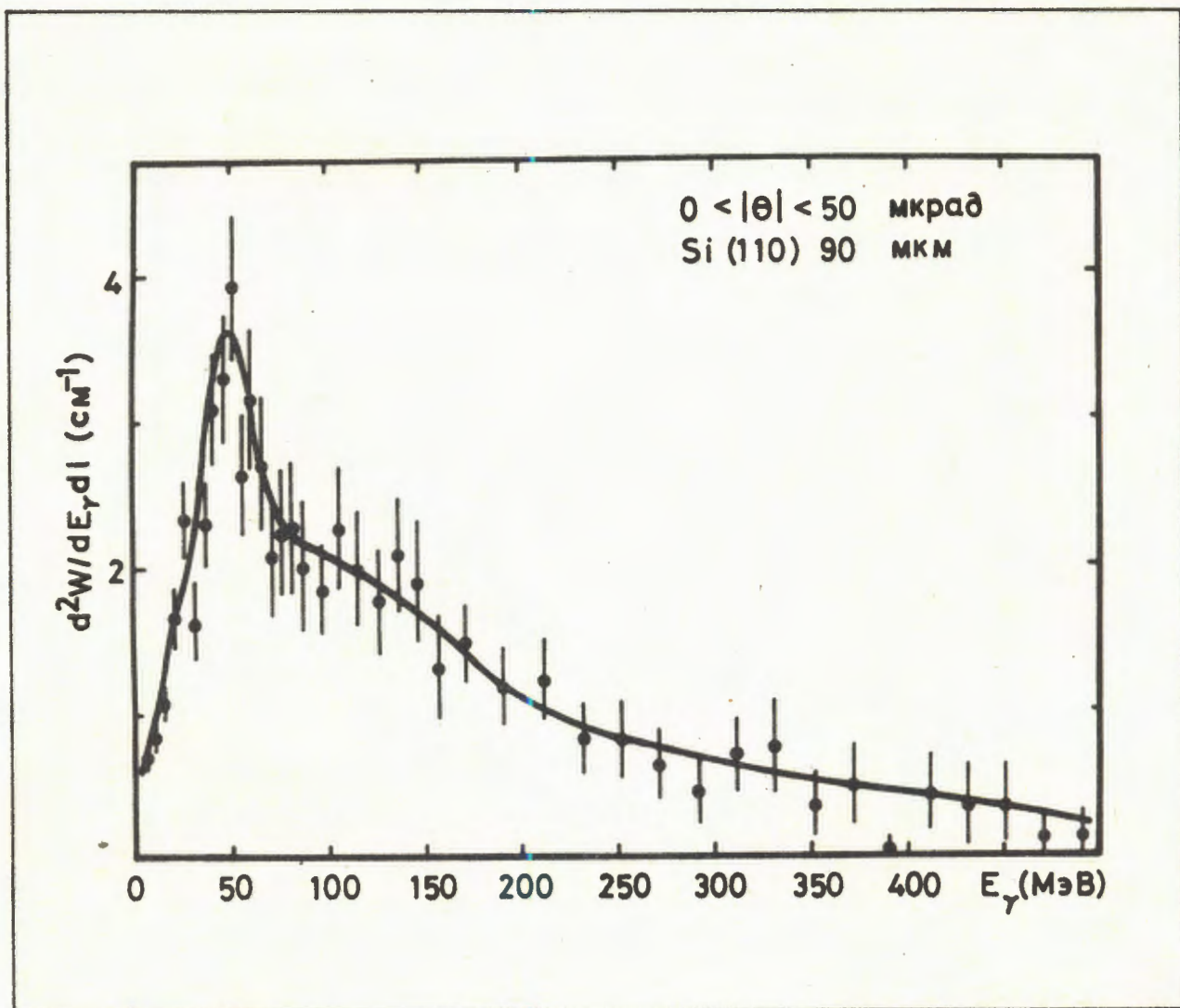


Рис. 3. Энергетическое распределение фотонов, испущенных при каналировании позитронов с энергией 10 ГэВ.

Смена режима образования частиц (при $\beta^0 \approx 0,5$) указывает, что по величинам β^0 и P_1^2 нет полной факторизации зависимости сечений^{/13/}. Для (C+Ta) - взаимодействий при импульсе 4,2 ГэВ/с/нуклон наблюдалось образование кумулятивных π^- -мезонов в области фрагментации ядра мишени. Для этих событий обнаружены корреляции не только в системе ($2\pi^-$), но и в системах ($3\pi^-$) и ($4\pi^-$), не сводящиеся к парным и тройным корреляциям π^- -мезонов^{/14/}.

Для π^-C -взаимодействий при импульсе 40 ГэВ/с определены сечения рождения резонансов ρ^0 -мезона (22 ± 5 мб), ω -мезона (20 ± 6 мб) и f -мезона (7 ± 3 мб). Анализ спектров эффективных масс ($p\pi^+$) пар с помощью фурье-алгоритма выявил

образование изобар $\Delta^{++}(1232)$, $\Delta^0(1232)$ и $\Delta^{++}(1650)$. Было показано, что форма распределения по эффективной массе изобар не зависит от присутствия кумулятивного мезона в комбинациях ($p\pi^\pm$)^{/18/}. Доля многонуклонных столкновений в π^-C -взаимодействиях определена в 18%. Оценена вероятность взаимодействия обоих кварков налетающего пиона с ядром углерода: в однонуклонных взаимодействиях $\sim 20\%$ и в многонуклонных $\sim 60\%$ ^{/15/}. Для столкновения ядра углерода с пропаном (C_3H_8) при импульсе 4,2 ГэВ/с/нуклон не наблюдалось заметного увеличения сечения взаимодействия спекторных легких фрагментов на расстоянии ~ 10 см от источника фрагментов^{/17/}. Найдено, что релятивистские протоны (с импульсом $> 0,7$ ГэВ/с) образуются в результате внутриядерных πN -взаимодействий и являются индикаторами числа этих соударений. В многонуклонных взаимодействиях

ях доля релятивистских протонов составляет $(18 \pm 4)\%$ от числа всех положительно заряженных частиц и их примерно в 2 раза больше, чем в π^-p -взаимодействиях^{/18/}.

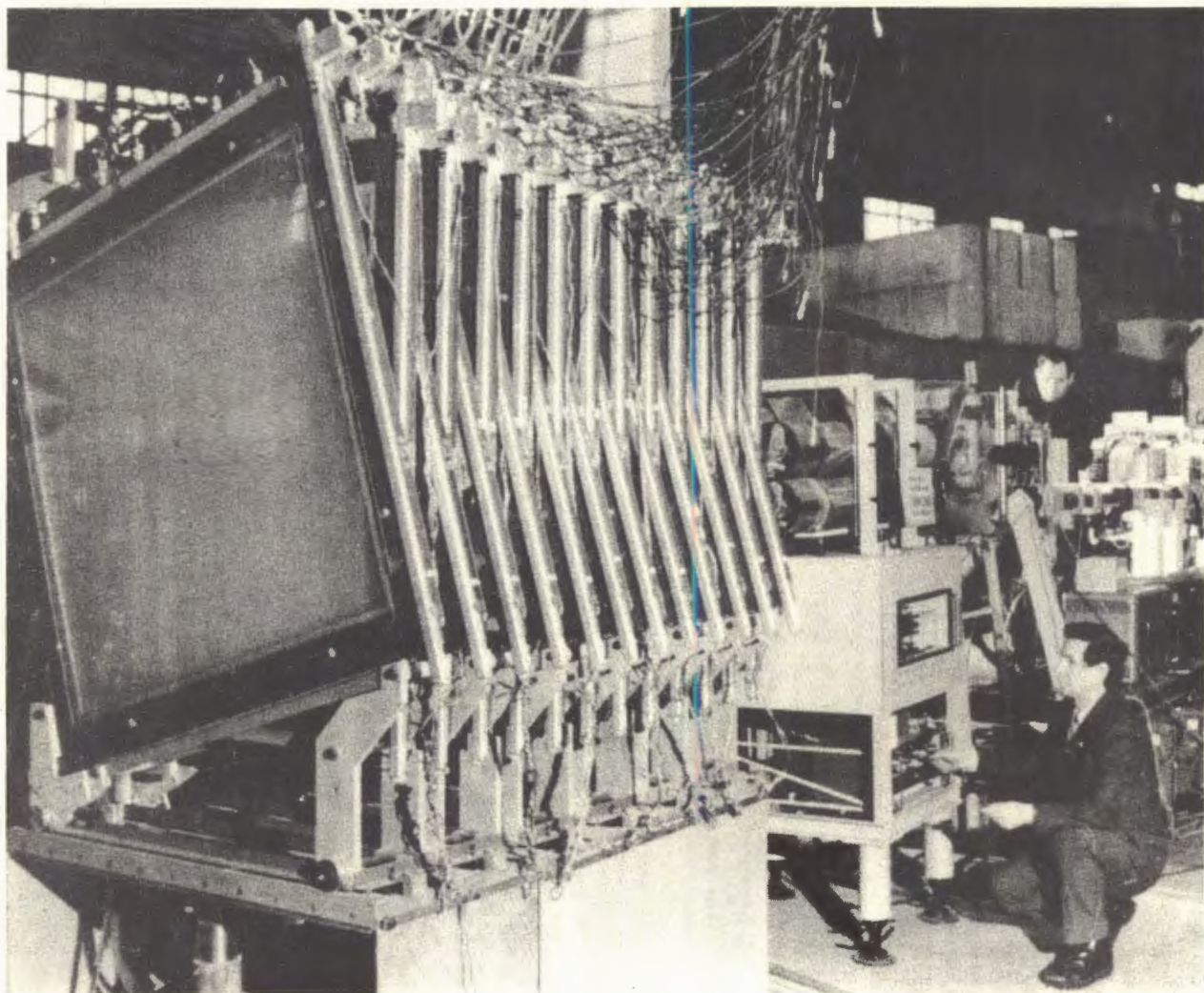
Изучено образование изотопов ^3He , ^4He , ^6He , ^6Li , ^7Li при взаимодействии протонов с энергией 6,6 ГэВ с ядрами Be, C, Sn, Cu и Au на синхрофазотроне. Из сравнения структурных функций в pA-взаимодействиях в интервале 6,6 - 400 ГэВ следует их постоянство и такое их поведение соответствует гипотезе ядерной масштабной инвариантности. Для этих легких фрагментов обнаружена зависимость их образования от величины P_{\perp} у фрагмента и необычайно сильная зависимость от величины массы ядра-мишени (для изотопа лития показатель степени $n=3$ для зависимости $d\sigma/d\omega \sim A^n$)^{/19/}.

На установке "Альфа" определена величина инвариантного сечения реакции $d+C \rightarrow p+X$ при импульсе 4,5 ГэВ/с/нуклон.

Показано, что для лучшего описания высокоимпульсной части спектра протонов к волновой функции дейтрона (в форме Рейда или Мак-Ги) надо в размере $\sim 1\%$ добавить шестикварковую компоненту дейтрона. При этом из относительной фазы состояний дейтрона^{/20/} (np) и ($6q$) найден эффект их деструктивной интерференции.

Исследование случаев полного разрушения ядер свинца в фотозумльсии ядрами углерода с импульсом 4,2 ГэВ/с/нуклон показало, что вероятность разрушения ядра растет с массой ядра-снаряда. Для взаимодействия C+Pb эта вероятность достигает $\sim 25\%$, что сопровождается большим числом вылетевших быстрых протонов (> 40) из звезд^{/21/}.

В новом экспериментальном павильоне лаборатории - корпусе 205 на четырех физических установках начаты работы на пучках частиц синхрофазотрона. На одном из каналов пучка - установка "Массер-130".



РАЗВИТИЕ МЕТОДИКИ ЭКСПЕРИМЕНТА

1. В установке "Людмила" (двухметровая жидководородная пузырьковая камера) смонтирована мишень с чистым жидким дейтерием. Получен режим синхронной чувствительности в мишени и жидководородном объеме камеры "Людмила". Зарегистрированы первые несколько тысяч снимков с $\bar{d}d$ -взаимодействиями^{/22/}.

2. Исследованы и рекомендованы в качестве термодатчиков для широкого диапазона температур от 4,2 до 450 К композиционные резисторы ТВО - 0,125^{/23/}.

3. Разработана дрейфовая камера со встроенным конвертором для прецизионного измерения углов вылета γ -квантов при каналировании электронов и позитронов. Точность восстановления координат около 70 мкм, что соответствует угловому разрешению для фотонов около $4 \cdot 10^{-6}$ рад^{/24/}.

4. В лаборатории продолжена работа по автоматизации экспериментальных установок физики высоких энергий, стендов для проведения исследований по ускорительной технике, криогенных испытаний. В области вычислительной техники создан драйвер ветви в стандарте КАМАК для ЭВМ типа LSI-11, "Электроника-60" и МЕРА-60. Драйвер обеспечивает работу по каналу прямого доступа в ЭВМ и по программному каналу^{/25/}. Разработан блок управления работой драйвера от ЭВМ ЕС-1010 для передачи драйверу группы команд КАМАК, связи с ЭВМ, прерывания данных от физической аппаратуры и др.^{/26/}. Разработан и используется микропрограммный контроллер канала для организации эффективной работы ЭВМ ЕС-1040 на линии с измерительно-регистрирующей аппаратурой. Контроллер с помощью широкого набора команд абонента может за рабочий цикл ускорителя обслуживать физическую установку без выхода в основную программу процессора ЭВМ^{/27/}. Для расширения оперативной памяти микроЭВМ "Мишка" с 64 Кбайт до нескольких Мбайт разработаны устройства-интерфейсы, через которые подключаются стандартные магнитофоны типа ИЗОТ-5012

и ИЗОТ-5003^{/28/}. Разработана двухпроцессорная система автоматизации оперативного измерения показателя "n" неоднородности магнитного поля синхрофазотрона. Определение "n" проводится до 100 раз за один цикл нарастания магнитного поля ускорителя^{/29/}. Создана аппаратура для контроля качества цифровой линии связи удаленной ЭВМ с физическими экспериментальными установками^{/30/}.

Для автоматизации процессов измерения параметров сверхпроводящих магнитов создан программатор источника тока для питания исследуемых образцов^{/31/}. Разработан вспомогательный язык для описания печатных плат с применением 8-разрядной микропроцессорной системы "Мишка", связанной с полуавтоматом ADMAP^{/32/}.

Для ряда физических установок проводились специфические разработки. Создан блок интерфейса связи установки БИС-2 с микропроцессорной системой, используемой для обработки и представления экспериментальных данных, работает аппаратура связи с ЕС-1040 на базе микропрограммного контроллера канала^{/33/}. В эксперименте "Кристалл" использован разработанный блок контроллера и блок цифро-аналогового преобразователя для вывода графической информации на дисплей. Устройство позволяет запоминать и восстанавливать изображения в нескольких видах^{/34/}. В состав установки "Альфа" включена микропроцессорная система МСА-КАМАК, с помощью которой ведется наладка дрейфовых камер, обмен информацией с ЭВМ ЕС-1010 и т.д. Для сокращения времени настройки установки "Альфа" осуществлена связь ЭВМ, обслуживающей медленный вывод пучка, с ЭВМ этой установки с помощью последовательных интерфейсов^{/35/}.

Разработаны и включены в состав математического обеспечения ЭВМ ЕС-1040 программы проверки микропрограммного контроллера канала с целью выявления аппаратурных ошибок и повышения эффективности работы экспериментальных установок на линии с ЭВМ^{/27/}.

НАУЧНО-ПРИКЛАДНЫЕ РАБОТЫ

Создан детектор гамма-излучения ГKM-1 для радиоизотопной диагностики в медицине с высоким разрешением (до 2 мм). Эффективность регистрации гамма-излучения в диапазоне 50-100 кэВ лучше 50%. В состав аппаратуры входит микропроцессор, информация выводится на цветной дисплей. Параметры детектора су-

щественно лучше, чем параметры применяемой в ядерной медицине сцинтилляционной гамма-камеры ¹³⁶/.

Многопроволочная гамма-камера ГKM-1, предназначенная для радиоизотопной диагностики в медицине.



СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ДЕЙСТВУЮЩИХ И РАЗРАБОТКА НОВЫХ ФИЗИЧЕСКИХ ПРИБОРОВ И УСТАНОВОК

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИНХРОФАЗОТРОНА

1. Проведен успешный запуск источника поляризованных дейтронов на синхрофазотроне. Пучок поляризованных дейтронов с интенсивностью 10^8 дейтронов за цикл ускорен до кинетической энергии 4,2 ГэВ на нуклон при степени поляризации около 50%. На двух физических установках начаты эксперименты с релятивистскими поляризованными дейтронами.

2. Проведены работы по улучшению режимов ускорения частиц. Интенсивность ускоренных ядер гелия увеличена более чем в 3 раза и достигла уровня $5,5 \cdot 10^{10}$ ядер за цикл. Улучшены параметры электронно-лучевого ионного источника "Крион" ^{/37/}. На основе использования волоконно-оптической линии связи создана телеметрическая система для контроля основных параметров источника "Крион" во время его эксплуатации на форинжекторе линейного ускорителя ^{/38/}.

Введена в эксплуатацию аппаратура для выработки сигналов обратной связи на участке медленного вывода пучка с подавлением помех в 50-100 раз ^{/39/}.

При помощи многоканальной автоматизированной системы на линии с ЭВМ ЕС-1010 проведены тщательные измерения показателя "n" неоднородности магнитного поля ускорителя с точностью измерения 1,5%. Определены величины "n", величины азимутальных гармоник и их начальный сдвиг, величины азимутальных гармоник первых трех производных и их начальный фазовый сдвиг. Даны рекомендации по уменьшению потерь интенсивности в процессе ускорения ^{/40/}.

Для получения бесструктурного медленного вывода частиц из ускорителя на всех четырех квадрантах электромагнита смонтированы активные фильтры ^{/41/}.

3. В новом экспериментальном павильоне на четырех каналах проводятся эксперименты с пучком, на остальных

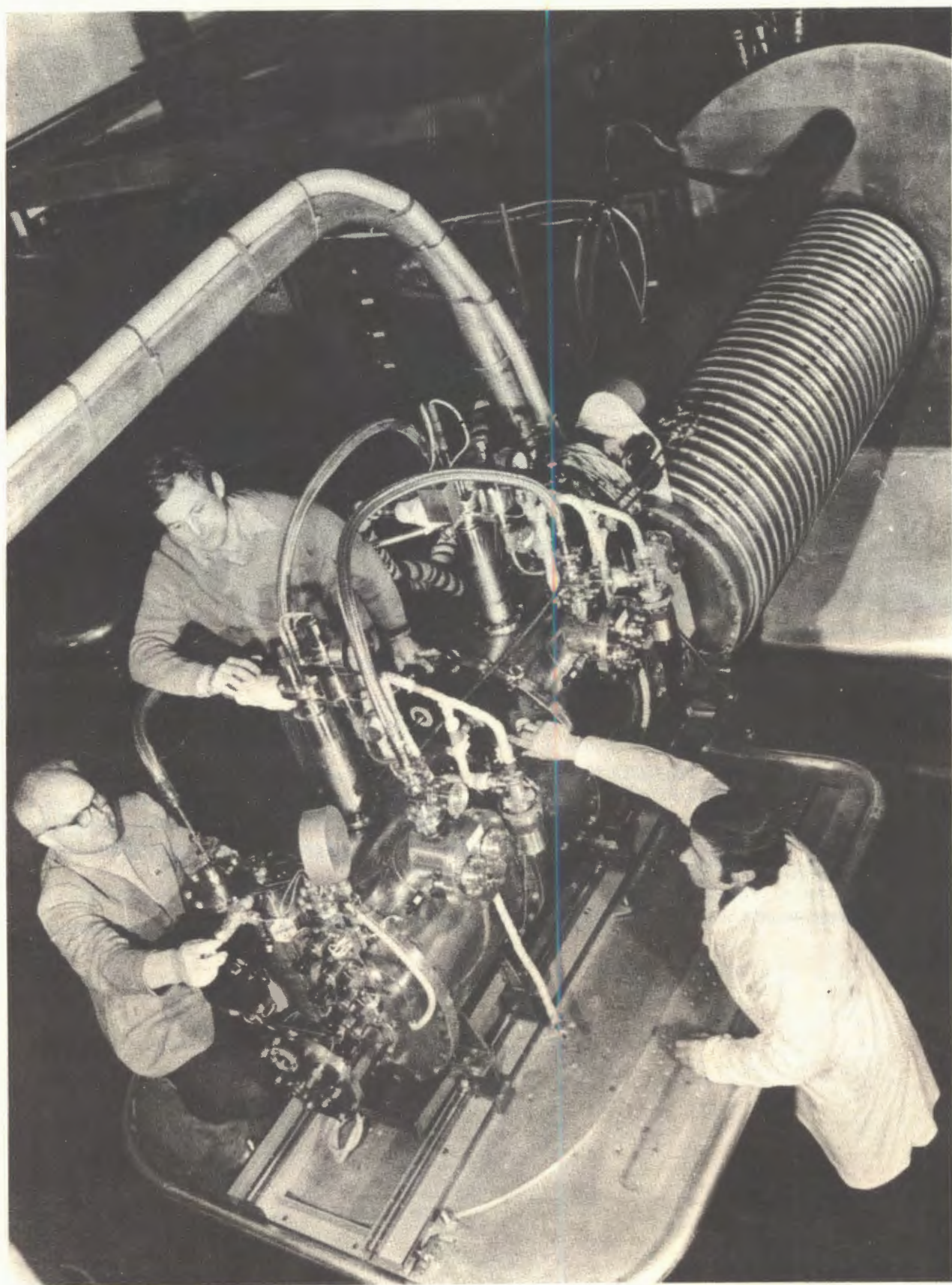
каналах проводятся юстировочные работы. Введена в действие автоматизированная система на линии с ЭВМ для контроля и управления работой магнитных элементов каналов частиц ^{/42/}. Использование нового павильона повысило эффективность работы синхрофазотрона.

РАБОТЫ ПО ПРОЕКТАМ НУКЛОТРОНА И УСКОРИТЕЛЬНО-НАКОПИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА

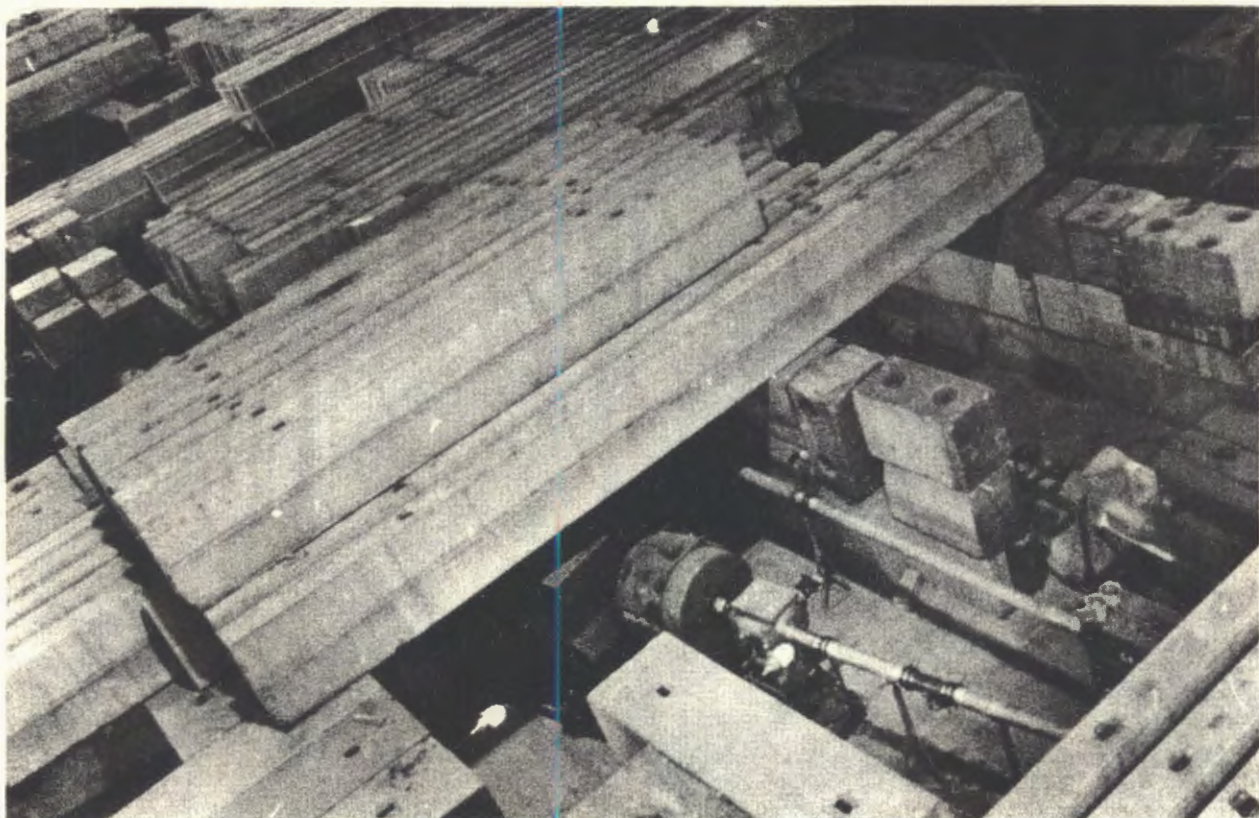
1. Проведены вакуумные испытания трех периодов магнитной системы, создаваемой в рамках проекта нуклотрона. Результаты вакуумных испытаний, проведенные при температуре жидкого гелия, показали соответствие полученных данных расчетным величинам (давление в вакуумной камере уменьшилось до величины менее 10 пПа ^{/43/}). Проведено численное моделирование двумерного и трехмерного распределений магнитного поля в сверхпроводящем дипольном магните типа "оконная рама" ^{/44,45/}.

В соответствии с программой нуклотрона создан полномасштабный образец дипольного магнита длиной 1,5 м с обмоткой из трубчатого сверхпроводника на максимальное поле 2 Т, что явилось важным шагом на пути создания бескриостатных по гелию сверхпроводящих магнитов ^{/46/}.

2. Проведены расчеты и экспериментальные исследования потерь в составных сверхпроводниках под воздействием импульса поперечного магнитного поля в адиабатических условиях. Обнаружено значительное различие потерь в адиабатических и изотермических условиях ^{/47/}. Впервые прямо измерено поперечное сопротивление составного сверхпроводника, которое сильно зависит от величины внешнего магнитного поля ^{/48/}. Установлена связь между низкотемпературным поведением теплопроводности, электросопротивления и критическими параметрами сверхпроводящих твердых растворов ниобий-титан в интервале от 4,2 до 30 К ^{/49/}.



Наиболее важным результатом работ лаборатории в области ускорительной техники явился успешный запуск на синхрофазотроне уникального источника поляризованных дейтронов "Полярис".



В новом экспериментальном зале синхрофазотрона на четырех каналах проводятся физические эксперименты, на остальных идут юстировочные работы.

ЭКСПЛУАТАЦИЯ СИНХРОФАЗОТРОНА

Ускоритель работал:

а) на экспериментальные исследования по физике элементарных частиц и физике релятивистских ядер - 3309 ча-

сов со средней интенсивностью $3 \cdot 10^{11}$ ускоренных протонов, $2 \cdot 10^{11}$ ускоренных дейтронов, $1,3 \cdot 10^{10}$ ускоренных ядер гелия, $1 \cdot 10^8$ ядер углерода за один цикл ускорения;

б) на совершенствование систем ускорителя - 466 часов.

ЛИТЕРАТУРА*

1. Batyunya V.V. et al. In: Proc. of Intern. Conf. on High Energy Physics, Lisboa, 1981.
2. Алеев А.Н. и др. ОИЯИ, P1-81-693, Дубна, 1981.
3. Гришин В.Г. и др. ОИЯИ, P1-81-542, Дубна, 1981.
4. Ангелов Н.С. и др. ОИЯИ, P1-81-471, Дубна, 1981.
5. Беккер и др. ОИЯИ, P1-81-429, Дубна, 1981.
6. Ангелов Н.С. и др. ОИЯИ, P1-81-190, Дубна, 1981.
7. Fadeev N.G. et al. JINR, E1-81-585, Dubna, 1981.
8. Bollini D. et al. CERN/EP/81-158, Geneva, 1981.
9. Filatova N.A. et al. FERMILAB-Pub-81-34-EXP, Batavia, 1981; JINR, D1-81-592, Dubna, 1981.
10. Гиордзеску Н., Ставинский В.С. ОИЯИ, P2-81-369, Дубна, 1981.
11. Аствацатуров Р.Г. и др. ОИЯИ, P1-81-125, Дубна, 1981.
12. Архипов В.В. и др. ОИЯИ, 1-81-504, Дубна, 1981.
13. Аношин А.И. и др. ОИЯИ, P1-81-678, Дубна, 1981.
14. Агакишиев Г.Н. и др. ОИЯИ, P1-81-176, Дубна, 1981.
15. Гришин В.Г. и др. ОИЯИ, P1-81-59, Дубна, 1981.
16. Аношин А.И. и др. ОИЯИ, P1-81-680, Дубна, 1981.
17. Агакишиев Г.Н. и др. ОИЯИ, P1-81-79, Дубна, 1981.
18. Гришин В.Г. и др. ОИЯИ, P1-81-676, Дубна, 1981.
19. Богатин В.И. и др. ОИЯИ, 1-81-106, Дубна, 1981.
20. Ableev V.G. et al. Contributed paper A-70 in Proc. of Intern. Conf. on High Energy Physics and Nuclear Structure, Gif-sur-Yvette, 1981.
21. Tolstov K.D. Zeitschrift fur Physik, 1981, 301, p. 339.
22. Пожарский А.В., Устенко Е.П. ОИЯИ, 13-80-808, Дубна, 1980.
23. Дацков В.И. ПТЭ, 1981, №4, с. 253.
24. Бавижев М.Д. и др. ОИЯИ, P13-81-644, Дубна, 1981.
25. Смирнов В.А., Хоанг Као Зунг. ОИЯИ, 10-81-528, Дубна, 1981.
26. Гузик З., Форыцки А. ОИЯИ, 13-81-451, Дубна, 1981.
27. Садовников В.Н. ОИЯИ, 10-81-397, Дубна, 1981.
28. Реттельбуш Л., Ким И Ен. ОИЯИ, 10-81-213, Дубна, 1981.
29. Черных Е.В. ОИЯИ, 10-81-473, Дубна, 1981.
30. Као Дак Хьен, Крячко А.П. ОИЯИ, P13-81-260, Дубна, 1981.
31. Хоанг Као Зунг, Яншак Л. ОИЯИ, P13-81-101, Дубна, 1981.
32. Басиладзе С.Г., Буй Зоанг Чонг. ОИЯИ, 10-80-791, Дубна, 1980.
33. Ефимов Л.Г. ОИЯИ, 10-81-571, Дубна, 1981.
34. Гузик З., Форыцки А. ОИЯИ, 1-81-29, Дубна, 1981.
35. Волков В.И. и др. ОИЯИ, 10-81-261, Дубна, 1981.
36. Anisimov Yu.S. et al. NIM, 1981, No. 179, p. 503.
37. Вадеев В.П. ОИЯИ, P9-81-660, Дубна, 1981.
38. Романов Ю.И. ОИЯИ, 10-81-295, Дубна, 1981.
39. Сяколенко В.Ф., Тищенко В.Л. ОИЯИ, 9-81-299, Дубна, 1981.
40. Безногих Ю.Д. и др. ОИЯИ, 9-81-382, Дубна, 1981.
41. Глущенко В.Г. и др. ОИЯИ, 9-81-684, Дубна, 1981.
42. Даматов Я.М. и др. ОИЯИ, 10-81-257, Дубна, 1981.
43. Алфеев В.С. и др. ОИЯИ, P9-81-339, Дубна, 1981.
44. Борисовская З.В. и др. ОИЯИ, P9-81-63, Дубна, 1981.
45. Жидков Е.П. и др. ОИЯИ, P9-81-12, Дубна, 1981.
46. Агапов Н.Н. и др. ПТЭ, 1981, №2, с. 196.
47. Кабат Д. и др. ОИЯИ, 8-81-122, Дубна, 1981.
48. Дробин В.М. и др. ОИЯИ, P8-81-490, Дубна, 1981.
49. Бычков Ю.Ф. и др. ОИЯИ, P8-81-491, Дубна, 1981.

* Цитируются избранные работы.

**ЛАБОРАТОРИЯ
ЯДЕРНЫХ
ПРОБЛЕМ**

В 1981 году деятельность Лаборатории ядерных проблем развивалась в соответствии с планами в двух главных направлениях:

- работы по реконструкции синхротронного ускорителя в установку "Ф" и подготовка новых экспериментальных установок для исследований в области средних энергий;

- выполнение широкой программы исследований в области физики высоких энергий на 70-ГэВ ускорителе в Протвино.

Новые данные получены при обработке фотоэмulsionей, облученных на протонном

и нейтринном пучках 400-ГэВ ускорителя ФНАЛ. Лаборатория активно участвовала в совместном ОИЯИ-ЦЕРН мюонном эксперименте NA-4. Разрабатывались новые методы и электронная аппаратура для ядерно-физических исследований. Выполнены важные прикладные работы. Проводились расчеты динамических характеристик ускорительно-накопительного комплекса (УНК).

Практически все работы выполнялись при активном сотрудничестве с научными центрами стран-участниц ОИЯИ.

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЕ РАБОТЫ

ИССЛЕДОВАНИЕ КВАРКОВОЙ СТРУКТУРЫ АДРОНОВ

1. В эксперименте на пятиметровом магнитном искровом спектрометре (МИС) ОИЯИ исследовалось когерентное образование трехпионных систем на ядрах отрицательными пионами при 40 ГэВ/с.

В 1981 году успешно завершено парциально-волновой анализ ранее обработанных трехпионных событий ^{1/1}.

Основным результатом проведенного анализа является обнаружение нового псевдоскалярного мезона с квантовыми числами пиона и массой около 1200 МэВ.

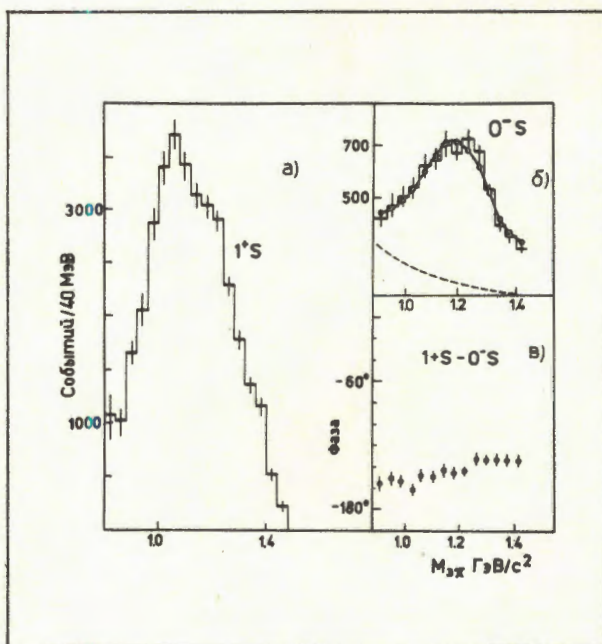
Для состояния 0^-S анализ данных показывает резонансный характер зависимости вклада этой волны от $M_{3\pi}$. Окончательное подтверждение резонансной природы системы $\pi^+\pi^-\pi^-$ с квантовыми числами пиона (0^-) дает обнаруженное изменение фазы волны 0^-S относительно фазы волны 0^-P на 85° .

Фитирование данных анализа по релятивистской формуле Брейта-Вигнера с медленно меняющимся экспоненциальным фоном дает значение массы $M_0 = 1205 \pm 7$ МэВ/с² и ширины $\Gamma = 320 \pm 35$ МэВ/с². Обнаруженное состояние в рамках кварковой модели трактуется как радиальное возбуждение обычного пиона (рис.1,2).

Полученные данные указывают также на существование еще одного резонанса для состояния 0^-S с шириной около 300 МэВ/с² и массой 1800 МэВ/с².

Таким образом, исследование на установке МИС дифракционного процесса образования трехпионных систем на ядрах привело к обнаружению существования возбужденных состояний пиона с массами около 1200 и 1800 МэВ/с² и

Рис. 1. Парциально-волновой анализ системы трех π -мезонов в эксперименте на установке МИС. а - интенсивность волны 1^+S . б - интенсивность волны 0^-S . Сплошной линией показаны результаты аппроксимации данных резонансной формулой Брейта-Вигнера, пунктирной - нерезонансный фон. в - изменение фазы волны 1^+S относительно 0^-S в области A1 резонанса.



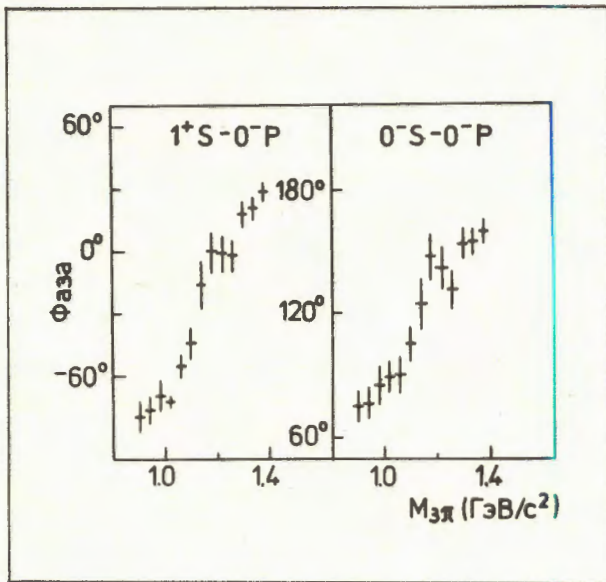


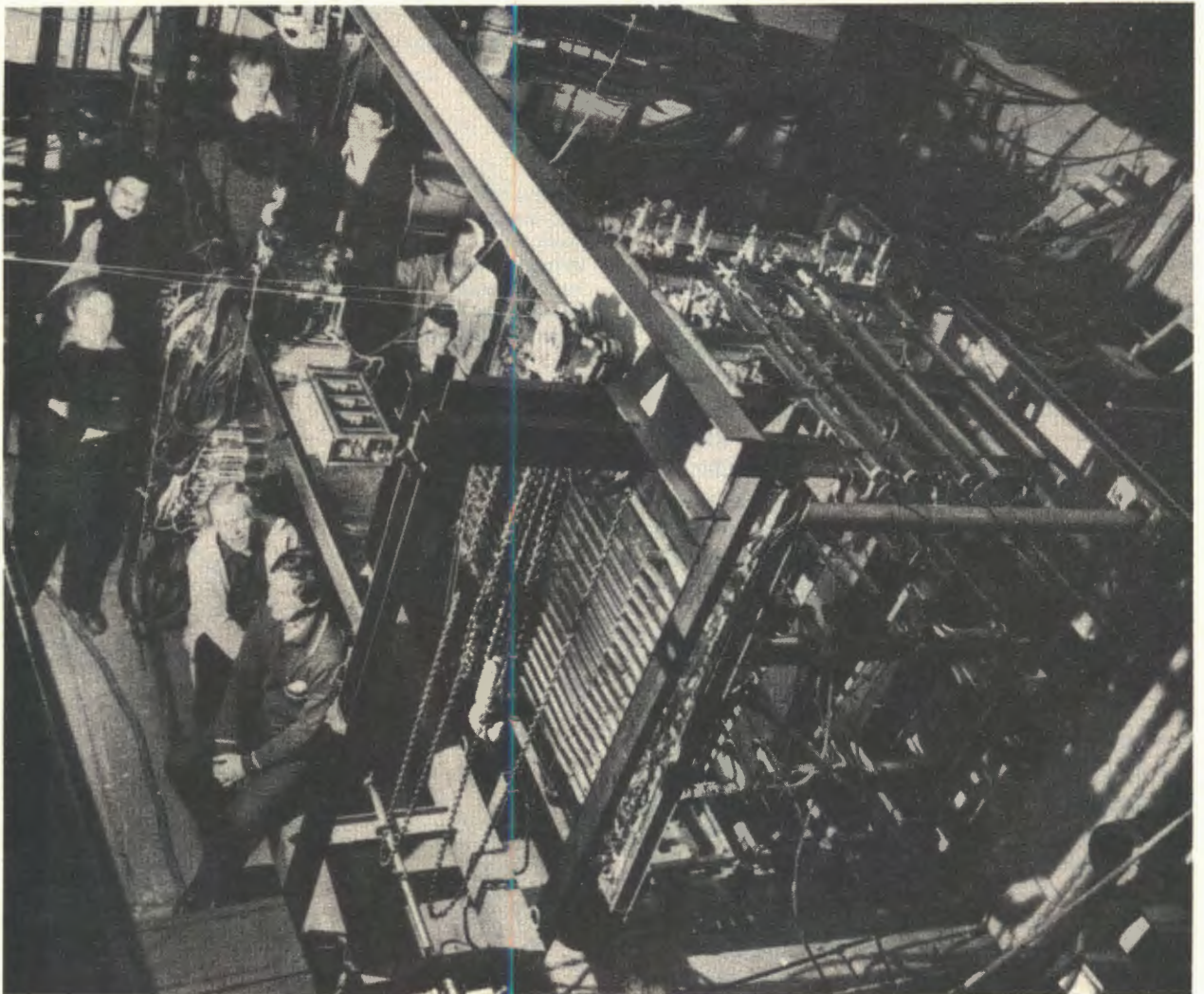
Рис. 2. Изменение фазы волны 1^+S относительно 0^-P и 0^-S относительно 0^-P .

ширинами резонансных уровней ~ 300 и ~ 200 МэВ/с² соответственно.

Другим важным результатом проведенного анализа является полученное указание на сложную структуру A_1 -резонанса. Для окончательного выяснения этого вопроса предполагается выполнить более сложный анализ с учетом фонового эффекта, связанного с декк-механизмом.

2. Важный результат получен в совместном с ИФВЭ эксперименте АЯКС-СИГМА. Впервые обнаружен процесс упругого рассеяния π -мезонов на фотонах - комpton-эффект на пионе ^{1/2/}. Изучение этого процесса открывает новые возможности исследования кварковой

В совместном ОИЯИ - ИФВЭ эксперименте АЯКС - СИГМА впервые получены данные о комpton-эффекте на π -мезоне. На снимке: группа участников эксперимента около искровых камер спектрометра в ИФВЭ (Протвино).



структуры пиона. Впервые появилась возможность экспериментального изучения одной из основных структурных констант - поляризуемости пиона. Существует большое количество теоретических расчетов этой величины в различных моделях, однако до настоящего времени не было никаких экспериментальных данных.

Ранее комптон-эффект был зарегистрирован лишь для стабильных частиц - электрона и протона. Основная трудность при изучении комптон-эффекта на пионе состоит в отсутствии π -мезонных и фотонных мишеней. Метод исследования комптон-эффекта на пионе предложен в ЛЯП и ЛТФ ОИЯИ^{/3/}. Идея метода основана (по аналогии с эффектом Примакова) на использовании кулоновского поля ядра как источника фотонов. Эксперимент проведен в сжатые сроки.

На рис. 3 показано, как выделяется процесс радиационного рассеяния пионов с импульсом 40 ГэВ/с на ядрах $\pi^- + \text{ядро} \rightarrow \pi^- + \text{ядро} + \gamma$. В этот процесс помимо комптоновского рассеяния пионов

Рис. 3. Распределение событий процесса рассеяния пионов с энергией 40 ГэВ на ядрах с излучением фотона с энергией $E_\gamma > 24$ ГэВ по сумме энергий π -мезона и фотона.

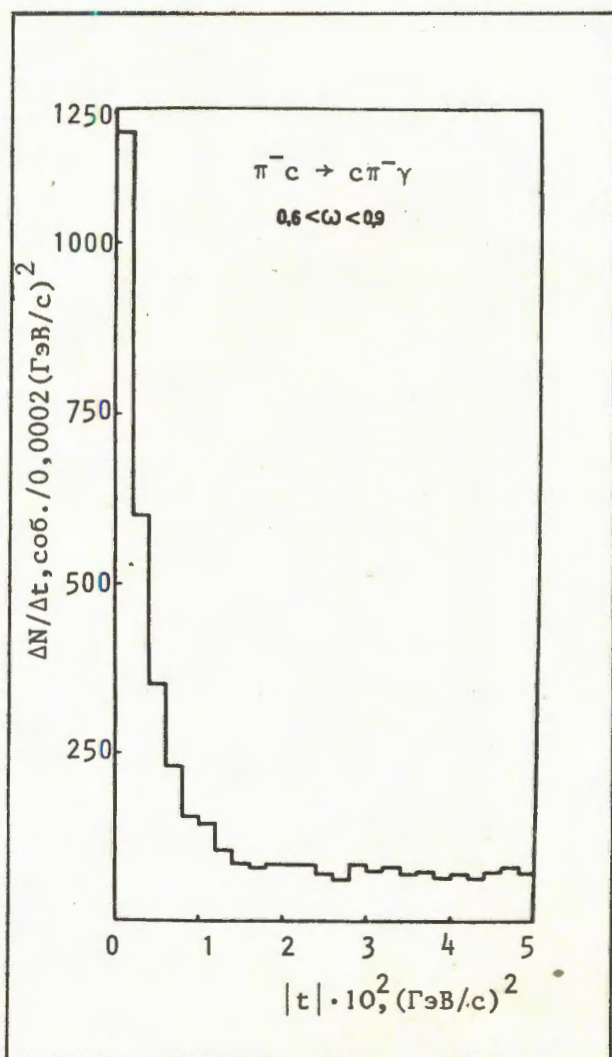
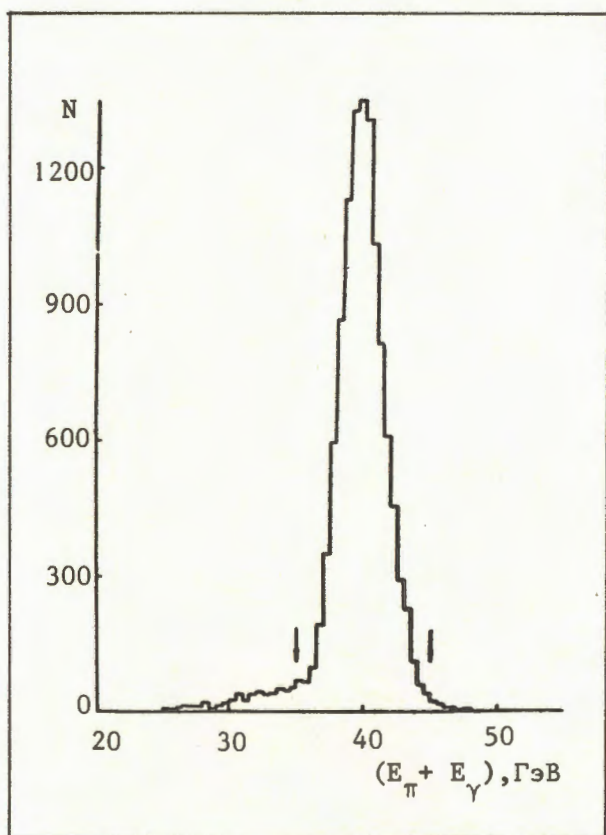


Рис. 4. Распределение событий процесса рассеяния пионов на ядрах с излучением жесткого фотона по квадрату переданного ядру четырехимпульса $|t|$. Пик в области малых передач (комpton-эффект на π -мезоне) отвечает рассеянию на "больших" расстояниях от ядра, т.е. на фотонах кулоновского поля ядра.

на кулоновском поле дает вклад взаимодействие пионов с ядрами с образованием тормозного фотона. Комптоновское рассеяние выделяется в распределении по переданному ядру четырехимпульсу (рис. 4). Видно, что в этом распределении имеется пик при квадрате переданного ядру четырехимпульса $|t| \leq 2 \cdot 10^4$ ГэВ/с², что отвечает размерам области взаимодействия пионов с ядром более 10 Фм. Такие взаимодействия обусловлены радиационным рассеянием пионов на фотонах кулоновского поля ядер, т.е. комптон-эффектом на π -мезоне.

Из анализа жесткой части спектра излученных фотонов $24 \text{ ГэВ} < E_\gamma < 36 \text{ ГэВ}$

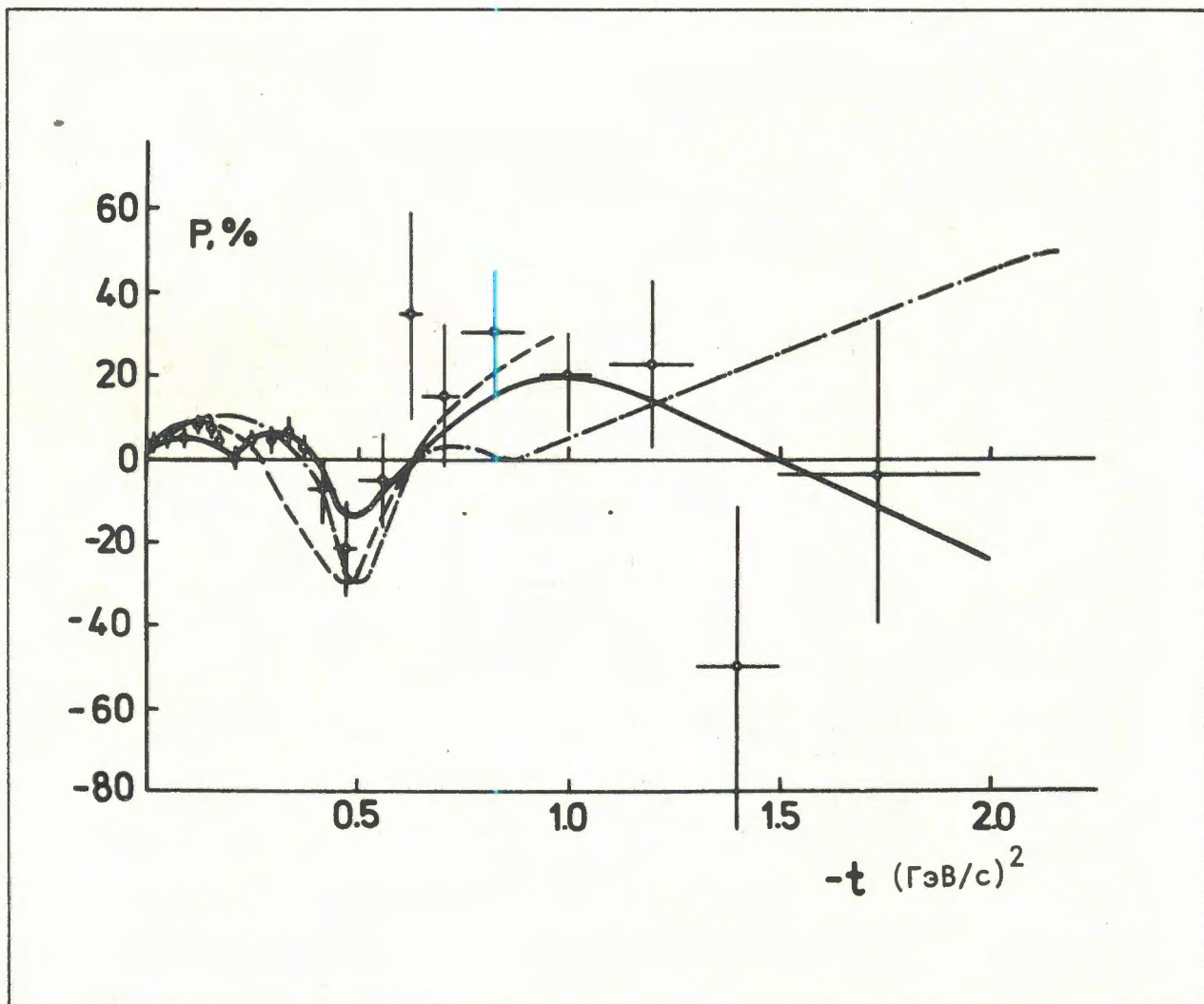
впервые - получена оценка константы поляризуемости пиона $a_{\pi} = (5 \pm 4) \cdot 10^{-43} \text{ см}^3$, характеризующей степень деформации пиона во внешнем электромагнитном поле. Оценка согласуется с рядом теоретических моделей, например с расчетами теоретиков ЛТФ по кварковой киральной теории ^{/4/}, и исключает некоторые теоретические модели, в частности модель в ^{/5/}.

3. Интересный результат получен в совместном с ИФВЭ эксперименте на установке "Проза". В этом опыте изучалась поляризация в обменном пион-протонном рассеянии $\pi^- p \rightarrow \pi^0 p$ при импульсе пионов 40 ГэВ/с. В эксперименте использовалась созданная в ЛЯП ОИЯИ

Рис. 5. Поляризация в реакции $\pi^- p \rightarrow \pi^0 p$ при импульсе 40 ГэВ/с. Штриховая и штрихпунктирная линии - предсказания теоретических моделей, основанных на методах полюсов Редже и U-матрицы, сплошная линия проведена "от руки".

мишень с "замороженной" поляризацией протонов. Область переданных ядру четырехимпульсов составляла $\langle |t| \rangle < 2(\text{ГэВ}/\text{с})^2$. Результаты эксперимента приведены на рис. 5 ^{/6/}. Обнаружено, что кривая зависимости поляризации от переданного импульса имеет неожиданно сложную структуру. Эти данные не укладываются ни в одну из существующих теоретических моделей, что еще раз подчеркивает особую чувствительность поляризационных экспериментов к тонким деталям механизма взаимодействия адронов.

4. При обработке данных фотоэмульсионного международного эксперимента СССР-ОИЯИ-США-ПНР, проводимого на 400-ГэВ ускорителе во ФНАЛ, зарегистрирован распад очарованного Λ_c^+ -бариона на расстоянии $2,1 \pm 0,8 \text{ мкм}$ от вершины первичного взаимодействия. Получено, что масса Λ_c^+ -бариона равна $(2281 \pm 12) \text{ МэВ}$, а время до распада τ составляет $(0,42 \pm 0,16) \cdot 10^{-14} \text{ с}$.



5. На основе квантовой хромодинамики впервые теоретически развит метод собственных состояний для адрон-ядерных соударений, когда собственные состояния задачи описываются (для мезона) системой цветных кварк-антикварков на заданном относительном расстоянии между кварками в плоскости прицельного параметра. Проведено сопоставление расчетов без свободных параметров с экспериментальными данными о процессах дифракции адронов на ядрах и регенерации K_S^0 -мезонов на ядрах ^{17/}.

6. Проведены теоретические исследования кваркового и глюонного состава в нуклоне, изучено влияние глюонного конденсата на поведение нейтринных сечений ^{18/}. Получено приближенное решение эволюционных уравнений квантовой хромодинамики с учетом поправок, следующих за главными логарифмическими членами ^{19/}.

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ С АТОМНЫМИ ЯДРАМИ. СТРУКТУРА АТОМНЫХ ЯДЕР

1. В совместном с ЛИЯФ эксперименте на 1-ГэВ ускорителе ЛИЯФ АН СССР обнаружена реакция обратного электро-рождения пионов на ядрах $\pi^+ + {}^7\text{Li} \rightarrow e^+ + e^- + \dots$. Идентифицированы каналы с различными конечными состояниями ядра и определены соответствующие сечения. Дальнейшее изучение этого процесса открывает возможности исследования электромагнитных формфакторов ядер в ранее недоступной времениподобной области переданных ядру четырехимпульсов.

2. В экспериментах на ускорителе ЛИЯФ по программе "Пион" проводились измерения энергетических распределений коррелированных пар заряженных частиц, образуемых при захвате остановившихся π^- -мезонов ядрами кремния. Впервые получены данные по спектрам коррелированных пар (p,p), (p,d), (d,d), (p,t) и (d,t).

3. Проведен комплекс исследований свойств предельно короткоживущих нуклидов в экспериментах на линии с 1-ГэВ ускорителем ЛИЯФ по программе ЯСНАПП-ИРИС. В результате обработки накопленного экспериментального мате-

риала получены следующие основные результаты:

а. Впервые идентифицировано шесть новых изотопов и изомеров: ^{152}Tm , ^{150}Ho , ^{150}Er , ^{145}Dy , ^{147}Ho и ^{136}Sm .

б. Получены новые данные о распадах $^{150-154}\text{Er}$, $^{148-154}\text{Ho}$, ^{136}Sm , ^{139}Pm , ^{145}Tb , ^{147}Dy .

в. Измерены доли α -распадов шести изотопов Er и Ho. Подготовлена методика измерений энергии бета-распада короткоживущих нуклидов.

4. В рамках программы ЯСНАПП проведена обработка большого количества ранее накопленного экспериментального материала. Существенно уточнены схемы распада целого ряда ядер в областях редкоземельных элементов и свинца на основе данных об энергии и интенсивности гамма-лучей, электронов внутренней конверсии, альфа-переходов, спектров позитронов, $e-\gamma$ и $\gamma-\gamma$ совпадений. Для части возбужденных и основных состояний изучаемых ядер установлены квантовые характеристики.

Проведено исследование зависимости сверхтонких магнитных полей на примесных ядрах самария в железе, кобальте и никеле от температуры отжига образцов после имплантации.

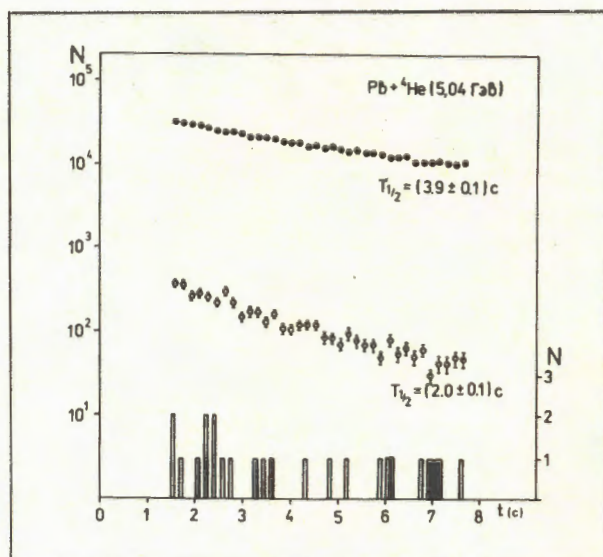
Методом $\gamma-\gamma$ и $e-\gamma$ угловых корреляций исследованы свойства ^{173}Yb .

Методом $\gamma-\gamma$ -угловых корреляций измерены мультипольности нескольких γ -переходов в ^{135}La . Уточнены спины низко-возбужденных состояний. Интерпретация результатов проводится в рамках квази-частично-фононной модели.

5. Проведены эксперименты на синхротроне ЛВЭ по поиску изомеров плотности по кратному испусканию запаздывающих нейтронов. По существу, это эксперименты более широкого охвата, они нацелены на обнаружение изомеров любой природы с энергией возбуждения в несколько десятков МэВ. Использовался нейтронный детектор, включающий 17 пропорциональных счетчиков с ^3He . Электроника позволяла одновременно регистрировать акты эмиссии одного, двух и трех нейтронов в промежутках между сбросами пучка. Были проведены эксперименты с пучками релятивистских α -частиц и ядер углерода и мишенями из Fe, Sn, Pb. Зарегистрирован большой выход излучателей запаздывающих нейтронов с време-

нами жизни от 0,2 до 5 с. Эти активности приписаны нейтронноизбыточным изотопам легких элементов (^{17}N , ^{18}C и др.), которые образуются за счет реакций фрагментации. Эффект кратного испускания запаздывающих нейтронов с временем задержки более 1,5 с не обнаружен на уровне 10^{-5} от полного неупругого сечения (рис. 6) $^{10}/$.

Рис. 6. Временная зависимость нейтронной активности, возникающей при облучении Рв пучком ^4He . ● - одиночные запаздывающие нейтроны; ○ - нейтронные пары; гистограмма (шкала - справа) - тройные нейтронные совпадения. Зачерненная гистограмма - космический фон.



СОЗДАНИЕ КРУПНЫХ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ УСТАНОВОК, МЕТОДИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

1. Выполнен большой комплекс работ совместно с ОП и СНЭО по созданию нейтринного детектора, в том числе: завершено изготовление магнитопроводов μ -спектрометра, создан опытный модуль рамного магнита и оптико-механическая часть фурье-микроскопа.

2. Введена в действие новая крупная экспериментальная установка "Позитроний" на 70-ГэВ ускорителе в ИФВЭ (Протвино). Базовыми детекторами установки являются 20 дрейфовых камер размером $3 \times 0,8 \text{ м}^2$, работающих в самогасящемся стримерном режиме. Установка расположена на специально разработанном и созданном канале релятивистских позитрониев.

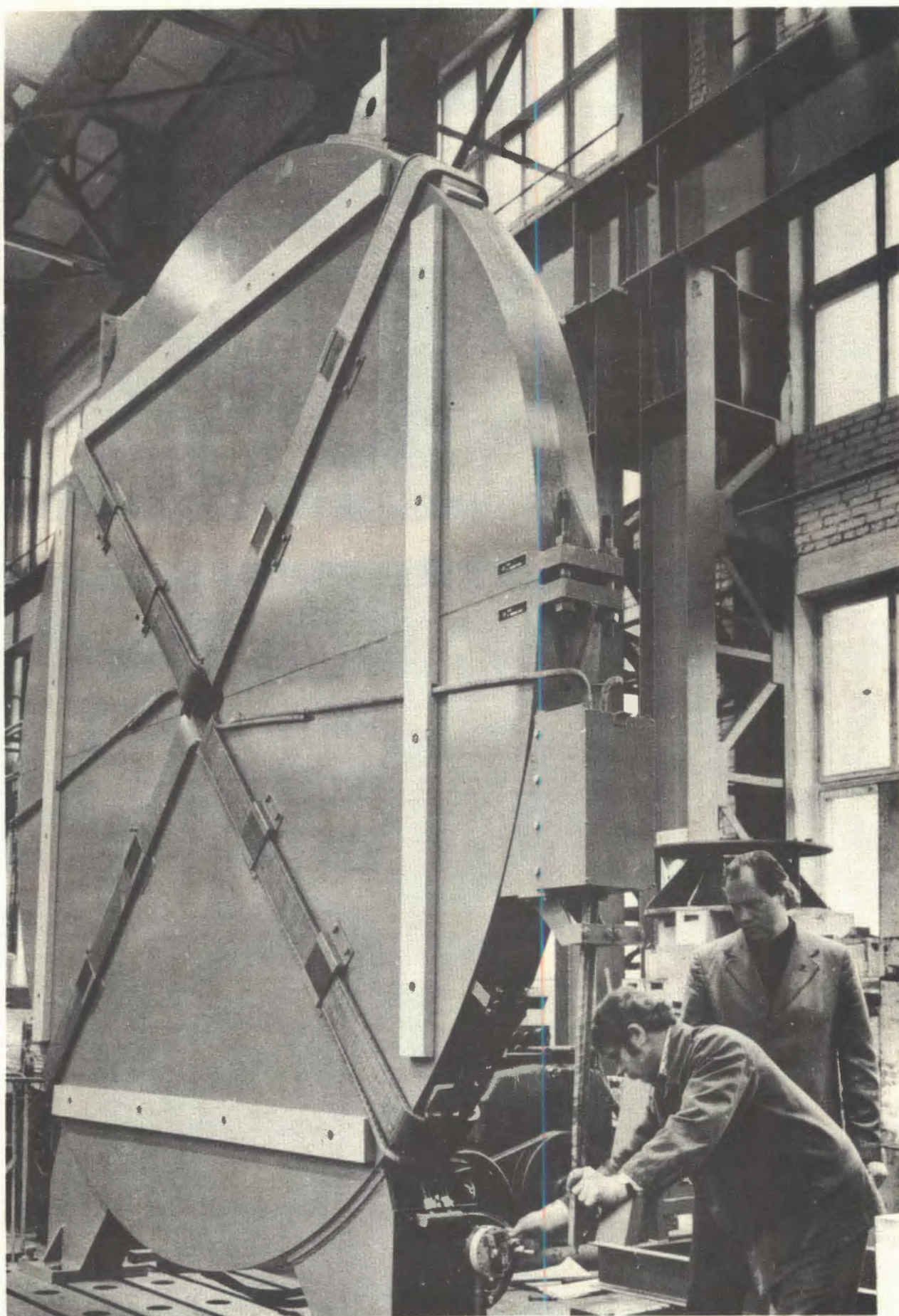
Программа исследований на установке предполагает изучение образования релятивистских позитрониев, исследование атомного распада π^0 -мезона, измерение времени жизни π^0 -мезона и т.д. Состоялся пробный набор статистики, ведется обработка данных.

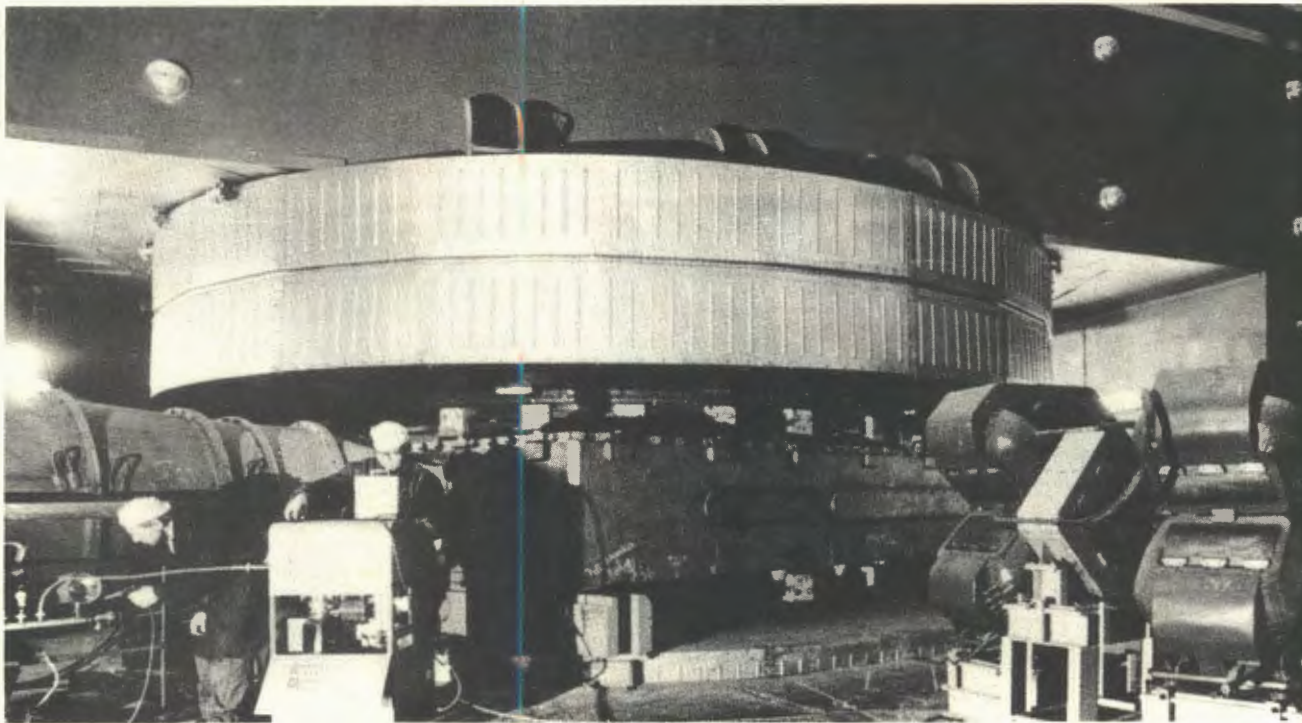
3. Выполнен большой объем работ по модернизации и развитию установки

"Гиперон". Проведены успешные комплексные испытания на пучке спектрометра вторичных частиц, получены первые физические результаты по исследованию гиперзарядообменных процессов.

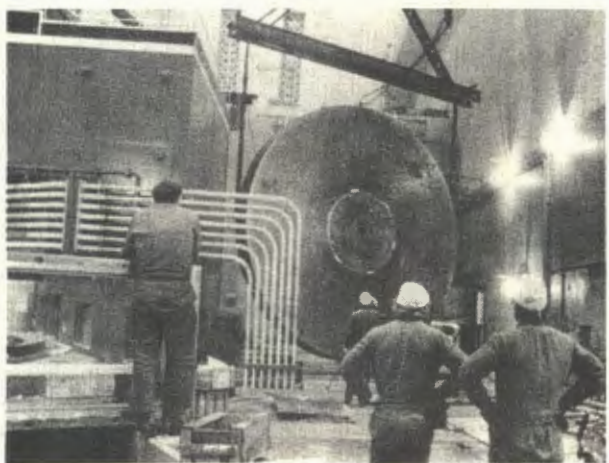
4. Изготовлен ряд узлов первой очереди уникальной установки "Тритон" с жидкотритиевой мишенью. Установка предназначена для измерения скорости образования tt_μ -молекул. Расчетным путем определен ряд важных констант мезокатализа: скорость ядерной реакции синтеза в мезомолекуле dt_μ , эффективный коэффициент прилипания мюона к гелию, рассчитана релятивистская структура уровней энергии мезоатомов и мезомолекул изотопов водорода.

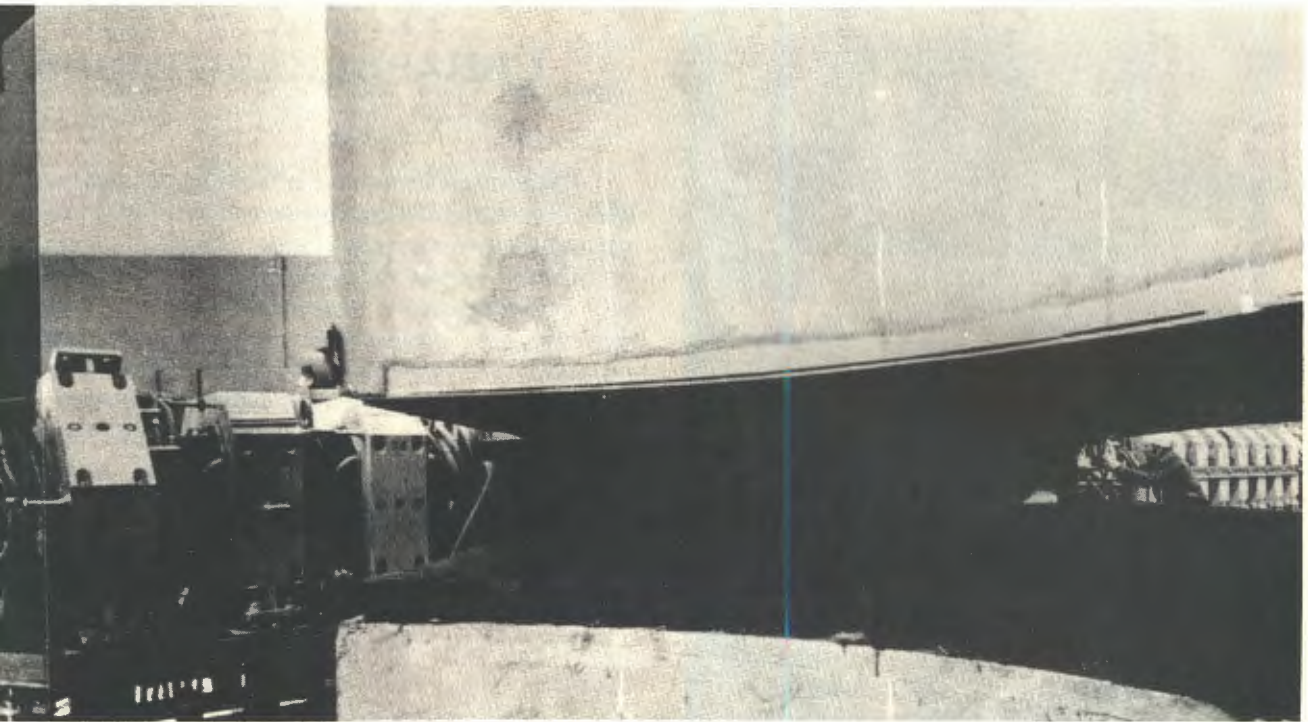
Продолжаются работы по созданию крупной установки - нейтринного детектора. На снимке: идет сборка очередного кольцевого магнита спектрометра мюонов нейтринного детектора.

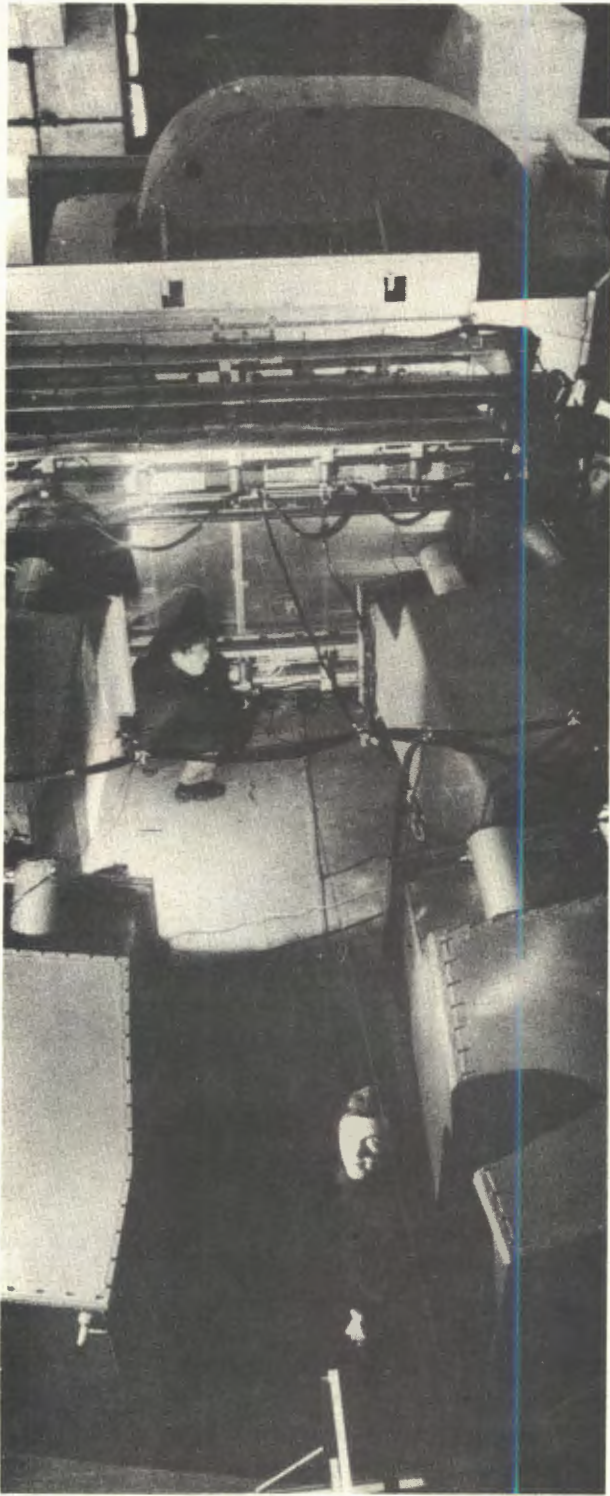




Выполнен большой объем работ по реконструкции синхроциклотрона. Проведен монтаж и комплексные испытания ряда основных узлов.







На пучке ускорителя ИФВЭ состоялся успешный запуск новой физической установки "Позитроний". На снимке: большие дрейфовые камеры и черенковские счетчики установки.

РЕКОНСТРУКЦИЯ СИНХРОЦИКЛОТРОНА

Выполнен большой объем работ по реконструкции синхроциклотрона. Проведены монтаж и комплексные испытания ряда основных узлов установки "Ф", в том числе: сформировано магнитное поле в зоне ускорения, закончено изготовление, выполнена контрольная сборка и проведены механические испытания варьатора частоты; выполнена наладка вакуумной системы и проведены вакуумные испытания ускорительной камеры; смонтирован канал системы вывода пучка с системой питания и охлаждения; испытан анодный модулятор.

ПРИКЛАДНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Выполнен комплекс работ по созданию на реконструированном синхроциклотроне Лаборатории ядерных проблем клинко-физического комплекса с протонными, π -мезонными и нейтронным каналами медицинского назначения для лечения онкологических больных. Разработана процедурная кабина π -мезонного канала, закончена разработка технического задания на конструирование оборудования нейтронного канала, выполнен монтаж оборудования в пультовом помещении клинко-физического комплекса.

Исследовано влияние предпосадочной обработки клубней картофеля медленно меняющимся магнитным полем на урожайность картофеля. Предпосадочная обработка клубней картофеля проводилась по методике и с помощью установки, разработанных в Объединенном институте ядерных исследований. Эксперимент показал прибавку урожая на 16-22%.

ЛИТЕРАТУРА *

1. Ананьева М.А. и др. ОИЯИ, P1-81-556, Дубна, 1981; Письма в ЖЭТФ, 1981, 34, с. 511. Bellini G. et al. CERN-EP/81-40, CERN-EP/81-98, CERN-EP/81-91, CERN-EP/81-110, Geneva, 1981.
2. Антипов Ю.М. и др. Препринт ИФВЭ, 82-40, Протвино, 1982.
3. Гальперин А.С., Мицельмахер Г.В., Ольшевский А.Г., Первушин В.Н. ЯФ, 1980, 32, с.1053.
4. Ebert D., Volkov M.K. Phys.Lett.B, 1981, 101B, p. 252.
5. Jachello F., Lande A. Phys.Lett., 1971, 35B, p. 205.
6. Аввакумов И.А. и др. Препринт ИФВЭ, 81-93, Протвино, 1981.
7. Kopeliovich B.Z., Lapidus L.I., Zamolodchikov A.B. JINR, E2-81-442, Dubna, 1981.
8. Златев И.С. и др. ОИЯИ, P2-81-45, Дубна, 1981.
9. Бедняков В.А. и др. ОИЯИ, P2-81-557, Дубна, 1981.
10. Авдеев С.П. и др. ОИЯИ, P1-81-590, Дубна, 1981.

* Цитируются избранные работы.

**ЛАБОРАТОРИЯ
ЯДЕРНЫХ
РЕАКЦИЙ**

В 1981 году основные усилия коллектива лаборатории были сконцентрированы на проведении физических экспериментов на У-400, работах по синтезу новых трансфермиевых элементов и поисках сверхтяжелых элементов в природе, на изучении механизма ядерных реакций и синтезе легчайших ядер с большим избытком нейтронов. Большое внимание уделялось развитию прикладных исследований.

К важнейшим достижениям лаборатории относятся:

- получение выведенных пучков ионов $^{48,50}\text{Ti}$, $^{52,54}\text{Cr}$ и $^{56,58}\text{Fe}$ с интенсивностью $\sim 2 \cdot 10^{12}$ частиц в секунду, проведение цикла экспериментов по синтезу элементов с $Z \geq 107$;

- проведение экспериментов по синтезу и изучению характеристик спонтанного деления ряда изотопов трансфермиевых элементов на ускорителях У-300 и У-200;

- получение данных о металлической валентности менделевия, фермия и других актиноидов;

- проведение экспериментов по синтезу ^{10}He с чувствительностью вплоть до 10^{-84} см² и временами жизни $> 10^{-9}$ с;

- исследование неравновесных процессов, сопровождающихся эмиссией высокоэнергетических заряженных частиц;

- повышение чувствительности методов активационного анализа с использованием нейтронов и гамма-квантов нового микротрона МТ-22.

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЕ РАБОТЫ

ПОИСК СВЕРХТЯЖЕЛЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ПРИРОДЕ

1. Продолжались работы по поиску треков сверхтяжелых космических ядер в оливинах из метеоритов Марьялахти и Игл Стейши. Кристаллы обрабатывались для выявления объемных треков сфокусированным пучком лазерного излучения и подвергались травлению в режиме, обеспечивающем выявление полных длин треков ядер с $Z \geq 50$. Всего за 1980-1981 гг. зарегистрировано ~ 600 треков ядер с $Z \geq 90$, в том числе 3 трека с аномально большой длиной (в 1,5-2 раза большей, чем длина треков ядер Th-U), которые могут быть по предварительным оценкам интерпретированы как ядра с $Z \geq 110$. В таком случае их распространенность в галактическом космическом излучении составляет $(1-5) \cdot 10^{-8}$ от распространенности ядер с $Z \geq 90$. Начаты эксперименты по поиску треков космических ядер с $Z > 50$ в оливинах, доставленных автоматическими станциями "Луна-16" и "Луна-24".

2. С целью выявления наиболее перспективных источников для поиска и концентрирования СТЭ исследован микроэлементный состав геотермальных вод, взятых экспедицией в 1981 г. из несколь-

ких десятков скважин на полуострове Челекен.

Проводились также исследования, целью которых являлся поиск геологических объектов, более обогащенных гипотетическим СТЭ по сравнению с изученными ранее "примитивными" метеоритами (Саратов, Алленде, Ефремовка). Анализ образцов производился в низкофоновых лабораториях в Ереване и ЛЯР ОИЯИ с помощью высокочувствительных нейтронных спектрометров. Нейтронный детектор с эффективностью регистрации одиночных нейтронов $\epsilon = 0,48$ и чувствительным объемом 10 л при уровне фона (в здании ЛЯР), равном 2-3 событиям с кратностью нейтронов > 2 , позволял обнаружить примесь СТЭ с чувствительностью, большей, чем $3 \cdot 10^{-13}$ г/г, в образце весом 10 кг. Отбор объектов изучения проводился на основе анализа предполагаемых механизмов миграции и обогащения ультрамалых количеств СТЭ. Выбрано ~ 1000 образцов, подлежащих изучению, на первом этапе исследовано ~ 100 , представляющих моно- и полиминеральные образования глубинного происхождения (кимберлиты, хромиты, анортозиты, железистые кварцы и др.). Эти образцы содержат повышенную концентрацию предполагаемых геохимических аналогов СТЭ. Для большинства образцов получены верхние пределы содержания СТЭ $\sim (2-3) \cdot 10^{-13}$ г/г.

Для некоторых рудных образцов по предварительным оценкам наблюдалось превышение скорости счета кратных нейтронов над фоном ^{1/}.

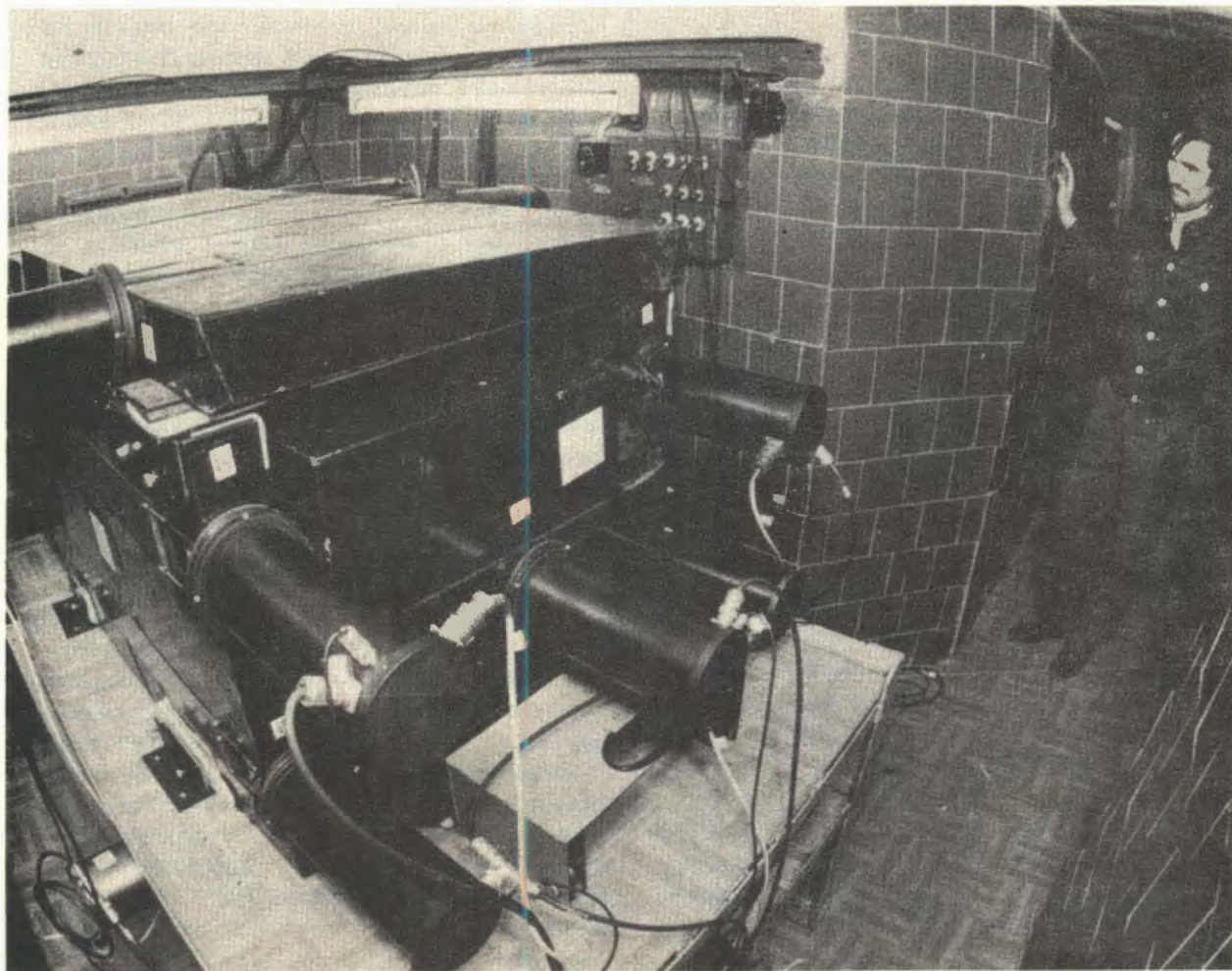
СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ИЗОТОПОВ ТРАНСУРАНОВЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

1. На циклотроне У-300 проводились эксперименты по облучению ²⁴⁹Bk и ²⁴⁹Cf ионами ^{20,22}Ne. Исследование спонтанно делящихся продуктов ядерных реакций осуществлялось с помощью установки "Магнитофон-2" со сборником в виде тонкой лавсановой ленты длиной 2000 м и шириной 150 мм, что при использовании 7 дорожек позволяло практически полностью устранить фон от долгоживущего ²⁵⁶Fm.

В этих опытах зарегистрирован ряд спонтанно делящихся излучателей с временами жизни в интервале от десятков миллисекунд до нескольких секунд.

Идентификация наблюдаемых излучателей выполнялась путем проведения перекрестных облучений, изучения кинематических характеристик атомов отдачи (угловых распределений и пробегов), а также на основе анализа экспериментальных данных по реакциям передачи, полученных ранее. В таблице приведены исследованные реакции, периоды полураспада и сечения образования полученных продуктов, а также их наиболее вероятная идентификация. Из таблицы видно, что сечения образования излучателей с периодом полураспада 1÷3 с примерно в 10-100 раз превосходят ожидаемые сечения реакций синтеза 107-108 элементов. Поэтому для выявления свойств тяжелых изотопов 107-108 элементов требуется даль-

Низкофоновая лаборатория для проведения экспериментов по поиску сверхтяжелых элементов.



Период полураспада спонтанно делящегося излучателя, с	Реакция образования	Сечение нб	Возможные источники
$1^{+0,6}_{-0,4}$	$^{22}\text{Ne} + ^{249}\text{Bk}$	5	^{259}Fm
$2,2^{+0,9}_{-0,6}$	$^{20}\text{Ne} + ^{249}\text{Bk}$	26	$^{252}\text{102} + ^{246}\text{Fm}$
$2,3^{+1,3}_{-0,6}$	$^{22}\text{Ne} + ^{249}\text{Cf}$	14	$^{252}\text{102} + ^{246}\text{Fm}$

нейшая работа по устранению фона от короткоживущих спонтанно делящихся продуктов реакций многонуклонных передач.

2. На циклотроне У-400 проводились опыты по изучению реакций $^{238}\text{U}(^{26}\text{Mg}, 4n)^{260}\text{Ku}$ и $^{243}\text{Am}(^{26}\text{Mg}, 4n)^{265}\text{107}$. В этих реакциях идентификация изотопов элементов 104 и 107 оказалась затруднительной из-за большого сечения образования делящегося изомера $^{242}\text{Am}(T_{1/2} = 14 \text{ мс})^{2/}$.

На ускорителе У-400 получены выведенные пучки ионов $^{48,50}\text{Ti}$, $^{52,54}\text{Cr}$ и $^{56,58}\text{Fe}$ с энергией $> 5 \text{ МэВ/нуклон}$ и интенсивностью $2 \cdot 10^{12}$ частиц в секунду и начаты эксперименты по синтезу 109 элемента в реакции $^{209}\text{Bi} + ^{58}\text{Fe}$. Создана установка, позволяющая регистрировать спонтанное деление изотопов 109 элемента с $T_{1/2} > 1 \text{ мс}$.

3. В опытах по облучению ^{249}Cf ионами ^{13}C на изохронном циклотроне У-200 измерена функция возбуждения реакции $^{249}\text{Cf}(^{13}\text{C}, 4n)^{258}\text{Ku}$, а также угловые распределения и пробеги спонтанно делящегося продукта с $T_{1/2} = 15 \pm 2 \text{ мс}$, что позволило окончательно идентифицировать изотоп ^{258}Ku , который делится спонтанно и обладает указанным периодом полураспада.

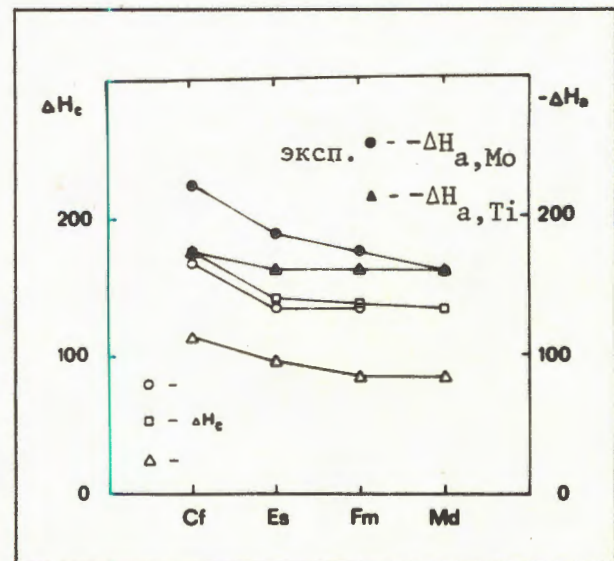
4. На ускорителе У-300 совместно с французскими учеными проведены эксперименты по изучению закономерностей образования изотопов фермия, менделевия, эйнштейния и 102 элемента в реакциях передачи тяжелых кластеров при облучении мишеней из ^{249}Bk и ^{249}Cf ионами ^{22}Ne . В опытах проводилось контролируемое химическое выделение фракций Md, Fm, Es и 102 элемента с высокой степенью очистки.

5. С помощью оригинальной термохроматографической методики изучена адсорбция металлических атомов тяжелых

актиноидных элементов на поверхности поликристаллических титана и молибдена. С использованием предложенного в лаборатории уравнения из полученных данных рассчитаны величины энтальпии адсорбции, которые показаны на рис. 1 в сравнении с энтальпиями сублимации, предсказанными различными авторами. Экспериментальные данные позволили сделать вывод, что Es, Fm и Md в металлическом состоянии являются двухвалентными и что f -уровни этих элементов расположены относительно уровня Ферми ниже, чем f -уровни двухвалентных лантаноидов. Сведения о свойствах металлического состояния фермия и менделевия, доступных лишь в следовых количествах, получены впервые ^{3/}.

6. Предпринята попытка химической идентификации элемента 107, у которого предполагаются химические свойства эка-

Рис. 1. Экспериментальные данные и предсказанные значения энтальпии сублимации. Величины даны в кДж/моль.



рения. Мишень из ^{249}Bk облучалась ионами ^{22}Ne , при этом непрерывно выделялась летучая гидроокись рения и, предположительно, экрания, а очистка от элементов, которые могли бы мешать своим излучением, достигала 10^5 . На рис. 2 схематически показана используемая аппаратура, в которой атомы отдачи из облучаемой мишени тормозились в потоке горячего влажного воздуха, нелетучие соединения нежелательных элементов отделялись при прохождении потока газа через фильтр. Затем газ проходил на термохроматографическую колонку, где при температуре ниже 250°C ожидалось осаждение нового элемента. Детектирование спонтанного деления осуществлялось кварцевыми трековыми детекторами, вложенными в колонку. Установка включала системы тонкой химической очистки циркулируемого газа. В продуктах облучения не был найден спонтанно делящийся излучатель с химическими

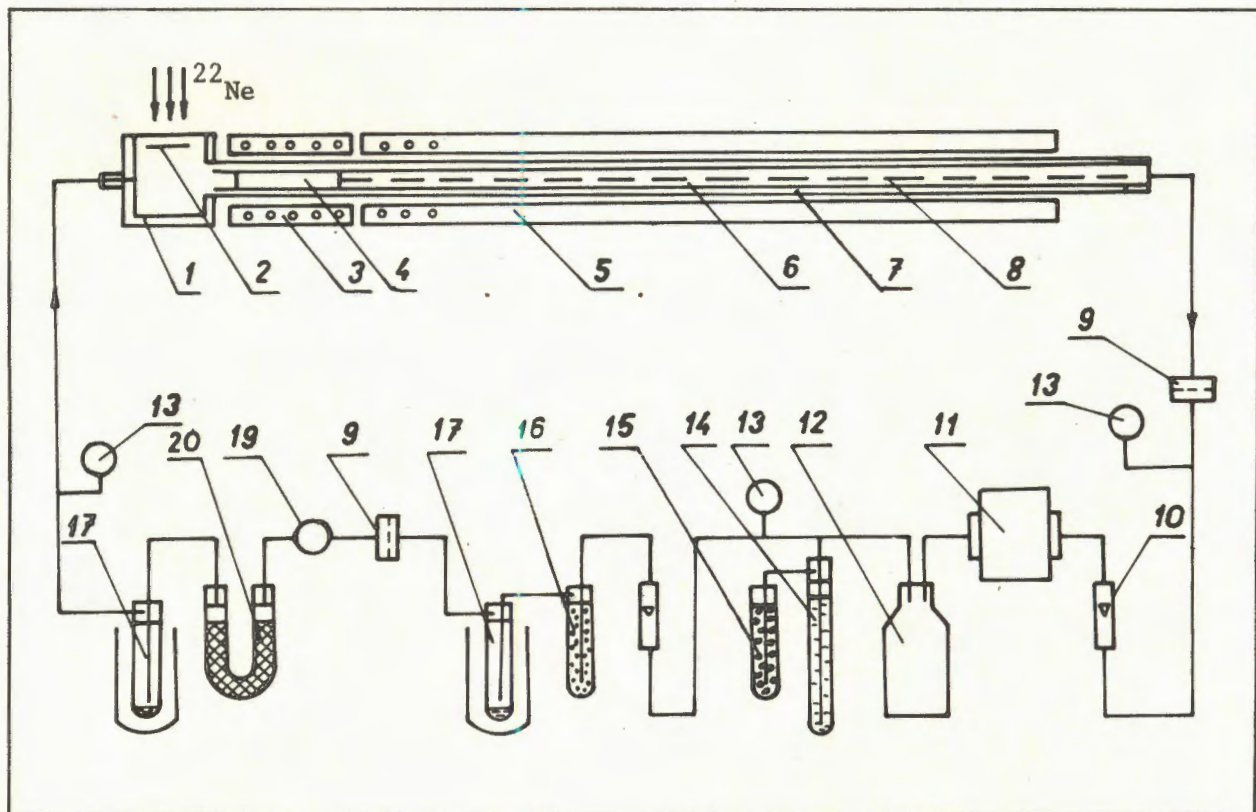
Рис. 2. Схема экспериментальной аппаратуры для химической идентификации элемента 107 как экрания: 1 - камера с мишенью, 2 - берклиевая мишень, 3,5 - печи, 4 - фильтр, 6 - кварцевая колонка, 7 - защитный кожух, 8 - кварцевые трековые детекторы, 9-20 - система циркуляции и очистки газа с контрольными приборами.

свойствами экрания. Методика позволяла регистрировать активности с периодом полураспада больше $1\text{ с}^{1/4}$.

7. Закончены опыты по делению ^{238}U и ^{232}Th гамма-квантами, испускаемыми при радиоактивном распаде. Идентифицированы те гамма-линии (в интервале энергий 3-5 МэВ), которые испытывают резонансное поглощение на ядрах ^{238}U и ^{232}Th и приводят к их делению. Измеренные сечения деления этими гамма-квантами оказались в 100-1000 раз больше, чем сечения фотоделения, усредненные по интервалу энергий 50-100 кэВ (полученные в опытах с тормозным спектром гамма-излучения)^{5/}.

МЕХАНИЗМ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ТЯЖЕЛЫХ ИОНОВ С ЯДРАМИ

1. Продолжались эксперименты по изучению механизма эмиссии высокоэнергичных легких заряженных частиц в реакциях с тяжелыми ионами. С помощью магнитного спектрометра, установленного под углом $0\pm 2^\circ$, изучены энергетические спектры легких заряженных частиц ($p, d, t, ^{3,4,6,8}\text{He}, ^{6,7,8}\text{Li}, ^{9,10}\text{Be}$). Высокая разрешающая способность уста-



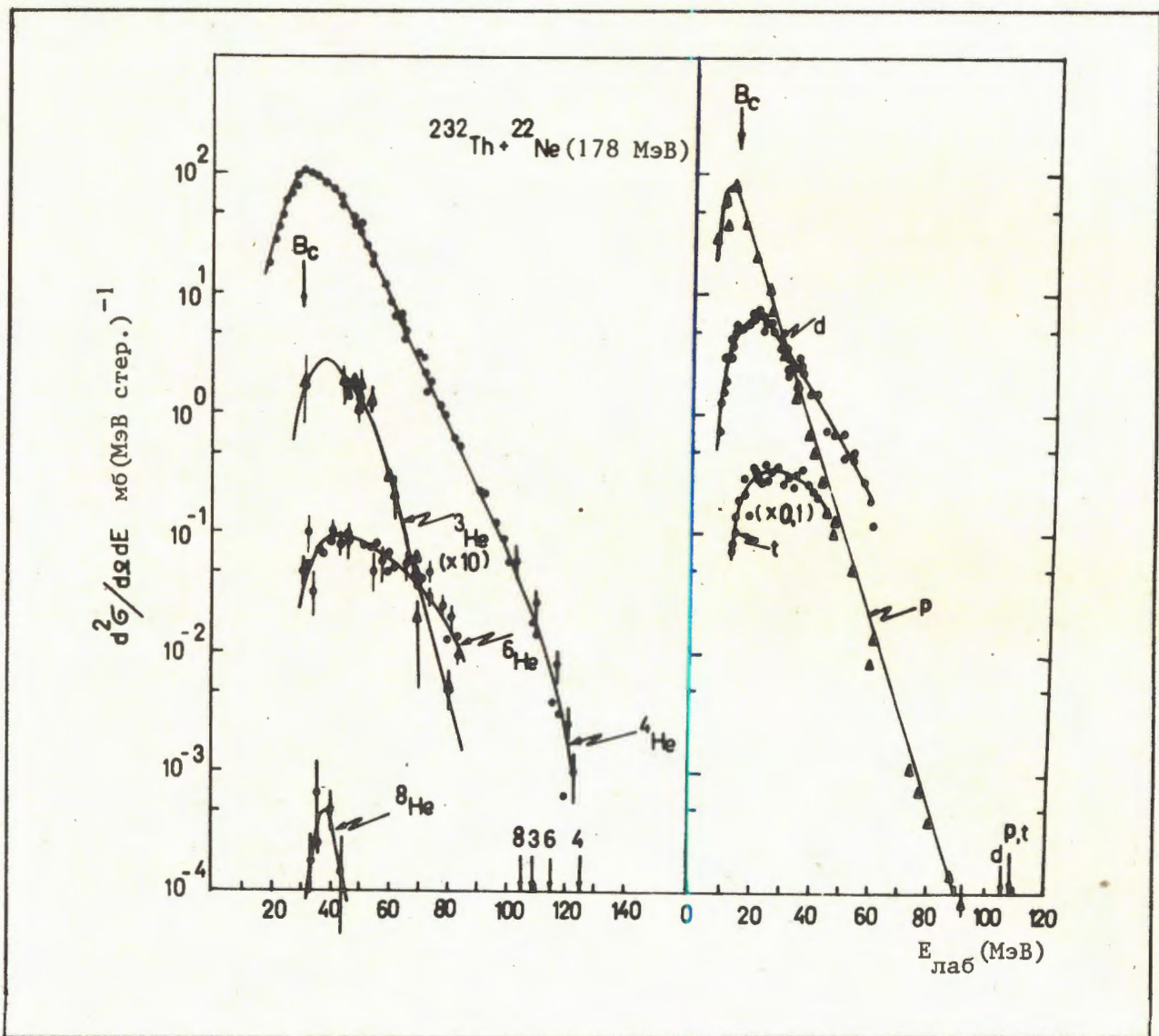


Рис. 3. Энергетические спектры легких заряженных частиц $\alpha, t, d, p, {}^3\text{He}, {}^4\text{He}, {}^6\text{He}, {}^8\text{He}$.

новки позволила в ряде случаев спуститься по сечению на 6 порядков по сравнению с выходом в максимуме энергетического спектра (рис. 3, 4). Показано, что во всех изученных реакциях образуются высокоэнергетичные частицы с энергией, близкой к кинематическому пределу /6/.

2. Создана экспериментальная аппаратура и разработана методика измерения множественности гамма-лучей в реакциях на пучке ускоренных тяжелых ионов, в том числе в реакциях с вылетом быстрых заряженных частиц. Проведены эксперименты по измерению параметров распределения по спинам в конечных ядрах, образующихся после испарительного каскада нейтронов составных ядер ${}^{160}\text{Gd}({}^{16}\text{O}, xn){}^{176-x}\text{Hf}$, ${}^{176}\text{Yb}({}^{16}\text{O}, xn){}^{192-x}\text{Pt}$ и ${}^{176}\text{Yb}({}^{22}\text{Ne}, xn){}^{148-x}\text{Hg}$.

Проведены первые эксперименты по измерению множественности гамма-лучей

в совпадении с быстрыми α -частицами для реакции ${}^{181}\text{Ta}({}^{22}\text{Ne}, \alpha xn)^{177}$ (рис. 5).

3. Проведен цикл экспериментов по синтезу нейтронообогащенных изотопов легких ядер, в особенности изотопа ${}^{10}\text{He}$. Интерес к этим экспериментам определяется тем, что до настоящего времени нет полной ясности относительно ядерной стабильности ${}^{10}\text{He}$. В поисках этого изотопа в реакциях с тяжелыми ионами можно использовать ряд подходов: глубоконеупругие реакции, реакции зарядового обмена, деление ядер. Были проведены эксперименты по изучению спектров изотопов гелия в реакции ${}^{232}\text{Th} + {}^{11}\text{B}$. Наблюдены изотопы ${}^3\text{He}, {}^4\text{He}, {}^6\text{He}, {}^8\text{He}$.

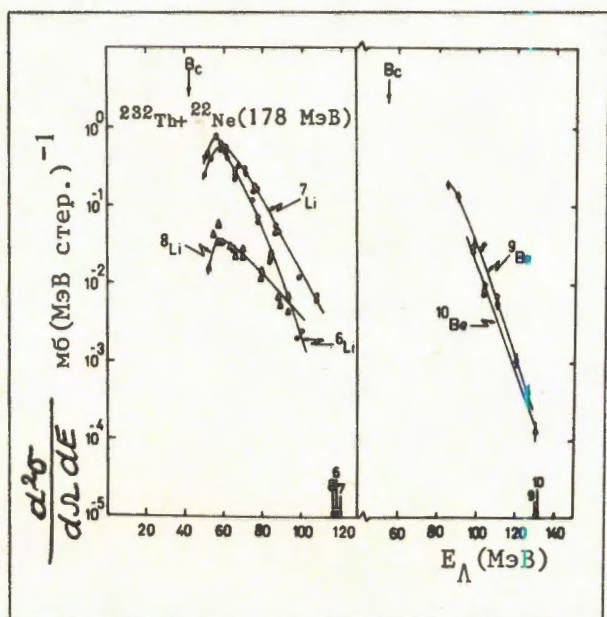
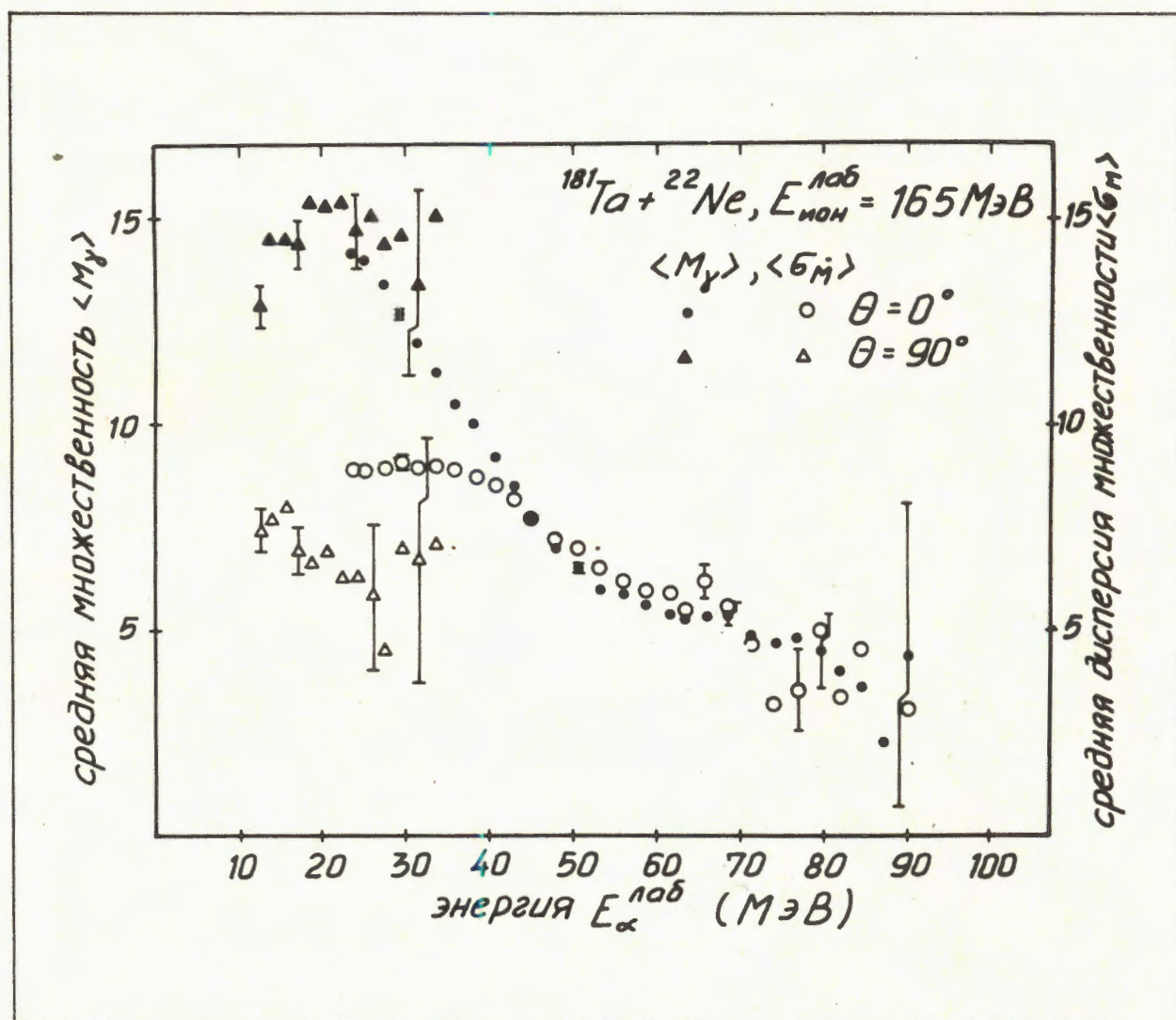


Рис. 4. Энергетические спектры ${}^6\text{Li}$, ${}^7\text{Li}$, ${}^8\text{Li}$, ${}^9\text{Be}$, ${}^{10}\text{Be}$.

На 10^6 ядер ${}^8\text{Ne}$ не зарегистрировано ни одного ядра ${}^{10}\text{Ne}$, что на порядок повысило чувствительность аналогичных экспериментов. Измерения проводились с использованием магнитного спектрометра, двойной системы $\Delta E_1 \times \Delta E_2 \times E$ -детекторов и времяпролетной системы.

4. В реакции $\text{Ag} + {}^{40}\text{Ar}$ (290 МэВ) проведены корреляционные эксперименты с регистрацией одновременного вылета двух α -частиц. Измерены угловые корреляции в плоскости и вне плоскости реакции, проведено сравнение инклюзивных энергетических спектров α -частиц и спектров совпадений, сделаны оценки множественного образования α -частиц.

Рис. 5. Зависимость средней множественности гамма-лучей от энергии α -частиц для реакции ${}^{181}\text{Ta} + {}^{22}\text{Ne}$ при энергии ионов неона 165 МэВ.



РАЗРАБОТКИ В ОБЛАСТИ УСКОРИТЕЛЕЙ

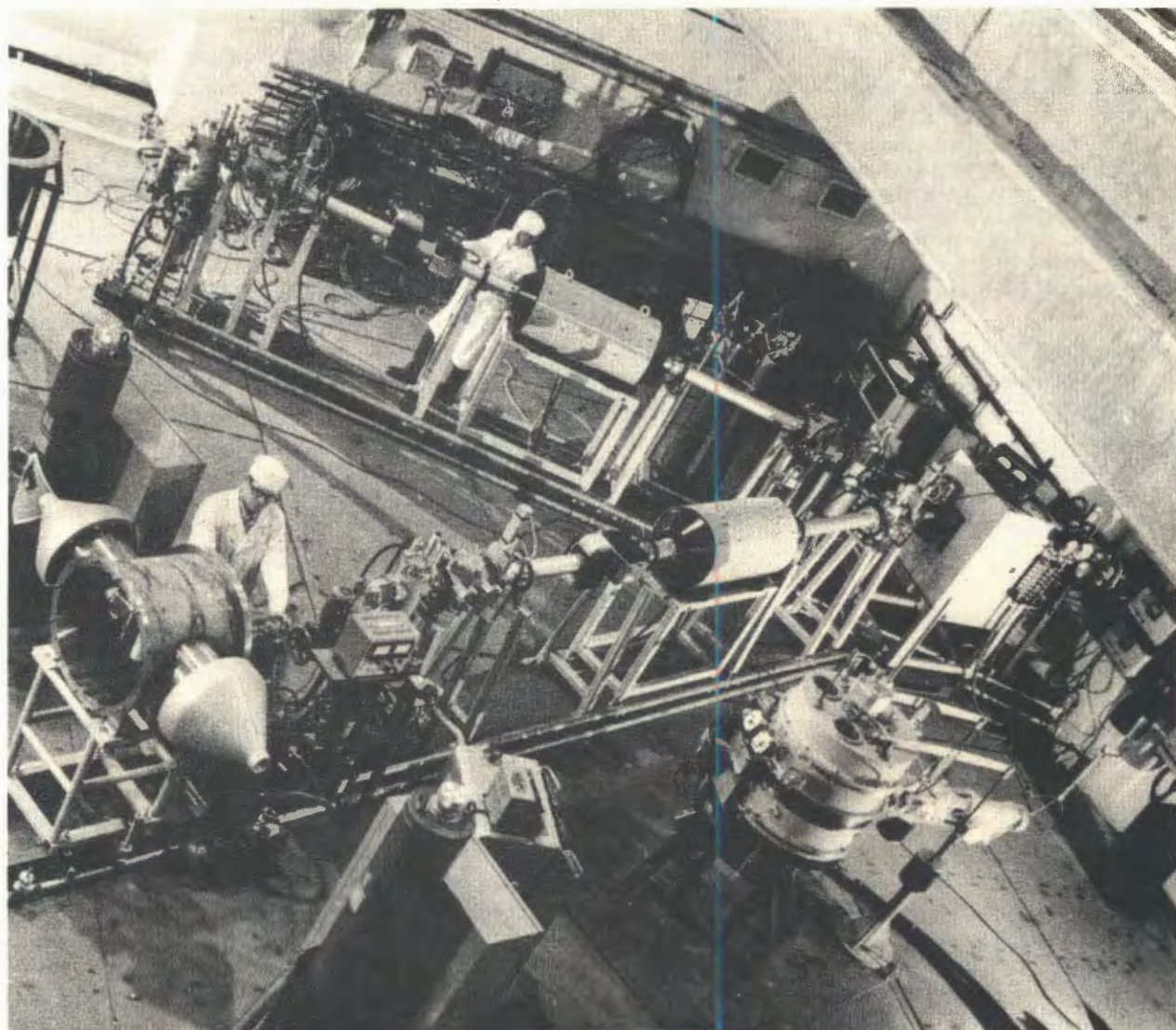
1. Выполнены монтаж и наладка первоочередных постоянных систем электропитания ускорителя У-400, что позволило обеспечить источниками питания всю систему транспортировки пучков.

2. Осуществлен монтаж оборудования канала транспортировки пучков ускорителя У-400 в экспериментальный зал и на физической мишени получен пучок ионов $^{56}\text{Fe}^{+20}$ с интенсивностью $2 \cdot 10^{12}$ г/с. Расширен диапазон ускоряемых частиц, впервые ускорены ионы $^{54}\text{Cr}^{+6}$.

3. Получили дальнейшее развитие исследования, связанные с разработкой новых источников многозарядных ионов для циклотронов лаборатории.

С целью повышения интенсивности и зарядности пучков разработан уникальный источник многозарядных ионов с импульсной подачей рабочего газа ^{18}F . На рис. 6 представлены сравнительные данные относительного выхода ионов различных зарядностей для криптона и ксенона в случаях импульсного и непрерывного напуска рабочего газа в источник. Выход высокозарядных ионов из источника с импульсной подачей газа выше, чем для источников с непрерывным напуском. Абсолютные значения импульсных токов ионов Kr^{11+} и Xe^{15+} составляют соответственно

Каналы выведенных пучков ионов ускорителя У-400.



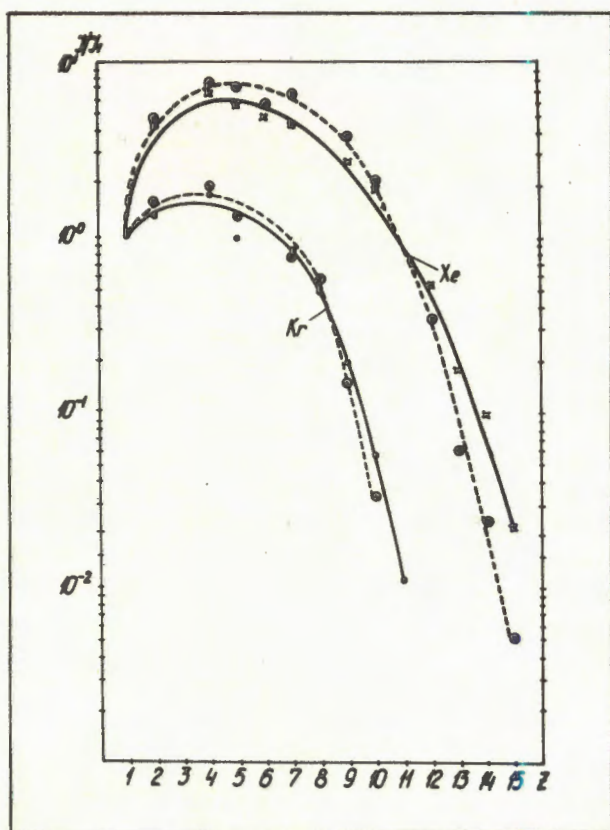


Рис. 6. Относительный выход ионов криптона и ксенона по зарядностям. Кривые пронормированы на величину тока однозарядных ионов. Сплошные кривые - для источника с импульсной подачей газа; пунктирные - для источника с непрерывной подачей газа.

100 мкА и 50 мкА. При импульсной подаче газа, по сравнению с непрерывным напуском, расход рабочего газа снижен в 1,5-2 раза.

Проведен цикл экспериментальных исследований^{19/} по определению таких

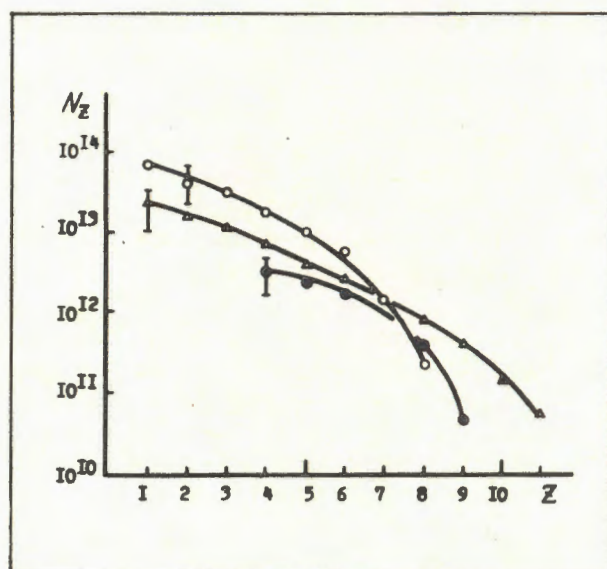


Рис. 7. Зависимость количества ионов N_Z от кратности ионизации Z , получаемых за один импульс лазера для различных материалов мишени: \circ - Si, Δ - V, \bullet - Ta.

важных характеристик лазерной плазмы в сильном магнитном поле, как зарядовый и энергетический спектры, структурная динамика плазменного факела.

Показано, что в магнитном поле (0,2-0,5 Т) при плотности мощности лазерного излучения 10^9 Вт/см² в лазерной плазме образуются ионы с максимальной кратностью ионизации: Si⁸⁺, V¹¹⁺, Zr¹³⁺, In¹¹⁺, Ta⁹⁺, Bi⁸⁺ (рис. 7).

На основе полученных результатов разработана конструкция макета лазерного источника многозарядных ионов для циклотрона, с помощью которого на изохронном циклотроне У-200 ускорены трехзарядные ионы углерода.

НАУЧНО-ПРИКЛАДНЫЕ РАБОТЫ

1. Проводились работы по развитию методик активационного анализа образцов и достижению при этом более высоких параметров на основе использования нового микротрона МТ-22.

Выбранная экспериментально оптимальная геометрия уран-бериллиевого конвертора позволила получить плотности

потоков тепловых и резонансных нейтронов вблизи центра графитового куба $5 \cdot 10^8$ нейтр/см²·с и $5 \cdot 10^7$ нейтр/см²·с соответственно при токе ускоренных электронов 20 мкА.

Использование нового микротрона и более эффективной системы регистрации наведенной гамма-активности позволило

снизить порог определения золота в реальных образцах до $3 \cdot 10^{-8}$ г/г (рис. 8). Такие возможности метода удовлетворяют требованиям большинства практических задач.

Начато эффективное использование тормозного излучения микротрона для целей гамма-активационного анализа.

Разработана методика гамма-активационного определения содержания тория в геологических образцах, обеспечивающая порог определения тория $\sim 10^{-7}$ г/г/10. В качестве аналитической гамма-линии выбрано излучение тория с энергией $E_\gamma = 84,2$ кэВ (рис. 9).

Начато также использование тормозного излучения для определения содержания белка в органических соединениях путем активации азота (рис. 10) и измерения аннигиляционного излучения изотопа ^{18}N ($T_{1/2} = 10$ мин). Порог чувствительности определения азота составляет ~ 10 мкг, что почти на два порядка меньше количества азота, содержащегося в белковом веществе отдельных зерен культурных злаков (пшеница, рис и др.). Такой запас по чувствительности анализа предоставляет возможность отбора отдельных зерен, содержащих повышенное количество белка, для целей селекции.

Рис. 8. Спектр гамма-излучения образца, содержащего золото ($E_\gamma = 411,8$ кэВ).

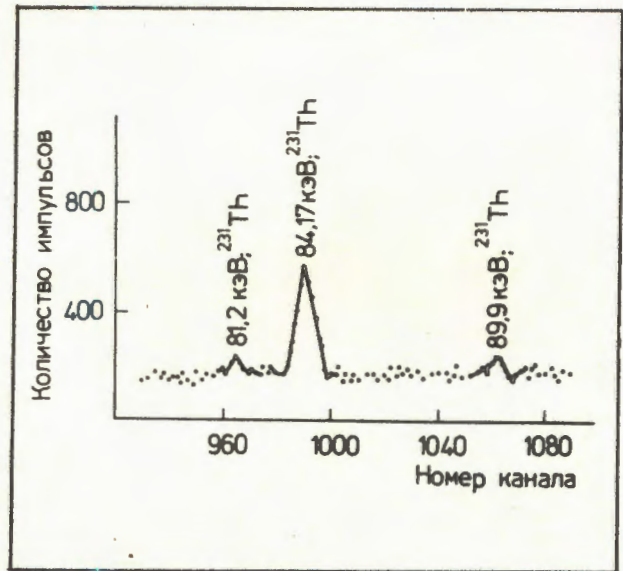
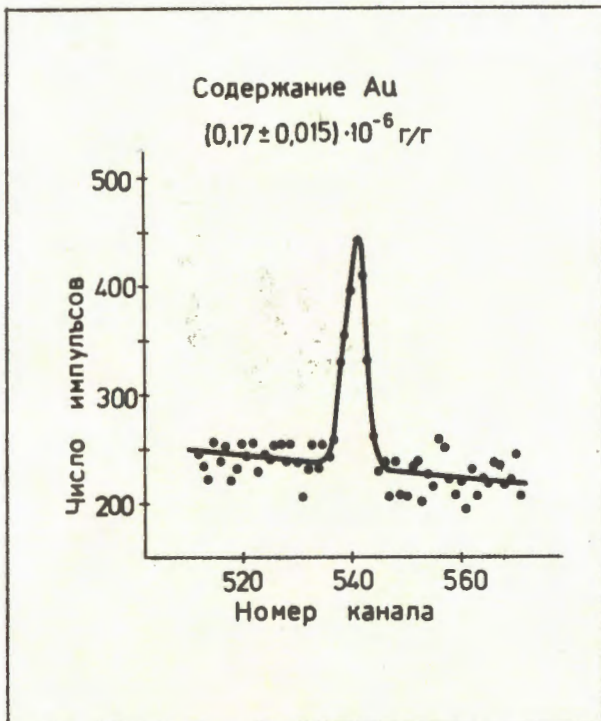
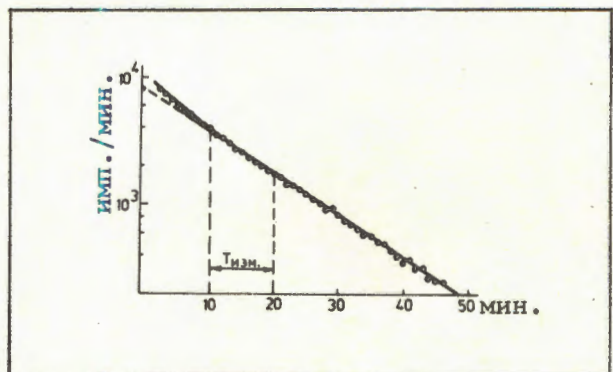


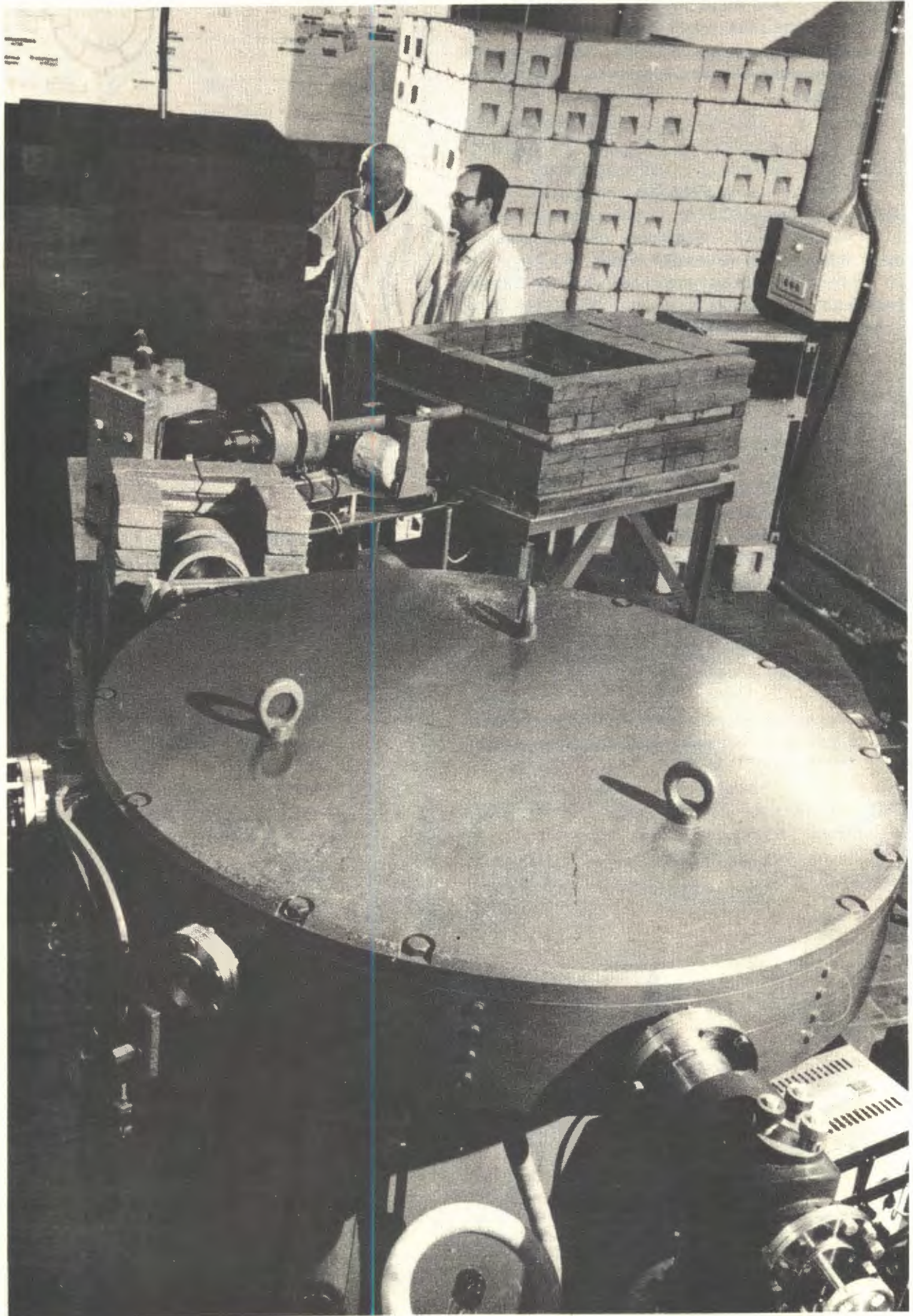
Рис. 9. Спектр гамма-излучения образца, содержащего $0,8 \cdot 10^{-6}$ г/г тория.

Продолжались работы по применению для активационного анализа сурьмяно-бериллиевого источника нейтронов. Использование гамма-источника ^{124}Sb интенсивностью ~ 500 Ки позволило получить источник нейтронов с выходом ~ 10 нейтр./с и подтвердить целесообразность применения сурьмяно-бериллиевых источников для проведения анализов на содержание золота и других элементов¹¹⁷.

Работы по усовершенствованию и развитию методик рентгенофлуоресцентного анализа проводились в направлении расширения круга изотопов, используемых для возбуждения характеристического излучения элементов (например, применение ^{71}Ge) и обладающих более подходящей

Рис. 10. Кривая спада активности 1 г облученного зерна пшеницы.





энергией излучения ¹², а также улучшения условий анализа легких элементов (легче титана ¹³). Это дало возможность увеличить интенсивность регистрирующего излучения и снизить порог чувствительности анализов ряда элементов в 2-3 раза.

2. В исследованиях взаимодействия тяжелых ионов с монокристаллами методом эффекта теней получены результаты о степени радиационного повреждения монокристаллов различными тяжелыми ионами. С целью развития методики измерения времени протекания ядерных реакций с помощью эффекта теней проверена устойчивость величины разности глубин теневых минимумов $\Delta\chi$ к радиационному повреждению монокристалла. Сделан вывод об однозначной связи измеряемой величины $\Delta\chi$ с временной задержкой ядерной реакции ¹⁴ (рис. 11, 12).

3. Продолжались исследования радиационного воздействия ускоренных тяжелых ионов на пластические свойства и структуру различных металлов. Проведены сравнительные измерения скорости ползучести алюминия, никеля и ряда сплавов. Исследована структура радиационных дефектов, а также распределение дисло-

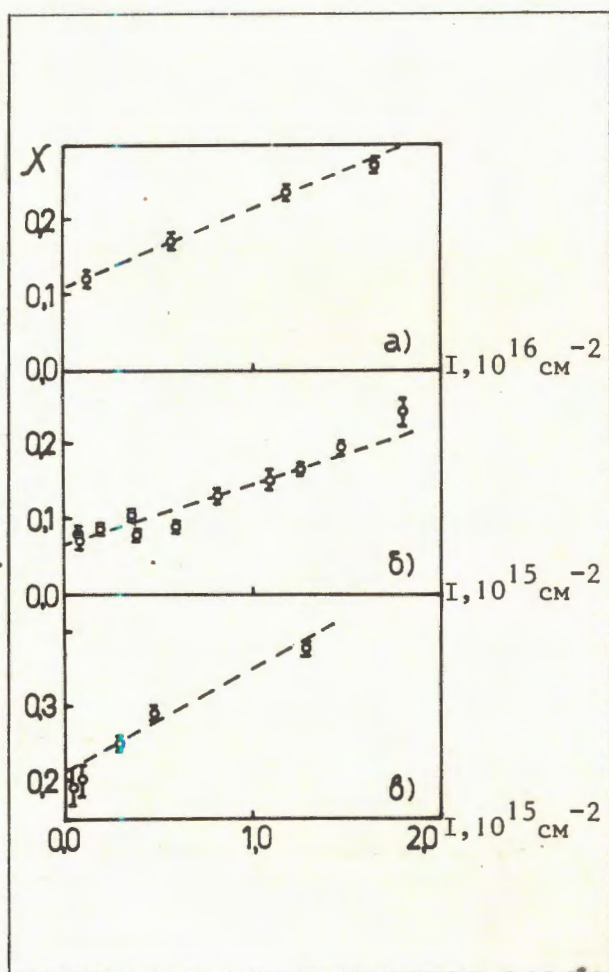
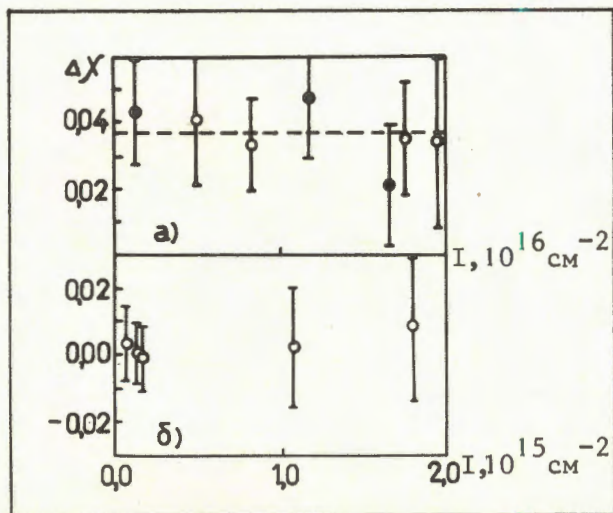


Рис. 11. Зависимость глубины теневого минимума χ от плотности дозы ионного облучения I : а) реакция деления ядер $W + {}^{22}Ne$ (174 МэВ); б) упругое рассеяние $W + {}^{40}Ar$ (24 МэВ); в) упругое рассеяние $GaP + {}^{31}P$ (31 МэВ).

Начаты эксперименты по активационному анализу на новом микротроне МТ-22. На снимках: ускоряющая камера и пульт управления микротроном.





каций и порообразование в молибдене в зависимости от энергии ионов неона. По- ставлены эксперименты по обнаружению эффекта изменения внутреннего трения в образцах ниобия при облучении ионами углерода. Продолжались эксперименты по выявлению кластерной структуры в си- стеме медь-железо с использованием ме- тодов мессбауэровской спектроскопии.

Рис. 12. Измеренные значения разности глубин теневых минимумов $\Delta\chi$ при разной плотности дозы ионного облучения I : а) реакция деления ядер $^{238}\text{U} + ^{12}\text{C}$ (81 МэВ) и $\text{W} + ^{22}\text{Ne}$ (174 МэВ; б) упругое рассеяние $\text{W} + ^{40}\text{Ar}$ (24 МэВ).

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ АППАРАТУРА

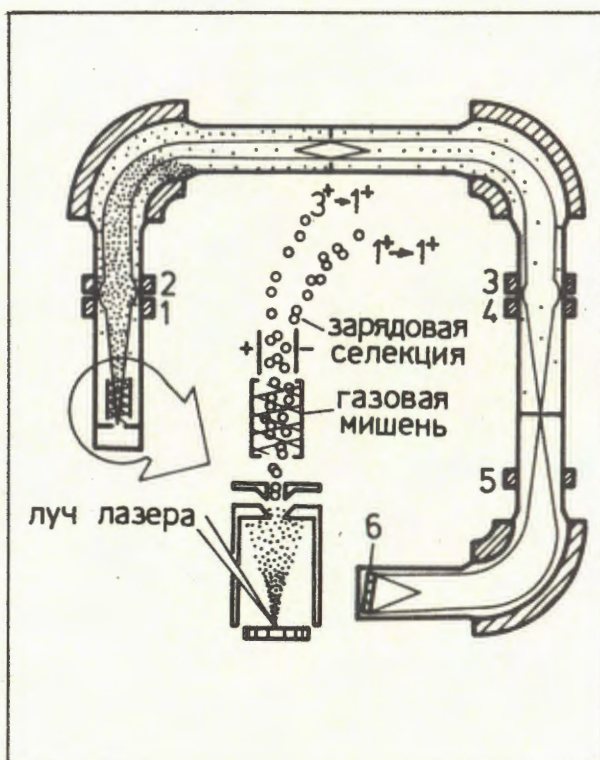
1. Разрабатывался трехступенчатый масс-спектрометр ЛИДИА, предназначенный для поиска и идентификации сверхтяжелых элементов в природных образцах и продуктах их химической переработки при достижении высокой относительной чувствительности ($10^{-12} \div 10^{-14}$ ат/ат) при абсолютной чувствительности $10^5 - 10^7$ атомов.

Масс-спектрометр (рис. 13) включает в себя следующие основные элементы: лазерный источник, газовую перезарядную мишень, электростатический зарядовый селектор, стигматическую ахроматическую систему предварительной очистки, состоящую из двух дипольных магнитов и двух пар квадрупольных линз. Третья ступень очистки создает разрешение по массе $\sim 700-1000$.

Проведено исследование работы лазерного ионного источника (рис. 14) масс-сепаратора, основой которого является оптический лазерный генератор ($\lambda = 1,06$ мкм, энергия $3 \cdot 10^{-2}$ Дж, $\Delta t = 12$ нс). В качестве мишеней использовались С, Al, Ni, Cu, Y, Mo, Ta, Rb и некоторые химические соединения (рис. 15). При плотности лазерного излучения $2 \cdot 10^9$ Вт/см² число ионов, попадавших на коллектор, слабо зависело от Z мишени и в среднем составляло $\sim 10^{11}$ частиц в импульсе.

На рис. 16 приведены временное распределение импульса тока для ионов тантала. Оно характеризуется тремя

Рис. 13. Схема масс-спектрометра: 1+5 - квадруполь, 6 - микроканальные пластины.



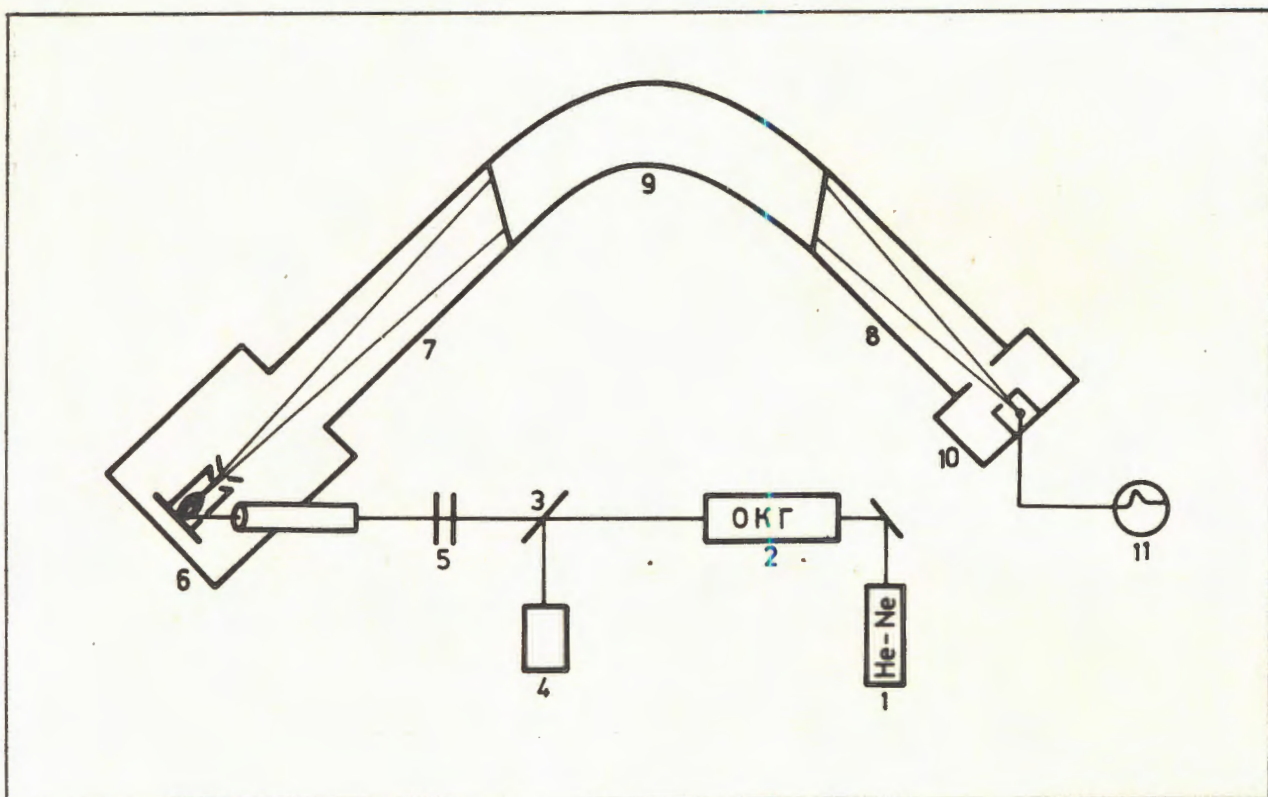


Рис. 14. Схема установки для исследования работы лазерного ионного источника: 1+5 - оптический квантовый генератор (ОКГ) с системой настройки и фокусировки луча, 6 - ионизатор с мишенью и системой формирования пучка, 7-9 - магнитный спектрометр, 10,11 - детектор ионов и запоминающий осциллограф.

детектора. Низкое давление газа, достаточное для полного торможения осколков деления в рабочем объеме камеры, позволяет использовать тонкие фольги на входном окне и обеспечивает энергетическое разрешение 0,8%.

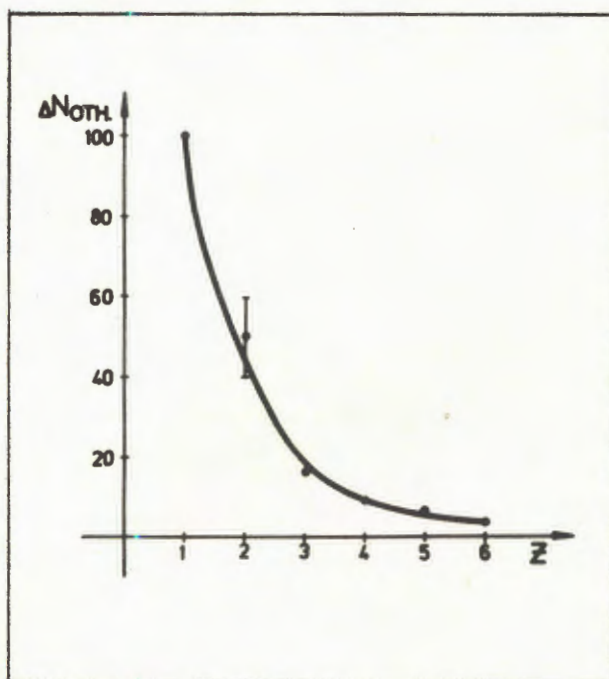
максимумами, отвечающими трем энергетическим группам ионов в разлетающейся квазинейтральной лазерной плазме.

В группе ионов с энергией около 2 эВ сосредоточены практически все молекулярные ионы, а в районе энергий 100 эВ их нет на уровне 10^{-4} от полного тока^{15/}.

2. Для регистрации продуктов ядерных реакций с тяжелыми ионами создан времяпролетный спектрометр, позволяющий идентифицировать регистрируемые частицы по массе, энергии, скорости и углу вылета из мишени.

Основу спектрометра составляет стартовый временной детектор на основе микроканальных пластин и большая позиционно-чувствительная ионизационная камера с входным окном (ИК). Временное разрешение спектрометра составляет 300 пкс. Использование в качестве газового наполнителя паров предельных углеводородов обеспечивает комплексную работу ИК как временного и энергетического

Рис. 15. Зарядовый спектр ионов никеля.



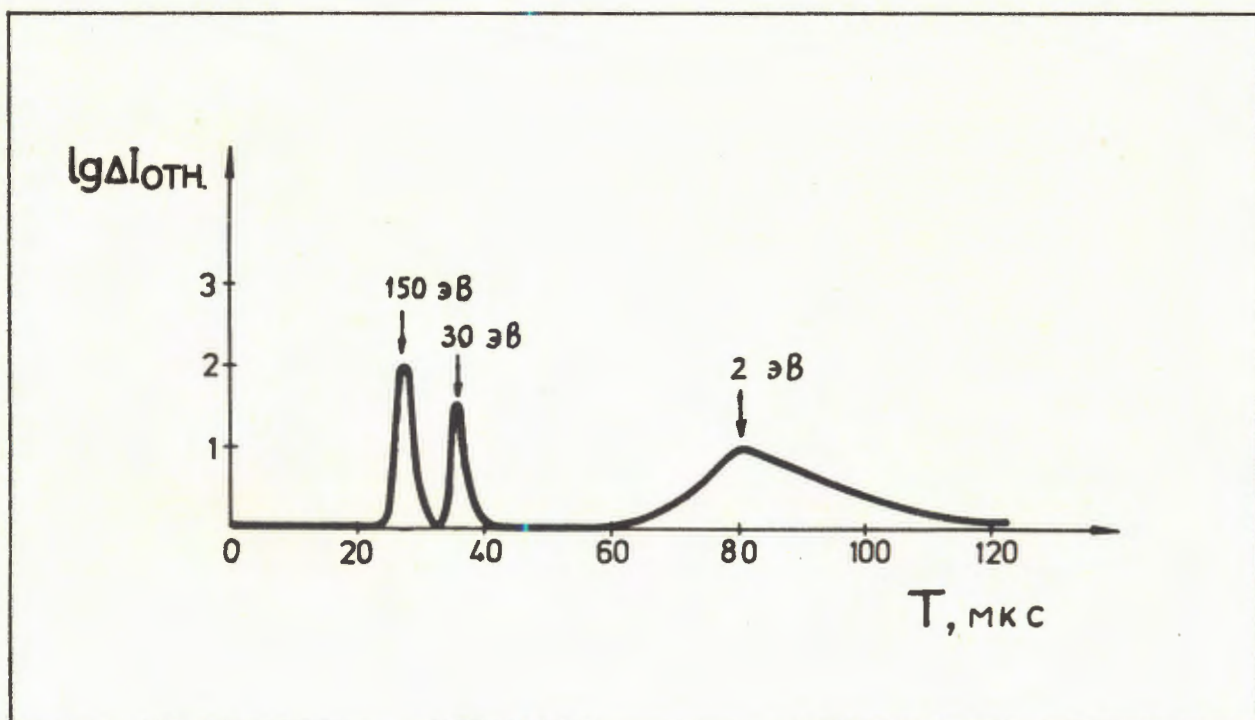


Рис. 16. Временное распределение импульса тока однозарядных ионов тантала.

Определение места попадания частиц осуществляется путем измерения двух взаимно перпендикулярных координат. Одна координата, перпендикулярная электродам ИК, получается измерением времени задержки сигналов, поступающих с обоих концов линии задержки, расположенной за пропорциональной нитью, которая помещается между двумя сегментами анода ИК. Точность в определении координат лучше 1 мм. Предусмотрено измерение удельных потерь частиц с целью их идентификации по Z.

Спектрометр работает на линии с ЭВМ СМ-3 /18/.

3. Продолжались работы по созданию измерительного центра У-400 на базе СМ ЭВМ: введены в эксплуатацию четыре ЭВМ СМ-3, организована их связь с ЭВМ ТРА-1140, разработаны и изготовлены цветные дисплеи для отображения много-

мерных данных на базе промышленных телевизоров, разработано около 20 блоков КАМАК для физических измерительных модулей, создано программное обеспечение для ввода данных в базовую ЭВМ ЛЯР и обмена информацией между СМ ЭВМ и измерительным центром У-400.

Создана аппаратура для экспериментов по поиску ^{10}He .

Усовершенствована аппаратура в низкофоновой лаборатории по поиску сверхтяжелых элементов в природе, создана защита установки от фона космических излучений на базе блоков сцинтилляторов.

Сдана в эксплуатацию первая микропроцессорная автоматизированная система сбора и представления данных о параметрах ускорителя У-400, разработаны программы, обеспечивающие представление статических параметров.

ЛИТЕРАТУРА *

1. Flerov G.N. JINR, E6-82-32, Dubna, 1982.
2. Васько В.М. и др. ОИЯИ, P7-81-863, Дубна, 1981.
3. Hubener S., Zvara I. LBL-12441, 1981, Berkeley.
4. Доманов В.П. и др. ОИЯИ, P6-81-768, Дубна, 1981.
5. Гангрский Ю.П. и др. ОИЯИ, P15-81-648, Дубна, 1981.
6. Borcea C. et al. JINR, E7-82-46, Dubna, 1982.
7. Каманин В.В. и др. ОИЯИ, P7-81-726, Дубна, 1981.
8. Pasyuk A.S., Kutner V.B. In: Proceedings of the XV International Conference on Phenomena in Ionized Gases, ВИНТИ, М., 1981, p. 641.
9. Ашаньин О.Б. и др. ОИЯИ, P9-81-632, Дубна, 1981.
10. Эрландес А.Т., Белов А.Г. ОИЯИ, 18-81-775, Дубна, 1981.
11. Бурмистенко Ю.Н. и др. ОИЯИ, 18-81-171, Дубна, 1981.
12. Рубно Д. ОИЯИ, 18-81-505, Дубна, 1981.
13. Журавлева Е.Л., Рубно Д. ОИЯИ, 18-81-502, Дубна, 1981.
14. Бугров В.Н., Карамян С.А. ОИЯИ, P7-81-610, Дубна, 1981.
15. Тер-Акопян Г.М. и др. ОИЯИ, P7-81-744, Дубна, 1981.
16. Зайдель В. и др. ОИЯИ, P7-81-807, Дубна, 1981.

*

Цитируются избранные работы.

**ЛАБОРАТОРИЯ
НЕЙТРОННОЙ
ФИЗИКИ**

Деятельность Лаборатории нейтронной физики в 1981 году в основном была направлена на подготовку и осуществление пусковых работ на импульсном реакторе ИБР-2, подготовку физических установок для экспериментов на этом реакторе и на выполнение программы научных исследований на импульсном реакторе ИБР-30 с инжектором ЛУЭ-40.

Закончен первый этап энергетического пуска ИБР-2 и подготовлен завершающий этап с перспективой вывода реактора на рабочие параметры. Подготовлен к работе в экспериментальном зале ИБР-2 ряд нейтронных спектромет-

ров первой очереди. Реконструирован измерительный центр лаборатории.

На ИБР-30 в ходе научных исследований экспериментально обнаружено новое явление: резонансное усиление эффекта нарушения пространственной четности при взаимодействии нейтронов с ядрами.

Получены существенные результаты в изучении альфа-распада нейтронных резонансов, свойств легчайших ядер, структуры растворов полиэлектролитов, динамических свойств водородных и дейтериевых поверхностных покрытий и в ряде других исследований в области физики ядра и физики конденсированных сред.

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЕ РАБОТЫ

НАРУШЕНИЕ ЧЕТНОСТИ ВО ВЗАИМОДЕЙСТВИИ НЕЙТРОНОВ С ЯДРАМИ

Эффект несохранения пространственной четности во взаимодействии нейтронов с ядрами наблюдался ранее в тепловой области энергий при изучении гамма-лучей радиационного захвата, осколков деления и в настоящее время - полных нейтронных сечений. В ряде теоретических работ были сделаны предсказания об усилении эффектов нарушения четности вблизи нейтронных p -волновых резонансов. Одним из таких эффектов является возникновение зависимости нейтронных

Рис. 1. Спектр нейтронов в области резонанса 1,33 эВ после прохождения мишени из олова-117 толщиной 4 см.

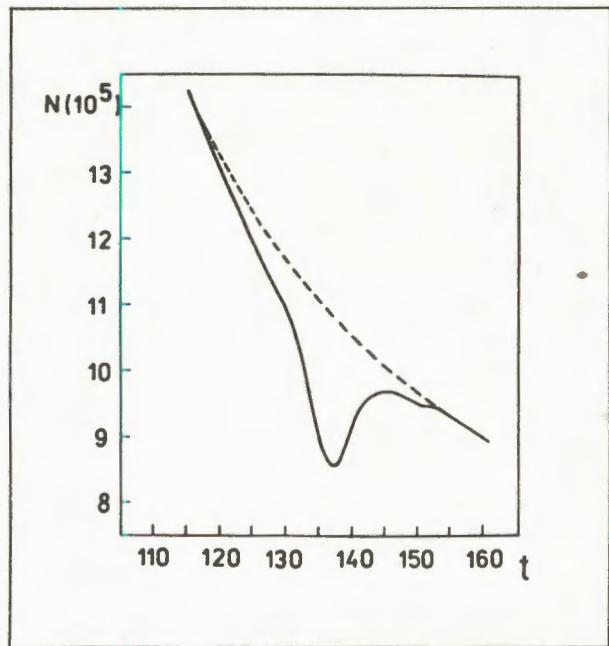
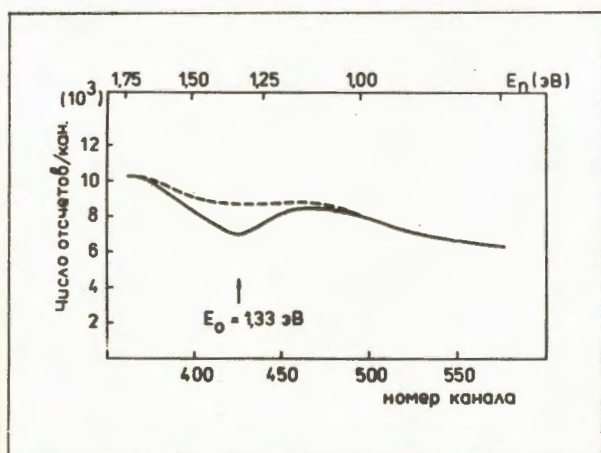


Рис. 2. Спектр нейтронов в области p -резонанса 0,75 эВ после прохождения лантановой мишени толщиной 4,7 см.

сечений от продольной поляризации нейтронного пучка.

В ЛНФ ОИЯИ проведены измерения полных сечений ядер ^{117}Sn и ^{139}La для нейтронов, поляризованных по и против направления их импульса, в широкой области энергий, включавшей также p -волновые резонансы 1,33 эВ (^{117}Sn) и 0,75 эВ (^{139}La). Пучок нейтронов поляризовался путем пропускания через дина-



мически поляризованную протонную мишень.

На рис. 1 и 2 показаны участки нейтронных спектров в области исследованных резонансов для олова-117^{1/1/} и лантана-139^{2/2/}. Использование в эксперименте толстых мишеней позволило наблюдать весьма отчетливо очень слабые р-волновые резонансы 1,33 и 0,75 эВ соответственно. Рис. 3 и 4 демонстрируют обнаруженный эффект несохранения четности

$$\epsilon = \frac{N^+ - N^-}{f_n(N^+ + N^-)},$$

где N^+ и N^- - число отсчетов детектора при положительной и отрицательной спиральностях нейтрона. Пересчет эффекта к сечениям по формуле $\sigma^\pm = \sigma(E)(1 \pm P)$ дал результаты $P(^{117}\text{Sn}) = (4,5 \pm 1,3) \cdot 10^{-3}$, $P(^{139}\text{La}) = (7,3 \pm 0,5) \cdot 10^{-2}$. Такое сильное проявление несохранения четности значительно превосходит ранее наблюдаемые в ЛИЯФ АН СССР эффекты в нейтронных сечениях этих ядер в тепловой области энергий нейтронов, где $P(E_{\text{тепл}}) \approx 10^{-5}$. Таким образом, получено первое экспериментальное доказательство резонансного усиления эффекта нарушения пространственной четности при взаимодействии нейтронов с ядрами.

Рис. 3. Энергетическая зависимость эффекта нарушения пространственной четности для олова-117.

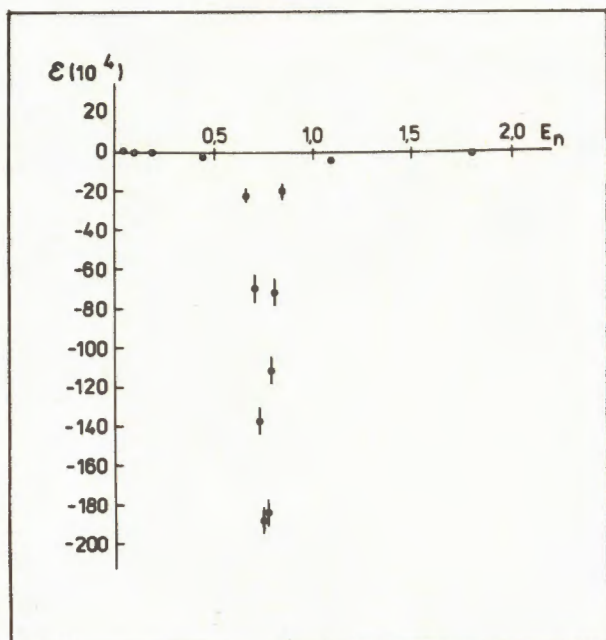
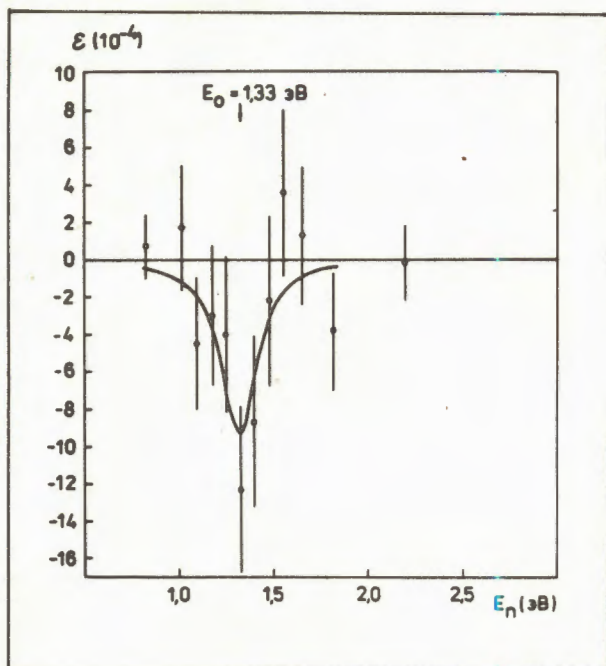
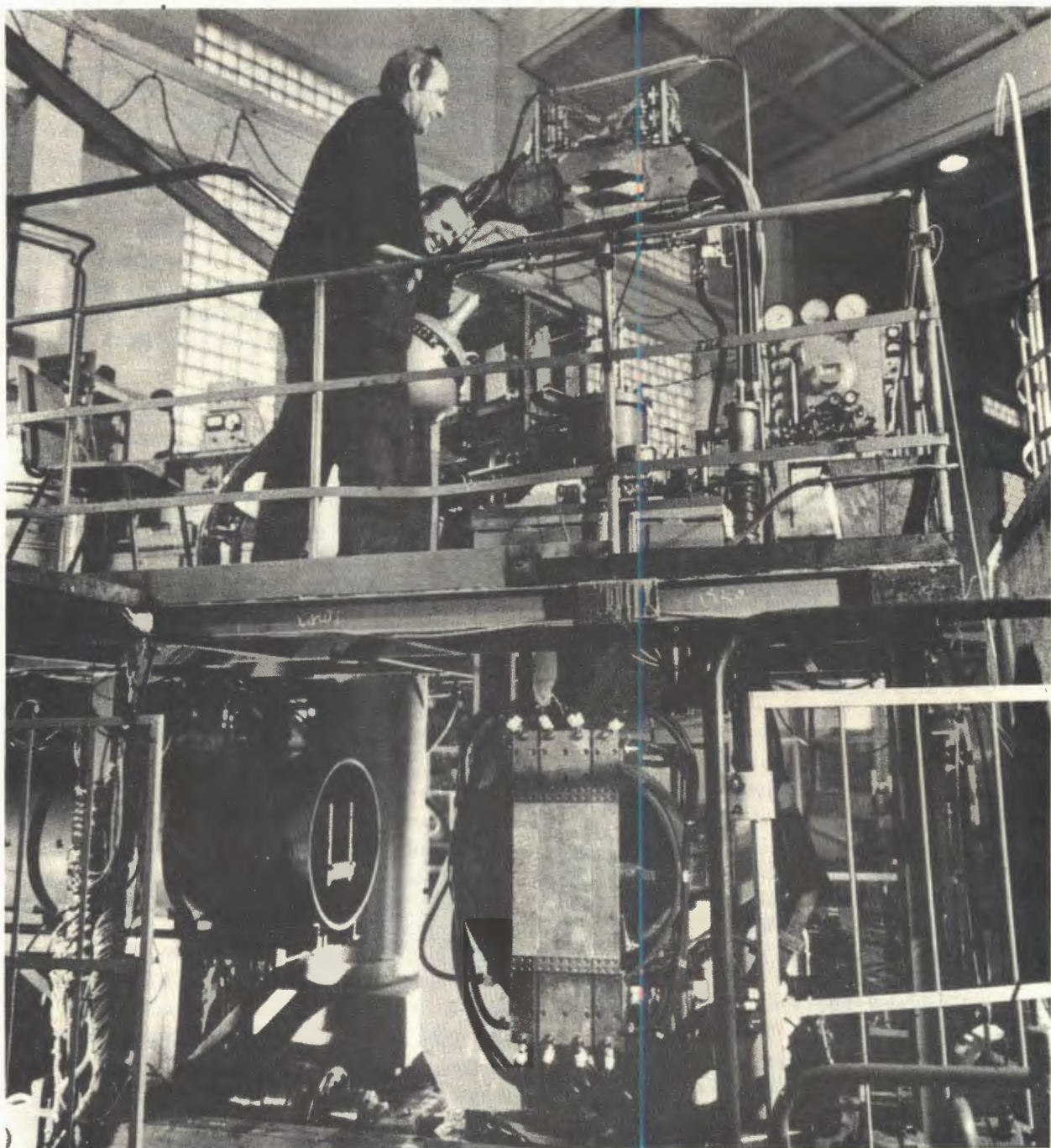


Рис. 4. Энергетическая зависимость эффекта нарушения четности для лантана-139.

АЛЬФА-РАСПАД РЕЗОНАНСНЫХ СОСТОЯНИЙ ЯДЕР

1. Изучение спектров альфа-частиц из двухступенчатой реакции $^{143}\text{Nd}(n, \gamma \alpha)$ предоставляет возможность получения сведений о мягких гамма-переходах между высоко возбужденными состояниями ядра ^{144}Nd . Получение подобной информации для компаунд-ядер прямыми методами остается пока нерешенной проблемой. В 1981 году на реакторе ИБР-30 проведены новые измерения этой реакции в условиях лучшего разрешения по энергии нейтронов и выполнен более строгий, чем ранее, анализ экспериментальных данных.

Соответствующие выходы альфа-частиц в резонансах реакций $^{143}\text{Nd}(n, \alpha)$ и $^{143}\text{Nd}(n, \gamma \alpha)$, полученные методом времени пролета в ^{13/}, показаны на рис. 5 а и б. Условия измерения спектров "а" и "б" отличаются порогом амплитудного окна в спектре альфа-частиц, который был выше для случая "а", где регистрировался только прямой α_0 -переход на основное состояние ядра продукта ^{140}Ce . В случае "б" наблюдаются резонансы 55 и 159 эВ, в которых α_0 -переход отсутствует, но идет реакция $(n, \gamma \alpha)$. Величины парциальных ширин $\Gamma_n, \gamma \alpha$ для этих резонансов определены равными $0,089 \pm 0,017$ и $0,087 \pm 0,024$ мкэВ соответственно. Из сравнения результатов с дан-



На установке для исследования взаимодействия поляризованных нейтронов с ядрами получен важный физический результат - первое экспериментальное доказательство резонансного усиления эффекта несохранения пространственной четности.

ными для тепловой энергии получены радиационные силовые функции S_γ гамма-переходов с энергией ≈ 1 МэВ между высоковозбужденными состояниями ядра ^{144}Nd для мультипольностей E1 и M1:

$$S_\gamma(E1) = (8 \pm 3) \cdot 10^{-9} \text{ МэВ}^{-3},$$

$$S_\gamma(M1) = (7 \pm 3) \cdot 10^{-9} \text{ МэВ}^{-3}.$$

Такое равенство средних вероятностей

гамма-переходов представляет интерес в связи с известными данными для жестких гамма-лучей, согласно которым интенсивность E1 переходов для ядер с $A \sim 150$ сильнее, чем M1, примерно в 10 раз.

2. Получены первые экспериментальные сведения об альфа-распаде из резонансных состояний составного ядра ^{78}Se . На рис. 6 показаны обнаруженные резонансы в реакции $^{77}\text{Se}(n, \alpha)^{74}\text{Ge}^{14}$. Измерены полные альфа-ширины нескольких резонансов.

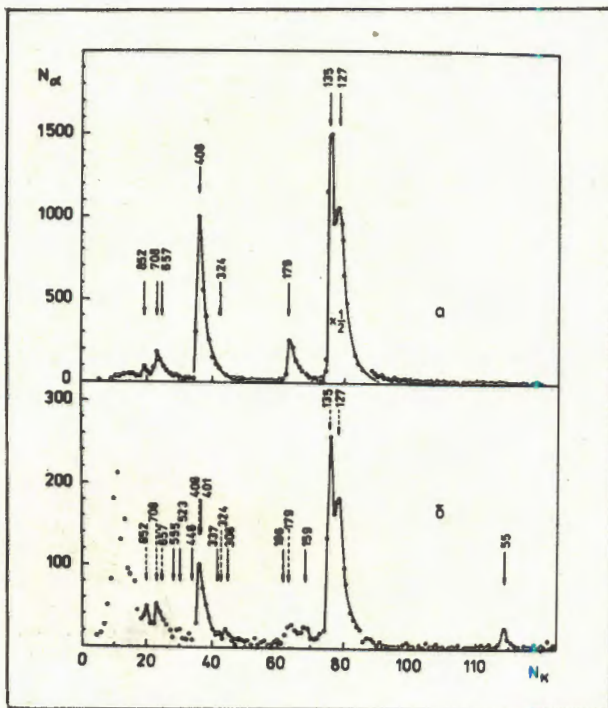


Рис. 5. Выходы альфа-частиц из резонансов в сечении реакций "а" - $^{143}\text{Nd}(n, \alpha)$ и "б" - $^{148}\text{Nd}(n, \gamma)$, полученные по методу времени пролета.

СВОЙСТВА ЛЕГЧАЙШИХ ЯДЕР

1. Проводимые в лаборатории исследования взаимодействия нейтронов с легчайшими ядрами тесно связаны с развитием теории малонуклонных систем и важны для практических приложений. В 1981 году изучалась $^3\text{He}(n, p)\text{T}$ реакция - основной процесс взаимодействия нейтронов с ядром ^3He .

В измерениях на ИБР-30^{/5/} достигнута точность (2-3)% в диапазоне энергий 0,15÷150 кэВ (см. рис. 7).

В энергетической зависимости сечения проявилось сильное отклонение от закона $1/v$, универсального для сечений реакций при низких энергиях. Анализ особенностей этого энергетического хода сечения привел к следующим заключениям о свойствах первого возбужденного уровня ядра гелия-4: уровень является одночастичным с энергией 20,36 МэВ, спином $J^\pi = 0^+$ и приведенными ширинами $\gamma_n^2 = \gamma_p^2 = 3,4$ МэВ. Результат представляет интерес для теории малонуклонных ядер.

2. Осуществлена поляризация ядер литиевой мишени и проведены измерения ее пропускания для поляризованных нейт-

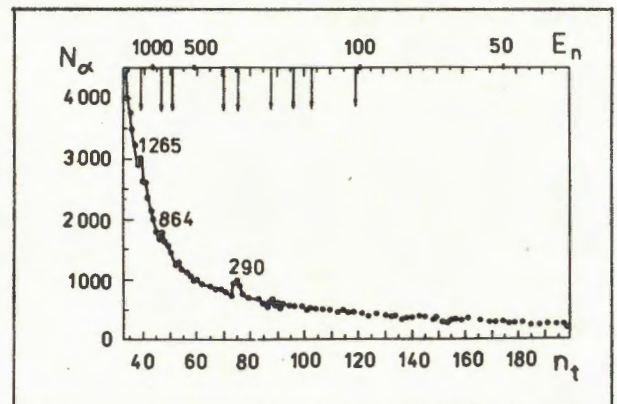
ронов с энергией до 100 кэВ^{/6/}. Обнаружена необычно сильная спиновая зависимость сечения рассеяния нейтронов литием-7 (рис. 8) во всем указанном энергетическом диапазоне. Измеренная величина поляризационного сечения $\sigma_{\text{пол.}} = +0,56 \pm 0,08$ б означает 20-кратное превышение сечения для квинтетного канала ($J=2$) над триплетным сечением ($J=1$). Анализ результатов по R-матричной теории указал на существование в ядре ^8Li низколежащих уровней отрицательной четности, "аномальных" в терминах оболочечной модели.

НЕЙТРОННАЯ СПЕКТРОСКОПИЯ

1. На спектрометре по времени пролета в режиме работы ИБР-30 с инжектором выполнены измерения пропускания образцов из естественного осмия. Определены параметры нейтронных резонансов в области энергий до 60 эВ, включая значения радиационных ширин, сведения о которых ранее почти отсутствовали. Для ^{187}Os и ^{189}Os получены средние значения $\Gamma_\gamma = 92 \pm 6$ и 93 ± 3 мэВ соответственно^{/7/}.

2. В связи с изучением возможного проявления однопионного обмена при рассеянии нейтронов ядрами проведены измерения вклада р-волны в рассеяние нейтронов с энергией до 60 кэВ на изотопах олова-116, -117, -118, -119, -120, -122 и -124. Экспериментальные результаты этих измерений для отношения амплитуд р- и s-рассеяния показаны на рис. 9^{/8/}. В пределах ошибок измерения

Рис. 6. Спектр по времени пролета выхода альфа-частиц из реакции $^{77}\text{Se}(n, \alpha)$. Цифры над пиками указывают энергию резонансов в эВ.



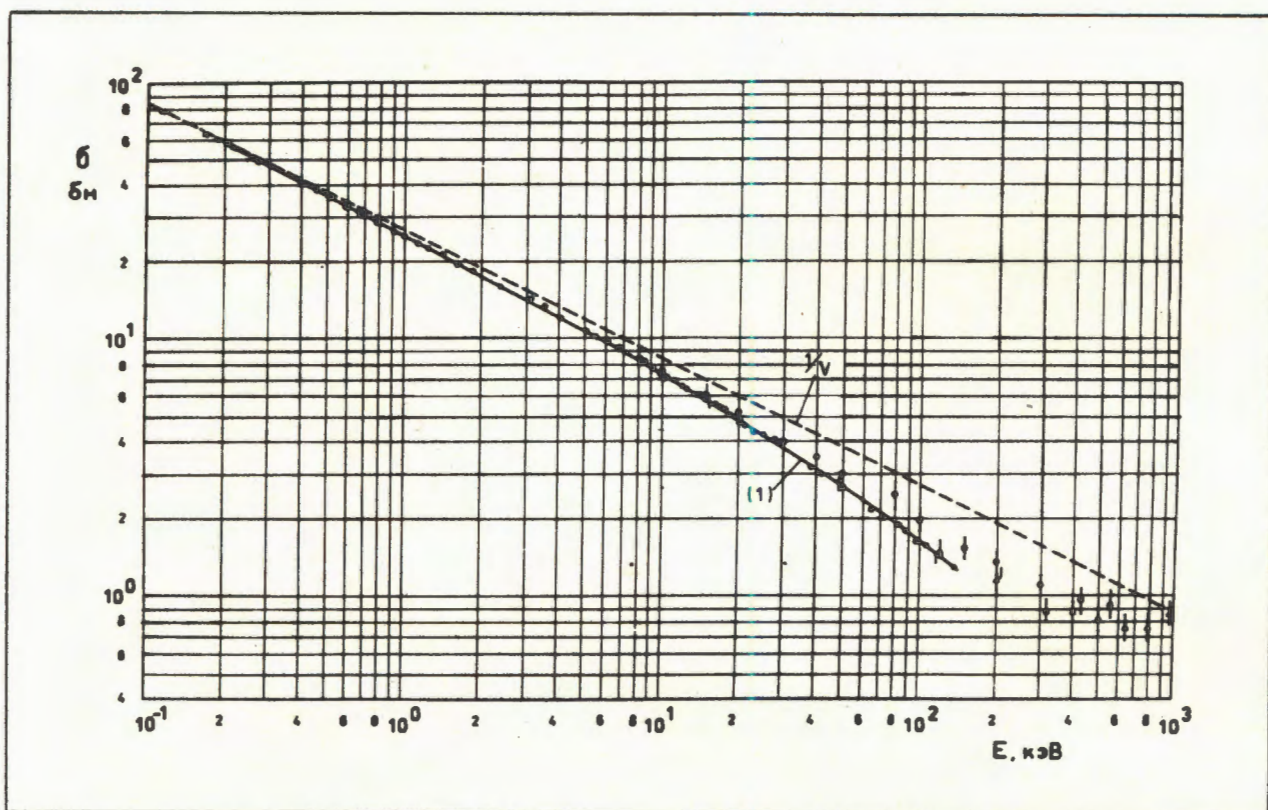


Рис. 7. Сечение реакции ${}^3\text{He}(n,p)\text{T}$ в зависимости от энергии нейтронов в лабораторной системе. Темные точки - данные ЛНФ ОИЯИ, остальные - других лабораторий.

зависимости p -амплитуды рассеяния от четности числа нейтронов не обнаружено. Результаты сравниваются с наблюдавшимися ранее эффектами для ряда z -нечетных ядер.

3. С помощью сцинтилляционного детектора $\text{NaJ}(\text{Tl})$ установлена верхняя граница для количества антинейтронов в пучке нейтронов на расстоянии 70 м от реактора. Это соответствует нижней оценке времени перехода нейтрон-антинейтрон (в процессе осцилляций) $\tau > 66 \text{ с} / 9 /$.

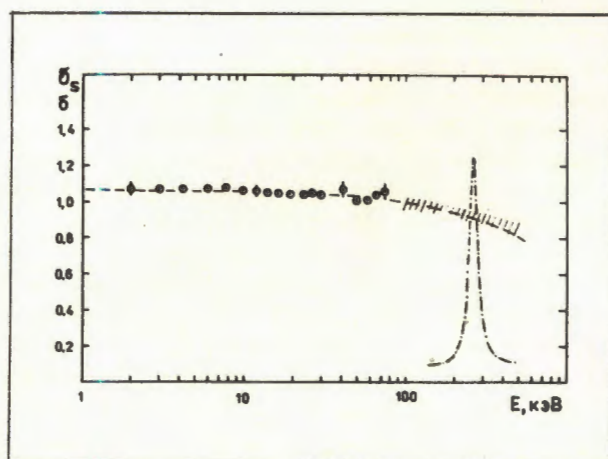
4. Осуществлен эксперимент по поиску малого изменения энергии нейтрона после пролета через вещество за счет потерь энергии на излучение фононов при сверхзвуковом движении (потери на волны

Рис. 8. Сечение рассеяния нейтронов литием-7, измеренное методом времени пролета. Штрихпунктир - сечение в области известного p -резонанса, заштрихованная полоса - s -волна.

Маха). Установлена верхняя граница для потери энергии: на уровне 10^{-5} от энергии нейтрона $/10/$.

ДИФРАКЦИЯ НЕЙТРОНОВ

1. С помощью разработанного ранее метода изучения доменной структуры сегнетоэлектриков в экспериментах по времени пролета проведены систематические исследования процессов поляризации кристалла дидейтерофосфата калия во внешнем электрическом поле. Применение позиционно-чувствительного детектора



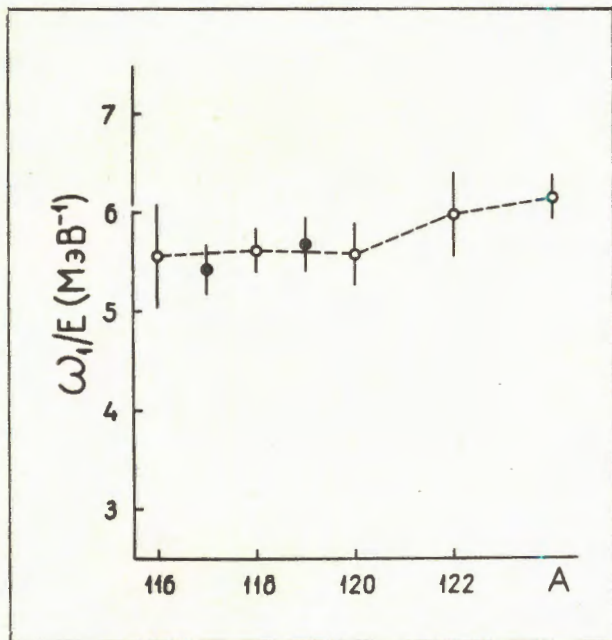


Рис. 9. Отношения амплитуд р- и в-рассеяния нейтронов с энергией до 60 кэВ для четных (светлые точки) и нечетных (темные точки) изотопов олова.

обеспечило возможность наблюдения двумерного (угол θ и длина волны λ) распределения интенсивности дифракционных пиков. На рис. 10 показаны характерные расщепления пиков в результате возникновения доменной структуры и на рис. 11 - двумерные распределения интенсивности ^{11/}. Предложенная модель описания перестройки доменной структуры проверена в измерениях с образцами разной коэрцитивной силы.

2. Характеристики спектрометра поляризованных нейтронов на основе изогнутых 5-метровых поляризирующих нейтронотводов изучены на нейтронном пучке импульсного реактора ИБР-30. Измерена функция пропускания нейтронов $T(\lambda)$ в диапазоне длин волн $\lambda = 1 \div 4 \text{ \AA}$. Поляризующие свойства этой системы наглядно видны из рис. 12, где помимо нейтронных спектров при выключенном и включенном спин-флиппере представлена поляризующая способность $P(\lambda)$, величина которой достигает 95% при $\lambda = 2 \text{ \AA}$ ^{12/}.

3. Изучалась дифракция нейтронов идеальными кристаллами в условиях использования метода времени пролета. Измерения проводились на совершенном кристалле кремния в пучке нейтронов импульсного реактора ИБР-30. Исследова-

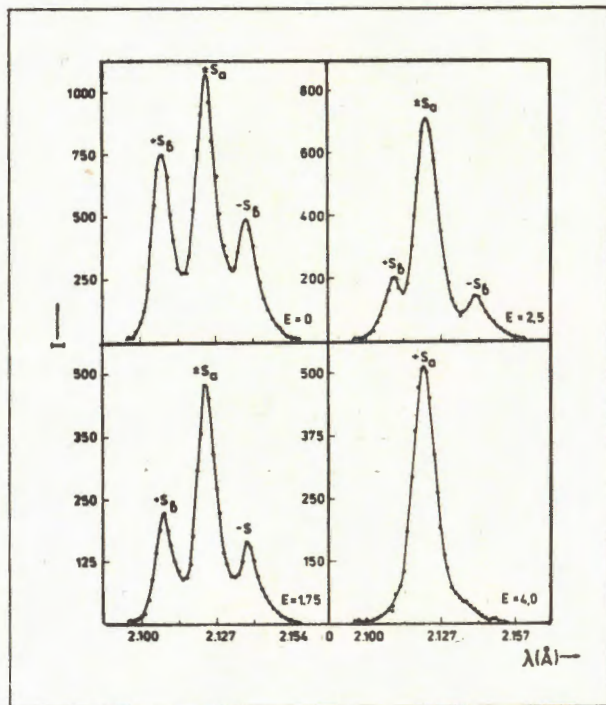
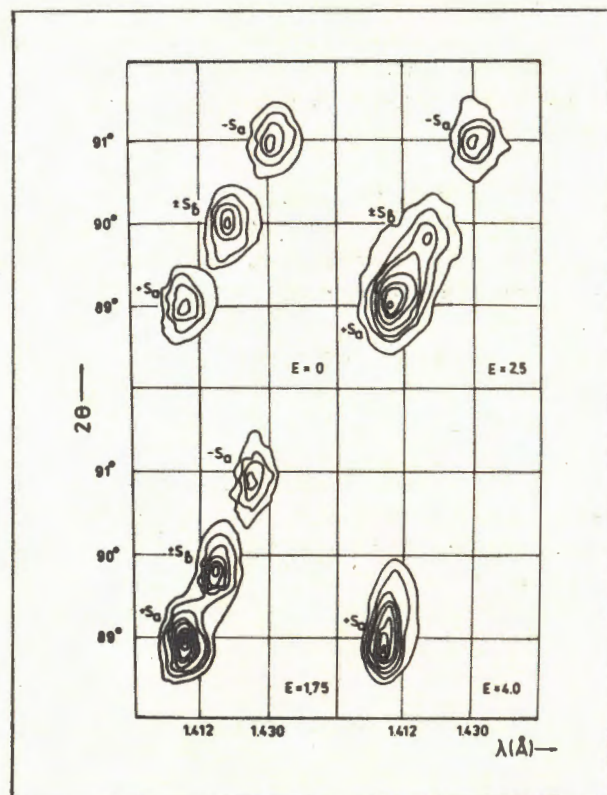


Рис. 10. Одномерные нейтронограммы узла (400) для кристалла KD_2PO_4 в различных электрических полях E (кВ/см).

Рис. 11. Двумерные распределения интенсивности, соответствующие условиям рис. 10.



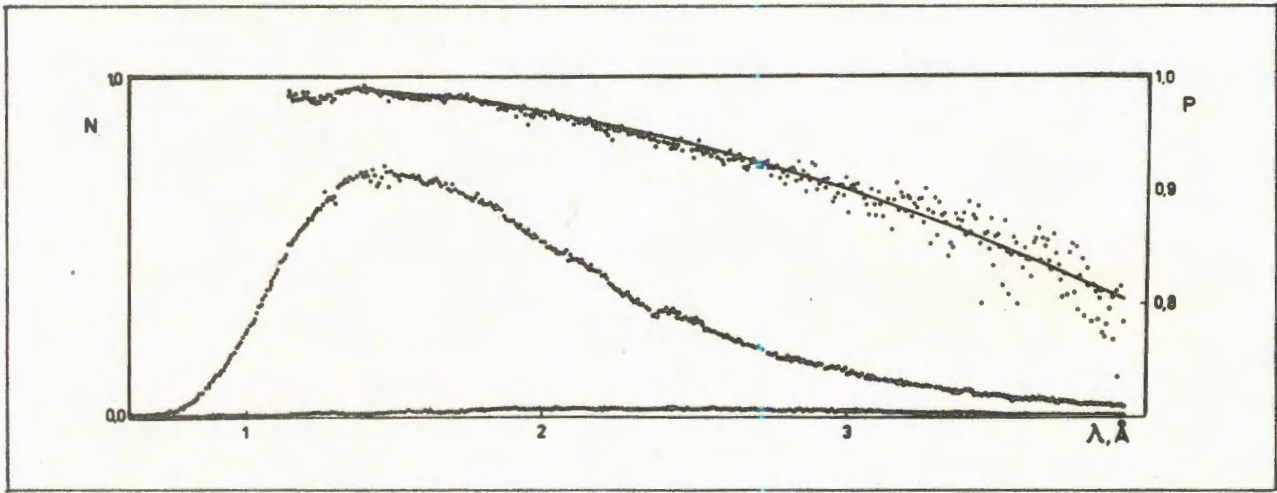


Рис. 12. Поляризующая способность (P) спектрометра поляризованных тепловых нейтронов (верхняя кривая) и спектры нейтронов (нижняя кривая - спин-флиппер включен, средняя кривая - выключен).

слое вокруг ионизированного остова полимера /14/.

лась зависимость интенсивности отражения нейтронов от азимутального угла поворота монокристалла вокруг вектора рассеяния нейтронов. Обнаружено существенное проявление многократного брэгговского отражения, усложняющего экспериментальное изучение нейтронно-оптических явлений в идеальных кристаллах /13/.

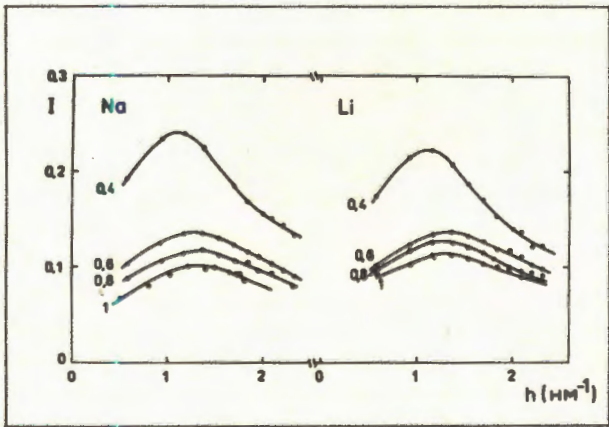
**ДИНАМИКА
КОНДЕНСИРОВАННЫХ СРЕД**

1. Исследованы спектры колебательных состояний малоизученных до последнего времени аморфных веществ с молекулярной структурой. Измерялись спектры неупругого рассеяния нейтронов аморфным веществом МБА (метаксизбензилен-бутилен) на спектрометре обратной геометрии реактора ИБР-30. Определена плотность колебательных состояний, показанная на рис. 14 /15/. Обнаружена перестройка спектра частот при переходе в упорядоченное кристаллическое состояние, которая, однако, не сопровождается коренными изменениями в плотности колебательных состояний.

**МАЛОУГЛОВОЕ РАССЕЯНИЕ
ТЕПЛОВЫХ НЕЙТРОНОВ**

Начато изучение структуры растворов полиэлектролитов с помощью рассеяния нейтронов на малые углы, наблюдаемого с использованием метода времени пролета. Исследовались тяжеловодные растворы полиметакриловой (ПМК) кислоты при разных степенях ионизации $\alpha = 0; 0,4; 0,6; 0,8; 1,0$. Нейтрализация растворов производилась посредством добавления NaOD (ионы Na^+) и LiOD (ионы Li^+). Полученные на нейтронном пучке спектры интенсивности малоуглового рассеяния в зависимости от переданного импульса $h = 4\pi \sin\theta/\lambda$ показаны на рис. 13. Наблюдается уменьшение интенсивности рассеяния с ростом α . Малоугловое рассеяние рентгеновских лучей, однако, дало противоположную зависимость от α . Объяснение этого различия предложено искать в модели гидратированного полииона и связывать его с появлением избыточных молекул воды в гидратационном

Рис. 13. Интенсивность малоуглового рассеяния нейтронов полиэлектролитом в зависимости от переданного импульса (цифры у кривых - различные значения степени ионизации раствора).



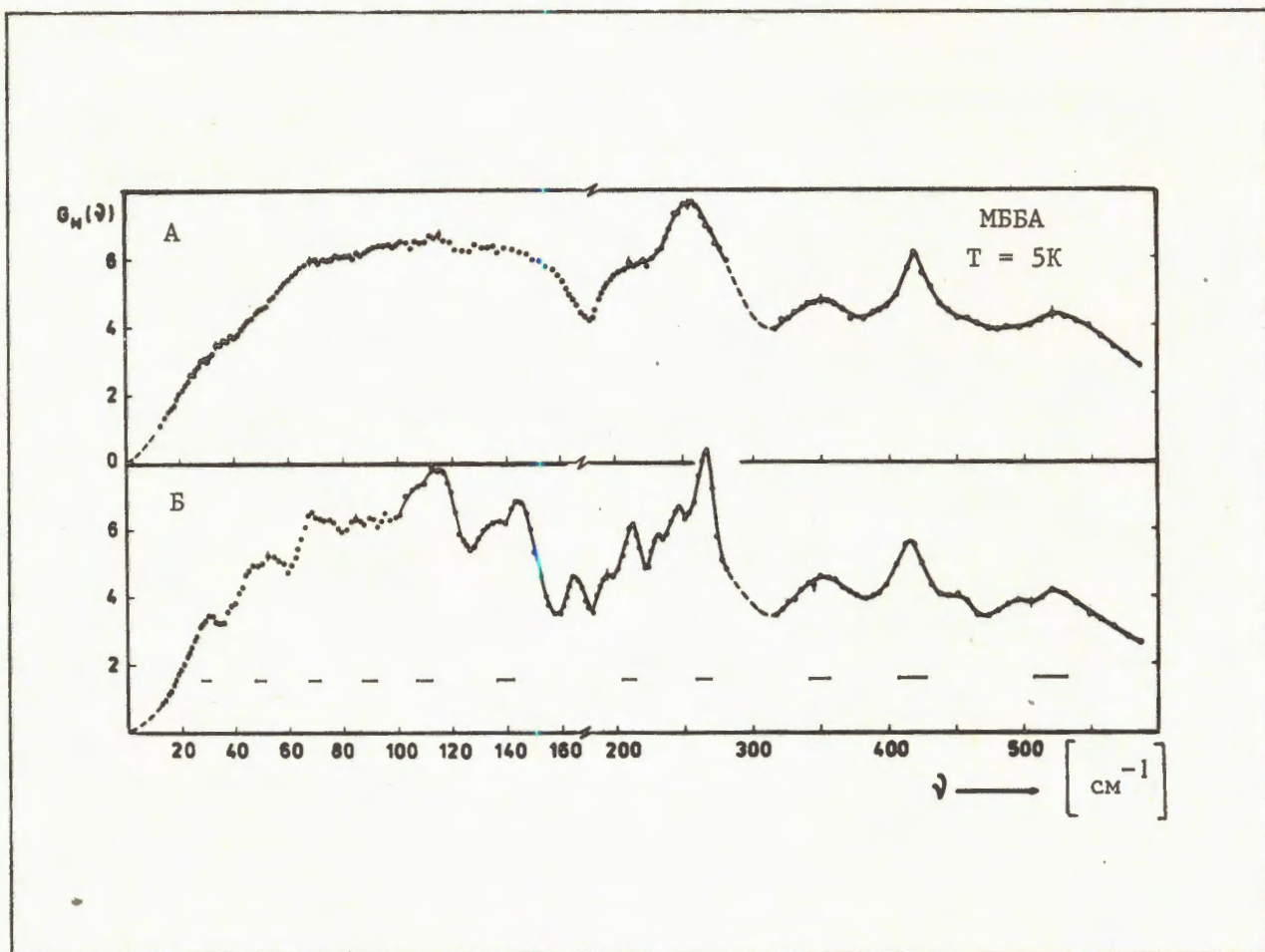
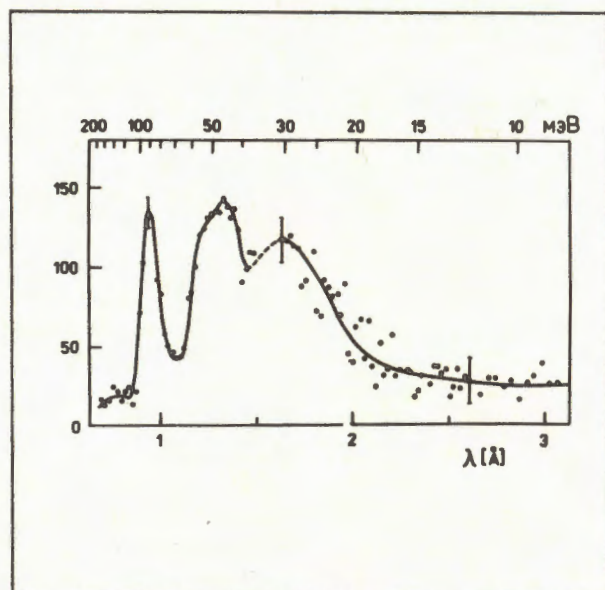


Рис. 14. Взвешенная плотность колебательных состояний. А - аморфное вещество, Б - кристалл.

указания на возможность растворения дейтерия в решетке катализатора в условиях данного эксперимента.

2. Завершены измерения рассеяния нейтронов газами водородом и дейтерием, адсорбированными на поверхности никеля. Эти исследования интересны как с физической, так и с прикладной точки зрения, поскольку катализаторы на основе никеля используются в промышленности. На ИБР-30 с помощью спектрометра обратной геометрии измерялись как спектры неупругого рассеяния, так и дифракционные спектры для образцов никеля с различной степенью покрытия водородом и дейтерием^{16/}. Для примера на рис. 15 показан спектр неупругого рассеяния нейтронов дейтерием, адсорбированным на никеле Ранея (промышленный образец фирмы "Degussa", ФРГ). Отчетливо видны пики, в том числе пик при энергии 92 мэВ. Последний изучался ранее с помощью оптической спектроскопии. Выявлены значительные различия между спектрами, соответствующими большим и малым степеням покрытия поверхности. Получены

Рис. 15. Спектр неупругого рассеяния нейтронов дейтерием, адсорбированным на никеле Ранея.



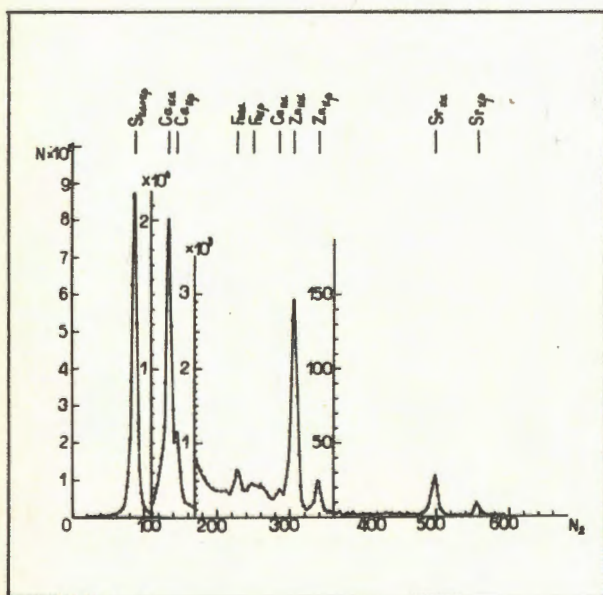
НАУЧНО-ПРИКЛАДНЫЕ РАБОТЫ

РЕНТГЕНО-ФЛЮОРЕСЦЕНТНЫЙ ЭЛЕМЕНТНЫЙ АНАЛИЗ

Создана и освоена методика элементного анализа посредством измерения характеристического рентгеновского излучения, возбуждаемого пучком протонов с энергией до 3,5 МэВ. Проведен анализ ряда полупроводниковых материалов, геологических и медико-биологических образцов^{/17/}. Для примера на рис. 16 показан рентгеновский спектр, измеренный для стандартного образца горных пород, и на рис. 17 - спектр для образца волос человека.

Созданная установка обеспечивает чувствительность анализа на тонких мишенях на уровне $4 \cdot 10^{-9}$ грамм /грамм и на толстых мишенях $5 \cdot 10^{-7}$ грамм/грамм. Суммарная доля примесных элементов в толстых мишенях может достигать 5%. Высокая чувствительность и универсальность метода создает перспективы развития прикладных исследований на электростатическом ускорителе Ван-де-Граафа Лаборатории нейтронной физики Объединенного института.

Рис. 16. Рентгеновский спектр от элементов в стандартном образце горных пород.



НЕЙТРОННО-АКТИВАЦИОННЫЙ АНАЛИЗ

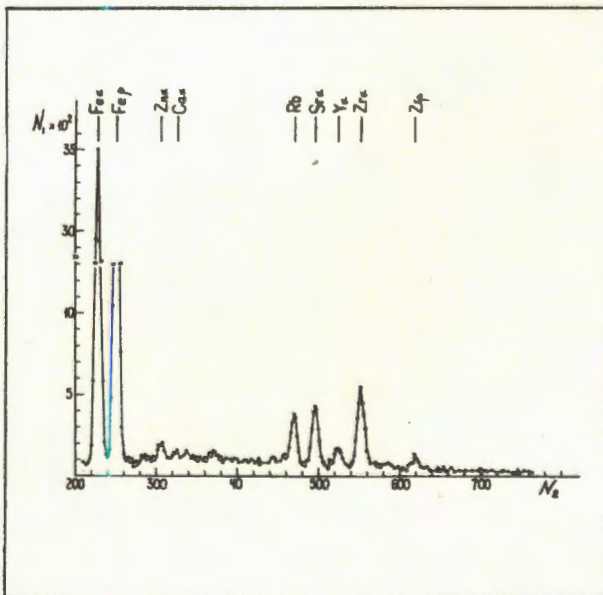
1. Многоэлементный анализ тканей лабораторных животных (беспородных крыс) выполнен на нейтронно-активационной установке реактора ИБР-30. Поток нейтронов в канале пневмотранспорта составлял $3 \cdot 10^{10}$ н/см²·с. Исследовалась природная дисперсия содержания элементов K, Na, Ca, P, Mg, Cl и Br в тканях животных^{/18/}.

Результаты работы указывают на возможность изучения развития злокачественных опухолей посредством наблюдения соответствующего перераспределения элементов в процессе развития опухоли.

2. Проведен элементный анализ природных вод для нужд гидрогеологии и экологии. Элементы из природных вод предварительно концентрировались с помощью комплексообразователей, сорбированных на активированном угле.

3. Выполнен анализ на содержание тантала, золота и серебра в ряде образцов руд^{/19/}.

Рис. 17. Спектр рентгеновского излучения волос человека.



СТАНДАРТЫ НЕЙТРОННЫХ СЕЧЕНИЙ

Проведены измерения эффективного сечения широко используемой в прикладных задачах реакции ${}^3\text{He}(n,p)\text{T}$ в диапазоне энергий (0,3-150) кэВ с точностью 3%. Погрешность прежних данных в этом диапазоне энергий составляла ~15%.

СВЕРХПРОВОДЯЩИЙ МАГНИТОКАРДИОМЕТР

Создание магнитокардиометра, пригодного для применения в практике ме-

дицинских учреждений, является важной, но еще не решенной задачей. Магнитокардиография является сравнительно новым методом регистрации деятельности сердца, дополняющим метод электрокардиограмм. В ЛНФ усовершенствован изготовленный ранее^{/20/} магнитокардиометр на основе сверхпроводящего квантового интерферометра. Кардиограмма удовлетворительного качества получена в реальном времени (без усреднения) в лаборатории без экранирования внешних полей. Соответствующий выбор параметров устройства и применение специальных фильтров снизило помехи на выходе прибора до приемлемого уровня.

ЭКСПЛУАТАЦИЯ, СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ И РАЗВИТИЕ ОСНОВНЫХ УСТАНОВОК И АППАРАТУРЫ

РЕАКТОР И УСКОРИТЕЛИ

1. На реакторе ИБР-2 завершен первый этап его энергетического пуска с опробованием как стационарного, так и импульсного (на средней мощности 150 кВт) режимов работы. Полностью подготовлен и в конце года начат второй этап энергетического пуска с перспективой вывода реактора на рабочие параметры.

Завершены экспериментальные исследования по выбору оптимальной геометрии подвижного отражателя ИБР-2 с целью обеспечения проектных значений длительности импульса мощности при сниженной (в целях обеспечения большей надежности и безопасности) скорости вращения основного отражателя.

К работе на нейтронных пучках в экспериментальном зале ИБР-2 подготовлены первоочередные установки, в том числе: спектрометр малоуглового рассеяния, нейтронный дифрактометр, канал ультрахолодных нейтронов.

2. Реактор ИБР-30 и ускоритель-инжектор ЛУЭ-40 работали в соответствии с плановым заданием. Проведены подготовительные работы по модернизации ускоряющих секций ЛУЭ-40. В ходе создания нового инжектора-ускорителя ЛИУ-30 осуществлены стендовые испытания 12

секций инжекторного участка, а также монтаж 18 секций ускорительного участка и ряда других технологических систем. Принят в эксплуатацию пусковой минимум строительно-монтажных работ по зданию ускорителя ЛИУ-30.

3. Ускоритель протонов ЭГ-5 работал по сокращенному графику, обеспечивая выполнение в основном научно-прикладных исследований.

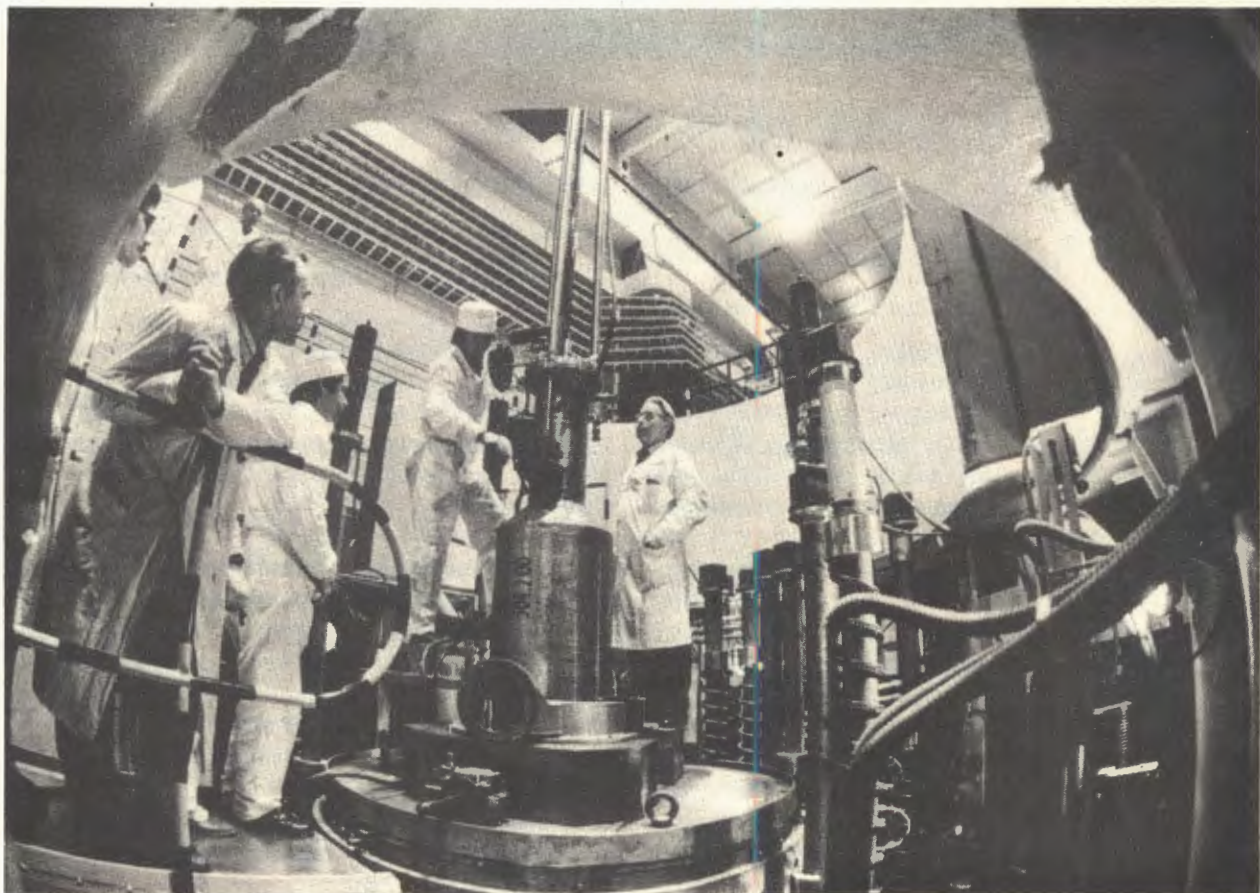
ИЗМЕРИТЕЛЬНО- ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР

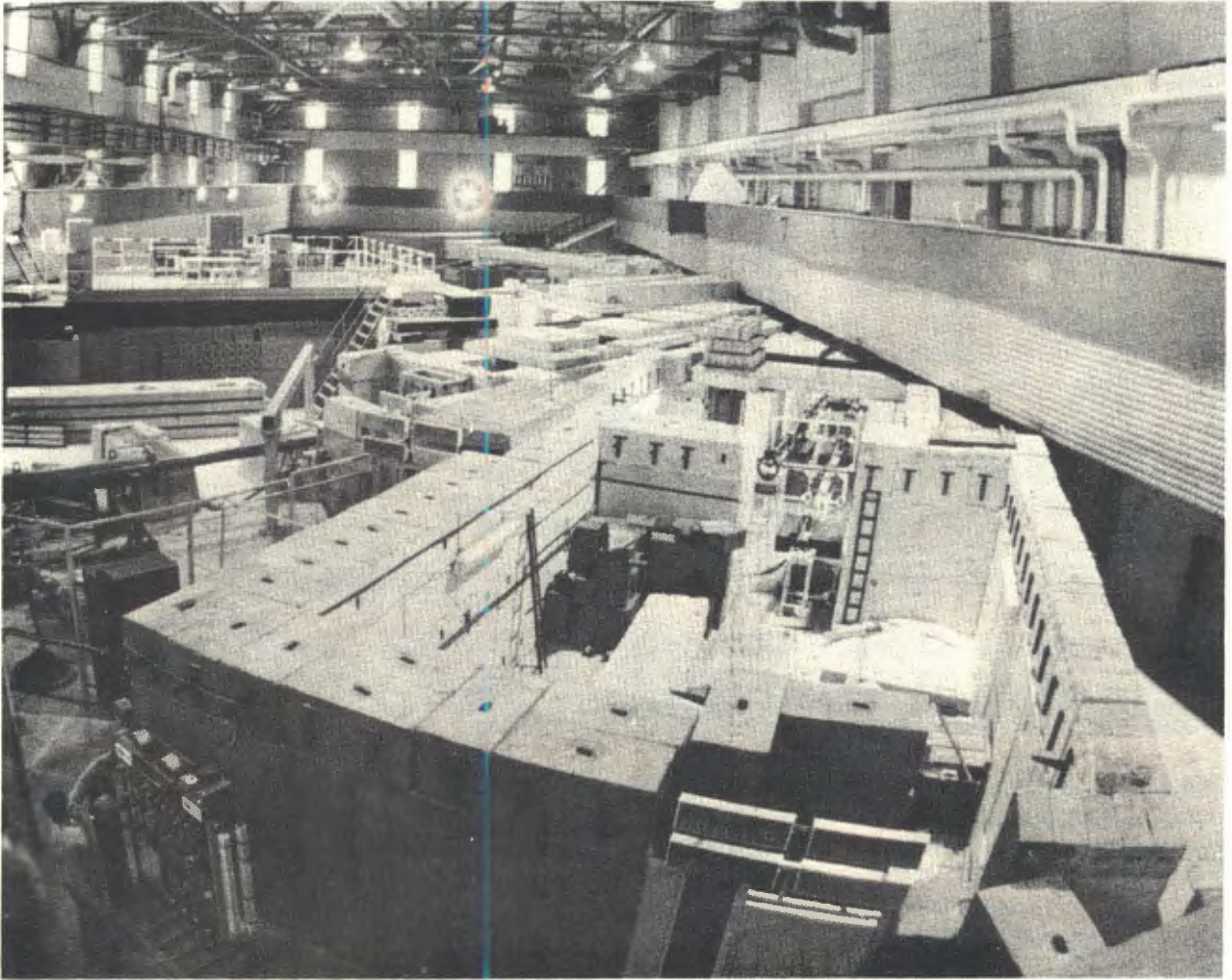
В ходе модернизации измерительного центра в 1981 г. проведена его реконструкция. Функции центрального процессора полностью переданы ЭВМ PDP-11/70, из эксплуатации выведены многоканальные анализаторы АИ-4096, и все физические эксперименты переведены на малые ЭВМ. Структурная схема реконструированного измерительного центра ЛНФ (по состоянию на конец 1981 г.) показана на рис. 18. ИЦ обеспечивает одновременное проведение 12 экспериментов. Экспериментальная информация от физических установок поступает на измерительные модули. Модули, созданные на основе малых ЭВМ СМ-3 и МЕРА-60-30, имеют двустороннюю связь с центральным про-



Начат второй этап энергетического пуска реактора ИБР-2 для вывода его на рабочие параметры. На снимках: Государственная приемочная комиссия, возглавляемая председателем Государственного ко-

митета по использованию атомной энергии СССР А.М.Петросьянцем, у пульта управления реактором (вверху); подготовка активной зоны реактора ко второму этапу энергетического пуска (внизу).





Экспериментальный зал реактора ИБР-2. На переднем плане - канал зеркальных нейтронпроводов.

цессором, реализованную через ЭВМ СМ-4. При этом имеется возможность управления экспериментом с любого терминала. Измерительные модули на основе ЭВМ других типов, таких как ТРА или "Электроника", имеют одностороннюю связь с PDP-11/70 через коммутатор и ЭВМ PDP-11/20. Время передачи спектра в 4К слов составляет 15 секунд. Архивизация информации осуществлена на магнитных лентах и дисках большой емкости центрального процессора. Создаваемое программное обеспечение ИЦ позволит перейти в дальнейшем к единой сети ЭВМ, отвечающей самым высоким требованиям автоматизации научного эксперимента.

В 1981 г. подключением 5 терминалов типа СМ 7209 вдвое расширена терминаль-

ная сеть центральной ЭВМ. Введен в эксплуатацию графический дисплей GD-71, создано математическое обеспечение для обработки спектров на этом дисплее и для вывода из малой ЭВМ на графопостроитель Дигиграф^{/21/}.

Продолжалось оснащение электронной аппаратурой и средствами вычислительной техники спектрометров, создаваемых для ИБР-2. На ЭВМ СМ-3 переведены измерительные системы спектрометра ДИН и спектрометра малоуглового рассеяния тепловых нейтронов. Проводилась работа по созданию информационно-измерительных систем для контроля параметров базовых установок лаборатории: ИБР-2, ИБР-30 и ЛИУ-30.

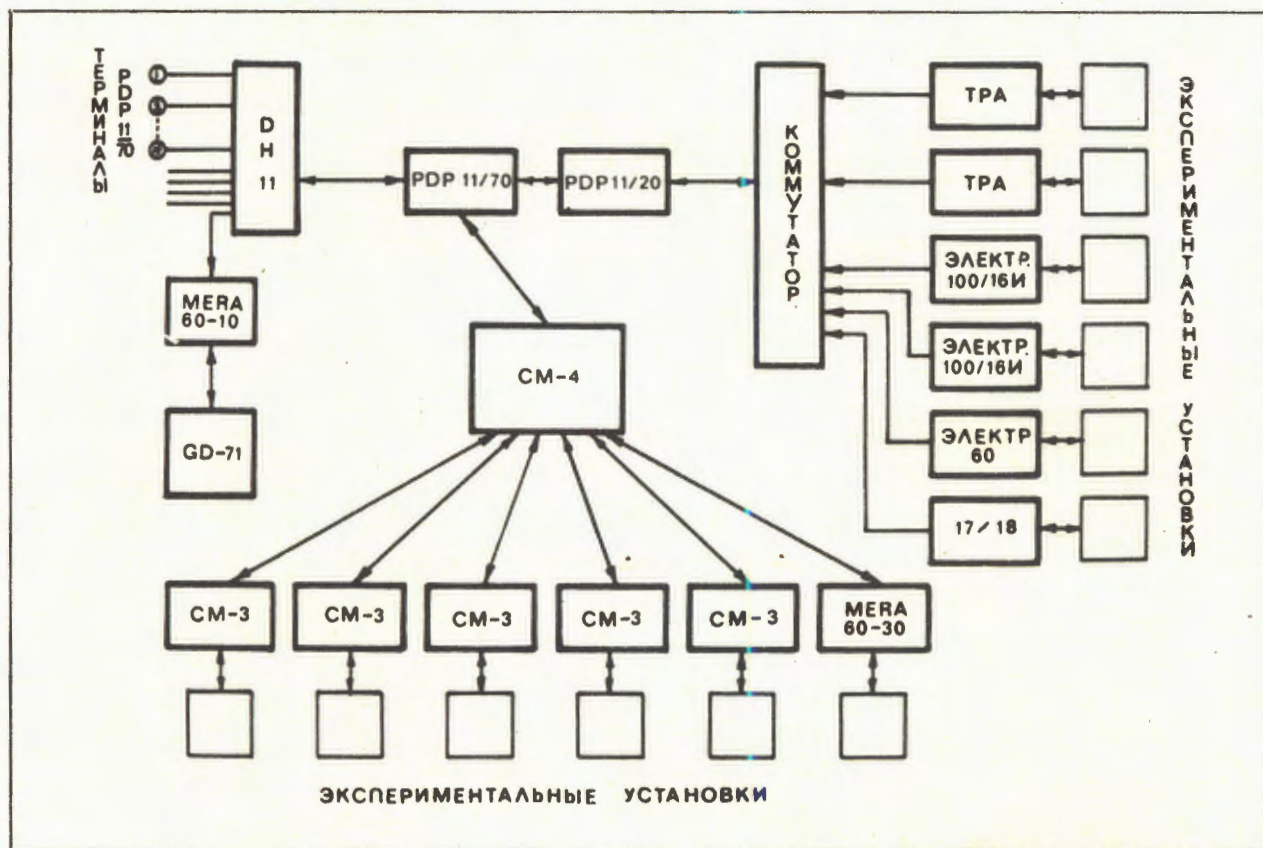


Рис. 18. Структурная схема измерительного центра ЛНФ.

ЛИТЕРАТУРА *

1. Алфименков В.П. и др. Письма в ЖЭТФ, 1981, 34, с. 308.
2. Алфименков В.П. и др. ОИЯИ, РЗ-81-719, Дубна, 1981.
3. Анджеевски Ю. и др. ОИЯИ, РЗ-81-433, Дубна, 1981.
4. Антонов А. и др. ОИЯИ, РЗ-81-348, Дубна, 1981.
5. Борзаков С.Б. и др. ОИЯИ, РЗ-81-305, Дубна, 1981.
6. Алфименков В.П. и др. ОИЯИ, РЗ-81-371, Дубна, 1981.
7. Попов А.Б., Тщесяк К. ОИЯИ, РЗ-81-19, Дубна, 1981.
8. Александров Ю.А., Николенко В.Г., Попов А.Б., Самосват Г.С. ОИЯИ, РЗ-81-432, Дубна, 1981.
9. Лущиков В.И. и др. ОИЯИ, РЗ-81-313, Дубна, 1981.
10. Игнатович В.К. и др. ОИЯИ, РЗ-81-580 Дубна, 1981.
11. Балагуров А.М., Датт И.Д., Савенко Б.Н., Шувалов Л.А. ОИЯИ, Р14-81-443, Дубна, 1981.
12. Корнеев Д.А., Пасюк В.В., Ржаны Х., Щebetов А.Ф. ОИЯИ, РЗ-81-546, РЗ-81-547, Дубна, 1981.
13. Александров Ю.А. и др. ОИЯИ, РЗ-81-57, Дубна, 1981.
14. Душек К. и др. ОИЯИ, 3-81-215, Дубна, 1981; Polymer Bull., 1981, v. 4, p. 225.
15. Белушкин А.В., Долганов В.К., Натканец И., Шека Е.Ф. Письма в ЖЭТФ, 1981, 33, с. 497.
16. Белушкин А.В., Майер Я., Натканец И., Штокмайер Р. ОИЯИ, Р14-81-629, Дубна, 1981.
17. Бразевич Э., Бразевич Я., Лю Зай Ик, Осетинский Г.М., Пурзв А. ОИЯИ, 18-81-503, Дубна, 1981.
18. Голованов М.В. и др. ОИЯИ, 18-81-510, Дубна, 1981.
19. Гундорин Н.А., Назаров В.М. и др. ОИЯИ, 18-81-819, Дубна, 1981.
20. Васильев Б.В., Колычева Е.В. Медицинская техника, 1981, 2, с. 37.
21. Земан П. ОИЯИ, Р11-81-612, Дубна, 1981.

* Цитируются избранные работы.

**ЛАБОРАТОРИЯ
ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ
И АВТОМАТИЗАЦИИ**

Основные усилия коллектива лаборатории в 1981 году были направлены на:

- развитие и эффективное использование центрального вычислительного комплекса Института;
- создание и развитие автоматических и полуавтоматических систем обработки камерных снимков, обработки снимков по заявкам лабораторий;
- развитие методов использования ЭВМ на линии с экспериментальными ус-

тановками, а также разработку алгоритмов и создание программ обработки экспериментальных данных;

- разработку методов прикладных вычислений и их использование в связи с исследованиями, проводимыми в ОИЯИ;
- исследования по релятивистской ядерной физике и физике резонансов;
- создание программных систем для автоматизации хозяйственной деятельности ОИЯИ.

РАЗВИТИЕ И ЭФФЕКТИВНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЦЕНТРАЛЬНОГО ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА ОИЯИ

РАСШИРЕНИЕ ПАРКА ЭВМ ЦЕНТРАЛЬНОГО ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА

Установлена и введена в эксплуатацию ЭВМ ЕС-1060. Подготовлена специальная версия операционной системы для этой ЭВМ, отличная от поставляемой заводом-изготовителем. Адаптирована библиотека программ общего назначения (около 280 программ), совместимая с библиотеками программ ЭВМ БЭСМ-6 и CDC-6500. Создана и включена в состав операционной системы программная подсистема ТЕРМ, обеспечивающая ввод заданий в ЭВМ через терминалы. Внедрены и используются для решения задач теоретической физики и прикладной математики три программные системы (REDUCE, CAMAL, FORMAC). Разработан проект терминальной сети для этой ЭВМ.

СОЗДАНИЕ И РАЗВИТИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ БАЗОВЫХ ЭВМ ОИЯИ

В состав операционной системы БЭСМ-6 включен новый вариант транслятора с автокода, допускающий применение макрокоманд и аппарата условной трансляции. Заменены программы статистического учета работы ЭВМ и ее внешних устройств. Разработаны и отлажены новые программные средства для организации и использования текстовых архивов во внешней памяти^{/1,2/}. Рас-

ширены возможности текстового редактора и программной подсистемы для обслуживания терминалов^{/3,4/}. Модернизированы библиотеки программ.

С целью расширения терминальной сети ЭВМ CDC-6500 изготовлено и отлажено микропроцессорное устройство связи этой ЭВМ с ЕС-1010. Модифицирована операционная система в связи с расширением терминальной сети. Начата опытная эксплуатация системы терминалов, имеющих связь как с БЭСМ-6, так и с CDC-6500^{/5/}. Включен в состав операционной системы новый текстовый редактор, созданы программы для проверки устройств внешней памяти. Внедрена новая версия редактора библиотеки СРС и модернизированы библиотеки программ общего назначения. Создан новый вариант программной системы REDUCE с аппаратом виртуальных функций в режиме интерпретации. Исследованы возможности оптимального использования CDC-6500^{/6/}.

Разработаны общие принципы построения алгоритма виртуализации компилированных функций в языке LISP и процедур пользователя системы REDUCE^{/7,8/}. Подготовлено и перенесено на накопитель ЭВМ описание этой системы на русском языке. В рамках системы REDUCE создан пакет программ для решения одного класса обыкновенных дифференциальных уравнений с рациональными коэффициентами. Найдено общее решение уравнений Чу-Лоу в квадратичном приближении^{/9/}.

Методом ренормгруппы с помощью системы SCHOONSCHIP вычислены радиа-

ционные поправки в квантовой хромодинамике, а также некоторые ренормгрупповые функции для суперсимметричных моделей в трехпетлевом приближении^{/10/}. С помощью системы SYMBAL решена задача о восстановлении собственного электрического поля плоского заряженного слоя и заряженного цилиндра по первым моментам плотности для расчета динамики пучков в УКТИ ОИЯИ^{/11/}. Получили развитие методы вычисления континуальных интегралов с помощью систем аналитических преобразований.

СОЗДАНИЕ И РАЗВИТИЕ СРЕДСТВ И МЕТОДОВ ВИЗУАЛЬНОЙ СВЯЗИ С ЭВМ

Завершена разработка документации для серийного выпуска графического терминала на прямоугольной запоминающей электронно-лучевой трубке со встроенной микро-ЭВМ^{/12-16/}. Разработан базовый пакет программ, обеспечивающий вывод на экран дисплея стандартных элементов изображения (рис. 1), работу с устройством ввода и связь с базовой ЭВМ. Расширены возможности кросс-ассемблера для микро-ЭВМ на ЭВМ М-6000.

ЭКСПЛУАТАЦИЯ БАЗОВЫХ ЭЛЕКТРОННО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ МАШИН

ЭВМ	Годовой план /в час./	Общее полезное время счета за год /в час./	Среднее суточное полезное время за год /в час./	Число пропущенных задач
БЭСМ-6	6100	6640	19,4	72042
CDC-6500	6500	7152 (878)*	20,7	187098 (28096)*
ЕС-1060	-	895 с 20.10.81	13,5	750

* В скобках указаны число задач и машинное время, использованное на обработку задач с терминалов.

Введена в эксплуатацию и освоена ЭВМ ЕС-1060. На снимке: академик Н.Н.Боголюбов (в центре), директор ЛВТА член-корреспондент АН СССР М.Г.Мещеряков (справа) и главный инженер ЛВТА С.А.Шелев у центрального процессора новой ЭВМ.



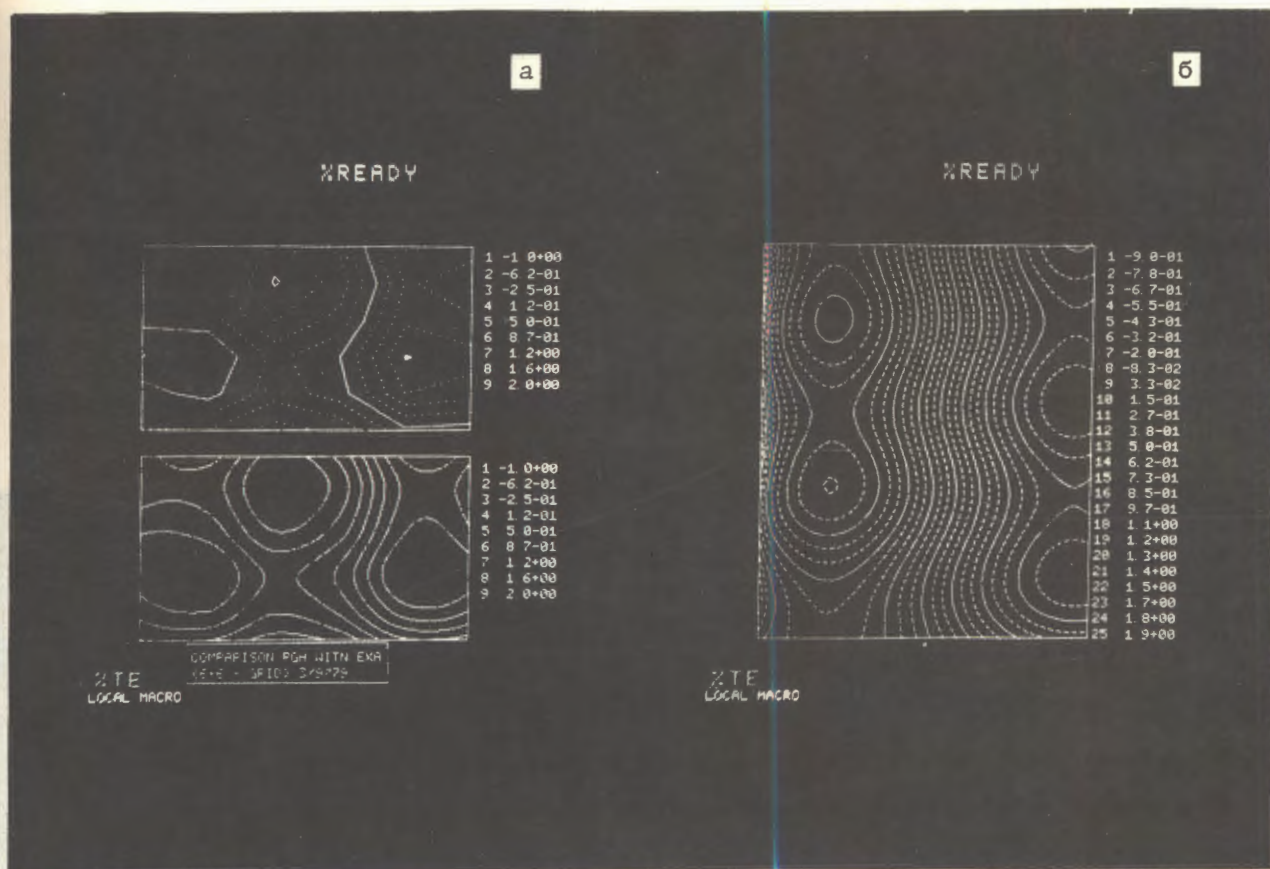


Рис. 1. Карты линий уровня (а) (нижний рисунок - с использованием алгоритма сглаживания) и семейный трехмерных поверхностей (б), полученных с помощью удаленной дисплейной станции БЭСМ-6.

СОЗДАНИЕ И РАЗВИТИЕ АВТОМАТИЧЕСКИХ И ПОЛУАВТОМАТИЧЕСКИХ СИСТЕМ ОБРАБОТКИ КАМЕРНЫХ СНИМКОВ

СПИРАЛЬНЫЙ ИЗМЕРИТЕЛЬ

Завершены работы по проекту измерительного комплекса на базе сканирующего устройства "Спиральный измеритель" (СИ-1). Проведены работы, связанные с калибровкой аппаратуры и настройкой системы обработки снимков /17/.

СКАНИРУЮЩИЙ АВТОМАТ НРД

Введено в эксплуатацию новое математическое обеспечение системы измерения масок событий, обеспечивающее контроль качества масок в процессе изме-

рений на уровне геометрической реконструкции событий. Сдана в эксплуатацию станция спасения событий, измеряемых на НРД. Использование станции спасения и системы контроля качества масок позволило сократить вдвое количество отбракованных событий и повысить эффективность системы до 85%.

Разработаны алгоритмы и программы системы минимального управления и проведены их испытания на реальных событиях.

Выполнен в полном объеме комплекс работ по внедрению программного обеспечения для проведения массовых измерений снимков с магнитного искрового

спектрометра ОИЯИ на сканирующем автомате НРД с использованием спецпроцессора^{/18,19/}. Проведена опытная эксплуатация системы. Полученные результаты удовлетворяют всем требованиям программ дальнейшей обработки и физического эксперимента и хорошо согласуются с результатами, полученными на других аналогичных системах. Выполнены работы по сопровождению математического обеспечения в процессе массовых измерений снимков с МИС на НРД. Разработана методика настройки программ для измерения многолучевых событий с установки МИС на НРД с использованием спецпроцессора.

Разработано и подготовлено к опытной эксплуатации математическое обеспечение системы НРД, обеспечивающее фильтрацию данных сканирования в процессе измерений. Как показали пробные измерения, эффективность системы фильтрации в реальном времени выше, чем эффективность математического обеспечения, используемого в настоящее время.

ДИАЛоговый сканирующий Автомат АЭЛТ-2/160 с управляемой от ЭВМ электронно-лучевой трубкой

Завершено создание и сдан в эксплуатацию комплекс диалоговых программ для обработки снимков с установки РИСК^{/20,21/}. Проводились исследования по измерению ионизации и верхней реперной сетки; измерено более 1000 событий сложной топологии.

Выполнены разработки по развитию программного комплекса для обработки сложных многотрековых событий на снимках с установки МИС, для которой измерено более 5000 событий.

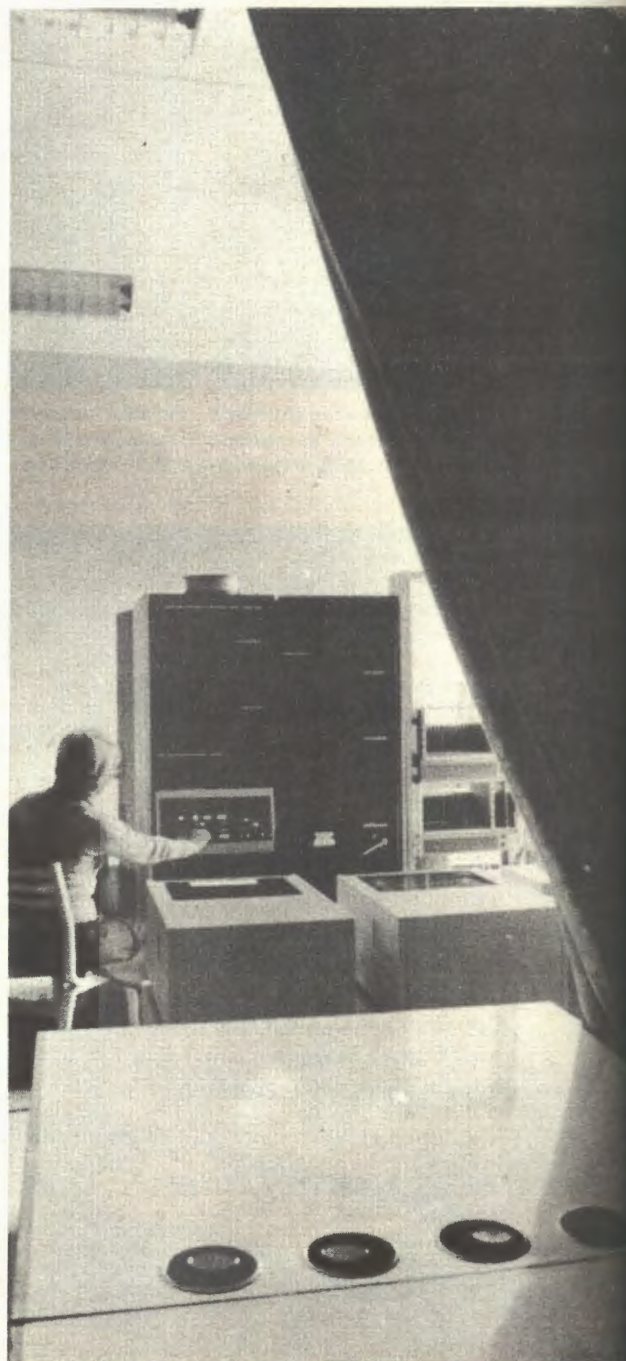
Проведены исследования по дальнейшему повышению точности измерений и измерению полутонной информации. Достигнутые результаты по основным техническим характеристикам находятся на уровне лучших существующих систем этого класса. Автомат был представлен на ВДНХ и отмечен золотой медалью.

Проведены работы, связанные с развитием автомата. Введена в эксплуатацию ЭВМ СМ-4 с памятью 128К слов, которая заменит управляющую ЭВМ БЭСМ-4. Разработаны новые электронные блоки и пульт управления^{/22,23/}.

Проведена разработка контроллера связи ЭВМ СМ-4 с ЭВМ CDC-6500.

МОДУЛЬ УНИВЕРСАЛЬНОЙ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ОБРАБОТКИ СНИМКОВ С ТРЕКОВЫХ ДЕТЕКТОРОВ

Создана первая очередь подсистемы на основе просмотрно-измерительных проекторов БПС-75 и ЭВМ СМ-4 для обработки снимков с установки РИСК на АЭЛТ-2/160^{/24/}. Один из вариантов си-



стемы в составе проектора БПС-75, линии связи и ЭВМ МЕРА-60-10, программно совместимой с ЭВМ СМ-4, продемонстрировался на ВДНХ СССР и отмечен медалями. Три проектора БПС-75 использовались в течение года для обработки снимков с установки РИСК. Среднее время работы прибора БПС-75 составило 200 часов в месяц с простоями по техническим причинам менее 5%. Разработаны и опробованы отдельные электронные блоки для фурье-микроскопа. Обеспечена возможность испытаний фурье-микроскопа на реальных фотоэмульсиях в ЛЯП.

ОБРАБОТКА СНИМКОВ С ТРЕКОВЫХ ДЕТЕКТОРОВ

В рамках проекта развития системы ПУОС-САМЕТ введены в эксплуатацию ЭВМ ЕС-1033 и локальная терминальная система МЕРА-7900. Разработана модель интерфейса для подключения устройств ПУОС-КАМАК к ЕС-1033 через систему МЕРА-7900. Разработаны алго-

Измерительный модуль: проекторы БПС-75 с ЭВМ СМ-4.





Новая ЭВМ ЕС-1033 для управления системой ПУОС-САМЕТ.

ритмы математического обеспечения системы ПУОС-САМЕТ-ЕС-1033.

При помощи полуавтоматических устройств ПУОС-САМЕТ обработано 380,9 тысяч треков сложных событий на снимках с камер ЛВЭ и ЛЯП. На сканирующем автомате НРД обеспечен ресурс в объеме

2550 часов для проведения массовой обработки снимков, что позволило полностью удовлетворить заявки лабораторий на измерение снимков с помощью НРД. На сканирующем автомате АЭЛТ-2/160 измерено 5,5 тыс. событий с установки МИС и более 1 тыс. событий с установки РИСК.

РАЗВИТИЕ МЕТОДОВ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭВМ НА ЛИНИИ С ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫМИ УСТАНОВКАМИ ОИЯИ

1. Завершены работы по созданию математического обеспечения установки "Кристалл", используемой для исследования спонтанного излучения электронов и позитронов с энергией 10 ГэВ на ускорителе ИФВЭ^{/25,26/}. Создана и используется физиками программа геометрической реконструкции событий, регистрируемых установкой БИС-2^{/27/}. Созданная программная система управления экспериментом обеспечила возможность одновременной работы в пучках ускорителя ИФВЭ двух установок на линии с ЭВМ ЕС-1040. Усовершенствована система статистической обработки НВООК. Новые варианты пакетов программ включены в базовую библиотеку эксперимента NA-4 и внедрены на ЭВМ ЦВК ОИЯИ. Результаты этих работ используются во многих электронных экспериментах ОИЯИ.

2. Подготовлены программы расчета матриц связей для координатных детекторов пучков частиц. Назначение программ - сжатие информации и оптимальное кодирование данных, считываемых с проволочных камер. Разработаны алгоритмы текстовых управляющих программ для последовательной связи аппаратуры в стандарте КАМАК с ЭВМ СМ-3^{/28/}. Разработаны методика и программы расчета оптических схем каналов вывода вторичных пучков частиц из синхрофазотрона ОИЯИ. Созданы программы для подключения цветного дисплея к управляющей ЭВМ кристалл-дифракционного спектрометра ОНМУ.

3. Получила дальнейшее развитие система обработки спектров (СОС) на ЭВМ БЭСМ-6. В рамках СОС реализован

режим работы с файлами последовательного доступа, что существенно повысило ее эффективность. В библиотеку системы включен новый вариант программного модуля для обработки гамма-спектров. Подготовлен к изданию второй том описаний библиотеки программ системы СОС. Ведутся работы по адаптации системы на ЭВМ ЕС-1060. Созданы программы для работы с банком оцененных ядерных данных^{/29/}.

4. Разработано математическое обеспечение и проведены методические исследования точностных и других характерис-

тик бесфильмовой системы (стабильность, линейность) на реальном материале, полученном при помощи телевизионной системы контроля стримерной камеры установки РИСК^{/30,31/}.

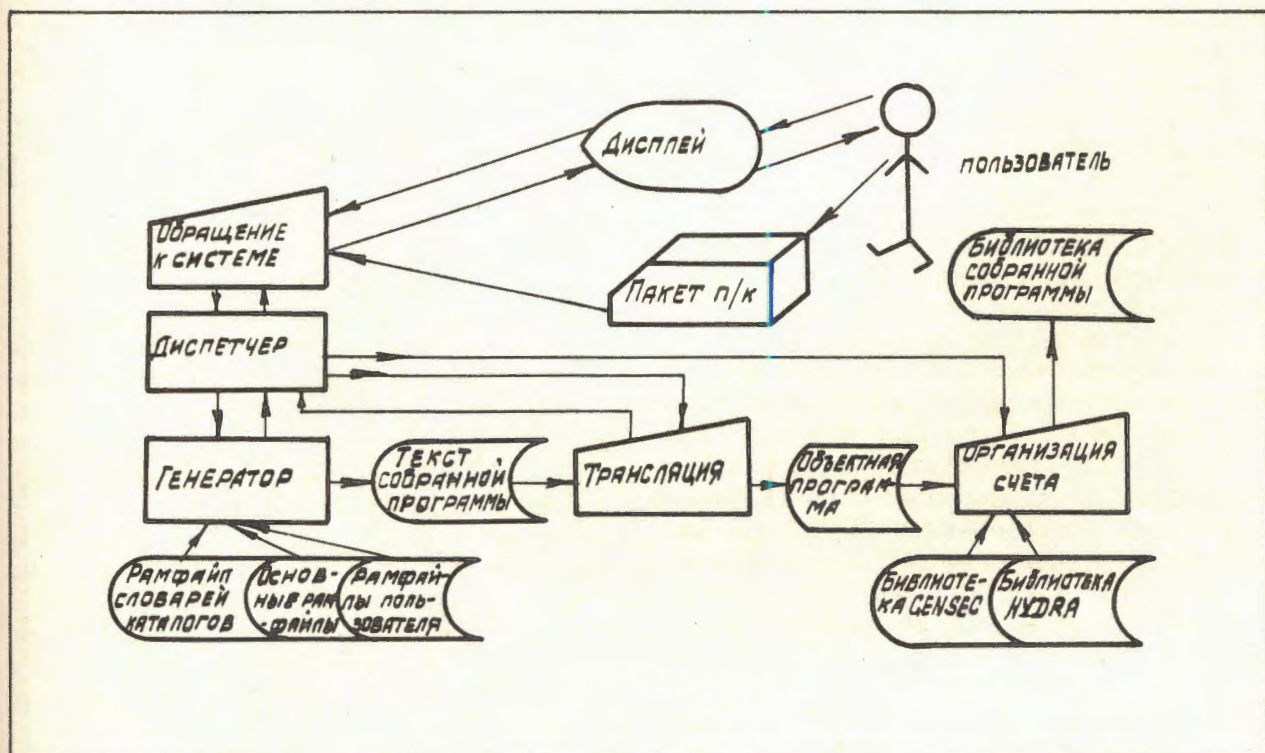
Разработаны и изготовлены оптико-механическая система и управляющие электронные устройства независимой калибровки телекамер. Проведены испытания этих узлов в составе аппаратуры телевизионной системы контроля. Разработаны и изготовлены аппаратура и телевизионные камеры для регистрации второй проекции событий в стримерной камере.

СОЗДАНИЕ И РАЗВИТИЕ МЕТОДОВ И ПРОГРАММ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ

1. Главные усилия в области создания и развития математических методов и программ для обработки фотографических изображений были направлены на повышение уровня автоматизации процесса математической обработки фильмовой информации.

Разработана методика управления процессом математической обработки фильмовой информации и на ее основе со-

Рис. 2. Схема генерации программ обработки фильмовой информации по запросам пользователей.



здана программно-управляемая система обработки данных ^3He -эксперимента^{/32,33/}. Ввод этой системы в эксплуатацию позволит организовать прохождение задач обработки данных на CDC-6500 под управлением специальной программы и освободит пользователей от выполнения многих рутинных операций по подготовке и организации счета.

Для обработки данных по единой технологической схеме создана эффективная программа анализа результатов кинематической идентификации и отбора физических гипотез^{/34/}.

Проведены работы по развитию средств генерации программ (рис.2) и разработке методики обработки данных с гибридных детекторов.

2. Завершено обоснование нового математического метода построения обобщенных моделей обработки трековой информации на основе алгебры вероятностных пространств А.Н.Колмогорова.

В рамках исследований полной алгебраической проблемы ленточных матриц доказан ряд важных теорем. Результаты использованы для получения эффективных оценок значений 4-импульсов частиц по данным измерений треков.

Исследовано асимптотическое поведение формфакторов при описании спектра масс векторных мезонов.

Предложена и обоснована алгебра для конструирования общей математической структуры дискретных динамических систем^{/35/}.

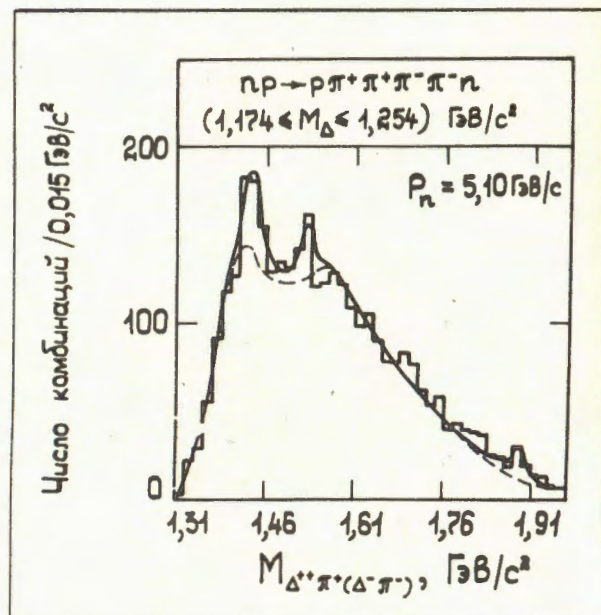
ИССЛЕДОВАНИЯ ПО РЕЛЯТИВИСТСКОЙ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКЕ И ФИЗИКЕ РЕЗОНАНСОВ

1. Выполнены методические разработки, связанные с дальнейшим усовершенствованием магнитного спектрометра с проволочными камерами на линии с ЭВМ (установка МАСПИК-2). Разработана и изготовлена мониторирующая система спектрометра на базе сцинтилляционных счетчиков, изготовлены и смонтированы 5 модулей пропорциональных камер на 1500 каналов. Исследовано (совместно с ЛВЭ) пространственное распределение магнитного поля анализирующего магнита спектрометра. На выведенных пучках α -частиц и дейтронов синхрофазотрона ЛВЭ произведена наладка и выбраны рабочие режимы детектирующей аппаратуры спектрометра, отлажена аппаратура для измерения времен пролета и амплитудного анализа сигналов со сцинтилляционных счетчиков спектрометра^{/36/}. Выполнены эксперименты по исследованию импульсных спектров вторичных частиц от dd-соударений под углом 140 мрад при импульсе около 9 ГэВ/с. Записано на магнитные ленты более 200 тыс. актов dd-соударений.

2. Обработано 9 тысяч событий пр-взаимодействий в области 2-5 ГэВ в связи

с поиском барионного резонанса с изотопическим спином 5/2 (рис.3). Изучено

Рис.3. Максимум в распределении эффективных масс для комбинаций частиц $(\Delta^{++}\pi^+)$ и $(\Delta^-\pi^-)$ при $M_X = 1,44$ ГэВ указывает на возможное существование барионного резонанса с изотопическим спином $I=5/2$.



инклюзивное образование π^- -мезонов в пр-взаимодействиях при $P_n = 3,83$ ГэВ/с. Определены сечения каналов реакций пр-взаимодействий при $P_n = 1 \div 5$ ГэВ/с^{/37/}.

3. Проведен анализ результатов экспериментов, осуществленных с помощью СКМ-200, наполненной неоном при давлении до 10 атм. Совместно с ЛВЭ выполнены работы по проектированию системы автоматического управления спектрометром ГИБС^{/38/}. Изучены процессы однонуклонной эмиссии в реакциях поглощения π^- -мезонов ядрами ^{152}Sm и ^{164}Dy , а также процесс возбуждения высокоспиновых состояний при поглощении медленных π^- -мезонов ядрами Nd , Pr , Ce , La и Ba ^{/39,40/}.

4. Разработана релятивистская теория многократного дифракционного рассеяния многокварковых систем (частиц, ядер, кварковых сгустков)^{/41/}. Такой подход обобщает нерелятивистскую теорию Глаубера и позволяет учесть релятивистское сжатие взаимодействующих систем (рис. 4)^{/42/}.

С помощью развитого формализма показано, что сечение неупругого взаимодействия двух любых кварковых систем при высоких энергиях зависит лишь от числа содержащихся в них кварков^{/43/}.

РАЗРАБОТКА ПРИКЛАДНЫХ МЕТОДОВ ВЫЧИСЛЕНИЙ

1. Доказаны существование, единственность и непрерывная зависимость от начальных данных решения задачи Коши для нелинейного модифицированного уравнения Кортевега-де Фриза в пространствах Соболева^{/44/}. Разработан метод повышения точности приближенного решения нелинейных краевых задач и сингулярных интегральных уравнений. Метод основан на использовании последовательности различных дискретизаций исходной задачи, отличающихся шагом дискретизации. Предложенный метод использован для решения уравнений типа Чу-Лоу, Лапласа и Пуассона^{/45,46/}.

Разработан универсальный метод оценки эффективности использования по-

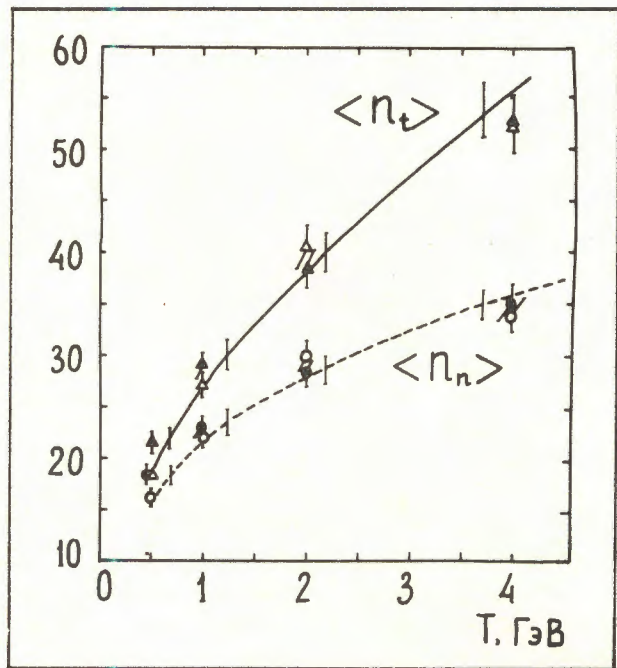


Рис. 4. Среднее число частиц, образующихся при неупругом взаимодействии протонов (сплошная кривая), дейтронов (значки о и Δ) и α -частиц (значки ● и ▲) с ядром ^{238}U . Указаны статистические погрешности расчетов.

Создана математическая модель распространения интенсивных потоков частиц в атмосфере (модель широких атмосферных ливней).

следовательности разностных сеток. Показано, что сходимость предложенного метода выше, чем известных ранее.

Предложен эффективный интегро-разностный метод решения уравнения Лапласа в сложных областях, использующий попеременно интегральную и разностную формулировку задачи^{/47/}. На основе развитых методов созданы пакеты программ для решения нелинейных задач магнитостатики. Построен метод повышения точности квадратурных формул и уточнения регуляризованных решений некорректных задач магнитостатики^{/48/}.

Разработанные методы использованы при численном моделировании некоторых магнитных систем синхрофазотрона ЛВЭ

и сверхпроводящих магнитов типа "оконная рама" /49/.

2. Изучена система связанных нелинейных уравнений Шредингера с некомпактной группой внутренней симметрии $U(p, q)$, описывающих систему из двух "цветных" бозе-газов с точечным взаимодействием. Решена классическая обратная задача для этой системы и показано, что она допускает вложение в квантовую теорию с индефинитной метрикой. Рассмотрено матричное обобщение этой системы на пространственно-временной решетке /50/. Исследована задача двух центров в нелинейной теории Янга-Миллса, моделирующей двухкварковое взаимодействие на "больших" расстояниях.

В приближении самосогласованного поля с помощью ЭВМ изучен класс барионоподобных связанных состояний из большого числа нерелятивистских кварков одинакового "аромата" /51/. Найдены локализованные решения этой системы и значения энергии основного и возбужденного состояний системы.

Вычислен вклад возбуждений парного типа в динамический формфактор солитона для класса моделей конденсированного состояния, описываемых уравнением син-Гордона /52/.

Исследованы динамические свойства и устойчивость неодномерных солитонов в нелинейных моделях классической теории поля /52, 53/. Показано, что типы взаимодействий неодномерных солитонов являются модельно независимыми, по крайней мере для исследованных моделей.

3. Проведено исследование формы гигантских резонансов в рамках квазичастично-фононной модели с целью проверки гипотезы Акселя-Бринка для произвольных E_L -переходов. Разработан и реализован на ЭВМ CDC-6500 численный метод вычисления энергии возбужденных состояний четно-четных деформированных ядер в рамках квазичастично-фононной модели с учетом принципа Паули. Исследованы свойства этой модели /54, 55/.

Выполнены исследования по методам программирования и эффективности использования ЭВМ CDC-6500 /56/.

4. Выполнены исследования методов повышения точности численного решения задач на собственные значения для систем интегрированных дифференциальных уравнений

в квантовомеханической проблеме трех тел. Достигнуто повышение точности разностных решений с помощью метода их экстраполяции на сгущающихся сетках /57/.

Результаты исследований успешно использованы при численном решении некоторых задач теории твердого тела, нелинейной теории поля и квантовой механики /58/.

АСУ ОИЯИ

Разработана система программ бухгалтерского учета на ЭВМ CDC-6500.

Выполнены работы по развитию системы программ учета материалов и основных средств на ЭВМ ЕС-1040 и адаптации этой системы на ЭВМ ЕС-1060.

Выполнены работы по дальнейшему развитию информационной системы ИСК на ЭВМ БЭСМ-6 применительно к задачам кадрового учета и учета изобретений в ОИЯИ /59/.

НАУЧНО-ПРИКЛАДНЫЕ РАБОТЫ

1. Разработана принципиальная схема управления сканирующим автоматом АЭЛИТА-ЕВА и исследована возможность включения в автомат ХЕВАС, созданный в ИФВЭ АН ГДР, узла автомата на электронно-лучевой трубке. Разработан программный комплекс для обработки фотозображений в прикладных задачах /60/.

2. Созданы пакеты программ для проектирования печатных схем в режиме диалога на ЭВМ CDC-6500. Разработан и реализован новый алгоритм сортировки цепей печатных схем на основе построения кратчайшего связующего дерева. Исследована математическая модель процесса управления генераторами изображений при формировании масок интегральных схем. Создан пакет программ редактирования морфологии печатных схем с использованием виртуальной памяти /61/.

Выполнен большой объем работ по внедрению в научно-исследовательских организациях стран-участниц ОИЯИ работ ЛВТА в области системного математического обеспечения ЭВМ, создания программ обработки экспериментальных данных и пакетов прикладных программ.

ЛИТЕРАТУРА *

1. Говорун Н.Н. ОИЯИ, Д10,11-81-622, Дубна, 1981, с. 13.
2. Говорун Н.Н. и др. ОИЯИ, Д10,11-81-622, Дубна, 1981, с. 70.
3. Галактионов В.В., Мазепа Е.Ю. ОИЯИ, P11-81-168, Дубна, 1981.
4. Kadantsev S.G. et al. Third Hungarian Computer Science Conference, SZANKI, Budapest, 1981.
5. Аниховский В.Е. и др. ОИЯИ, 11-81-850; 11-81-853, Дубна, 1981.
6. Шелонцев И.И., Ширикова Н.Ю. ОИЯИ, 11-81-488, Дубна, 1981.
7. Ростовцев В.А. ОИЯИ, P11-81-751, Дубна, 1981.
8. Каданцев С.Г., Ростовцев В.А. ОИЯИ, P11-81-752, Дубна, 1981.
9. Гердт В.П., Жарков А.Ю. ТМФ, 1981, 48, №3, с. 346; ОИЯИ, P2-81-435, Дубна, 1981.
10. Авдеев Л.В., Тарасов О.В. ОИЯИ, P2-81-777, Дубна, 1981.
11. Бобылева Л.В. и др. ОИЯИ, P11-81-796, Дубна, 1981.
12. Лайх Х. и др. В кн.: Автоматизация научных исследований на основе применения ЭВМ. Изд-во ИАЭ СО АН СССР, Новосибирск, 1981, с. 43; JINR, E11-81-296, Dubna, 1981.
13. Leich H., Levchanovsky F. JINR, E11-81-297, Dubna, 1981.
14. Карлов А.А. ОИЯИ, Д10,11-81-622, Дубна, 1981, с. 52.
15. Левчановский Ф.В. ОИЯИ, 11-81-497, Дубна, 1981.
16. Карлов А.А., Кирилов А.С. ОИЯИ, P11-81-694, Дубна, 1981.
17. Нэргуй Б. ОИЯИ, 10-81-450, Дубна, 1981.
18. Говорун Н.Н. и др. ОИЯИ, 10-81-389, Дубна, 1981.
19. Волков А.Д. и др. ОИЯИ, 10-81-390, Дубна, 1981.
20. Карлов А.А., Сенченко В.А. ОИЯИ, 10-81-340; 10-81-334, Дубна, 1981.
21. Сенченко В.А. ОИЯИ, 11-81-581, Дубна, 1981.
22. Баранчук М.К. и др. ОИЯИ, P10-81-83; P10-81-373, Дубна, 1981.
23. Шкунденков В.Н. В кн.: Тезисы докладов I Всесоюзной конференции АСОИЗ-81. "Наука", М., 1981, с. 149.
24. Аверин С.А. и др. В кн.: Тезисы докладов I Всесоюзной конференции АСОИЗ-81. "Наука", М., 1981, с. 106.
25. Архипов В.В. и др. ОИЯИ, P1-81-504, Дубна, 1981.
26. Алеев А.Н. и др. ОИЯИ, 1-81-67; P1-81-165; P1-81-693, Дубна, 1981.
27. Иванченко И.М. ОИЯИ, Д10,11-81-622, Дубна, 1981, с. 151.
28. Muller G. et al. In: X International Symposium on Nuclear Electronics, Proceedings, Dresden, 1981, v. 1, p. 214.
29. Бутцева Г.Л. и др. ОИЯИ, P10-81-56; P10-81-58, Дубна, 1981.
30. Алексеева Н.П. и др. ОИЯИ, 10-81-483, Дубна, 1981.
31. Двуреченский А. и др. ОИЯИ, 5-81-362, Дубна, 1981.
32. Говорун Н.Н. и др. ОИЯИ, P10-81-315, Дубна, 1981.
33. Иванов В.Г. ОИЯИ, Д10,11-81-622, Дубна, 1981, с. 141.
34. Стриж Т.А. ОИЯИ, P10-81-360; P10-81-361, Дубна, 1981.
35. Ву Суан Минь. ОИЯИ, 5-81-266; 5-81-267, Дубна, 1981.
36. Ажгирей Л.С. и др. В кн.: Материалы Международного симпозиума по ядерной электронике, Дрезден. 1981, т. 1, с. 287.
37. Абдывалиев А. и др. ОИЯИ, P1-81-437; P1-81-126, Дубна, 1981.
38. Глаголева Н.С. и др. ПТЭ, 1981, 3, с. 227.
39. Butsev V.S. JINR, E1-81-270; E15-81-273, Dubna, 1981.
40. Бутцев В.С. ОИЯИ, Д10,11-81-622, Дубна, 1981, с. 159; JINR, E15-81-273, Dubna, 1981.
41. Амелин Н.С. и др. ОИЯИ, P2-81-615; P2-81-709, P2-81-710, Дубна, 1981; ЭЧАЯ, 1981, 13, №1, с. 130.
42. Барашенков В.С. и др. ОИЯИ, P2-81-202, Дубна, 1981.
43. Барашенков В.С. ОИЯИ, P2-81-364, Дубна, 1981.
44. Жидков Е.П., Кирчев К.П. ОИЯИ, P5-81-130, Дубна, 1981.
45. Жидков Е.П. и др. ЖВМиМФ, 1981, 21, №4, с. 962; ОИЯИ, 11-81-398; 5-81-783; 5-81-820, Дубна, 1981.
46. Жидков Е.П. ОИЯИ, Д10,11-81-622, Дубна, 1981, с. 86.
47. Хоромский Б.Н. ОИЯИ, 11-81-823, Дубна, 1981.
48. Жидков Е.П. и др. ОИЯИ, 5-81-595; 5-81-596; P9-81-12, Дубна, 1981.
49. Воеводин М.А. и др. ОИЯИ, P9-81-354, Дубна, 1981.
50. Makhankov V.G., Pashaev O.K. JINR, E2-81-70; E2-81-264; E2-81-540, Dubna, 1981.
51. Боголюбский И.Л., Боголюбская А.А. ОИЯИ, P2-81-553, Дубна, 1981.
52. Makhankov V.G. et al. Physica, 1981, 3D, No. 1-2, p. 344; Comp.Phys.Comm., 1981, 23, p. 223.
53. Маханьков В.Г., Швачка А.Б. ОИЯИ, Д10,11-81-622, Дубна, 1981, с. 94; Physica, 1981, 3D, No. 1-2, p. 396.
54. Малов Л.А. и др. ОИЯИ, Д10,11-81-622, Дубна, 1981, с. 114.
55. Соловьев В.Г., Ширикова Н.Ю. ОИЯИ, P4-81-148, Дубна, 1981.
56. Корнейчук А.А. В сб.: Современные методы и средства программирования. Московский Дом научно-технической пропаганды, М., 1981, с. 98.
57. Пузынин И.В. ОИЯИ, Д10,11-81-622, Дубна, 1981, с. 103.
58. Баатар Д. и др. ОИЯИ, P11-81-252; 11-81-350, Дубна, 1981.
59. Говорун Н.Н. и др. ОИЯИ, 10-81-353, Дубна, 1981.
60. Поле Р., Шкунденков В.Н. В кн.: Тезисы докладов I Всесоюзной конференции АСОИЗ-81. "Наука", М., 1981, с. 141.
61. Коженкова З.И. ОИЯИ, 10-81-392, Дубна, 1981.

* Цитируются избранные работы.

ОТДЕЛ НОВЫХ МЕТОДОВ УСКОРЕНИЯ

Основные усилия коллектива Отдела новых методов ускорения были направлены на реализацию проекта по созданию КУТИ-20 (коллективного ускорителя тяжелых ионов на энергию 20 МэВ/нуклон) и продолжение исследований прототипа КУТИ, а также на разработку дрейфовой камеры для нейтринного детектора и исследования, связанные с проектом УНК.

ИССЛЕДОВАНИЯ НА КОЛЛЕКТИВНОМ УСКОРИТЕЛЕ ТЯЖЕЛЫХ ИОНОВ

Для коллективного ускорителя очень важным является абсолютная градуировка используемых измерительных приборов, основанных на различных диагностических методах. В частности, на прототипе КУТИ используются приборы, измеряющие плотность интенсивности синхротронного излучения в различных спектральных областях. Если полная спектральная интенсивность описывается хорошо известными формулами и пропорциональна числу электронов N_e в кольце, то плотность спектральной интенсивности зависит еще и от характеристик аксиальных бетатронных колебаний электронов в кольце (частоты ν и среднеквадратичной амплитуды \bar{a}_z). Последнее связано с тем, что бетатронные колебания приводят к заметному увеличению ширины углового распределения синхротронного излучения. Особенно сильно это проявляется в электронных кольцах, почти скомпенсированных по заряду за счет захваченных ионов.

Приближенно полуширина углового распределения синхротронного излучения θ на полувисоте интенсивности в коротковолновой части спектра ($\frac{2\pi r}{3\lambda\gamma^3} \gg 1$) описывается в этом случае следующей формулой:

$$\theta^2 = \frac{\bar{a}_z^2}{r^2} \pi + \frac{r_e N_e f \xi}{4\pi \Gamma \gamma} + \frac{\lambda \gamma}{4\pi \Gamma},$$

где r - радиус кольца, n - показатель спада внешнего магнитного поля, γ - релятивистский фактор электронов, $f \leq 1$ - фактор нейтрализации кольца ионами, $1 \leq \xi \leq 3$ - коэффициент, зависящий от распределения ионов по сечению электронного кольца, λ - длина волны синхротронного света, r_e - классический радиус электрона.

Измерение углового распределения проводилось с помощью фотопластинок изопоакрома, нормальная граница области чувствительности которых приходилась на длину волны $\lambda \approx 0,65$ мкм. Фотопластинки фотометрировались, и строились кривые почернения по ослабителям, после чего производилось их преобразование в кривые распределения интенсивности по ширине изображения и определялась полуширина распределения $\delta = L\theta$ ($L = 0,9$ м). Измерения проводились в диапазоне длин волн $\lambda = 0,4 \div 0,65$ мкм с интерференционными фильтрами, выделяющими полосу $\Delta\lambda = 0,01$ мкм. Радиус кольца в сжатом состоянии $r = 35$ мм. Расчетное значение $\gamma = 37$. Условие коротковолновости хорошо выполнялось.

Относительное мониторование числа электронов проводилось по величине сигнала γ -излучения U_γ при разжатии кольца. На рис. 1 приведена экспериментальная зависимость δ от U_γ . На этом же рисунке сплошными линиями показаны зависимости δ от N_e (нижняя шкала оси абсцисс), рассчитанные для двух моделей сжатия кольца. В первой (кривая "А") не учитывалось уменьшение сечения электронного кольца, обусловленное ионной фокусировкой. Начальные размеры кольца $a_{r_0} = a_{z_0} = 1,7$ мм. Кривая "Б" получена с учетом pinchвания электронов при накоплении ионов, $a_{r_0} = a_{z_0} = 1,5$ мм. Кривая "Б" с 10%-ной точностью совпадает с кривой, полученной по приведенной выше приближенной формуле при $f \xi = 1$. Хорошее согласие экспериментальных и теорети-

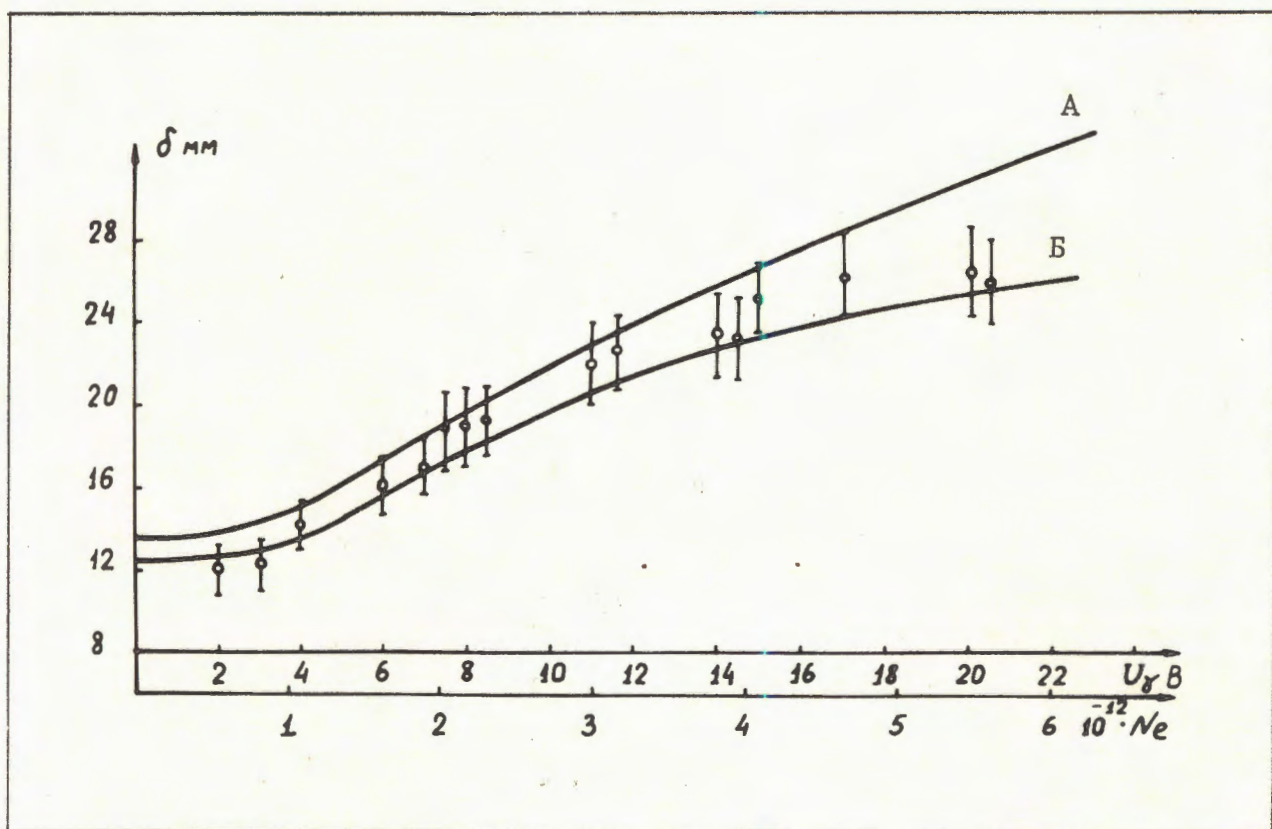


Рис. 1. Зависимость полуширины распределения интенсивности излучения δ от величины сигнала γ -излучения U_γ и числа электронов N_e : А - теоретическая зависимость, не учитывающая влияния на электроны ионной фокусировки, Б - теоретическая зависимость, учитывающая пинчевание электронов при накоплении ионов.

ческих данных было достигнуто при $N_e = 2,7 \cdot 10^{11} U_\gamma(B)$.

При $U_\gamma = 2B$ ($N_e \approx 5 \cdot 10^{11}$) экспериментально исследована зависимость δ от λ в диапазоне $\lambda = 0,4 \div 0,69$ мкм. При $U_\gamma = 8B$ ($N_e \approx 2 \cdot 10^{12}$) исследована зависимость δ от давления остаточного газа P в диапазоне $1 \div 5 \cdot 10^{-7}$ Тор. В соответствии с расчетами величина δ в пределах ошибок не зависит от λ и $P^{1/2}$.

Эта работа дает возможность определить градуировочные кривые для зависимости плотности спектральной интенсивности от числа электронов в кольце.

Разработана также методика измерения релятивистского фактора γ по отношению плотности спектрального излучения в двух диапазонах коротковолновой части спектра^{/2/}. Измеренное значение γ составило 36 ± 1 . По измеренной плотности спектрального излучения с учетом расширения углового распределения за счет бетатронных колебаний по известным фор-

мулам проведено также сопоставление шкал U_γ и N_e . Было установлено, что $N_e = (3,2 \pm 1,3) \cdot 10^{11} U_\gamma(B)^{2/3}$. Это хорошо согласуется с результатами измерений по ширине углового распределения.

РАБОТЫ, СВЯЗАННЫЕ С СОЗДАНИЕМ КУТИ-20

Для ускорителя электронов СИЛУНД-20 создан источник электронов, проработавший на частоте 50 Гц без смены вольфрамового катода 500 часов при токе $500 \div 1000$ А. Стабильность тока за время работы не ухудшалась^{/3/}.

В разрядной трубке источника с помощью натекателя формируется перепад давления с 10^{-2} до 10^{-3} Тор от катода к аноду. Расстояние между катодом и анодом 80 см. При подаче на катод импульса напряжения определенной амплитуды и длительности происходит эмиссия электронов с катода и образование прикатодной плазмы, концентрация которой возрастает в течение импульса тока. Когда плотность прикатодной плазмы достигнет величины $\sim 10^{13} \text{ см}^{-3}$, напряжение оказывается приложенным не к катоду, а к границе расширяющегося "облака" плазмы. С этой границы и происходит эмис-

сия. Время достижения плазмой необходимой концентрации зависит от давления остаточного газа в области катода. При повышении давления это время уменьшается. При включении индукторов ускоряющей секции напряжение сосредоточивается в узком слое, который делит плазменный шнур на две области: анодную, имеющую потенциал анода, и катодную, находящуюся под потенциалом катода. Слой представляет собой область с пониженной концентрацией плазмы. Такая область появляется в месте возникновения магнитной "пробки", создаваемой фокусирующими катушками в районе анода. В этом слое происходит формирование электронного пучка.

Для предварительной ионизации газа в разрядном промежутке не требуется отдельный генератор, а достаточно положительного предимпульса напряжения модулятора. Исследования показали, что величина катодного тока зависит от напряжения модулятора и давления в разрядной трубке. Давление измерялось в

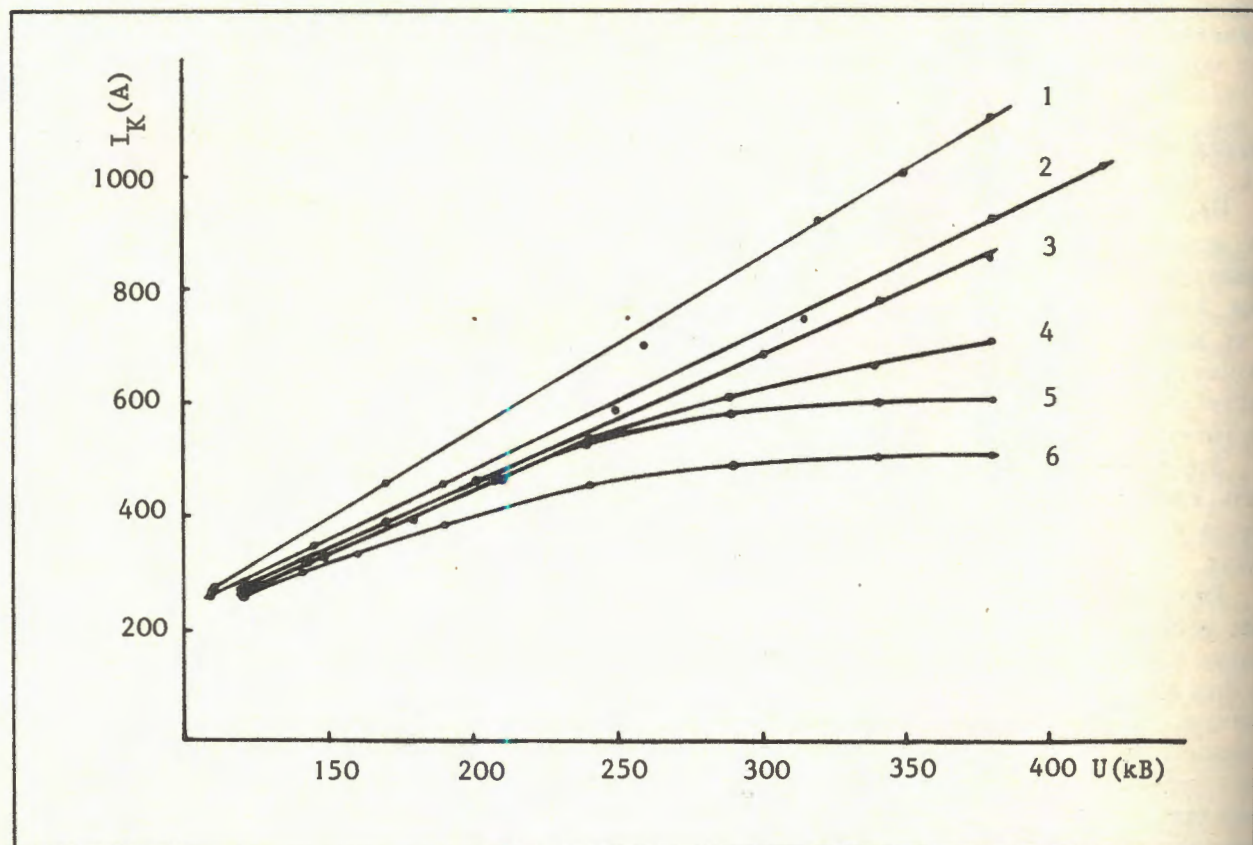
районе анода. На *рис. 2* приведены вольт-амперные характеристики источника при различных давлениях в разрядной трубке. При давлении $8 \cdot 10^{-4}$ Тор и выше недостаточно максимального напряжения модулятора для полного отбора тока.

Коэффициент (K) прохождения тока за анод зависит как от величины магнитного поля внутри источника (*рис. 3а*), так и от величины задержки между предимпульсом и самим импульсом напряжения (*рис. 3б*). Задержка должна быть достаточной, чтобы плазма успела заполнить разрядную трубку. Видно, что существует широкая область значений магнитного поля, для которых коэффициент прохождения близок к единице. Скорость распространения плазмы, определенная по графику *рис. 3б*, составляет приблизительно 10^8 см/с.

Нестабильность тока катода и проходящего тока по амплитуде не превышает 1%, что примерно соответствует нестабильности импульса напряжения модулятора.

Пучок электронов с током ~ 500 А и энергией ~ 350 кВ транспортировался в однородном магнитном поле на расстоянии 2,5 м и попадал на датчик, 29 коллекторов которого располагались кресто-

Рис. 2. Вольтамперные характеристики источника электронов при различных давлениях в разрядной трубке: 1 - $2 \cdot 10^{-3}$ Тор; 2 - 10^{-3} Тор; 3 - $8 \cdot 10^{-4}$ Тор; 4 - $6 \cdot 10^{-4}$ Тор; 5 - $5 \cdot 10^{-4}$ Тор; 6 - $4 \cdot 10^{-4}$ Тор.



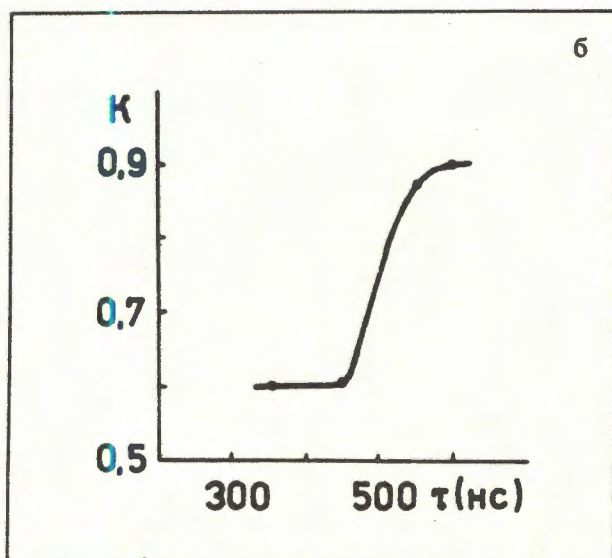
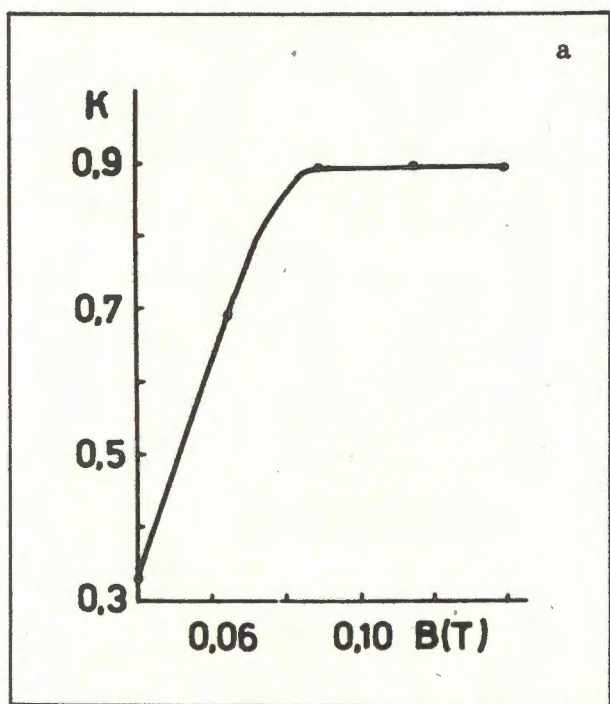
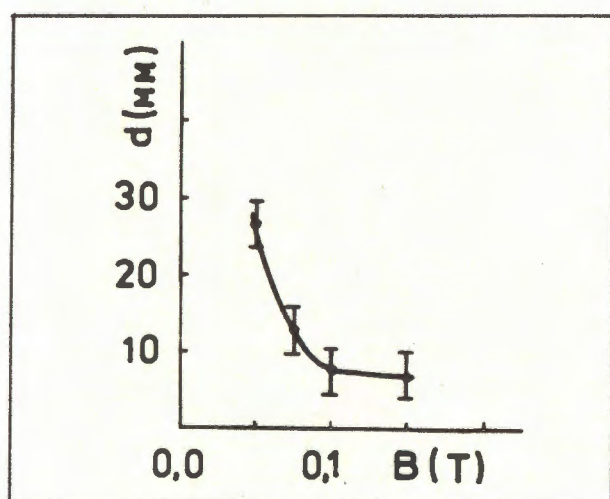


Рис. 3. Зависимость коэффициента K прохождения тока за анод: а - от магнитного поля внутри источника; б - от времени задержки между предимпульсом и основным импульсом напряжения.

образно. Диаметр каждого коллектора 1 мм, расстояние между коллекторами 4 мм. В измерениях использовалась ЭВМ МЭРА-60, обеспечивающая с помощью специальной программы управление измерениями и их математическую обработку непосредственно в ходе эксперимента.

С помощью датчиков измерялся проходящий ток и распределение плотности тока пучка по сечению. Зависимость диаметра пучка в конце соленоида, измеренного на половине высоты профиля, от ве-

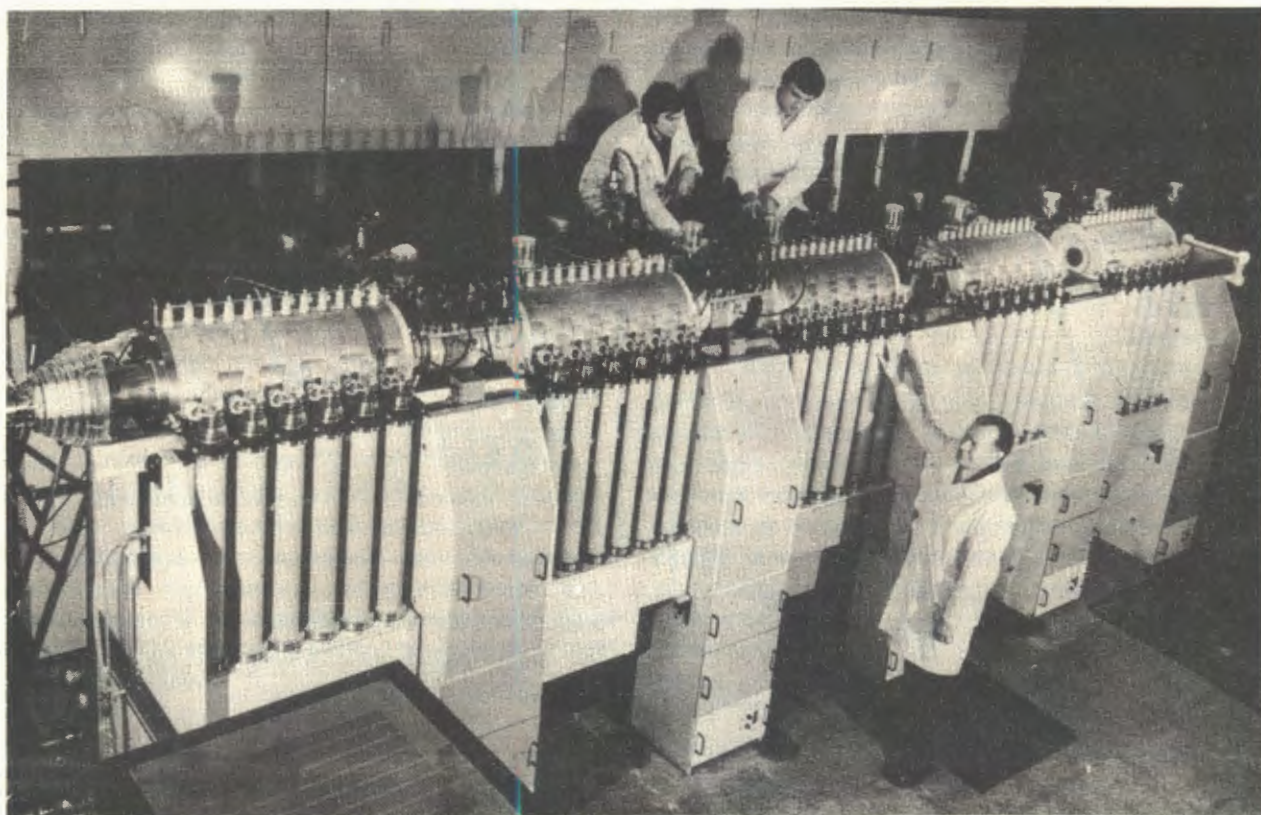
Рис. 4. Зависимость диаметра пучка на выходе фокусирующего соленоида от поля в соленоиде.



личины фокусирующего магнитного поля приведена на рис. 4. Положение центра тяжести не менялось от импульса к импульсу и при изменении параметров. При выходе из магнитного поля диаметр пучка увеличивался, а центр тяжести сохранял свое положение. Экспериментальное исследование расплывания пучка показало, что он практически незамагничен и расплывание в основном определяется действием пространственного заряда. Методом щелевого диафрагмирования (ширина щели 2 мм) был измерен эмиттанс пучка. Величина эмиттанса оказалась (100 ± 30) мрад см.

Проведенные исследования показали, что по своим параметрам пучок электронов, получаемый из данного источника, является приемлемым для ускорителя СИЛУНД-20^{/3/}.

Для диагностики электронного пучка СИЛУНД-20 разработаны индукционные датчики координат центра тяжести пучка. Датчик представляет собой ферритовое кольцо с четырьмя обмотками, заключенное в металлический экран. Сигналы с обмоток поступают на электронные блоки в стандарте КАМАК и далее в ЭВМ, где производится вычисление координат центра тяжести и заряда пучка. Стендовые испытания на линии с ЭВМ по измерению характеристик датчиков показали: координатное разрешение в круге с радиусом 3 см не хуже 1 мм, точность измерения



Линейный ускоритель электронов СИЛУНД-20, способный работать с повышенной частотой циклов.

заряда не хуже 0,5%, фронты нарастания и спада не более 3 нс.

В течение 1981 года разработана техническая документация, проведено изготовление и монтаж одного из основных элементов КУТИ-20 - электронного ускорителя инжектора СИЛУНД-20. Проведен его пробный физический пуск и получен ток 350 А с частотой следования импульсов 50 Гц.

РАБОТЫ, СВЯЗАННЫЕ С СОЗДАНИЕМ УНК

Для проектирования ускорительно-накопительного комплекса (УНК) в Протвино существенный практический интерес представляют исходные данные, на основе которых можно сделать выводы о возможностях и ограничениях применения двухфазного гелия для криостатирования сверхпроводящих магнитов. Этими исходными данными служат, в частности, показатели гидродинамической неустойчивости потока, гидродинамические ха-

рактеристики каналов в адиабатных условиях и при подводе тепла, информация о режимах течения двухфазного гелия, характеристики тепловых режимов сверхпроводящих обмоток магнитов. При этом наиболее интересными являются результаты исследования систем с горизонтальными каналами, которые в наибольшей степени характерны для сверхпроводящих ускорителей.

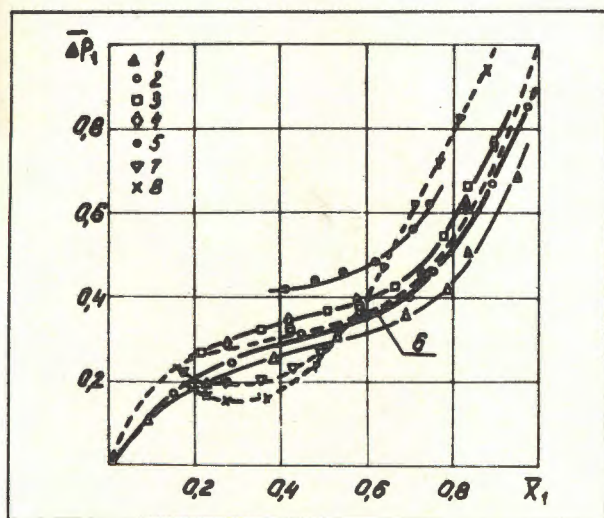
Препятствием к применению двухфазного гелия для криостатирования магнитов УНК может быть статическая неустойчивость двухфазного потока, характеризующаяся колебаниями малой частоты расхода гелия в равномерно обогреваемом канале. Эта неустойчивость связана с неоднозначностью гидродинамической характеристики канала. Были получены критерии условий существования такой неустойчивости^{4/}. На основе этих критериев показано, что для гелия неоднозначность гидродинамических характеристик каналов не реализуется в самых жестких условиях. Для азота неоднозначность гидродинамических характеристик парогенерирующих каналов возможна. Теоретические выводы подтверждены экспериментально^{5/}. Эти результаты являются важными для создания криогенной системы УНК, как гелиевой, так и азотной.

Экспериментальные исследования горизонтальных каналов показали также, что их гидродинамические характеристики существенно отличаются от таковых для вертикальных и змеевиковых каналов как в качественном, так и в количественном отношении. Это, например, хорошо иллюстрирует рис. 5^{15/}, где сплошные кривые относятся к горизонтальным каналам, а пунктирные - к вертикальным. Полученные экспериментальные данные могут использоваться для оценок гидравлических сопротивлений протяженных систем при криостатировании двухфазным гелием.

Проведенные эксперименты позволили проанализировать довольно важную информацию о режимах течения двухфазного гелия в горизонтальных каналах. С помощью полученных фотографий удалось выявить расслоенные, волновые, снарядные и пузырьковые режимы течения гелия^{16/}. Сравнение этих результатов с известными картами режимов течения для горизонтальных каналов и других теплоносителей показало, что в первом приближении для практических оценок применительно к гелию может использоваться диаграмма Т.Мандхейма, составленная для водовоздушной смеси (рис. 6).

Проведен теоретический анализ влияния возможного расслоения двухфазного

Рис. 5. Зависимость относительного перепада давления Δp_1 от массового паросодержания \bar{x}_1 при массовой скорости 120 кг/м².с, давления $1,3 \cdot 10^5$ Па и различных тепловых нагрузках q . Сплошные кривые - для горизонтальных каналов (1 - $q = 0$; 2 - $q = 360$ Вт/м²; 3 - $q = 720$ Вт/м²; 4 - $q = 1080$ Вт/м²; 5 - $q = 1790$ Вт/м²). Пунктирные кривые - для вертикальных каналов (6 - $q = 0$; 7 - $q = 1000$ Вт/м²; 8 - $q = 2000$ Вт/м²).



потока гелия применительно к модели сверхпроводящей обмотки дипольного магнита УНК. Этот анализ показал, что при определенных расходах криоагента расслоенные режимы течения не будут накладывать ограничений (в пределах принятых допущений) на возможность криостатирования сверхпроводящих магнитов УНК двухфазным гелием.

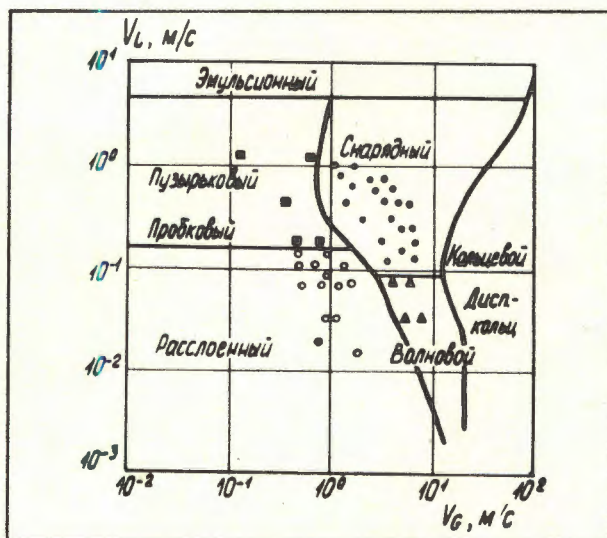
На основе проведенного цикла исследований может быть решен ряд важных вопросов, которые связаны с созданием систем типа УНК, криостатируемых непосредственно двухфазным потоком гелия.

РАЗВИТИЕ МЕТОДИКИ ЭКСПЕРИМЕНТА

Разработка нейтринного детектора

В рамках разработок и исследований, направленных на создание дрейфовых камер для установки "Нейтринный детектор", были проведены детальные исследования панельной конструкции дрейфовой камеры размером $3 \times 1,5$ м², выполненной по схеме ИФВЭ^{17/}, но с уменьшенной длиной дрейфового промежутка (10 см вместо 25 см). При чувствительности регистрирующей электроники 10^{-14} кулона² эффективная работа камеры достигается при использовании аргон-изобутановых сме-

Рис. 6. Карта режимов течения по горизонтальным каналам. Сплошные кривые изображают карту режимов водовоздушной смеси Т.Мандхейма. Значками нанесены экспериментальные данные для двухфазного гелия (V_L - приведенная скорость жидкости, V_G - приведенная скорость пара).



сей со скоростью продува не менее 20 литров в час. С целью проверки возможности использования панелей, производимых в СССР, для изготовления дрейфовых камер по той же схеме, работающих на аргон-углекислотных смесях, был изготовлен полномасштабный макет дрейфовой камеры размером $4 \times 2 \text{ м}^2$ с длиной дрейфового промежутка 6 см.

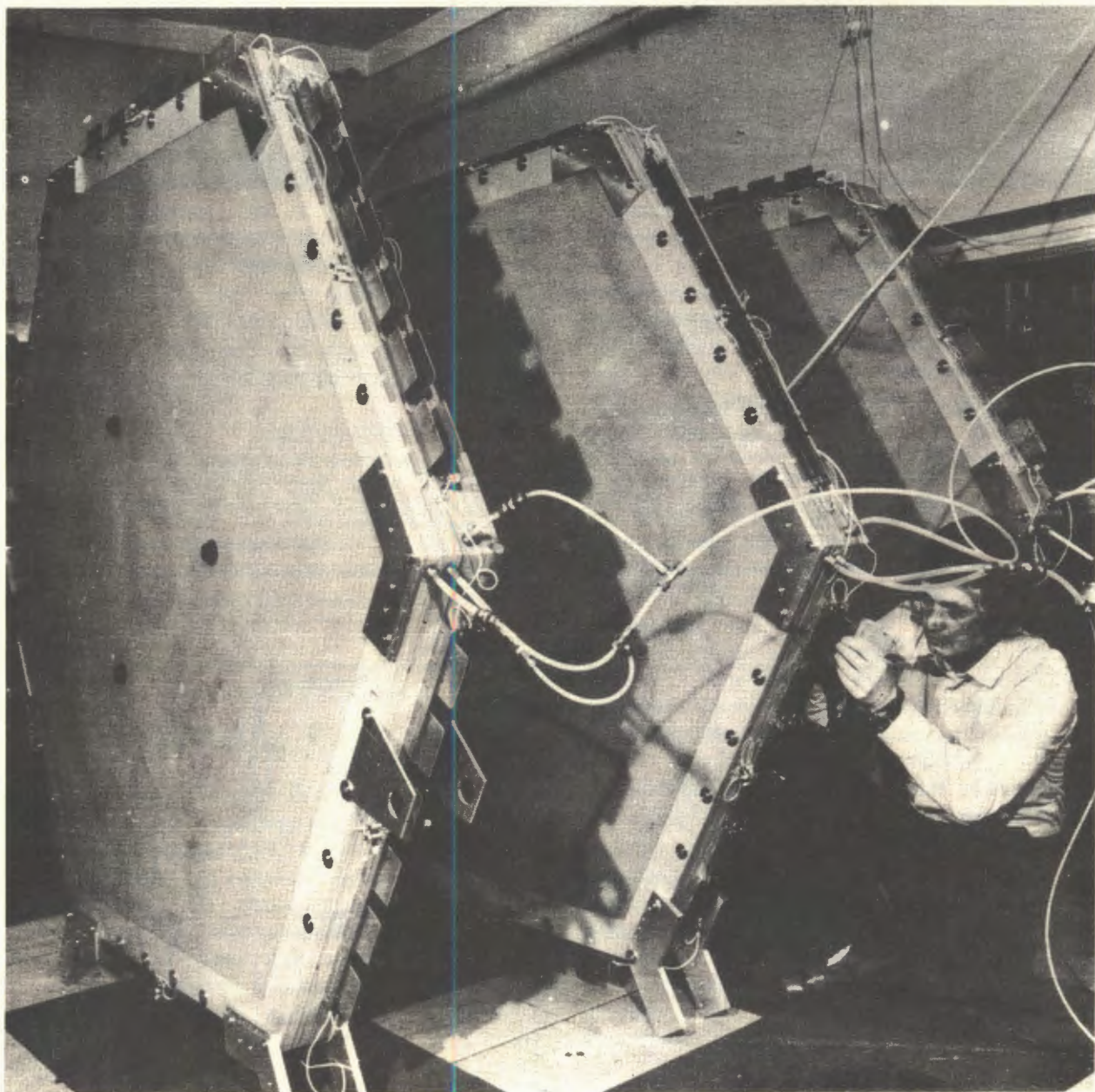
Разработаны и изготовлены регистрирующая электроника (усилитель-формирователь) на одну дрейфовую камеру и

блоки считывания информации. Разработана низковольтная система питания регистрирующей электроники.

Пропорциональные камеры

1. Гексагональные пропорциональные камеры. Разработаны и изготовлены 3 блока гексагональных камер для эксперимента NA-4. Каждый блок состоит из трех плоскостей x , y , z . Все три блока установлены в перед-

Гексагональные пропорциональные камеры, предназначенные для совместного ОИЯИ-ЦЕРН мюонного эксперимента.



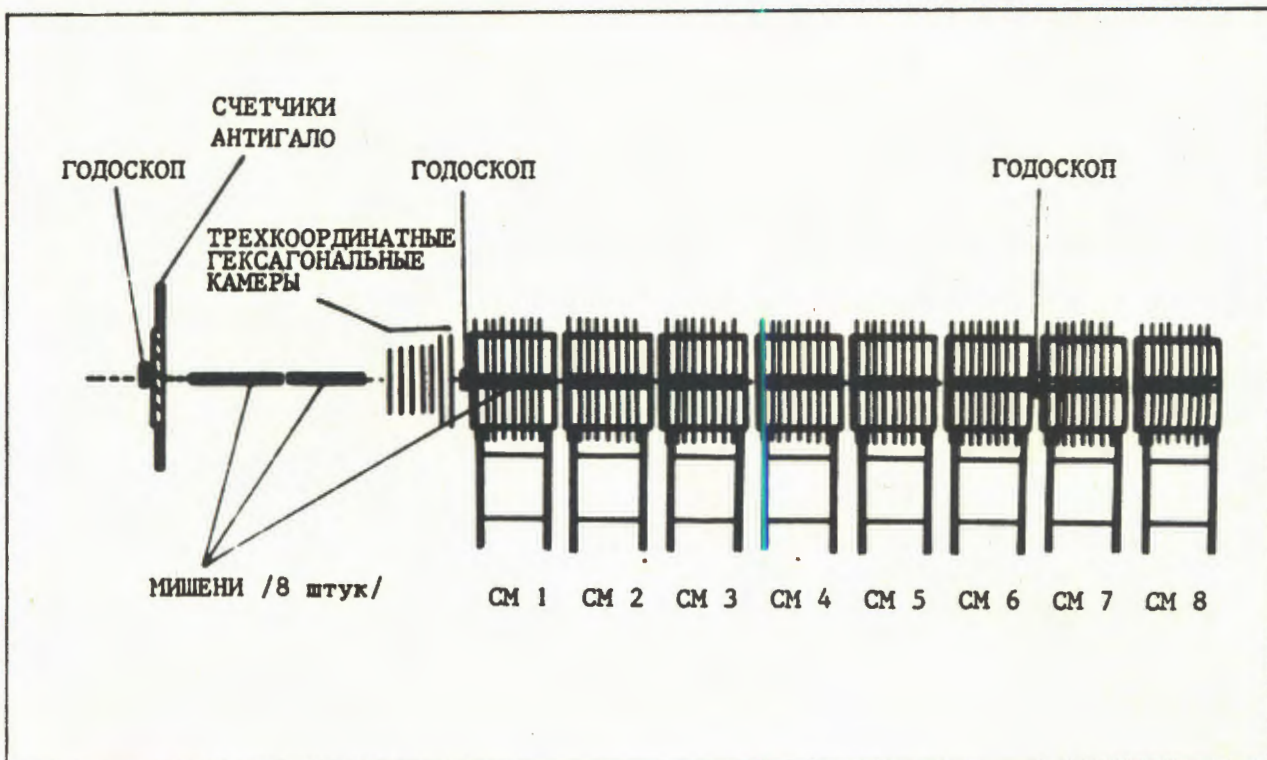


Рис. 7. Схема экспериментальной установки NA-4 - вид сверху (СМ - супермодуль).

ней части мюонного спектрометра на пучке в ЦЕРНе и позволяют расширить область исследований в сторону малых Q^2 .

2. Пропорциональные камеры с катодами из алюминиевой фольги. Отличительной особенностью пропорциональных камер с катодами из натянутой алюминиевой фольги является малое количество вещества на пути частиц (толщина катода 14 мкм) и, соответственно, малое искажающее влияние вещества камеры на траектории частиц. Это обстоятельство определяет существенное преимущество применения таких камер во многих прецизионных экспериментах и оказывается особенно полезным для использования в опытах с ускоренными ядрами.

Изготовлением серии таких камер размером $1 \times 1,5 \text{ м}^2$ в ОНМУ завершена программа создания координатных детекторов для модернизации установки СИГМА, используемой в экспериментах на ускорителе в Протвино.

Разработаны и изготовлены два типа пучковых пропорциональных камер с шагом сигнальных плоскостей 1 и 2 мм. Блоки камер, составленных из 3-х и более

плоскостей, могут с высокой эффективностью регистрировать заряженные частицы в пучках высокой интенсивности.

3. Регистрирующая электроника для пропорциональных камер. Разработан комплекс электронной аппаратуры для регистрации информации с пропорциональных камер больших экспериментальных установок. Этот комплекс включает в себя: электронику регистрации ^{/8/}, автоматизированный стенд настройки регистрирующей электроники ^{/9/}, электронику считывания ^{/10/}. Проведенные разработки позволяют создавать в короткие сроки электронную аппаратуру для больших физических установок.

РЕКОНСТРУКЦИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ УСТАНОВКИ NA-4 В ЦЕРНе

С целью существенного повышения точности измерения дифференциальных сечений мюон-нуклонного рассеяния и расширения кинематической области измерений в сторону малых переданных им-

пульсов в 1981 году сотрудники Отдела новых методов ускорения приняли участие в реконструкции экспериментальной установки NA-4 (рис. 7).

Программа реконструкции включала в себя:

- полное переоборудование передней части спектрометра;
- установку и запуск водородно-дейтериевой мишени (полный объем 700 л);
- разработку, изготовление и монтаж новых сцинтилляционных счетчиков (160 счетчиков с общей площадью сцинтиллятора около 50 м²);
- разработку и изготовление новых трех координатных гексагональных пропорциональных камер для работы в условиях большой интенсивности (число каналов около 10 тысяч);

- полную замену системы кабельных соединений и ее юстировку с точностью не хуже ± 1 нс;

- введение новой логики первого уровня запуска (по сигналам от сцинтилляционных счетчиков) и создание новой электронной аппаратуры;

- введение новой логики второго уровня по сигналам от пропорциональных камер (система МОР) и связанную с этим модернизацию всей электроники пропорциональных камер (65 тыс.каналов);

- создание высокоэффективной системы "пучек-гало";

- практически полное переоборудование измерительного центра установки;

- разработку нового математического обеспечения для работы на линии.

ЛИТЕРАТУРА *

1. Казаринов Н.Ю. и др. ОИЯИ, Р9-81-428, Дубна, 1981.
2. Сумбаев А.П. и др. ОИЯИ, Р9-81-427, Дубна, 1981.
3. Долбилов Г.В. и др. ОИЯИ, Р9-81-842, Дубна, 1981.
4. Агеев А.И. и др. ОИЯИ, 8-81-254, Дубна, 1981.

5. Мамедов И.С. и др. ОИЯИ, Р8-81-770, Дубна, 1981.
6. Мамедов И.С., Филиппов Ю.П. ОИЯИ, Р9-81-40, Дубна, 1981.
7. Божко Н.И. и др. ИФВЭ, ОИФ 78-22, Протвино, 1978.
8. Голутвин И.А. и др. ОИЯИ, 9-81-674, Дубна, 1981.
9. Глейбман Э.М. и др. ОИЯИ, Р10-81-458, Дубна, 1981.
10. Беспалова Т.В. и др. ОИЯИ, 10-81-412, Дубна, 1981.

* Цитируются избранные работы.

ОТДЕЛ РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ И РАДИАЦИОННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

1. Выполнен дозиметрический контроль радиационной обстановки:

- на импульсном реакторе ИБР-30 в бустерном и реакторном режимах,
- на импульсном реакторе ИБР-2 в начальной стадии второго этапа энергетического пуска,
- на синхрофазотроне в режимах ускорения и вывода протонов, альфа-частиц и ядер углерода,
- на циклотронах У-200, У-300 и У-400 в режимах ускорения тяжелых ионов,
- на микротроне МТ-22,
- на электростатическом генераторе ЭГ-5,
- при производстве монтажных и наладочных работ, связанных с сооружением установки "Ф",
- при производстве работ с радиоактивными веществами и другими источниками ионизирующих излучений.

Результаты контроля показали, что уровни излучений на рабочих местах сотрудников не превышали установленных величин.

К концу 1981 года на индивидуальном дозиметрическом контроле в ОИЯИ состояло 2320 человек. В течение 1981 года не было зарегистрировано ни одного случая превышения установленных в ОИЯИ для каждого подразделения контрольных уровней годовых доз внешнего излучения. У подавляющей части персонала доза облучения за год составила величину менее 1,5 бэр.

Данные контроля доз на границах радиационных зон вокруг ядерно-физических установок показали, что облучение персонала, не охваченного индивидуальным дозиметрическим контролем, и населения не превышает установленных пределов доз.

Контроль радиоактивности окружающей среды показал, что среднегодовые концентрации радиоактивных веществ в

воздухе рабочих помещений и сбрасываемых водах не превышают допустимых величин. Фон гамма-излучения и заряженных частиц в районе наблюдаемой зоны Института такой же, как и в районах, не имеющих ядерно-физических установок.

С целью повышения оперативности наблюдения за уровнями ионизирующих излучений подготовлена аппаратура автоматизированной системы радиационного контроля в объеме пускового минимума установки "Ф".

Аттестована установка для поверки приборов дозиметрического контроля ИБР-2, увеличено количество и перечень приборов, подлежащих госповерке, проведена метрологическая ревизия средств дозиметрических измерений.

2. В области радиационных исследований начато изучение радиационной обстановки при взаимодействии ядер, ускоренных на синхрофазотроне ЛВЭ и циклотроне У-400, с мишенями.

Результаты выполненных ранее экспериментальных и расчетных исследований адронных каскадов, инициируемых протонами в мишени и в защите, аппроксимированы^{1/} простыми формулами для оценки радиационной обстановки и защиты ускорителей.

Выполнена систематизация^{2/} и уточнены данные о чувствительности детектора ${}^6\text{LiJ}(\text{Eu})$ в шаровых полиэтиленовых замедлителях. Экспериментально показано, что в диапазоне энергий нейтронов от долей эВ до десятков кэВ радиометр нейтронов ДН-А-1 имеет удовлетворительную дозиметрическую характеристику. Разработана методика^{3/} определения максимальной эквивалентной дозы нейтронов с энергией менее 25 МэВ по показаниям детектора медленных нейтронов с двумя замедлителями, позволяющая определять эквивалентную дозу с точностью лучше 30% в полях излучения

установок ОИЯИ. Исследована^{4/} зависимость чувствительности LiF термолюминесцентных детекторов, помещенных за различными поглотителями, от энергии гамма-излучения. Начаты исследования реакции альbedo-дозиметров в полях излучения установок ОИЯИ.

Отдел радиационной безопасности и радиационных исследований сотрудничает со специалистами из НРБ, ГДР, ПНР, СРР, ЧССР в области разработки и исследования новых способов дозиметрии излучений.

ЛИТЕРАТУРА *

1. Комочков М.М. ОИЯИ, Р16-81-377, Дубна, 1981.
2. Алейников В.Е. и др. ОИЯИ, Р16-81-393, Дубна, 1981.
3. Алейников В.Е., Бамблевский В.П., Бе Ен Гван. ОИЯИ, Р16-81-607, Дубна, 1981.
4. Комочков М.М., Цовбун В.И. ОИЯИ, Р16-81-330, Дубна, 1981.

* Цитируются избранные работы.

**МЕЖДУНАРОДНЫЕ
СВЯЗИ
И НАУЧНОЕ
СОТРУДНИЧЕСТВО**



СОТРУДНИЧЕСТВО С НАУЧНЫМИ ЦЕНТРАМИ СТРАН-УЧАСТНИЦ ОИЯИ

В 1981 году международное научно-техническое сотрудничество ОИЯИ со странами-участницами успешно развивалось по всем основным направлениям научных исследований Института, включая создание физических установок, методические разработки, проблемы автоматизации и математического обеспечения физического эксперимента и прикладные работы.

За истекший год с целью обсуждения итогов и перспектив проводимых совместных работ директора лабораторий академии А.М.Балдин, И.М.Франк, член-корреспондент АН СССР В.П.Джелепов побывали в Монголии, Венгрии, Чехословакии. Институт командировал в страны-участницы 554 своих сотрудников для участия в совместных работах и научных совещаниях.

В ОИЯИ было принято 1833 специалиста из стран-участниц.

Объединенным институтом осуществлялось сотрудничество почти с 200 институтами и другими организациями стран-участниц.

В Лаборатории теоретической физики работало более 100 специалистов из стран-участниц ОИЯИ. Интенсивное научно-техническое сотрудничество в области теоретической физики ведется с учеными НРБ, ВНР, СРВ, ГДР, МНР, ПНР, СРР, СССР и ЧССР. По результатам совместных исследований в области теории элементарных частиц, атомного ядра и конденсированных сред опубликовано более 100 научных работ и докладов на международных конференциях, совещаниях, школах.

Важнейшим направлением сотрудничества Лаборатории высоких энергий является проведение исследований в области релятивистской ядерной физики, которые осуществляются при участии 56 институтов 10 стран социалистического содружества: НРБ, ВНР, СРВ, ГДР, КНДР, МНР, ПНР, СРР, СССР и ЧССР. Необходимо отметить особенно большой вклад, вносимый в исследования в этом направлении институтами СССР, ЧССР, ПНР, СРР и НРБ.

25 лабораторий из 7 стран-участниц обрабатывали более 70% информации по взаимодействию релятивистских ядер с ядрами, полученной на двухметровой пропановой камере и с помощью ядерных фотоэмульсий. Физики пяти лабораторий в ПНР, СССР и ЧССР анализируют и обрабатывают более половины снимков с однометровой водородной камеры по корреляциям в малонуклонных системах вблизи предельной кинематики.

Большой вклад внесли физики СРР в обработку и анализ данных, полученных на установке "Диск", по кумулятивному рождению частиц с большими поперечными импульсами. Исследования по релятивистской ядерной физике с помощью материалов, полученных на установке СКМ-200, проводились с участием специалистов из ПНР, СРР, СССР и ЧССР.

Особое место занимали исследования в области физики элементарных частиц на ускорителе ИФВЭ (Протвино), где с помощью установок БИС-2, "Людмила" и "Кристалл" получено большое количество ценной информации. В программе поиска очарованных частиц на установке БИС-2 участвовали институты ВНР, ГДР, НРБ, СРВ, СССР и ЧССР. В исследовании процессов взаимодействия антидейтронов с дейтронами с помощью установки "Людмила" три четверти данных обрабатывалось и анализировалось в институтах НРБ, СРР, СССР и ЧССР.

Сотрудники из НРБ и ПНР внесли большой вклад в изучение фрагментации дейтрона и его структуры на малых расстояниях (установка "Альфа") и обработку данных по дейтрон-дейтронному рассеянию (установка СЯО).

Большой вклад внесен институтами стран-участниц в создание и модернизацию физических установок и разработку новой аппаратуры для установок "Альфа", СЯО, ГИБС. Совместно с сотрудниками институтов ГДР, ЧССР, СРВ, ВНР, ПНР, КНДР и СССР разработан ряд новых электронных устройств для физических экспериментов, работающих на линии с ЭВМ, и автоматизации ускорителей.

Лаборатория ядерных проблем активно сотрудничает с научными

центрами стран-участниц ОИЯИ в области физики высоких, средних и низких энергий. Приведем некоторые примеры такого сотрудничества в 1981 году.

В Братиславском университете велась разработка проекта многозеркального черенковского счетчика для установки "Гиперон".

В университете (Кошице) завершено создание прототипа быстрорешающего электронного блока для использования с пропорциональными камерами установки "Гиперон" с целью быстрого определения направления движения частиц и решения других специальных задач.

В Варшавском университете для установки РИСК изготовлены две двухкоординатные пропорциональные камеры размерами $0,5 \times 1 \text{ м}^2$.

В ИЯИ ВАН (Дебрецен) продолжались работы по конструированию установки ЭЛГА для комплекса ЯСНАПП-2 ОИЯИ.

Сотрудники ЦИФИ (Будапешт) активно участвуют в работах над проектом "Нейтронный детектор". Закончена разработка и начато изготовление части электронных блоков для вершинного детектора.

Институт физики высоких энергий в Цойтене принимает активное участие в исследованиях на установке РИСК ОИЯИ и создании установки "Нейтронный детектор". Сотрудники ИФВЭ АН ГДР участвуют в сеансах на установке РИСК в Протвино, ведут обработку полученного материала на измерительном комплексе ИФВЭ в Цойтене.

В Цойтене создан макет и начато изготовление ливневого детектора электронов.

В ЦИЯИ (Россендорф) продолжались работы по созданию сцинтилляционных годоскопов для установки АРЕС ОИЯИ.

В Софийском университете ведется разработка автоматической системы для счета альфа-треков в ядерных эмульсиях. Создан первый вариант прибора.

ИЯИЯЭ БАН участвует в совместном СССР-ОИЯИ-ПНР-НРБ-США эксперименте по поиску очарованных частиц в фотоэмульсиях.

Специалисты Центрального института физики в Бухаресте принимают участие в разработке и испытаниях сцинтилляционных и полупроводниковых детекторов для установки "Пион" ОИЯИ.

Сотрудники ЦИФ (Бухарест) участвуют в работах по поиску очарованных

частиц и суперядер в нейтринных и протон-ядерных взаимодействиях.

Сотрудничество со странами-участницами еще более расширяется с вводом в действие установки "Ф". В 1981 году в Дубне прошло совещание, на котором обсуждались вопросы постановок новых экспериментов на этом ускорителе. В исследованиях на нем заинтересованы физики Болгарии, ГДР, Польши, Чехословакии и других стран.

В 1981 году научно-техническое сотрудничество Лаборатории ядерных реакций с институтами стран-участниц ОИЯИ значительно расширилось. Объединение усилий многих научно-исследовательских институтов стран-участниц в проведении исследований и создании физических установок способствовало успешному выполнению научной программы лаборатории.

Широкое сотрудничество осуществлялось в работах по поиску сверхтяжелых элементов в природе. С участием специалистов ИЯИЯЭ БАН и ЦИИРИ (Лейпциг) ведется разработка установки ЛИДИА, в сотрудничестве с Университетом в Братиславе создается α -спектрометр. Ведутся работы по развитию трековых методик поиска сверхтяжелых элементов в оливинах из метеоритов. В просмотре 3 см^3 оливинов принимали участие сотрудники ИЯИЯЭ, Монгольского госуниверситета, Института физики (Югославия). Интенсивно развивалось сотрудничество в работах по исследованию механизма ядерных реакций со специалистами из НРБ, ВНР, ГДР, ПНР, СРР и ЧССР. Особенно необходимо отметить сотрудничество, осуществляемое с ЦИЯИ (Россендорф) по созданию двухплечевого электромагнитного спектрометра для У-400 (ДЭМАС). В ЦИЯИ создаются отдельные узлы установки - позиционно-чувствительные ионизационные камеры, временные детекторы и т.д. Спроектирована реакционная камера установки ДЭМАС и начато ее изготовление в ЦИЯИ. Эффективно развивается сотрудничество по разработке и созданию измерительно-вычислительного центра У-400 со специалистами ЦИФИ ВАН и ИЯИ (Сверк). Успешно развивалось сотрудничество по линии развития ускорительной базы ЛЯР. Значительное место в этом сотрудничестве занимали работы по контракту с ЦИФ (Бухарест), связанные

с созданием в СРР оборудования для системы транспортировки выведенных пучков циклотрона У-400. В ЛЯР и ЦИЯИ (Россендорф) проводятся совместные исследования по ионным источникам и центральной области циклотронов.

Группа польских сотрудников из ИЯИ (Сверк) провела на циклотроне У-200 испытание узлов системы автоматического регулирования фазы ускоряющего напряжения на дуантах.

Особое значение придавалось совместным прикладным исследованиям и разработкам научно-технических задач, имеющих важное народнохозяйственное значение. Широкое сотрудничество осуществлялось в развитии методов активационного анализа. В лаборатории и Пражском политехническом институте началась эксплуатация двух новых микротронов МТ-22, изготовленных и запущенных совместно специалистами этих центров. Широкое участие принимают специалисты ИЯИ АН Кубы (Гавана) в работах по усовершенствованию рентгенофлюоресцентного метода анализа геологических образцов. Лабораторией передан в ИФ (Ханой) микротрон МТ-17. Некоторые сотрудники этого института прошли в ЛЯР стажировку по управлению микротроном и использованию различных методов активационного анализа. В работах по совершенствованию ядерно-физических методов анализа элементов принимают участие специалисты из КНДР и Геологического института ВАН (Будапешт). В лабораторию доставлен из ИЯИ ВАН (Дебрецен) и установлен на пучке циклотрона У-300 электростатический спектрометр ЭСА-21, который в течение пяти лет создавался в ИЯИ ВАН специально для проведения экспериментов на пучках тяжелых ионов.

В лаборатории совместно со специалистами ИЯИЯЭ БАН, ИЯИ ВАН, КМУ (Лейпциг), ЦИЯИ (Россендорф) проводились эксперименты по изучению изменения физико-химических свойств различных материалов при облучении их тяжелыми ионами. Совместно со специалистами Варшавского университета, ЦИФ (Бухарест) и КНДР отрабатываются методики изготовления ядерных фильтров с использованием пучков различных тяжелых ионов и осколков деления.

Лаборатория нейтронной физики осуществляет широкое междуна-

родное сотрудничество со всеми странами-участницами ОИЯИ. Основная форма сотрудничества - участие специалистов из стран-участниц в научно-экспериментальных и методических работах непосредственно в лаборатории. Сотрудники лаборатории из НРБ ведут подготовку эксперимента по обнаружению электрического заряда нейтрона. Эксперимент будет проведен на канале ультрахолодных нейтронов. В сотрудничестве со специалистами из ЧССР проводятся исследования нейтронно-оптических явлений на реакторе ИБР-30. При определяющем вкладе специалистов ГДР выполняются исследования по определению параметров кристаллического поля в соединениях редкоземельных металлов, работы по измерению химического сдвига нейтронных резонансов в соединениях урана. Группа специалистов из ПНР проводит исследования фононных спектров аморфных и жидкокристаллических веществ, а также колебательных спектров водорода, адсорбированного на поверхности никелевых катализаторов. В работах по определению ядерно-физических констант и свойств гамма- и альфа-распада возбужденных состояний ядер принимают участие специалисты НРБ, СРВ, ЧССР и других стран-участниц. Деление тяжелых ядер резонансными нейтронами изучается сотрудниками из ЧССР. Специалисты из КНДР принимают участие в экспериментах с ультрахолодными нейтронами, исследованиях радиационного захвата нейтронов ядрами, фазовых переходов при воздействии импульсного магнитного поля и в других работах.

В 1981 г. Лаборатория нейтронной физики продолжала подготовку новых физических установок к проведению исследований на импульсном реакторе ИБР-2. При этом венгерские специалисты участвуют в создании корреляционного спектрометра "КОРА"; в ГДР изготавливается ряд узлов нейтронного спектрометра высокого разрешения и спектрометра поляризованных нейтронов; ПНР участвует в проведении модернизации спектрометра КД-СОГ, который будет размещен на реакторе ИБР-2.

В научных исследованиях, проводимых в ЛНФ, участвуют научно-исследовательские организации государств-членов ОИЯИ. Сотрудничество осуществляется с 90 институтами стран-участниц, в том числе с 50 институтами СССР.

В работах Лаборатории вычислительной техники и автоматизации по развитию центрального вычислительного комплекса ОИЯИ активно участвуют специалисты НРБ, ВНР, ГДР, МНР, ПНР и ЧССР. Совместные работы велись по линии развития и повышения эффективности использования базовых ЭВМ, оснащения их современными устройствами внешней памяти и ввода-вывода информации, а также развития терминальной сети ЭВМ ЦВК ОИЯИ. Выполнены совместные разработки в области создания системного математического обеспечения и программ общего назначения.

В работах по развитию автоматических и полуавтоматических систем обработки камерных снимков приняли участие научно-исследовательские организации НРБ, ВНР, ГДР, СССР, ЧССР. Сотрудничество осуществлялось путем проведения совместных исследований, а также разработки аппаратуры и программного обеспечения. В создании бесфильмовой системы съема информации активно участвуют специалисты НРБ, ВНР, ГДР, ПНР и ЧССР. Работы по созданию и развитию математического обеспечения для экспериментов на линии с ЭВМ выполняются совместно со специалистами НРБ, ВНР и ЧССР. Совместные усилия институтов СРВ, ГДР, МНР, СССР и ЧССР были направлены на разработку алгоритмов и создание программ обработки экспериментальных данных с жидководородных камер и гибридных систем. В исследованиях по релятивистской ядерной физике и физике резонансов принимают участие физики ПНР, МНР, СРР и ЧССР.

НАУЧНЫЕ СОВЕЩАНИЯ ОИЯИ

В 1981 году в научно-методических, рабочих и научно-организационных совещаниях ОИЯИ приняли участие более 2000 ученых и специалистов.

С 21 по 27 апреля в Алуште (СССР) проходила IV Международная школа по вопросам применения ЭВМ в физическом эксперименте. В работе школы приняли участие 146 специалистов из ОИЯИ и институтов Советского Союза, а также ученые из Австрии, Италии и США. Лекции

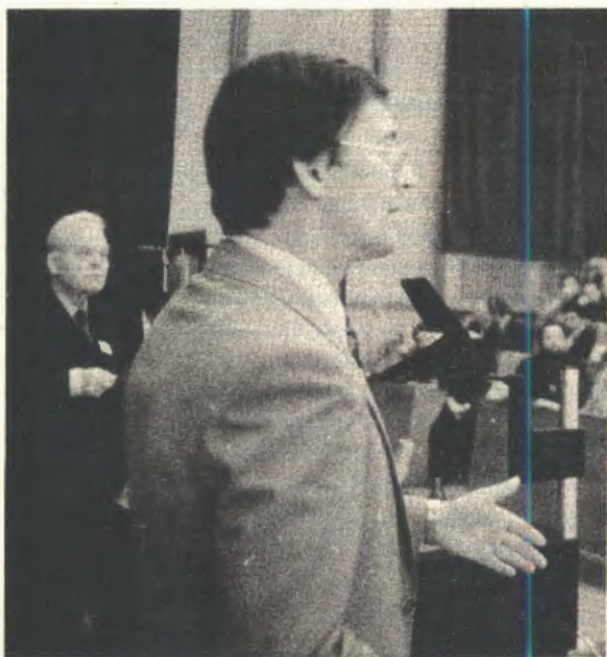
Сотрудничество осуществляется путем проведения совместных экспериментов, обработки и анализа экспериментальных данных, а также обсуждения полученных результатов.

Методы прикладных вычислений разрабатываются при активном участии специалистов НРБ, ГДР, МНР, СССР и ЧССР. Разработанные алгоритмы и пакеты прикладных программ используются для решения нелинейных задач физики и математики, в том числе для расчета магнитных полей в ускорителях.

Отдел новых методов ускорения поддерживает связи с научными центрами Болгарии, Венгрии, ГДР, Польши, СССР и Чехословакии. Технический университет в Дрездене проводит большую исследовательскую работу по созданию камеры адгезатора и магнитных систем сжатия коллективного ускорителя тяжелых ионов КУТИ-20. Специалисты Центрального института физических исследований в Будапеште участвуют в создании системы управления ускорителем и больших пропорциональных камер. Продолжается активное сотрудничество с научными центрами СССР по проблеме применения двухфазного гелия в криосистемах УНК. Начались совместные работы по этой теме со специалистами ГДР. С научными центрами СССР и ЧССР поддерживаются тесные связи при разработке сверхпроводящих устройств. Работы по созданию системы перестройки частоты для УНК ведутся в сотрудничестве с рядом научных центров Советского Союза.

были прочитаны ведущими специалистами в области вычислительной техники и электроники. Участие в школе позволило слушателям получить хорошее представление о современном состоянии этой области науки и техники и перспективах ее развития.

VI Международное совещание по проблемам квантовой теории поля проходило с 5 по 9 мая в Алуште. В работе совещания приняли участие 110 ученых из



VI Международный семинар по проблемам физики высоких энергий. Выступает профессор В.А.Матвеев (СССР). Дубна, сентябрь 1981 г.



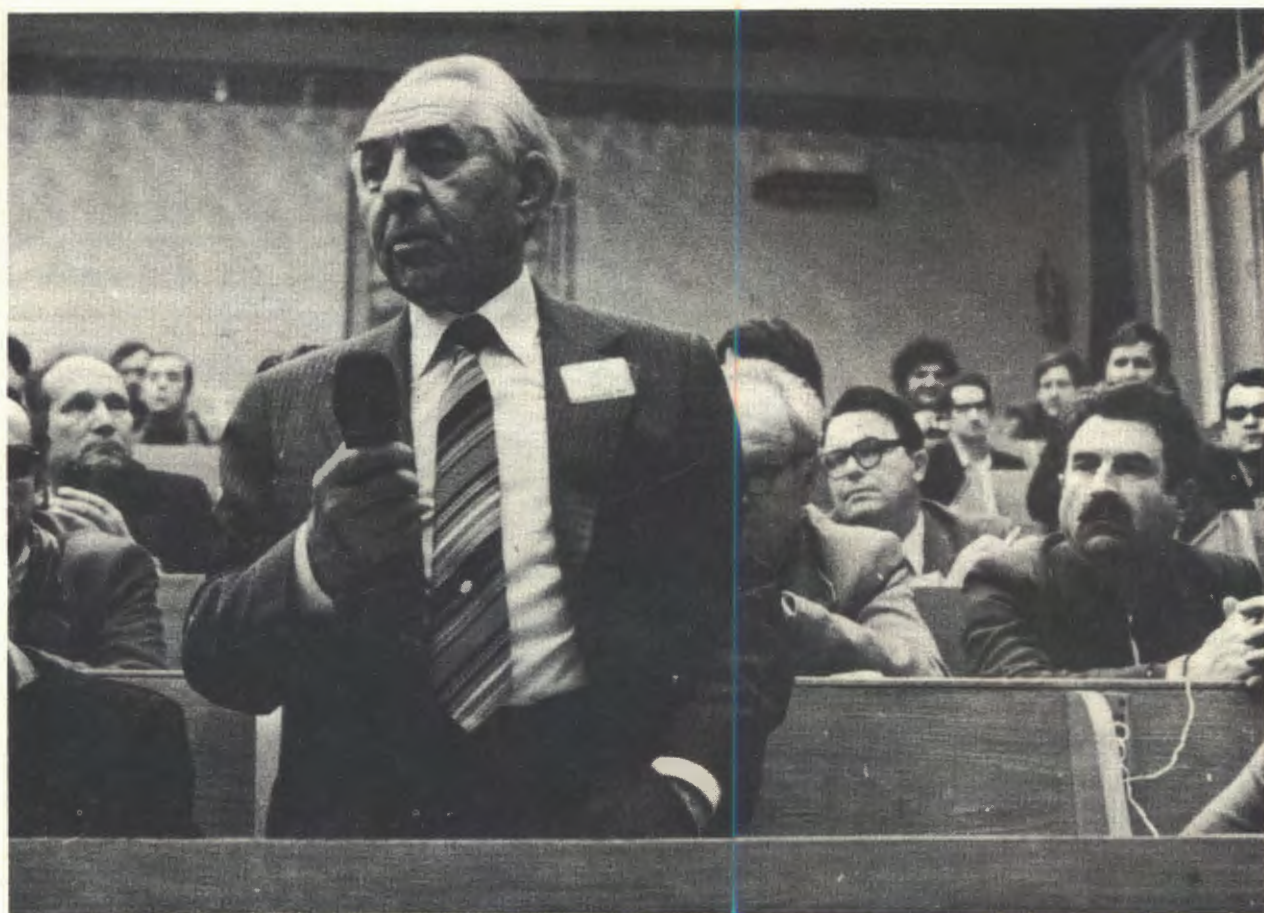
10 стран, участниками заслушаны и обсуждены 11 обзорных и 34 приглашенных доклада, с максимальной полнотой представивших современное состояние и перспективы развития квантовой теории поля.

В соответствии с соглашением между ОИЯИ и ЦЕРНом в г.Ханко (Финляндия) с 6 по 19 июня проведена VII Международная школа физиков. Научная программа школы имела своей целью ознакомить молодых физиков с основами теории и важнейшими теоретическими достижениями, а также экспериментальными результатами последних лет в физике высоких энергий и элементарных частиц. Темы основных курсов лекций, прочитанных ведущими специалистами из стран-участниц ОИЯИ и ЦЕРНа, отражали наиболее актуальные направления современной физики частиц.

С 25 по 29 августа в Дубне проходил II Международный симпозиум по избранным проблемам статистической механики, организованный ОИЯИ совместно с Математическим институтом им. В.А.Стеклова АН СССР. В работе симпозиума приняли участие специалисты ОИЯИ, институтов его стран-участниц, а также Италии, Нидерландов, США и Югославии. На симпозиуме заслушано 46 докладов и сообщений по актуальным проблемам статистической механики.

VI Международный семинар по проблемам физики высоких энергий, организованный ОИЯИ и Научным советом по физике электромагнитных взаимодействий АН СССР, проведен 15-19 сентября в Дубне. В семинаре приняло участие около 200 специалистов ОИЯИ, его стран-участниц, Западного Берлина, Нидерландов, США, Финляндии, ЦЕРНа, Швеции и Японии. На семинаре обсуждались современные проблемы теории сильных взаимодействий - квантовой хромодинамики и различные аспекты физики мультискварковых взаимодействий.

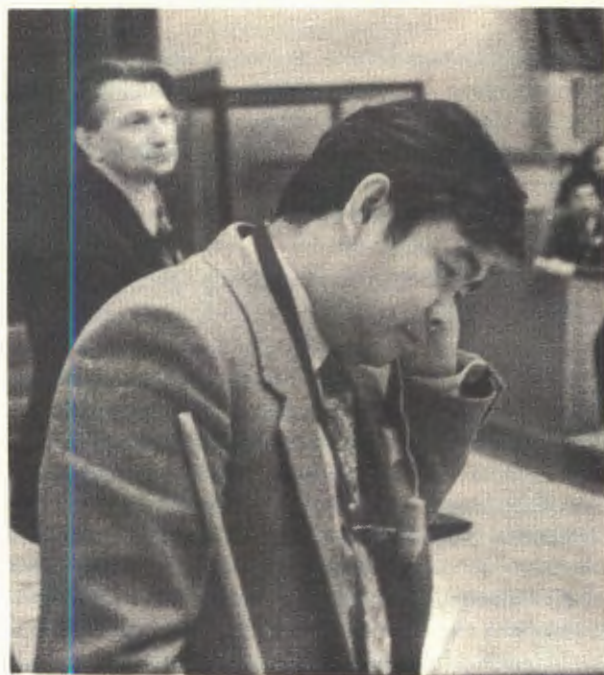
С 20 по 23 октября в Дубне проведено IV Совещание по использованию новых ядерно-физических методов для решения научно-технических и народнохозяйственных задач. Целью совещания было обобщение опыта использования ядерно-физических методов, разработанных для решения прикладных задач, в интересах народного хозяйства стран-участниц ОИЯИ, а также определение наиболее перспективных направлений развития прикладной ядерной физики. Проведенное совещание позволило обобщить опыт стран-участниц ОИЯИ по новым ядерно-физическим методам и определить основные направления прикладных исследований, на которых следует концентрировать усилия в странах-участницах ОИЯИ.



Международный симпозиум по поляризационным явлениям при высоких энергиях проведен в Дубне с 17 по 20 ноября. Число участников симпозиума составило 80 человек, включая специалистов из НРБ, ВНР, ГДР, СССР, США и ЧССР. На симпозиуме проанализированы наиболее актуальные экспериментальные и теоретические вопросы проведенных и планируемых в различных физических центрах мира исследований, результаты новых исследований на ускорителях, а также вопросы ускорения поляризованных частиц до максимальных энергий.

Рабочие (научно-методические) совещания ОИЯИ, проведенные по отдельным конкретным вопросам выполнения совместных работ в рамках проблемно-тематического плана ОИЯИ, позволили лучше скоординировать и объединить усилия институтов, лабораторий и научных организаций стран-участниц Института в решении вопросов создания новых физических установок, разработки методических проблем и совместных исследований на действующих установках, сравнения и согласования полученных результатов.

17-20 ноября 1981 г. в Дубне проходил Международный симпозиум по поляризационным явлениям при высоких энергиях. В работе симпозиума принял участие директор Лаборатории ядерных проблем член-корреспондент АН СССР В.П.Джелепов. На снимке внизу: выступает профессор Й.Ли (США).





На IV Сессии по использованию новых ядерно-физических методов для решения научно-технических и народнохозяйственных задач. Выступает профессор С.П.Капица. Дубна, октябрь 1981 г.

УЧАСТИЕ ОИЯИ В НАУЧНЫХ СОВЕЩАНИЯХ И КОНФЕРЕНЦИЯХ ДРУГИХ ФИЗИЧЕСКИХ ЦЕНТРОВ

В 1981 году сотрудники ОИЯИ участвовали в 95 международных и национальных научных конференциях и совещаниях, в том числе в 72 в странах-участницах. Большие делегации Института были направлены на II Всесоюзный семинар "Программа экспериментальных исследований на мезонной фабрике ИЯИ АН СССР" в Москве, Совещание по ядерной спектроскопии и структуре ядра в Самарканде, V Семинар "Электромагнитные взаимодействия при малых и средних энергиях" в Москве, IV Международный семинар

по проблемам физики высоких энергий и теории поля в Протвино, Международный семинар по проблемам физики атомного ядра и элементарных частиц в Смоленице (ЧССР) и другие.

Международный семинар по процессам ион-атомных столкновений, проходивший с 17 по 20 марта в Дебрецене (ВНР), показал, что получаемая в ОИЯИ атомно-физическая информация актуальна, а исследования находятся на важнейших направлениях развития атомной физики. На семинаре неоднократно отмечались

уникальные возможности ускорительной техники Лаборатории ядерных реакций ОИЯИ.

Участие сотрудников ОИЯИ в Международной конференции по ядерной и атомной физике с применением тяжелых ионов (9-12 июня, Бухарест, СРР) еще раз показало, что использование пучков тяжелых ионов существенным образом стимулировало исследования в таких традиционных областях, как структура ядра и атомная физика.

Делегация ученых ОИЯИ приняла участие в работе II Венгерского симпозиума "Микропроцессоры, микро-ЭВМ и их применение", проходившем с 6 по 9 октября в Будапеште. Полученная на симпозиуме информация поможет сократить время на разработку и внедрение микропроцес-

сорных систем, а также будет способствовать правильному выбору направлений дальнейшего развития многомикроспроцессорных систем в ОИЯИ.

Институт направлял также делегации или отдельных ученых на крупные международные конференции, проводимые в других странах: Национальную конференцию по ускорителям заряженных частиц в Вашингтоне (США); Международную конференцию по ядрам, удаленным от линии бета-стабильности в Хельсингере (Дания); Международную конференцию по физике высоких энергий в Лиссабоне (Португалия); Международную конференцию по математической физике в Западном Берлине; Международную конференцию по циклотронам и их применению в Кане (Франция) и др.

СВЯЗИ С НАУЧНЫМИ ЦЕНТРАМИ СТРАН, НЕ ЯВЛЯЮЩИХСЯ УЧАСТНИЦАМИ ОИЯИ, И МЕЖДУНАРОДНЫМИ ОРГАНИЗАЦИЯМИ

В 1981 году ОИЯИ поддерживал связи с научными центрами США, Индии, Финляндии, Югославии, ФРГ, Франции, Дании, Италии, Швейцарии, Великобритании, а также рядом международных организаций в форме взаимного участия в экспериментах, обработке экспериментальных данных, создании аппаратуры, обмена материалами и результатами экспериментов, консультаций, а также участия в научных конференциях и семинарах.

В 1981 году с целью осуществления совместных работ в научных центрах стран-неучастниц ОИЯИ побывали 60 сотрудников Института. Объединенный институт принял 129 ученых из этих стран для участия в 22 совместных работах, а также 8 стипендиатов.

В 1981 году Лаборатория теоретической физики ОИЯИ поддерживала научные связи с научными центрами Дании, Франции, ФРГ, Швейцарии, Югославии. Более 20 специалистов из стран-неучастниц посетили лабораторию для чтения лекций, проведения консультаций, участия в научных совещаниях и семинарах.

В 1981 г. успешно продолжался совместный с ЦЕРН, ФРГ, Францией, Ита-

лией эксперимент на установке NA-4, в котором участвуют сотрудники ЛВЭ, ЛЯП, ЛТФ, ЛВТА. Помимо работ по модернизации установки и подготовке к запуску ее с водородно-дейтериевой мишенью проводилась обработка и анализ экспериментальных данных, полученных с углеродной мишенью.

В Университете в Хельсинки в результате обработки материалов, полученных на установке "Людмила", проведена оценка сечения аннигиляции в $\bar{p}p$ -взаимодействиях при 22,4 ГэВ/с и $\bar{p}n$ -взаимодействиях при 6 ГэВ/с. Вклад Финляндии в обработку данных с этой установки составляет 21%.

Расширяется сотрудничество с Институтом физики и Университетом в Белграде по исследованиям в области релятивистской ядерной физики на материалах двухметровой пропановой камеры. 18 тыс. фотографий этой камеры отправлено для обработки и анализа в Пенджабский университет, Университет Джаму и Бенерастский университет в Индии.

В Страсбурге (Франция) проводились обработка и анализ снимков с метровой водородной камеры по исследованию³ Нер-

взаимодействий. Продолжались совместные работы по совершенствованию тематического обеспечения обработки.

Специалисты США из ФНАЛ (Батавия) и Университета штата Нью-Йорк (Олбани) участвовали в подготовке и проведении сеансов на установке "Кристалл" в ИФВЭ по исследованию эффектов каналирования при высоких энергиях.

Продолжались совместные работы с отделениями Национального центра в Милане и Болонье по обработке и анализу полученных на установке МИС-1 экспериментальных данных. Законченный в 1981 году парциально-волновой анализ позволил надежно установить существование двух новых резонансов с квантовыми числами пиона.

С Университетом в Турине (Италия) начаты работы по исследованию взаимодействий медленных протонов с легкими ядрами, которые будут проводиться на установке LEAR в ЦЕРНе.

Продолжались совместные работы с Центром ядерной спектроскопии и масс-спектрометрии (Франция) по созданию в Лаборатории ядерных проблем электростатического бета-спектрометра.

В Лаборатории ядерных реакций продолжалось сотрудничество с научными центрами СФРЮ, ФРГ, Франции, Индии. В 1981 году на ускорителе У-300 проводились совместные эксперименты с группой химиков из Института ядерной физики (Орсэ, Франция) по изучению свойств трансфермиевых элементов. Проводятся совместные работы по изучению гамма-многожественности в реакциях с тяжелыми ионами. Эксперименты ведутся в Лаборатории ядерных реакций и Лаборатории

ядерной спектроскопии в Орсэ. Постоянные связи поддерживаются с Центром по физике тяжелых ионов в Дармштадте. На ускорителе "УНИЛАК" в Дармштадте проведены эксперименты по синтезу 106 и 107 элементов в тех же реакциях, в которых они были получены в Дубне. Эксперименты подтвердили дубненские результаты и приоритет ОИЯИ в синтезе 106 и 107 элементов.

Специалисты Лаборатории нейтронной физики участвовали в проведении совместных работ в Центре ядерных исследований (Юлих, ФРГ), в Институте Лауэ-Ланжевена (Гренобль, Франция), а также в Центре ядерных исследований в Моле (Бельгия).

В Лаборатории вычислительной техники и автоматизации совместно со специалистами Национального центра в Болонье разработаны алгоритмы и созданы программы для повышения эффективности системы НРД при измерении событий с использованием масок треков. Созданные программы используются для обработки данных с установки МИС в Дубне и Болонье.

В рамках сотрудничества с ЦЕРНОм усовершенствованы система программ статистической обработки экспериментальных данных НВООК и базовая библиотека эксперимента NA-4. На ЭВМ ЦВК ОИЯИ внедрены новые варианты библиотеки стандартных программ ЦЕРНа.

Сотрудники Института ядерной физики (Белград, СФРЮ) участвуют в работах по применению адиабатического метода в расчетах мезомолекулярных систем.

ПЕРЕЧЕНЬ

научных и научно-организационных совещаний,
проведенных Объединенным институтом ядерных исследований
в 1981 году

№№ пп	Название совещания	Время проведения	Место проведения	Количество участников
<i>I. Симпозиумы, школы, совещания</i>				
1.	Школа по вопросам применения ЭВМ в физическом эксперименте	21-27 апреля	Алушта, СССР	146
2.	VI Совещание по проблемам квантовой теории поля	5-9 мая	Алушта, СССР	110
3.	Международный симпозиум по избранным проблемам статистической механики	25-29 августа	Дубна	85
4.	VI Международный семинар по проблемам физики высоких энергий (Мультикварковые взаимодействия и квантовая хромодинамика)	15-19 сентября	Дубна	138
5.	IV Совещание по использованию новых ядерно-физических методов для решения научно-технических и народно-хозяйственных задач	20-23 октября	Дубна	143
6.	Международный симпозиум по поляризационным явлениям при высоких энергиях	17-20 ноября	Дубна	75
<i>II. Рабочие совещания</i>				
7.	Совещание по нейтринному детектору	19-21 января	Дубна	55
8.	Совещание по исследованию взаимодействий релятивистских ядер с ядрами с помощью фотоэмульсионной методики	17-19 февраля	Дубна	20
9.	Совещание по исследованиям на установке БИС-2	10-12 марта	Дубна	34
10.	Совещание по совместному ОИЯИ-ЦЕРН мюонному эксперименту	11-14 марта	Дубна	32
11.	Совещание по исследованиям на установке "Людмила"	17-19 марта	Дубна	36
12.	Совещание по исследованиям на установке РИСК	4-8 мая	Прага, ЧССР	40
13.	Совещание по исследованиям на однометровой водородной пузырьковой камере	12-14 мая	Дубна	19
14.	Совещание по исследованиям на двухметровой пропановой камере	2-4 июня	Дубна	52

№ пп	Название совещания	Время проведения	Место проведения	Количество участников
15.	Совещание по экспериментам на установке СКМ-200	2-4 июня	Дубна	38
16.	Совещание по полупроводниковым детекторам ядерных излучений	16-18 июня	Дубна	52
17.	Совещание по исследованиям на двухметровой пропановой камере	24-30 августа	Прага, ЧССР	40
18.	Совещание по исследованиям на установке БИС-2	8-10 сентября	Москва, СССР	48
19.	Совещание по исследованиям на установке МИС	22-24 сентября	Дубна	20
20.	Совещание по исследованиям на установке "Людмила"	29 сентября- 1 октября	Дубна	45
21.	Совещание по перспективам использования базовых установок ОИЯИ для биологических исследований	28-30 октября	Дубна	42
22.	Совещание по исследованиям на установке РИСК	10-12 ноября	Дубна	42
23.	Совещание по исследованиям на однометровой водородной пузырьковой камере	1-3 декабря	Дубна	22
24.	Совещание по программе исследований на установке "Ф"	9-11 декабря	Дубна	50

III. Научно-организационные совещания

25.	XLIX сессия Ученого совета ОИЯИ и его секции по физике высоких энергий, физике низких энергий и теоретической физике	13-16 января	Дубна	114
26.	Комитет Полномочных Представителей правительств стран-участниц ОИЯИ	24-26 марта	Дубна	79
27.	Комитет по структуре ядра	7-9 апреля	Дубна	48
28.	Комитет по нейтронной физике	7-9 апреля	Дубна	40
29.	Комитет по физике тяжелых ионов	7-9 апреля	Дубна	42
30.	Камерный комитет	14-16 апреля	Дубна	51
31.	Фотоэмульсионный комитет	14-16 апреля	Дубна	45
32.	Комитет по электронным экспериментам	14-16 апреля	Дубна	39
33.	L сессия Ученого совета ОИЯИ и его секции по физике высоких энергий и физике низких энергий	26-29 мая	Дубна	102
34.	Совещание Контрольной комиссии Финансового комитета	16-18 июня	Дубна	12

№№ пп	Название совещания	Время проведения	Место проведения	Количество участников
35.	Комитет по электронным экспериментам	13-15 октября	Дубна	33
36.	Камерный комитет	13-15 октября	Дубна	50
37.	Фотоэмульсионный комитет	13-15 октября	Дубна	49
38.	Комитет по структуре ядра	27-29 октября	Дубна	60
39.	Комитет по нейтронной физике	27-29 октября	Дубна	39
40.	Комитет по физике тяжелых ионов	27-29 октября	Дубна	37
41.	Заседание Финансового комитета	10-13 ноября	Дубна	18

ПЕРЕЧЕНЬ

международных и национальных конференций, симпозиумов, совещаний и школ, в которых принимали участие специалисты Объединенного института ядерных исследований в 1981 году

№№ пп	Название совещания	Время проведения	Место проведения	Количество участников
<i>А. В странах-участницах</i>				
1.	III Венгерская конференция по вычислительной технике	26-28 января	Будапешт, ВНР	4
2.	Коллоквиум по информационной технике	2-4 февраля	Дрезден, ГДР	2
3.	Школа "Программное обеспечение управляющих вычислительных комплексов"	23-27 февраля	Москва, СССР	3
4.	XVI Школа "Физика конденсированного состояния"	26 февраля - 5 марта	Гатчина, СССР	6
5.	Весенняя школа по рассеянию нейтронов	2-6 марта	Штадт-Велен, ГДР	3
6.	VII Симпозиум "Высокий вакуум, поверхностные явления, тонкие пленки"	2-5 марта	Дрезден, ГДР	2
7.	Семинар специалистов СССР и ГДР "Проблемы повышения эффективности использования ЭВМ БЭСМ-6"	2-9 марта	Иркутск, СССР	5

№№ пп	Название совещания	Время проведения	Место проведения	Количество участников
8.	X Симпозиум по физике и технике низких температур	9-13 марта	Гауссиг, ГДР	3
9.	Школа-семинар по ядерной физике	16-21 марта	Бизенталь, ГДР	3
10.	II Всесоюзный семинар "Программа экспериментальных исследований на мезонной фабрике ИЯИ АН СССР"	16-18 марта	Москва, СССР	29
11.	Международная конференция по процессам ион-атомных столкновений	17-19 марта	Дебрецен, ВНР	1
12.	Симпозиум по физике высоких энергий	23-27 марта	Лейпциг, ГДР	2
13.	II Всесоюзная школа по радиохимии	23 марта - 2 апреля	Суздаль, СССР	7
14.	X Всесоюзное совещание "Получение, структура, физические свойства и применение монокристаллов тугоплавких и редких металлов"	30 марта - 1 апреля	Москва, СССР	2
15.	Международный симпозиум по электронной структуре металлов и сплавов	6-10 апреля	Гауссиг, ГДР	1
16.	Международная конференция по магнетизму	7-10 апреля	Гетцдорф, ГДР	1
17.	XIII Всесоюзная школа по когерентной оптике и голографии	9-17 апреля	Сочи, СССР	2
18.	XXXI Совещание по ядерной спектроскопии и структуре ядра	14-17 апреля	Самарканд, СССР	39
19.	XVII Международный семинар по теоретической физике	5-17 мая	Лейпциг, ГДР	4
20.	Международный семинар по проблемам физики атомного ядра и элементарных частиц	11-14 мая	Смоленице, ЧССР	10
21.	Симпозиум по квантовой теории поля и математической физике	11-15 мая	Москва, СССР	1
22.	Международная школа по вычислительной технике	19-28 мая	Стара Лесна, ЧССР	3
23.	III Симпозиум по структуре биологических макромолекул	21-24 мая	Звенигород, СССР	2
24.	XI Совещание по физике взаимодействия заряженных частиц с кристаллами	25-27 мая	Москва, СССР	8
25.	Семинар "Электромагнитные взаимодействия адронов в резонансной области энергий"	26-28 мая	Харьков, СССР	4
26.	VI Конференция по автоматизации научных исследований с помощью ЭВМ	26-28 мая	Новосибирск, СССР	9

№ пп	Название совещания	Время проведения	Место проведения	Количество участников
27.	Всесоюзная школа по ядерной физике	30 мая - 8 июня	Калинин, СССР	14
28.	Международный симпозиум "Мезон-ядерные взаимодействия при средних энергиях"	1-4 июня	Либлице, ЧССР	4
29.	VIII Семинар "Эффект Джозефсона в науке и технике"	1-7 июня	Киев, СССР	2
30.	VII Всесоюзный семинар по линейным ускорителям	2-4 июня	Харьков, СССР	8
31.	Рабочее совещание по созданию макета жидкоаргонного калориметра для нейтринных исследований	2-4 июня	Протвино, СССР	4
32.	Международная конференция "Ядерная и атомная физика с использованием тяжелых ионов"	9-18 июня	Бухарест, СРР	3
33.	I Всесоюзная конференция "Автоматизированные системы обработки изображений"	9-11 июня	Москва, СССР	8
34.	XIII Совещание по теории квантовых систем нескольких частиц с сильным взаимодействием	10-12 июня	Тбилиси, СССР	6
35.	Международная конференция по избраным вопросам квантовой теории поля и математической физике	14-21 июня	Бехине, ЧССР	4
36.	V Семинар "Электромагнитные взаимодействия при малых и средних энергиях"	15-17 июня	Москва, СССР	16
37.	III Конференция по теории вероятностей и математической статистике	22-27 июня	Вильнюс, СССР	3
38.	Семинар "Избранные вопросы статистической физики"	22-30 июня	Львов, СССР	2
39.	V Всесоюзная школа молодых ученых "Численные методы решения задач математической физики"	22 июня - 1 июля	Кишинев, СССР	3
40.	Семинар "Процессы с большими поперечными импульсами в адронных взаимодействиях"	23-25 июня	Москва, СССР	4
41.	II Школа "Применение лазеров в атомной, молекулярной и ядерной физике"	29 июня - 9 июля	Вильнюс, СССР	5
42.	Всесоюзная конференция "Современные теоретические и экспериментальные проблемы теории относительности и гравитации"	1-3 июля	Москва, СССР	10

№ п/п	Название совещания	Время проведения	Место проведения	Количество участников
43.	XV Международная конференция по явлениям в ионизованных газах	14-18 июля	Минск, СССР	3
44.	IV Международный семинар по проблемам физики высоких энергий и теории поля	20-26 июля	Протвино, СССР	13
45.	Международная школа по теории калибровочных полей	25 августа - 5 сентября	Брашов, СРР	5
46.	IX Международная конференция по нелинейным колебаниям	30 августа - 6 сентября	Киев, СССР	1
47.	Международная конференция "Структура адронов-81"	31 августа - 5 сентября	Рачкова Долина, ЧССР	4
48.	Международная школа по ядерной физике	31 августа - 12 сентября	Миколайки, ПНР	3
49.	Международный симпозиум по физике элементарных частиц	1-4 сентября	Вьшеград, ВНР	2
50.	III Международный симпозиум по хроматографии	1-4 сентября	Шиофок, ВНР	1
51.	VIII Всесоюзная конференция по синтезу, производству и использованию сцинтилляторов	9-11 сентября	Харьков, СССР	3
52.	X Европейская конференция по управлению, синтезу и физике плазмы	14-19 сентября	Москва, СССР	7
53.	XX Конференция стран - членов СЭВ по физике и технике низких температур	15-18 сентября	Вроцлав, ПНР	4
54.	V Конференция молодых ученых по актуальным проблемам физики элементарных частиц и атомного ядра, физики конденсированных сред и вопросам излучения	21-25 сентября	Ереван, СССР	4
55.	XII Менделеевский съезд по общей и прикладной химии	21-26 сентября	Баку, СССР	2
56.	IV Международная конференция "Эффекты кристаллического поля и структуры в ф-электронных системах"	22-25 сентября	Вроцлав, ПНР	2
57.	Всесоюзная конференция по проблемам машинной графики	23-25 сентября	Новосибирск, СССР	3
58.	Семинар "Металлофизика сверхпроводников"	28 сентября- 1 октября	Киев, СССР	3
59.	Симпозиум "Биофизика нуклеиновых кислот и нуклепротеидов"	28 сентября- 1 октября	Таллин, СССР	1
60.	VIII Всесоюзная конференция по физике элементарных и атомных столкновений	29 сентября- 2 октября	Ленинград, СССР	8

№№ пп	Название совещания	Время проведения	Место проведения	Количество участников
61.	IV Конференция ученых социалистических стран по жидким кристаллам	4-8 октября	Тбилиси, СССР	2
62.	V Международная школа по физике атомного ядра, нейтронной физике и ядерной энергетике	5-14 октября	Варна, НРБ	5
63.	II Симпозиум "Микромашины, микро-процессоры и их применение"	6-9 октября	Будапешт, ВНР	6
64.	Семинар Международного комитета по будущим ускорителям	19-29 октября	Протвино, СССР	5
65.	Международный семинар по методам исследования твердых тел в микро-электронике	19-22 октября	Карл-Маркс- Штадт, ГДР	1
66.	IV Международная конференция "Лазеры и их применение"	19-23 октября	Лейпциг, ГДР	1
67.	Симпозиум "Физика и прикладная математика"	29-30 октября	София, НРБ	1
68.	Совещание группы экспертов социалистических стран по автоматизации научных исследований	26-30 октября	Киев, СССР	1
69.	Международный семинар "Некоторые передовые рубежи ядерной физики"	22-24 октября	Ленинград, СССР	2
70.	Рабочее совещание по совместному эксперименту E-564	2-9 ноября	София, НРБ	1
71.	Международный симпозиум по физике элементарных частиц	8-14 ноября	Аренсхоп, ГДР	2
72.	Международный симпозиум по физике низких температур и криоэлектронике	12-20 ноября	Мейзельбах, ГДР	1

Б. В странах-неучастницах

1.	IX Международное совещание по свойствам ядер и ядерных возбуждений	18-30 января	Хиршегг, Австрия	2
2.	IX Национальная конференция по ускорителям заряженных частиц	10-23 марта	Вашингтон, США	2
3.	VII Международная конференция по магнитной технологии	29 марта - 4 апреля	Карлсруэ, ФРГ	2
4.	Международная конференция по новым тенденциям в развитии интегральных схем	5-12 апреля	Париж, Франция	2
5.	Международная школа по ядерной физике	19 апреля - 1 мая	Эриче, Италия	2
6.	Международная конференция по магнетизму	11-18 мая	Гренобль, Франция	1

№№ пп	Название совещания	Время проведения	Место проведения	Количество участников
7.	Международная конференция по молекулярным пучкам	31 мая - 7 июня	Кан, Франция	1
8.	Школа ЦЕРН-ОИЯИ по физике	5-20 июня	Ханко, Финляндия	18
9.	IV Международная конференция по ядрам, удаленным от линии бета-стабильности	7-20 июня	Хельсингер, Дания	5
10.	IV Международная конференция по мощным электронным и ионным пучкам	28 июня - 4 июля	Палезо, Франция	1
11.	IX Международная конференция по атомным столкновениям в твердом теле	5-11 июля	Лион, Франция	2
12.	IX Международная конференция по физике высоких энергий и структуре ядра	5-11 июля	Версаль, Франция	6
13.	Международная конференция по физике высоких энергий	7-18 июля	Лиссабон, Португалия	9
14.	Международная школа по физике "Единство фундаментальных взаимодействий"	5-16 августа	Эриче, Италия	1
15.	Международная конференция по математической физике	7-19 августа	Западный Берлин	1
16.	Международная конференция по лептон-фотонным взаимодействиям	23-30 августа	Бонн, ФРГ	2
17.	Международный симпозиум по нелинейным эволюционным уравнениям и спектральным методам	23-30 августа	Триест, Италия	1
18.	X Европейская конференция по физике и химии сложных реакций	29 августа - 5 сентября	Лильхэммер, Норвегия	1
19.	IV Международный симпозиум по гамма-спектроскопии при захвате нейтронов и родственными проблемами	6-13 сентября	Гренобль, Франция	3
20.	X Международная конференция по циклотронам и их применению	6-15 сентября	Кан, Франция	2
21.	VII Европейский симпозиум по микропроцессорам и микропрограммированию ЕВРОМИКРО-81	8-11 сентября	Париж, Франция	2
22.	Международная конференция "Актиниды-81"	8-16 сентября	Асиломар, США	2
23.	Конференция европейских пользователей ЭВМ фирмы CDC	27 сентября- 3 октября	Монтрё, Швейцария	2

НАУЧНАЯ ИНФОРМАЦИЯ



ИЗДАТЕЛЬСКИЙ ОТДЕЛ

Издательский отдел в 1981 году выпустил в свет 890 наименований брошюр - сообщений и препринтов ОИЯИ. Количество изданных служебных материалов составило 273 наименования. Общий объем всех изданий - 1392,41 учетно-издательских листов.

Увидели свет 6 сборников трудов совещаний и конференций, организованных Объединенным институтом.

В редакции научных журналов, на конференции, симпозиумы в 1981 году направлено 1107 статей и докладов, содержащих результаты теоретических, экспериментальных и методических работ, выполняемых в Институте в соответствии с его проблемно-тематическим планом.

Статьи сотрудников публиковались в таких журналах, как "Известия АН СССР", "Журнал экспериментальной и теоретической физики", "Теоретическая и математическая физика", "Приборы и техника эксперимента", "Ядерная физика", "Физика элементарных частиц и атомного ядра", "Атомная энергия", "Nuclear Physics", "Nuclear Instruments and Methods", "Reports on Mathematical Physics", "Journal of Physics" и др.

В 56 стран мира, более чем по 1000 адресам, рассылались публикации Дубны.

23 новых адреса появились в институтском списке рассылки публикаций - издательский отдел постоянно получает новые предложения об обмене научной информацией от различных научных учреждений как стран-участниц Института, так и других стран.

В обмен на информацию о работах, выполняемых в Дубне, научно-техническая библиотека Института получила 8834 препринта, 133 наименования журналов и 315 монографий.

Для оперативного информирования читателей научно-технической библиотеки о новых поступлениях продолжался выпуск экспресс-бюллетеней НТБ и патентного отдела. Вышел в свет ежегодный библиографический указатель работ сотрудников ОИЯИ за 1980 год.

Кроме публикации препринтов, сообщений, сборников, а также материалов Комитета Полномочных Представителей и ученых советов издательским отделом выполнены многочисленные заказы на ксерокопирование. За год изготовлено 383700 копий.

Выполнялись заказы на переплетные работы - переплетено около 13 тысяч томов. Для обработки экспериментальной информации и других целей изготовлено около миллиона различных бланков.

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БИБЛИОТЕКА

В 1981 году число читателей научно-технической библиотеки и ее филиалов составило 6126 человек, в том числе около 800 человек, прибывших в ОИЯИ в командировки. Количество выданной за год литературы и просмотренной на выставках новых поступлений превышает 500 тысяч печатных единиц. По заказам читателей получено по межбиблиотечному абонементу (МБА) 2000 названий книг и журналов. Выполнено 728 читательских заявок, поступивших из библиотек Советского Союза.

По всем источникам комплектования (покупка, подписка, книгообмен) в 1981 году поступило около 18 тысяч экземпляров книг, препринтов, периодических изданий, в том числе 7780 на иностранных языках. Проведена большая работа по очистке фонда от устаревшей и мало используемой литературы, списано в прошедшем году 14510 экземпляров.

На 1 января 1982 года библиотечный фонд составил 373 тысячи единиц, из них около 150 тысяч на иностранных языках.

Все поступившие издания своевременно обрабатывались и отражались в сводных каталогах центральной библиотеки и каталогах филиалов. Пополнялись новыми сведениями о публикациях тематические картотеки журнальных статей и препринтов, влило 25 тысяч карточек. Картотека публикаций сотрудников Института пополнилась 6248 карточками.

Подготовлен и сдан в печать библиографический указатель работ сотрудников ОИЯИ, ч. 20 за 1980 год.

Еженедельно выпускались экспресс-бюллетени о новых поступлениях в библиотеку: "Книги", "Препринты", "Статьи". Всего за прошедший год выпущено 155 номеров бюллетеней, включивших информацию о 24962 наименованиях.

На еженедельных выставках новых поступлений книг, препринтов и журналов представлено около 8 тысяч новых названий.

Организовано 9 тематических выставок литературы к совещаниям и школам, проходившим в Институте, к 25-летию Института.

ОБМЕН ИЗДАНИЯМИ

Всего за 1981 год в научно-техническую библиотеку ОИЯИ поступило в порядке обмена 8834 публикации из 43 стран, в том числе из ЦЕРНа 1365. В порядке обмена в НТБ бесплатно поступают научные журналы из 22 стран (133 названия).

Конкретное количество поступлений показывает следующая таблица:

Страны-участницы ОИЯИ

Наименование страны	Препринты	Журналы	Книги
Болгария		8	3
Венгрия	122	5	2
ГДР	127	4	8
Куба	18		
Польша	57	10	5
Румыния	43	15	20
СССР	2323	30	150
Чехословакия	16	11	2

Другие страны и международные организации

Наименование страны	Препринты	Журналы	Книги
Австралия	40	1	
Австрия	18	4	35
Аргентина	1		
АРЕ	10		
Бельгия	16	5	
Бразилия	143		
Великобритания	301	1	2
Венесуэла	15		
Греция	10		
Дания	77	1	
Евратом	1	1	
Западный Берлин	29		
Индия	105	3	8
Индонезия	3		
Ирландия	22		
Исландия	3		
Испания	29		2
Италия	493	1	1
Канада	117		2
Колумбия	6		
Мексика	8		
Нидерланды	15		1
Новая Зеландия	1		
Норвегия	19		
Пакистан	2		
Португалия	17		
США	1390	6	43
Турция		1	
Финляндия	111		
Франция	341	6	8
ФРГ	770	9	4
Швейцария	81		
ЦЕРН	1365	3	14
Швеция	62		2
Югославия	2	1	2
Япония	480	7	1

Итого из стран-участниц ОИЯИ поступило 2706 препринтов, 83 наименования журналов, 190 книг; из других стран и международных организаций - 6128 препринтов, 50 наименований журналов и 125 книг.

ПАТЕНТНЫЙ ОТДЕЛ

ПРАВОВАЯ ОХРАНА ОТКРЫТИЙ

В 1981 году в СССР зарегистрировано два открытия Объединенного института ядерных исследований:

- "Закономерность в энергетической зависимости радиуса сильного взаимодействия протонов при высоких энергиях" (диплом №244). Авторы открытия: Безногих Г.Г., Грибов В.Н., Жидков Н.К., Золин Л.С., Кириллова Л.Ф., Ники-

тин В.А., Номоконов П.В., Свиридов В.А., Соловьянов В.А., Шафранова М.Г.

- "Явление потенциального рассеяния протонов высоких энергий" (диплом № 246). Авторы: Кириллова Л.Ф., Никитин В.А., Номофилов А.А., Свиридов В.А., Струнов Л.Н., Шафранова М.Г.

Всего за 1958-1981 гг. в СССР зарегистрировано 27 открытий ОИЯИ.

Авторы двух открытий, зарегистрированных в 1981 году Государственным комитетом Совета министров СССР по делам изобретений и открытий.



ЗАЩИТА И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЙ

	1981	1958-1981
Получено положительных решений по заявкам на изобретения	58	817
Использовано изобретений	39	390

РАЦИОНАЛИЗАТОРСКИЕ ПРЕДЛОЖЕНИЯ

	1981	1958-1981
Использовано рационализаторских предложений	720	9778
Экономический эффект от использования изобретений и рационализаторских предложений (в тыс.руб.)	122,9	1956,8

**АДМИНИСТРАТИВНО-
ХОЗЯЙСТВЕННАЯ
ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ**



КАДРЫ

Численность сотрудников Объединенного института ядерных исследований на 31 декабря 1981 года составила 7186 человек.

Распределение по категориям показано в таблице:

Категория работников	Численность		
	в лаборат. и управл.	в производств. подразд.	Всего
Научные работники	1074	-	1074
Инженеры	1556	236	1792
Техники и мастера	258	147	405
Рабочие	1860	1447	3307
Служащие	283	211	494
Младший обслуживающий персонал	27	52	79
Ученики	5	30	35
Итого	5063	2123	7186

В Объединенном институте ядерных исследований работают 5 академиков: Н.Н.Боголюбов, А.М.Балдин, Б.М.Понтекорво, Г.Н.Флеров, И.М.Франк, 5 членов-корреспондентов академий наук: Н.Н.Говорун, В.П.Джелепов, И.Звара, М.Г.Мещеряков, Д.В.Ширков, 129 докторов наук, 509 кандидатов наук.

В 1982 году принят 831 человек, из них: научных работников 200, инженеров

127, техников и мастеров 51, рабочих 324, учеников 46, служащих 54, младшего обслуживающего персонала 29 человек.

Уволено из ОИЯИ за этот же период в связи с окончанием срока работы и по другим причинам 752 человека.

В течение года учеными и научно-техническими советами ОИЯИ избраны на должности на новые сроки 131 научный сотрудник. Присвоены ученые звания младшего научного сотрудника - 34 сотрудникам и звания старшего научного сотрудника - 20 сотрудникам.

В течение 1981 года защитили кандидатские диссертации 35 сотрудников, докторские - 6.

ФИНАНСОВАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

Комитетом Полномочных Представителей правительств государств-членов Объединенного института ядерных исследований для проведения научно-исследовательских работ, капитального строительства и других мероприятий, связанных с деятельностью Института, ассигновано 44500 тысяч рублей.

Фактические расходы за 1981 год составили 43057 тысяч рублей, или 96,8% по отношению к годовым ассигнованиям.

Тематический план научно-исследовательских работ в 1981 году в сметной стоимости выполнен на 100,0%. Фактические затраты составили 28044 тыс. рублей, или 95,1%. Достигнута экономия 1456 тыс. рублей.

Распределение по разделам бюджета показано в таблице:

Наименование разделов	Годовые ассигнования /тыс. руб./	Фактическое выполнение /тыс.руб./	в % к плану
I. Административно-управленческие и хозяйственные расходы	6483	6416	99,0
II. Расходы на научно-исследовательскую деятельность	23017	21628	94,0
III. Капитальные вложения на строительство научно-исследовательских и других объектов	15000	15013	100,1
Итого:	44500	43057	96,8

КАПИТАЛЬНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО

Затраты на капитальное строительство научно-исследовательских и других объектов в 1981 году планировались в сум-

ме 15000 тысяч рублей. Выполнение годового плана по разделам капитального строительства отражено в таблице:

Структура капитального строительства	Годовой план /тыс.руб./	Фактическое выполнение /тыс.руб./	% выполнения
Всего капитальных вложений в том числе:	15000	15013	100,1
1. Строительно-монтажные работы	4374	3960	90,5
2. Оборудование и инвентарь	9883	10245	103,7
3. Прочие капитальные работы и затраты /в т.ч. проектно-изыскательские работы/	743	808	108,7
Ввод в действие основных средств /фондов/	16567	19311	116,6

ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

В составе ОИЯИ находятся производственные, вспомогательные и обслуживающие подразделения.

Деятельность этих подразделений за 1981 год характеризуется основными показателями, приведенными в таблице:

Показатели	Годовой план	Фактическое выполнение	% выполнения
1. Объем готовой продукции, выполненных работ и оказанных услуг в тыс.руб.	10691	11118	104,6
2. Результаты финансово-хозяйственной деятельности /прибыль/ в тыс.руб.	253	696	
3. Затраты на один рубль готовой продукции, выполненных работ и оказанных услуг /в копейках/	0-97,6	0-93,7	
4. Численность работающих	1910	1826	