

ДУБНА · 1985

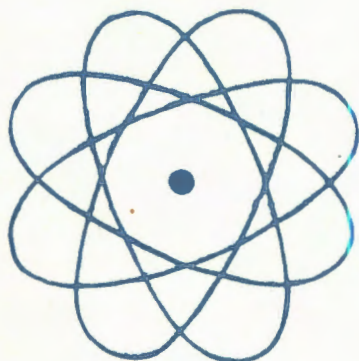
ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ



JOINT INSTITUTE FOR NUCLEAR RESEARCH

1985 · DUBNA

**ОТЧЕТ
О ДЕЯТЕЛЬНОСТИ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ**



ЕЖЕГОДНОЕ ИЗДАНИЕ

оглавление

ВВЕДЕНИЕ	4
ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ РУКОВОДЯЩИХ И КОНСУЛЬТАТИВНЫХ ОРГАНОВ	8
Премии	17
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЕ РАБОТЫ, ВЫПОЛНЕННЫЕ ЛАБОРАТОРИЯМИ ОИЯИ В 1985 ГОДУ	
Лаборатория теоретической физики	20
Лаборатория высоких энергий	30
Лаборатория ядерных проблем	44
Лаборатория ядерных реакций	56
Лаборатория нейтронной физики	70
Лаборатория вычислительной техники и автоматизации	86
Отдел новых методов ускорения	96
ОБЩЕИНСТИТУТСКИЕ СЛУЖБЫ	
Отдел радиационной безопасности и радиационных исследований	106
Опытное производство	108
МЕЖДУНАРОДНЫЕ СВЯЗИ И НАУЧНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО	112
НАУЧНАЯ ИНФОРМАЦИЯ	
Издательский отдел	136
Научно-техническая библиотека	137
Патентный отдел	138
АДМИНИСТРАТИВНО-ХОЗЯЙСТВЕННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ	140

ВВЕДЕНИЕ

Для интернационального коллектива Объединенного института ядерных исследований 1985 год был завершающим годом программы научных исследований, определенной пятилетним планом ОИЯИ 1981—1985 гг. Результатом усилий этих лет явилось качественное обновление экспериментальной базы Института.

Достигнут выдающийся результат в физике и технике реакторостроения, связанный с пуском и освоением реактора ИБР-2. По своей конструкции он не имеет аналогов в мировой практике. В настоящее время реактор выведен на мощность 2 МВт и, в частности, получен рекордный поток тепловых нейтронов из замедлителя $\sim 10^{16}$ нейтрон/(см²·с) при импульсной мощности 1500 МВт и средней мощности 2 МВт. На 10 нейтронных пучках реактора полным ходом ведутся исследования на 11 экспериментальных установках.

Успешно модернизируется синхрофазотрон. Значительно расширен набор и интенсивность ускоряемых релятивистских ядер вплоть до фтора и кремния; с помощью лазерного источника новой конструкции удалось в сто раз увеличить интенсивность ядер углерода; получены уникальные пучки поляризованных дейтронов. Впервые в мировой практике осуществлен вывод пучка частиц из камеры ускорителя с помощью изогнутого монокристалла кремния. Особенно перспективными являются исследования сверхпроводящих магнитных систем, которые в случае успеха позволят заменить магнит синхрофазотрона на сверхпроводящее кольцо и тем самым увеличить интенсивность и набор ускоряемых ядер. В настоящее время создана сверхпроводящая система погружного типа (установка СПИН), получена устойчивая циркуляция пучка протонов в теплом режиме.

В 1985 году завершена реконструкция синхроциклотрона в фазотрон с пространственной вариацией магнитного поля. В настоящее время интенсивность пучка ускоренных

протонов с энергией 680 МэВ составляет 7 мкА. Вывод пучка из камеры ускорителя осуществляется с эффективностью более 50%. На пучках фазотрона уже работают экспериментальные установки.

Завершены работы по вводу изохронного циклотрона У-400 в эксплуатационный режим по проектному варианту. Широким фронтом ведутся работы по созданию циклотрона У-400М.

В области новых методов ускорения создана и устойчиво работает головная часть коллективного ускорителя тяжелых ионов КУТИ-20.

Многие важные исследования минувшего пятилетия стали источниками физических идей и фундаментальных данных о природе материи, нашли успешное применение в смежных областях науки и техники. Доказательством служит тот факт, что четыре работы, выполненные в ОИЯИ, зарегистрированы как открытия, ученым Института присуждены две Государственные премии СССР в области науки и техники и две премии Совета Министров СССР, медали и премии Академии наук СССР. За работы, выполненные в Дубне, присуждены Государственная премия ЧССР имени Клемента Готвальда и Государственная премия НРБ имени Георгия Димитрова.

Новых результатов добились теоретики Института. Развита общий взгляд на ренормализационные группы из различных областей физики. На его основе установлено родство ренормгруппы и степенной автомодельности. Построен ряд замкнутых моделей в теории поля, которые послужили стимулом для экспериментов в поисках новых мировых констант. Достигнут прогресс в изучении суперсимметричных теорий. Значительное число теоретических работ имеет непосредственный выход на эксперимент. Подробно исследовались возбужденные состояния мезонов. Проведены расчеты многочисленных эффектов физики низких энергий в моделях сверхпроводящего типа, предложен новый

механизм роста полных сечений. Всесторонне развита теория осцилляций массивных нейтрино и предложены эксперименты по их обнаружению.

Успешно развивалась квазичастично-фонная модель ядра, позволяющая на единой микроскопической основе описывать свойства ядер при низких, средних и высоких энергиях возбуждения. Выявлена принципиально новая роль мезонных и кварковых степеней свободы в ядрах. Создана микроскопическая теория прохождения быстрых заряженных частиц через кристаллы. Ряд строгих результатов получен в теории фазовых переходов. Предложен новый подход к описанию кинетики систем сверхизлучательного типа.

Дальнейшее существенное развитие получили представления об атомном ядре как о кварк-глюонной системе. Исследование кумулятивного рождения частиц в экспериментах на синхрофазотроне привело к установлению новой универсальной характеристики атомного ядра — его кварк-партоновой структурной функции. Получены убедительные доказательства существования в ядрах мультикварковых конфигураций, сильно отличающихся по своей структуре от мультикварковых конфигураций в свободных нуклонах и легких ядрах. Установлена граница применимости протон-нейтронной модели ядра.

В совместном ОИЯИ — ЦЕРН эксперименте NA-4 были определены структурные функции нуклонов, анализ которых дал значение масштабного параметра квантовой хромодинамики, а также достоверное доказательство отличия структуры нуклона, связанного в ядре, от структуры свободного нуклона.

Новые важные результаты получены в экспериментах на пучках ускорителя ИФВЭ (Протвино). Найдена универсальность характеристик струй частиц, образованных в адрон-адронных и адрон-ядерных взаимодействиях. Впервые экспериментально изучены возбужденные состояния π -мезона. Фундаментальным результатом этих исследований явилось открытие двух новых состояний π -мезона, которые представляют собой радиальные возбуждения системы кварк-антикварк и служат прямым доказательством составной структуры легчайшего адрона. Впервые был обнаружен процесс упругого рассеяния π -мезонов на фотонах: комптон-эффект на π -мезоне. Ранее этот эффект был зарегистрирован только для стабильных частиц — электрона и позитрона. Важным ре-

зультатом явилась экспериментальная проверка гипотезы киральных аномалий, которую можно рассматривать как экспериментальное подтверждение цветной SU(3)-симметрии. В эксперименте по наблюдению релятивистских атомов позитрония определена вероятность самого редкого из наблюдавшихся распадов элементарных частиц — распада π^0 -мезона на атом позитрония и γ -квант. Определено значение верхней границы вероятности распада $K^0 \rightarrow e^+e^-$, которое оказалось существенно ниже имевшегося ранее предела. Исследование поляризации в обменном пион-протонном рассеянии указало на необходимость пересмотра существующих теоретических представлений.

В экспериментах, выполненных в Лаборатории ядерных проблем, впервые определены основные константы μ -катализа реакций образования мезомолекул дейтерия и трития. Скорость образования мезомолекул соответствует среднему выходу 100 нейтронов с энергией 14 МэВ за время жизни каждого мюона.

Достигнут значительный прогресс в синтезе сверхтяжелых элементов, получен ряд новых изотопов элементов от 104 до 109. Эксперименты по изучению свойств изотопов 106 и 108 элементов показали их устойчивость относительно спонтанного деления, что является прямым экспериментальным указанием существования области сверхтяжелых элементов. С помощью химических методов впервые получены экспериментальные данные о металлической валентности фермия, менделевия и элемента 102. Новые результаты получены в работах по поиску сверхтяжелых элементов в природе. Проведен цикл экспериментов, связанных с исследованием нового типа радиоактивного распада тяжелых ядер — испускания тяжелых кластеров. Впервые обнаружено спонтанное испускание ядер неона. Завершены эксперименты по изучению спектров состояний высокоионизованных атомов, в которых получены принципиально новые результаты.

В Лаборатории нейтронной физики впервые получено экспериментальное доказательство резонансной структуры эффекта нарушения пространственной четности при взаимодействии поляризованных нейтронов с ядрами и проведено подробное изучение этого эффекта. Обнаружен и исследован эффект спин-орбитального расщепления р-волновых нейтронных силовых функций. Впервые получены новые интересные результаты по динамике адсорбированного

водорода и его соединений. На пучках реактора ИБР-2 получено большое число интересных результатов. Определены размеры и плотность гидратной оболочки полиэлектролитов. С помощью парамагнитного рассеяния нейтронов определена структура электронных уровней редкоземельных ионов в металлах. Полученные схемы уровней позволяют полностью объяснить макроскопические свойства редкоземельных интерметаллидов. Проведены комплексные исследования структуры и динамики кристаллов. На канале ультрахолодных нейтронов ИБР-2 впервые экспериментально подтверждено предсказание об увеличении коэффициента отражения нейтронов от материалов с большим сечением поглощения.

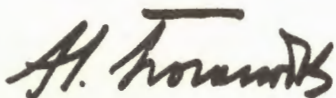
Продолжал развиваться центральный вычислительный комплекс ОИЯИ. В прошедшей пятилетке введены в эксплуатацию и освоены три новые базовые ЭВМ. Создана и документирована единая для всех базовых ЭВМ Института библиотека программ общего назначения. Расширена терминальная сеть базовых ЭВМ. Большой объем работ выполнен в области создания систем программ обработки экспериментальных данных и обеспечения крупных электронных экспериментов. Дальнейшее развитие получили автоматические и полуавтоматические системы обработки камерных снимков.

Широкую известность получили работы, направленные на развитие современных экспериментальных методов изучения частиц и ядер. Эти исследования являются методической основой нового поколения экспериментальных установок. Ярким примером являются работы по созданию в ИФВЭ крупномасштабного спектрометра "Нейтринный детектор", физический пуск первой очереди которого состоялся в 1985 году. Ряд новых экспериментальных установок создан для проведения актуальных исследований на реакторе ИБР-2, циклотроне У-400, синхрофазотроне и фазотроне ОИЯИ. Большой объем работ выполнен по созданию прототипа адронного калориметра и поточной линии

производства дрейфовых трубок для совместного с ЦЕРН эксперимента ДЕЛФИ.

Высокий уровень фундаментальных исследований ОИЯИ, высокий научно-технический потенциал служат основой для проведения прикладных исследований, необходимых для решения задач в области медицины, биологии, экологии, материаловедения, геологии и других областей. Примерами служат разработка эффективных ядерных фильтров для микро- и ультрафильтрации; создание клиничко-физического комплекса для онкологических исследований на фазотроне, широкое использование пучков нейтронов реактора ИБР-2, тяжелых ионов циклотрона У-400 и электронов микротрона МТ-22 для радиационного материаловедения и активационного анализа, разработка технологии получения радиофармацевтических препаратов, испытания методов магнитной обработки посевных культур для повышения урожайности, создание новых автоматизированных приборов на основе многопроводочных камер для неразрушающего экспресс-анализа биологических структур.

Результаты последних лет в области фундаментальных и прикладных исследований, выполненных в ОИЯИ на основе широкого международного сотрудничества, подтверждают правильность избранных научных направлений, показывают их актуальность и перспективность. Это отмечалось на совещании Комитета Полномочных Представителей правительств стран-участниц ОИЯИ, утвердившем в 1985 году новый пятилетний план развития Института. В результате сооружения новых и развития действующих базовых и экспериментальных установок в ОИЯИ созданы необходимые условия для продолжения и развертывания в 1986-1990 гг. конкурентоспособных программ экспериментальных исследований как фундаментального, так и прикладного значения с использованием уникальных пучков релятивистских и поляризованных ядер синхрофазотрона, высокоинтенсивных пучков нейтронов реактора ИБР-2, тяжелых ионов изохронного циклотрона У-400 и пучков фазотрона.



Н.Н. Боголюбов
Директор Объединенного института
ядерных исследований

**РУКОВОДЯЩИЕ
И КОНСУЛЬТАТИВНЫЕ
ОРГАНЫ ОИЯИ**



ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ РУКОВОДЯЩИХ И КОНСУЛЬТАТИВНЫХ ОРГАНОВ ОИЯИ

LVII сессия Ученого совета ОИЯИ проходила 15-17 января 1985 года. Члены Ученого совета заслушали информацию о выполнении решений предыдущих (LV и LVI) сессий, доклады об итогах международного сотрудничества и связях ОИЯИ в 1984 году и планах на 1985 год, о кадрах специалистов из стран-участниц. На сессии были заслуша-

ны доклады о работе секций Совета и их рекомендациях по проекту пятилетнего плана развития ОИЯИ на 1986-1990 гг., доклад о проекте пятилетнего плана развития ОИЯИ на следующую пятилетку и о развитии экспериментальной базы ОИЯИ. Была проведена дискуссия по проекту пятилетнего плана развития ОИЯИ.

Заседание Ученого совета ОИЯИ, январь 1985 г.



Ученый совет одобрил научно-исследовательскую деятельность Института в 1984 г., утвердил проблемно-тематический план научно-исследовательских работ и международного сотрудничества ОИЯИ на 1985 г., определил важнейшие научно-исследовательские задачи лабораторий и ОНМУ на 1985 г.

Ученый совет утвердил в должности заместителя директора Лаборатории теоретической физики — профессоров В.А.Мещерякова и В.Г.Соловьева, Лаборатории высоких энергий — профессора А.А.Кузнецова, Лаборатории нейтронной физики — кандидатов физико-математических наук Ю.С.Язвницкого и К.Фельдманна, Лаборатории вычислительной техники и автоматизации — члена-корреспондента АН СССР Н.Н.Говоруна сроком на три года и выразил благодарность доктору физико-математических наук Р.Михальцу за большую работу на посту заместителя директора ЛНФ.

Комитет Полномочных Представителей правительств государств-членов ОИЯИ на совещании 26-27 февраля 1985 года одобрил работу Института по выполнению плана научно-исследовательских работ и международного сотрудничества в 1981-1984 гг., утвердил решения LVI и LVII сессий Ученого совета ОИЯИ по результатам научных исследований, выполненных лабораториями и отделами Института в 1984 году, и план на 1985 год, принятый LVII сессией Ученого совета; утвердил решения LVII сессии Ученого совета по итогам международного сотрудничества ОИЯИ в 1984 году и планам проведения научных совещаний на 1985 год; планы командирования специалистов ОИЯИ на международные и национальные конференции, симпозиумы, совещания и школы на 1985 год; решения LVII сессии Ученого совета о кадрах специалистов из стран-участниц ОИЯИ.



Комитет Полномочных Представителей постановил считать главными задачами Института в 1985 году:

— дальнейшее развитие современных теоретических методов физики элементарных частиц и атомного ядра, конденсированных состояний, а также проведение экспериментальных исследований в этих направлениях на базовых установках ОИЯИ, ускорителях ИФВЭ и ЦЕРНа в наиболее актуальных областях современной экспериментальной физики, включая прикладные исследования в соответствии с задачами, поставленными



Директор ОИЯИ Н.Н.Боголюбов, главный ученый секретарь А.Н.Сисакян, директор Лаборатории нейтронной физики И.М.Франк.



Административный директор ОИЯИ Ю.Н.Денисов, заместитель административного директора Н.Т.Карташов, член Ученого совета Г.Музиоль (ГДР).



Директор Лаборатории ядерных реакций Г.Н.Флеров и вице-директор ОИЯИ Э.Энтральго (Куба).

в решениях LVII сессии Ученого совета ОИЯИ;

— проведение работ по модернизации систем синхрофазотрона;

— проведение работ по реализации КУТИ-20;

— участие в разработке совместно с ИФВЭ отдельных систем проекта УНК;

— начало физических экспериментов на пучках фазотрона ОИЯИ и завершение сооружения корпуса для экспериментального комплекса ЯСНАПП;

— развитие физических исследований на реакторе ИБР-2, создание ЛИУ-30;

— работы в области создания и совершенствования ускорителей тяжелых ионов (комплекс У-400 + У-400М), синтез и поиск сверхтяжелых элементов;

— развитие и эффективное использование ЦВК;

— дальнейшее развитие и более эффективное использование Опытного производства как необходимое условие для развития экспериментальной базы ОИЯИ;

— эффективное использование базовых установок, повышение их экономичности и технического совершенства.

Комитет утвердил представленный дирекцией Института отчет об исполнении бюджета за 1983 год, протокол Финансового комитета ОИЯИ от 13-14 ноября 1984 года, заслушал доклад дирекции об исполнении бюджета ОИЯИ за 1984 год.

Комитет утвердил пятилетний план развития ОИЯИ на 1986-1990 гг. и поручил дирекции Института на основе этого плана разработать план-график освоения капитальных вложений на пятилетку, предусматривающий очередность создания базовых и экспериментальных установок с учетом приоритетов, и представить его на рассмотрение Финансового комитета, Ученого совета и очередного совещания Комитета Полномочных Представителей.

На совещании с научными докладами выступили член-корреспондент АН СССР Н.Н.Говорун ("Состояние и перспективы развития измерительно-вычислительных мощностей ОИЯИ") и профессор А.Сэндулеску ("Новые виды естественной радиоактивности").

Комитет Полномочных Представителей выразил дирекции и всему коллективу Объединенного института ядерных исследований благодарность за проделанную работу в 1984 году.

LVIII сессия Ученого совета ОИЯИ состоялась 30-31 мая 1985 года. Совет одобрил деятельность секций Совета по теоретической физике и по физике высоких и низких энергий, утвердил решение жюри о присуждении премий ОИЯИ за лучшие работы, выполненные в 1984 году. Члены Совета обсудили проект проблемно-тематического плана научно-исследовательских работ и международного сотрудничества ОИЯИ на 1986 год и определили основные научные направления лабораторий и ОНМУ в 1986 году.

На сессии с научным докладом "Программа и перспективы научных исследований на ускорителе У-70 с бустером и на УНК" выступил профессор Н.Е.Тюрин.

Совет утвердил в должности заместителя директора Лаборатории вычислительной техники и автоматизации кандидата физико-математических наук М.Сука сроком на три года, продлил срок полномочий заместителю директора Лаборатории ядерных реакций профессору Х.Зодану на три года и выразил благодарность доктору З.Хоффману за большую плодотворную работу на посту заместителя директора ЛВТА.

В 1985 году заседания консультативных органов Института — секций Ученого совета ОИЯИ по теоретической физике, по физике высоких и физике низких энергий — проводились дважды: в мае и ноябре-декабре.

Участники летней сессии секций Совета на своих заседаниях заслушали ряд научных докладов о работах, выполненных в лабораториях ОИЯИ, отчеты о работе специализированных комитетов и о выполнении решений предыдущей сессии.

22 сессия секции Ученого совета по теоретической физике, состоявшаяся 30 мая, была посвящена обсуждению научных докладов о теоретических аспектах научной программы совместных экспериментов ОИЯИ с ЦЕРН (Женева) и ИФВЭ (Протвино). Были заслушаны следующие доклады: вступительный доклад сделал Д.В.Ширков, "Стандартная модель и возможности эксперимента" (И.А.Савин), "Статус теории электрослабых взаимодействий" (Д.Ю.Бардин), "Принцип ослабления корреляций Боголюбова в кварковой физике" (А.М.Балдин), "Квантовая хромодинамика и структурные функции ядер" (А.В.Ефремов), "КХД-анализ структурных функций нуклонов и фотона" (Н.Б.Скачков), "Проблематика теории взаимодействий частиц" (Д.В.Ширков). О подготовке Школы молодых ученых ОИЯИ — ЦЕРН доложил А.Н.Сисакян, о подготовке Международной школы по структуре ядра — В.В.Воронов.

На 40 сессии секции Ученого совета по физике высоких энергий, прошедшей 28 мая, были заслушаны доклады об исследованиях, выполненных в ЛВЭ, ЛЯП и ЛВТА: "Новые результаты исследований, создание и развитие экспериментальных установок на У-70" (А.Прокеш), "Эксперименты по глубоконеупругому лептон-ядерному рассеянию и подготовка к исследованиям на встречных пучках УНК" (П.Т.Тодоров), "Исследование струй адронов и мультикварковых состояний в экспериментах ЛВЭ" (В.Г.Гришин), "Исследование киральной аномалии $\gamma \rightarrow 3\pi$ в процессе образования пионных пар пионами в кулоновском поле ядер" (Г.В.Мицельмахер), "Экспериментальное исследование взаимодействий антипротонов с легкими ядрами на ускорителе LEAR в ЦЕРНе" (И.В.Фаломкин), "Вычислительные аспекты квантовой хромодинамики на решетке" (Н.В.Махалдиани).

Участники 40 сессии секции Ученого совета по физике низких энергий (29 мая) обсудили научные доклады об исследованиях,



Заседание секции Ученого совета по физике низких энергий. Выступает вице-директор ОИЯИ А.Сэндулеску (СРР).

проведенных в Лаборатории ядерных реакций: "Вылет тяжелых кластеров" (Ю.П.Гангровский, С.П.Третьякова), "Поиск сверхтяжелых элементов в природе" (В.П.Перелыгин, С.Н.Дмитриев), "Синтез и исследование свойств ядер легчайших элементов, расположенных вблизи границы ядерной стабильности" (К.Борча), "Исследование на установке ДЭМАС деления ядер, образующихся в реакциях с тяжелыми ионами с энергией вблизи кулоновского барьера реакции" (Х.Зодан), "Циклический имплантатор тяжелых ионов (ИЦ-100)" (Р.Ц.Оганесян), "Результаты и программа исследований на ускорителях тяжелых ионов Лаборатории ядерных реакций" (Г.Н.Флеров), а также научный доклад о состоянии работ по подготовке к началу физических исследований на пучках фазотрона, с которым выступил К.Я.Громов. Члены секции заслушали также доклады об итогах работы научных совещаний и конференций по тематике секции:

конференции МАГАТЭ "Рассеяние нейтронов в 90-е годы" (ФРГ), Международного совещания "Свойства ядер и ядерные возбуждения" (Австрия), XXXV Совещания по ядерной спектроскопии и структуре атомного ядра (СССР), с которыми выступили П.Пахер, Х.Зодан и К.Я.Громов.

Основное внимание участников осенней сессии секций Ученого совета было уделено обсуждению отчетов об исследовательской деятельности лабораторий Института в пятилетии 1981-1985 гг. Члены секций заслушали также отчеты о работе специализированных комитетов и о выполнении решений предыдущей сессии секций. На 23 сессии секции Ученого совета по теоретической физике, которая состоялась 4 декабря, были заслушаны доклады по теории элементарных частиц (докладчики Д.И.Казаков, М.Бордаг и С.Дубничка) и научные доклады о теоретических аспектах экспериментальных исследований по физике ядра и твердо-

го тела (Н.М.Плакида, В.Д.Тонеев, В.В.Пашкевич), а также информация о конференции по аналитическим вычислениям на ЭВМ и их применению в теоретической физике (В.П.Гердт). Секция одобрила предложенный дирекцией ЛТФ план научно-исследовательской работы на 1986 год и подчеркнула принципиальное значение дальнейшего развития основных теоретических направлений и важность участия ЛТФ в экспериментальных программах ОИЯИ и других научных центров. На 41 сессии *секции Ученого совета по физике высоких энергий* (3-5 декабря) с докладами об итогах работы VI Международного симпозиума по поляризионным явлениям в ядерной физике (Япония), Международного симпозиума по лептонным и фотонным взаимодействиям при высоких энергиях (Япония), II Международной конференции по ядро-ядерным столкновениям (Швеция) выступили В.А.Никитин, П.С.Исаев и Б.А.Кулаков. Участники состоявшейся 26-28 ноября 41 сессии *секции Ученого совета по физике низких энергий* заслушали доклады об итогах работы II Международной конференции по ядро-ядерным столкновениям (Швеция), VII конференции Европейского физического общества по синтезу и структуре экзотических ядер и атомов

(Болгария), Международной школы по структуре ядра (СССР), Совещания по рассеянию нейтронов в конденсированных средах на экспериментальных установках ИБР-2 (СССР), Международной конференции по магнетизму (США) и Совещания по использованию ядерных фильтров для решения научно-технических и народнохозяйственных задач и радиационному материаловедению (СССР), с которыми выступили В.В.Волков, Б.И.Пустыльник, В.В.Воронов, Ю.М.Останевич, Е.А.Горемычкин, В.А.Щеголев. На сессии была также обсуждена информация о разработке плана-графика создания и развития экспериментальных и базовых установок и объектов производственного назначения ОИЯИ на 1986-1990 гг., с которой выступил вице-директор А.Сэндулеску, и информация о новой циклотронной лаборатории (Дебрецен, ВНР), с которой выступил Т.Фенеш.

Заседания *специализированных комитетов секций Ученого совета по физике высоких энергий* (фотоэмульсионного, камерного и комитета по электронным экспериментам) и по физике низких энергий (комитетов по нейтронной физике, по структуре ядра и по физике тяжелых ионов) проходили в 1985 году дважды: в апреле и октябре.



Заседание Финансового комитета ОИЯИ, ноябрь 1985 г.

На заседаниях комитетов были заслушаны отчеты о выполнении рекомендаций предыдущих сессий комитетов, о ходе работ по утвержденным темам и проектам, ряд научных докладов. На весенней сессии комитетов обсуждены предложения лабораторий в проект проблемно-тематического плана научно-исследовательских работ и международного сотрудничества на 1986 год,

уточнены приоритеты для составления проекта плана-графика создания экспериментальных установок на следующее пятилетие. На осенней сессии обсуждались отчеты по завершаемым в 1985 году темам, изменения в проекте проблемно-тематического плана научно-исследовательских работ и международного сотрудничества на 1986 год по тематике комитетов.

ОРГАНЫ УПРАВЛЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО ИНСТИТУТА ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

КОМИТЕТ ПОЛНОМОЧНЫХ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ

Академик Х. Христов (Народная Республика Болгария)
Член-корр. ВАН И. Ланг (Венгерская Народная Республика)
Академик Нгуен Ван Хью (Социалистическая Республика Вьетнам)
Доктор Ф. Гильберт (Германская Демократическая Республика)
Чве Хак Гын (Корейская Народно-Демократическая Республика)
О. Л. Кабальеро (Республика Куба)

Проф. Д. Цэвэгмид (Монгольская Народная Республика)
Член-корр. Р. Основски (Польская Народная Республика)
Проф. М. Ивашку (Социалистическая Республика Румыния)
Академик А. М. Петросьянц (Союз Советских Социалистических Республик)
Академик Б. Квасниця (Чехословацкая Социалистическая Республика)

Финансовый комитет

По одному представителю от
каждой страны-участницы
ОИЯИ

УЧЕНЫЙ СОВЕТ ОБЪЕДИНЕННОГО ИНСТИТУТА ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Председатель - академик Н. Н. Боголюбов
профессор Э. Энтральго
профессор А. Сэндулеску

Главный ученый 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
профессор Ж. Желев	член-корр. ВАН Д. Берени	кандидат физ.-мат. наук Ву Суан Куанг	профессор К.-Г. Каун академик Ву Суан Куанг	Зен Им Кюн кандидат физ.-мат. наук Ли Ман Бак	кандидат физ.-мат. наук М. Леонард	Б. Далкуртен академик АН МНР Н. Содном профессор Д. Чултэм	профессор И. Зелински академик ПАН Р. Сосновски академик А. Хрынкевич	кандидат физ.-мат. наук В. Болдеа профессор И. Брандуш профессор Г. Семенеску	доктор технических наук А. А. Васильев профессор В. К. Лукьянов профессор Л. Д. Соловьев	чл.-корр. САН Ю. Дубнянски профессор Й. Тучек профессор Ч. Шимане

Секция Ученого совета ОИЯИ по физике высоких энергий
Председатель - профессор Э. Энтральго
Ученый секретарь - кандидат физико-математических наук М. Г. Шафранова

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

Секция Ученого совета ОИЯИ по физике низких энергий
Председатель - профессор А. Сэндулеску
Ученый секретарь - кандидат физико-математических наук Н. К. Скобелев

Камерный комитет

Председатель - кандидат физ.-мат. наук Х. Каназирски

Комитет по электронным экспериментам

Председатель - доктор физ.-мат. наук Р. Ляйсте

Фотоэмульсионный комитет

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

Комитет по нейтронной физике

Председатель - профессор К. Хенниг

Комитет по структуре ядра

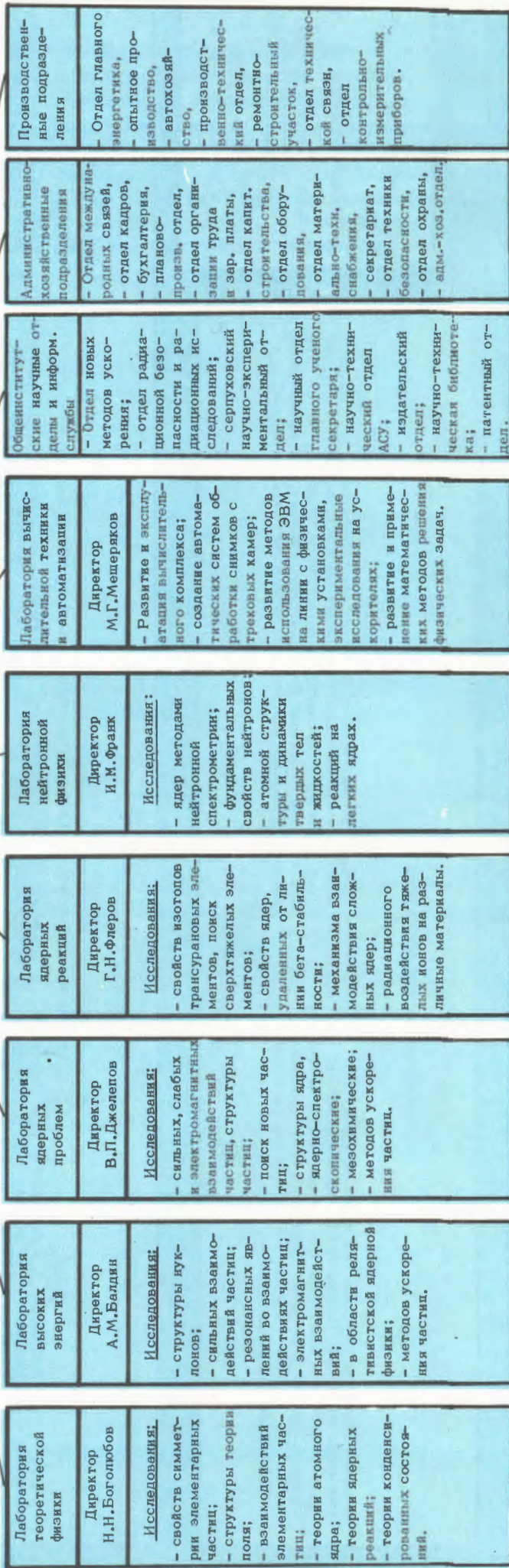
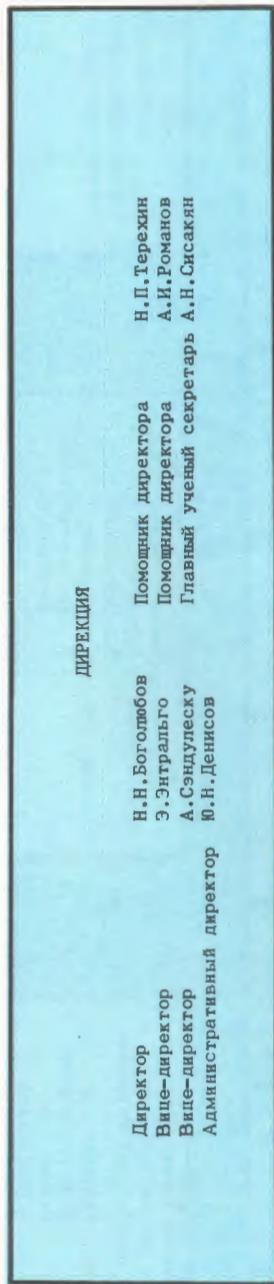
Председатель - доктор физических наук В. Андрейчев

Комитет по физике тяжелых ионов

Председатель - профессор К.-Г. Каун

СТРУКТУРА

ОБЪЕДИНЕННОГО ИНСТИТУТА ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ



— Премия Совета Министров СССР в области науки и техники за 1985 год присуждена за разработку на основе международного стандарта КАМАК и организацию производства аппаратуры для создания систем автоматизации научных и научно-технических исследований. (В числе авторов: Г.П.Жуков, И.Ф.Колпаков, А.Н.Синаев).

— Золотой медалью Всемирной выставки достижений молодых изобретателей награжден В.В.Овчинников.

На соискание премий Объединенного института ядерных исследований за 1984 год были выдвинуты лучшие научно-исследовательские и экспериментальные, научно-методические и научно-технические, а также научно-технические прикладные работы, выполненные сотрудниками Института. Решением Ученого совета ОИЯИ от 30-31 мая 1985 года присуждены следующие премии:

ПО НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИМ ТЕОРЕТИЧЕСКИМ РАБОТАМ

Первая премия

"Квантовая хромодинамика и партонные представления во взаимодействиях лептонов с нуклонами".

Авторы: В.А.Бедняков, И.С.Златев, Ю.П.Иванов, П.С.Исаев, С.Г.Коваленко.

Две вторые премии

"Динамическая теория сверхизлучательных систем".

Авторы: Н.Н.Боголюбов (мл.), Фам Ле Киен, А.С.Шумовский.

"Тороидные моменты как общефизические параметры".

Авторы: В.М.Дубовик, Л.А.Тосунян.

ПО НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИМ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫМ РАБОТАМ

Первая премия

"Изучение электромагнитных взаимодействий пи-мезонов: обнаружение и исследование комптон-эффекта на пи-мезоне и поляризуемости пиона, проверка гипотезы киральных аномалий".

Авторы: Д.Ю.Бардин, М.С.Биленький, А.С.Гальперин, Ю.А.Горнушкин, П.А.Кулинич, Г.В.Мицельмахер, А.Г.Ольшевский, В.Н.Первушин, Я.Седлак, В.И.Травкин.

Две вторые премии

"Экспериментальные исследования образования и радиоактивного распада изотопов с $Z = 104-109$ ".

Авторы: Ю.Ц.Оганесян, М.Юссонуа, А.Г.Демин, Ю.П.Харитонов, Х.Брухертзайфер, О.Константинеску, Ю.С.Короткин, С.П.Третьякова, В.К.Утенков, И.В.Шировский.

"Рождение Λ_c^+ -барионов нейтронами 40-70 ГэВ на ядрах углерода".

Авторы: Т.С.Григалашвили, В.Д.Кекелидзе, Б.А.Кулаков, М.Ф.Лихачев, А.Л.Любимов, Х.Новак, А.Прокеш, Г.Г.Султанов, П.Т.Тодоров, Е.А.Чудаков.

ПО НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИМ И НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИМ РАБОТАМ

Первая премия

"Лазерный источник многозарядных ионов синхрофазотрона на основе CO_2 лазера".

Авторы: Ю.Д.Безногих, А.Г.Бонч-Осмоловский, А.И.Говоров, Л.П.Зиновьев, В.А.Мончинский, И.Н.Семенюшкин, П.Г.Серобаба, Н.И.Чернышев.

Две вторые премии

"Многомашинный измерительный центр ЛНФ".

Авторы: В.А.Вагов, В.А.Владимиров, О.И.Елизаров, Г.П.Жуков, Г.Н.Зимин, И.М.Саламатин, В.М.Северьянов, Г.А.Сухоплинов, В.Г.Тишин, В.Д.Шибяев.

"Разработка, создание и запуск кристалл-дифракционного спектрометра для измерения характеристического рентгеновского излучения высокозарядных ионов".

Авторы: В.Вагнер, В.Б.Дунин, Г.Карраш, Д.Крейзелер, Г.Музиоль, Г.Мюллер, Н.А.Невская, В.Шульце, Г.Щорнак.

**ПО НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИМ
ПРИКЛАДНЫМ РАБОТАМ**

Первую премию ОИЯИ решено не присуждать.

Четыре вторые премии

"Криостатирование сверхпроводящих дипольных магнитов УНК".

Авторы: И.С.Мамедов, В.М.Микляев, В.И.Пряничников, Н.Б.Рубин, Сон Зун Ган, Ю.П.Филиппов.

"Каналы для облучения и пневмотранспортная установка на ИБР-2".

Авторы: В.А.Ермаков, В.В.Корнилов, В.М.Назаров, Т.М.Островная, С.С.Павлов, В.Ф.Переседов, З.Песеки, И.Л.Сашин, М.В.Фронтасьева, Т.Д.Хрыкина.

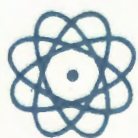
"Разработка и внедрение методов и аппаратуры для прецизионных исследований пространственной атомной структуры белков".

Авторы: Ю.С.Анисимов, М.Е.Андрианова, Ю.В.Заневский, А.Б.Иванов, С.А.Мовчан, В.Д.Пешехонов, А.Н.Попов, Д.М.Хейкер, С.П.Черненко.

"Создание и применение сканирующих систем типа АЭЛТ-1 для ядерно-физических и прикладных задач".

Авторы: А.В.Алакоз, М.К.Баранчук, М.Я.Гембаржевский, З.Д.Грицкий, Е.М.Жмулин, Л.Д.Кучугурная, Э.Д.Лапчик, Б.П.Наумов, Л.В.Тутышкина, В.Н.Шкунденков.

**НАУЧНО-
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЕ
РАБОТЫ,
ВЫПОЛНЕННЫЕ
ЛАБОРАТОРИЯМИ ОИЯИ
В 1985 ГОДУ**



ЛАБОРАТОРИЯ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ

СВОЙСТВА СИММЕТРИИ ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ И ИХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ

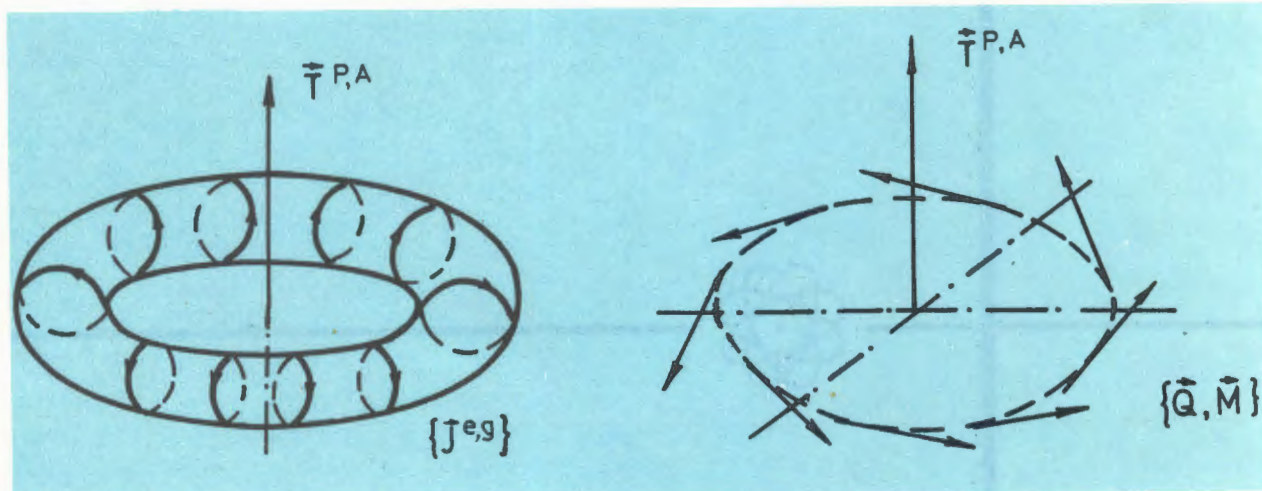
Продолжены исследования расширенных суперсимметрий. Впервые развита явно инвариантная теория возмущений для расширенной теории Янга — Миллса ($N = 2$) и для взаимодействия $N = 2$ материальных полей. Найдены пропагаторы и полностью сформулированы правила Фейнмана для гармонических суперполей. Улучшены доказательства конечности калибровочных четырехмерных теорий со специальным составом материальных полей, впервые даны простые доказательства конечности $N = 4$ двумерных σ -моделей. Найдены общекоординатная группа и предпотенциалы конформной $N = 2$ супергравитации. Любое взаимодействие материальных $N = 2$ суперполей ведет к σ -модели, соответствующей гиперкэлэрову многообразию в секторе скалярных полей. Возникает новая возможность классификации и эффективного нахождения гиперкэлэровых метрик. В качестве первых результатов простым самодействием в гармоническом суперпространстве сопоставлены метрики Тауб — НУТ, Егучи — Хапсона и Калаби и др. ^{/1,2/}.

Изучены свойства супералгебры и алгебр Ли, их структурные и образующие соотношения ^{/3/}.

Исследованы исключительные квантовые механики. Построены уравнения движения в шредингеровской и гейзенберговской картинах. Даны матричные представления в терминах вещественных матриц 27×27 . Уравнения движения в них автоматически принимают гамильтонову форму ^{/4/}.

Предложено все лептоны и кварки объединить в одно спинорное гиперполе, построенное на системе неассоциативных постоктонионных гиперчисел. Появление последовательных поколений лептонов и кварков удается связать с процедурой удвоения систем гиперчисел. Предсказывается, что число поколений не равно трем, известным к данному моменту, а должно составлять по крайней мере четыре. Сформулирована спонтанно-нарушенная симметрия лептонов и кварков, и цветовая симметрия кварков объясняется как остающаяся ненарушенной подгруппа $SU(3)$ группы G_2 автоморфизмов постоктонионных гиперчисел ^{/5/}.

Рис.1. Схематическое изображение тороидных моментов в средах с зарядами и диполями.



В задаче трех тел введены естественные переменные, которые устанавливают связь между тороидальными, сфероидальными и гиперсферическими координатами. На основе динамической группы $O(4,2)$ атома водорода построена схема теории возмущений для полей полиномиального вида и создана программа на языке аналитических преобразований REDUCE ^{/6/}.

Введены аксиальные тороидные моменты $T_{\text{т}}^A$, реализующиеся на торах как токовые в мире магнитных зарядов (g) и как индуцированные в средах с электрическими диполями (\vec{Q}) или магнитными потоками (рис.1). Четыре диполя — электрический \vec{Q} , магнитный \vec{M} и тороидные — полярный T^P и аксиальный T^A — составляют полный векторный базис для построения любого мультиполя в 3-пространстве, исчерпывая возможные свойства при пространственно-временных отражениях. В применении к классификации свойств кристаллических структур среди классов магнитных симметрий выделены 31 класс, допускающий существование T^P , и 43 класса, допускающих существование T^A . Выделены классы, соответствующие чистым тороикам — новым типам конденсированного состояния вещества, дополнительным к диэлектрикам и магнетикам. С помощью новых параметров порядка найден ряд конкретных эффектов. В частности, с помощью микроскопической модели системы с волновой зарядовой плотности исследован фазовый переход в кристалле с образованием аксиального тороидного состояния, проявляющегося в виде необычных ветвей поляритонов ^{/7/}.

СТРУКТУРА ТЕОРИИ ПОЛЯ

Методом континуального интегрирования в фазовом пространстве выполнено квантование гамильтоновых систем со связями самого общего вида: связи первого и второго рода, нестационарные, калибровочные условия неинволютивны между собой ^{/8/}.

Найдено точное выражение для статического межкваркового потенциала, генерируемого релятивистской струной. Для этого была построена квантовая теория релятивистской струны с закрепленными концами во времениподобной калибровке.

Построена модель суперсимметричной струны в искривленном пространстве-времени (пространстве некомпактной группы Ли), которая полностью интегрируема, обобщает известные корни релятивистских струн

и может быть использована для построения новых дуальных амплитуд рассеяния адронов ^{/9/}.

Решена обратная задача для оператора

$$\mathcal{L} - \eta I = \begin{vmatrix} L - x \partial_y - \eta & v \\ w & \partial_x \end{vmatrix},$$

$$L = \partial_x^{K_0+2} + \sum_{K=0}^{K_0} u_K \partial_x^K,$$

$$\partial_x = \frac{\partial}{\partial x}, \quad \partial_y = \frac{\partial}{\partial y}.$$

На основе этих результатов исследование ряда нелинейных эволюционных уравнений, описывающих взаимодействие волн на плоскости x, y сведено к исследованию решений линейных интегральных уравнений, в частности, к исследованию системы линейных алгебраических уравнений. Получены явные выражения для широкого класса точных решений этих уравнений ^{/10/}.

На примере интегрируемой модели магнетика Гейзенберга произвольного спина дано доказательство самосопряженности всех решений уравнений анзаца Бете ^{/11/}. Развита локальная квантовая теория поля, адекватная гипотезе М.А.Маркова о существовании частиц предельной массы ("максимонов") ^{/17/}.

В релятивистском конфигурационном пространстве рассмотрено обобщение задачи о гармоническом осцилляторе. Потенциал в нерелятивистском пределе переходит в обычный осцилляторный. Динамическая группа релятивистского осциллятора совпадает с динамической группой нерелятивистского осциллятора. Получены точные решения, выражающиеся через полиномы от дискретной переменной (полиномы Поллачека).

Завершены исследования по проблеме аксиальных аномалий в суперсимметричных калибровочных теориях. Установлено, что противоречие между аксиальной аномалией и аномалией супертона отсутствует. Аномалии не разрушают суперсимметрию.

Предложен метод построения ультрафиолетово-конечных калибровочных моделей квантовой теории поля с $N = 1$ суперсимметрией. Получены необходимые и достаточные условия конечности теории во всех порядках теории возмущений. Предлагается реалистическая конечная $N = 1$ суперсимметричная модель великого объединения взаимодействий с калибровочной группой $SU(5)$, тремя поколениями кварков и необ-



В октябре 1985 г. в Алуште состоялась Международная школа по структуре ядра. Основную работу по ее организации взяли на себя сотрудники ЛТФ ОИЯИ. В работе школы приняли участие 120 физиков, в том числе представители всех стран-участниц ОИЯИ, а также Дании, Италии, США, ФРГ, Франции.





ходимыми хиггсовскими мультиплетами^{/18/}

В формализме вильсоновских петель разработан новый подход к исследованию инфракрасных асимптотик КХД, с помощью которого впервые доказана применимость ренормгруппы к их анализу^{/26/}.

Выполнено исследование фазовых диаграмм — шаг на пути к решению вопроса о существовании континуального предела решеточной теории и вычислению массы хиггсовского бозона. Впервые корректно построена полная фазовая диаграмма SU(2)-хиггс-калибровочной теории с размороженной (реалистический случай) радиальной модой хиггсовского поля, так называемый скалярный сектор теории Вайнберга — Салама. Исследована SU(3)-хиггс-калибровочная теория (скалярная КХД). Показано, что фазовая диаграмма SU(3)-теории полностью аналогична фазовой диаграмме SU(2)-теории (рис.2)^{/14/}.

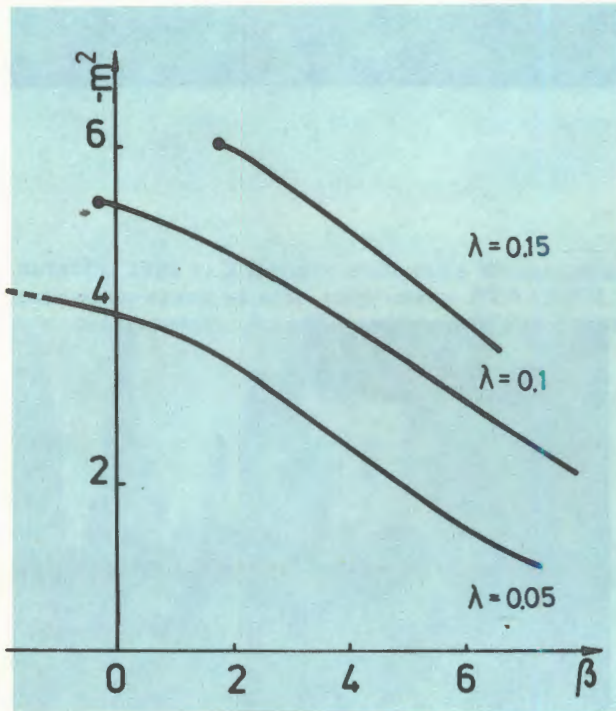


Рис.2. Фазовая диаграмма SU(3)-симметричной хиггс-калибровочной теории. $\beta = 6/g^2$; g — калибровочная константа, λ — константа скалярного взаимодействия, m — "масса" хиггс-бозона ($m^2 < 0$). Линии означают фазовые переходы I рода. Концевые точки (кружки) — предполагаемые фазовые переходы II рода.

На основе нового метода вычислений коэффициентов операторных разложений получены КХД-поправки к партонным правилам сумм для глубококонечного рассеяния и правилам сумм для масс легких кварков.

Разработан метод анализа структурных функций ядер в рамках КХД. Показано, что КХД приводит в ядрах к дополнительным кварковым и глюонным полям. Проанализированы различные модели, предложенные для объяснения EMC-эффекта, и показано, что большинство из них либо неполные, либо противоречат КХД^{/15/}.

Проведен цикл исследований по проблемам интерпретации кумулятивных эффектов в релятивистской ядерной физике. Показано, что эти эффекты обусловлены не одним, а несколькими механизмами, реализующимися внутри различных по величине пространственно-временных интервалов^{/16/}.

Разработана виртон-кварковая модель адронных взаимодействий при низких энергиях, в ее рамках дано единое описание большинства низкоэнергетических эффектов адронной физики. Сделан ряд расчетов для проводимых и планируемых экспериментов: измерение характеристик далитцевских распадов, фоторождение пионов в кулоновском поле ядра, поляризуемость пиона, измерение времени жизни редких и экзотических состояний, анализ распадов G-мезона как глюбола, характеристики $\pi^+\pi^-$ -атома^{/17/}.

Выяснена важная роль переходов псевдоскалярных в аксиально-векторные мезоны в модели кварковых петель. Они уменьшают число произвольных параметров в кварковой модели и обеспечивают градиентную инвариантность. Показана важность их учета и в других моделях. В связи с планируемым экспериментом в Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ описаны димезоатомы $A_{2\pi}$ и $A_{K\pi}$.

Выполнен феноменологический анализ магнитных моментов барионов. Получены новые нелинейные правила сумм, которые согласуются с новейшими прецизионными измерениями магнитных моментов гиперонов.

Исследована роль спиновых эффектов в процессах рассеяния адронов сверхвысоких энергий. Даны предсказания для поляризации pp-рассеяния до энергий $\sqrt{s} = 200$ ГэВ, а также полных сечений pp- и $p\bar{p}$ -рассеяния до энергий $\sqrt{s} = 40$ ТэВ^{/20/}.

Рассмотрена общая связь между экспериментами по поиску осцилляций реакторных антинейтрино и опытами по регистрации солнечных нейтрино. Показано, в частности, что, в случае, если в реакторных

опытах будут обнаружены осцилляции с большой амплитудой, коэффициент ослабления потока солнечных нейтрино должен лежать в интервале от $1/4$ до $1/2$ ^{/21/}.

В рамках многокомпонентной модели, предложенной теоретиками Дубны, проведено описание быструх спектров множественного рождения при энергиях SPS-коллайдера, даны предсказания для сверхвысоких энергий.

Развит калибровочно-инвариантный формализм для описания взаимодействий в неабелевых теориях. С его помощью исследовано инфракрасное поведение электронного пропагатора в КЭД и кварка в КХД^{/23/}.

Исследован вопрос о возможности косвенного наблюдения на Z-фабриках хиггсовского бозона посредством измерения сверхтонкого радиационного сдвига параметров M_Z и $\sin^2 \theta_w$ стандартной теории.

Показано, что точность, достижимая в стандартном сеансе со встречными e^+e^- пучками, позволит получить оценку на массу хиггсона в интервале от 50 до 1000 ГэВ^{/24/}.

Построена асимптотически корректная теория молекулярных состояний в проблеме трех тел. В теории найден динамический гамильтониан задачи двух центров, решена задача двух центров для вращательных состояний и предложена модель классического ротатора, которая была применена для расчета $J = 2$ резонанса в $tt\mu^-$ -системе, построена теория Борна — Оппенгеймера для двухатомной молекулы, переформулированная в асимптотически корректной форме.

СТРУКТУРА АТОМНОГО ЯДРА

Квазичастично-фононная модель ядра (КФМЯ) обобщена для описания широкого круга явлений, в том числе зарядово-обменных гигантских резонансов и ядерных реакций с участием нуклонов и тяжелых ионов. Установлена связь КФМЯ с другими ядерными моделями. Показано существование SU(6)-предела гамильтониана КФМЯ, что позволяет получить микроскопические выражения для параметров хорошо известных в ядерной физике моделей квадрупольных фононов и взаимодействующих бозонов. Для частного случая рассчитаны значения максимального числа бозонов и проанализировано выполнение ограничений, приводящих к SU(6)-пределу^{/27/}. Проведено сопоставление КФМЯ с моделью взаимодействующих бозонов и показано^{/28/}, что в деформированных ядрах имеется кардиналь-

ное различие в описании ряда неротационных состояний в этих моделях. Новые экспериментальные данные согласуются с расчетами в КФМЯ и противоречат выводам модели взаимодействующих бозонов.

В рамках КФМЯ изучались свойства низколежащих состояний и магнитные гигантские резонансы^{/29/}. Исследованы особенности экспериментально обнаруженной А-зависимости приведенной вероятности M2-переходов в нечетных изотопах олова. Учет взаимодействия квазинейтрона с однофононными состояниями приводит к уменьшению приведенных вероятностей в 3-4 раза по сравнению с одночастичными оценками. Резкая зависимость указанных величин от массового числа объяснена влиянием эффектов спаривания. Рассчитаны вероятности M2-переходов между низколежащими состояниями в изотопах Sb, Pm, Pr, Eu, Pb. Проанализирована структура возбужденных состояний ¹⁶⁵Eр и ¹⁴⁶Gd. Изучены гексадекапольные возбужденные состояния в деформированных ядрах.

В рамках КФМЯ исследованы особенности распределения силы одночастичных нейтронных состояний при энергиях возбуждения 7-12 МэВ в изотопах Zr, Sn, Sm, Pb. Обнаружена сильная фрагментация ряда оболочек, в том числе с большими ℓ , что следует учитывать при анализе экспериментальных данных. Рассчитана фрагментация нейтронных и протонных оболочек в ядрах редкоземельной и трансурановой областей. Вычисление фрагментации обеспечивает возможность микроскопических беспараметрических расчетов нейтронных силовых функций. Были рассчитаны нейтронные силовые функции для четно-четных и нечетных ядер редкоземельной области, s- и r-нейтронные силовые функции для нечетных изотопов олова с $A = 117 \div 125$. Для изотопов олова дано объяснение экспериментально установленного в ЛНФ ОИЯИ спин-орбитального расщепления 3р-волновых нейтронных силовых функций. Исследована энергетическая зависимость парциальных нейтронных силовых функций в ²⁰⁵Pb, ²⁰⁹Pb. Показано, что силовые функции ²⁰⁹Pb имеют заметные подструктуры, которые проявляются в реакции ²⁰⁸Pb + n^{/30/}.

Развит последовательный микроскопический метод расчета неупругого рассеяния низкоэнергетических протонов на сферических ядрах с возбуждением сложных состояний, включающих большие примеси двухфононных конфигураций. Показана важная роль тензорного взаимодействия для описа-

ния неупругого рассеяния протонов промежуточной энергии с возбуждением состояний аномальной четности в сферических ядрах. Микроскопически рассчитаны дифференциальные сечения упругого рассеяния u -квантов на дипольных гигантских резонансах для ряда сферических ядер. В рамках микроскопического подхода, развитого для изучения рассеяния тяжелых ионов на сферических ядрах, с хорошей точностью воспроизведен большой набор экспериментальных данных. Показано, что в этих реакциях можно наблюдать интерференцию между кулоновским и ядерным взаимодействиями и проявление ядерных структурных эффектов^{/31/}.

В совместных исследованиях ЛТФ ОИЯИ и Центра ядерной спектроскопии и масс-спектрометрии (Орсе, Франция) показано возникновение неаксиальной октупольной деформации в высокоспиновых состояниях ядер, вызванное выстраиванием вибрационного углового момента в направлении вращения среднего поля^{/32/}. Проявлением октупольной деформации является "гибридизация" нижайших ротационных полос $K = 0^+$ и $K = 0^-$. Сопоставление спектра ядра ^{232}Th , жесткого относительно октупольной деформации при малых спинах, и ^{220}Ra , являющегося экстремально мягким по отношению к такой деформации в основном состоянии, показывает, что гибридизация полос $K = 1^\pm$ при больших спинах является общей чертой многих ядер (см. рис.3).

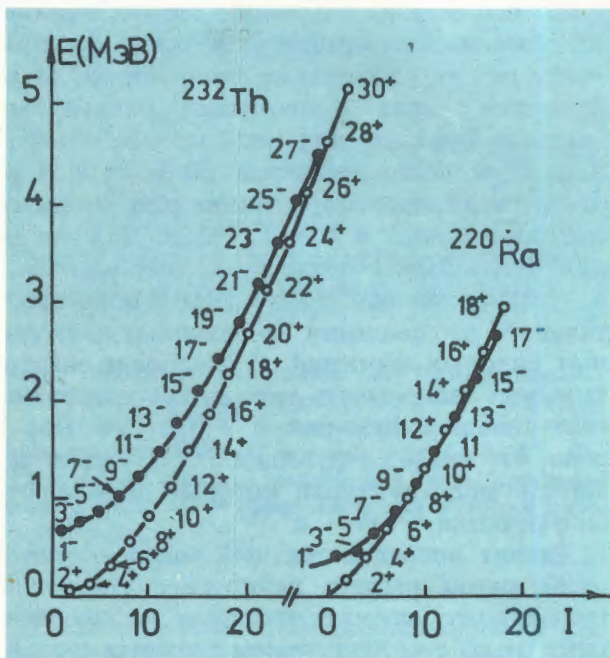


Рис.3. Энергия уровней в зависимости от спина в ядрах ^{232}Th и ^{220}Ra .

Октупольная деформация, вызванная вращением, связана с перестройкой внутренней структуры ядра, в результате которой отношение энергетических интервалов

$$R = 2(E(I+1, K^\pi = 0^+) -$$

$$- E(I, K^\pi = 0^+)) / (E(I+2, K^\pi = 0^+) - E(I, K^\pi = 0^+))$$

оказывается немонотонной функцией спина I . Экспериментальные данные свидетельствуют о наличии таких изменений в структуре ядра (рис.4).

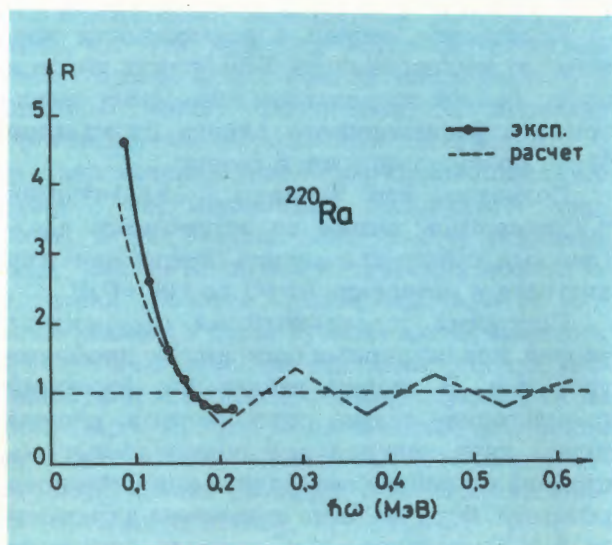


Рис.4. Экспериментальные и теоретические значения отношений энергетических интервалов

$$R = 2 \frac{E(I+1) - E(I)}{E(I+2) - E(I)}$$

Важные результаты о замыкании цепочки уравнений, возникающих при вычислении моментов кинетического уравнения по импульсам и координатам, получены в работе^{/33/}. Такие уравнения являются основными в макроскопической модели коллективного движения в ядрах, разрабатываемой авторами работы^{/33/} в течение нескольких последних лет.

Интересные результаты получены при изучении зарядово-обменных резонансов. В работах сотрудников ЛТФ и ученых из ИАЭ им.И.В.Курчатова (Москва) и Института Н.Бора (Копенгаген) развит новый подход в микроскопическом описании структуры зарядово-обменных возбуждений и механизма ядерных реакций при низких и промежуточных энергиях налетающих частиц, позволяющих вычислить инклюзивные спектры вторичных частиц и прямо

сравнивать их с экспериментальными данными^{/34/}.

Существенное место занимают исследования процесса деления ядер^{/35/}, тесно связанные в работами Лаборатории ядерных реакций. В настоящее время разработана надежная теория для расчетов барьеров деления "вращающихся" и "нагретых" ядер, применяющаяся при изучении границ ядерной стабильности.

ТЕОРИЯ ЯДЕРНЫХ РЕАКЦИЙ

На основе модели, предложенной ранее в ЛТФ, выполнен расчет вклада прямых процессов в сечение слияния и полуширину массового распределения продуктов реакции $^{40}\text{Ar} + ^{165}\text{Ho}$; анализ данных указывает на возможность реализации нового канала — канала прямого деления в ходе этой реакции. Развита метод зарядовых и массовых распределений продуктов реакций многокварковых передач, позволяющий учитывать влияние эффектов ядерной структуры. Исследовано влияние обмена нуклонами на радиальную зависимость потенциала взаимодействия ядер^{/36/}. Предсказан и исследован новый механизм ("катапульт") испускания неиспарительных частиц на конечной стадии глубоконеупругих реакций. В квантово-гидродинамическом подходе исследованы колебания сферически-симметричной ядерной плотности.

Получены асимптотические выражения и дано доказательство неоднозначной разрешимости уравнений Фаддеева в случае запирающих потенциалов. Решена обратная задача теории рассеяния для одного случая деформированного ядра. Методом конечно-мерных аппроксимаций оператора кинетической энергии^{/37/} решены задачи рассеяния и на связанное состояние в системе трех тождественных бозонов. Выявлены специфические характеристики, определяющие механизм когерентного фоторождения пионов на легких ядрах. В рамках обобщенного метода гиперсферических функций проведен анализ нейтронной и зарядовой плотностей ядра ^{18}O на основе данных по π^+ - и π^- -рассеянию в резонансной области^{/38/}.

Дальнейшее развитие получила модель многокварковых систем в ядрах с учетом их сильной связи с нуклонным каналом. Разработаны методы учета вклада мезонных обменных токов в формфакторы легчайших ядер. Показано, что учет их вклада в формфактор дейтрона приводит к перенормиров-

ке вклада шестикварковых примесей, уменьшая их вероятность с 7-8% до 3%. Объяснено поведение формфактора гелия-3 и на этой основе предсказано поведение формфактора трития^{/39/}.

На основе термодинамической и каскадной модели объяснены выходы странных частиц в ядро-ядерных столкновениях при энергиях ускорителей в Беркли и Дубне и даны соответствующие предсказания вплоть до энергий, где ожидается проявление кварк-глюонной плазмы. Показано, что вблизи порога рождения странных частиц определяющую роль играют двухчастичные корреляции в ядрах^{/40/}. Показано, что особенности неупругих π -С-взаимодействий при энергии 4 ГэВ можно объяснить, если предположить наличие в ядре многокварковых конфигураций^{/41/}. В рамках унитарного метода описания пион-ядерного взаимодействия показано, что с учетом канала поглощения можно количественно описать данные по упругому рассеянию пионов на ядрах р-оболочки^{/42/}.

СТАТИСТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА И ЕЕ ПРИЛОЖЕНИЯ В ФИЗИКЕ КОНДЕНСИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ

Развитию математических аспектов теории конденсированного состояния посвящены работы^{/43/}. Выполнен цикл исследований по предельным гиббсовским состояниям и фазовым переходам. Получены некоторые строгие результаты в теории фазовых переходов^{/44/} (общая математическая структура уравнения состояния, описание корреляционных эффектов). Завершены исследования по статистической механике длинных полимерных цепей в моделях биомембран. Развита ранее методы получения дифференциальных уравнений для квазиодномерных систем и их исследования оказались эффективными для описания полиацетилена $(\text{CH})_x$. Ряд результатов, полученных в истекшем году, суммирован в^{/45/}. Отметим, в частности, что удалось достаточно детально проанализировать фазовый переход в $(\text{CH})_x$ при изменении температуры и, что особенно существенно для практики, легирования в терминох переходов диэлектрик — металл. Теоретическая оценка области концентрации примеси $(7 \div 10)\%$ хорошо согласуется с недавними экспериментальными данными.

Завершен цикл исследований по квантовой теории локализованных состояний

в ферромагнетиках^{/46/}. Необходимо отметить, что получены аналитические формулы для когерентных состояний в гейзенберговской цепочке, описание на языке которых приводит к расщеплению корреляций в "существенно" неидеальной системе взаимодействующих спинов. Завершен большой цикл исследований по теории магнитных и электронных свойств переходных и редкоземельных металлов, их соединений и неупорядоченных сплавов. В нем создана последовательная микроскопическая теория корреляционных эффектов в этих веществах, количественно обсуждены особенности нейтронного рассеяния при конкуренции картин локализованных и делокализованных магнитных моментов, нетривиальные проявления "промежуточной валентности". Из первых принципов с помощью схемы вторичного квантования Н.Н.Боголюбова и Н.Н.Боголюбова (мл.) получен гамильтониан для системы адсорбент-адсорбат. Четко проанализированы приближения, приводящие к широко используемым гамильтонианам Изинга, Андерсона, Хаббарда, "поправки" к ним (а они зачастую весьма существенны и приводят к качественному и количественному изменению описания поверхностных явлений). Это, безусловно, представляет основу для построения микроскопической теории поверхностных явлений.

Выполнен цикл исследований по динамике сверхизлучательных лазеров^{/47/}. Разработан метод иерархий кинетических уравнений и на его основе найдены основные характеристики сверхизлучательных импульсов.

В частности, дано объяснение двухцветной суперфлуоресценции, генерируемой на примесных центрах O_2^- в кристаллах KCl, и изучена зависимость характеристик сверхизлучения от параметров когерентной накачки. Предложены новые механизмы генерации сверхизлучения.

Получено точное решение в задаче о взаимодействии трехуровневого атома с полем электромагнитного излучения^{/48/}, позволившее исследовать соотношения между статистическими характеристиками фотонов и населенностями уровней и предсказать новое явление — автоэхо (чередование ослаблений и усиления осцилляций динамических величин).

Для ряда протонных супериоников, исследованных методом рассеяния нейтронов на ИБР-2, развиты квантово-статистические модели структурных фазовых переходов. Изучена модель структурного стекла, исследована проблема локализации и неэргодичности, определены перспективы экспериментов по рассеянию нейтронов^{/49/}.

Изучены особенности электрон-фононного взаимодействия в актиноидах и найдены параметры соответствующих сверхпроводящих состояний, исследован изотопический эффект в системах типа $PdN_x(D_T)$ ^{/50/}.

Развита теория плавления с учетом флуктуационного зародышеобразования. Предложена и исследована модель мультикварковых состояний в ядерной материи. Изучено принципиальное содержание концепции квазисредних Боголюбова. Рассмотрена взаимосвязь "различных" реонормгрупп^{/51/}.

ЛИТЕРАТУРА

- Galperin A. et al. JINR, E2-85-732, Dubna, 1985.
- Гальперин А. и др. Проблемы ядерной физики и космических лучей, 1985, вып.24, с.7-17.
- Лебеденко В.М. ОИЯИ, P1-85-441, Дубна, 1985.
- Polubarinov I.V. JINR, E2-85-506, Dubna, 1985.
- Говорков А.Б. В сб.: Краткие сообщения ОИЯИ, №7-85, Дубна, 1985, с.17-22.
- Soloviev E.A., Vinitsky S.I. J.Phys.B, 1985, 18, p.L557.
- Dubovik V.M., Tosunyan L.A., Tugushev V.V. JINR, E17-85-623, Dubna, 1985.
- Nesterenko V.V. JINR, E2-85-597, E2-85-739, Dubna, 1985.
- Исаев А.П. ОИЯИ, P2-85-942, Дубна, 1985.
- Мельников В.К. ОИЯИ, P2-85-958, Дубна, 1985.
- Avdeev L.V., Vladimirov A.A. JINR, E2-85-461, Dubna, 1985.
- Atakishiev N.M., Mir-Kasimov R.M. JINR, E2-85-214, Dubna, 1985.
- Казakov Д.И. ОИЯИ, P2-85-10, Дубна, 1985.
- Gerdt V.P. et al. JINR, E2-85-59, E2-85-738, Dubna, 1985.
- Efremov A.V. JINR, E2-85-542, Dubna, 1985.
- Калинкин Б.Н., Шмонин В.Л. ОИЯИ, P2-85-471, Дубна, 1985.
- Кадышевский В.Г. ОИЯИ, P2-84-753, Дубна, 1984.
- Dineyghan M. et al. ICTP, IC/84/247, Trieste, 1985.
- Волков М.К. ОИЯИ, P2-85-767, Дубна, 1985.
- Goloskokov S.V., Kuleshov S.P., Seljugin O.V. Journ. de Phys. Colloq., 1985, C2, vol.46, p.C2-239.
- Bilenky S.M., Pontecorvo V.M. JINR, E2-85-589, Dubna, 1985.
- Сисакян А.Н., Торосян Г.А. В сб.: Краткие сообщения ОИЯИ, №11-85, Дубна, 1985, с.20.
- Скачков Н.Б., Соловцов И.Л., Шевченко О.Ю. В сб.: Краткие сообщения ОИЯИ, №8-85, Дубна, 1985, с.42.
- Akhundov A.A., Bardin D.Yu., Riemann T. JINR, E2-85-454, Dubna, 1985.

25. Матвеев А.В. ОИЯИ, P4-85-100, P4-85-386, E4-85-372, Дубна, 1985.
26. Корчемский Г.П., Радюшкин А.В. ОИЯИ, P2-85-716, Дубна, 1985.
27. Kurchev G., Voronov V.V. JINR, E4-85-494, Dubna, 1985.
28. Soloviev V.G. JINR, E4-85-878, Dubna, 1985.
29. Vdovin A.I., Stoyanov Ch., Andrejtcheff W. Nucl. Phys., 1985, vol.440, p.437; Николаева Р.М. Изв. АН СССР, сер.физ., 1985, т.49, с.2192; Nesterenko V.O., Soloviev V.G., Sushkov A.V. JINR, E4-85-856, Dubna, 1985.
30. Малов Л.А., Яковлев Д.Г. Изв. АН СССР, сер. физ., 1985, т.49, с.2187; Воронов В.В., Стоянов Ч. В сб.: Краткие сообщения ОИЯИ, №9-85, Дубна, 1985, с.35; ОИЯИ, P4-85-3, Дубна, 1985.
31. Дао Тиен Кхоа, Кухтина И.Н., Пономарев В.Ю. ОИЯИ, P4-85-720, Дубна, 1985; Вдовин А.И. и др. ОИЯИ, P4-85-572, Дубна, 1985; Dao Tien Khoa, Shitikova K.V. JINR, E4-85-143, Dubna, 1985.
32. Briancon Ch., Mikhailov I.N. Proc.Int.School on Nuclear Structure. JINR, D4-85-851, Dubna, 1985, p.245.
33. Бальбуцев Е.Б., Вайшвила Э., Михайлов И.Н. ОИЯИ, P4-85-876, Дубна, 1985.
34. Bang J. et al. Nucl.Phys., 1985, A440, p.445; Гареев Ф.А. и др. ИАЭ-4144/2, М., 1985.
35. Cwiok S. et al. Nucl.Phys., 1985, A436, p.449.
36. Джолос Р.В., Насиров А.К. ЯФ, 1985, 42, с.175.
37. Belyaev V.B., Kartavtsev O.I. J.Comp.Phys., 1985, 59, p.493.
38. Gmitro M., Kvasil J., Mach R. Phys.Rev., 1985, C31, p.1349.
39. Буров В.В., Лукьянов В.К. ОИЯИ, P2-85-196, Дубна, 1985.
40. Гудима К.К., Тонеев В.Д. ЯФ, 1985, 42, с.645.
41. Елисеев С.М., Исмагова Ф.А. Препринт ФТИ АН УзССР, 28-85-ФВЭ, Ташкент, 1985.
42. Khankhasayev M.Kh. Czech. Journ. of Phys., 1986, vol.B36, No.3, p.207.
43. Angelescu N., Zagrebnoy V.A. J.Stat.Phys., 1985, vol.41, No.1/2, p.323; Бранков Й., Загребнов В.А., Тончев Н. ТМФ, 1986, т.66, №1, с.109.
44. Gielerak R. In: Critical Phenomena. (Ed. by A.Jaffe, G.Parisi, D.Ruelle). Boston, 1985.
45. Осипов В.А., Федянин В.К. ОИЯИ, P17-85-809, Дубна, 1985.
46. Гочев И. ЖЭТФ, 1985, т.89, с.147.
47. Bogolubov N.N., Jr., Fam Le Kien, Shumovsky A.S. Physica, 1985, 128A, p.82; 133A, p.413; Башкиров Е.К., Шумовский А.С., Юкалов В.И. ДАН СССР, 1985, 282, с.300.
48. Bogolubov N.N., Jr., Fam Le Kien, Shumovsky A.S. J.Phys.A, 1985, 18, p.1432.
49. Плакида Н.М. ОИЯИ, P17-85-225; P17-85-369, Дубна, 1985; Bobeth M., Aksenov V.L., Plakida N.M. J.Phys.C, 1985, 18, p.L519.
50. Mertig I. et al. phys.stat.sol. (b), 1985, 129, p.407; Dreksler S.-L., Zhernov A.P. phys.stat.sol. (b), 1985, 130, p.381.
51. Yukalov V.I. Phys.Rev., 1985, B32, p.436; Ширков Д.В., Шумовский А.С., Юкалов В.И. ОИЯИ, P2-85-307, Дубна, 1985.

ЛАБОРАТОРИЯ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

Усилия коллектива Лаборатории высоких энергий концентрировались на фундаментальных исследованиях строения материи на кварк-глюонном уровне, поисках и установлении новых универсальных закономерностей физики микромира, на создании необходимых условий проведения экспериментов для интернациональных коллективов физиков стран-участниц ОИЯИ.

В 1985 г. в экспериментах на синхрофазотроне ОИЯИ, синхротронах ИФВЭ и ЦЕРНа, а также при обработке ранее накопленной информации получен ряд новых значительных физических результатов.

Выполнен большой объем работ по созданию адронного калориметра установки ДЕЛФИ.

В рамках завершающейся пятилетней программы развития ОИЯИ в лаборатории введены в действие новые экспериментальные физические установки.

Совершенствовался вычислительный центр лаборатории. Развивалась методика эксперимента. Ряд новых разработок в области электроники, детекторов излучений и криогеники использован как в физических экспериментах, так и для прикладных целей.

Синхрофазотрон успешно эксплуатировался, велась модернизация его систем. Большим достижением является получение в эксплуатационном режиме пучков релятивистских поляризованных дейтронов с высокой степенью поляризации и проведение рабочего сеанса по набору статистики.

Проводились исследования модели сверхпроводящего синхротрона (СПИН) и полномасштабных магнитных элементов для "Нуклотрона" с магнитным полем, формируемым железными сердечниками, — системы типа "Дубна". Выполнен большой объем работ по проекту реконструкции магнитной системы синхрофазотрона на сверхпроводящую — "Нуклотрон".

Научно-исследовательская деятельность Лаборатории высоких энергий осуществлялась в условиях эффективного международного сотрудничества.

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЕ РАБОТЫ

МЕХАНИЗМ РОЖДЕНИЯ И РАСПАДА ЧАСТИЦ И РЕЗОНАНСОВ. ПОИСК НОВЫХ ЧАСТИЦ

1. На установке БИС-2 проведено два сеанса по набору статистики на ускорителе ИФВЭ (Протвино). Записана информация о взаимодействиях нейтронов с ядрами углерода, алюминия и меди в объеме ~16 млн. событий.

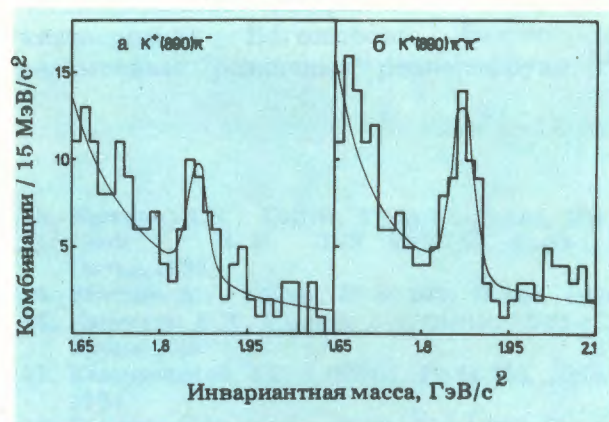


Рис.1. Спектры инвариантных масс с наблюдаемыми сигналами \bar{D}^0 и D^- -мезонов в нейтрон-углеродных взаимодействиях.

В результате анализа ~11,5 млн. первичных nC -взаимодействий при энергии нейтронов 40-70 ГэВ наблюдается рождение очарованных анти-D-мезонов в спектрах эффективных масс $\bar{D}^0 \rightarrow K^+(890)\pi^-$ и $D^- \rightarrow K^+(890)\pi^-\pi^{-1/2}$. Кинематическая область регистрации анти-D-мезонов по их

продольному импульсу ограничена интервалом (60 ± 30) ГэВ/с и по поперечному — (1 ± 0) ГэВ/с. Для этой области определены парциальные сечения рождения анти-D-мезонов:

$$\sigma(nC \rightarrow \bar{D}^0 + \dots) \cdot BR(D^0 \rightarrow K^+(890) \pi^-) =$$

$$= (0,9 \pm 0,3) \text{ мкб и}$$

$$\sigma(nC \rightarrow D^- + \dots) \cdot BR(D^- \rightarrow K^+(890) \pi^- \pi^-) =$$

$$= (2,1 \pm 0,7) \text{ мкб.}$$

Установлено, что дифференциальные сечения описываются функцией $(1-X)^N \exp(-Br_T^2)$ при $N = 0,9 \pm 0,3 \pm 0,4$ и $B = (1,5 \pm 0,5) (\text{ГэВ/с})^{-2}$.

2. Исследовались узкие особенности в спектрах эффективных масс, обнаруженные в пр-взаимодействиях при облучении однометровой жидководородной камеры (ЖВК) монохроматическими нейтронами разных энергий. Установлено существование резонансов в $6q$ -, $4q\bar{q}$ -, $2q2\bar{q}$ -системах на уровне более 5 стандартных отклонений. Наиболее яркий в настоящее время эффект наблюдается в системе двух протонов в реакции $pp \rightarrow pp\pi^-$ при импульсе нейтрона $P_n = 1,25 \text{ ГэВ/с}^{1,2,3/}$. Результаты обработки материалов этой реакции приведены в табл.1, где показаны эффективные массы

Таблица 1

$M \pm \Delta M^*$	$\Gamma_{\text{экср}} \pm \Delta\Gamma^*$	$\sigma \pm \Delta\sigma^{**}$	$\Gamma_{\text{разр}}^*$
1901±1	4,6±4,5	11,7±4,1	1,5
1911±1	4,0±3,9	7,0±2,4	1,8
1923±1	4,5±2,1	22,6±3,4	2,1
1933±1	2,7±1,6	19,2±3,4	2,5
1942±1	6,6±5,3	26,7±5,6	2,8
1959±2	3,3±2,1	7,0±3,2	3,3
1968±2	3,5±3,3	4,1±2,9	3,5
1979±1	4,8±2,5	15,8±3,9	3,8

* МэВ/с²;

** мкб.

двух протонов, при которых наблюдаются особенности, экспериментально полученные ширины наблюдаемых резонансов, сечения их образования и экспериментальное разрешение по массам^{1,2,3/}.

Для объяснения последовательности наблюдаемых особенностей предложена феноменологическая модель вращающихся соединенных ориентированных струн. Результаты расчетов по модели и экспериментально наблюдаемые особенности показаны на рис.2.

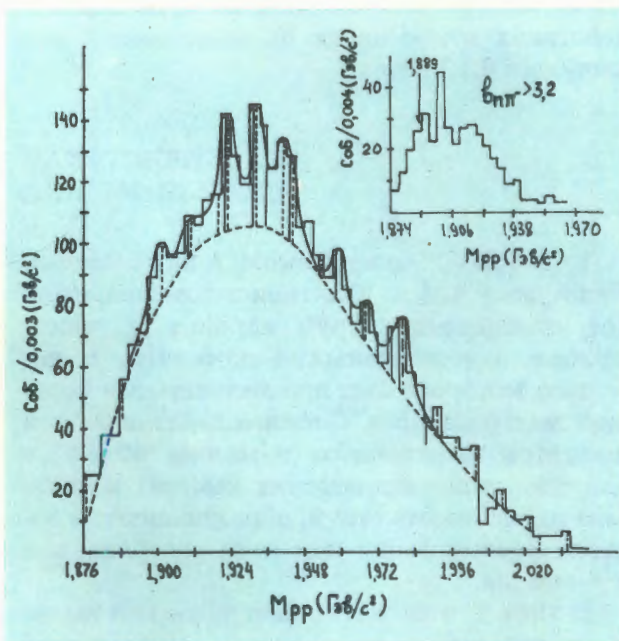


Рис.2. Распределение эффективных масс двух протонов в реакции $pp \rightarrow pp\pi^-$ при импульсе нейтрона $P_n = 1,25 \text{ ГэВ/с}$ (вертикальные линии — предсказания модели, пунктир — фоновая кривая).

3. Продолжался поиск связанных $\Lambda\Lambda$ -состояний и мультикварковых резонансных состояний Λp , $\Lambda p\pi$, $\Lambda p\pi\pi$, $\Lambda\Lambda$, $\Lambda\Lambda p$ во взаимодействиях протонов с импульсом 11 ГэВ/с с пропаном.

4. На материалах облучения однометровой ЖВК ядрами гелия исследованы корреляции пар нуклонов по азимутальному углу в реакциях ${}^4\text{He}p \rightarrow dpp$ (при импульсах 8,6 и 13,5 ГэВ/с) и ${}^4\text{He}p \rightarrow ppp$ (при импульсе 13,5 ГэВ/с). Наблюдались значительные корреляции для событий, в которых самый медленный из нуклонов имеет импульс более 300 МэВ/с (в системе покоя ядра).

Для реакции $dp \rightarrow ppp$ при импульсе 3,3 ГэВ/с, исследуемой этой же группой, появление максимумов в эффективных массах двух протонов при 2010 и 2160 МэВ/с² объясняется поглощением виртуального пиона на паре нуклонов^{4/}.

5. Продолжалась обработка материалов, полученных при облучении двухметровой

жидководородной пузырьковой камеры "Людмила" сепарированными пучками антипротонов, антидейтронов и дейтронов серпуховского ускорителя. На большей статистике получен ряд данных по исследованию упругого $\bar{p}p$ -рассеяния при импульсе 22,4 ГэВ/с и характеристики множественности заряженных частиц в $\bar{p}p$ - и pp -взаимодействиях и процессах $\bar{p}p$ -аннигиляции при импульсе 6,1 ГэВ/с^{5/}.

РЕЛЯТИВИСТСКАЯ ЯДЕРНАЯ ФИЗИКА

1. В 1984 г. академиком А.М.Балдиным было дано новое релятивистски-инвариантное определение струй адронов в пространстве относительных 4-скоростей, с помощью которого был проанализирован большой материал по π^-C -взаимодействиям при импульсе налетающего π^- -мезона 40 ГэВ/с (двухметровая пропановая камера) и показана идентичность струй, образующихся в области фрагментации как ядра углерода, так и π^- -мезона.

В 1985 г. этот метод был применен также к анализу широкого класса взаимодействий в интервале энергий от 6 до 205 ГэВ^{6,7/} (табл.2).

Из таблицы 2 видно, что для обработки использовались данные (общая статистика 220 тыс. событий), полученные на различных пучках, различных установках и в различное время. В результате анализа этих данных оказалось, что распределения адронов (π^- , K_S^0 , Λ^0) по квадрату четырехмерной скорости (b_k) относительно оси

струи (рис.3, 4) при импульсе $P_{\text{лаб}} \geq 22$ ГэВ/с не зависят от энергии и одинаковы для адронизации кварковых и многокварковых систем. Обнаруженную универсальность струй можно интерпретировать как обусловленную взаимодействием цветного заряда с вакуумом безотносительно к другим свойствам системы, несущей цветной заряд (кварк или дикварк).

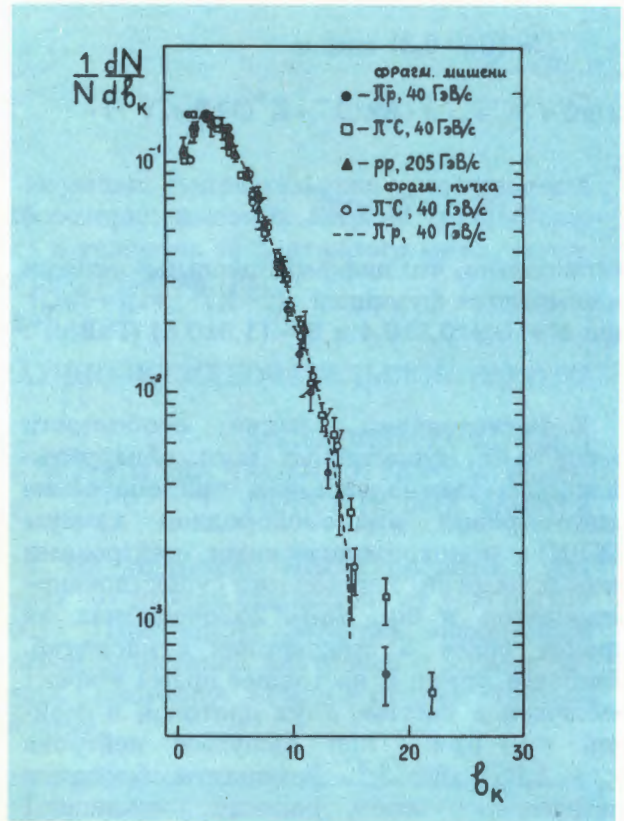


Рис.3. Распределение π^- -мезонов по b_k в области фрагментации пучка и мишени для π^-p , π^-C и pp -взаимодействий.

Таблица 2

№№	Тип взаимодействия	$P_{\text{лаб}}$ (ГэВ/с)	Статистика	Установка	Ускоритель, научный центр
1	pp	205	5025	76 см ЖВК	ФНАЛ
2	π^-C	40	8791	2 м ПК	синхротрон ИФВЭ
3	π^-p	40	17376	—"	—"
4	$\bar{p}p$	22,4	44877	2 м ЖВК "Людмила"	—"
5	$\bar{p}p$	12	72099	2 м ЖВК ЦЕРН	ЦЕРН
6	$\bar{p}p$	5,7	68103	—"	—"
7	$p(C_3H_8)$	10	2732	2 м ПК	синхрофазотрон
	pTa	—"	1913	—"	ОИЯИ

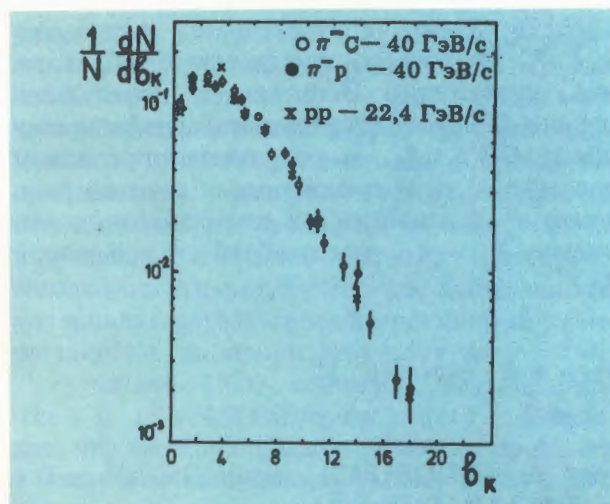


Рис.4. Распределение π^- -мезонов по b_k в области фрагментации мишени для $p-p$, π^-p - и π^-C -взаимодействий.

Значительный интерес представляет вычисление в рамках КХД этих распределений как универсальных параметров физики сильных взаимодействий.

2. Предложен новый релятивистски-инвариантный подход к исследованию корреляционных явлений в множественных процессах и показано, что широко используемые методы корреляционного анализа (например, в пространстве быстрых) непоследовательны, т.к. не учитывают связей кинематических переменных, обусловленных чисто геометрическими представлениями. В работе^{8/} в пространстве относительных 4-скоростей b_{ik} построены корреляторы для любых трех частиц. Эти корреляторы могут использоваться не только для исследования асимптотик и проверок следствий принципа ослабления корреляций, но они удобны и для исследования массовых спектров, поисков резонансов и др. Рассмотренные корреляторы являются спектрами масс вторичных частиц, из которых вычтен фон случайных совпадений.

На экспериментальном материале, полученном с помощью двухметровой пропановой камеры, облученной пучком π^- -мезонов с импульсом 40 ГэВ/с на серпуховском ускорителе, рассмотрены конкретные примеры применения одномерных корреляторов. Исследовались корреляции между вторичными заряженными пионами в реакциях $\pi^- + {}^{12}C \rightarrow \pi_1^\pm + \pi_2^\pm + X$.

Различные двухчастичные корреляторы пионов и ядер, полученные из эксперимента, оказались одинаковыми, а в асимптотике — совпадающими (рис.5). Величина

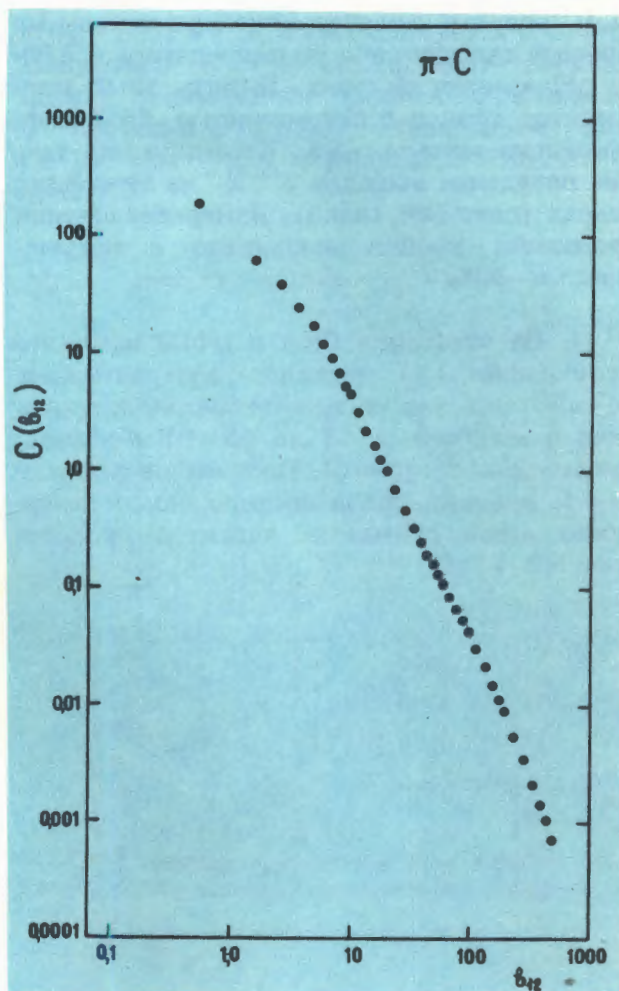


Рис.5. Пример релятивистски-инвариантной одномерной корреляционной функции для π^-C -взаимодействий.

корреляционной функции $C(b_k)$ монотонно и довольно быстро убывает с ростом b_k (при $b_{ik} = 10$ величины корреляторов падают до $\sim 2 \div 3\%$). Корреляционная длина в пространстве b_{ik} для множественного рождения частиц достаточно мала: $b_{12}^k = 1 \div 2$.

Проведенный анализ показал, что принцип ослабления корреляций является достаточно общей и универсальной статистической закономерностью, характеризующей кварк-глюонную материю. Он, в частности, позволяет уверенно прогнозировать результаты экспериментов по столкновению ядро-ядро при высоких энергиях. В то же время даже при $b_{ik} > 100$ зависимость одномерного коррелятора от b_{ik} не совпадает с поведением коммутатора свободных полей кварков и глюонов. В этой связи исследование предложенных корреляторов при предельно высоких энергиях представляет значительный интерес.

3. На спектрометре ДИСК-2, оборудованном вторым спектрометрическим пле-

чом, впервые получены экспериментальные данные для изучения pp-коррелятора в dPb- и pPb-взаимодействиях. Интегральный коррелятор оценен с погрешностью ~15%, дифференциальные — ~5%. Исследовалось также поведение выходов K^+/K^- на легчайших ядрах (дейтерий, гелий). Измерение сечений рождения каонов выполнено с погрешностью ~30%.

4. На установке СКА в ИФВЭ измерено отношение (η) выходов кумулятивных π^- - и π^+ -мезонов во взаимодействиях протонов с энергией от 17 до 63 ГэВ с ядрами молибдена^{/10/} (рис.6). Полученное значение $\eta \approx 1$ впервые экспериментально подтвердило асимптотический характер процесса при $E \geq 4$ ГэВ.

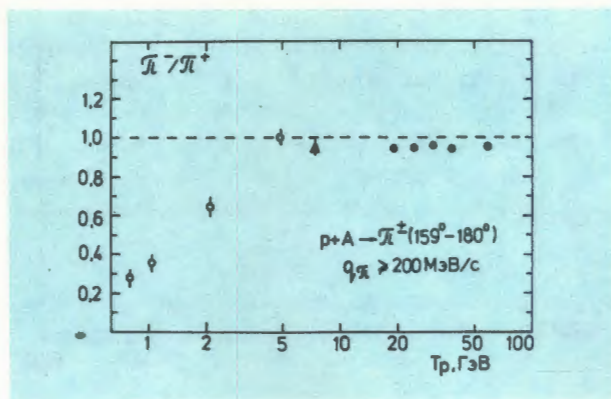


Рис.6. Отношение выходов кумулятивных π -мезонов во взаимодействиях протонов с ядрами молибдена.

5. С помощью спектрометра "Альфа" в интервале импульсов (4,4 — 18,3) ГэВ/с изучено поведение сечений реакции перезарядки ядер гелия-3 в тритоны на протоне и ядре углерода. В результате подробных и точных измерений впервые обнаружено, что в перезарядке на ядре при высоких энергиях и малых поперечных импульсах:

1) канал с высокими (~300 МэВ) резонансного типа возбуждениями ядерного вещества доминирует над каналами, приводящими к низким (~десятки МэВ) возбуждениям ядра;

2) такие высокие дельта-возбуждения ядерного вещества имеют коллективный характер. Это проявляется в существенном отличии параметров дельта-резонансного пика для реакции на ядре от параметров такого пика для реакции на свободном протоне, а также существенно большем уровне сечений, чем ожидается из расчетов по модели Глаубера^{/9/}.

6. В пучке дейтронов с импульсом 9 ГэВ/с изучалось инклюзивное образование η -мезонов. Записано и проанализировано 500 тыс. стереомагнитографий реакции $d+C \rightarrow \eta + X$, в результате определены параметры дифференциальных сечений рождения η^0 в зависимости от поперечного импульса P_{\perp} и масштабной переменной X_F ^{/10/}:

$$\frac{d\sigma}{dp_{\perp}^2} = A \cdot \exp(-B p_{\perp}^2),$$

где $A = (1928 \pm 340)$ мкб/(ГэВ/с)², $B = (5,4 \pm 2,1)$ (ГэВ/с)⁻²;

$$f(X_F) \sim (1 - X_F)^n,$$

где $n = 2,04 \pm 0,51$. Впервые в этих опытах наблюдались кумулятивные η -мезоны.

Обработка материала, полученного ранее на установке "Фотон", дала первые и пока единственные результаты по измерению полного и дифференциального сечений реакции $\pi^-p \rightarrow \pi^0 \Delta^0(1232)$ при импульсе 3,3 ГэВ/с^{/11/}. Фит экспериментальных данных зависимостью $d\sigma/dt = A(1-gct) \exp(ct)$, где g — отношение вкладов амплитуды рассеяния с переворотом и без переворота спина, t — переданный импульс, показал, что $A = (65,7 \pm 2,3)$ мкб/(ГэВ/с)², $g = 3,7 \pm 0,2$, $C = (7,3 \pm 0,6)$ (ГэВ/с)⁻².

Полное сечение реакции в пределах ошибок согласуется с предсказанием изотопической инвариантности.

7. На материалах двухметровой пропановой камеры получены новые данные по свойствам π^{\pm} -мезонов и протонов в неупругих π^-C -взаимодействиях при импульсе 40 ГэВ/с с испусканием и без испускания кумулятивных пионов и протонов. Различия в пионных парциальных коэффициентах неупругости в этих столкновениях не обнаружено^{/12/}.

Рассмотрены свойства интерференционных корреляций в системе трех тождественных пионов, генерируемых независимыми одночастичными источниками, и даны соотношения, которые могут быть использованы при обработке экспериментальных данных^{/13/}; рассмотрены также некоторые свойства интерференционных корреляций очень большого числа тождественных пионов^{/14/}.

При изучении корреляций по множественности вторичных заряженных частиц,

рожденных в передней и задней полусферах в с.д.и. в π^-p -взаимодействиях при импульсе 40 ГэВ/с, показано^{/15/}, что средние множественности в области фрагментации кварков и в области фрагментации дикварков приблизительно равняются половине средней множественности частиц в e^+e^- -аннигиляции и pp -взаимодействиях соответственно. В исследовании ядро-ядерных взаимодействий на материалах двухметровой пропановой камеры получен ряд новых результатов:

— анализ 1500 событий реакции $\alpha + {}^{12}\text{C} \rightarrow k p + X$ ($p = 4,2$ ГэВ/нукл.) при $k \geq 2$ показал, что величина радиуса эмиссии протонов с близкими импульсами уменьшается с ростом их импульсов и ростом их поперечных импульсов. Для быстрых протонов ($p > 0,3$ ГэВ/с) радиус области испускания сравним с радиусом ядра ${}^{12}\text{C}$, а для медленных ($p < 0,3$ ГэВ/с) — значительно больше^{/16/};

— исследование образования Λ -гиперонов и K_S^0 -мезонов в Sr -, центральных и многонуклонных SS -взаимодействиях при импульсе 4,2 ГэВ/нукл. показало^{/17/}, что в SS -взаимодействиях с образованием Λ - и K^0 -частиц наблюдается в среднем в $\sim 1,3$ раза большая множественность заряженных частиц, чем во всех неупругих SS -взаимодействиях. Для многонуклонных SS -взаимодействий такого эффекта не обнаружено;

— проведены отбор и изучение центральных STa -взаимодействий при $p = 4,2$ ГэВ/с с использованием каскадно-испарительной модели. Показано, что расхождение по выходу пионов между каскадной моделью и экспериментом является скорее следствием трудностей модели, чем проявлением эффектов ядерного сжатия^{/18/}.

На основе анализа 4303 неупругих взаимодействий ядер неона-22 с импульсом 90 ГэВ/с с ядрами фотоэмульсии изучены множественности и угловые характеристики частиц в зависимости от степени разрушения сталкивающихся ядер. Показано, что одно и то же число провзаимодействовавших нуклонов налетающих ядер неона и углерода отвечает различным параметрам их столкновения с ядрами мишеней^{/19/}.

8. Группой спектрометра ядер отдачи выполнена работа по поиску аномалонов с временем жизни 5×10^{-8} среди фрагментов ядер кислорода с импульсом 4,5 ГэВ/нукл. методом измерения длины свободного пробега λ_{ϕ} в кремнии^{/20/}. Совокупность данных для фрагментов с зарядами $Z = 3 \div 7$ показывает, что примесь аномальных фрагментов

с $\lambda_{\phi} = 1$ см и $\lambda_{\phi} = 3$ см согласуется с нулем. Полученная в этом эксперименте верхняя оценка возможной примеси фрагментов с дробным зарядом оценивается как $< 2 \cdot 10^{-4}$ от числа нормальных с $2 \leq Z \leq 7$ (рис.7).

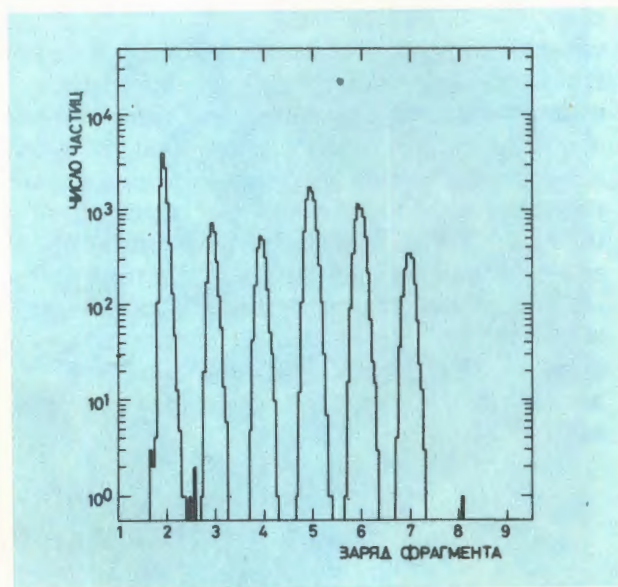


Рис.7. Распределение продуктов фрагментации ядер кислорода с импульсом 4,5 ГэВ/с на нуклон по заряду.

9. Выполнен поиск метастабильных ядер с энергией возбуждения порядка нескольких МэВ на нуклон, которые могли бы быть изомерами плотности (сверхплотные ядра), изомерами формы, либо образовываться по иным причинам. С этой целью во взаимодействиях ядер кислорода (1 ГэВ/нукл.) с мишенью из свинца регистрировались протоны с энергией от 5 до 25 МэВ, которые излучались бы при переходе возбужденного ядра в нормальное состояние. Эксперимент показал, что вероятность таких событий в данных взаимодействиях не превосходит $\sim 10^{-6}$ (для времени жизни $(10^{-7} \div 1)$ с) и $\sim 10^{-7}$ (для времени жизни $(1 \div 10)^5$ с)^{/21/}.

ЭКСПЕРИМЕНТ NA-4

1. Во взаимодействиях мюонов при энергии 200 ГэВ с углеродной мишенью было найдено 17 событий типа $\mu^{\pm}N \rightarrow \mu^{\pm}\mu^{\pm}\mu^{\pm}x$. Они могут быть интерпретированы как проявление рождения тяжелых кварков. Установлены верхние пределы в 1,2% (90% уровень достоверности) для $D^0-\bar{D}^0$ -переходов либо, альтернативно, 9 пб (90% уровень достоверности) для поперечного сечения рож-

дения ВВ-пар в глубоконеупругом рассеянии мюонов^{/22/}.

2. Получены новые данные по отношениям структурных функций $F_2(x, Q^2)$ для глубоконеупругого рассеяния мюонов на дейтерии, азоте и железе. Существование обнаруженных ранее ядерных эффектов подтверждено с улучшенной систематической точностью. Данные по отношению структурных функций, полученных на железной мишени, к структурным функциям, полученным на дейтериевой мишени, перекрывают кинематическую область по переменной x $0,20 \leq x \leq 0,70$ и находятся в хорошем согласии с ранее полученными результатами.

Отношение структурных функций азота и дейтерия получено в кинематической области $0,08 \leq x \leq 0,70$. Оказалось, что при $x < 0,3$ это отношение сравнимо с единицей^{/23/}.

ПОЛЯРИЗАЦИОННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Большим успехом коллектива лаборатории явилось проведение комплекса методических и технических работ по получению в эксплуатационном режиме на синхрофазотроне пучков поляризованных релятивистских дейтронов и проведение рабочего сеанса облучения установки "Альфа-3С", спектрометра ядер отдачи и однометровой жидководородной камеры новыми уникальными пучками. С целью обеспечения этих работ были усовершенствованы системы измерения поляризации источника "Полярис". На выходе линейного ускорителя ЛУ-20 введен в действие поляриметр с дистанционно-управляемыми мишенями ^3He и ^4He . Степень поляризации пучка дейтронов, ускоренного в ЛУ-20, измеренная с помощью этого устройства, достигла: векторная — $0,4 \pm 0,5$, тензорная — $0,7 \pm 0,8$. Спектрометр ядер отдачи был дополнен вторым измерительным плечом и использовался в том числе для измерения векторной поляризации внутреннего пучка; в процессе ускорения было показано, что вплоть до максимальной энергии (5 ГэВ/нукл.) деполяризация дейтронов при ускорении в синхрофазотроне практически отсутствует.

На установке "Альфа-3С" отлажена методика исследования упругого $d\bar{p}$ -рассеяния назад и исследована возможность использования этой реакции для оценки тензорной поляризации выведенного пучка. Измерена степень тензорной поляризации двумя мето-

дами (по $\vec{d} \rightarrow p$ фрагментации при 0° и по упругому $d\bar{p}$ -рассеянию на 180°), давшими хорошо согласующиеся результаты.

Впервые в мире получены результаты по тензорной анализирующей способности дейтрона $T_{20}(k)$ в реакции стриппинга выстроенных релятивистских дейтронов.

С помощью однометровой жидководородной камеры измерена векторная поляризация пучка дейтронов в канале быстрого вывода. Полученное значение $P_z = 0,5 \pm 0,12$ хорошо согласуется с результатами, полученными на спектрометре ядер отдачи.

РАЗВИТИЕ МЕТОДИКИ ЭКСПЕРИМЕНТА И СОЗДАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ УСТАНОВОК

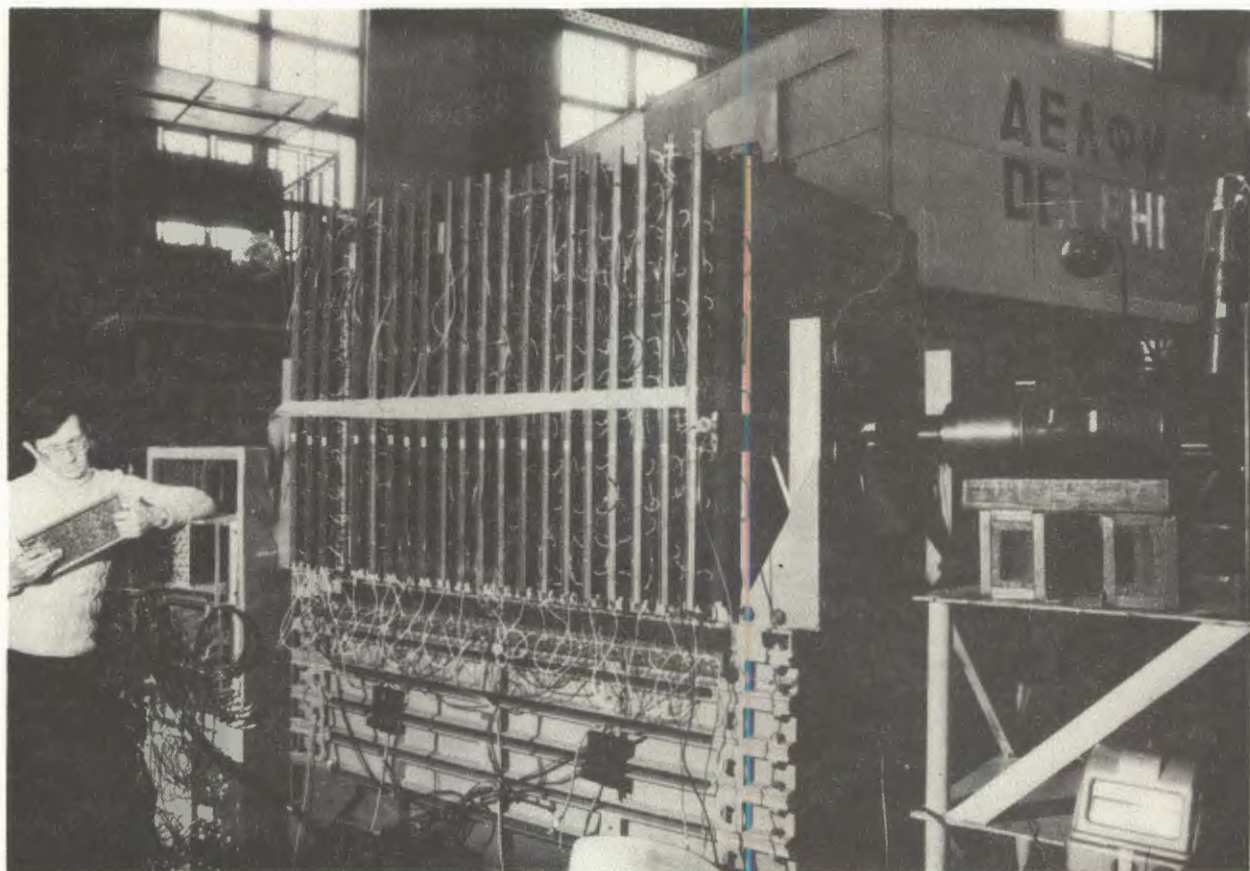
1. Выполнен большой объем работ в рамках проекта ДЕЛФИ. Проведен цикл методических исследований, в результате которых выяснились причины неустойчивой работы стримерных трубок с большой резистивностью катода^{/24/}.

Создана рабочая зона на канале синхрофазотрона для исследования прототипа адронного калориметра. Проведены работы по проектированию оборудования для производства стримерных детекторов установки ДЕЛФИ в ОП ОИЯИ.

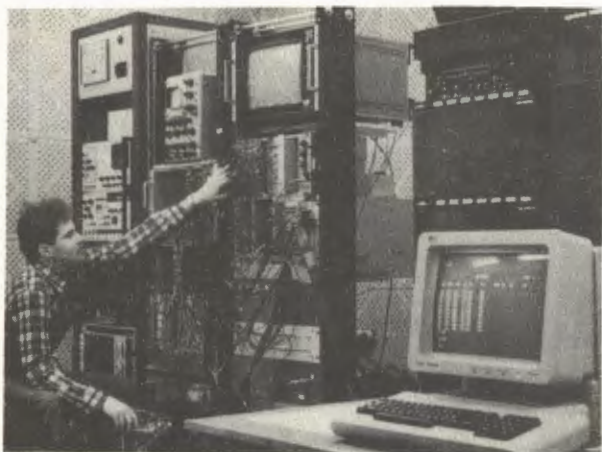
Развиты программы для моделирования адронных каскадов в калориметре, разработаны аппаратные средства хранения физической информации, полученной с прототипа калориметра^{/25/}.

2. Введена в действие новая крупная физическая установка — гибридный спектрометр на основе большой стримерной камеры в магнитном поле — установка ГИБС. Получено более 30 тыс. рабочих снимков в пучках ядер углерода и фтора. Сотрудничество приступило к обработке полученного материала.

3. На установке "Резонанс" отлажены триггерные системы для исследования $d\bar{p}$ -взаимодействий с выходом кумулятивных протонов и для исследования поляризации лидирующих протонов с большими поперечными импульсами в pp -взаимодействиях, проведены работы по созданию K^+ -мезонного триггера с целью поиска шестикварковых странных дибарионов.



Рабочая зона для исследования прототипа адронного калориметра установки ДЕЛФИ на канале синхрофазотрона.



Аппаратура для исследований прототипа адронного калориметра.

4. Для изучения выходов остаточных ядер — продуктов при взаимодействии нуклонов и ядер с ядрами мишеней — создан аппаратно-программный комплекс, включающий полупроводниковые детекторы, многоканальные анализаторы в стандарте

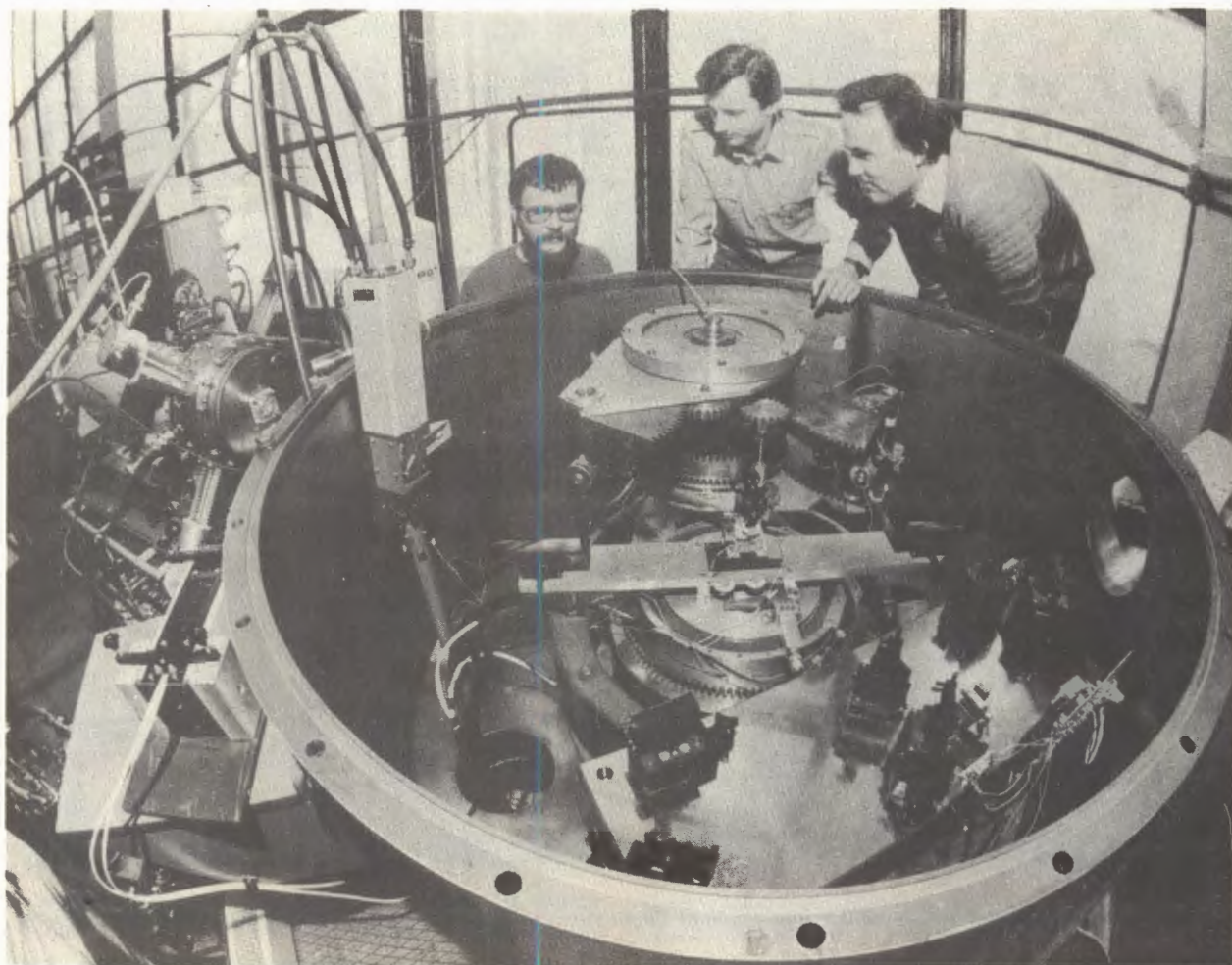
КАМАК на линии с ЭВМ, программное обеспечение /26/.

5. На измерительно-вычислительном комплексе лаборатории расширена библиотека программ, поставлены, в частности, пакеты программ НВООК и ФОРТРАН-77. На комплексе ЭВМ ЕС-1055М и ЕС-1040 отработано для пользователей более 6700 ч, в том числе 600 ч в режиме на линии со спектрометрами.

Введены в эксплуатацию магнитофоны с удвоенной плотностью записи, графопроектор "Дигиграф".

Выполнен ряд новых разработок электронной аппаратуры для считывания информации с пропорциональных камер /27/, созданы быстродействующий специализированный процессор, выделяющий события по числу прямых треков /28/, и другая аппаратура для спектрометра БИС-2 /29/.

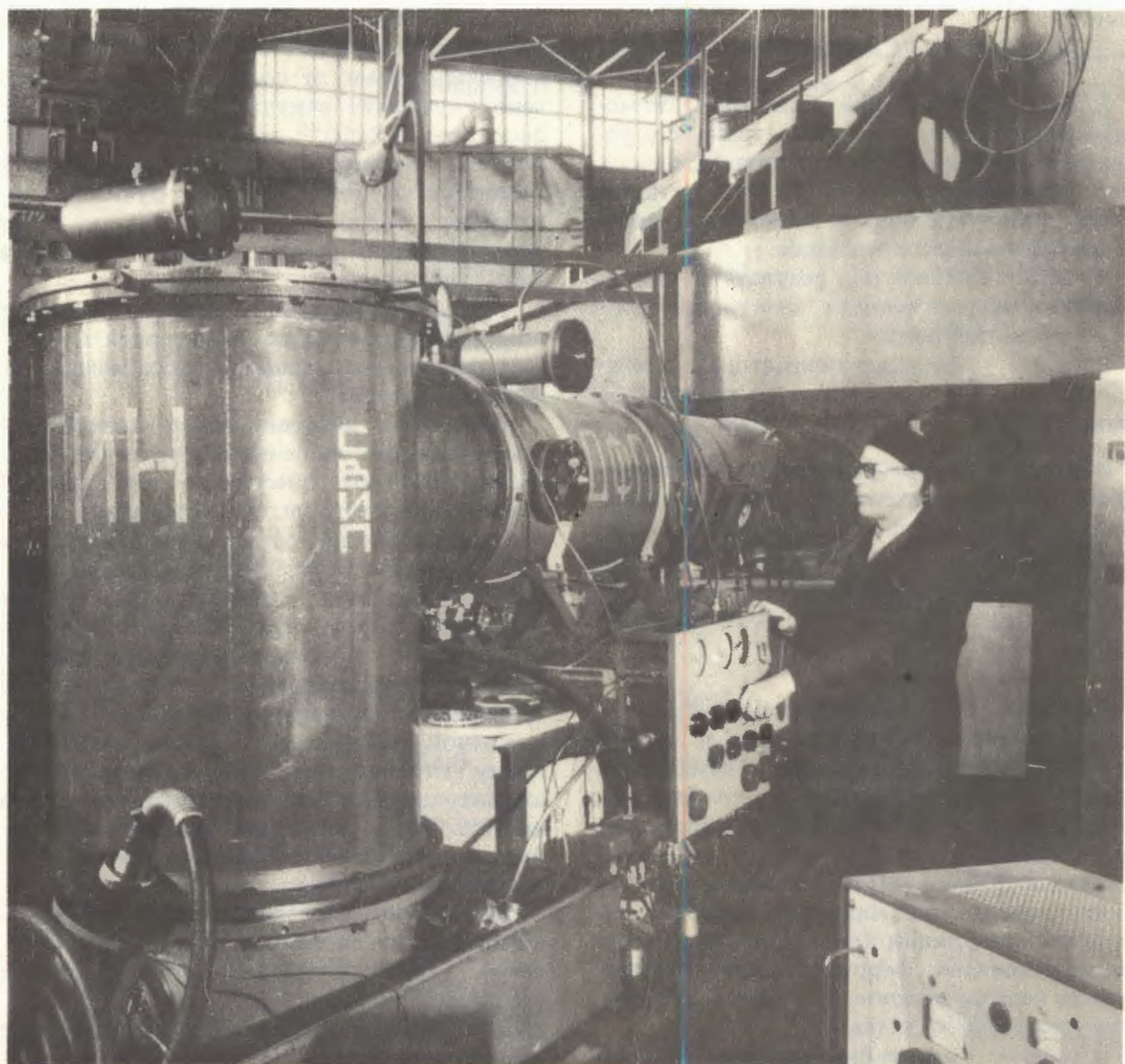
6. Криогенно-лучевой ионизатор КРИОН-2 использовался для исследований в области



Источник КРИОН и кристалл-дифракционный спектрометр использованы для измерения спектров рентгеновского излучения высокозарядных ионов и ядер.



В составе измерительно-вычислительного комплекса введена система графического отображения информации.



Вид установки ГИБС со стороны генератора импульсного напряжения.

физики глубокоионизированных атомов. Используя источник КРИОН-2 и германиевый детектор с повышенным разрешением, впервые удалось измерить спектры К-серий рентгеновского излучения ионов Kr^{35+} и Kr^{36+} при их соударении с поверхностью твердого тела.

Исследована возможность создания позиционно-чувствительных детекторов для регистрации γ -квантов с энергией до $100 \div 150$ кэВ, работающих на смеси $Xe + CH_4$ при высоком давлении^{/30/}. Показано, что пропорциональный режим огра-

ничен сверху значением давления 20 ат. В тех случаях, когда энергетическое разрешение не является определяющим параметром, возможна работа детектора в самогасящемся стримерном режиме с коэффициентом перевода в СГС-режим 80% событий при давлении в диапазоне от 10 до 30 ат.

Обосновано применение газовых мишеней для стримерных камер. Разработаны конструкции двух газовых мишеней: повышенной давления, рассчитанная на внутреннее давление 0,5 МПа, и пониженного давления, рассчитанная на работу при внешнем избыточном давлении 0,1 МПа^{/31/}.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ И РАЗВИТИЕ УСКОРИТЕЛЬНОЙ БАЗЫ

1. Выполнен большой объем работ по модернизации систем синхрофазотрона как ускорителя релятивистских и поляризованных ядер, улучшению качества его пучков, повышению эксплуатационной надежности работы ускорительного комплекса.

В 1985 г. получен ряд результатов по повышению эффективности электронно-лучевого метода ионизации.

Впервые с помощью ионизатора с электронной пушкой, вынесенной из магнитного поля, получен пучок ядер аргона (Ag^{18+}).

Создана третья очередь мультимикропроцессорной автоматизированной системы сбора и предварительной обработки данных с ионизаторов типа КРИОН на основе микроЭВМ "Микро-8". Разработан контроллер для цветных телемониторов на основе видеопроцессора^{/82/}.

Получены проектные параметры амплитуды ускоряющего напряжения и частотного диапазона для наиболее оптимального режима ускорения частиц в синхрофазотроне на второй кратности частоты обращения пучка (амплитуда (12÷17) кВ в частотном диапазоне (0,3÷3) МГц). Впервые практически использован принцип широтно-импульсной модуляции для управления током подмагничивания феррита в перестраиваемом по частоте мощном колебательном контуре ускоряющей системы.

В полном объеме смонтированы секции криогенной откачки в вакуумной камере

синхрофазотрона. Проведены испытания в режиме автономной заливки системы жидким гелием от сосудов Дьюара. Получено улучшение вакуума в камере синхрофазотрона с 2×10^{-6} до 4×10^{-7} торр в среднем по кольцу. При работе с системой криооткачки интенсивность пучка ядер кремния увеличена в 2000 раз, и в канале медленного вывода составила 3×10^4 ядер/цикл.

Продолжались работы по использованию волоконно-оптических линий связи в системах диагностики инжекционного комплекса синхрофазотрона^{/83,84/}.

Введены в действие новые контрольно-измерительные системы, сопряженные с малыми ЭВМ, что обеспечило качественный и удобный контроль инжектируемых и выведенных пучков и режимов работы ускорительного комплекса. Информация отображается на цветных мониторах и позволяет повысить оперативность настройки систем.

Улучшено качество выведенных пучков. За счет использования режима вывода и растяжки пучка при выключенной высокочастотной системе с обратной связью по пучку глубина низкочастотных пульсаций амплитуды выведенного пучка уменьшена на 40%. Это в несколько раз повышает эффективность использования пучков физическими установками.

Проведение комплекса работ по совершенствованию систем синхрофазотрона обеспечило существенное расширение диапазона ускоряемых на синхрофазотроне ядер, повышение интенсивности (табл.3), сохранение надежности работы ускорительного комплекса синхрофазотрона на уровне 94-95%.



Секция системы криогенной откачки вакуумной камеры синхрофазотрона на испытаниях.

Выводимые из ускорителя частицы	Энергия (ГэВ)	Интенсивность (част./имп.)	
		1980 г.	1985 г.
p	9,0	4×10^{12}	4×10^{12}
d	8,2	4×10^{11}	1×10^{12}
d†	8,2	—	5×10^8 *
n	9,0	10^9	10^{10}
${}^3_2\text{He}$	17,2	—	2×10^{10}
${}^4_2\text{He}$	16,4	2×10^{10}	5×10^{10}
${}^6_3\text{Li}$	24,6	—	$1,5 \times 10^8$
${}^7_3\text{Li}$	23,9	—	2×10^9
${}^{12}_6\text{C}$	49,2	2×10^6	5×10^8
${}^{16}_8\text{O}$	65,6	5×10^8	5×10^7
${}^{19}_9\text{F}$	73,1	—	$1,5 \times 10^7$
${}^{22}_{10}\text{Ne}$	81,0	—	10^4
${}^{24}_{12}\text{Mg}$	98,4	—	10^5
${}^{28}_{14}\text{Si}$	114,8	—	3×10^4

* $P_z = 0,53$; $P_{zz} = -0,58$.

Отлажены режимы, позволяющие транспортировать по основному каналу медленного вывода пучки с интенсивностью до 10^{11} част./цикл. Разработан проект системы каналов и их автоматизации на втором направлении медленного вывода (2 МВ). Отработан режим и получены рабочие параметры 2 МВ в диапазоне энергий (0,3÷3,5) ГэВ/нукл. Тем самым показана возможность работы синхрофазотрона в эксплуатационном режиме как источника пучков ядер средних энергий (0,3÷0,5 ГэВ/нукл.).

2. На модели сверхпроводящего синхротрона (СПИН) исследованы режим инжекции и включения высокочастотной ускоряющей станции. Большим достижением явилось получение устойчивой циркуляции пучка

протонов в течение ~100 мс в камере СПИНа^{/35/}. Выполнены разработки по автоматизации управления систем СПИНа.

Завершены работы по созданию систем криогенного обеспечения СПИНа на базе ожигателя КГУ-1600/4,5. Успешно эксплуатировалась первая автоматизированная система управления установкой КГУ-1600/4,5. Совершенствовались алгоритмы управления^{/36/} и элементы аппаратуры^{/37/}.

В рамках работ по проекту "Нуклотрон" исследован образец 1,5 м дипольного магнита с обмоткой из сверхпроводящего кабеля на основе медной трубки. Создан полномасштабный образец квадрупольной линзы для "Нуклотрона". Выполнен ряд подготовительных работ по реализации проекта "Нуклотрон".



Создается автоматизированная система управления и контроля параметров синхрофазотрона, включающая ряд контрольно-измерительных подсистем на базе малых ЭВМ.

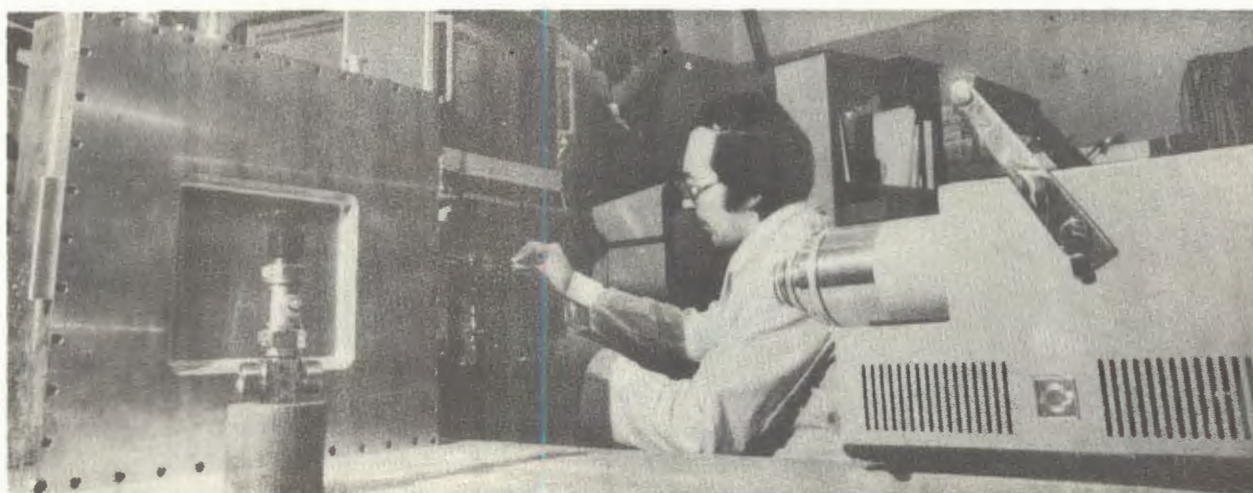


Отображение дозиметрической обстановки при работе синхрофазотрона на экране цветного телемонитора.

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ПРИКЛАДНЫЕ РАБОТЫ

Совместно с ИМБ АН СССР рассмотрена возможность применения многоступенчатой лавинной камеры на линии с ЭВМ для анализа распределения радиоактивности после двумерного разделения смеси белков, меченых изотопом йод-125 ¹²⁵I. Показано, что установка позволяет более чем в 100 раз сократить время анализа по сравнению с традиционно используемой радиографией и получить информацию о распределении метки по белкам, не разрушая препарата.

Для дифракционных экспериментов создан автоматизированный рентгеновский детектор с высокой однородностью ширины канала. Основой детектора является плоская



Установка для нейтронной радиографии на основе многоступенчатой лавинной камеры низкого давления.

многопроволочная пропорциональная камера размером 480x460 мм^{/39/}.

Для регистрации излучения трития созданы многопроволочная пропорциональная и многоступенчатая лавинная камеры (МСЛК), которые могут быть использованы для определения радиохимической чистоты препаратов. Показана возможность регистрации излучения трития МСЛК с тонким (~ 100 мкг/см²) входным окном^{/40/}.

Совместно с чехословацкими специалистами создана установка для нейтронной радиографии. В качестве детектора тепловых нейтронов используется многоступенчатая лавинная камера низкого давления с конвертером. Информация с детектора обраба-

тывается с помощью современной микро-ЭВМ в стандарте КАМАК, изображение исследуемого объекта представляется на цветной ТВ-монитор. Пространственное разрешение детектора $\sim 0,6$ мм, чувствительность к гамма-фону $\sim 10^{-6}$.

ЭКСПЛУАТАЦИЯ СИНХРОФАЗОТРОНА

В 1985 году синхрофазотрон отработал 4003 часов, из них:

- а) на физический эксперимент — 3192 ч,
- б) на совершенствование систем ускорителя и технологическую подготовку — 811 ч. Пучки ускорителя были использованы 20 группами экспериментаторов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Aleev A.N. et al. JINR, E1-85-662, Dubna, 1985.
2. Бешлиу К. и др. ОИЯИ, Д1-85-433, Дубна, 1985.
3. Троян Ю.А. и др. В сб.: Краткие сообщения ОИЯИ, №13-85, Дубна, 1985, с.12.
4. Glagolev V.V. et al. JINR, E1-85-18, Dubna, 1985.
5. Батюня Б.В. и др. ОИЯИ, P1-85-854, Дубна, 1985; Батюня Б.В. и др. ОИЯИ, P1-85-864, Дубна, 1985.
6. Baldin A.M. et al. JINR, E1-85-415, Dubna, 1985.
7. Балдин А.М. и др. ОИЯИ, P1-85-820, Дубна, 1985.
8. Балдин А.М., Диденко Л.А. В сб.: Краткие сообщения ОИЯИ, №8-85, Дубна, 1985.
9. Архипов В.В. и др. ОИЯИ, B2-1-85-849, Дубна, 1985.
10. Беляев И.М. и др. В сб.: Краткие сообщения ОИЯИ, №8-85, Дубна, 1985, с.29.
11. Архипов В.В. и др. ОИЯИ, P1-85-228, Дубна, 1985.
12. Баатар Ц. и др. ОИЯИ, P1-85-698, Дубна, 1985.
13. Подгорецкий М.И. ОИЯИ, P2-85-54, Дубна, 1985.
14. Подгорецкий М.И. ОИЯИ, P2-85-240, Дубна, 1985.
15. Гришин В.Г. и др. ОИЯИ, P2-85-259, Дубна, 1985.
16. Ахабабян Н. и др. ОИЯИ, P1-85-639, Дубна, 1985.
17. Армутлийски Д.А. и др. ОИЯИ, P1-85-220, Дубна, 1985.
18. Болдея В. и др. ОИЯИ, P1-85-607, Дубна, 1985.
19. Азимов С.А. и др. В сб.: Краткие сообщения ОИЯИ, №12-85, Дубна, 1985, с.16.
20. Авдейчиков В.В. и др. ОИЯИ, P1-85-640, Дубна, 1985.
21. Авраменко С.А. и др. ОИЯИ, P1-85-340, Дубна, 1985.
22. Benvenuti A. et al. Phys.Lett., 1985, 158B, p.531.
23. Bari G. et al. JINR, E1-85-747, Dubna, 1985.
24. Головатюк В.М. и др. ОИЯИ, Д1-85-166, Дубна, 1985.
25. Гузык З. и др. ОИЯИ, P13-85-530, Дубна, 1985.
26. Бутцев В.С. и др. ОИЯИ, P1-85-438, Дубна, 1985.
27. Чан Хыу Дао, Мовчан С.А. ОИЯИ, 13-85-375, Дубна, 1985.
28. Калинин В.А. и др. ОИЯИ, P10-85-252, Дубна, 1985.
29. Гуськов Б.Н. и др. ОИЯИ, 13-85-499, Дубна, 1985.
30. Заневский Ю.В. и др. ОИЯИ, 13-85-614, Дубна, 1985.
31. Голованов Л.Б. ОИЯИ, 13-85-479, Дубна, 1985.
32. Дудников В.Г. ОИЯИ, P10-85-81, Дубна, 1985.
33. Романов Ю.И. ОИЯИ, 13-85-580, Дубна, 1985.
34. Романов Ю.И. ОИЯИ, 13-85-599, Дубна, 1985.
35. Шелаев И.А. ОИЯИ, P9-85-593, Дубна, 1985.
36. Агапов Н.Н. ОИЯИ, 8-85-111, Дубна, 1985.
37. Парфенов А.Н., Пилляр А.В. ОИЯИ, P10-85-205, Дубна, 1985.
38. Абдушукурова Г.Г. и др. ОИЯИ, 18-85-129, Дубна, 1985.
39. Анисимов Ю.С. и др. ОИЯИ, 18-85-101, Дубна, 1985.
40. Абдушукуров Д.А. и др. ОИЯИ, 18-85-391, Дубна, 1985.

ЛАБОРАТОРИЯ ЯДЕРНЫХ ПРОБЛЕМ

В 1985 году коллектив Лаборатории ядерных проблем выполнил большой объем научно-исследовательских и методических работ. Закончена реконструкция базовой установки лаборатории — фазотрона, завершено создание экспериментальных установок и начаты физические исследования на пучках фазотрона. Завершено создание и осуществлен запуск 1 очереди "Нейтринного детектора" — крупнейшей экспериментальной установки ОИЯИ в ИФВЭ (Протвино). Введен в строй магнитный искровой спектрометр МИС-2. Получен ряд важных научных результатов по проверке предсказаний квантовой хромодинамики и изучению кварковой структуры мезонов. Широко развивалось международное сотрудничество как со странами-участницами ОИЯИ, так и со странами Западной Европы — членами ЦЕРН. Выполнена большая работа по программе эксперимента ДЕЛФИ (ЦЕРН — ОИЯИ).

РЕКОНСТРУКЦИЯ ФАЗОТРОНА — БАЗОВОЙ УСТАНОВКИ ЛЯП

В 1985 году завершена реконструкция базовой установки ЛЯП, которая привела к созданию фазотрона с пространственной вариацией магнитного поля на энергию протонов 680 МэВ.

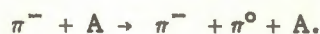
Следует отметить, что фазотрон ОИЯИ — единственный фазотрон с пространственной вариацией магнитного поля. При его создании осуществлен ряд новых физических и конструкторских разработок. Так, например, впервые предложен и реализован так называемый "бамповый" режим ускорения частиц в центральной области фазотрона^{/1/}. Впервые в СССР осуществлен регенеративный метод вывода пучка с использованием железотокового канала^{/2/}. Конструкция высокочастотной системы фазотрона^{/3/} позволила получить ускоряющее напряжение

с рекордной амплитудой 40 кВ. Достижению этого результата способствовала разработка системы азотного охлаждения высоковакуумных агрегатов большой производительности^{/4/}. Фазотрон — первый в СССР ускоритель, оборудованный автоматизированной системой дозиметрического контроля^{/5/}.

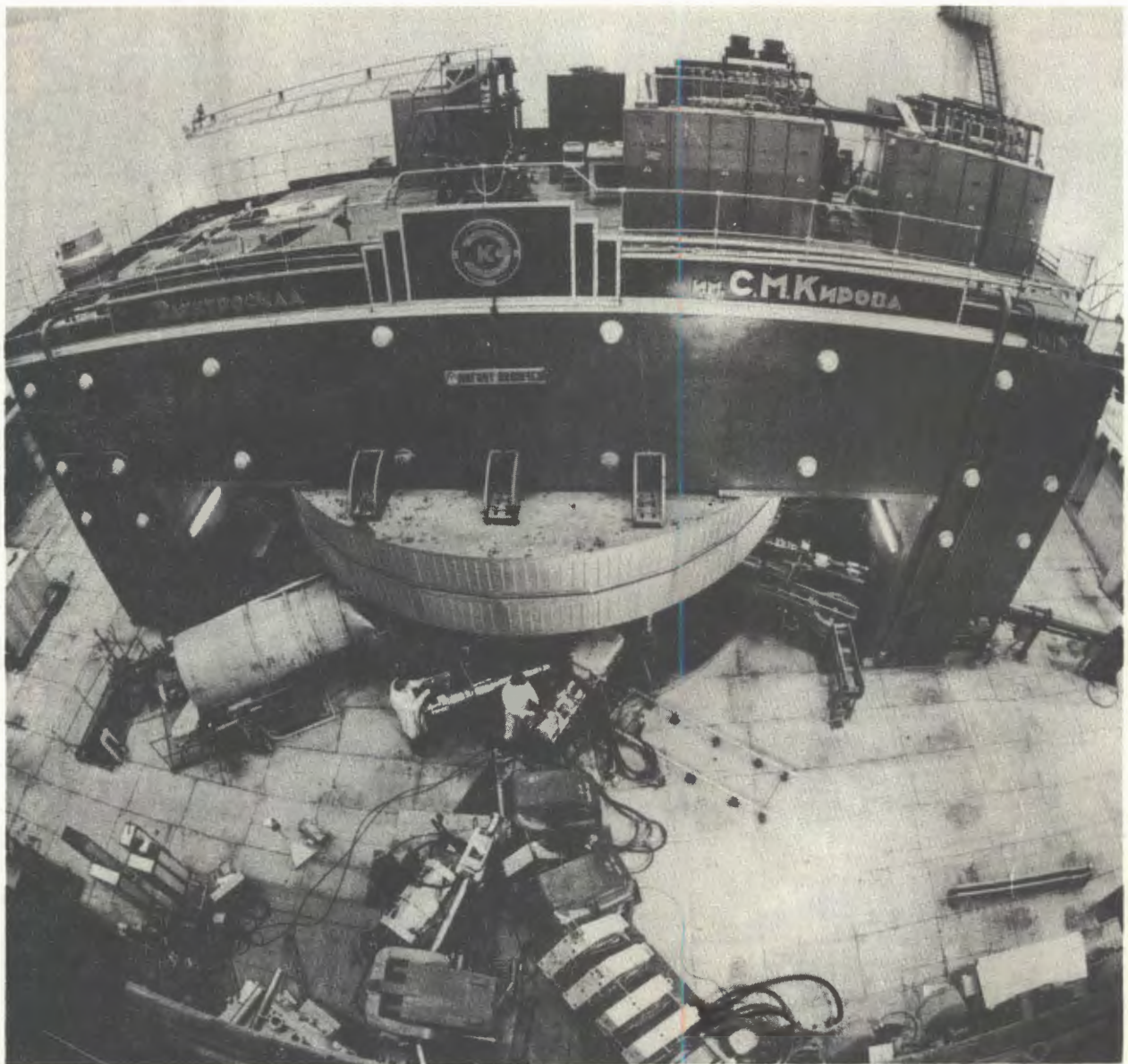
В настоящее время интенсивность пучка ускоренных протонов с энергией 680 МэВ составляет 7 мкА. Вывод пучка из камеры ускорителя осуществляется с эффективностью более 50%, что обеспечивает увеличение интенсивности выведенных пучков в 25 раз по сравнению с тем, что было до реконструкции ускорителя. На пучках фазотрона начаты физические исследования.

ПРОВЕРКА ПРЕДСКАЗАНИЙ КВАНТОВОЙ ХРОМОДИНАМИКИ. ФИЗИКА ЛЕГКИХ КВАРКОВ

Важные результаты были получены на спектрометре СИГМА-АЯКС в экспериментах, которые проводились в Протвино совместно с физиками из ИФВЭ. Исследовались процессы околорогового образования пионных пар пионами с энергией 40 ГэВ в кулоновском поле ядер:



Определено сечение таких реакций для ядер С, Fe, Al в области кулоновского рождения $t < 10^{-3}(\text{ГэВ}/c)^2$ и малых инвариантных масс системы $(\pi^- \pi^0)$. Это позволило определить константу фундаментального процесса $\gamma \rightarrow 3\pi$ (см. рис.1). Она оказалась равной $F^{3\pi} = (13,0 \pm 0,9 \pm 1,3) \text{ ГэВ}^{-3/6/}$. Полученное экспериментальное значение хорошо согласуется с теоретическим предсказанием $F^{3\pi} = (10,5 \pm 1,5) \text{ ГэВ}^{-3}$, которое было сделано в низкоэнергетическом пределе КХД



Фазотрон ОИЯИ. Вид со стороны вывода пучка.

с киральным лагранжианом типа Весса — Зумино — Виттена с использованием гипотезы киральных аномалий, связывающей вместе амплитуды процессов $\gamma \rightarrow 3\pi$ и $\pi^0 \rightarrow 2\gamma$.

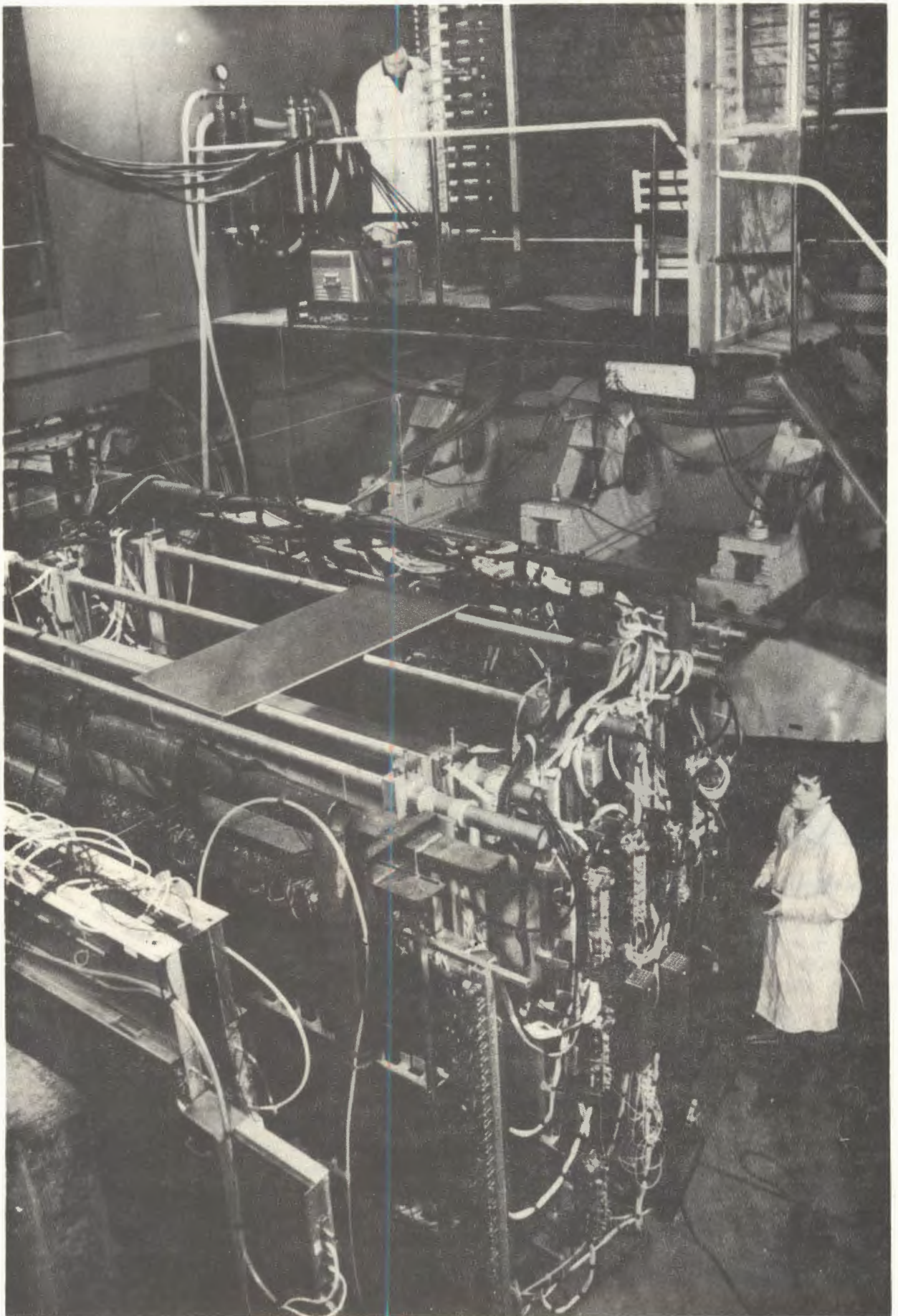
Таким образом, впервые была экспериментально проверена гипотеза киральных аномалий. Поскольку экспериментальное значение для $F^{3\pi}$ согласуется с теоретическим при числе цветов $N_c = 3$, то полученный экспериментальный результат может рассматриваться как подтверждение цветной SU(3)-симметрии.

В экспериментах на установке "Гиперон" изучался относительный выход η -мезонов при взаимодействии π^+ - и K^+ -мезонов с ядрами при 10 ГэВ/с^{17/}. На рис.2 показана

зависимость отношения дифференциальных сечений:

$$R(x_F) = \frac{d\sigma}{dx}(K^+d \rightarrow \eta X) / \frac{d\sigma}{dx}(\pi^+d \rightarrow \eta X)$$

от переменной x_F η -мезона. Сплошные линии — результат расчета по модели "слияния" кварков в η -мезон^{18/}. Параметр a связан с углом смешивания θ октетного и синглетного состояний в η -мезоне: $\eta = \eta_8 \cos \theta - \eta_1 \sin \theta$. Если предположить равенство эффективных констант "слияния" $g_{\bar{q}q} = g_{\bar{s}s}$, то $a = 0,42 \pm 0,04$ (см. рис.2), что соответствует $\theta = -(30 \pm 3)^\circ$. Однако из



Трековая часть спектрометра СИГМА-АЯКС. Большие пропорциональные камеры разработаны и изготовлены в ОНМУ.

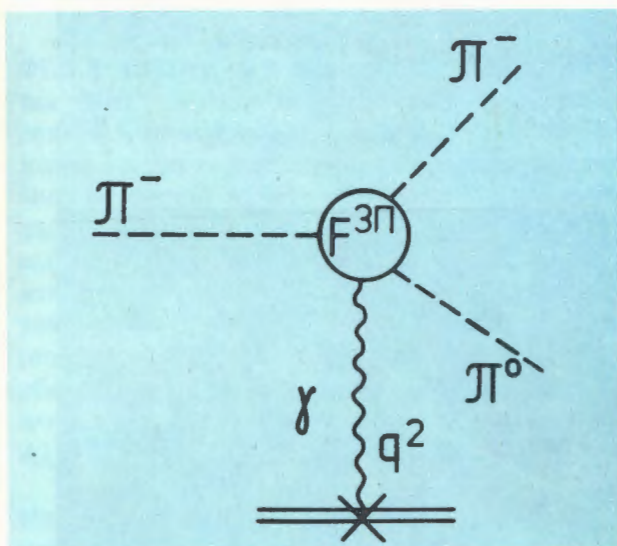


Рис.1. Диаграмма реакции $\pi^- + A \rightarrow \pi^- + \pi^0 + A$ в кулоновском поле ядра.

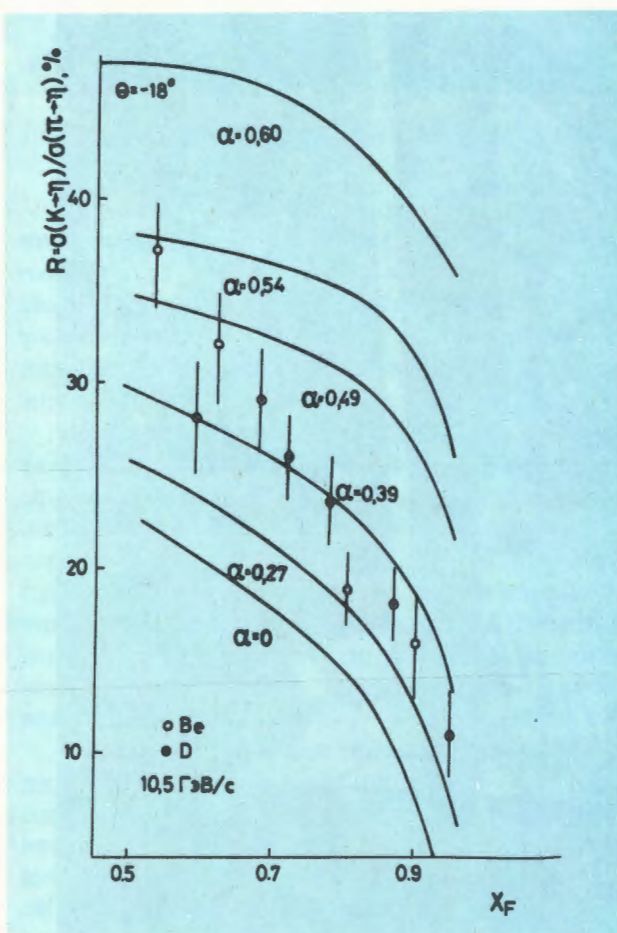


Рис.2. Зависимость отношения дифференциальных сечений реакций $K^+(d, \eta)X$ и $\pi^+(d, \eta)X$ от X_F . Сплошные линии — результаты расчета по модели "слияния" кварков в η -мезон^{/8/}.

спектроскопии кварков хорошо известно, что $\theta = -(17 \pm 18)^\circ$. Данные, полученные на установке "Гиперон", можно согласовать с величиной $\theta = -18^\circ$, если предположить, что эффективные константы "слияния" обычных и странных кварков в η -мезон находятся между собой в следующем соотношении: $g_{\bar{q}q} = (1,8 \pm 0,2) g_{\bar{s}s}$.

На основе результатов, полученных на установке "Гиперон" по измерению сечений гиперзарядово-обменных реакций, а также всех остальных известных данных о процессах $\pi^+p \rightarrow K^+\Sigma^+$, $K^-p \rightarrow \pi^-\Sigma^+$, был проведен анализ по реджевской модели с учетом вторичных сингулярностей. Получен новый полный набор параметров для странных редже-траекторий^{/9/}. Обнаружено нелинейное поведение планарного слагаемого, что в модели струн и цветных трубок может интерпретироваться как уменьшение коэффициента натяжения струны по мере ее растяжения.

Изучение взаимодействий π^- -мезонов с ядрами углерода в пузырьковой камере ЛЯП при энергии 5 ГэВ позволило определить сечения взаимодействия ρ -мезонов с внутриядерными нуклонами^{/10/}. Показано, что сечение ρN -взаимодействия при энергиях около 5 ГэВ составляет $\sigma = 25^{+1}_{-9}$ мб и не зависит от ориентации спина ρ -мезона. Это утверждение согласуется с предсказаниями модели аддитивных кварков.

На установке "Гиперон" получена новая, самая жесткая в настоящее время, верхняя граница на вероятность запрещенного стандартной моделью электрослабого взаимодействия распада $K_S^0 \rightarrow e^+e^-$

$$B.R. (K_S^0 \rightarrow e^+e^-) \leq 1,1 \cdot 10^{-4} \quad 90\% C.L.^{/11/}$$

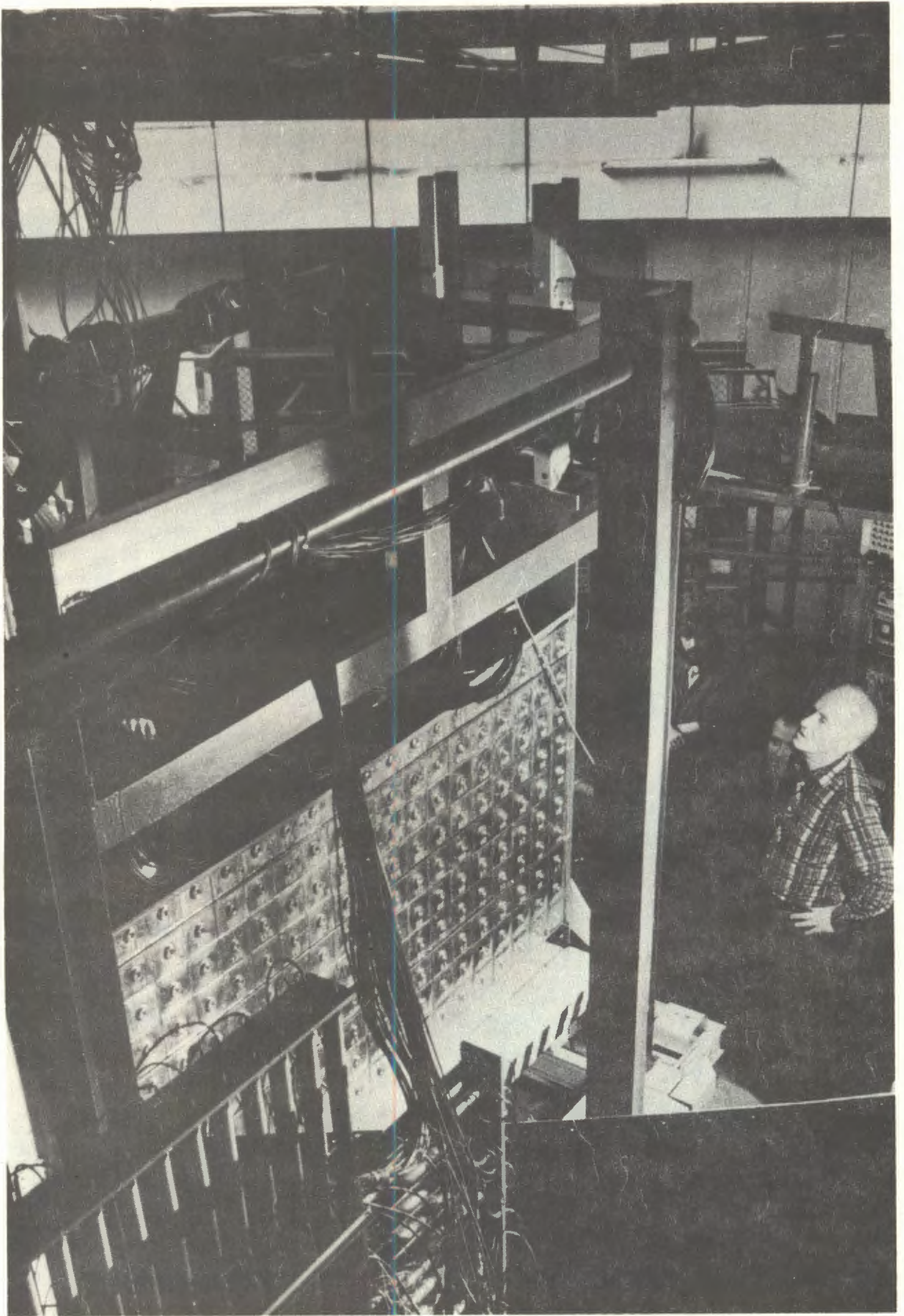
На спектрометре МИС в ИФВЭ совместно с физиками из INFN (Италия) изучались процессы когерентного рождения пионной пары на ядрах в реакциях



при энергии налетающего π -мезона 40 ГэВ.

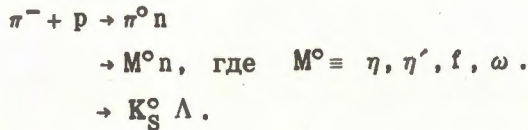
Фундаментальным результатом этих экспериментов явилось открытие двух новых состояний π -мезона, которые представляют собой радиальные возбуждения системы кварк — антикварк. Удалось выделить также радиальные возбуждения A_1 -, A_2 - и A_3 -мезонов.

Эти данные получили полное подтверждение как в экспериментах на ускорителе



ФНАЛ (США), так и в других экспериментах МИС, выполненных с использованием совершенно иного методического подхода — когда в качестве мишени использовался многослойный кремниевый детектор. Разделение между когерентными и некогерентными процессами проводилось на основе измерения энерговыделения в мишени-детекторе^{/12/}. Эта более чувствительная экспериментальная методика позволила гораздо убедительнее продемонстрировать резонансные свойства состояний $\pi^{\prime}(1240)$, $\pi^{\prime\prime}(1770)$, $A_1(1225)$ и $A_1^{\prime}(1670)$.

На установке ПРОЗА (ЛЯП — ИФВЭ) выполнено широкое исследование поляризационных эффектов в большом числе зарядово-обменных процессов при взаимодействии π^{-} -мезонов с протонами при 40 ГэВ/с. Были получены экспериментальные данные по следующим бинарным реакциям:



Во всех изученных реакциях обнаружено, что величина поляризации сложным образом зависит от переданного импульса. Кроме того, оказалось, что азимутальная асимметрия продуктов реакций имеет довольно значительную величину даже при такой высокой энергии, как 40 ГэВ/с^{/13/} (см. рис.3).

В совместном ОИЯИ — ЦЕРН эксперименте PS-179 по изучению взаимодействия антипротонов низких энергий с ядрами обнаружен новый физический эффект — оказалось, что антипротоны с энергиями $T \leq 200$ МэВ практически не разваливают ядра в реакциях типа $A(\bar{P}, \bar{P}^{\prime}) A^{\prime}$. Сечение таких реакций подавлено на порядок по величине по сравнению с такими же процессами в протон-ядерном рассеянии^{/14/}.

Весьма важным для правильного понимания процессов образования кварк-глюонной плазмы явилось измерение сечения образования K_{S}^{0} -мезонов. Оно показало, что при аннигиляции антипротонов с ядром неона-20 не происходит предсказываемое рядом моделей увеличение сечения выходов странных частиц по сравнению с элементарным актом $\bar{N}N$ -аннигиляции^{/15/}.

Изучение взаимодействия антипротонов с неоном и ядрами в фотоэмульсии позво-

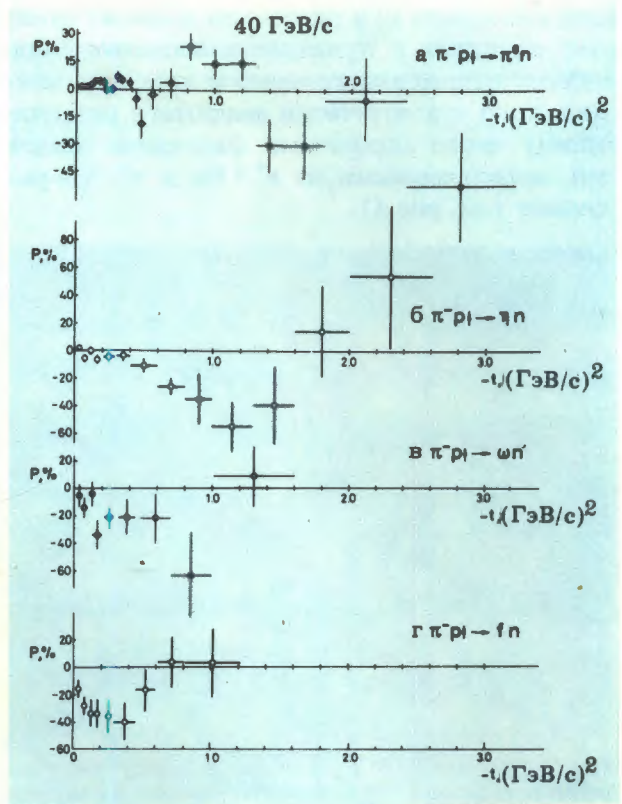


Рис.3. Зависимость поляризации P от переданного импульса $|t|$ в различных бинарных реакциях взаимодействия π^{-} -мезонов с импульсом 40 ГэВ/с с водородом^{/13/}.

лило впервые явным образом выделить события аннигиляции антипротона, которые происходят на малых расстояниях внутри ядра (где ядерная плотность ρ достигает значений $\rho \geq 0,75 \rho_0$). Ранее считалось, что аннигиляция антипротонов на сложных ядрах происходит на поверхности ядра. На самом деле оказалось, что вероятность аннигиляции антипротона внутри ядра неона довольно велика и составляет $\sim 20\%$ ^{/15,16/}.

Выполнено исследование образования гиперядер и поиск суперядер во взаимодействиях протонов с энергиями 70 и 250 ГэВ с ядрами в фотоэмульсии^{/17/}. Впервые определены вероятности образования гиперядер при таких энергиях и получены значения для верхней границы выхода суперядер: $W \leq 3,1 \cdot 10^{-6}$ на одно неупругое взаимодействие при $T_p = 250$ ГэВ и $W \leq 3,1 \cdot 10^{-5}$ при $T_p = 70$ ГэВ.

Выполнен фазовый анализ упругого $\pi^{\pm} \text{He}$ -рассеяния при энергиях (20-160) МэВ с целью обнаружения эффектов нарушения зарядовой симметрии в сильных взаимодействиях^{/18/}. Такие эффекты могут возникнуть за счет разности масс u - и d -кварков

и проявляться при рассеянии π^+ - и π^- -мезонов на ядрах с нулевым изоспином. В результате тщательного анализа не обнаружено никакого статистически значимого различия между чисто адронными фазовыми сдвигами, определенными из $\pi^+ \text{ } ^4\text{He}$ и $\pi^- \text{ } ^4\text{He}$ -рассеяния (см. рис.4).

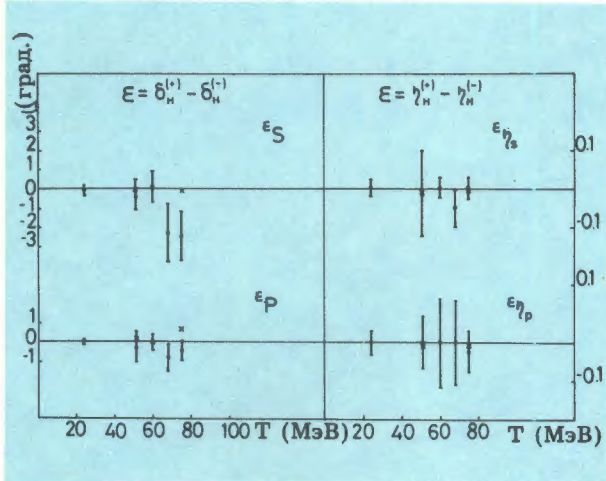


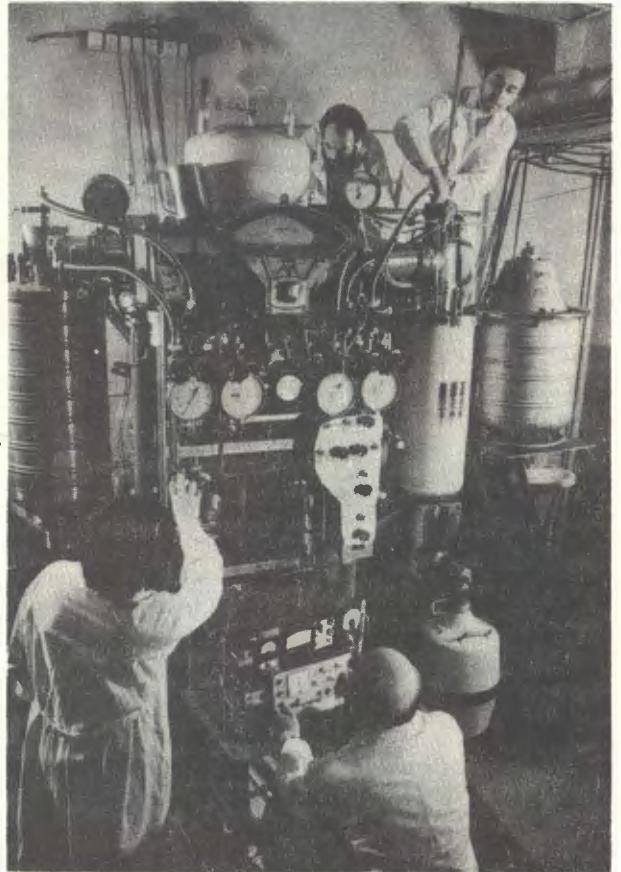
Рис.4. Разность $\epsilon_{\ell} = \delta_{N,\ell}^{(+)} - \delta_{N,\ell}^{(-)}$ между чисто адронными фазами $\delta_{N,\ell}$, определенными из анализа π^+ и $\pi^- \text{ } ^4\text{He}$ -рассеяния. В правой части рисунка приведена соответствующая разность для параметров неупругости $\eta_{\ell} = \exp(-2\omega_{N,\ell})$.

Проведен теоретический анализ эволюционных уравнений КХД с учетом кварковых масс. Рассмотрены функции распределения для тяжелых кварков, которые получены путем численного решения эволюционных уравнений КХД с заданными начальными условиями для легких кварков и глюонов. Рассмотрена x -зависимость функций распределения; показано, что для тяжелых кварков широко используемая параметризация вида $x^a(1-x)^B$ может привести к заметным (~10-15%) отклонениям от правильных значений /19/.

Разрабатывалась предложенная теоретиками ЛЯП модель цветowych перезарядок в адрон-ядерных соударениях. Рассмотрен процесс подпорогового рождения K^+ -мезонов в рА-соударениях. Интерес к таким реакциям обусловлен тем, что рождение адронов на ядрах при энергиях ниже порога рождения на водородной мишени можно рассматривать как проявление некоторого коллективного ядерного эффекта. Было показано /20/, что такие процессы чувствительны к наличию многокварковых конфигураций в ядрах. Получено, что примесь б q -состояний в дейтроне не должна превышать 6%.

Проведен поиск К-захвата на уровень с энергией ~1000 кэВ в $^{158}\text{Gd}^{/21/}$. В работе Ракхавана было утверждение о том, что К-захват на этот уровень идет с энергией 156 ± 17 эВ. Однако исследования /21/ показали, что это утверждение ошибочно. К-захват на соответствующий уровень энергетически запрещен. Существование такого распада представляло бы исключительно большой интерес для определения массы нейтрино.

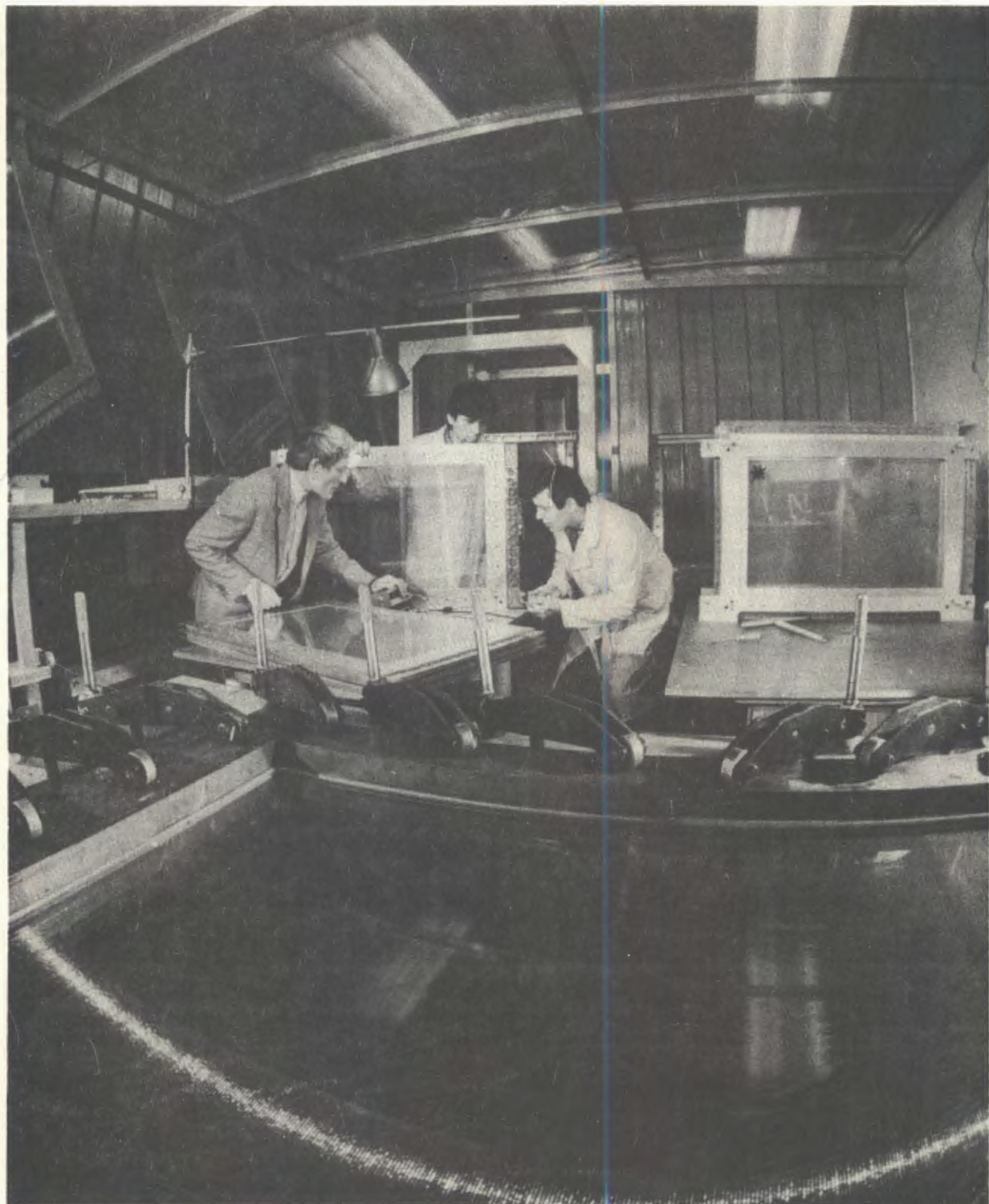
Обработка экспериментальной информации, полученной по программе ИРИС-ЯСНАПП позволила получить новые аргументы в пользу магичности ядра гадолиния $^{148}_{64}\text{Gd}_{82}$, на что указывает обнаруженная в экспериментах большая величина энергетической щели у протонной системы ($\Delta_p = 3440 \pm 60$ кэВ), а также максимум в величине энергии связи двух протонов, который обнаружен при $Z = 64$ и $N = 82$ /22/.



Установка для исследований ядер, ориентированных при низких температурах.

Изучалось угловое распределение γ -лучей, сопровождающих распад ядер ^{169}Yb , ориентированных при низких температурах

в гадолинии и железе. Образец $^{169}\text{YbGd}$ получался из распада $^{169}\text{LuGd}$, приготовленного путем имплантации и плавки. Ока-



Технологический участок для изготовления дрейфовых камер вершинного детектора установки "Нейтронный детектор".

залось, что степень ориентации иттербия в железе достаточно велика, тогда как в гадолинии ядра иттербия не ориентируются. По анизотропии γ -лучей, сопровождающих распад $^{169}\text{YbFe}$, были определены параметры смешивания мультипольностей для семи переходов $^{169}\text{Tm}^{23/}$.

СОЗДАНИЕ КРУПНЫХ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ УСТАНОВОК

Создана крупнейшая экспериментальная установка ОИЯИ в ИФВЭ — "Нейтронный детектор". Сдана в эксплуатацию магнитная система установки, состоящая из 52 крупномасштабных магнитов общей массой 1000 тонн. Изготовлен электромагнит для вершинного детектора с объемом магнитного поля $130 \times 120 \times 60$ см. Общая масса магнита 56 тонн. Изготовлено 20 однокоординатных плоскостей дрейфовых камер для системы целеуказания вершинного детектора. В декабре успешно проведен физический пуск первой очереди "Нейтронного детектора". Эта установка создавалась в сотрудничестве с ИФВЭ (Протвино), ОНМУ, СНЭО, ОП ОИЯИ, а также с участием физиков из ГДР (ИФВЭ, Цойген) и ВНР (ЦИФИ, Будапешт).

На пучке ускорителя ИФВЭ смонтирована крупная физическая установка — магнитный искровой спектрометр МИС-2. Проведены первые пусконаладочные сеансы.

Полностью подготовлена к исследованиям на пучках фазотрона ОИЯИ установка АРЕС — спектрометр редких событий распада мюонов. Зарегистрировано около 70 тыс. многотрековых событий, вызванных космическими лучами. С помощью этого материала определены рабочие характеристики установки и отлажены программы обработки экспериментальных данных.

Завершено изготовление основных узлов масс-сепаратора комплекса ЯСНАПП-2, системы ионных пучков, электропитания, управления и контроля работы масс-сепаратора. Создан линзовый бета-спектрометр для определения времени жизни ядерных уровней. Созданы и налажены другие детектирующие системы для комплекса ЯСНАПП: МУК — многодетекторная установка для измерения корреляций, МАТЧ — магнитный анализатор тяжелых частиц и ЭЛГА — установка для изучения спектров и совпадений ядерных (e^- , γ , α)-излучений.

Монтаж детектирующей части установки АРЕС.

СОЗДАНИЕ НОВЫХ ДЕТЕКТИРУЮЩИХ И ЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ ПОВЫШЕННОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ

В ходе работ по теме БАС разработан новый метод регистрации ствола электромагнитного ливня с помощью широкозональных дрейфовых камер. Достигнуто высокое пространственное разрешение σ в определении координат точек конверсии позитронов. Для позитронов с энергией 3 ГэВ и при толщине конвертера 3 рад. длины без учета угловой расходимости пучка величина σ составляет $\sigma = (1,9 \pm 0,1)$ мм^{24/}. Использование широкозональных дрейфовых камер с большой длиной дрейфа потребовало создания принципиально новой регистрирующей электроники, так как для определения координаты оси электромагнитного ливня необходимо измерить распределение заряда в ливне и определить временное положение максимума заряда. Прямое решение этой задачи — квантование сигнала от ливня ($t_{\text{к}}$ ~ 300-800 нс) с существенно меньшим (в 5-6 раз), чем длительность сигнала, периодом выборки. Для этого был разработан модуль квантования сигнала на основе быстродействующего параллельного АЦП^{25/}.

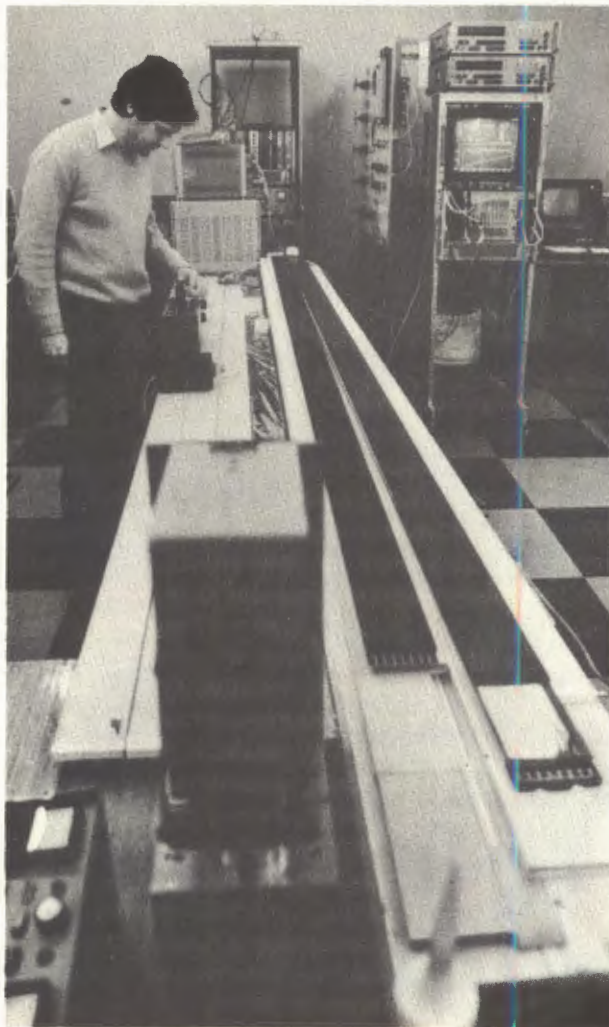
Исследованы эффекты потерь светового излучения в детекторе с фторопластовой кюветой, заполненной сцинтиллятором NE-213^{26/}. Такие детекторы широко применяются в практике физического эксперимента для регистрации и спектрометрии быстрых нейтронов. Показано, что эффект ослабления светового излучения для фторопластовой кюветы значительно меньше, чем для стеклянной кюветы с внешним отражателем. Получено, что длина поглощения света в сцинтилляторе NE-213 составляет $\lambda = 7-10$ м, что существенно отличается от значения $\lambda = 1,5$ м, найденного ранее другими авторами. Полученные данные о прозрачности этого сцинтиллятора свидетельствуют о том, что он с успехом может быть использован в детекторах большого размера (~1 м).

Проводились исследования по усовершенствованию методики стримерных камер с целью улучшения их пространственного разрешения. Для этого использовалось лазерное освещение объема камеры и повышенные давления газа. Регистрация изображения



трека при лазерном освещении позволяет добиться существенного уменьшения элементов изображения, а высокое давление ведет к уменьшению разброса стримеров от истинной траектории в результате диффузии электронов. Получены следы частиц в лазерной стримерной камере, заполненной гелием при давлении 10 атм^{/27/}.

Разработана методика массовых контрольных испытаний стримерных трубок, предназначенных для адронного калориметра эксперимента ДЕЛФИ. Проведено исследование основных характеристик стримерных трубок различной конструкции^{/28/}. Разработан новый метод считывания информации с проволочных камер — через резистивный катод^{/29/}. Данный метод может быть применен в трековых детекторах для регистрации очень большого числа частиц, например, на УНК. Методом Монте-Карло был исследован эффект мертвых зон в калориметре ДЕЛФИ^{/30/}. Результаты этой работы были учтены при выборе окончательной конструкции детекторов.



Проведены методические исследования электролюминесцентных дрейфовых камер. Они показали, что такие камеры обладают в два раза лучшим временным разрешением, чем обычные дрейфовые камеры, и могут регистрировать кластеры первичной ионизации^{/31/}.

Большая работа осуществлена по созданию новых электронных систем, обеспечивающих проведение физических экспериментов на должном современном техническом уровне. Разработаны новые системы блоков наносекундного диапазона, системы спектрометрических блоков для амплитудного, временного и многомерного анализа. Разрабатывалась аппаратура для предварительной обработки и накопления информации, а также ее передачи на ЭВМ. Подготовлено и передано в экспериментальные группы 450 электронных блоков в стандарте КАМАК и 43 блока в стандарте ВИШНЯ.

ПРИКЛАДНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

В 1985 году закончено создание и подготовка к эксплуатации трех протонных, нейтронного и π -мезонного каналов клиничко-биологического комплекса ЛЯП для медико-биологических и клинических исследований онкологических больных.

Продолжались совместные исследования с ИАЭ им.И.В.Курчатова по физике твердого тела с помощью μ SR-метода. Изучались магнитные фазовые переходы, диффузия мюонов в металлах, сверхпроводники и аморфные металлы. Эффективность μ SR-метода для определения критических параметров сверхпроводника Nb_3Al была продемонстрирована в работе^{/32/}. Свойства аморфных металлов с помощью μ SR-метода исследовались на примере $Cu_{10}Zr_7$ ^{/33/}. Обнаружено, что температурная зависимость скорости деполаризации мюонов в диапазоне температур 10-300 К одинакова как для аморфного, так и для кристаллического состояния $Cu_{10}Zr_7$. Этот результат может означать, что аморфный сплав $Cu_{10}Zr_7$ состоит из кластеров с размерами в несколько кристаллических ячеек, атомная структура которых мало отличается от атомной структуры кристалла.

Испытание стримерных трубок адронного калориметра установки ДЕЛФИ.

Успешно проводятся совместные работы с ИЯИ АН УССР (Киев) и ИФВЭ (Протвино) по изучению методов производства ценных для ядерной медицины радионуклидов на ускорителях У-240 и ЛИУ-100 этих институтов. Измерены выходы изотопов таллия из мишеней природного и обогащенного свинца, которые облучались протонами на ускорителе У-240 ИЯИ АН УССР. Показано, что в мишени ^{206}Pb (толщина $2,6 \text{ г/см}^2$) выход ценного для ядерной медицины изотопа ^{201}Tl составляет $(4, \pm 0,5) \text{ мКи/мкА} \cdot \text{ч}^{/34/}$.

Выполнен большой цикл радиобиологических исследований по проекту ГЕНОМ. Изучались особенности действия излучений с разной ЛПЭ на ДНК. Сформулирована биофизическая теория действия ионизирующих излучений на живые клетки^{/35/}. В основе этой теории учет роли прямых и энзи-

матических двойных разрывов молекул ДНК в летальном эффекте, зависимость выхода этих разрывов от ЛПЭ излучений, особенности репарации разных повреждений ДНК соответствующими ферментативными системами.

В исследованиях по экспериментальной онкологии были разработаны способы радиосенсибилизации опухолевых клеток^{/36/}, что может являться предпосылкой последующего использования их для терапии рака на медицинских пучках фазотрона ОИЯИ.

В опытах на нейронах моллюска впервые установлен ярко выраженный биологический эффект одиночных импульсов магнитного поля^{/37/}. Изучены закономерности этого феномена: зависимость эффекта от амплитуды и частоты импульсов, их формы, а также от состояния нервных клеток.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ворожцов С.Б. и др. В сб.: Краткие сообщения ОИЯИ, №7-85, Дубна, 1985, с.27.
2. Ворожцов С.Б. и др. В кн.: Труды Девятого Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц. ОИЯИ, Дубна, 1985, т.1, с.316.
3. Глазов А.А. и др. В кн.: Труды Девятого Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц. ОИЯИ, Дубна, 1985, т.1, с.320.
4. Василенко А.Т. и др. ОИЯИ, 9-85-699, Дубна, 1985.
5. Онищенко Л.М. и др. ОИЯИ, 13-85-274, Дубна, 1985.
6. Антипов Ю.М. и др. В сб.: Краткие сообщения ОИЯИ, №11-85, Дубна, 1985, с.11.
7. Акименко С.А. и др. Препринт ИФВЭ, 85-93, Серпухов, 1985.
8. Chliapnikov P.V. et al. Nucl.Phys., 1979, vol.B148, p.400.
9. Виноградов В.Б. и др. ОИЯИ, P2-85-470, Дубна, 1985.
10. Абдинов О.Б. и др. ОИЯИ, P1-85-184, Дубна, 1985.
11. Bitsadze G.S. et al. JINR, E1-85-610, Dubna, 1985.
12. Vegni V. et al. JINR, E1-85-498, Dubna, 1985.
13. Apokin V.D. et al. J. de Phys., 1985, vol.46, p.C2-175.
14. Батусов Ю.А. и др. В сб.: Краткие сообщения ОИЯИ, №12-85, Дубна, 1985, с.6.
15. Balestra F. et al. CERN Preprint EP/85/152, Geneva, 1985.
16. Balestra F. et al. CERN Preprint EP/85-122, Geneva, 1985.
17. Батусов Ю.А. ОИЯИ, P1-85-495, Дубна, 1985.
18. Khankhasaev M.Kh. et al. JINR, E4-85-612, Dubna, 1985.
19. Иванов Ю.П. ОИЯИ, P2-85-602, Дубна, 1985.
20. Копелиович Б.З., Нидермайер Ф. ОИЯИ, P2-85-668, Дубна, 1985.
21. Бруданин В.Б. и др. В сб.: Краткие сообщения ОИЯИ, №7-85, Дубна, 1985, с.32.
22. Алхазов Г.Д. и др. Труды 35 совещания по ядерной спектроскопии и структуре атомного ядра: "Наука", Л., 1985, с.85.
23. Даваа С. и др. ОИЯИ, P6-85-869, Дубна, 1985.
24. Бицадзе Г.С. и др. ОИЯИ, D13-85-694, Дубна, 1985.
25. Будагов Ю.А. и др. ОИЯИ, 13-85-585, Дубна, 1985.
26. Зинов В.Г. и др. ОИЯИ, P13-85-195, Дубна, 1985.
27. Ivanov I.Ts. et al. Nucl.Instr. and Meth., 1985, vol.A236, p.289.
28. Алексеев Г.Д. и др. ОИЯИ, D13-85-361, Дубна, 1985.
29. Алексеев Г.Д., Кулинич П.А. ОИЯИ, D13-85-653, Дубна, 1985.
30. Tkachev L.G. DELPHI-Notes, CERN, Geneva, 1985, 85-1.
31. Волков А.Д. и др. ОИЯИ, 13-85-417, 13-85-418, Дубна, 1985.
32. Барсов С.Г. и др. Письма в ЖЭТФ, 1985, т.42, с.173.
33. Барсов С.Г. и др. Письма в ЖЭТФ, 1985, т.42, с.195.
34. Зайцева Н.Г. и др. ОИЯИ, P6-85-254, Дубна, 1985.
35. Красавин Е.А. ОИЯИ, 19-85-563, Дубна, 1985.
36. Ярмоненко С.П. и др. Радиобиология, 1985, т.25, с.196.
37. Данилов В.И. и др. ОИЯИ, P19-85-145, Дубна, 1985.

ЛАБОРАТОРИЯ ЯДЕРНЫХ РЕАКЦИЙ

В 1985 году основные усилия коллектива Лаборатории ядерных реакций были сконцентрированы на работах по синтезу новых трансфермиевых элементов, поиске сверхтяжелых элементов в природе, на изучении механизма ядерных реакций. Получены новые экспериментальные данные о свойствах радиоактивного распада 107 элемента с массой $A = 261$. Обнаружен новый вид радиоактивного распада тяжелых ядер с испусканием ионов неона. Получена информация о массах ядерно-нестабильных изотопов ${}^6\text{H}$, ${}^5\text{H}$, ${}^4\text{H}$.

В полном объеме завершено создание установок ДЭМАС, МС-А, КСИ, РИПС. В короткий срок создан циклический имплантатор ИЦ-100, предназначенный для производства ядерных фильтров и развития исследований по радиационному материаловедению и высокоэнергетической имплантации. Завершены работы по вводу изохронного циклотрона У-400 в эксплуатационный режим по проектному варианту. Согласно тематическому плану лаборатории в 1985 году ускорители отработали для проведения научных исследований 7000 часов, из них У-400 — 3500 часов.

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЕ РАБОТЫ

ПОИСК В ПРИРОДЕ РЕДКИХ АТОМНЫХ ЯДЕР И ЯДЕРНЫХ ПРЕВРАЩЕНИЙ

1. Продолжались поиски anomalно протяженных треков в оливинах внеземного происхождения. К концу 1985 г. было обнаружено 10 треков, которые, возможно, обусловлены сверхтяжелыми ядрами галактического происхождения (рис.1). Для выявления anomalно протяженных треков применяется облучение оливинов ионами с $Z \geq 28$ через систему щелей. Для просмотра кристаллов разработаны телевизионный

полуавтоматический микроскоп, использование которого, благодаря большой глубине фокуса и электромеханическому приводу перемещения координаты, позволило увеличить скорость просмотра кристаллов. Проведены модельные эксперименты по облучению кристаллов оливина ионами ${}^{235}\text{U}$ с энергиями ~ 15 МэВ/нуклон, после чего образцы облучались большими потоками нейтронов $\sim 10^{21}$ нейтр./см². Такие кристаллы, содержащие одновременно треки остановившихся ядер ${}^{235}\text{U}$ и треки осколков деления этих ядер, будут использоваться при разработке метода наблюдения событий спонтанного деления сверхтяжелых ядер на продолжении низкоэнергетических участков anomalных треков в оливинах из метеоритов^{1,2}.

2. Проведен цикл экспериментов, связанных с исследованием нового типа радиоактивного распада тяжелых атомных ядер ${}^{230}\text{Th}$, ${}^{231}\text{Pa}$, ${}^{233}\text{U}$, ${}^{237}\text{Np}$, ${}^{241}\text{Am}$ — распада с испусканием тяжелых кластеров.



Рис.1. Микрофотография протравленного кристалла оливина, облученного через систему щелей ускоренными ионами ${}^{59}\text{Ni}$.

Впервые обнаружено спонтанное испускание ядер неона. В качестве детекторов использовался 170-мкм полиэтилентерефталат, способный регистрировать ионы с удельной ионизацией $5-6 \text{ МэВ} \cdot \text{см}^2/\text{мг}$ и $Z > 6$. Для идентификации кластеров на большом фоне α -частиц лавсан облучался ионами от ^{12}C до ^{28}Si с энергией от 1,6 до 2,5 МэВ/нуклон. На рис.2 представлены результаты калибровочных измерений вместе с результатами измерений кластеров ^{3/}.

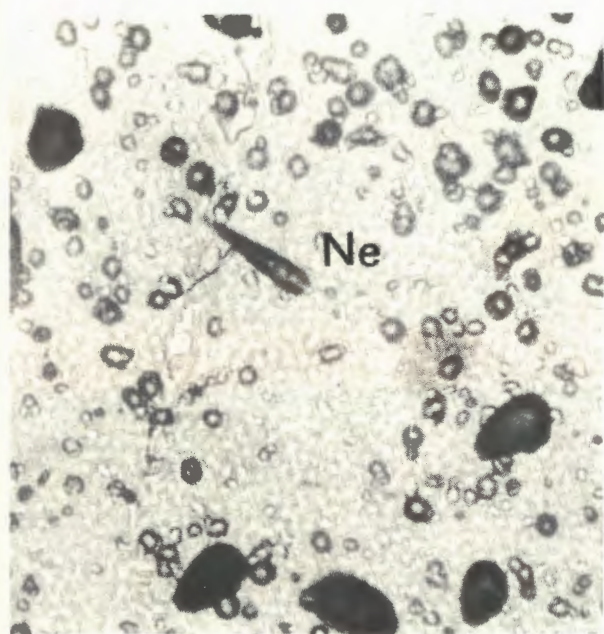


Рис.2. Микрофотография следа кластера и осколков деления ^{233}U в лавсановом детекторе при увеличении в 600 раз. Время травления 3 ч в 10% NaOH при 60°C .

3. Исследовано явление эмиссии тяжелых кластеров из возбужденных ядер ^{234}Pa и ^{236}U , образующихся при облучении ^{232}Th α -частицами и дейтронами с энергией 34 и 17 МэВ соответственно. Показано, что с сечением ~ 2 мкб образуются фрагменты с $A = 24$ и не образуются с $A = 28$ ($\sigma \leq 0,1$ мкб). Получены верхние границы сечений от $3 \cdot 10^{-2}$ до $3 \cdot 10^{-4}$ мкб для сопряженных тяжелых фрагментов. Основная доля ^{24}Na , по-видимому, обусловлена тройным делением, а для вероятности сильно асимметричного двойного деления получен предел $\Gamma_{\text{кластера}}/\Gamma_{\text{полн.}} \leq 3 \cdot 10^{-10/4}$.

4. Исследовалась эмиссия ^{24}Ne при облучении ^{232}Th тормозным излучением микротрона в диапазоне энергий 18-28 МэВ.

Показано, что эффект наблюдается при $E_\gamma > 21$ МэВ. Сечение реакции $^{232}\text{Th}(\gamma, ^{24}\text{Ne})$ при $E_\gamma = 28$ МэВ равно $\sim 10^{-32} \text{ см}^2$. Средняя кинетическая энергия кластеров ^{24}Ne составляет (40 ± 8) МэВ, что почти вдвое ниже кулоновского барьера для их эмиссии из ядра ^{232}Th , что, по-видимому, свидетельствует о возникновении ядер ^{24}Ne при делении ядра на три осколка ^{5/}.

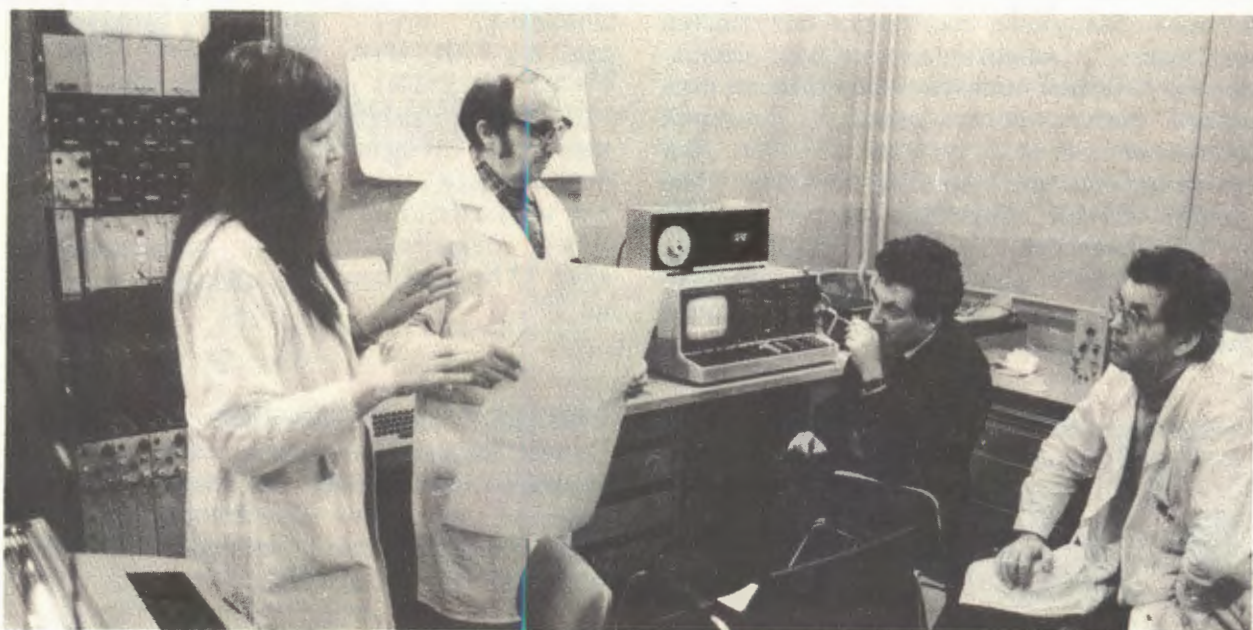
СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ИЗОТОПОВ НОВЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

1. Известно, что в реакциях холодного слияния ядер Pb или Bi с ионами Ca, Ti, Cr, Fe сечение образования продуктов испарения компаунд-ядра уменьшается более чем в 10^5 раз при увеличении Z от 102 до 109. Этот эффект может быть объяснен значительным ограничением образования самого компаунд-ядра с ростом его атомного номера.

Действительно, попытки синтезировать 110 и 111 элементы в реакциях с ионами Ni показали, что сечения их образования, по-видимому, $\leq 10^{-36} \text{ см}^2$. Можно было ожидать, что более предпочтительной окажется реакция $^{232}\text{Th} + ^{48}\text{Ca}$. Однако проведенная серия экспериментов показала, что не наблюдается осколков спонтанного деления 110 элемента, верхняя граница $< 5 \cdot 10^{-36} \text{ см}^2$ для $T_{1/2}^{\text{CD}} > 0,5$ мс.

2. Проведены эксперименты по синтезу изотопов 108 элемента в реакции $^{249}\text{Cf} + ^{22}\text{Ne}$. Атомы отдачи выбивались из тонкой мишени, тормозились в газе и вместе с потоком газа выносились из мишенной камеры, пропускались через химический фильтр (кварцевая вата и гранулы CaO, нагретые до 1000°C) и попадали на поверхность детектора α -частиц. Поток ионов ^{22}Ne с энергией 125 МэВ, прошедших через мишень, составил $6 \cdot 10^{16}$. Регистрация α -частиц проводилась во время облучения. Не было зарегистрировано ни одной α -частицы с энергией $> 8,5$ МэВ, это соответствует пределу поперечного сечения 10^{-34} см^2 для реакций образования α -активных изотопов 108-го элемента с периодом полураспада больше 50 мс.

3. Проведены измерения периодов спонтанного деления из основного и изомерного



Работы по синтезу 110 элемента ведутся в лаборатории в сотрудничестве с учеными из ГДР, Кубы, Румынии, Франции.

состояний ^{250}Fm и $^{254}102$, образующихся в реакциях $^{249}\text{Cf} (^4\text{He}, 3n)^{250}\text{Fm}$ и $^{208}\text{Pb} (^{48}\text{Ca}, 2n)^{254}102$. Для ^{250}Fm из основного состояния получены значения $T_{1/2} = (5 \pm 1,5) \cdot 10^7 \text{с}$ и из изометричного состояния $T_{1/2} > 1,5 \cdot 10^7 \text{с}$; для $^{254}102$ получены значения $3 \cdot 10^4 \text{с}$ и $> 7 \cdot 10^2 \text{с}$ соответственно. Нижняя граница периодов полураспада этих изотопов из изомерного состояния указывает на большой фактор запрета деления для возбужденных состояний.

ИЗУЧЕНИЕ МЕХАНИЗМА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СЛОЖНЫХ ЯДЕР

1. В реакции $^{11}\text{B} + ^9\text{Be}$ при энергии ионов ^{11}B , равной 88 МэВ, с помощью магнитного спектрометра МСП-144 изучались энергетические спектры ^{14}O , ^{15}O , ^{16}O с целью получения информации о дефекте масс сопряженных продуктов ^6H , ^5H и ^4H соответственно. На рис.3 представлен энергетический спектр ^{14}O , измеренный в реакции $^9\text{Be} (^{11}\text{B}, ^6\text{H}) ^{14}\text{O}$. В спектрах ^{14}O и ^{16}O наблюдались пики, соответствующие несвязанным состояниям ^6H ($E = (2,5 \pm 0,5) \text{МэВ}$, $\Gamma = (1,0 \pm 0,3) \text{МэВ}$) и ^4H ($E = (3,5 \pm 0,5) \text{МэВ}$, $\Gamma = (2,2 \pm 0,3) \text{МэВ}$). В энергетическом спектре ^{15}O пиков, соответствующих образованию несвязанных состояний ^5H , не наблюдалось^{/6/}.

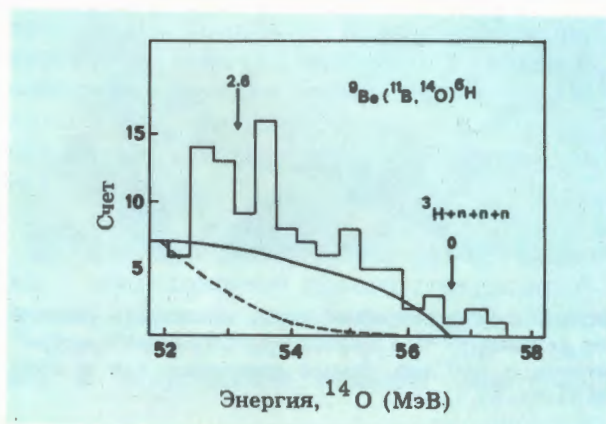
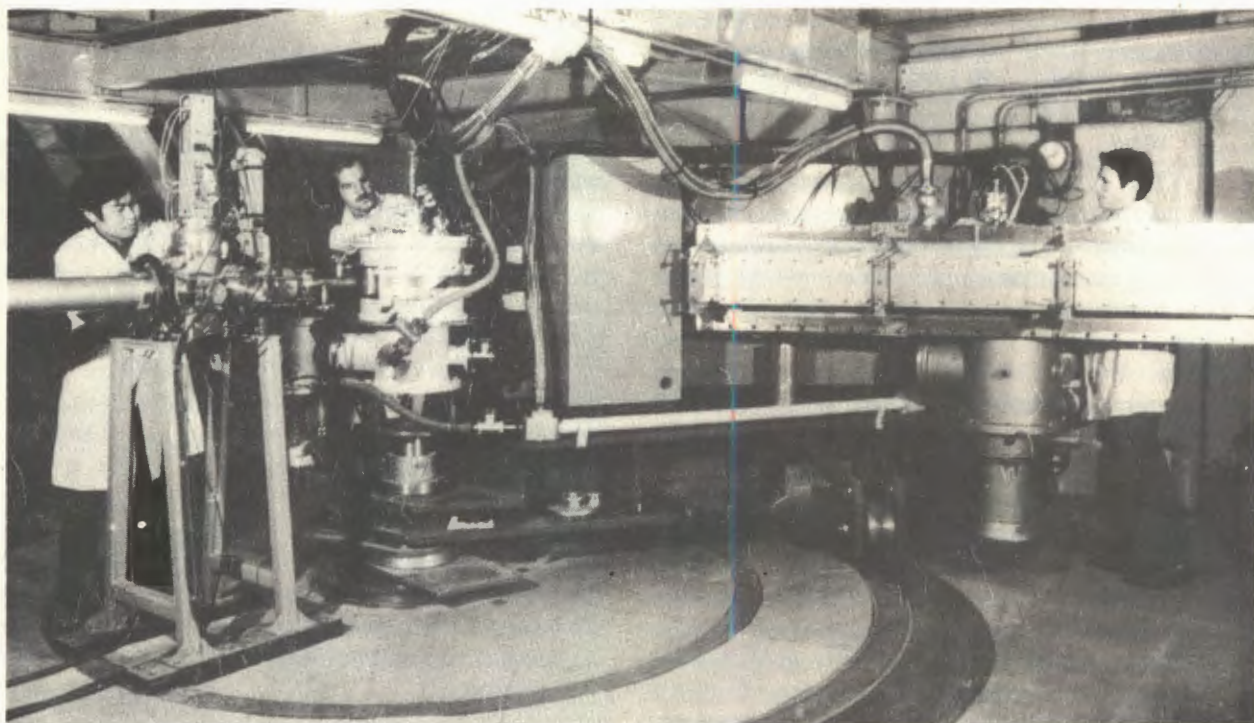


Рис.3. Энергетический спектр ионов ^{14}O в реакции $^9\text{Be} (^{11}\text{B}, ^6\text{H}) ^{14}\text{O}$. Фазовое пространство, соответствующее каналу $(^{15}\text{O} + ^3\text{H} + \text{p} + \text{n} + \text{n})$, показано штриховой линией. Фазовое пространство, соответствующее каналу $(^{14}\text{O} + ^5\text{H} + \text{n})$, показано сплошной линией.

2. С помощью установки ДЭМАС продолжалось исследование массовых распределений и спектров кинетических энергий продуктов реакций, возникающих при облучении ионами ^{22}Ne , ^{40}Ar и ^{32}S мишеней из ^{208}Pb , ^{232}Th и ^{238}U при энергии вблизи кулоновского барьера взаимодействия. Анализировалось влияние оболочек с $Z \sim 82$ и $N \sim 126$ на формирование массовых и энергетических распределений продуктов. В спектрах кинетических энергий продуктов обнаружены две компоненты, соответ-



Магнитный спектрометр МСП-144 установки ДЭМАС.

ствующие двум типам деления — симметричному и асимметричному.

3. Изучалось тройное деление возбужденных ядер с эмиссией ^4He в реакциях ^{16}O (144 МэВ) + ^{232}Th и ^{12}C (108 МэВ) + ^{197}Au . Несмотря на то, что главным источником равновесных α -частиц является эмиссия их из составного ядра и из полностью ускоренных осколков, показано, что существуют α -частицы, энергетические спектры и угловые распределения которых обладают свойствами, характерными для эмиссии α -частиц в тройном делении. Множественность их эмиссии $M_\alpha = 0,005 \pm 0,002$ и $0,006 \pm 0,003$ для реакции с Th и Au существенно превышает значения, известные для деления слабо возбужденных систем ^{7/}.

4. Измерены энергетические спектры и угловые распределения нейтронов, возникающих при взаимодействии ускоренных ионов углерода и неона с энергиями до 10 МэВ/нуклон с ядрами ^{12}C , ^{27}Al , ^{56}Fe , ^{114}Sn , ^{124}Sn , ^{181}Ta , ^{238}U . Энергии нейтронов измерялись в диапазоне от 2 до 40 МэВ. Полученные экспериментальные данные позволили сделать вывод о наличии равновесного и предравновесного компонен-

та нейтронной эмиссии в каждой из реакций (рис.4). Угловые распределения предравновесных нейтронов резко направлены вперед и зависят от массы ядра мишени ^{8/}. Полученные данные интерпретируются с точки зрения различных моделей: вращающегося горячего пятна, движущегося источника и двухстадийной модели.

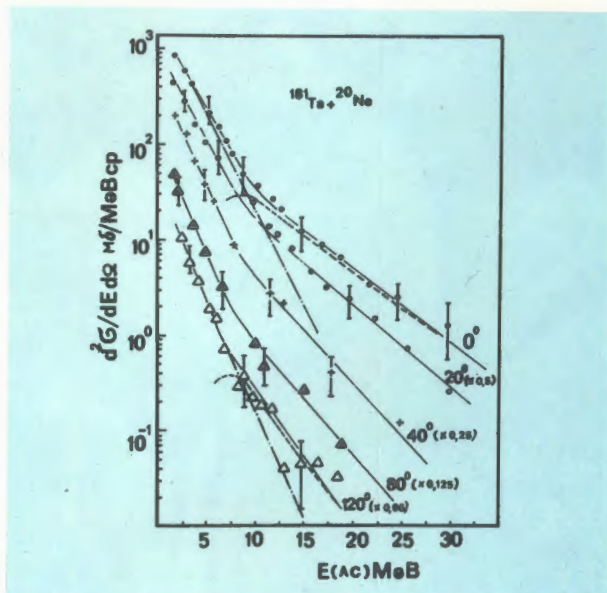


Рис.4. Типичные энергетические спектры нейтронов в реакции $^{20}\text{Ne} + ^{181}\text{Ta}$ (при энергии ионов ^{20}Ne $E = 180$ МэВ), измеренные под разными углами.

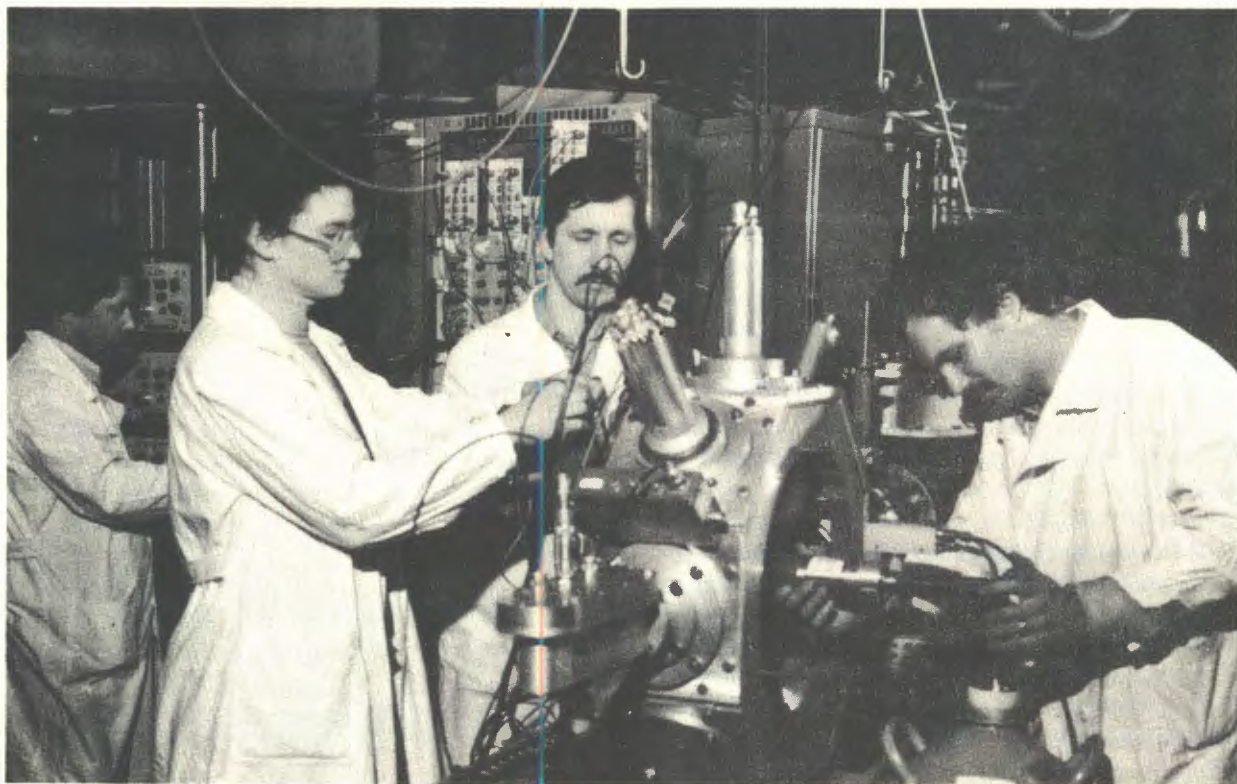
5. Жесткая компонента гамма-излучения была измерена в реакциях с тяжелыми ионами ^{15}N , ^{22}Ne и ^{40}Ar при энергиях ионов (5,5÷10) МэВ/нуклон. Использовались мишени ^{130}Te , ^{150}Nd , ^{153}Eu , ^{159}Tb , ^{181}Ta и ^{192}Os . Для выделения канала реакции, приводящего к образованию составного ядра, измерения проводились в совпадении с КХ-рентгеновскими квантами остаточных ядер и осколками деления. Наблюдалась широкая пики в области энергий гамма-квантов $E_\gamma = (12\div 14)$ МэВ в испарительном канале реакции и в области $E_\gamma > 16$ МэВ в канале деления. Сделаны предположения о соответствии этих пиков гамма-распаду гигантских дипольных резонансов, построенных на высоковозбужденных состояниях составных ядер и налетающих частиц ^{9/}.

6. В реакциях $^{232}\text{Th} + ^{13}\text{C}$ (160 МэВ), $^{197}\text{Au} + ^{40}\text{Ar}$ (330 МэВ) и $^{181}\text{Ta} + ^{52}\text{Cr}$ (360 МэВ) были проведены корреляционные эксперименты с регистрацией α -частицы и двух осколков деления. α -частицы регистрировались в плоскости, образуемой направлениями вылета осколков деления и перпендикулярно к ней. Полученные данные позволяют разделить вклад в образова-

ние равновесных α -частиц от составного ядра, осколков деления и тяжелых продуктов реакций передачи.

7. На основе испарительной модели были проведены расчеты сечений образования кластеров при распаде возбужденных составных ядер $Z = 49, 65, 80, 97$, образующихся в реакциях $\text{Ag} + ^3\text{He}$ в диапазоне энергий ионов ^3He от 50 до 130 МэВ в реакциях $^{40}\text{Ar} + (\text{Ag}, ^{154}\text{Sm}, \text{Au})$ при энергии ионов ^{40}Ar , равной 336 МэВ (рис.5). Наблюдается хорошее согласие результатов расчета абсолютных сечений со всей совокупностью экспериментальных данных по выходу равновесных кластеров в широком диапазоне энергий возбуждения, угловых моментов и Z^2/A составных ядер, без использования свободных параметров или привлечения дополнительных факторов, связанных с вероятностью образования кластеров в составных ядрах.

8. Методом эффекта теней изучена реакция $^{22}\text{Ne} + ^{238}\text{U}$ с использованием монокристаллической мишени. Сделан анализ времени протекания реакции и построена систематика временной длительности в зависимости от статистического параметра



Установка для исследования жесткой компоненты γ -квантов в реакциях с тяжелыми ионами.

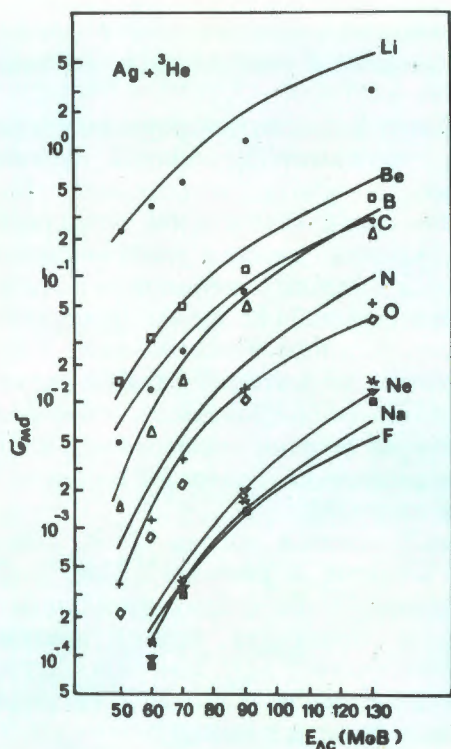


Рис.5. Зависимость полного сечения образования кластеров от энергии ионов ^3He в лабораторной системе в реакции $^3\text{He} + \text{Ag}$. Точки соответствуют экспериментальным данным. Кривые — результаты расчета по испарительной модели.

$p = -\ln \sum \exp(-B_i/T)$, где B_i — энергия активации i -го канала распада возбужденного ядра, T — ядерная температура. Полученная систематика представлена на рис.6^{10,11}.

9. Разработана методика экспрессного селективного выделения элемента 108 как экаосмия на пучке циклотрона, позволяющая регистрировать спонтанное деление и альфа-излучение изотопов с $T_{1/2} > 0,05$ с. Четырехокись элемента транспортируется смесью аргон + кислород (1%) через химические фильтры и осаждается на слое свинца, напыленного на поверхность полупроводникового детектора. В реакции $^{249}\text{Cf} + ^{22}\text{Ne}$ достигнута чувствительность обнаружения изотопов 108 элемента (ожидаемая энергия

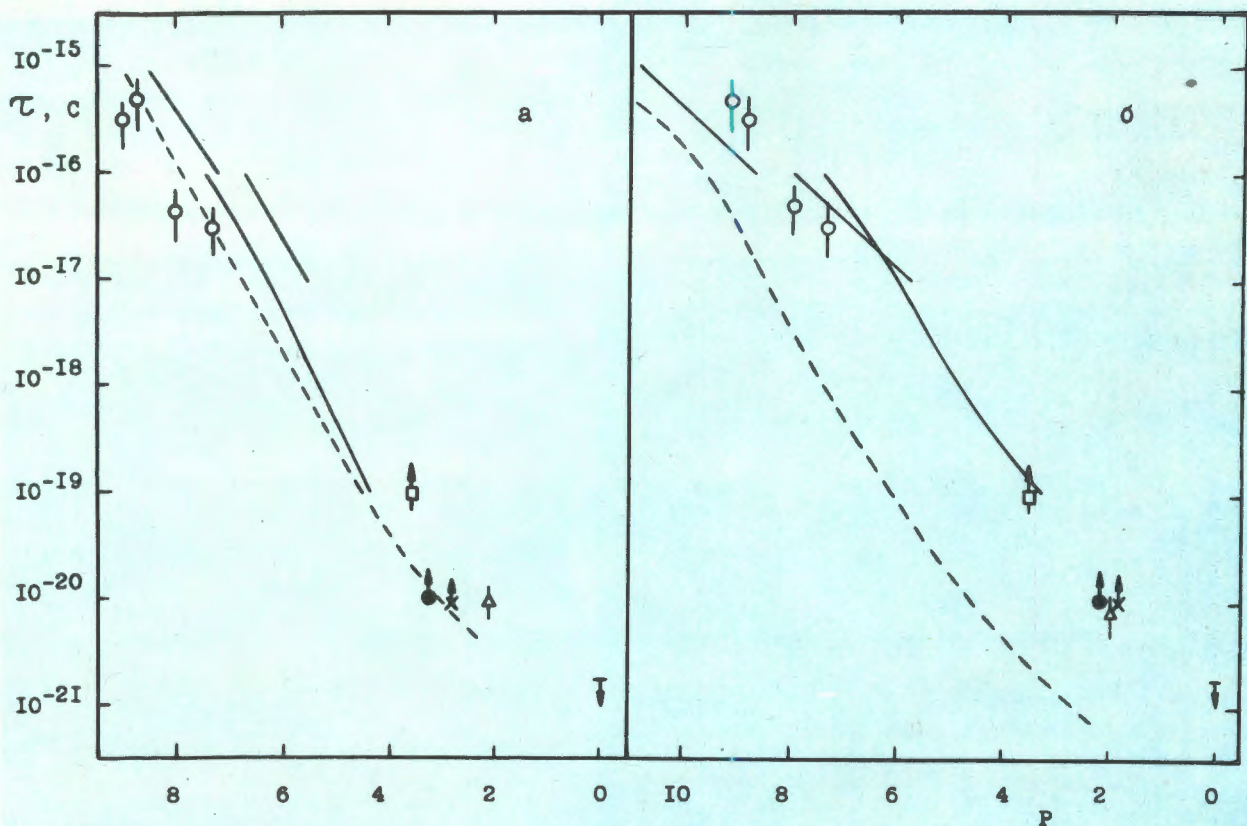


Рис.6. Систематика длительности распада составного ядра. Точки и сплошные линии — результаты экспериментов, штриховая линия — расчет в статистической модели. Значения параметра P определены путем вычисления ядерной температуры в двух вариантах: а) $T = 2,22 (U/A)^{1/3}$ и б) $T = 3,16 (U/A)^{1/2}$.

α -частиц выше 9 МэВ) на уровне 10^{-34} см². На установке, схематически показанной на рис.7, были выполнены эксперименты по поиску спонтанно делящихся изотопов элемента 108 в продуктах ядерной реакции $^{235}\text{U} + ^{40}\text{Ar}$. Получена верхняя граница сечения $\sigma_{sf} \leq 2 \cdot 10^{-35}$ см² при $T_{1/2} > 0,5$ с.

10. Разработаны методики непрерывного радиохимического выделения короткоживущих изотопов W, Ta и Hf, получаемых в ядерных реакциях с тяжелыми ионами. Атомы отдачи, затормаживающиеся в потоке азота, содержащего аэрозольные частички KCl и адсорбировавшиеся на поверхности аэрозоля, транспортировались по капилляру на расстояние 40 м за ~ 7 с, причем потери не превышали 25%. Частицы поглощались непосредственно в растворе, который в дальнейшем служил для ионообменного или экстракционного разделения элементов, непрерывно — за счет интенсивного контактирования аэрозолей с водным раствором при их совместном прохождении через ядерный или стеклянный пористый фильтр или путем периодического смыва с фильтра. Эффективность извлечения

в раствор превышала 95%. Методики являются рекордными по малому отношению объемов жидкой и газовой фаз, составляющему лишь ~ 1/1000.

Для идентификации нейтронодефицитных нуклидов необходимо очищать фракцию изучаемого элемента от соседних, более легких элементов, чтобы в ней затем регистрировать кривую распада материнской активности и накопление-распад дочерней.

Вольфрам выделяли путем пропускания аммиачного раствора через колонку с сульфокатионитом, на которой Ta, Hf и редкоземельные элементы поглощались более чем на 99%. Такие же степени очистки были достигнуты при выделении Ta или Hf в других химических системах.

На рис.8 показан распад ^{167}W , обнаруженного впервые в реакции $^{154}\text{Gd}(^{20}\text{Ne}, 7n)$, и накопление ^{167}Ta (идентифицирован независимо в продуктах другой реакции) и ранее известного ^{167}Hf . Впервые получены и другие изотопы W, Ta и Hf с периодами полураспада меньше 1 мин.

Методика имеет быстрое действие около 20 с и может рассматриваться как первая модель выделения и изучения химии водных растворов элементов с $Z = 104 \div 106$.

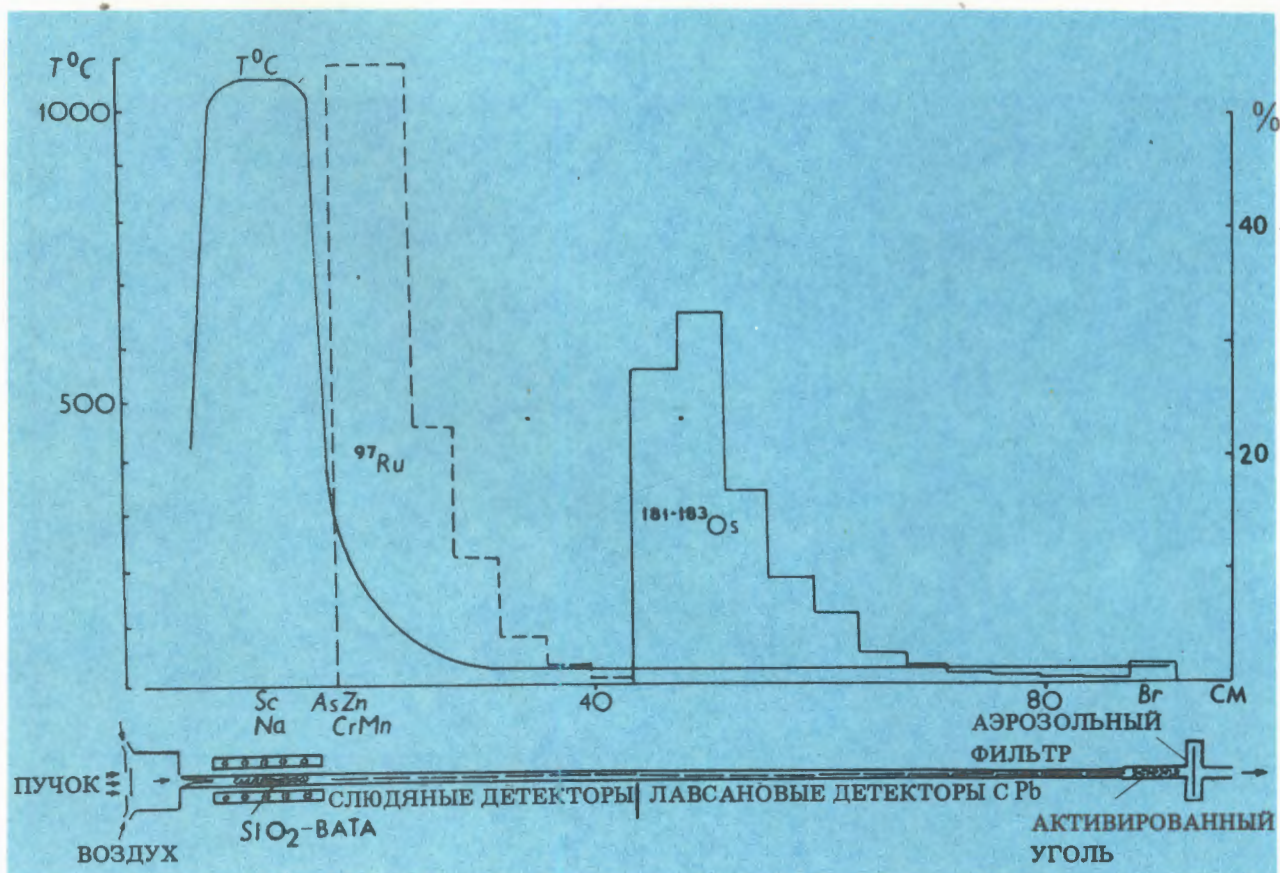


Рис.7. Схема установки для выделения спонтанно делящихся изотопов 108 элемента (как экаосмия) и распределение известных элементов в модельном опыте.

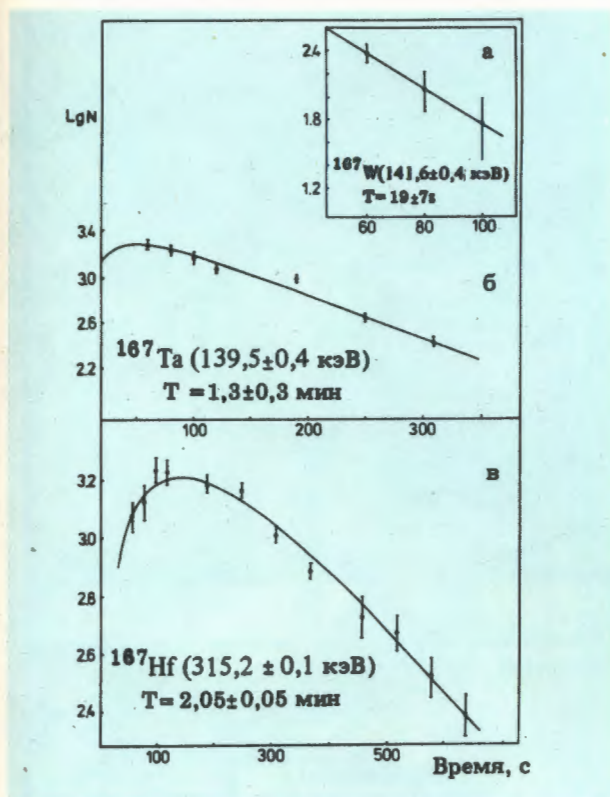


Рис.8. Кривая распада ^{167}W , синтезированного в реакции $^{154}\text{Gd}(^{20}\text{Ne}, 7n)$ (а) и кривые накопления ^{167}Ta и ^{167}Hf (б, в).

РАЗРАБОТКИ В ОБЛАСТИ УСКОРИТЕЛЕЙ

1. В 1985 году наряду с эксплуатацией ускорителей тяжелых ионов (все ускорители отработали на эксперимент 7000 часов, в том числе циклотрон У-400 — 3500 часов) продолжались работы по их совершенствованию.

На циклотроне У-400 осуществлено ускорение новых типов ионов, основные параметры которых приведены в таблице.

Тип ионов	Интенсивность, част./с	Энергия, МэВ/нукл.
$^{12}\text{C}^{2+}$	$1 \cdot 10^{13}$	13,0
$^{44}\text{Ca}^{5+}$	$6 \cdot 10^{12}$	5,5
$^{59}\text{Co}^{5+}$	$5 \cdot 10^{12}$	3,0
$^{90}\text{Zr}^{11+}$	$3 \cdot 10^{10}$	9,0

С вводом в строй трех новых каналов в восточном направлении и осуществлением вывода пучка ионов в этом направлении завершена многолетняя работа по созданию системы транспортировки пучков циклотрона У-400 по 12 каналам в двух направлениях — западном и восточном. На некоторых

из этих каналов смонтированы, налажены и начали работать стационарные экспериментальные установки.

На циклотроне У-400 успешно эксплуатируются высокочастотные генераторы "Хризолит", эффективные источники многозарядных ионов плазменного типа, система получения вакуума на основе диффузионных насосов с ловушками, охлаждаемыми жидким азотом, завершены работы по индикации параметров каналов выведенных пучков на пульте управления, выполнены работы по автоматизированной системе контроля параметров источника многозарядных ионов на базе микро-ЭВМ КМ-001 и аппаратуры КАМАК. Таким образом, завершены все работы по созданию изохронного циклотрона тяжелых ионов У-400, он введен в эксплуатационный режим и на его пучках ведутся научные и прикладные исследования.

2. Продолжались работы по совершенствованию источников многозарядных ионов. На циклотронном дуговом источнике с целью изучения основных зависимостей выхода многозарядных ионов от параметров разряда и их влияния на характеристики плазмы были проведены измерения температуры плазменных электронов^{/12/}. На макете лазерного источника были проведены исследования особенностей поведения лазерной плазмы в поперечном магнитном поле, получены и ускорены на циклотроне У-200 ионы C^{3+} , Mg^{6+} , Si^{7+} , Ca^{10+} , Ti^{12+} , Cr^{13+} ^{/13/} (рис.9).

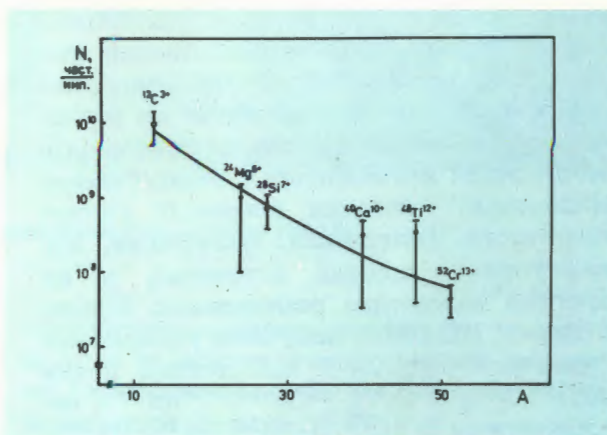
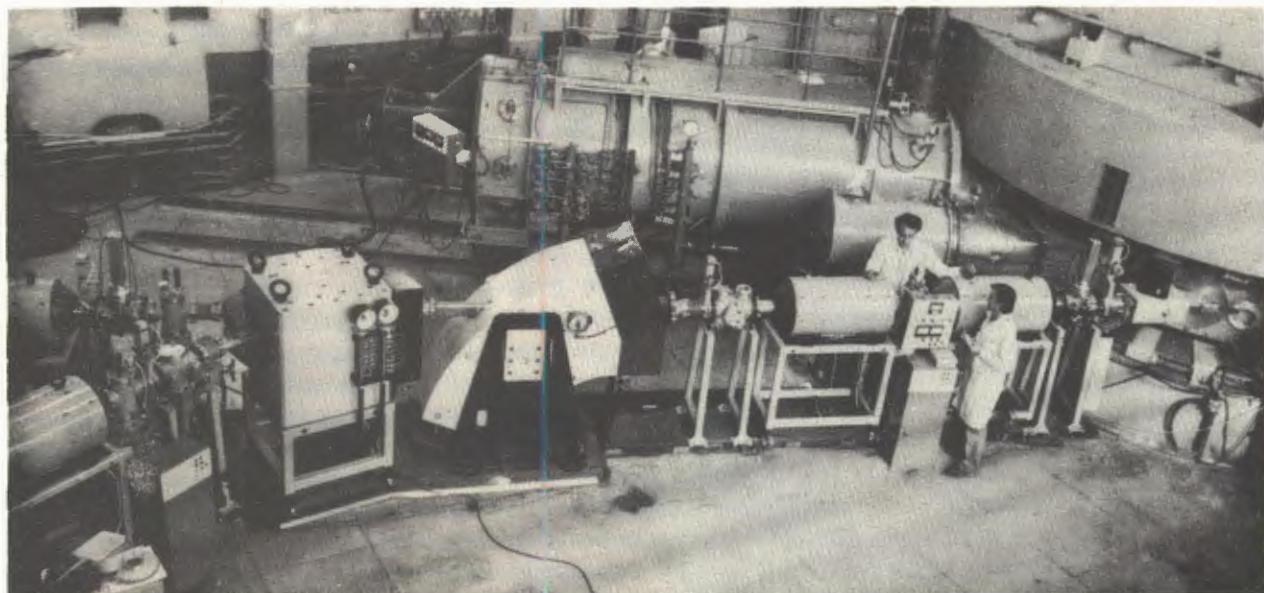


Рис.9. Зависимость количества ускоряемых ионов за один импульс лазера от атомного веса материала мишени.

3. По проекту циклотронного комплекса тяжелых ионов У-400 + У-400М продолжа-



Изохронный циклотрон тяжелых ионов У-400 введен в эксплуатационный режим, оснащен разветвленной системой каналов внешних пучков, автоматизированной системой контроля параметров ускорителя и источника многозарядных ионов.

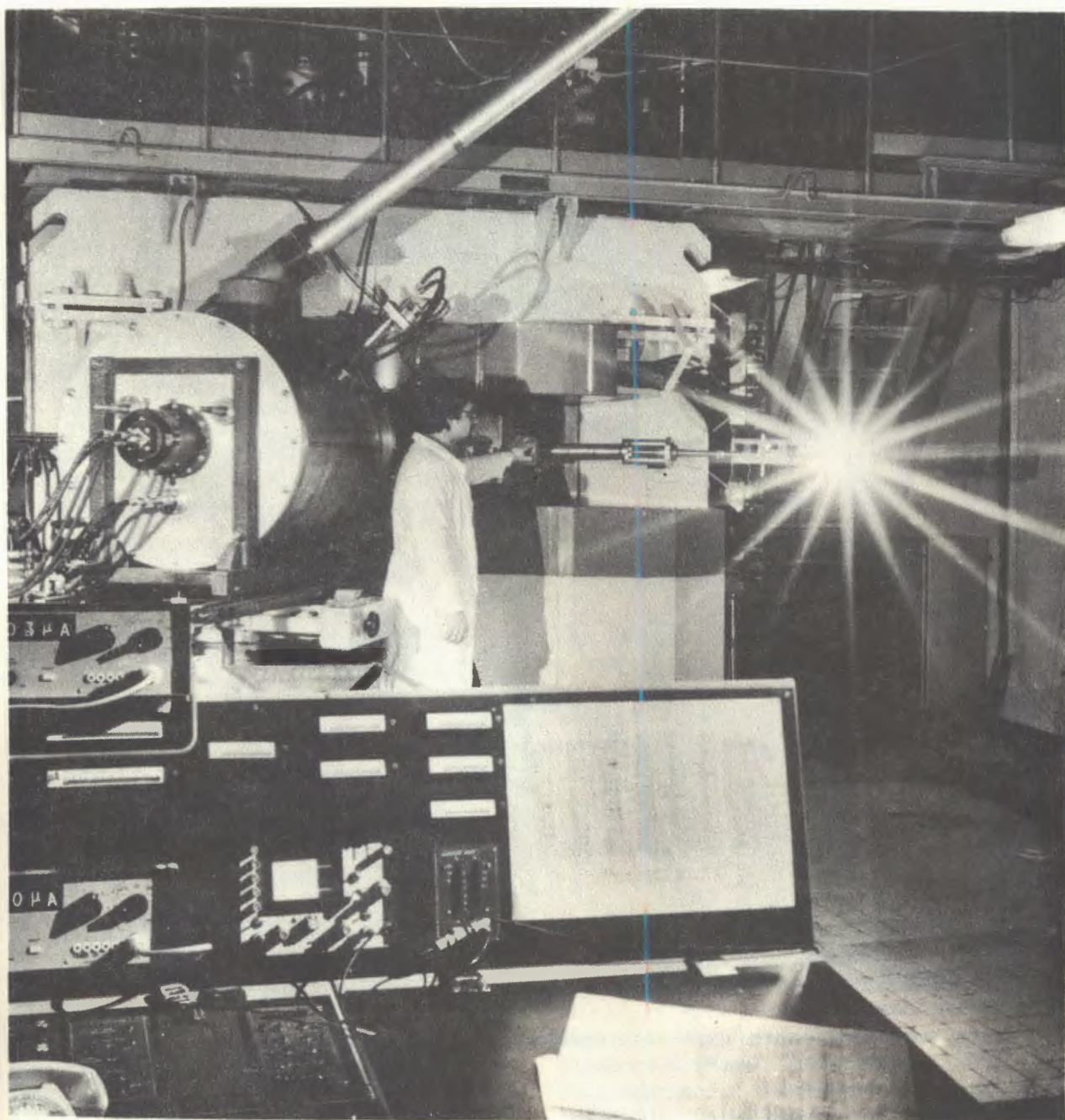
лись работы по рабочему проектированию узлов и моделированию магнитного поля и высокочастотной системы циклотрона У-400М. В опытном производстве ОИЯИ начато изготовление элементов усиления и новых полюсных наконечников электромагнита, а также вакуумной камеры.

4. Завершено изготовление узлов и систем циклического имплантатора ИЦ-100, предназначенного для проведения на пучках тяжелых ионов прикладных исследований, имеющих важное народнохозяйственное значение (крупномасштабное производство ядерных фильтров, исследования по радиационному материаловедению, высокоэнергетичной ионной имплантации). Осуществлена комплексная наладка основных систем имплантатора (магнитная, вакуумная, высокочастотная, ионный источник), и их проектные параметры реализованы. Проведен запуск ИЦ-100 и получены ускоренные до конечной энергии 1 МэВ/нуклон пучки ионов $^{12}\text{C}^{2+}$, $^{16}\text{O}^{3+}$, $^{22}\text{Ne}^{4+}$, $^{40}\text{Ar}^{7+}$ с интенсивностями $9 \cdot 10^{13}$, $5 \cdot 10^{13}$, 10^{13} , 10^{12}c^{-1} соответственно. Осуществлен вывод пучков ускоренных ионов двумя методами (электростатический дефлектор и метод обдирки на твердых мишенях) с эффективностью 40-50%. На канале выведенного пучка ведется наладка облучательной установки для производства ядерных фильтров^{/14,15/}.

НАУЧНО-ПРИКЛАДНЫЕ РАБОТЫ

1. Были продолжены исследования радиационной повреждаемости материалов. Показано, что при облучении тяжелыми ионами воспроизводятся эффекты, наблюдаемые при нейтронном облучении. В частности, было изучено радиационное упрочнение никеля и меди^{/16/} в зависимости от дозы облучения ионами неона. Интересным результатом этих экспериментов является то, что степень упрочнения в основном зависит от примесного состава испытуемого материала и не зависит от распределения радиационных дефектов по толщине образца. Полученные данные хорошо согласуются с результатами облучения нейтронами с энергией 14 МэВ. Влияние примесного состава на упрочнение материала изучалось на сплавах ванадия, облученных тяжелыми ионами. Показано, что различные добавки иттрия, ниобия, циркония приводят либо к упрочнению, либо к разупрочнению материала в процессе послерадиационного отжига. Данный результат представляет интерес с точки зрения возможностей использования ванадиевых сплавов для первой стенки термоядерного реактора.

2. Оработана технология получения радиоактивного препарата ^{123}I в реакции $^{124}\text{Xe}(\gamma, n)^{123}\text{Xe}$ с последующим распадом ядра ^{123}Xe в искомый продукт. Источником



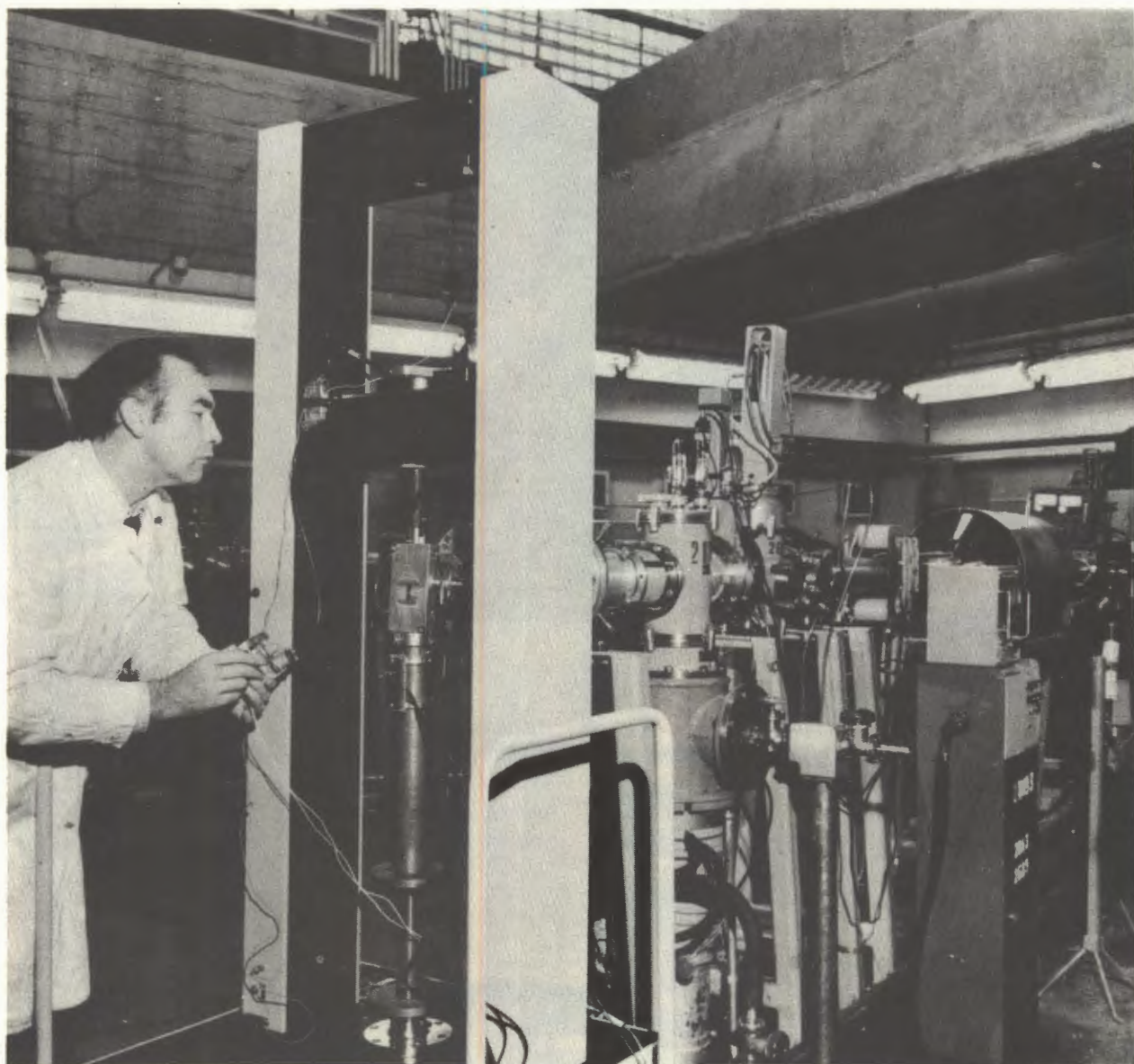
В кратчайший срок в лаборатории создан и запущен циклический имплантатор ИЦ-100.

γ -квантов служили электроны, ускоренные на микротроне МТ-22 до энергии 21,5 МэВ с интенсивностью пучка ~ 25 мкА. Достигается высокая радионуклидная чистота препарата ^{123}I при обогащении ксеноновой мишени по изотопу ^{124}Xe $\sim 10\%$. Производительность этого метода получения ^{123}I достигает 0,20 мКи/мкА \cdot ч^{17/} для 1 г изотопа ^{124}Xe .

3. Проводилась разработка и усовершенствование методик гамма- и нейтронно-ак-

тивационного анализа содержания элементов в угле и других геологических образцах из месторождений СССР, Болгарии, Кубы, Монголии и Польши.

4. Разработан новый метод концентрирования благородных металлов для целей анализа геологических образцов. Показано, что методом возгонки анализируемых элементов в токе воздуха при 1200°C и поглощения мешающих летучих элементов химическими фильтрами можно выделять Pt и Ir



На установке РИПС исследуются радиационные повреждения материалов под действием тяжелых ионов.

из образцов типа железистых латеритов (рис.10), сланцев, ультраосновных пород и титаномагнетиков. Термохроматографические опыты с Pt, Ir, Os, Re, а также с элементами, создающими фон при нейтронно-активационном определении (Sb, W, As, Gd, Se, Na), показали, что фильтр из Al_2O_3 ($1200^\circ C$) эффективно очищает Pt и Ir от Na, фильтр из Nb_2O_5 — от Cd, фильтр из TiO_2 от Sb и W. Химические фильтры из MgO и Al_2O_3 ($1000-1100^\circ C$) — наиболее эффективные коллекторы, поглощающие Pt, Ir и пропускающие Br и Se. С помощью новой методики проанализирован на содержание благородных металлов ряд образцов указанных типов (навески до 5 г) с чувствительностью определения Pt $\sim (10^{-7} \div 10^{-8})$ г/г ^{18/}.

5. Получили дальнейшее развитие работы по исследованию свойств ядерных мембран с малыми порами и их применению в системах газового анализа.

На основе метода газодинамического контроля ядерных ультрафильтрационных мембран проведено исследование вклада поверхностных потоков в суммарный расход газа. Эксперименты проведены с He, N_2 , Kr, Xe ^{19/}. Для каждого газа определены характеристические параметры поверхностной диффузии и построены аппроксимационные зависимости, на основе которых определены границы применимости метода. Найдены величины потенциального барьера взаимодействия полиэтилентерефталата (матрицы мембраны) с молекулами ука-



Широкое развитие получили работы по изготовлению и исследованию ядерных мембран с малыми порами.

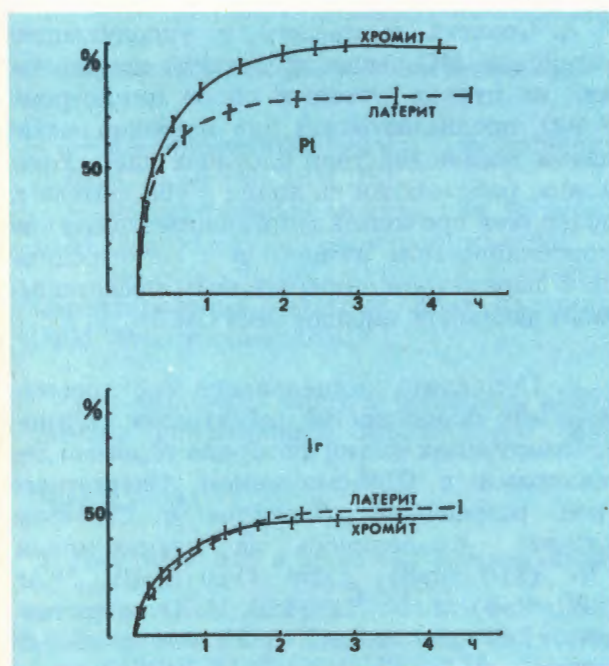


Рис.10. Зависимость выделения Pt и Ir из хромита и латерита от времени при нагревании до 1150°C .

занных газов. Данные исследования позволяют определить пути повышения газоселективности ядерных мембран.

Обнаружен эффект капиллярной контракции "ядерных" пор ультрамалых размеров. Изучение данного эффекта имеет большое прикладное значение в связи с проблемой создания ядерных мембран с порами диаметром менее 10 нм. Определена грани-

ца действия сил капиллярной контракции в полиэтилентерефталате. Предложено использовать метод одиночного ядерного трека для дальнейшего изучения влияния капиллярных сил на устойчивость пористых структур^{/20/}.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ АППАРАТУРА

1. На масс-спектрометре ЛИДИА проведен монтаж и запуск магнитооптической системы, состоящей из трех дипольных магнитов СП-184, двух квадрупольных линз МЛ-14 и трех квадрупольных линз МЛ-5. Для всех элементов проведены измерения магнитных полей. Установлено, что уровни неоднородности магнитного поля электромагнитов СП-184 составляют 10^{-4} по ширине дорожки, а вклады высших мультипольных гармоник в магнитное поле квадрупольных линз МЛ-5 и МЛ-14 не превышают, соответственно, величин $5 \cdot 10^{-3}$ и $2 \cdot 10^{-3}$ по отношению к главной квадрупольной компоненте. Смонтирована и запущена система стабилизированного силового питания магнитных элементов с уровнем стабилизации по току 10^{-4} .

Разработана электронная система счета отдельных ионов в фокальной плоскости масс-спектрометра на базе микроканальных пластин с многоэлементным диодом. Достигнуто пространственное разрешение ~ 1 мм, скорость счета ~ 250 МГц. Система выполнена на основе блоков КС-021 и КК-001.

2. Создан и введен в эксплуатацию двух-плечевой времяпролетный спектрометр установки ДЭМАС, состоящий из двух подвижных позиционно-чувствительных плеч, каждое из которых включает в себя детекторы на основе микроканальных пластин и лавинные счетчики для получения временных отметок, ионизационную камеру и специальные детекторы для определения места попадания частиц в детектирующее устройство. Установка позволяет проводить точную идентификацию коррелированных продуктов реакций по массе ($\Delta M = \pm 1,5$ а.е.м.), заряду и пространственному распределению. В качестве иллюстрации на рис.11 представлен выход продуктов в реакции $^{232}\text{Th} + ^{40}\text{Ar}$ (220 МэВ) в зависимости от массы и полной кинетической энергии ^[21].

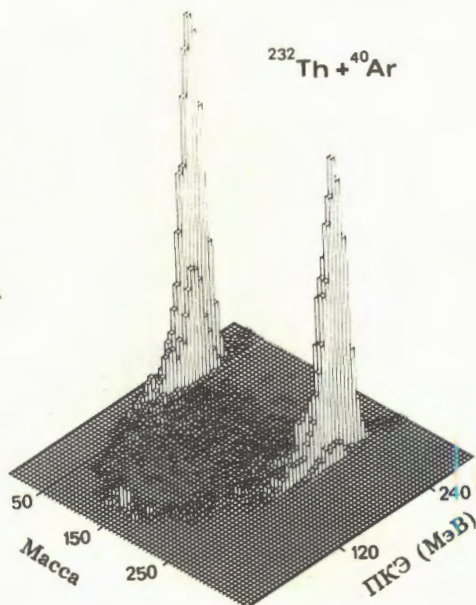


Рис.11. Выход продуктов в реакции $^{232}\text{Th} + ^{40}\text{Ar}$ (220 МэВ) в зависимости от массы и полной кинетической энергии (ПКЭ).

3. Создана и введена в эксплуатацию установка для измерения масс ядер, образующихся в двухчастичных реакциях с тяжелыми ионами. Масса ядра извлекается из энергетического спектра одного из партнеров известной массы. Установка включает в себя магнитный анализатор МСП-144, камеру рассеяния, коллимационную систему, позиционно-чувствительную ионизационную камеру, измерительный модуль на базе СМ-3. На рис.12 представлен спектр ядер ^{12}C , образующихся в реакции $^9\text{Be} (^{11}\text{B}, ^{12}\text{C}) ^8\text{Li}$.

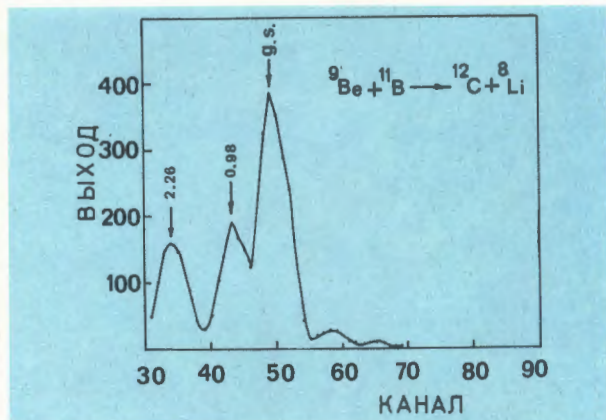


Рис.12. Энергетический спектр ядер ^{12}C , образующихся в реакции $^9\text{Be} (^{11}\text{B}, ^{12}\text{C}) ^8\text{Li}$. Стрелками обозначены позиции, соответствующие образованию ядер ^8Li в основном и двух возбужденных состояниях.

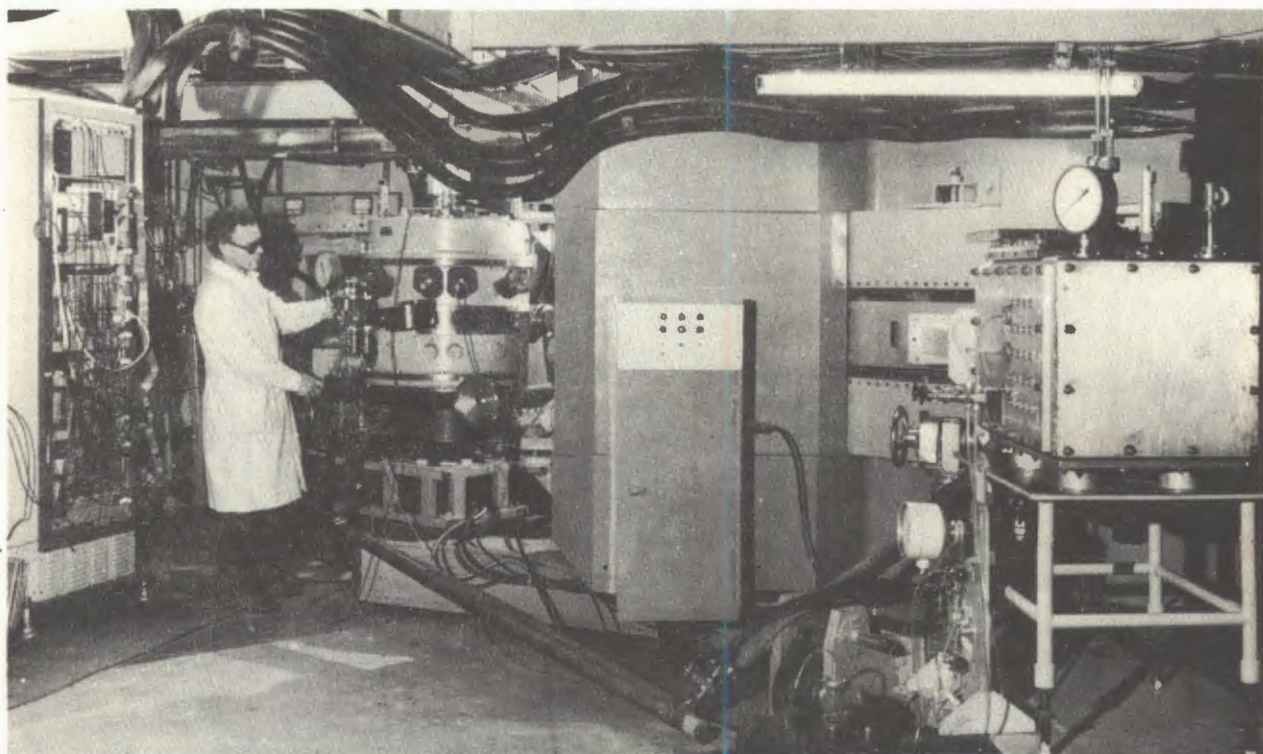
Точность определения энергии составляет величину $\sim 0,33\%$, соответственно точность определения реакции и массы ^8Li составила величину ~ 280 кэВ ^[22].

4. Создана и введена в эксплуатацию установка МС-А для проведения исследований на пучках тяжелых ионов циклотрона У-400, предназначенная для изучения механизма взаимодействия сложных ядер. Установка, работающая на линии с ускорителем, позволяет проводить многопараметрические корреляционные измерения с регистрацией до 6 параметров с оперативным представлением данных на дисплее ЭВМ СМ-3.

5. Проведено исследование спектрометрических особенностей регистрации сильно-ионизирующих частиц фоторезисторными детекторами с СВЧ-смещением. Энергетическое разрешение детектора с СВЧ-смещением проводилось на пучках ионов ^{14}N (110 МэВ), ^{20}Ne (110 МэВ), ^{40}Ar (220 МэВ) и ^{132}Xe (120 МэВ) и составляет $\sim 2,8\%$ для ионов Хе и 2% для остальных частиц.

6. Создан малогабаритный кристалл-дифракционный спектрометр (КДС) рентгеновского излучения, ориентированный на анализ малых концентраций Pt (или Au) в естественных образцах с чувствительностью $\sim 10^{-6}$ г/г. Рабочее разрешение КДС ~ 30 эВ на линии K_{α} Fe (6,4 кэВ) и ~ 80 эВ на линии L_{α} Pt (9,4 кэВ).

7. Разработан комплекс аппаратуры для трех автоматизированных измерительных модулей на базе микро-ЭВМ и созданы:



Установка МС-А предназначена для исследования механизма ядерных реакций.

- измерительный модуль для установки ДЭМАС на микро-ЭВМ ДВК-1,
- измерительный модуль для установки КСИ на микро-ЭВМ "Электроника-60М",
- модуль системы автоматизированного проектирования печатных плат на микро-ЭВМ "Электроника-60М".

Все созданные модули оснащены необходимым программным обеспечением. Завер-

шены работы по созданию измерительно-вычислительного центра У-400.

Завершены работы по созданию автоматизированной системы контроля параметров У-400 (АСКП У-400) и нового пульта управления. К системе подключены все элементы разводки пучков на 13 каналах. Создано соответствующее программное обеспечение для мультимикропроцессорной системы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Перельгин В.П. и др. В сб.: Краткие сообщения ОИЯИ, №7-85, Дубна, 1985, с.5.
2. Perelygin V.P. et al. JINR, E7-85-245, Dubna, 1985.
3. Третьякова С.П. и др. В сб.: Краткие сообщения ОИЯИ, №7-85, Дубна, 1985, с.23.
4. Оганесян Ю.Ц. и др. В сб.: Краткие сообщения ОИЯИ, №12-85, Дубна, 1985, с.30.
5. Гангрский Ю.П. и др. ОИЯИ, P15-85-600, Дубна, 1985.
6. Belozorov A.V. et al. JINR, E7-85-966, Dubna, 1985.
7. Совински М. и др. ОИЯИ, P7-85-377, Дубна, 1985.
8. Козулин Э.М. и др. ОИЯИ, P7-85-31, Дубна, 1985.
9. Каманин В.В. и др. В сб.: Краткие сообщения ОИЯИ, №8-85, Дубна, 1985, с.18.
10. Карамян С.А. и др. ОИЯИ, P7-85-267, Дубна, 1985.
11. Бугров В.Н. и др. ОИЯИ, P7-85-902, Дубна, 1985.
12. Bogomolov S.L. et al. In: Proc. XVII Int. Conf. on Phenomena in Ionized Gases. Budapest, 1985, vol.2, p.1057.
13. Быковский Ю.А. и др. В сб.: Труды Девятого Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц. ОИЯИ, Дубна, 1985, т.1, с.79.
14. Андриянов А.М. и др. ОИЯИ, 9-85-532, Дубна, 1985.
15. Андриянов А.М. и др. ОИЯИ, 9-85-598, Дубна, 1985.
16. Хаванчак К. и др. ОИЯИ, P14-85-604, Дубна, 1985.
17. Флеров Г.Н. и др. ОИЯИ, 18-85-750, Дубна, 1985.
18. Жуйков Б.Л. и др. ОИЯИ, 12-85-493, Дубна, 1985.
19. Овчинников В.В. и др. ОИЯИ, 18-85-801, Дубна, 1985.
20. Апель П.Ю. и др. ОИЯИ, 18-85-376, Дубна, 1985.
21. Вилл Э. и др. ОИЯИ, 13-85-754, Дубна, 1985.
22. Белозеров А.В. и др. ОИЯИ, 13-85-535, Дубна, 1985.

ЛАБОРАТОРИЯ НЕЙТРОННОЙ ФИЗИКИ

Основная деятельность Лаборатории нейтронной физики в 1985 году была направлена на обеспечение регулярной эксплуатации импульсного реактора ИБР-2, сооружение ускорителя-инжектора ЛИУ-30 и на проведение научных исследований на реакторах ИБР-2 и ИБР-30. В течение всего запланированного периода эксплуатации реактор ИБР-2 обеспечивал проведение экспериментов. Выполнен большой объем исследований структуры мембран, структуры полиэлектролитов, внутрикристаллических полей в интерметаллидах, фазовых переходов в молекулярных комплексных соединениях, текстур геологических образцов и ряд других, в том числе прикладных, исследований. Результаты представлены и обсуждены на Рабочем совещании по исследованию конденсированных сред на ИБР-2 (Дубна, октябрь 1985 г.). Выполнены первые эксперименты с ультрахолодными нейтронами на канале УХН. Ряд новых результатов получен в изучении свойств атомных ядер с поляризованными нейтронами и в (n, γ) -, (n, α) - и (n, p) -реакциях.

В ходе прикладных работ проведены анализы на ускорителе ЭГ-5 более 1500, на реакторе ИБР-2 — 2000 образцов для выполнения ряда геологических, экологических и биологических исследований, проводимых в сотрудничестве с институтами СССР и других стран-участниц ОИЯИ. Эффективно эксплуатировался и развивался измерительный центр ЛНФ. На ускорителе ЛИУ-30 осуществлена проводка пучка электронов через первый ускорительный участок. Интенсивность пучка на выходе инжекторной секции доведена до проектного значения 200 А.

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЕ РАБОТЫ

УГЛОВЫЕ КОРРЕЛЯЦИИ В p -ВОЛНОВЫХ РЕЗОНАНСАХ

Завершено экспериментальное изучение энергетических зависимостей поляризационных и угловых корреляций в реакции $^{117}\text{Sn}(n, \gamma)$ в окрестности p -волнового резонанса 1,33 эВ. Работа выполнена с целью определения тех резонансных параметров (j -парциальной нейтронной ширины, парциальной радиационной ширины), которые определяют величину обнаруженных ранее эффектов нарушения пространственной четности.

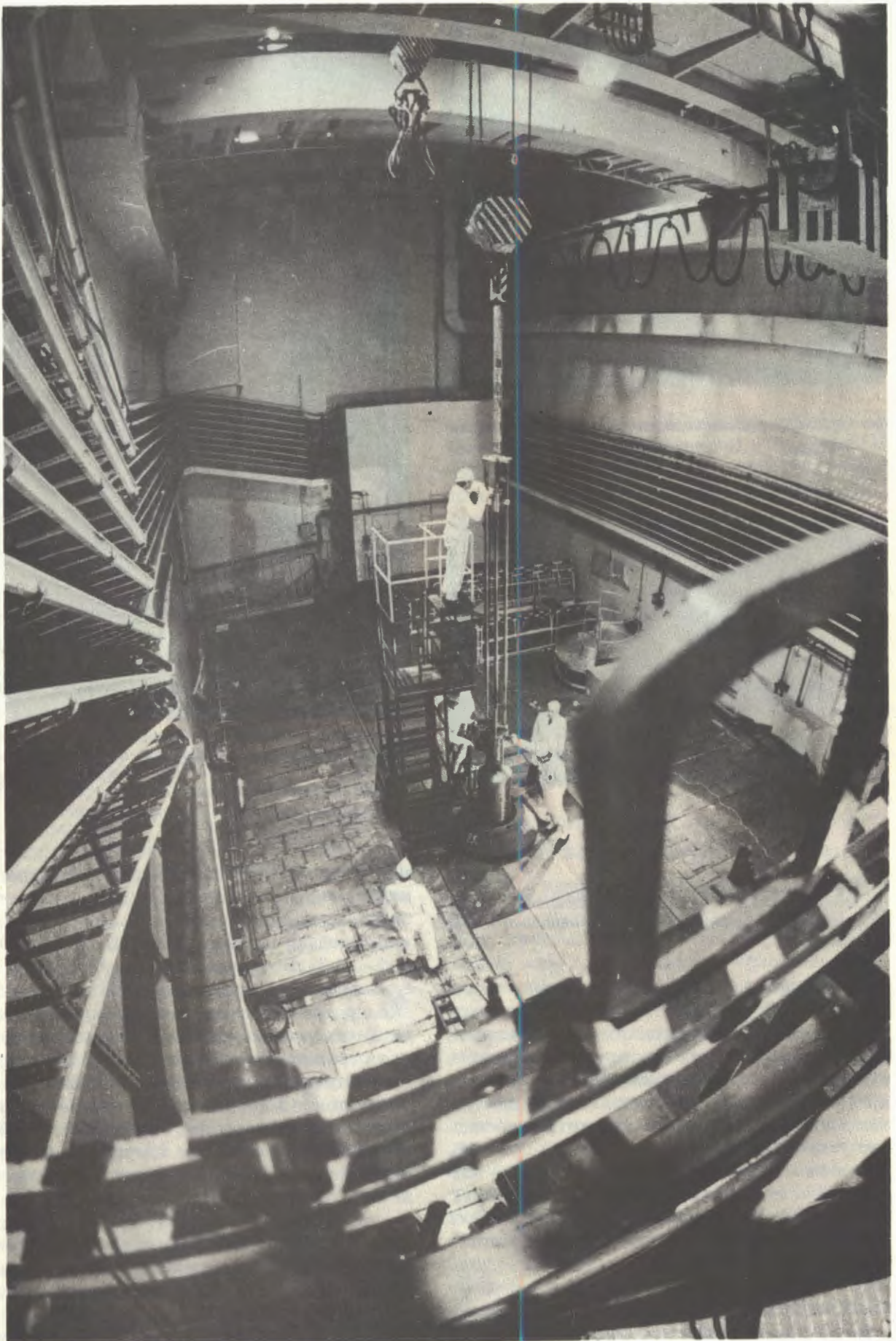
Для гамма-лучей прямого перехода ($E_{\gamma 0} = 9,3$ МэВ) при захвате неполяризованных нейтронов с энергией E вблизи резонанса 1,33 эВ (рис.1) измерена асимметрия их выхода относительно вертикальной плоскости, перпендикулярной импульсу падающих нейтронов. Обнаруженный эффект асимметрии вперед-назад, как показано на рис.2, достигает значительной величины: около 30% в максимумах^{1/}.

Теоретический анализ^{2/} этого и предыдущего поляризационного экспериментов показал, что эффекты объясняются интерференцией $M1$ и $E1$ γ -переходов в реакции, возбужденной одновременно s - и p -волновыми нейтронами.

(n, α) -, (n, p) - И (n, γ) -РЕАКЦИИ

1. На радиоактивных ядрах-мишенях продолжено изучение нейтронных резонанс-

Реакторный зал ИБР-2.



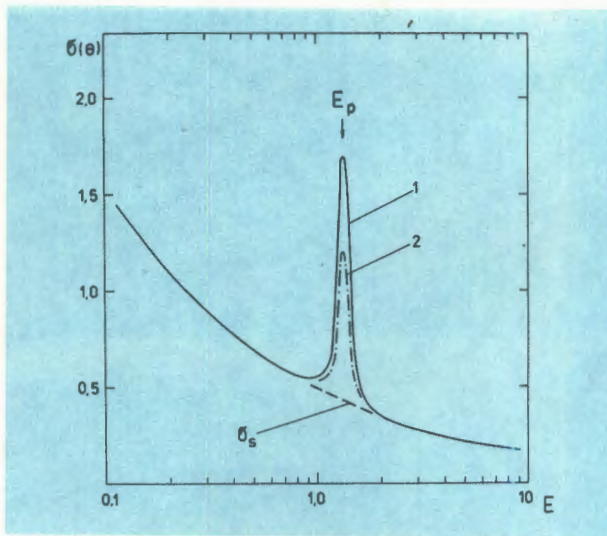


Рис.1. Дифференциальное сечение $\sigma(\theta)$ реакции $^{117}\text{Sn}(n, \gamma_0)$ (отн.единицы) в зависимости от энергии нейтронов (эВ): 1 — $\sigma(\theta = 90^\circ)$, 2 — $[\sigma(45^\circ) + \sigma(135^\circ)]/2$.

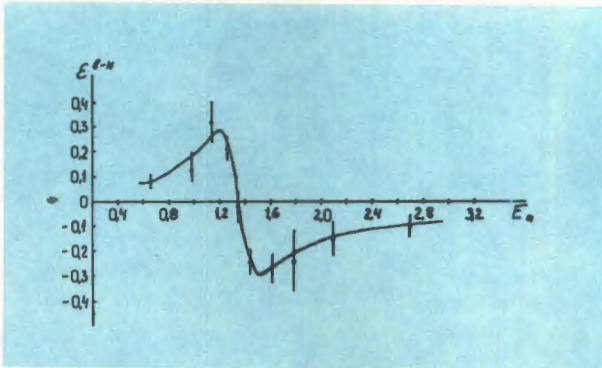


Рис.2. Асимметрия

$$\epsilon = [N(45^\circ) - N(135^\circ)] / [N(45^\circ) + N(135^\circ)]$$

в реакции $^{117}\text{Sn}(n, \gamma_0)$ в зависимости от энергии нейтронов: точки — эксперимент, кривая — расчет с резонансными параметрами, подогнанными к эксперименту.

ных сечений с выходом заряженных частиц. Реакции $^{40}\text{K}(n, p)$ и $^{40}\text{K}(n, \alpha)$ измерены с помощью двухсекционной ионизационной камеры с сеткой, в которую помещались мишени с содержанием ^{40}K , равным $2,57 \cdot 10^{17}$ ат/см². Получены как амплитудные, так и времяпролетные спектры, последние — в интервале энергий 0,01 эВ — 6 кэВ. Для резонансов 1,13; 2,29; 3,06 и 5,18 кэВ (рис.3) определены параметры $g\Gamma_n \Gamma_p / \Gamma$ и $g\Gamma_n \Gamma_\alpha / \Gamma$. Установлено, что сечения обеих реакций следуют закону $1/v$ при низких энергиях вплоть до 1 эВ^{3/4}.

С помощью аналогичной методики и мишени с числом атомов $1,1 \cdot 10^{17}$ см⁻² измерено нейтронное сечение реакции $^{36}\text{Cl}(n, p)$

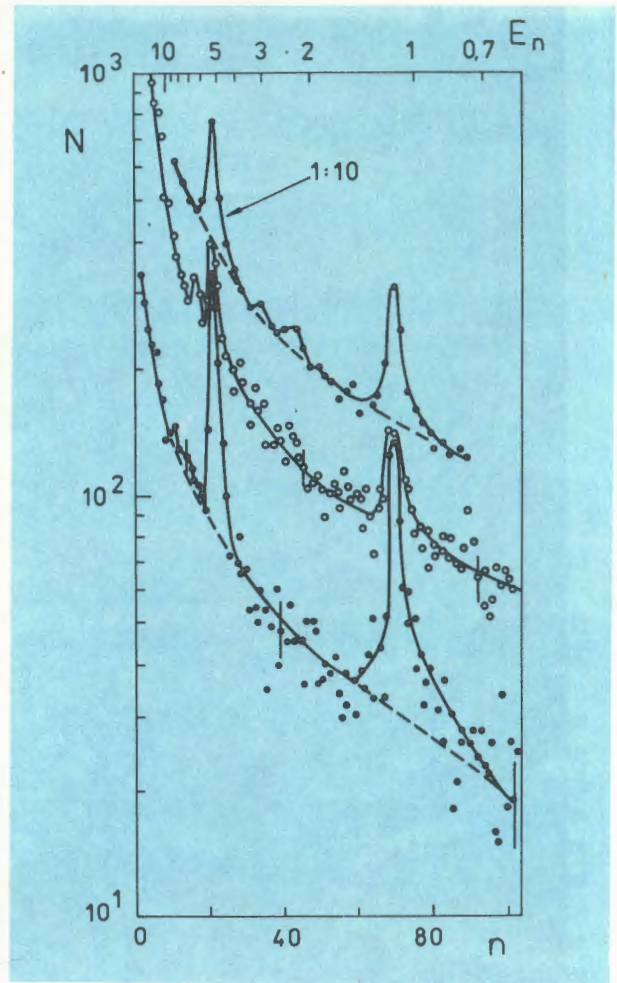


Рис.3. Времяпролетные спектры α -частиц в реакции $^{40}\text{K}(n, \alpha)$: E_n — энергия нейтронов в эВ, n — номер канала анализатора; три спектра соответствуют трем разным значениям энергии α -частиц.

при энергии до 10 кэВ. Впервые обнаружены нейтронные резонансы на этом ядре при энергиях 1,3; 3,5 и 8,2 кэВ (рис.4) с параметрами $g\Gamma_n \Gamma_p / \Gamma = 0,07 \pm 0,01$; $0,08 \pm 0,03$ и $1,7 \pm 0,3$ эВ соответственно. Сравнение результатов с данными для обратной реакции $^{36}\text{S}(p, n)^{36}\text{Cl}$ показало хорошее согласие в энергетической шкале обеих реакций и позволило получить оценки протонных и нейтронных ширин^{4/5}. Показано, что реакции $^{36}\text{Cl}(n, p)$ и $^{22}\text{Na}(n, p)$ должны играть основную роль в процессах преобразования радиоактивных ядер хлора-36 и натрия-22 во время взрыва сверхновых звезд^{5/6}.

2. Выполнен многоуровневый анализ теплового сечения ранее исследованной реакции $^{145}\text{Nd}(n, \alpha)$. Показано, что интерференция трех резонансов с $E_0 = -28,19$; 4,35 и 42,51 эВ может объяснить наблюдаемое

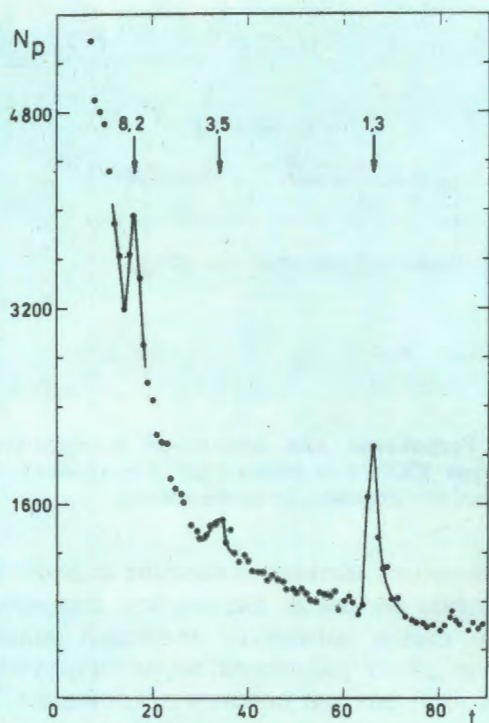


Рис.4. Времяпролетный спектр выхода протонов в реакции $^{36}\text{Cl}(n,p)^{36}\text{S}$; t — номер канала, цифры над стрелками — энергия нейтронов в кэВ.

расхождение на два порядка величины между верхней экспериментальной оценкой сечений и обычной брейт-вигнеровской экстраполяцией известных резонансов в тепловую точку ^{6/}.

3. Продолжено изучение двухквантовых каскадов, идущих через промежуточные уровни ядер редкоземельной области, возбуждаемые при захвате нейтронов. Работа ведется с целью получения данных в почти неизученной области энергий возбуждения 2-5 МэВ. Эксперименты с мишенями ^{174}Yb и ^{167}Er выполнены с помощью спектрометра сумм амплитуд совпадающих импульсов с двумя Ge(Li)-детекторами. Пример первичных суммарных спектров для мишени эрбия показан на рис.5, где хорошо выраженные пики обусловлены одновременной регистрацией одного кванта каскада в первом, а другого — во втором детекторе. Обработка спектров с отдельных детекторов позволила, в случае реакции $^{167}\text{Er}(n,\gamma)$, построить схему уровней ^{168}Er в интервале энергий возбуждения 1276-5797 кэВ ^{7/}. Для реакции $^{174}\text{Yb}(n,\gamma)$ установлена корреляция интенсивностей двухквантовых каскадов со спектроскопическими факторами реакции $^{178}\text{Yb}(d,t)^{175}\text{Yb}$ ^{8/}.

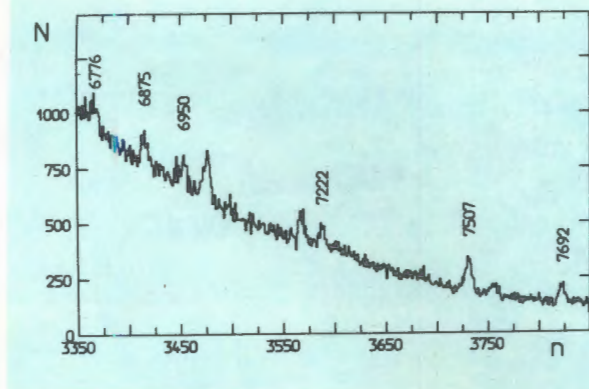


Рис.5. Спектр сумм амплитуд совпадающих импульсов в реакции $^{167}\text{Er}(n,\gamma)$; n — номер канала анализатора, цифры — энергия гамма-линий в кэВ.

4. Выполнен теоретический анализ эффектов нарушения четности в экспериментальных интегральных гамма-спектрах реакции (n,γ) . Полученные значения матричных элементов слабого взаимодействия свидетельствуют в пользу компаунд-ядерного механизма смешивания четности ^{9/}.

Теоретическая модель, разработанная ранее в ЛНФ для описания альфа-распада, с успехом использована для расчета спонтанного распада ядер с испусканием тяжелых частиц, таких, как ^{14}C , ^{24}Ne ^{10/}. Расчет удовлетворительно воспроизвел экспериментальные значения спектроскопических факторов и их зависимость от структуры ядер и вылетающего тяжелого кластера.

УЛЬТРАХОЛОДНЫЕ НЕЙТРОНЫ

1. На реакторе ИБР-2 проводились эксперименты на канале ультрахолодных нейтронов с интенсивностью пучка 100 нейтр./с. Схема канала с указанием основных узлов представлена на рис.6. Канал длиной 9,6 м размещен на пучке № 3. Его изогнутая часть позволяет выводить как УХН, так и медленные нейтроны со скоростями до 100 м/с. Для получения чистого пучка УХН к каналу подсоединяются угловые повороты. Определены пропускание канала, форма спектра выходящих нейтронов и другие характеристики ^{11/}. На канале УХН проведено изучение отражения ультрахолодных нейтронов от сильно поглощающих сред. Работа выполнялась с целью проверки теоретически предсказанной возможности увеличения отражения с ростом сечения поглощения (для большинства поглощающих сред характерно обратное поведение). С помощью устройств

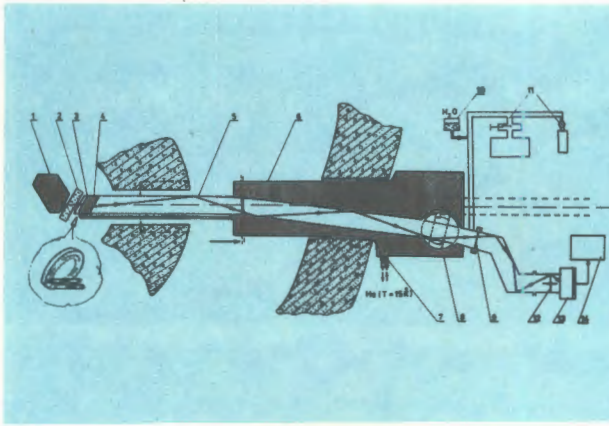


Рис.6. Канал ультрахолодных нейтронов на реакторе ИБР-2. Основные узлы: 1 — активная зона реактора, 2 — замедлитель, 3 — конвертер УХН, 4 — дополнительный замедлитель, 5 — изогнутый нейтронвод. Остальные обозначения см. в ^{/12/}.

ва, показанного на рис.7, измерялся интегральный коэффициент отражения исследуемого образца R в зависимости от среднего значения вертикальной компоненты скорости УХН \bar{v}_z , которая благодаря гравитационному полю менялась с помощью вращения тройника. Результаты для образцов

Канал ультрахолодных нейтронов на пучке ИБР-2.

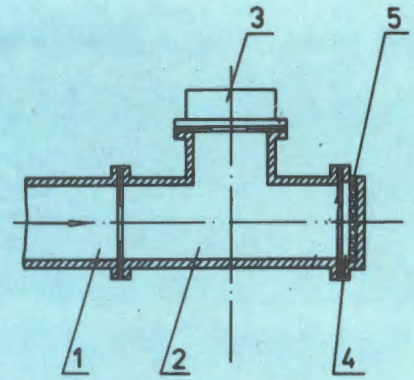
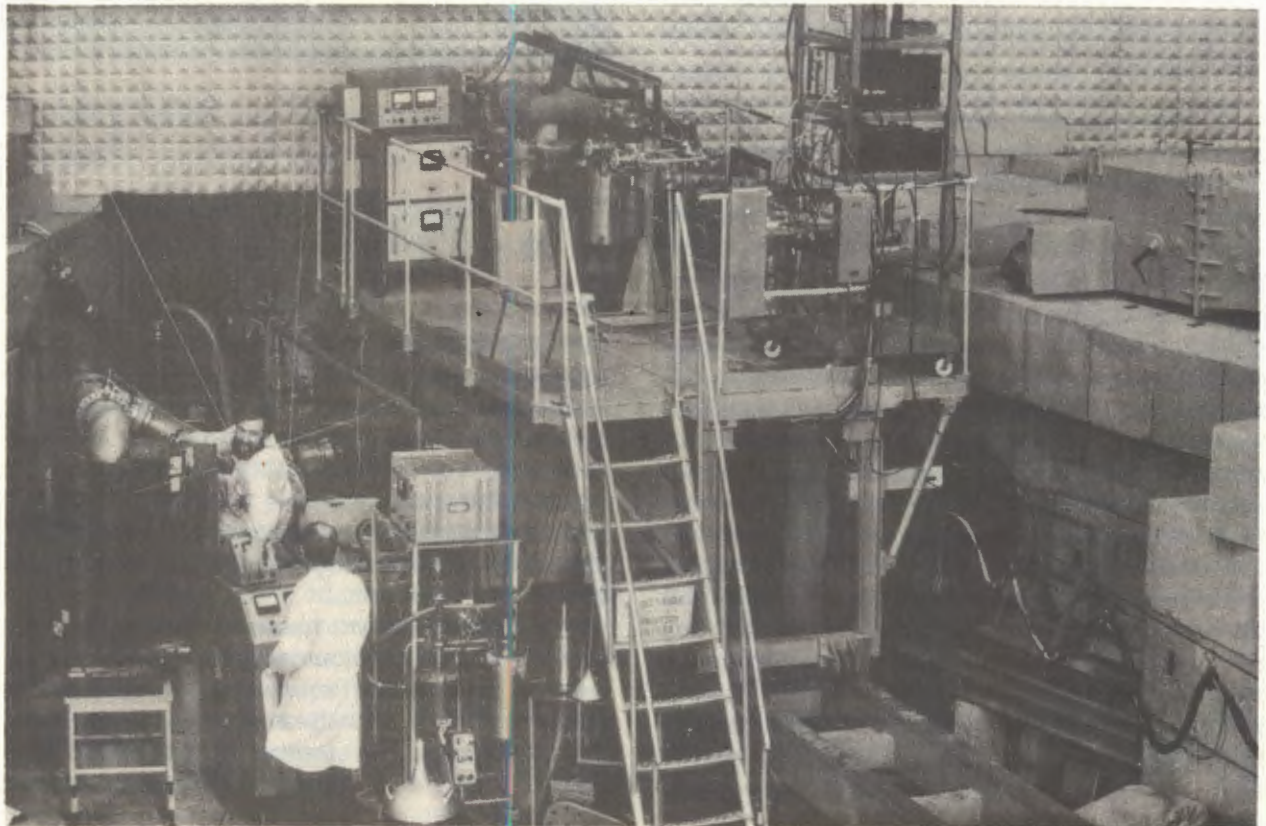


Рис.7. Устройство для измерения коэффициента отражения УХН: 1 — канал УХН, 2 — тройник, 3 — детектор, 4 — образец, 5 — поглотитель.

естественного кадмия и изотопа кадмия-113 приведены на рис.8. Видно, что для естественной смеси изотопов, имеющей положительную длину рассеяния, характерно уменьшение R с ростом сечения поглощения V_1 . При отрицательной длине рассеяния, которую имеет ¹¹³Cd, коэффициент отражения растет с увеличением поглощения (сплошные кривые на рис.8б) ^{/12/}.

Интегральные коэффициенты отражения УХН измерены данным методом для Al, Mg, Pb, Mo, Ti, V ^{/13/}.



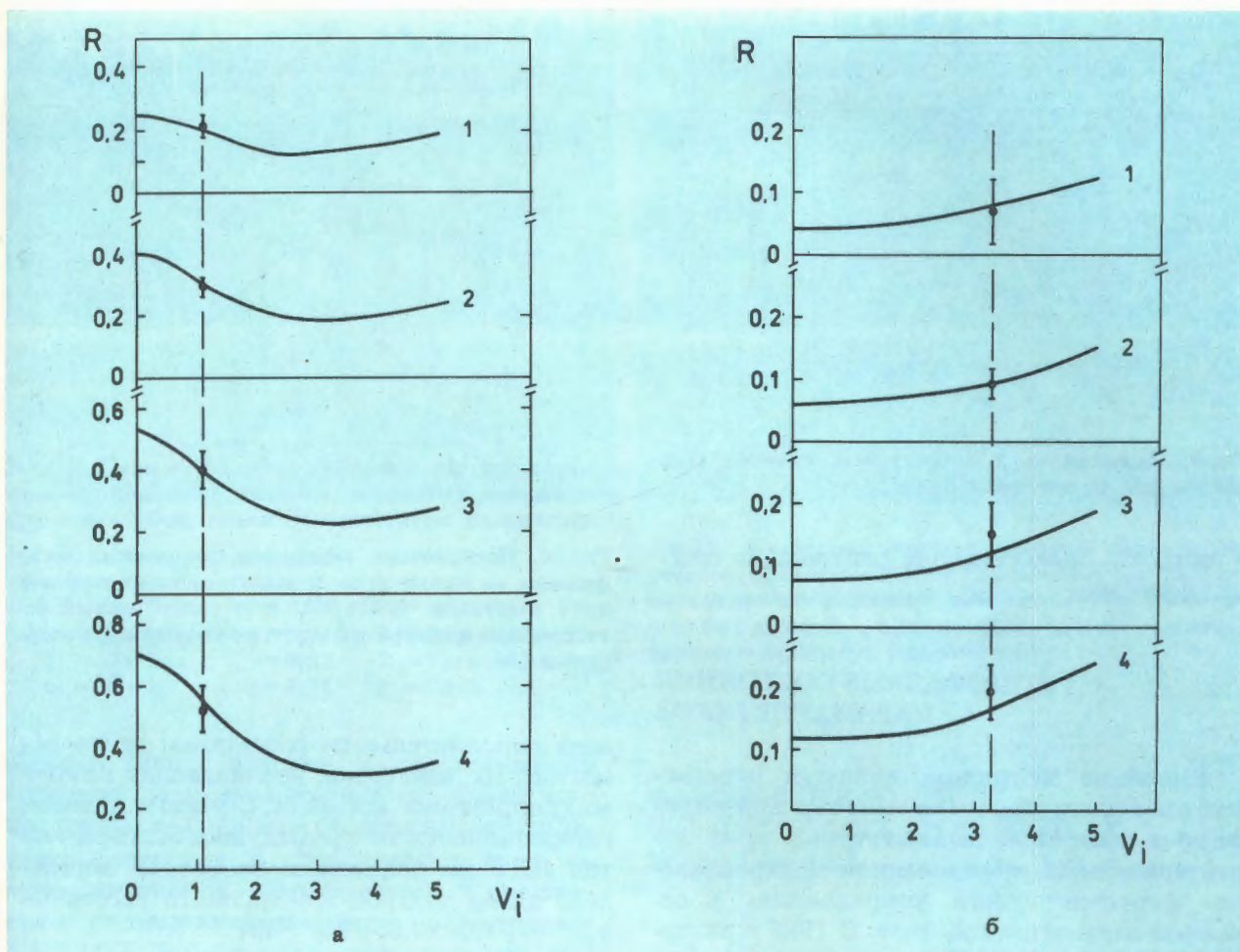


Рис.8. Зависимость интегрального коэффициента отражения УХН от величины сечения поглощения (в относительных единицах): а) естественный Cd, б) кадмий-113, 1 — $\bar{v}_z = 4,06 \text{ мс}^{-1}$, 2 — $\bar{v}_z = 3,65 \text{ мс}^{-1}$, 3 — $\bar{v}_z = 3,40 \text{ мс}^{-1}$, 4 — $\bar{v}_z = 2,9 \text{ мс}^{-1}$.

2. Проведено теоретическое рассмотрение вопроса транспортировки сгустков УХН между накопительными сосудами с помощью зеркальных нейтронпроводов^{/14/}.

НЕЙТРОННАЯ СПЕКТРОСКОПИЯ

1. Нейтронные резонансы, их форма и положение зависят от внешних условий, в частности от температуры. Доплеровское уширение резонансов с ростом температуры — давно известный факт. Однако температурные смещения резонансов в нейтронной спектроскопии остались практически неисследованными ввиду их малости. Предсказываемые значения сдвигов определяются формулой $\Delta E_{\text{Т}} = -(1/3A) \Delta \bar{K}$, (A — массовое число ядра, $\Delta \bar{K}$ — разность средних кинети-

ческих энергий атомов, соответствующая разности температур ΔT) и составляют величину $\sim 0,1$ мэВ при типичном значении ширины резонанса 100 мэВ. На реакторе ИБР-30 в 1985 г. получены первые результаты измерений температурного сдвига нейтронных резонансов ядер Dy, Rh и Ag. Эксперимент состоял в измерении пропускания образцов при температурах в диапазоне 294÷667 К по методу времени пролета с последующим анализом положения центра тяжести резонанса или его формы. Результаты, показанные на рис.9, являются первым успешным наблюдением температурных сдвигов нейтронных резонансов^{/15/}.

2. Завершен анализ систематических измерений дифференциальных сечений рассеяния нейтронов с энергиями 1-400 кэВ на образцах Ti, Fe, Ni, Zn, Ge, Se, Zr, Mo, Rh, Ru, Pd, Te, Ta, W, Re. Численные данные о сечениях и параметрах их разрешения по полиномам Лежандра опубликованы в^{/16/}. Результаты имеют как прикладное, так и фундаментальное значение: вместе с другими полученными данными они подтверждают наличие спин-орбитального расщепления

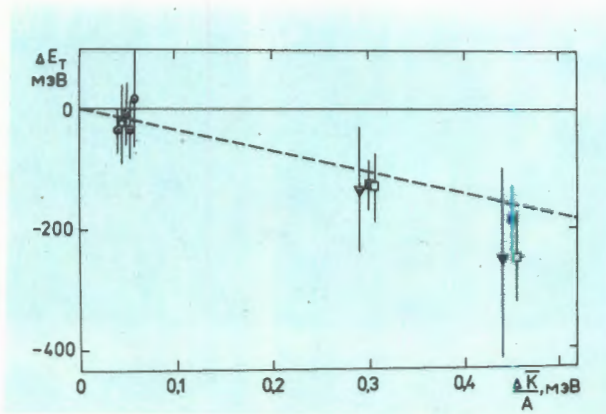


Рис.9. Зависимость температурных сдвигов резонансов ΔE_T от величины $\Delta K/A$.

в области 3 π -максимума нейтронной силовой функции.

ГЕТЕРОФАЗНЫЕ СОСТОЯНИЯ ПАРАМАГНЕТИКОВ

Рассеяние нейтронов является чувствительным инструментом исследования гетерофазных состояний парамагнитных сред, характеризующихся образованием макрообластей ферромагнитного упорядочения в основной парамагнитной фазе. В 1985 г. завершены совместные эксперименты ОИЯИ, ЛИЯФ (Гатчина) и ИЯФ (ЧССР), прямо доказавшие существование гетерофазного состояния в вольфраме-186, указание на которое возникло в первых экспериментах ЛНФ по изучению п-взаимодействия с помощью дифракции нейтронов на монокристалле ^{186}W , обнаруживших дополнительное рассеяние магнитной природы. В эксперименте ИЯФ измерялось поляризационное отношение для нейтронного пучка после отражения от плоскости (110) монокристалла ^{186}W . Была обнаружена деполяризация, равная по величине $(2,9 \pm 0,5)\%$. В эксперименте ЛИЯФ выполнялся поляризационный анализ нейтронов, рассеянных монокристаллами ^{186}W и естественного вольфрама на малые углы. Результаты показаны на рис.10, где сплошная кривая — нормальное (обычное) распределение поляризации рассеянных нейтронов. Экспериментальные точки (квадраты) для особо чистого естественного вольфрама хорошо ложатся на эту кривую. Для исследованного монокристалла ^{186}W , содержащего $(0,6 \pm 0,2)\%$ примеси кобальта (треугольники и круглые точки), обнаружена деполяризация нейтронов. Она была объяс-

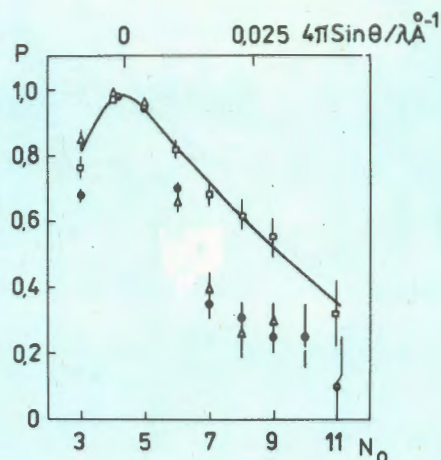


Рис.10. Поляризация нейтронов, рассеянных вольфрамом на малые углы в зависимости от переданного импульса $4\pi \sin \theta / \lambda$: \square — особо чистый естественный вольфрам; Δ , \circ — монокристаллы вольфрама-186.

нена дополнительным рассеянием на ферромагнитных кластерах, возникающих вокруг микропримесей кобальта. С учетом явления гетерофазности из предыдущих экспериментов ЛНФ по дифракции нейтронов определена длина нейтрон-электронного рассеяния $a_{ne} = (-1,60 \pm 0,05) \cdot 10^{-18} \text{ см}^2$.

МАЛОУГЛОВОЕ РАССЕЯНИЕ НЕЙТРОНОВ

На реакторе ИБР-2 продолжено исследование растворов полиэлектролитов, проводимое посредством измерений рассеяния нейтронов на спектрометре малоуглового рассеяния совместно с Институтом макромолекулярной химии (ЧССР). Полиэлектролит — это длинная гибкая цепочка атомных групп, способная в определенных условиях отдать в раствор ионы и приобрести свойства заряженной нити — полииона. Форму полиионов в растворе удобно представлять в виде гауссова клубка, количественные характеристики которого для разных условий растворения оставались невыясненными вплоть до последнего времени.

В 1985 г. изучались бессолевы растворы одного из полиэлектролитов — полиметакриловой кислоты. Некоторые экспериментальные кривые рассеяния и описывающие их функции Дебая показаны на рис.11. Одним из параметров функции Дебая был иссле-

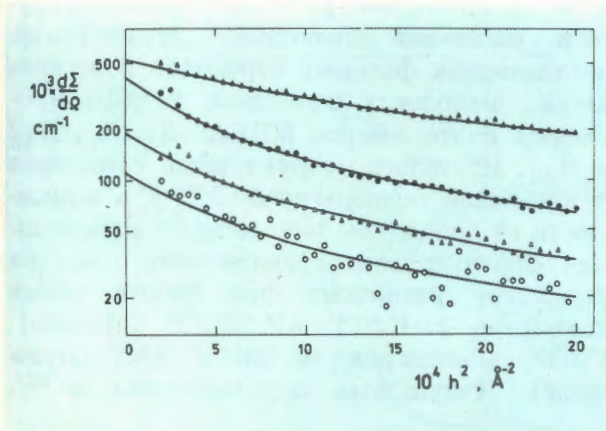


Рис.11. Кривые рассеяния нейтронов для растворов полиметакриловой кислоты: сплошная кривая — функция Дебая, точки соответствуют параметрам β, c (г/см³), $R_z(\text{Å})$, равным:

▲	$\beta = 0$	$c = 0,04$	$R_z = 44,7 \pm 0,5$
●	$\beta = 1$	$c = 0,04$	$R_z = 75,0 \pm 1,3$
△	$\beta = 1$	$c = 0,02$	$R_z = 71 \pm 4$
○	$\beta = 1$	$c = 0,01$	$R_z = 70 \pm 8$

двумый радиус инерции R_z , подлежащий определению в зависимости от общей концентрации c полимера и степени нейтрализации растворов β . Установлено, что размеры полиионов увеличиваются с увеличением степени нейтрализации в интервале $0 < \beta < 0,5$ и остаются постоянными при $\beta > 0,5$. В диапазоне концентраций $c = 0,01-0,04$ не наблюдается зависимости радиуса инерции полииона от концентрации. Расширение полиионов при $\beta > 0,2$ объяснено появлением электрических зарядов на цепи. Не получено никаких указаний на регулярное упорядочение молекул: макромолекулы в растворе остаются клубками^{/19/}.

Выполнен совместный анализ экспериментов по малоугловому рассеянию нейтронов и гамма-лучей, в результате которого удалось впервые дать количественные характеристики отдельной цепи полииона и его взаимодействия с растворителем. На рис.12 представлены результаты для радиуса инерции поперечного сечения полимерной цепи. Наблюдаемые различия для нейтронного и гамма-излучений объяснены наличием так называемой гидратной оболочки полииона — уплотненного слоя воды толщиной 3,5 Å. Установлено, что плотность воды в этом слое на 10% выше, чем в нормальной воде. Физической причиной особого состояния воды вблизи полииона является сильное электрическое поле цепочки, которое не только поляризует, но и уплотняет молекулы воды^{/20/}.

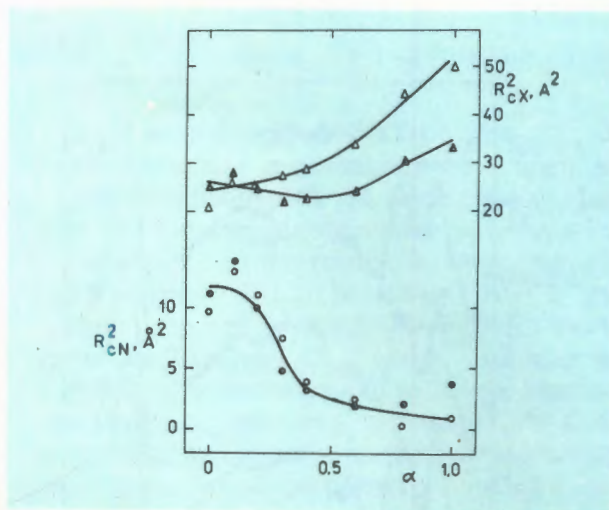


Рис.12. Квадраты радиусов инерции поперечного сечения полимерной цепи, полученные по данным малоуглового рассеяния нейтронов R_{CN}^2 и рентгеновских лучей R_{CX}^2 в зависимости от относительной величины ионизации макромолекул.

ФАЗОВЫЕ ПЕРЕХОДЫ В СУПЕРИОННЫХ ПРОВОДНИКАХ И АМОРФИКАХ

1. Суперионные проводники испытывают при $T > T_c$ фазовый переход в состояние с очень высокой ионной проводимостью. Предыдущие нейтронные исследования на реакторе ИБР-2 гидросульфатов цезия продемонстрировали, что переход сопровождается перестройкой кристаллической решетки. В 1985 году проведены измерения с другим суперионным проводником — гидроселенатом цезия $CsHSeO_4$. Одновременно измерялись спектры неупругого рассеяния нейтронов для четырех углов и спектр дифракции под одним углом в области температур 110-405 К. Для исследуемого образца $T_c = 398$ К, однако, как показали эксперименты, спектры (рис.13) начинают изменяться уже при 360 К, а после охлаждения полностью не восстанавливаются. Таким образом, переход сильно затянут по температуре, и в диапазоне 360-405 К существует двухфазная система. Обнаружено сильное изменение интенсивности упругой линии в зависимости от температуры (рис.14), коррелирующее с зависимостью ионной проводимости кристалла. Работа проводилась совместно с Институтом кристаллографии АН СССР и Ягеллонским университетом (Краков)^{/21/}.

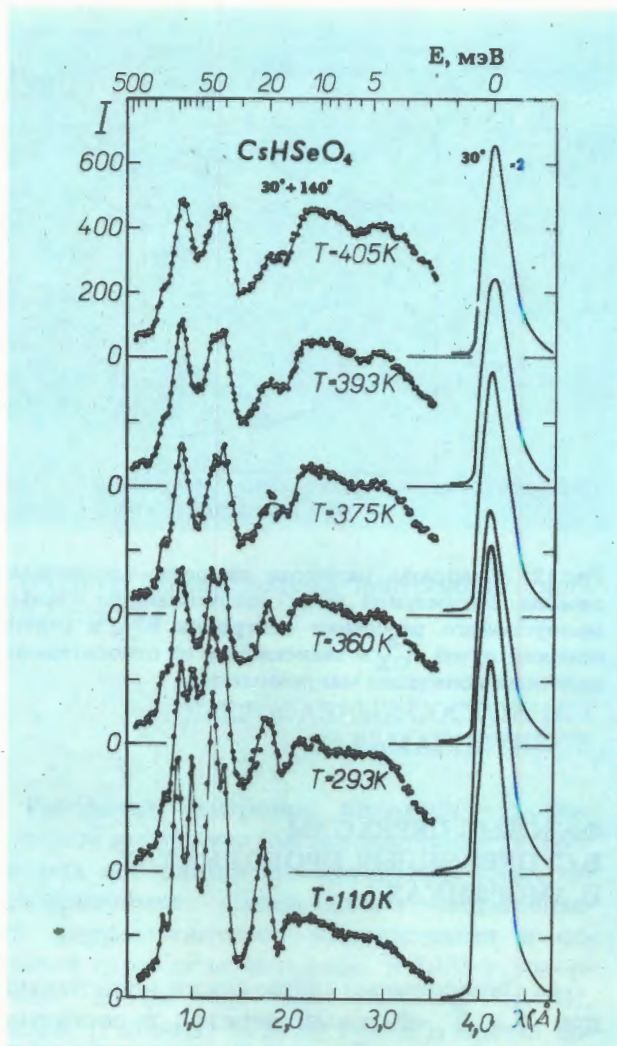


Рис.13. Времяпролетные спектры неупругого рассеяния нейтронов от порошка CsHSeO_4 .

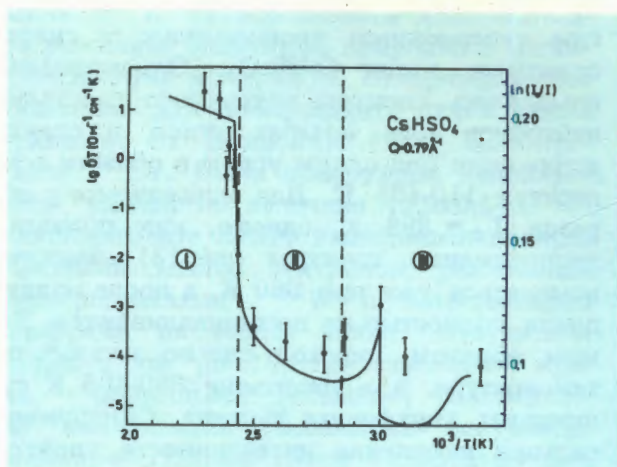


Рис.14. Зависимость $\lg I_0/I$ интенсивности упругой линии спектра для CsHSeO_4 от температуры. Сплошная линия — та же зависимость для проводимости $\lg(\sigma T)$.

2. На спектрометре КОРА в режиме упругого рассеяния выполнены структурные исследования фазовых переходов в органических аморфных веществах — дейтерированных изотопомерах МБА: D_0 , D_8 , D_{12} и D_{20} . Изучались структурные изменения в интервале температур 80-320 К в зависимости от процедуры термообработки и влияния ориентирующего магнитного поля на структуру различных фаз. Работа велась совместно с ИФТТ АН СССР (Москва), ГИПХ (Ленинград) и ЦИФИ ВАН (Будапешт). Результаты опубликованы в ^{22/}.

ДИНАМИКА КОНДЕНСИРОВАННЫХ СРЕД

1. Цеолиты, используемые как катализаторы в нефтеперерабатывающей промышленности, активно исследуются в последние годы различными методами, в том числе и с применением нейтронов. Изучение адсорбции углеводородов, в частности ксилола, позволяет получить характеристики пористой структуры цеолитов и механизма взаимодействия адсорбата с последними. На ИБР-2 проведены измерения неупругого рассеяния и дифракции нейтронов на цеолите типа NaX и его кобальтовой модификации $\text{Na}_{50}\text{Co}_{18}(\text{Al}_2\text{O}_3)_{85}(\text{SiO}_2)_{107} \times \text{H}_2\text{O}$, обозначаемой как CoX. Кобальтовые ионы располагаются в больших полостях кристаллической структуры цеолита и могут служить центрами адсорбции молекул ксилола. Исследовались образцы с различным числом молекул (от 6 до 32) ксилола на одну элементарную ячейку цеолита. Пример экспериментальных спектров дан на рис.15.

Спектры В имеют некоторые черты спектра кристаллического ксилола С, что можно ожидать при расположении молекул на внешней поверхности цеолита в соответствии с его структурой. При адсорбции с меньшей концентрацией (спектр А) наблюдаются большие различия и возникает низкочастотная мода колебаний при $\nu = 25 \text{ см}^{-1}$: вызванная колебанием двух связанных молекул ксилола, попадающих на два иона металла в большой полости. В натриевом типе цеолита эта мода значительно слабее ^{23/}.

2. Проведены измерения неупругого рассеяния нейтронов на образцах $\text{Ce}(\text{Cu}_{1-x}\text{Ni}_x)_5$ с целью изучения перехода в состояние

СТРУКТУРЫ, КИНЕТИКА, ТЕКСТУРЫ

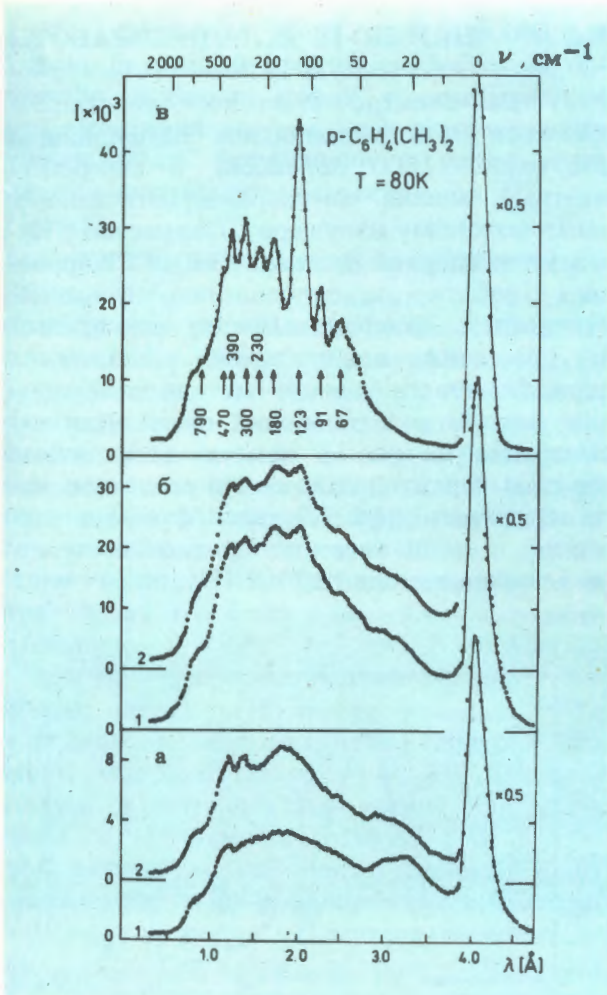


Рис.15. Спектры неупругого рассеяния нейтронов для цеолитов с адсорбированным ксилолом: CoX (линии 1), NaX (линии 2) и спектр твердого кристалла (вверху, в), а и б соответствуют образцам с 16 и 32 молекулами ксилола в элементарной ячейке цеолита.

с промежуточной валентностью. Установлено, что переход от состояния решетки Кондо в соединении CeCu_5 к состоянию с промежуточной валентностью в CeNi_5 при непрерывном замещении Cu на Ni в ряду $\text{Ce}(\text{Cu}_{1-x}\text{Ni}_x)_5$ идет непрерывным образом и сопровождается уменьшением вклада электронов проводимости в удельную теплоемкость при росте s - f гибридизации ^{/24/}.

3. Выполнены расчетно-методические работы, посвященные вычислению функции разрешения нейтронного спектрометра в обратной геометрии на реакторе ИБР-2 ^{/25/} и параметров этого спектрометра в условиях изучения структурных факторов аморфных материалов ^{/26/}.

1. В ряду ферритов $\text{Ba}(\text{TiCo})_x\text{Fe}_{12-2x}\text{O}_{19}$ с увеличением x наблюдается целый ряд концентрационных и температурных фазовых переходов. Магнитные структуры этих соединений недостаточно изучены. На дифрактометре ДН-2 реактора ИБР-2 проведено исследование магнитной структуры $\text{Ba}(\text{TiCo})_2\text{Fe}_8\text{O}_{19}$ при температурах $4,2 \div 290$ К в совместной работе с Институтом физики высоких давлений АН СССР. Дифракционные спектры от монокристалла размерами $3 \times 3 \times 2$ мм регистрировались однокоординатным позиционно-чувствительным детектором. Особенностью дифракционной картины оказалось наличие сателлитов (рис.16), характерных для геликойдалного

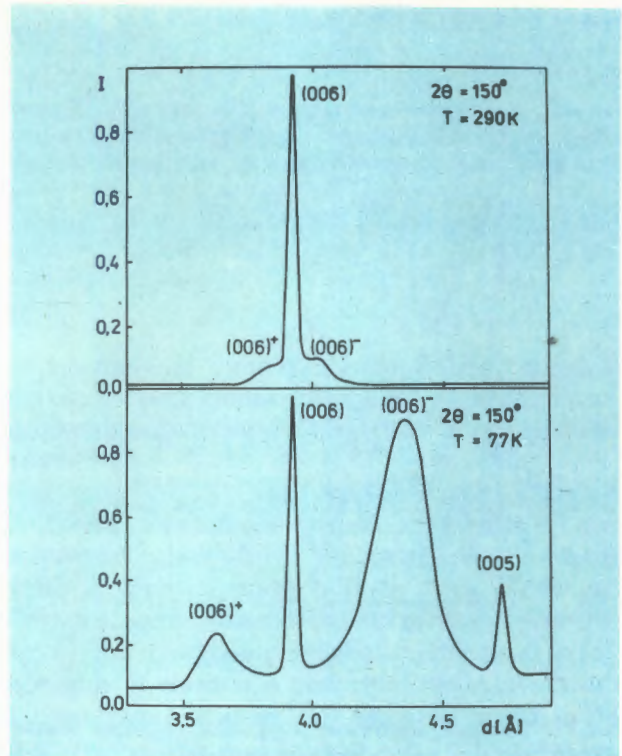


Рис.16. Дифракционный спектр от образца $\text{Ba}(\text{TiCo})_2\text{Fe}_8\text{O}_{19}$ в районе узла (006). Видны сателлиты $(006)^+$ и $(006)^-$, интенсивность которых меняется с температурой.

упорядочения спинов по типу простой спирали SS. Выявлено сосуществование этой структуры с коллинеарной антиферромагнитной. Изучены температурная зависимость периода спирали вдоль оси с кристалла и ряд других характеристик магнитной структуры ^{/27/}.

2. На дифрактометре ДН-2 с позиционно-чувствительным детектором выполнены эксперименты с мультислойными структурами из дипальмитоиллецитина и яичного лецитина. Изучалось влияние фазового состояния этих структур на кинетику сорбции ими воды. Эксперименты состояли в измерении зависимости от времени интенсивностей дифракционных пиков и периода после резкой смены условий на образце. Изменение условий заключалось в изменении влажности окружающей образец среды. Время достижения заданной влажности не превышало 1 мин, характерные времена процессов сорбции, как видно на рис.17, — несколько минут или несколько десятков минут. Было показано, что по-

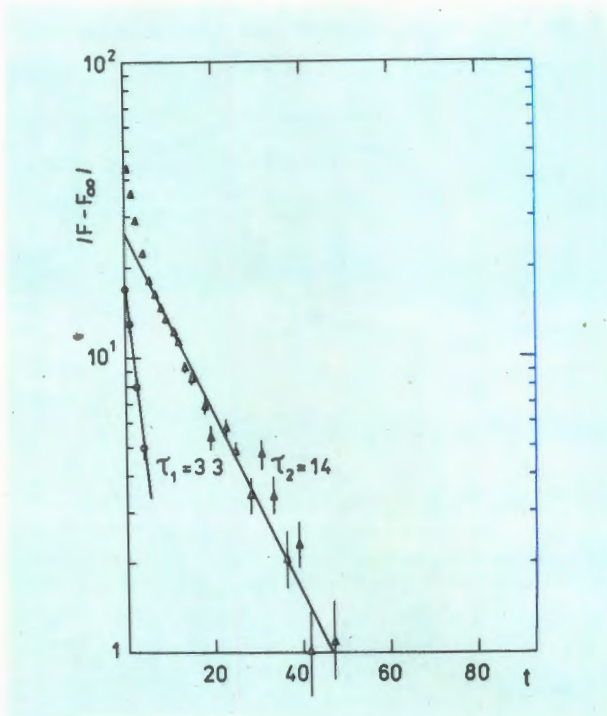


Рис.17. Кривые кинетики процесса сорбции воды мультислойными структурами из дипальмитоиллецитина с CsCl. Шкала времени и константы процесса в мин.

стоянные времена изученных процессов зависят от фазового состояния структур, а также от состояния области полярных головок и углеводородных цепей липидов^{/28/}.

Продолжались исследования текстур различных поликристаллических образцов на текстурном дифракционном спектрометре НСВР реактора ИБР-2^{/29/}.

1. На электростатическом ускорителе протонов ЭГ-5 выполнялись радиационное облучение (1500 образцов) и микроэлементный анализ по характеристическому рентгеновскому излучению. Совместно с Институтом ядерной физики АН КазССР проведена работа по определению примесей в красном фосфоре. Метод, основанный на протонном возбуждении, оказался на порядок чувствительнее метода возбуждения пучком рентгеновских лучей. Для иллюстрации на рис.18 приведены типичные спектры характеристического рентгеновского излучения двух образцов фосфора различной степени чистоты. Предельная чувствительность метода $10^{-6} \text{ г/г}^{/30/}$.

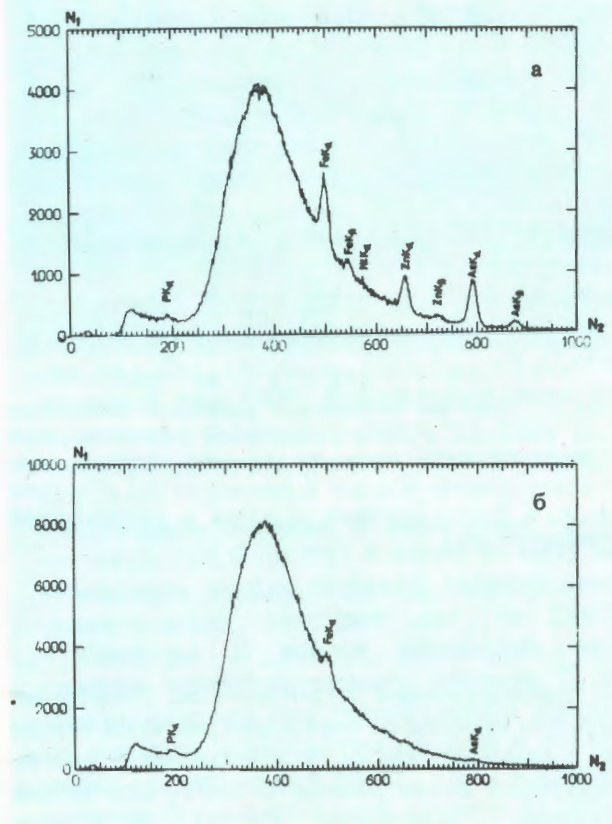


Рис.18. Спектр характеристического рентгеновского излучения двух образцов фосфора различной чистоты: а — фосфор промышленного производства, б — фосфор после специальной очистки.

В совместной работе с Почвенным институтом им.В.В.Докучаева ВАСХНИЛ (Москва) выполнен микроэлементный анализ 110 образцов почв и растений. Опубликованы результаты исследований, положенных в основу разработанного метода^{/31/}.

На ускорителе ЭГ-5 создана установка для исследований кристаллов методом обратного рассеяния ионов, предназначенная для выявления особенностей распределения радиационных разрушений и определения местоположения примесных атомов ^{32/}.

2. На облучательных каналах ИБР-2 проведены работы по улучшению характеристик пучков резонансных и быстрых нейтронов ^{33,34/}. Усовершенствована методика активационных измерений, в частности, в эксплуатацию введен измерительный модуль для элементного анализа и радиационных исследований на ИБР-2 ^{35/}. Выполнен активационный анализ 2000 образцов. В сотрудничестве с институтами СССР и других стран-участниц ОИЯИ исследовался широкий круг задач в области геологии, экологии и биологии.

Изучены миграция подземных вод с помощью меток стабильного изотопа ¹¹⁵In и поведение люминесцентных центров окраски монокристаллов $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ (используемых в лазерной технологии) при облучении их быстрыми нейтронами ^{36/}.

В области радиобиологии завершен цикл работ по изучению биологического действия быстрых нейтронов на клетки млекопитающих, проводившийся по трем параметрам реакций клеток на облучение: одно- и двуни- тевые разрывы комплексов ДНК и выжи- ваемость ^{37,38/}. Сделаны выводы о меха- низме гибели клеток при облучении.

ЭКСПЛУАТАЦИЯ, УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ И РАЗВИТИЕ ОСНОВНЫХ УСТАНОВОК И АППАРАТУРЫ

РЕАКТОРЫ И УСКОРИТЕЛИ

1. Реактор ИБР-2 в 1985 г. работал регу- лярно и обеспечил для физических экспери- ментов на 10 нейтронных пучках и облуча- тельном канале установки "Регата" 2200 ч при мощности 2 МВт с частотой следования импульсов 5 с^{-1} . Введен в эксплуатацию новый измерительный павильон 117/2 и хи- мическая лаборатория ИБР-2. Проведено исследование непрерывного контроля жид- кого натрия на примеси кислорода. Освоен отбор проб натрия в первом контуре. Велись исследования характеристик реактора, в частности медленных эффектов реак- тивности. Установлено, что скорость изме-

нения реактивности в первые 3-4 сут после вывода на мощность 2 МВт составляет $0,18\beta_{эф}/\text{сут}$ (рис.19). Изменение реактив- ности за счет выгорания ядерного топлива (0,4% к настоящему времени) почти неза- метно ^{39/}.

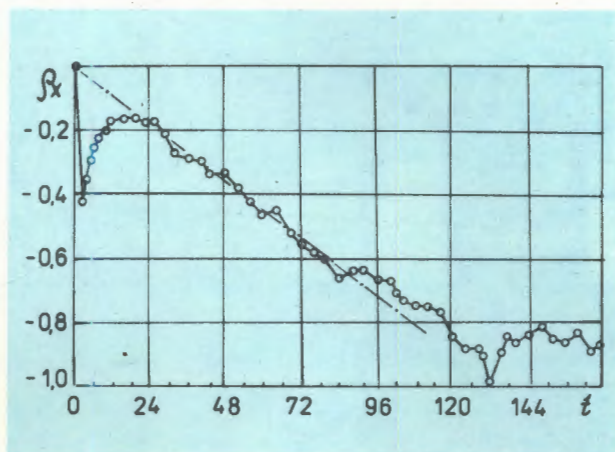


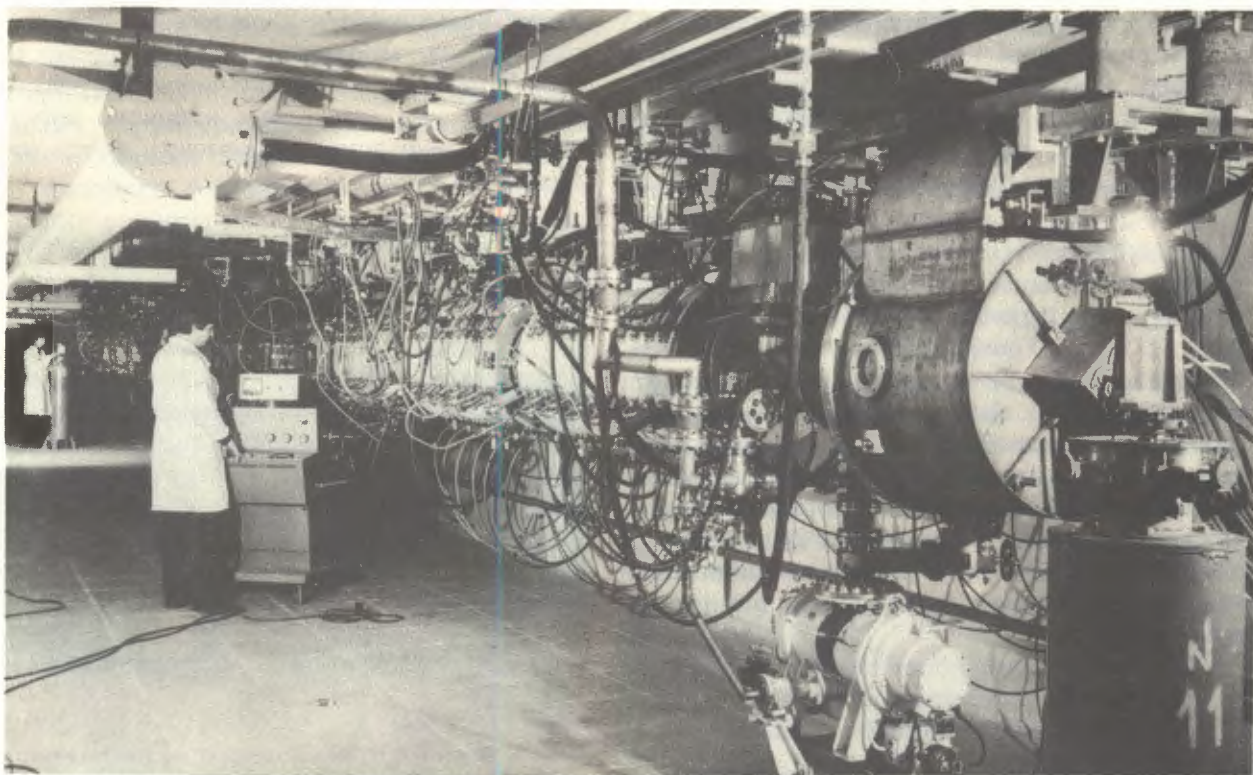
Рис.19. Изменение мощностного эффекта реактивности ρ_x в долях $\beta_{эф}$ в зависимости от времени. Штрихпунктирная линия соответствует скорости изменения реактивности $0,18\beta_{эф}/\text{сут}$.

Введена в эксплуатацию новая система стабилизации, повысившая в 10 раз точность поддержания оборотов подвижного отража- теля.

2. На инжекторе реактора ИБР-2 — ус- корителе ЛУЭ-40 — осуществлена замена ускорительных секций. В процессе этой ра- боты развита методика химической и ультра- звуковой очистки диафрагмированных вол- новодов и введен в действие стенд очистки. Ускоритель введен в эксплуатацию в IV квартале 1985 г. Реактор ИБР-30 прорабо- тал на физический эксперимент 2380 ч.

3. На ускорителе ЛИУ-30 осуществлено ускорение пучка электронов через весь первый ускорительный участок. Энергия электронов на выходе достигла 7 МэВ. Проводились монтаж и наладка секций второго ускорительного участка. Ток элект- ронов на выходе инжекторного участка (энергия 2,7 МэВ) доведен до проектного значения 200 А.

Ускоритель ЭГ-5 работал для обеспече- ния научно-прикладных исследований в со- ответствии с планом.



Индукционный ускоритель электронов ЛИУ-30.



Пульт управления ЛИУ-30.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ

Введен в эксплуатацию прецизионный дифрактометр с идеальными кристаллами (установка ДИФРАН), предназначенный для изучения нейтронно-оптических явлений по методу времени пролета. Схема установки показана на рис.20. Установка расположена на пролетной базе 25,25 м до первого поворотного столика 6 с идеальным кристаллом кремния 8. Образцы 13 располагаются на столике 7 с гониометрической головкой 11 либо интерферометром. На соответствующую

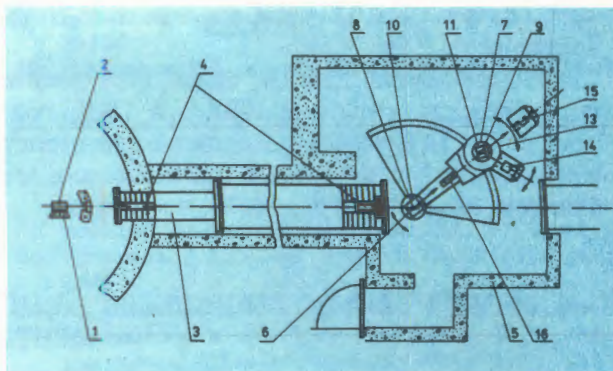
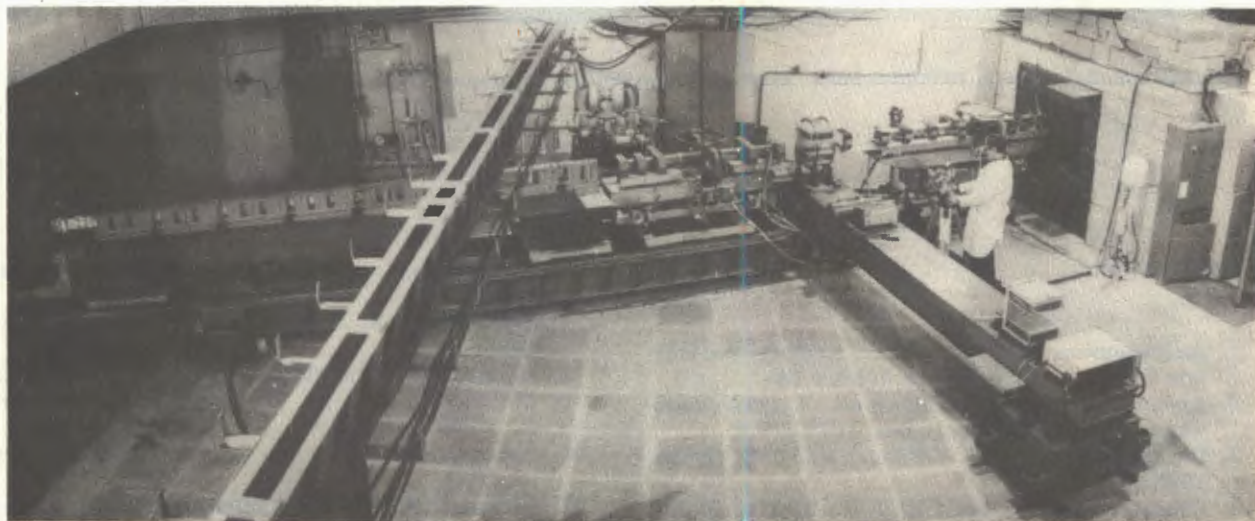


Рис.20. Схема установки ДИФРАН. Пояснения в тексте.



Спектрометр ДИФРАН предназначен для изучения нейтронно-оптических явлений.



Одна из новых установок — спектрометр поляризованных тепловых нейтронов по методу времени пролета.

щих плечах 14 и 15 установлены детекторы нейтронов с ^3He .

Полное число действующих физических установок на реакторе ИБР-2 в 1985 году достигло 11. Краткие сведения об их конструкции и параметрах опубликованы в отдельном сборнике ^{/40/}.

ИЗМЕРИТЕЛЬНО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР

1. В 1985 г. измерительный центр функционировал бесперебойно и обеспечил электронной аппаратурой и средствами вычислительной техники все измерения, проводившиеся на реакторах ИБР-2, ИБР-30 и на ускорителе ЭГ-5. Совершенствовались измерительные модули, в частности, путем создания двухмашинных комплексов ^{/41,42/} специализированных измерительно-вычислительных систем ^{/43,44/}, а также посредством

улучшения программного обеспечения действующих систем ^{/45,46/}.

2. Продолжались работы по созданию радиоэлектронной аппаратуры для обеспечения работы экспериментальных установок и по их автоматизации. Разработан ряд новых блоков: спецпроцессор для восьмимерных измерений, запоминающие устройства 32К x 16 бит и 64К x 24 бит системы фазировки дискового прерывателя, блоки стабилизации оборотов двигателя импульсного реактора, термостатирования образцов и ряд других.

3. Велись работы по развитию локальной сети малых ЭВМ. Машины, подключенные к сети, начали работать с центральным процессором PDP-11/70 в режиме виртуального терминала.



Измерительный центр лаборатории. Здесь собирается информация со всех физических установок ЛНФ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алфименков В.П. и др. В сб.: Краткие сообщения ОИЯИ, №10-85, Дубна, 1985, с.19.
2. Франк И.М., Шарапов Э.И. В сб.: Краткие сообщения ОИЯИ, №11-85, Дубна, 1985, с.5.
3. Гледенов Ю.М. и др. ОИЯИ, Р3-85-275, Дубна, 1985.
4. Гледенов Ю.М. и др. ОИЯИ, Р3-85-272, Дубна, 1985.
5. Попов Ю.П., Риголь Х. ОИЯИ, Р15-85-497, Дубна, 1985.
6. Втюрин В.А. и др. ОИЯИ, Р4-85-453, Дубна, 1985.
7. Васильева Э.В. и др. ОИЯИ, Р6-85-22, Дубна, 1985.
8. Попов Ю.П. и др. ОИЯИ, Р3-85-74, Дубна, 1985.
9. Бунаков В.Е. и др. Препринт ЛИЯФ № 1101, Л., 1985.
10. Кадменский С.Г. и др. ОИЯИ, Р4-85-368, Дубна, 1985.
11. Голиков В.В. и др. ОИЯИ, Р3-85-285, Дубна, 1985.
12. Голиков В.В. и др. В сб.: Краткие сообщения ОИЯИ, №9-85, Дубна, 1985, с.26.

13. Голиков В.В. и др. ОИЯИ, P3-85-286, Дубна, 1985.
14. Лушиков В.И., Таран Ю.В. ОИЯИ, P3-85-429, Дубна, 1985.
15. Зайдель К. и др. ОИЯИ, P3-85-17, Дубна, 1985.
16. Зо Ин Ок и др. ОИЯИ, P3-85-133, Дубна, 1985.
17. Александров Ю.А. и др. Письма в ЖЭТФ, 1985, т.42, с.200.
18. Александров Ю.А. ЖЭТФ, 1985, т.89, с.34.
19. Беззаботнов В.Ю. и др. ОИЯИ, P14-85-507, Дубна, 1985.
20. Беззаботнов В.Ю. и др. ОИЯИ, P14-85-923, Дубна, 1985.
21. Белушкин А.В. и др. ОИЯИ, P14-85-436, Дубна, 1985.
22. Долганов В.К. и др. ОИЯИ, P14-85-486, Дубна, 1985.
23. Брагин С.И. и др. ОИЯИ, P14-85-633, Дубна, 1985.
24. Goremuchkin E.A. et al. JINR, E14-85-789, Dubna, 1985.
25. Мюле Э. и др. ОИЯИ, P3-85-279, Дубна, 1985.
26. Матц В., Хопше У. ОИЯИ, P3-85-280, Дубна, 1985.
27. Балагуров А.М. и др. ОИЯИ, P14-85-726, Дубна, 1985.
28. Балагуров А.М. и др. ОИЯИ, P19-85-350, Дубна, 1985.
29. Feldman K. JINR, E14-85-284, Dubna, 1985.
30. Дидоренко В.А. и др. ОИЯИ, P14-85-601, Дубна, 1985.
31. Большаков В.А. и др. ОИЯИ, P14-85-490, Дубна, 1985.
32. Ильхамов Р.А. и др. ОИЯИ, P13-85-288, Дубна, 1985.
33. Назаров В.М. и др. В сб.: Краткие сообщения ОИЯИ, №6-85, Дубна, 1985, с.37.
34. Назаров В.М., Фронтасьева М.В. В кн.: Ядерно-физические методы анализа в контроле окружающей среды. Гидрометеоиздат, 1985, с.156.
35. Ермаков В.А. и др. ОИЯИ, 13-85-161, Дубна, 1985.
36. Мартынович Е.Ф. и др. В кн.: Люминесцентные приемники и преобразователи ионизирующего излучения. "Наука", Новосибирск, 1985, с.132.
37. Лапидус И.Л., Назаров В.М., Эрцгребер Г. Радиобиология, 1985, т.25, с.249.
38. Erzgräber G. et al. JINR, E19-85-626, Dubna, 1985.
39. Ананьев В.Д. и др. ОИЯИ, P13-85-339, Дубна, 1985.
40. Останевич Ю.М. ОИЯИ, P13-85-310, Дубна, 1985.
41. Алфименков А.В. и др. В сб. аннотаций XII Международного симпозиума по ядерной электронике. ОИЯИ, D13-85-359, Дубна, 1985, с.45.
42. Жуков Г.П. Там же, с.32.
43. Барабаш И.П. и др. ОИЯИ, P10-85-713, Дубна, 1985.
44. Богдзель А.А. и др. ОИЯИ, P10-85-246, Дубна, 1985.
45. Балука Г., Саламатин И.М. ОИЯИ, P10-85-281, Дубна, 1985.
46. Антонов С.А. и др. ОИЯИ, 13-85-701, Дубна, 1985.

ЛАБОРАТОРИЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ И АВТОМАТИЗАЦИИ

Деятельность Лаборатории вычислительной техники и автоматизации в 1985 году была направлена прежде всего на обеспечение проводимых в ОИЯИ теоретических и экспериментальных исследований ресурсами ЭВМ. Важнейшими мероприятиями явились ввод в эксплуатацию и освоение ЭВМ ЕС-1061, расширение терминальной сети базовых ЭВМ и развитие их математического обеспечения. Продолжались работы по эффективному использованию устройств обработки камерных снимков, разработке математических методов и программ обработки данных.

РАЗВИТИЕ И ЭФФЕКТИВНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЦЕНТРАЛЬНОГО ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА ОИЯИ

1. Ввод в эксплуатацию новой мощной ЭВМ ЕС-1061. Для этой машины выполнена генерация операционной системы в режиме использования виртуальной памяти объемом до 16 Мбайт. Для расширения возможностей операционной системы проведена адаптация математического обеспечения, включая новые варианты трансляторов с алгоритмических языков, диалоговую подсистему ТЕРМ

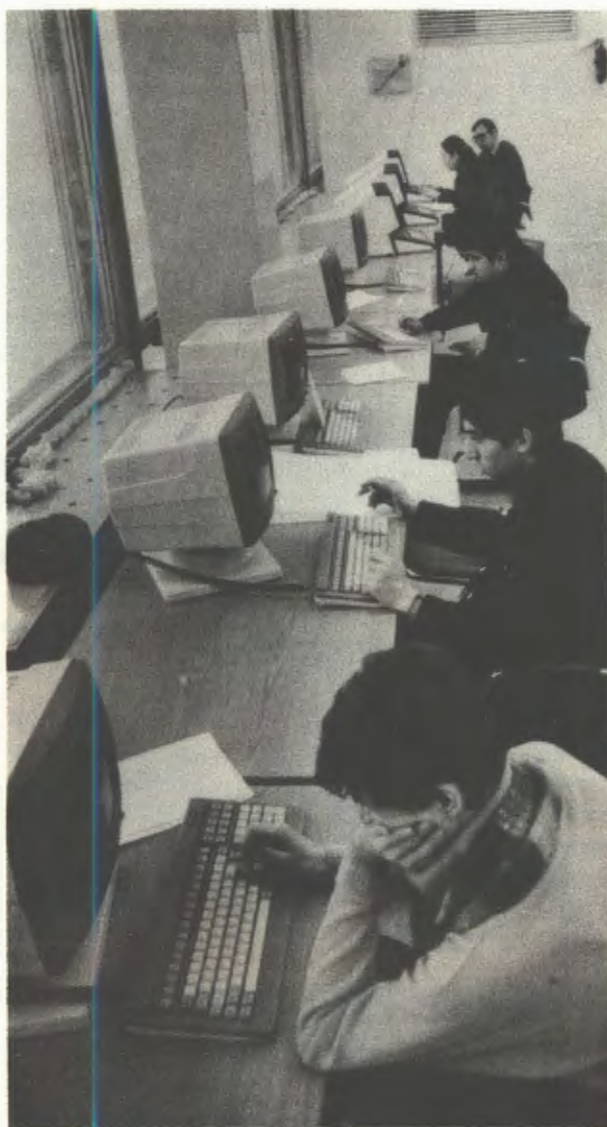


Центральный вычислительный комплекс ОИЯИ. Зал базовых ЭВМ серии ЕС.

для обслуживания терминалов ЕС-1061, библиотеку программ общего назначения, подсистему регистрации и учета перманентных файлов пользователей на внешней памяти, программы учета использования машинных ресурсов, программные системы для проведения аналитических выкладок на ЭВМ.

2. Разработана и находится в стадии комплексной наладки 16-разрядная микро-ЭВМ, созданная на основе современной базы больших и сверхбольших интегральных схем. Микро-ЭВМ состоит из набора функционально и конструктивно законченных модулей, с помощью которых можно изменять архитектуру устройства в зависимости от решаемой задачи. Микро-ЭВМ предназначена для использования в качестве терминального контроллера ЭВМ ЕС-1061^{1/}.

3. Завершены технические работы по включению ЭВМ ЕС-1060 в систему коллективного пользования на базе ЭВМ БЭСМ-6, CDC-6500 и концентратора терминалов (ЭВМ ЕС-1010), проведена отладка программного обеспечения связи концентратора с ЕС-1060. Указанная система коллективного пользования целиком вошла в состав более общей локальной вычислительной сети ОИЯИ. Ее технической основой стало поставленное программируемое коммутационное оборудование. Сеть строится на базе коаксиального кабеля (моноканала), к которому через микропроцессорные устройства подключаются абонентские системы (терминалы, ЭВМ). Для управления сетью используется метод передачи эстафеты и вариант протокола HDLC. С помощью создан-



Более чем в два раза расширена терминальная сеть базовых ЭВМ с выходом на все лаборатории ОИЯИ.

ЭКСПЛУАТАЦИЯ БАЗОВЫХ ЭЛЕКТРОННО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ МАШИН

ЭВМ	Годовой план (в часах)	Общее полезное время счета за год (в часах)	Среднесуточное полезное время счета за год (в часах)	Число пропущенных задач
БЭСМ-6	6000	7087	20,7	89759 (23817)*
CDC-6500	7000	7371	21,7	165936 (12533)*
ЕС-1060	4739**	5114**	18,1	70870

* Число задач, пропущенных с терминалов.

** За 10 месяцев работы.



ЭВМ CDC-6500 работает с октября 1985 г. в новом здании ЛВТА.

ного программного обеспечения для коммуникационных узлов сети реализована возможность соединения любого сетевого пользовательского терминала с любой из вычислительных машин, включенных в сеть. Указанные средства можно использовать и для организации межмашинных обменов информацией^{/2-4/}.

4. Для ЕС ЭВМ создана учетная система, включающая в себя подсистему регистрации статистической информации о работе ЭВМ и операционной системы (ОС), парольную подсистему доступа пользователей к средствам ЭВМ и ОС, лимитную подсистему учета распределения машинного времени, программу оценки ресурсов ЭВМ, использованных задачами, в единицах коммерческого времени, программу статистических расчетов работы ЭВМ и ОС и оценки их производительности, программы сопровождения и ведения архива статистических данных^{/5-6/}.

РАЗВИТИЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИСТЕМ АНАЛИТИЧЕСКИХ ВЫЧИСЛЕНИЙ НА ЭВМ

Дальнейшее развитие получили программные средства для аналитических вычислений на ЭВМ ЦВК ОИЯИ. На ЭВМ ЕС-1061 была внедрена новая версия программной системы REDUCE-3, предназначенная для решения широкого круга фундаментальных и прикладных задач, изучаемых в ОИЯИ.

Особое внимание уделялось созданию прикладных программ, расширяющих область применимости языков аналитического программирования в физике высоких энергий, теоретической и математической физике.

В частности, для наиболее популярной в ОИЯИ системы SCHOONSCHIP были разработаны оригинальные алгоритмы и созданы программы, позволяющие проводить следующие операции:

- вычисление символьных детерминантов;
- дифференцирование выражений, полиномиально зависящих от тригонометрических функций;
- упрощение произведений матриц Паули;
- вычисление однопетлевых фейнмановских интегралов пропагаторного типа.

Эти программы, а также ряд программ на языке систем REDUCE-2,3 были организованы в виде текстовых библиотек^{/7/}.

Символьные алгоритмы классификации интегрируемых нелинейных эволюционных уравнений были обобщены на случай систем уравнений^{/8,9/}. Важное значение для исследования таких уравнений имеет анализ их симметрий и в особенности симметрий Ли — Беклунда. Для автоматизации аналитических преобразований, связанных с определением таких симметрий, был разработан универсальный пакет на языке аналитических вычислений PL/1-FORMAC^{/10/}.

Высокоэффективный специализированный Лисп-пакет был создан для проведения

всей совокупности громоздких аналитических выкладок в разрабатываемой в ЛТФ виртон-кварковой модели^{/11/}.

Ряд новых важных результатов был получен в рамках работ по численно-аналитическому моделированию решеточных калибровочных теорий, проводимых совместно с Лабораторией теоретической физики. Было проведено детальное количественное и качественное исследование фазовых диаграмм хиггс-калибровочных теорий с $U(1)$ -, $SU(2)$ - и $SU(3)$ -группами калибровочной симметрии (см.рис.1)

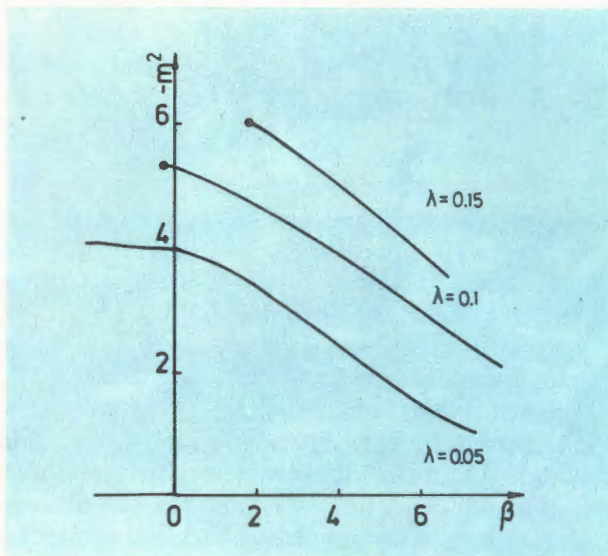


Рис.1. Фазовая диаграмма $SU(3)$ симметричной хиггс-калибровочной теории для разных значений константы самодействия хиггсовского поля (линии соответствуют переходам первого рода, точками обозначены фазовые переходы второго рода).

На основе системы REDUCE-3 разработаны алгоритмы и программы для аналитических расчетов матричных элементов гамильтониана в алгебраических моделях теории атомного ядра, и был произведен ряд вычислений в рамках модели взаимодействующих векторных бозонов с нарушенной $U(6)$ -симметрией^{/15/}.

СОЗДАНИЕ И РАЗВИТИЕ СРЕДСТВ И МЕТОДОВ ВИЗУАЛЬНОЙ СВЯЗИ С ЭВМ

Решена задача реализации эффективного алгоритма заполнения цветного растрового дисплея с высокой разрешающей способностью. На основе анализа и сравнения ос-

новых характеристик известных к настоящему времени алгоритмов заполнения контуров был выбран алгоритм Edge Flag как наиболее эффективный с точки зрения микропрограммной и аппаратной реализации в графическом процессоре растрового дисплея. Разработаны конкретные версии алгоритмов заполнения многоугольников и конических сечений (рис.2), а также микро-

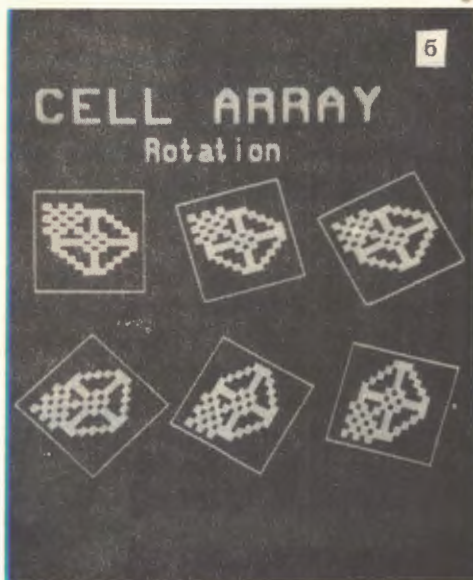
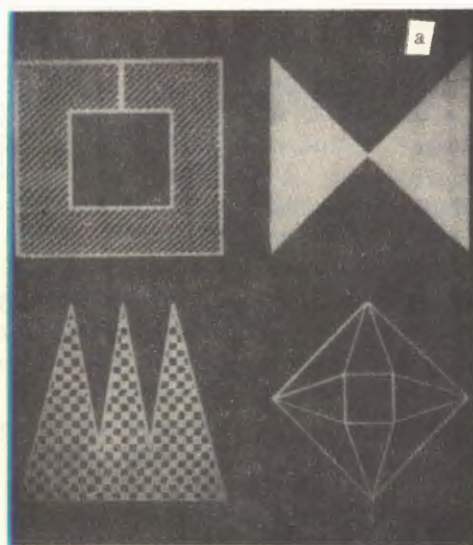


Рис.2. Примеры заполнения многоугольников (а) и вращения изображений (б).

программы и электронные схемы для их реализации^{/16/}.

Продолжались работы по развитию аппаратуры и программного обеспечения графических терминалов ИНТЕР-80, ИГТ и ИНТЕР-85. В частности, для графического терминала ИНТЕР-80 проанализирован опыт выбора и реализации набора графических функций с учетом требований проекта международного графического стандарта GKS ^{/17/}.

РАЗВИТИЕ МЕТОДОВ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭВМ НА ЛИНИИ С ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫМИ УСТАНОВКАМИ ОИЯИ

Завершены работы по созданию библиотеки программ обработки спектрометрической информации. Библиотека предназначена для обработки потоков аппаратурных спектров и спектроподобных распределений, полученных в физических экспериментах. Она содержит более 50 комплексов, обеспечивающих сложную обработку различных видов спектров, и программы предварительной обработки. Библиотека сопровождается информационно-справочной системой. Библиотека поставлена на ЭВМ БЭСМ-6 и ЕС-1060 ^{/18/}. Разработан метод и реализован алгоритм решения задачи определения параметров сложных экспоненциальных распределений, описывающих генетически связанные распады радионуклидов, в условиях малой статистики и информационной неполноты данных. Создана программа, реализующая данный алгоритм ^{/19/}.

СОЗДАНИЕ И РАЗВИТИЕ АВТОМАТИЧЕСКИХ И ПОЛУАВТОМАТИЧЕСКИХ СИСТЕМ ОБРАБОТКИ КАМЕРНЫХ СНИМКОВ

1. Разработано и отлажено математическое обеспечение и аппаратура связи приборов ПУОС и САМЕТ с ЭВМ ЕС-1033. Система ПУОС—САМЕТ ЕС-1033 введена в рабочую эксплуатацию. В системе параллельно с измерениями на ЭВМ ЕС-1033 ведется отладка новых версий операционной системы и разработка единой управляющей программы для всех измерительных приборов лаборатории.

2. Создана аппаратура канала связи спирального измерителя и ЕС ЭВМ. Проведена



Приборы ПУОС и САМЕТ на линии с ЭВМ ЕС-1033.



автономная настройка. Разработана и отлажена аппаратура и программное обеспечение на спиральном измерителе для измерений снимков с двухметровой пропановой камеры и установки РИСК. Точность и эффективность обработки удовлетворительны и совпадают с данными ПУОС. Начата обработка данных с установки РИСК. Разработан комплекс программ, обеспечивающий управление функциональными узлами АЭЛТ-2/160 на линии с ЭВМ СМ-4, в том числе управление сканированием, съемом информации и ее преобразованием, управление дисплеем-монитором. Созданный комплекс программ служит модульной основой для создания систем обработки камерных снимков на АЭЛТ-2/160 на линии с ЭВМ СМ-4^{/20/}.

Разработан алгоритм выделения элементов треков, основанный на анализе геометрических характеристик штриховых изображений. Для анализа исследуемая картина разлагается на элементарные ячейки по строкам и столбцам. Исследованы особенности схемотехнических решений электронной аппаратуры, предназначенной для фильтрации треков и фона на одной строке и на последовательных строках^{/21/}.

Разработан и реализован в стандарте КАМАК спецпроцессор углового сканирования, позволяющий в реальном времени получать гистограмму плотности углового распределения бинарного изображения по вектору направлений из заранее заданной точки (см. рис.3,4).

Алгоритм углового сканирования обладает устойчивостью в условиях больших шумов в исходном изображении. Входные сигналы для данного спецпроцессора могут быть генерированы устройством, раскладывающим изображение по строкам и столбцам. Спецпроцессор может быть использован в качестве стандартного блока систем обработки и распознавания бинарных изображений^{/22/}.

При помощи полуавтоматических устройств ПУОС—САМЕТ измерено 436 тыс. треков событий на снимках с камер ЛВЭ и ЛЯП. На сканирующем автомате НРД обеспечен ресурс в объеме 2748 часов для проведения массовой обработки снимков, что позволило полностью удовлетворить заявки лабораторий на измерение снимков с помощью НРД. На АЭЛТ-2/160 обеспечен ресурс в объеме 3260 часов для измерения снимков с установок МИС и РИСК.

СОЗДАНИЕ И РАЗВИТИЕ МЕТОДОВ И ПРОГРАММ ОБРАБОТКИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ

В области создания и развития методов и программ обработки экспериментальных данных основное внимание уделялось повышению уровня автоматизации процесса математической обработки filmовой информации как за счет совершенствования метода



Рис.3. Исходное тест-изображение.



Рис.4. Гистограмма углового сканирования исходного тест-изображения, приведенного на рис.3.

анализа, так и за счет разработки программ, позволяющих заменять человека вычислительной машиной при выполнении многих рутинных операций. В ходе этих работ была создана и испытана методика программного отбора физических гипотез с учетом производимых при предварительном просмотре визуальных оценок плотности почернения треков. Разработана высокоавтоматизированная, устойчивая к внешним сбоям система математической обработки फिल्मовой информации, обеспечивающая автоматический обсчет данных по заданным цепочкам программ с программным анализом и выбором получаемых результатов. Проведенные испытания показали, что ее применение обеспечивает стабильную и практически безаварийную обработку экспериментальных данных, резкое сокращение (в десятки раз) затрат ручного труда, уменьшение сроков обработки в 3-4 раза. Система рассчитана на пользователей различной квалификации и требует минимальных усилий на ее освоение ^{/23/}.

По результатам анализа работы программ геометрической реконструкции установлено, что успешное прохождение процедуры TRACK-MATCH с большой степенью достоверности гарантирует правильность измерения. Это послужило основой для применения процедуры TRACK-MATCH в качестве теста измерений масок событий. Показано, что задача возможности установления взаимнооднозначного соответствия между изображениями треков на разных проекциях сводится к анализу соответствующей матрицы смежности. Отличие от нуля детерминанта матрицы смежности является достаточным условием для того, чтобы процедура TRACK-MATCH допускала решение ^{/24/}.

Выполнены численный анализ и модификация данных оценок для моделей, близких к задачам распознавания элементов треков частиц. Для случая появления точек разбалансировки предложен специальный метод студентизации вектора остатков и проведено теоретическое и качественно-графическое исследование этого метода. Получен ряд практических рекомендаций для использования робастных регрессионных методов в массовой обработке экспериментальных данных ^{/25/}.

Рассмотрена задача определения длины дискретизированного трека при измерениях ионизации треков в стримерных камерах. Решение данной задачи найдено в рамках

дискретных систем обслуживания с конечным или бесконечным числом обслуживающих каналов ^{/26/}.

ИССЛЕДОВАНИЯ ПО РЕЛЯТИВИСТСКОЙ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКЕ И ФИЗИКЕ РЕЗОНАНСОВ

С помощью модернизированного магнитного спектрометра ^{/27/} на синхрофазотроне ЛВЭ завершены измерения импульсных спектров дейтронов и протонов, испущенных под углом 0,139 рад во взаимодействиях дейтронов с импульсом 9 ГэВ/с с ядрами водорода, дейтерия и углерода. Спектры вторичных дейтронов измерены в интервале от 5,5 до 9 ГэВ/с, а спектры протонов — от 3,3 до 7,3 ГэВ/с. Высокоимпульсная часть спектра дейтронов от (d-d)-соударений качественно описывается в рамках модели многократного нуклон-нуклонного рассеяния.

В спектрах недостающих масс для процессов $dp \rightarrow dX$ и $dd \rightarrow dX$ наблюдаются особенности резонансного типа в области $M_x \approx (1,4 \pm 1,7)$ ГэВ/с². Они интерпретируются как проявление возбуждения нуклонных резонансов в глубоконеупругом рассеянии релятивистских дейтронов нуклонами, происходящем без развала налетающих дейтронов.

Спектр протонов от реакции $dp \rightarrow pX$ анализировался с целью поиска образования дибарионных резонансных состояний. В распределении недостающих масс в области значений $2,0 \leq M_x \leq 2,4$ ГэВ/с² не наблюдается каких-либо особенностей, указывающих на образование таких состояний. На основе измерений сделана оценка верхней границы сечений образования возможных в этой области масс дибарионных состояний ^{/28/}.

Выполнено статистическое моделирование ливней частиц, порожденных высокоэнергетическим излучением в протяженных газообразных и конденсированных средах — в атмосфере, в материалах радиационной защиты, в среде делящихся веществ и т.д. Разработана программа монте-карловского моделирования неупругих взаимодействий ядер с ядрами на основе глауберовского подхода. Программа используется при анализе экспериментальных данных по $(\alpha - \alpha)$ -

столкновениям при релятивистских энергиях.

Разработана математическая модель, позволяющая рассчитать потоки ядерно-активных частиц, возникающих в атмосфере под влиянием космического излучения, и определить их биологическое действие при различных условиях. Исследован вклад многокварковых конфигураций в ядрах при адрон-ядерных столкновениях и изучена в таких столкновениях роль вторичных каскадных частиц, дибарионных состояний и кварк-глюонных струн при релятивистских энергиях ^{/29-31/}.

РАЗРАБОТКА ПРИКЛАДНЫХ МЕТОДОВ ВЫЧИСЛЕНИЙ

1. Построены экономичные итерационные процессы численного решения задачи магнитостатики для физической системы вакуум — среда с однородными магнитными свойствами в случае трех пространственных переменных. Рассмотрена эквивалентная краевая задача в рамках метода скалярного потенциала в области, ограниченной поверхностью параллелепипеда, цилиндра или шара, со специальным краевым условием интегрального типа, заданным на этой поверхности. Установлена сходимость итераций для всего возможного диапазона изменения магнитной проницаемости среды.

Изучен вопрос существования стационарных решений уравнения, описывающего процесс распространения световых пучков в среде с насыщением нелинейного показателя преломления. Методами качественной теории обыкновенных дифференциальных уравнений доказано, что для рассматриваемого уравнения существует сферически-симметричные стационарные решения — безузловые и с произвольным числом узлов. Разработан ряд алгоритмов и программ численного моделирования обратной задачи магнитостатики для безжелезных сверхпроводящих магнитных систем. Проведен расчет магнитных полей для последовательного включения диполей и квадрупольей "Нуклотрона". Получены оптимальные по ряду характеристик конфигурации дипольных и квадрупольных магнитов для синхротрона на энергию 1,5 ГэВ по протонам (совместно с ЛВЭ).

Выполнены численный расчет стационарного магнитного поля линейного индук-

ционного ускорителя ЛИУ-30 (совместно с ЛНФ), а также численное исследование интегрального квазипотенциального уравнения для связанных состояний системы двух бесспиновых частиц (совместно с ЛТФ) ^{/32-34/}

2. Методом динамических групп и обобщенных когерентных состояний исследована классическая и квантовая динамика моделей бозе-газа с бесконечномерными алгебрами симметрии в теории спиновых волн, бозонных моделей ядра и теории сверхтекучести. Построена псевдоспиновая модель антиферромагнетика и ее непрерывный аналог — нелинейная σ -модель на некомпактном многообразии, найдены солитонные и спин-волновые возбуждения и их квазиклассические спектры.

3. Проведены численные эксперименты и построена теория процесса образования солитонов при распаде монохроматической волны для уравнения Кортевега — де Фриза. Изучена гамильтонова структура, солитоноподобные возбуждения и их спектры в многокомпонентных магнотон-фононных системах ^{/35-37/}.

Разработаны новые итерационные схемы численного решения многопараметрических нелинейных спектральных задач для интегродифференциальных операторов. Они позволяют использовать многоточечные сеточные аппроксимации операторов повышенной точности без существенного усложнения алгоритмов и увеличения ресурсов ЭВМ при их реализации по сравнению с простейшими аппроксимациями. Созданы алгоритмы дополнительного уточнения решений сингулярных задач экстраполяцией по параметрам дискретизации.

Предложен новый метод итерации альтернирующих подпространств для решения одного класса трехмерных спектральных задач, обобщающий метод групповой релаксации и использующий процесс уточнения решений на последовательностях вложенных сеток.

4. Выполнен расчет характеристик слабо-связанного состояния $dt\mu$ -мезомолекулы и уровней энергии мезомолекулярных комплексов в адиабатической постановке задач с точностью $\sim 10^{-8}$ эВ, необходимой для вычисления скоростей и кинетики процессов μ -катализа и интерпретации новейших экспериментов.

Получены с помощью метода итерации альтернирующих подпространств предвари-

тельные, с точностью $\sim 10^{-2}$ эВ, значения уровней энергии некоторых мезомолекул в трехмерной постановке задачи.

Проведено численное исследование точек бифуркации в протяженных джозефсоновских переходах конечной длины с микро-неоднородностями. Вычислены характеристики основного и четырех возбужденных состояний в оптической модели полярона^{/38-42/}.

АСУ ОИЯИ

Разработана методика и выполнены работы по созданию программного обеспечения для решения большого класса задач АСУ на ЕС ЭВМ. Реализована независимость программного обеспечения от систем управления базами данных, осуществляемая путем использования метода виртуальных файлов. Создана единая программа ввода-редактирования всех типов документов с использованием интерпретации описаний.

Выполнен ряд работ по созданию комплекса программ, обеспечивающих разработку, отладку и документирование больших систем, в частности, усовершенствована фор-

мирующая программа ТЕХТА, созданы программные средства, расширяющие возможности отладки программы на языке Кобол ОС ЕС^{/43-44/}.

НАУЧНО-ПРИКЛАДНЫЕ РАБОТЫ

Введен в эксплуатацию в Московском энергетическом институте сканирующий автомат — аналог системы АЭЛТ-2/160. Разработана и передана заказчику техническая документация на устройство оцифровки информации на основе ПЗС-линейки в прикладных целях^{/45/}.

Исследованы характеристики ПЗС-линеек в области пороговой чувствительности. Рассмотрены пути уменьшения порога чувствительности на основе аналоговой компенсации темного сигнала. Проведено сравнение светочувствительных и шумовых свойств некоторых типов фотопленок и ПЗС-линеек.

Созданы прикладной пакет программ, предназначенный для решения ряда задач АСУ энергосбыта, а также программа подготовки данных для подсистем АСУ, обрабатывающих массивы данных, состоящих из записей фиксированного формата^{/45-48/}.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аниховский В.Е. и др. ОИЯИ, P11-85-975, Дубна, 1985.
2. Гончаков В.С. и др. ОИЯИ, P11-85-172, Дубна, 1985.
3. Галактионов В.В. и др. ОИЯИ, P11-85-335, Дубна, 1985.
4. Говорун Н.Н. и др. ОИЯИ, P11-85-336, Дубна, 1985.
5. Галактионов В.В. и др. ОИЯИ, P10-85-316, Дубна, 1985.
6. Галактионов В.В. и др. ОИЯИ, P10-85-560, Дубна, 1985.
7. Боголюбовская А.А. и др. ОИЯИ, D11-85-791, Дубна, 1985.
8. Gerdt V.P. et al. *Comp.Phys.Comm.*, 1985, 34, p.303.
9. Гердт В.П., Жарков А.Ю. ОИЯИ, D11-85-791, Дубна, 1985.
10. Fedorova R.N., Korniyak V.V. *JINR*, E11-85-164, Dubna, 1985.
11. Рапортиренко А.М. ОИЯИ, P11-85-642, Дубна, 1985.
12. Gerdt V.P. et al. *JINR*, E2-85-59, Dubna, 1985.
13. Gerdt V.P. et al. *JINR*, E2-85-103, E2-85-104, Dubna, 1985.
14. Gerdt V.P. et al. *JINR*, E2-85-738, Dubna, 1985.
15. Gerdt V.P. et al. *JINR*, E4-85-262, E4-85-263, E4-85-264, Dubna, 1985.
16. Баер А. и др. ОИЯИ, P11-85-314, Дубна, 1985.
17. Алексеева Н.П., Кирилов А.С. ОИЯИ, P10-85-442, P10-85-455, Дубна, 1985.
18. Бутцева Г.Л. и др. ОИЯИ, P10-85-171, Дубна, 1985.
19. Брухертзайфер Х., Злоказов В.Б. ОИЯИ, P10-85-333, Дубна, 1985.
20. Лапчик Э.Д. и др. ОИЯИ, 10-85-7, Дубна, 1985.
21. Астахов А.Я. ОИЯИ, P10-85-783, Дубна, 1985.
22. Комов Г.М., Сороко Л.М. ОИЯИ, P13-85-242, Дубна, 1985.
23. Балгансурен Я. и др. ОИЯИ, 10-85-510, P10-85-56, Дубна, 1985.
24. Багинян С.А., Мороз В.И. ОИЯИ, P10-85-289, Дубна, 1985.
25. Астапов А.А. и др. ОИЯИ, P5-85-492, Дубна, 1985.
26. Dvurečenskij A. *JINR*, E5-85-669, E5-85-158, Dubna, 1985.
27. Кожевников Ю.А. ОИЯИ, 13-85-697, Дубна, 1985.
28. Ажгирей Л.С. и др. ОИЯИ, P1-85-749, Дубна, 1985.
29. Барашенков В.С. ОИЯИ, P2-85-26, Дубна, 1985.
30. Барашенков В.С. и др. P2-85-46, P2-85-305, P2-85-135, Дубна, 1985.
31. Efremov A.V. *JINR*, E2-85-537, Dubna, 1985.
32. Егоров А.В. и др. ОИЯИ, P11-85-371, Дубна, 1985.

33. Жидков Е.П., Панова Е.Ю. ОИЯИ, 5-85-178, Дубна, 1985.
34. Жидков Е.П. и др. ОИЯИ, P11-85-465, P9-85-915, Дубна, 1985.
35. Мырзакулов Р. и др. ОИЯИ, P5-85-317, Дубна, 1985.
36. Маханьков В.Г. и др. ОИЯИ, P5-85-561, P5-85-562, Дубна, 1985.
37. Маханьков В.Г., Пашаев О.К. ОИЯИ, P17-85-565, Дубна, 1985.
38. Gocheva A.D. et al. Phys.Lett.B, 1985, 153, 6, p.349.
39. Меньшиков Л.И. и др. ОИЯИ, P4-85-555, Дубна, 1985.
40. Касчиев М.С., Гусев В.В. ОИЯИ, P4-85-758, Дубна, 1985.
41. Бояджиев Т. и др. ОИЯИ, P11-85-807, Дубна, 1985.
42. Амирханов И.В. и др. ОИЯИ, P11-85-445, Дубна, 1985.
43. Говорун Н.Н. и др. ОИЯИ, 10-85-229, Дубна, 1985.
44. Ершов А.М. и др. ОИЯИ, P10-85-686, P10-85-688, Дубна, 1985.
45. Бородюк В.П., Шкунденков В.Н. ОИЯИ, P10-85-744, Дубна, 1985.
46. Кислинг Х. и др. ОИЯИ, P10-85-550, Дубна, 1985.
47. Мазный Г.Л. ОИЯИ, P10-85-174, Дубна, 1985.
48. Бабаев А. и др. ОИЯИ, P11-85-448, Дубна, 1985.

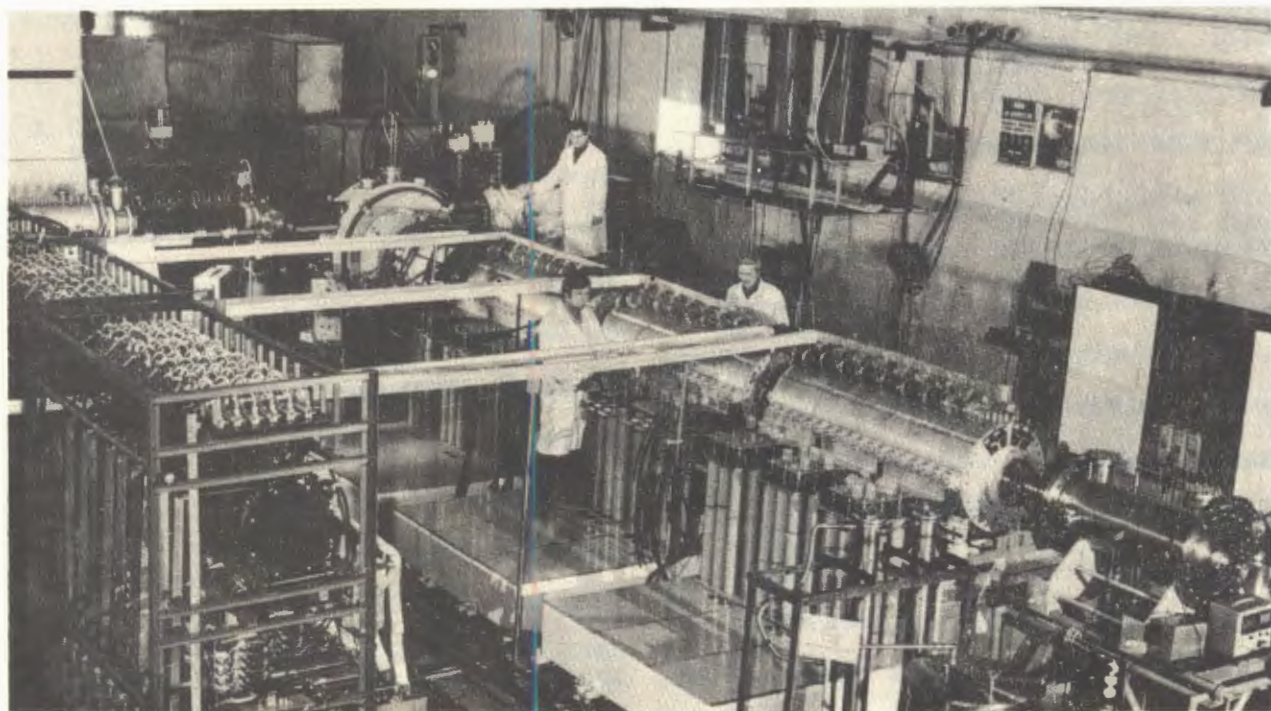
ОТДЕЛ НОВЫХ МЕТОДОВ УСКОРЕНИЯ

Основные усилия коллектива Отдела новых методов ускорения были направлены на реализацию программы создания ускорителя-инжектора тяжелых ионов, основанного на коллективном методе ускорения (проект КУТИ-20); на развитие методики координатных детекторов и на завершение создания комплекса дрейфовых камер для установки "Нейтринный детектор"; на работы, связанные с созданием ускорительно-накопительного комплекса ИФВЭ.

РАБОТЫ ПО КОЛЛЕКТИВНОМУ МЕТОДУ УСКОРЕНИЯ

КУТИ-20

Ускоряющая система электронно-ионных колец (ЛУЭК-20) в коллективном ускорителе основана на индукционном способе ускорения и содержит в себе фактически две системы. Первая обеспечивает продольное однородное магнитное поле с $B_z \approx 1,3 \text{ Т}$



Общий вид первой очереди КУТИ-20.

и позволяет поддерживать радиус колец постоянным. Вторая обеспечивает импульсное ускоряющее электрическое поле с амплитудой до 10 кВ/см. Ускоряющая система собирается из специально разработанных секций длиной 1,8 м, создающих индукционное продольное ускоряющее поле. Внутри секций вмонтирована система катушек, обеспечивающих требуемое магнитное поле. Секции соединяются переходными камерами, в которых располагаются устройства вакуумной откачки и диагностики электронно-ионных колец.

Магнитная система состоит из катушек, расположенных в индукторах ускоряющих секций (72 катушки в каждой секции), и катушек согласования в переходных камерах (6 пар катушек в каждой камере). Кроме того, имеется переходный участок, согласующий магнитное поле выводного соленоида адгезатора с полем первой ускоряющей секции, содержащей 8 пар катушек. Магнитная система изготавливалась с высокой точностью, так, среднеквадратичная относительная ошибка токов в катушках не должна превышать $4 \cdot 10^{-3}$, а в геометрических размерах катушек и расстояниях между ними — $10^{-2} / 1$. Конструкция магнитной системы позволяет сформировать ведущее магнитное поле с вариацией относительного градиента $\frac{1}{B_z} \frac{\partial B_z}{\partial z} \leq 2 \cdot 10^{-3} \text{ см}^{-1}$. В таких ус-

ловиях возможно устойчивое ускорение электронно-ионных колец. Система запитки катушек ведущего магнитного поля — импульсная, с рекуперацией энергии.

Система, создающая индукционное электрическое поле, состоит из 36 сердечников в каждой секции, намотанных из пермаллоевой ленты. Первичная обмотка сердечников питается мощными импульсными генераторами, в которых в качестве коммутатора используется тиратрон ТГИ-2500/50, работающий в режиме с заземленной сеткой, что позволяет коммутировать ток с амплитудой до 30 кА и иметь среднюю мощность в импульсе порядка сотен мегаватт. Дальнейшее увеличение импульсной мощности осуществляется путем временного сжатия энергии с помощью специальных нелинейных последовательных магнитных цепей сжатия. Впервые такой импульсный генератор применен на ускорителях СИЛУНД-2 и СИЛУНД-20. Генератор способен развивать ток с амплитудой до 100 кА при напряжении 50 кВ и обеспечивает питание одной секции. Нестабильность и пульсации на плато импульса ускоряющего напряжения не превышают 1%.

Первая очередь ЛУЭК-20 состоит из трех секций (рис.1). Магнитное поле в ней измерялось с помощью разработанной авто-

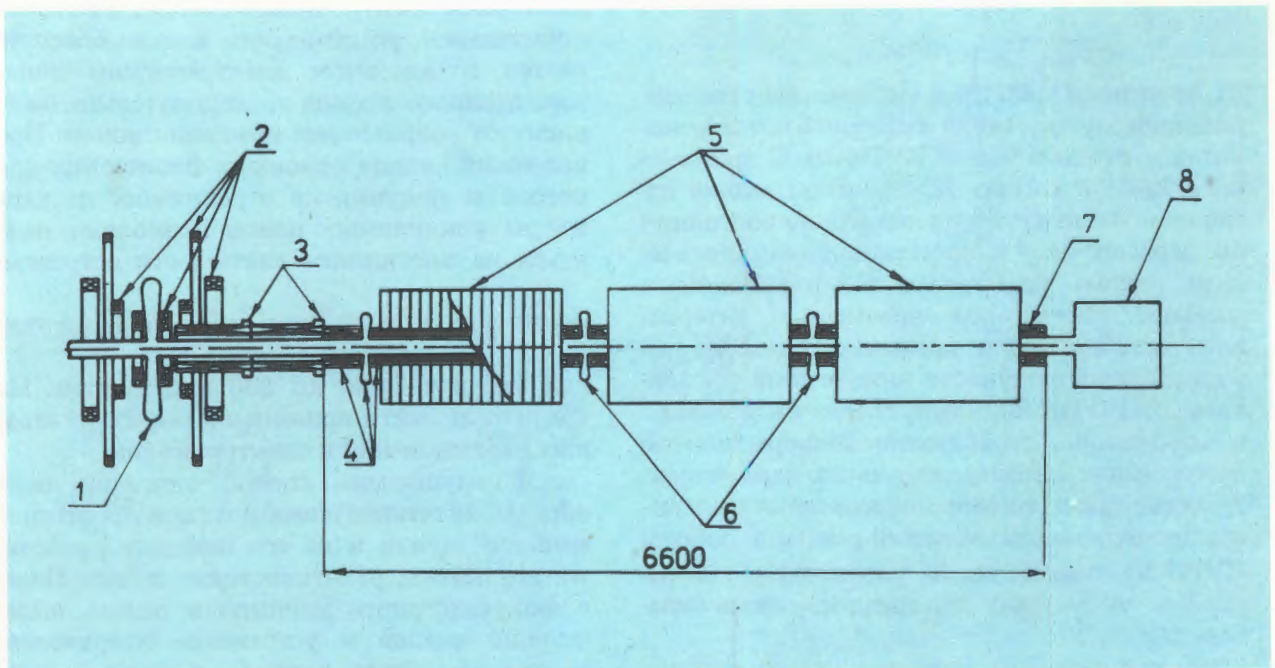


Рис.1. Структурная схема первой очереди ЛУЭК-20: 1 — камера адгезатора, 2 — катушки магнитного поля адгезатора, 3 — двухсекционный соленоид предварительного ускорения, 4 — переходный участок, 5 — индукционные ускоряющие секции, 6 — переходные камеры, 7 — согласующий соленоид, 8 — диагностическая камера.

материзованной системы, выполненной на основе микропроцессорной системы МИКАМ и магнитометра Холла МИХ-2М^{/2/}. Измерения показали, что ведущее магнитное поле в первой очереди ЛУЭК-20 соответствует проектным параметрам (рис.2).

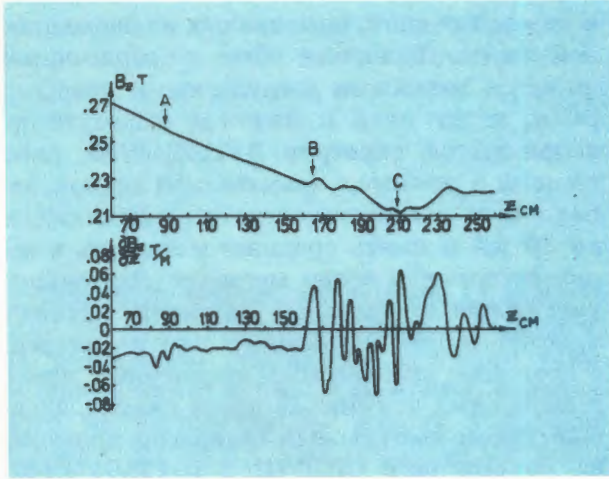


Рис.2. Индукция ведущего магнитного поля B_z и градиент поля $\frac{\partial B_z}{\partial z}$, измеренные в районе переходного участка. А — начало второго соленоида со спадающим полем; В — начало переходного участка; С — начало первой ускоряющей секции ЛУЭК-20. Измерения проводились на уровне 20% от номинального поля.

Введена в действие система автоматизированного управления головной части ускорителя тяжелых ионов КУТИ-20. С применением ЭВМ и микро-ЭВМ решены задачи измерения 66 параметров, контроля состояния 46 параметров, синхронизации технологических систем ускорителя (56 управляемых каналов генераторов временных интервалов), стабилизации временного положения ускоряющих импульсов пяти секций ускорителя СИЛУНД-20, импульсов инфлектора и корректора, отображения информации об измеряемых и контролируемых параметрах. В состав программного обеспечения включены процедуры оптимизации режимов работы КУТИ-20 посредством управления генераторами временных интервалов синхронизатора КУТИ-20^{/3/}.

Разработана и реализована аппаратура стабилизации зарядных напряжений мощных технологических устройств. Система состоит из 14 автономных каналов, управляющих и стабилизирующих с точностью 0,1% заряд-

ные напряжения на всех основных устройствах. Автоматизированное управление всей системой осуществляется микропроцессорным контроллером КМ 011 со специально разработанным программным обеспечением^{/4/}.

Созданы и введены в эксплуатацию три автоматизированных рабочих места экспериментатора на базе периферийных ЭВМ "Электроника-60", ориентированных на решение задач диагностики электронных и ионных пучков и синхротронного излучения.

Проведена наладка первой очереди ЛУЭК-20 с пучком. Радиус электронных колец в ЛУЭК-20 (4,5±5) см соответствует проектным значениям и уровню магнитного поля. Зафиксировано ускорение электронных колец в электрическом поле ЛУЭК-20. Измерение скорости электронных колец проводилось по времяпролетной методике с использованием синхротронного излучения электронов. Величина ускоряющего напряжения 1,6 МВ на секцию.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ

Указан принципиально новый способ ускорения встречных ионных пучков в сжимающихся электронных кольцах, в котором орбитальная устойчивость ионов обеспечивается в основном электрическим полем электронного кольца и, следовательно, не зависит от направления вращения ионов. Проведенный анализ основных физических процессов и полученные ограничения на параметры ускоряемых ионов позволяют надеяться на достижение светимости встречных ионных пучков $10^{30} \text{ см}^{-2} \text{ с}^{-1}$ в области энер-

гий столкновений до 200 кэВ/нуклон. Метод может найти применение в физике атомных столкновений и спектроскопии^{/5/}.

Сформулирован способ описания ламинарных релятивистских потоков пространственного заряда и на его основе разработан метод синтеза релятивистских пушек Пирса с фокусирующим магнитным полем, включающий анализ и устранение сферических aberrаций путем подбора формы эмитирующей поверхности^{/6/}. Эта работа актуальна в связи с созданием электронных источников с малым эмиттансом пучка для линейных индукционных ускорителей, кото-

рые используются в коллективных ускорителях ионов электронными кольцами, в импульсных реакторах, для генерации электромагнитного излучения.

НОВЫЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ РАЗРАБОТКИ

ИССЛЕДОВАНИЕ НА УСТАНОВКЕ "АНОМАЛОН" ВТОРИЧНЫХ ЯДЕР С ВНУТРЕННЕЙ МИШЕНИ СИНХРОФАЗОТРОНА

При релятивистских энергиях фрагменты ядра-снаряда сосредоточены в узком угловом конусе в направлении импульса родительского ядра и имеют скорость, близкую к его скорости. Это обстоятельство открывает уникальную возможность по формированию пучков нестабильных (в том числе экзотических) ядер и исследованию их свойств (сечения взаимодействия, электрические и магнитные моменты, спектры переходов и др.).

В 1984 году конфигурация установки "Аномалон" была изменена (рис.3) с целью исследования фрагментов ядер, образованных во внутренней мишени синхрофазотрона. Транспортировка вторичных ядер на установку осуществлялась с помощью магнитной оптики канала медленного вывода. Фрагменты релятивистских ядер, образовавшиеся при взаимодействии первичного пучка с мишенью, проходят в магнитном поле ускорителя около 18 м. Магнитное поле синхрофазотрона в этом эксперименте используется как прецизионный магнитный спектрометр с разрешением по импульсу $\sim 10^{-3}$ для точного измерения величины $\sqrt{\gamma^2 - 1} \cdot (A/Z)$, где γ — релятивистский фактор, а Z и A — заряд и массовое число фрагмента. Поскольку при фрагментации ядра-снаряда скорость, а следовательно, и $\sqrt{\gamma^2 - 1}$ практически не меняются, магнитный сепаратор, по существу, разделяет фрагменты по изотопному составу (по величине A/Z).

Состав вторичных пучков, образованных из ^{19}F в трех различных режимах работы ускорителя, рассчитанных на вывод изотопов

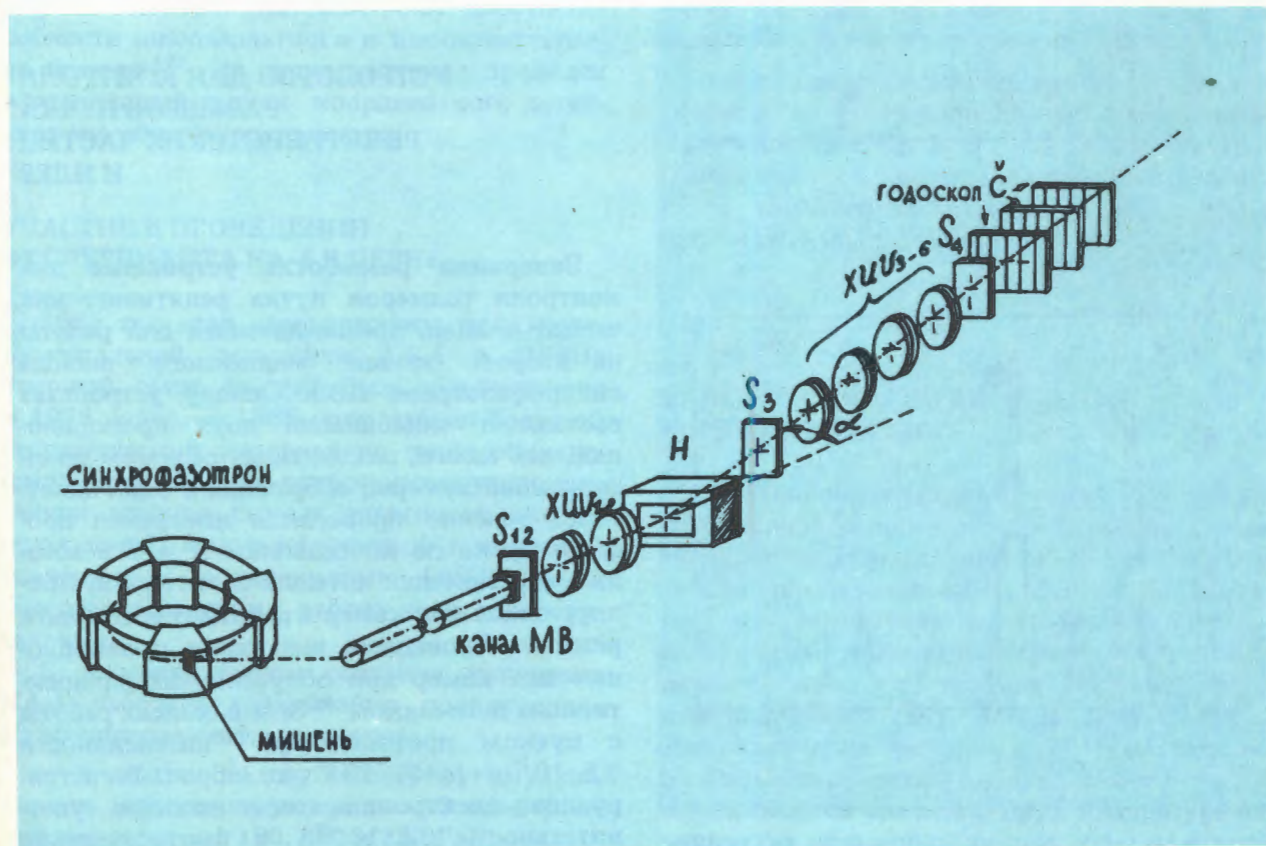


Рис.3. Конфигурация установки "Аномалон" в опыте по исследованию вторичных ядер, образованных во внутренней мишени синхрофазотрона; S_{1-4} — сцинтилляционные счетчики, С — три годоскопические плоскости черенковских счетчиков, XUV_{1-6} — трехкоординатные пропорциональные камеры.

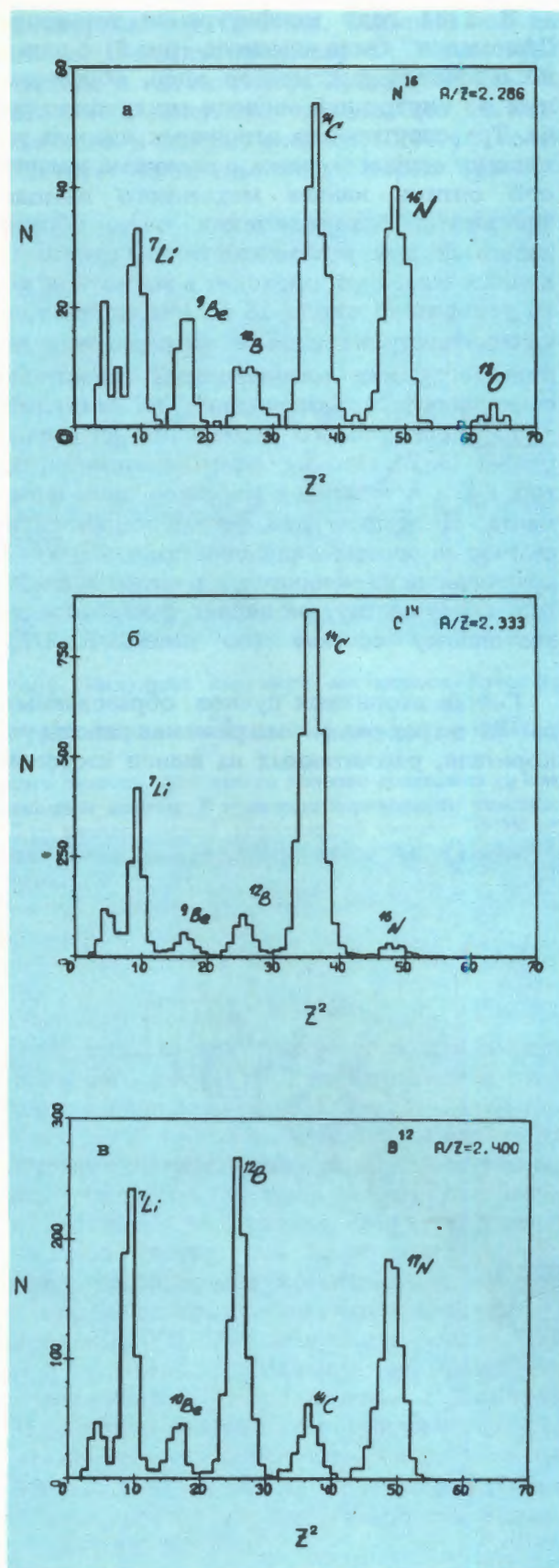


Рис.4. Распределение сигналов от фрагментов ^{19}F , зарегистрированных установкой "Аномалон" в режиме вывода, по квадрату их заряда: а) ^{16}N , б) ^{14}C , в) ^{12}B .

азота ^{16}N , углерода ^{14}C и бора ^{12}B , приведен на рис.4. Примесь соседних изотопов в пучке, рассчитанном на определенный нуклид, оказывается незначительной. Это особенно хорошо видно на примере изотопов азота ^{16}N (рис.4а) и ^{17}N (режим вывода ^{17}N близок к режиму вывода ^{12}B , рис.4в). В режиме, промежуточном между этими двумя (рис.4б), в которых могут выводиться "хвосты" в импульсных распределениях обоих изотопов азота, выход фрагментов азота мал.

Характерная величина потока вторичных ядер в канале медленного вывода составляет для углерода $^{14}\text{C} \sim 5 \cdot 10^{-6}$ от интенсивности внутреннего пучка в ускорителе.

Исследование свойств вторичных ядер, образованных на внутренней мишени синхрофазотрона, позволило измерить импульсное распределение фрагментов ядра-снаряда, дать оценку сечения зарядово-обменной реакции $^{19}\text{F} + \text{ядро} \rightarrow ^{19}\text{O} + \text{X}$ и верхней границы образования ядер с дробным зарядом ($Z = 7,7$).

УСТРОЙСТВО ДЛЯ КОНТРОЛЯ РАЗМЕРОВ ПУЧКА РЕЛЯТИВИСТСКИХ ЧАСТИЦ И ЯДЕР

Завершена разработка устройства для контроля размеров пучка релятивистских частиц и ядер, предназначенная для работы на втором канале медленного вывода синхрофазотрона ЛВЭ. Основу устройства составляет комбинация двух пропорциональных камер, разделенных объемом ионизационной камеры, собранных в один пакет. Одновременно проводятся измерения профиля пучка по координатам X и Y и абсолютного значения интенсивности пучка. Пропорциональные камеры работают в токовом режиме. Проведены испытания пропорциональных камер при облучении их радиоактивным источником ^{90}Sr и в сеансах работы с пучком протонов при интенсивности $0,5 \cdot 10^9$ и $(4 \div 5) \cdot 10^9$ част./сброс. Регистрирующая электроника имеет входную чувствительность $0,5 \cdot 10^{-9}\text{A}$ и быстродействие ≤ 10 мс, что позволяет проводить измерение профиля пучка несколько раз за цикл ускорения.

Электроника сопряжена с диалого-вычислительным комплексом ДВК-1, оснащенным достаточным пакетом программ, позволяющим автономную работу всего устройства, запись данных на диск и обработку экспериментальных данных^{/7/}.

УЧАСТИЕ В СОЗДАНИИ УСТАНОВКИ "НЕЙТРИННЫЙ ДЕТЕКТОР"

Закончено изготовление всех 120 серийных дрейфовых камер, 40 из которых смонтированы на нейтринном канале в рамных магнитах мишенной части установки "Нейтринный детектор", а ранее 36 камер — в мюонном спектрометре. Создана электроника регистрации и считывания информации с дрейфовых камер, состоящая из 48 блоков измерения времени дрейфа, 192 блоков регистрации номера канала, 8 блоков быстрых размножителей, 4 блоков управляемого генератора, 928 плат усилителей-формирователей. Таким образом, общий объем электроники составляет 3072 регистрирующих канала. Кроме того, созданы системы: высоковольтного питания дрейфовых камер, низковольтного питания камерной электроники, контроля работоспособности низковольтного и высоковольтного питания^{/8/}. На пучке нейтрино проведен комплексный запуск координатного детектора мюонного спектрометра.

УЧАСТИЕ В ПРОВЕДЕНИИ ЭКСПЕРИМЕНТА NA-4 В ЦЕРНе

1985 год стал завершающим для экспериментальной установки NA-4 в ЦЕРНе (первый сеанс на ней был проведен еще в 1978 году). В 1985 году набран большой статистический материал по программе исследования процесса глубоконеупругого рассеяния мюонов разных энергий на жидководородной, жидкодейтериевой и железной мишенях, а сотрудниками ОИЯИ была обеспечена надежная работа всех узлов установки.

С момента своего создания установка NA-4 работала чрезвычайно плодотворно. На магнитные ленты записано:

— в опытах по глубоконеупругому рассеянию мюонов на углероде 40 млн. событий при энергиях 120, 200 и 280 ГэВ;

— в опытах по измерению параметра В-асимметрии 10 млн. событий при энергиях 120 и 200 ГэВ;

— в опытах по измерению ядерных эффектов глубоконеупругого рассеяния мюонов на мишенях (H_2 , D_2 , N_2 , Fe) 2,4 млн. событий при энергиях 100, 120 и 200 ГэВ;

— в опытах по рассеянию на жидководородной мишени 16 млн. событий при энергии 280 ГэВ.

За время работы установки NA-4 сотрудниками ОИЯИ накоплен богатейший опыт работы на одной из крупнейших экспериментальных установок мира. Созданная аппаратура эффективно работала большую часть времени при интенсивности пучка мюонов $(5 \pm 6) \cdot 10^7$ част./сброс. При этом

— среднее число отказов электроники составило 20 из 60000 каналов за 2 месяца непрерывной работы;

— среднее число обрывов сигнальных проволок в камерах составило 3 из 110000 за год работы установки;

— средняя эффективность 160 пропорциональных камер тороидального спектрометра за все годы работы была на уровне $(98 \pm 1)\%$;

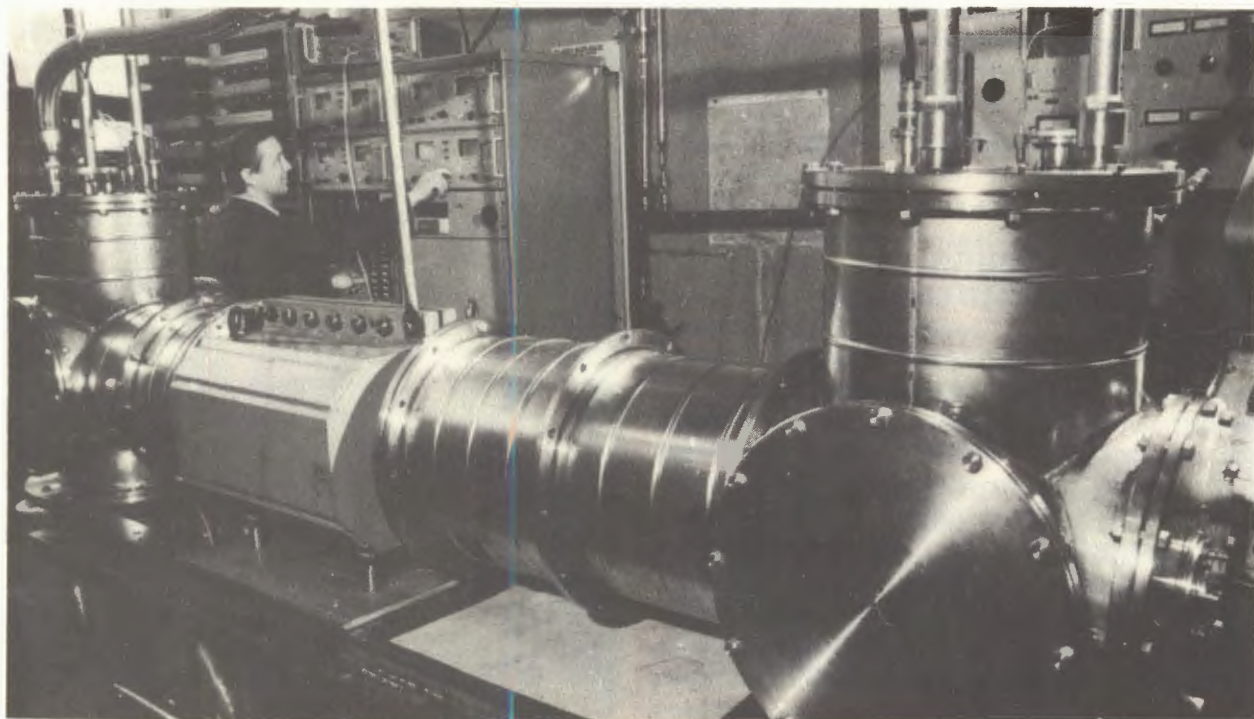
— средняя эффективность 5 гексагональных камер фронтального спектрометра была на уровне $(95 \pm 1)\%$;

— достигнутая точность юстировки 160 пропорциональных камер тороидального спектрометра была на уровне $\pm 0,2$ мм.

Установлено также, что пространственное разрешение пропорциональных камер, прослоенных железными дисками магнита, ухудшается на 20% по сравнению с геометрическим разрешением камеры, определяемым шагом сигнальных проволок

РАБОТЫ, СВЯЗАННЫЕ С СОЗДАНИЕМ УНК

Завершено создание ВЧ-генератора первой очереди станции перегруппировки пучка протонного синхротрона У-70 на частоту ускоряющего поля УНК (200 МГц). ВЧ-генератор, обеспечивающий квазинепрерывный режим работы, построен на базе окончных каскадов типовой телевизионной станции ТВ-50/15-III мощностью 25 кВт. Для получения мощности 100 кВт использовано четыре таких каскада. Их мощности складываются сначала в двух квадратурных мостах на связанных линиях и затем в волноводном мосте. Предварительный ВЧ-тракт изготовлен на базе полуккомплекта передатчика изображения указанной станции. Про-



Криогенный комплекс, предназначенный для проведения исследований характеристик двухфазных потоков гелия применительно к задачам УНК.

граммирование амплитуды и частоты ускоряющего напряжения и синхронизации работы станции перегруппировки пучка с циклом ускорения У-70 осуществляются системой маломощной электроники, включающей задающий генератор, систему обратной связи по пучку и систему синхронизации^{/10/}.

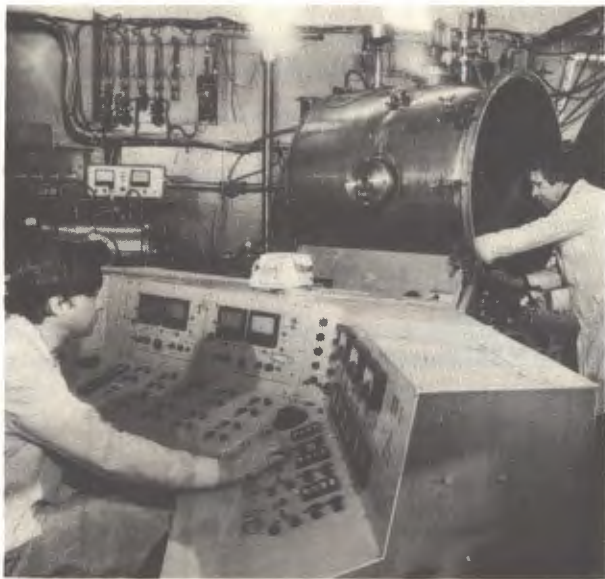
Проведен монтаж ВЧ-генератора на синхротроне У-70 и наладка его систем в составе оборудования первой очереди станции перегруппировки пучка. В итоге по волноводному тракту длиной 140 м осуществлена передача ВЧ-мощности 100 кВт к резонаторной ускоряющей системе, расположенной в рабочей зоне на кольце ускорителя. Выполнен главный этап в создании системы, имеющей важное значение для реализации программы подготовки У-70 к работе в качестве инжектора УНК.

РАБОТЫ ПО ДВУХФАЗНОМУ ГЕЛИЮ

Проведенный анализ экспериментальных данных, полученных на криогенных стендах, позволил завершить цикл исследований характеристик горизонтальных каналов различной геометрии при вынужденном течении

двухфазного гелия (в широком диапазоне его термодинамических состояний) при условиях, близких к адиабатным. На основе этих данных разработаны рекомендации по созданию системы криогенного обеспечения магнитов УНК с использованием двухфазных потоков гелия.

Для исследования закономерностей теплопередачи к потокам гелия (в том числе двухфазным) при импульсных тепловых нагрузках создан экспериментальный стенд тепловой модели сверхпроводящего магнита, в котором тепловыделяющий элемент из тонкой углеродной пленки, имитирующий работу сверхпроводящей обмотки магнитов в условиях импульсного разогрева, является одновременно и малоинерционным нагревателем с постоянной времени менее 1 мкс, и измерителем температуры поверхности с чувствительностью 1600 Ом/К. Тепловыделяющий элемент помещен в горизонтальный прокачной криостат с азотным и гелиевым тепловыми экранами. Для проведения экспериментов разработано электронное оборудование, основным элементом которого служит усилитель мощности, выполненный в стандарте КАМАК и работающий в двух режимах стабилизации — напряжения и мощности. Передний и задний фронты импульсов



Напылительная камера для создания тонкопленочных устройств.

не превышают 10 мкс. Измерения проводятся на линии с ЭВМ MERA-60/45^{/11/}.

Результаты первых исследований (рис.5) показали, что при прочих равных условиях коэффициент теплоотдачи α в нестационарном режиме значительно выше по сравнению со стационарными значениями ($t \geq 1$ мин).

Особенно это существенно на начальных стадиях процесса для относительно больших

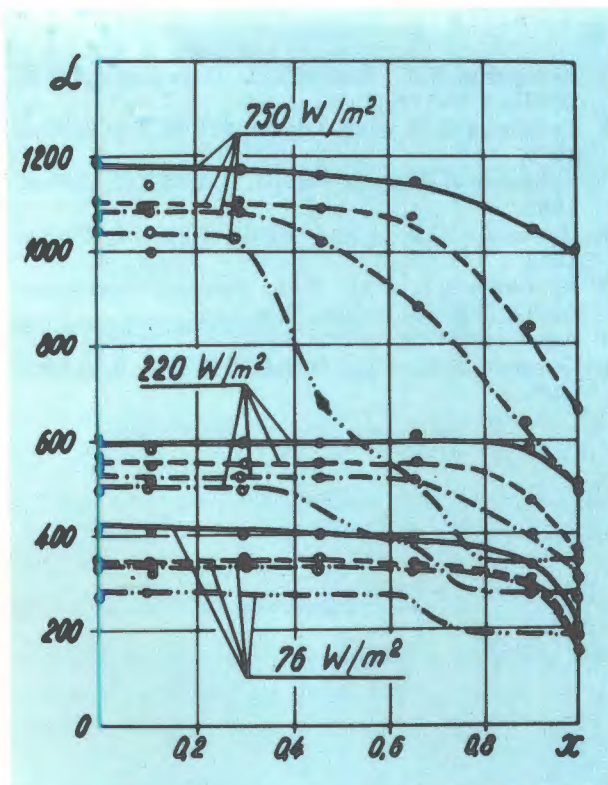
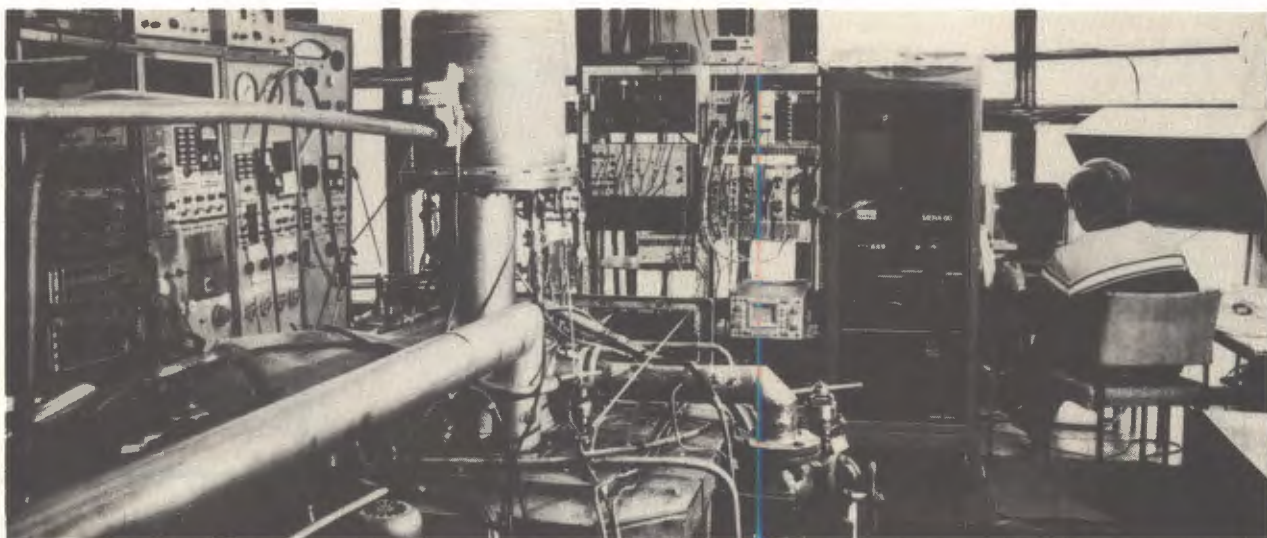


Рис.5. Зависимость коэффициента теплоотдачи α от массового расходного паросодержания x гелия при различных значениях времени t и удельных тепловых потоках q ($P = 1,25 \cdot 10^5$ Па; $m = 37$ кг/м² с).
 — $t = 40$ мкс, $t = 1$ мс, -.-.- $t = 8$ мс,
 ---- $t > 1$ мин.

значений удельных тепловых потоков и массовых расходных паросодержаний^{/12/}.



Автоматизированная система сбора и обработки экспериментальных данных, получаемых на криогенном стенде.

ЛИТЕРАТУРА

1. Казаринов Н.Ю., Казаха В.И., Перельштейн Э.А. ОИЯИ, 9-85-176, Дубна, 1985.
2. Глейбман Э.М. и др. ОИЯИ, P10-85-891, Дубна, 1985.
3. Дубовик Л.В. и др. ОИЯИ, P10-85-247, Дубна, 1985.
4. Долбилов Г.В. и др. ОИЯИ, 9-85-424, Дубна, 1985.
5. Кузнецов И.В. и др. В сб.: Краткие сообщения ОИЯИ, №10-85, Дубна, 1985, с.62.
6. Алексахин Ю.И. ОИЯИ, P9-85-941, Дубна, 1985.
7. Семенов Б.Ю. и др. ОИЯИ, P13-85-913, Дубна, 1985.
8. Голутвин И.А. и др. В сб.: Аннотации докладов XII Международного симпозиума по ядерной электронике. ОИЯИ, D13-85-359, Дубна, 1985, с.21.
9. Bari G. et al. CERN Report, CERN-EP/85-132, Geneva, 1985.
10. Васильев В.А. и др. В сб.: Труды Девятого Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц. ОИЯИ, Дубна, 1985, т.2, с.384.
11. Инкин В.Д., Минашкин В.Ф., Филиппов Ю.П. ОИЯИ, 8-85-756, Дубна, 1985.
12. Микляев В.М. и др. Советско-Западногерманский симпозиум "Теплообмен в криогенных системах". АН УССР, Харьков, 1985, с.37.

**ОБЩЕИНСТИТУТСКИЕ
СЛУЖБЫ**



Отдел радиационной безопасности и радиационных исследований

Работа сотрудников Отдела радиационной безопасности и радиационных исследований в 1985 году была направлена на обеспечение дозиметрического контроля на рабочих местах сотрудников Института и в окружающей среде, разработку и внедрение новых средств контроля, а также на проведение радиационных исследований в области физики защиты и дозиметрии ионизирующих излучений от ядерно-физических установок ОИЯИ.

Дозиметрический контроль осуществлялся на всех действующих ядерно-физических установках ОИЯИ:

— импульсном быстром реакторе ИБР-30, работающем в бустерном и реакторном режимах при средней мощности до 20 кВт;

— импульсном быстром реакторе ИБР-2 при средней мощности 2 МВт,

— синхрофазотроне в режиме ускорения протонов и релятивистских ядер с энергией несколько ГэВ/нуклон,

— фазотроне в режимах наладки и вывода пучка протонов из вакуумной камеры ускорителя,

— циклотронах У-200, У-300 и У-400 в режиме ускорения ионов с энергиями до 13 МэВ/нуклон,

— микротроне МТ-22 на энергию электронов 22 МэВ,

— прототипе КУТИ-20, СИЛУНД-20 и ЛИУ-3000,

— электростатическом генераторе ЭГ-5 в режимах ускорения протонов и гелия-4 до энергии 3 МэВ,

— линейном ускорителе электронов ЛИУ-30 при энергии до 8 МэВ, а также при проведении работ с радиоактивными веществами и другими источниками ионизирующих излучений.

Контроль радиационной обстановки и индивидуальных доз персонала в зонах радиационного воздействия позволил организо-

вать деятельность подразделений Института так, чтобы годовой уровень облучения персонала и населения не превысил ни предельно допустимых доз, ни пределов доз. К концу 1985 года на индивидуальном дозиметрическом контроле (ИДК) в ОИЯИ состояло 2371 человек. Годовая доза облучения сотрудников, работающих в радиационно вредных условиях труда, не превысила 15 мЗв (1,5 бэр), что ниже регламентированной величины. Доза облучения в окружающей среде от ядерно-физических установок Института составляет пренебрежимо малую величину по сравнению с природной дозой радиации; радиоактивность внешней среды в районе расположения ОИЯИ обусловлена наличием в ней естественных радиоактивных элементов, на фоне которых вклад работы установок Института в загрязненность окружающей среды не обнаружен.

В течение 1985 года внедрены в практику дозиметрических измерений на синхрофазотроне ЛВЭ потокомер-дозиметр нейтронов высокой энергии^{/1/} и детекторы следов повреждений с радиаторами из тория, висмута и золота. В практику дозиметрического контроля внедрены альбедодозиметры^{/2/}, термоллюминесцентные детекторы, приборы для контроля радиоактивного йода на выбросе в атмосферу из реакторов ИБР-2 и ИБР-30.

В области радиационных исследований измерены выход и угловое распределение адронов из толстой медной мишени при ее бомбардировке ядрами ^4He и ^{12}C с энергией 3,65 ГэВ/нуклон^{/3/}. Изучены дифференциальные по углу выходы заряженных частиц^{/4/} из толстой свинцовой мишени, облучаемой релятивистскими протонами и ядрами ^{12}C . Получены расчетные и экспериментальные результаты по пространственно-временному распределению мощности дозы от наведенной радиоактивности медной мишени размерами $\phi 100 \times 130$ мм при облуче-

нии ее пучком протонов с энергией 3,65 ГэВ^{1/5}.

Измерен относительный световой выход термолюминесцентных детекторов из фтористого лития ТЛД-100 после облучения протонами с энергией от 2 до 9 МэВ^{1/8}, вы-

полнено сравнение дозиметрических характеристик ТЛД на основе LiF, CaSO₄ и CaF₂ в тефлоне.

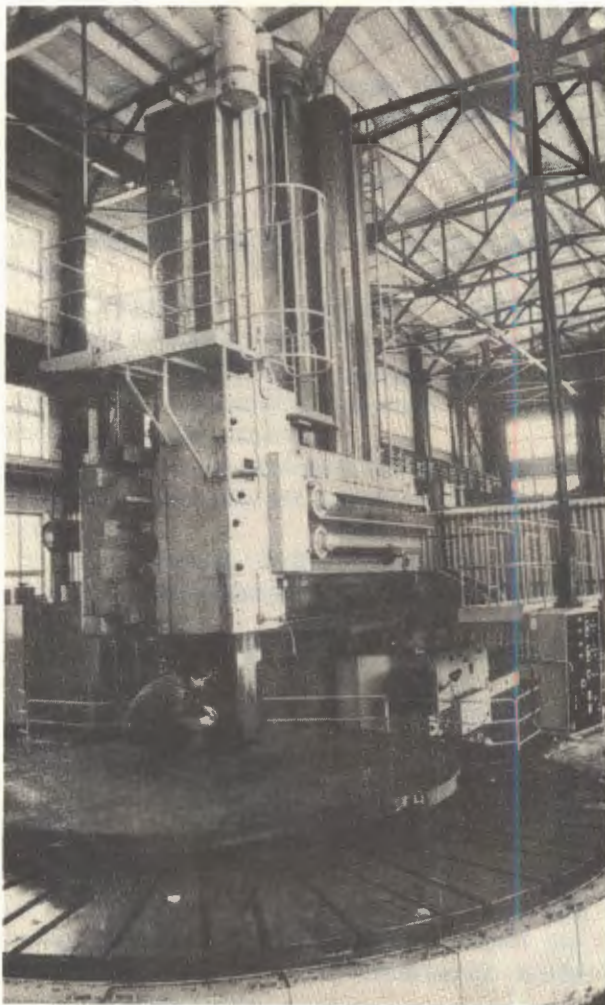
Измерены чувствительности некоторых дозиметров в диапазоне энергий нейтронов от 1 эВ до 4 кэВ и при энергии 14 МэВ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алейников В.Е. и др. ОИЯИ, 16-85-34, Дубна, 1985.
2. Касканов Г.Я. и др. ОИЯИ, 16-84-804, Дубна, 1984.
3. Бамблевский В.П. ОИЯИ, 16-85-35, Дубна, 1985.
4. Крылов А.Р. и др. ОИЯИ, 16-85-347, Дубна, 1985.
5. Астапов А.А., Бамблевский В.П. ОИЯИ, P16-85-435, Дубна, 1985.
6. Schmidt P. et al. JINR, E6-85-536, Dubna, 1985.
7. Касканов Г.Я., Хеннигер Ю. ОИЯИ, 16-85-207, Дубна, 1985.
8. Бучнев В.Н. и др. ОИЯИ, P3-85-428, Дубна, 1985.

Опытное производство

В 1985 году Опытное производство, наряду с завершением изготовления узлов для ряда базовых и экспериментальных установок по заказам лабораторий и подразделений Института, приступило к изготовлению новых, более совершенных и технически сложных установок.



Изготовление вакуумной камеры для У-400М на большом карусельном станке.

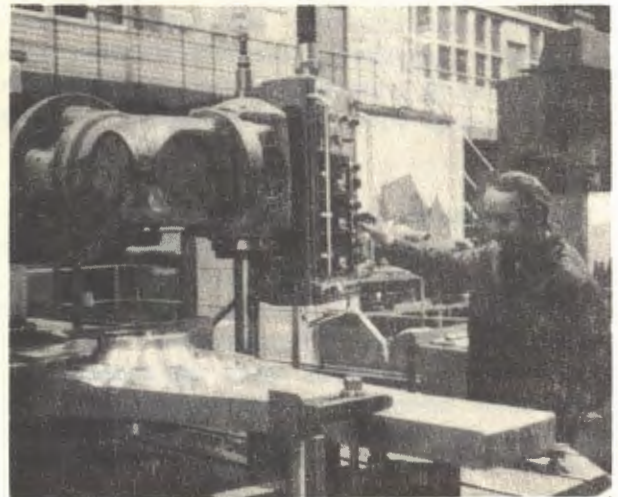
Завершились работы по изготовлению ряда узлов магнитной системы "Нейтринного детектора" для Лаборатории ядерных проблем. Было изготовлено 11 фильтров поглощения и 12 секций обмоток магнита.

Изготовлено устройство сменных мишеней для фазотрона ОИЯИ.

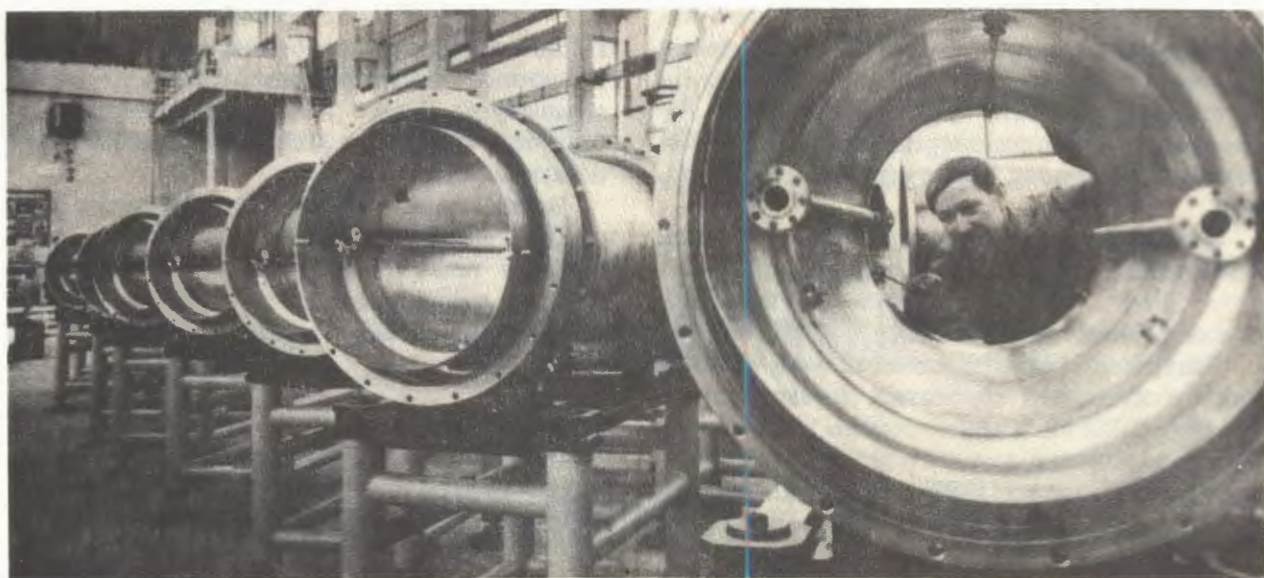
Закончено изготовление узлов установки "Василиса" по заказу Лаборатории ядерных реакций. Изготовлены электромагнит СП-184 и электромагнит микротрона. Продолжалось изготовление узлов для ускорителя У-400 (комплект запасных деталей ионных источников, цилиндров Фарадея с пневмоприводом, вакуумных шиберов Ду150).

Изготовлены последние 10 узлов подвижного отражателя для реактора ИБР-2.

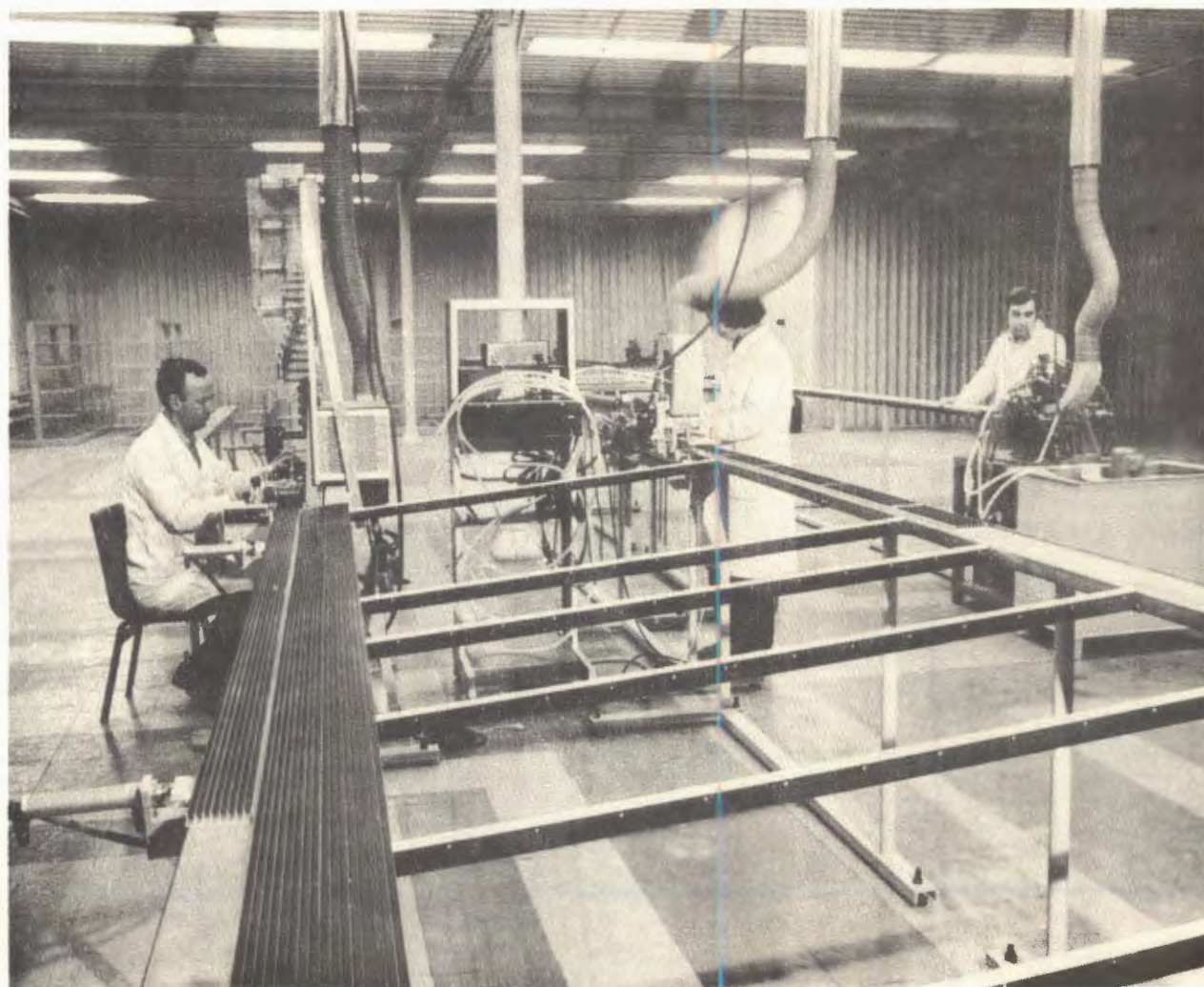
Отдел новых методов ускорения получил 55 больших дрейфовых камер (2x4 м), предназначенных для "Нейтринного детектора", 10 комплектов систем крепления дрейфовых камер, а также 5 ускоряющих секций и 5 стоек импульсной системы питания магнитных полей ЛУЭК-20.



Изготовление одного из узлов нового подвижного отражателя для ИБР-2.



Вакуумно-криостатные модули "Нуклотрона".



Участок изготовления стримерных трубок для адронного калориметра установки ДЕЛФИ.

Проведена большая техническая и организационная работа по освоению технологии и начато серийное изготовление криостатов дипольного магнита "Нуклотрона" для Лаборатории высоких энергий, в 1985 г. лаборатория получила 16 комплектов криостатов.

Завершена, в основном, технологическая подготовка и начато изготовление ярма магнита ДЦ-1 (ЛЯП), остова магнита Е8В и вакуумной камеры для У-400М (ЛЯР).

Завершены работы по созданию участка для изготовления трубчатых детекторов установки ДЕЛФИ. Смонтировано и опробовано оборудование для изготовления детекторов, полученное из ЦЕРНа. Получены первые полномасштабные образцы детекторов.

В 1985 году лаборатории и подразделения Института получили более 500 различных источников питания для радиоэлектронной аппаратуры, более 1640 радиоэлектронных блоков в стандарте КАМАК, более 5000 дм² печатных плат.

Завершились работы по модернизации участка печатных плат и началось освоение базовой технологии изготовления печатных плат по позитивному методу на всем комплексе технологических операций.

Принята в промышленную эксплуатацию подсистема АСУ "Снабжение".

Начата опытная эксплуатация диспетчерского пульта для оперативного планирования и диспетчеризации производства.

**МЕЖДУНАРОДНЫЕ
СВЯЗИ
И НАУЧНОЕ
СОТРУДНИЧЕСТВО**



МЕЖДУНАРОДНЫЕ СВЯЗИ И НАУЧНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО

Международное научно-техническое сотрудничество ОИЯИ имеет большое значение для выполнения программы научно-исследовательских работ Института, предусмотренной проблемно-тематическим планом.

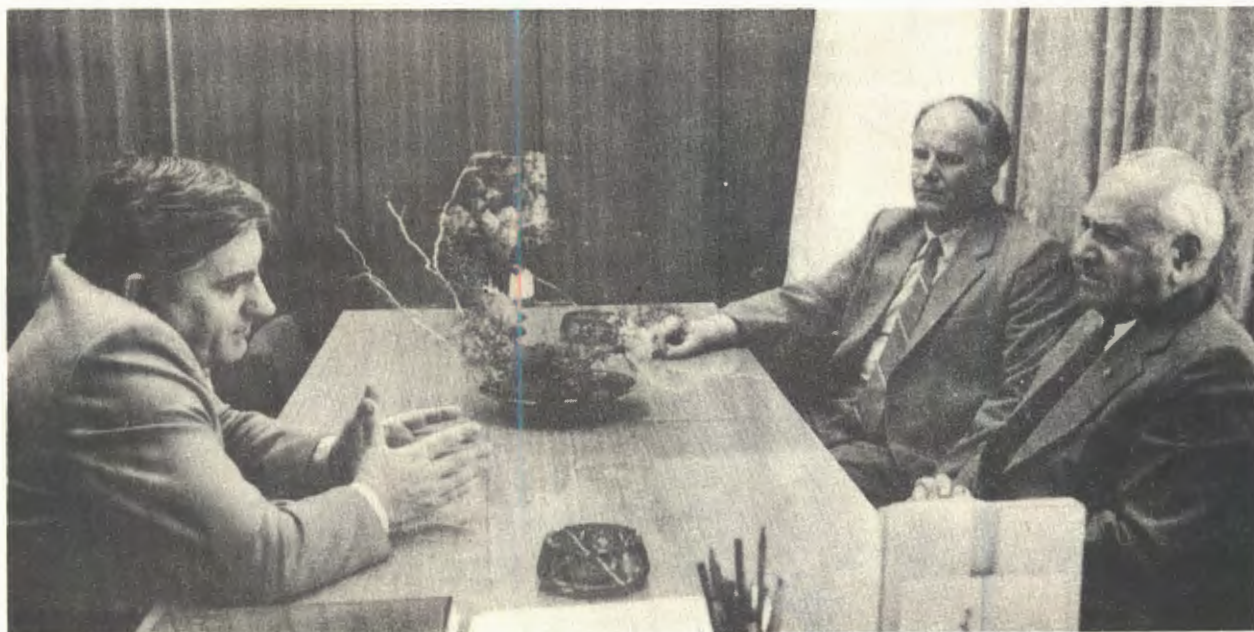
Основные итоги 1985 года по международному научно-техническому сотрудничеству:

— проведены совместные исследования по 109 темам с научными центрами стран-участниц и 19 темам с международными и национальными организациями других стран;

— по вопросам научно-технического сотрудничества и для участия в научных совещаниях в страны-участницы (кроме СССР) командировано 600 специалистов, в другие страны — 48 специалистов ОИЯИ;

— для выполнения совместных работ, обмена опытом и консультаций из стран-участниц принято более 2000 специалистов, из научных центров других стран и международных организаций — 146 специалистов;

— проведены 5 крупных международных конференций, а также 44 научных и научно-организационных совещания.



Обсуждение вопросов международного научно-технического сотрудничества между ПНР и СССР в рамках ОИЯИ ведут председатель Государственного агентства по атомной энергии ПНР М.Совински, начальник главного управления Государственного комитета по использованию атомной энергии СССР А.А.Васильев и председатель ГКАЭ СССР А.М.Петросьянц.

СОТРУДНИЧЕСТВО С НАУЧНЫМИ ЦЕНТРАМИ СТРАН-УЧАСТНИЦ ОИЯИ

Научная программа ОИЯИ выполняется в рамках широкого международного сотрудничества, и в первую очередь — с более чем 350 научными организациями стран-участниц. Этим в значительной степени обусловлены успехи Института в 1985 году в области теоретической и экспериментальной физики, в развитии ускорительной и вычислительной техники, научно-прикладных исследований.

Активное научно-техническое сотрудничество осуществляется с институтами Советского Союза, в частности, с Институтом физики высоких энергий (Протвино). В 1985 г. в ИФВЭ работали экспериментальные установки ОИЯИ: БИС-2, "Гиперон", "Поляриметр-2", "Позитроний-2", СКА, СИГМА-АЯКС. Они работали на пучках ускорителя У-70 около 40% времени, выделяемого на научную программу. В соответствии с проблемно-тематическим планом в ИФВЭ смонтирована новая крупная физическая установка — магнитный искровой спектрометр МИС-2. Проведен первый пусконаладочный сеанс. Были продолжены работы по монтажу и комплексной наладке установки "Нейтронный детектор", а также выполнялись исследования и разработки по оптимизации некоторых систем УНК.

Лаборатория теоретической физики. Два отдела этой лаборатории — отдел теории элементарных частиц и отдел теории атомного ядра и конденсированных сред — проводят свои исследования в тесном контакте с учеными из стран-участниц Института. Международное сотрудничество отразилось в 12 пунктах, в том числе 3 общеинститутских, научно-тематического плана лаборатории, которые объединяют усилия около 200 ученых. Это физики из ведущих научных центров НРБ, ВНР, СРВ, ГДР, Республики Куба, МНР, ПНР, СРР, СССР и ЧССР.

Совместно с учеными НРБ продолжены исследования расширенных суперсимметрий на основе введенного в ОИЯИ метода гармонического суперпространства. Проведены исследования фазовой структуры хиггс-калибровочных теорий на решетке с различными группами симметрии, а также ряда проблем квантовой теории поля, в частности, теории поля с фундаментальной длиной. Найдены оценки изменения потока энергии гравитационной волны от кристал-

лического излучателя для различных вариантов теории. Рассчитаны уровни энергии частицы, взаимодействующей с квантовым бозонным полем. Описана процедура квантования поля в окрестности нетривиального классического решения в четырехмерном пространстве.

Исследовалась структура состояний сферических и деформированных ядер. Усовершенствована программа по расчету фрагментации простых компонент волновых функций сферических ядер, создана программа для вычисления энергии и структуры состояний 0^+ с учетом двухфононных конфигураций, что позволило сократить время расчетов на ЭВМ примерно на 100 часов.

Ученые ВНР участвуют в работах по проблемам солнечных нейтрино в свете гипотезы нейтринных осцилляций.

Активное сотрудничество проводит ЛТФ с учеными ГДР. Изучены модели квантовой теории поля, различные проблемы математической физики, исследованы электрослабые поправки к электрон-позитронной аннигиляции. Получены новые теоретические результаты по оценке роли обменных токов в объяснении подавления магнитного дипольного резонанса в реакции неупругого рассеяния электронов. Выяснена роль шестикварковых примесей в динамике кваркового перехода от ядерной материи к кварковой. Проведено исследование роли многокварковой компоненты в процессах с релятивистскими ядрами.

Многолетнее сотрудничество связывает лабораторию с теоретиками ЧССР. В 1985 г. проведены совместные исследования в области теории суперсимметрии, теории элементарных частиц и математической физике. Рассчитаны дифференциальные сечения и поляризация для возбуждения ядерных состояний с большой примесью двухфононной компоненты, а также выполнены расчеты формы и барьеров деления тяжелых ядер в широкой области энергии возбуждения. Исследуется механизм взаимодействия мезонов с ядром.

Результаты совместных исследований ЛТФ с учеными из стран-участниц ОИЯИ, опубликованные более чем в 120 научных работах за 1985 год, указывают на их эффективность и способствуют развитию теоретической физики в этих странах.

Лаборатория высоких энергий. Широкая кооперация лаборатории с научно-исследовательскими организациями стран-участниц ОИЯИ проводилась практически по всем

направлениям проблемно-тематического плана на 1985 год. 22 научные темы ЛВЭ, в том числе 2 общеинститутские, выполнялись в сотрудничестве с 102 организациями 10 социалистических стран. Объединенными группами ученых проведен ряд фундаментальных исследований на ускорителях ОИЯИ, ИФВЭ, ЦЕРН. Результаты этих исследований представлены более чем в 146 публикациях и в виде 24 докладов на международных конференциях и симпозиумах.

Большая коллаборация ученых работала в экспериментах на двухметровой пропановой камере. Совместно с институтами НРБ, ВНР, ГДР, МНР, ПНР, СРР, СССР и ЧССР получены данные по корреляционным функциям кумулятивных частиц и адронов сопровождения при взаимодействии протонов с углеродом и танталом при энергии 10 ГэВ. Проводятся исследования рождения в центральных и кумулятивных взаимодействиях протонов, дейтронов, ядер гелия, лития, неона и магния с углеродом и танталом.

В экспериментах на установке БИС-2 в ИФВЭ (Протвино) совместно с учеными из НРБ, ВНР, ГДР, СССР и ЧССР исследован узкий барионный резонанс — кандидат в пятикварковое состояние: впервые обнаружен распад очарованного λ_c^+ на \bar{K}^0 , p , π^+ , π^- ; впервые обнаружена когерентная диссоциация нейтронов в систему λ^0 , K^0 , и изучены характеристики рождения ряда гиперонов. В ЦИФИ ВАН разработана технология и изготовлены пять трехкоординатных пропорциональных камер для БИС-2, разработана схема решающего устройства специпроцессора.

В исследованиях ядерных взаимодействий на установке ДИСК совместно с институтами НРБ, ПНР, СРР и СССР получены доказательства существования в ядрах мультикварковых состояний, сильно отличающихся по своей структуре от нуклона.

На установке "Альфа-3С" совместно с учеными из НРБ, ГДР, ПНР и СССР проведены экспозиции на пучках релятивистских ядер гелия-4 и поляризованных дейтронов, ведется обработка данных. Сотрудники ЦЛАНП БАН (София) создали программное обеспечение ЭВМ установки, ведут разработку блоков электроники для повышения скорости набора экспериментальных данных. В ЦИЯИ (Россендорф) изготовлены модули годоскопа и монитора больших интенсивностей пучков (лавинные счетчики деления), хорошо показавшие себя в эксперименте. В процессе изготовления находятся спектрометрические сцинтилляционные счет-

чики и счетчики для монитора пучка. В сотрудничестве с ИЯП (Сверк) и ИЯФ (Краков) изготовлены 6 блоков многопроволочных пропорциональных камер со специальными сигнальными электродами.

В создании новой электронной аппаратуры и средств вычислительной техники успешно сотрудничают научные центры всех стран-участниц. Совместно с ТУ (Дрезден) и ЦИИРИ (Лейпциг) переработаны библиотеки программ, обеспечена их совместимость с языком фортран-77. Разработано матобеспечение проведения экспериментов на линии с комплексом ЭВМ ЕС-1040 — ЕС-1055М. В рамках сотрудничества с ИЯФ (Пхеньян) разработаны два типа мультиплексоров на герконных реле в стандарте КАМАК для системы автоматизации модельного сверхпроводящего синхротрона, создана и отлажена система сбора данных для установки "Резонанс". В ИЯП (Сверк) изготовлена электроника для пропорциональных камер проекта "Парус", и совместно с ИФ ВПИ и ПОЛОН (Варшава) разработан ряд элементов автоматизированной системы СПИН. В ИЯФ (Краков) и ЦИФ (Бухарест) ведутся работы по созданию приборов для решения задач молекулярной биологии.

Расширяется сотрудничество в области разработки технологии и создания криогенных устройств для ядерной физики и ускорителей. В этих работах участвуют научные организации НРБ, ГДР, ПНР, СРР, СССР и ЧССР. Выполнен монтаж модельного сверхпроводящего синхротрона и начаты наладочные работы в теплом варианте.

Лаборатория ядерных проблем. Международное научно-техническое сотрудничество проводится по 32 темам, в том числе 4 общеинститутским, проблемно-тематического плана научно-исследовательских работ с 54 институтами и организациями стран-участниц ОИЯИ в области физики высоких, средних и низких энергий.

В исследованиях, проводившихся на установке РИСК, участвовали ученые НРБ, ВНР, ГДР, ПНР, СССР и ЧССР. В 1985 году основные усилия коллаборации были направлены на обработку экспериментальной фильмовой информации. Активное участие здесь приняли специалисты ИЯИЯЭ БАН (София), ЦИФИ ВАН (Будапешт), ФИ ЧСАН и Карлова университета (Прага).

Для установки "Нейтринный детектор", в создании которой участвуют специалисты ВНР, ГДР и СССР, в ИФВЭ АН ГДР (Цойтен)

ведется разработка макета электролюминесцентного ливневого детектора.

В ЦИФИ ВАН (Будапешт) спроектирована и изготовлена электроника на 320 каналов для вершинного детектора установки СИГМА—АЯКС (сотрудничество НРБ, ВНР, Кубы, ЧССР и СССР). Специалисты Гаванского университета разрабатывают электронику съема информации для детекторов спектрометра АЯКС. В университете им.Я.Коменского (Братислава) изготовлена гексагональная камера, а также приобретены два гидравлических цилиндра для этой установки.

В исследованиях бинарных и многочастичных процессов с обменом гиперзарядом и образованием лептонных пар на установке "Гиперон" участвуют ученые НРБ, ПНР, СРВ, СССР и ЧССР. Для дрейфовых камер этой установки в университете им.Я.Коменского (Братислава), разработаны и изготовлены платы усилителей-формирователей, ведутся работы по конструированию линий задержек.

Для экспериментов по программе ЯСНАПП с участием специалистов НРБ, ВНР, ГДР, МНР, ПНР, СРР, СССР и ЧССР в ИЯИ ВАН (Дебрецен) изготовлен бета-спектрометр типа "мини-апельсин" и электронная аппаратура, в частности, "сигнал-процессор". Монгольские специалисты участвуют в обработке экспериментальных данных по программе ИРИС—ЯСНАПП. В ИЯФ (Краков) велось изготовление отдельных блоков автоматики для масс-сепаратора комплекса. В Институте физики Люблинского университета завершается изготовление ионного источника плазменного типа, сотрудники этого института участвуют также в создании магнитно-линзового бета-спектрометра для ЯСНАПП-2.

Специалисты ЦИЯИ и ТУ (Дрезден) принимали активное участие в разработке и создании системы АСУ фазотрона ОИЯИ. Большой вклад внесен ими в создание программного обеспечения этой системы.

В разработке технологии и изготовлении полупроводниковых детекторов для многокристаллических спектрометров принимают участие специалисты НРБ, КНДР, ПНР, СРР, ЧССР и СССР. В ИЯИЯЭ БАН (София) были проведены пробные внедрения ионов бора и фосфора в кремний, была показана возможность использования имплантатора этого института для изготовления полупроводниковых детекторов. Для установки по изучению угловых корреляций гамма-излучений в ИЯФ ЧСАН (Ржеж) разработаны

и изготовлены 7 Ge(Li)-детекторов большого объема. На предприятии "Тесла" (ЧССР) начата разработка перспективного типа детекторов излучения — микростриповых полупроводниковых детекторов.

Лаборатория ядерных реакций. Международное научно-техническое сотрудничество проводилось в рамках 10 тем проблемно-тематического плана научно-исследовательских работ с институтами и организациями стран-участниц ОИЯИ.

В работах по синтезу трансфермиевых и сверхтяжелых элементов и поиску в природе редких атомных ядер и ядерных превращений участвовали специалисты НРБ, ВНР, ГДР, МНР, ПНР, СРР, СССР и ЧССР.

В ИЯИЯЭ БАН (София) была разработана высокочувствительная масс-спектрометрическая методика элементного анализа вещества, с помощью которой проводилось разрешение по массам элементов, содержащихся в природе. Производилось непосредственное измерение α -активности образцов на высокочувствительных ионизационных камерах, а также велось создание нового термоионизационного источника для масс-спектрометра ЛИДИА. В рамках сотрудничества с Монгольским государственным университетом (Улан-Батор) проводились поиски сверхтяжелых элементов в природных образцах. В ИЯП (Сверк) разработан и испытан новый тип пропорциональных счетчиков нейтронов. Там же разработан позиционно-чувствительный счетчик для "Нейтронного детектора". Совместно с Университетом им.Я.Коменского (Братислава) ведутся измерения α -активности различных образцов. С этой целью используется большая ионизирующая камера университета. В 1985 году в ЧССР измерено 23 образца породы для определения загрязнений техногенными радиоактивными нуклидами.

В изучении характеристик ядерных реакций между сложными ядрами сотрудничают ученые НРБ, ВНР, ГДР, ПНР, СРР, СССР и ЧССР.

В ИЯИЯЭ БАН (София) велись методические разработки детектирующей системы для высокоэффективного сцинтилляционного спектрометра множественных событий. В сотрудничестве с ЦИЯИ АН ГДР и ИЯИ (Сверк) начаты первые физические эксперименты на установке ДЭМАС. Многие узлы этого спектрометра (лавинные счетчики, позиционно-чувствительные ионизационные камеры, стартовые детекторы, камера рассеяния и др.) были изготовлены в ЦИЯИ.

Совместно разработано программное обеспечение экспериментов. Большой вклад внесли сотрудники ИЯИ в наладку электронной аппаратуры и программного обеспечения. Польская сторона взяла на себя основную часть работ, связанных с обслуживанием электроники установки МСА. Времяпрелетная система установки МСА создавалась совместно с ЦИФ (Бухарест).

В 1985 году были завершены эксперименты по измерению спектра и угловых распределений оже-электронов при Ne-Ne атомном столкновении. Работы проводились на электростатическом спектрометре ЭСА-21, созданном в ИЯИ ВАН (Будапешт).

Совместно с Университетом им.Л.Этвеса (Будапешт) завершено сооружение на пучке циклотрона У-400 установки РИПС и проведены эксперименты по измерению дозовой зависимости изменения предела текучести никеля при облучении ионами неона. В Университете было изготовлено электронное оборудование для изучения механических свойств материалов при облучении тяжелыми ионами.

В разработке и использовании ядерно-физических методов для решения задач в смежных областях науки и техники активное участие принимают специалисты ГДР, Кубы, МНР, СРВ, СРР, СССР и ЧССР.

Лаборатория нейтронной физики. Научно-техническое сотрудничество осуществляется с 90 институтами и организациями стран-участниц по 5 темам проблемно-тематического плана научно-исследовательских работ ОИЯИ. Формы сотрудничества — разработка и изготовление отдельных элементов физических установок, предоставление образцов и приборов, обработка экспериментальных результатов и подготовка публикаций. В исследованиях принимают участие специалисты всех стран-участниц Института.

В совместных работах ОИЯИ — ЛИЯФ АН СССР на пучках ультрахолодных нейтронов, в которых участвуют ученые ИЯИЯЭ БАН (София), проводятся эксперименты по обнаружению электрического заряда нейтрона. Для этих работ из НРБ была поставлена часть аппаратуры. Ученые Лодзинского университета (ПНР) участвуют в работах по исследованию свойств компаунд-состояний ядер. Они разработали ряд приборов для исследования α -распада. На установке поляризованных нейтронов СПН-1 ОИЯИ и неполяризованных нейтронов ТКСН-400 в ИЯФ (Ржеж) проведены совместные эксперименты по исследованию ферромагнитных клас-

теров в парамагнитной фазе монокристалла вольфрама. Для спектрометра СПН-1 специалисты из ВТШ (Магдебург) готовят двухдисковый прерыватель нейтронов и систему контроля стабилизации температуры образцов.

На физических установках реактора ИБР-2 проводятся исследования по физике конденсированных сред с участием специалистов НРБ, ВНР, СРВ, ГДР, КНДР, МНР, ПНР, СРР, СССР и ЧССР. На спектрометре неупругого рассеяния нейтронов КДСОГ-М учеными ИЯФ (Ржеж), Ягеллонского университета (Краков) и Университета в Познани исследована динамика ряда молекулярных кристаллов и суперионных проводников. Из этих организаций были поставлены в ОИЯИ образцы кристаллов. Специалисты ЦИФИ ВАН (Будапешт) и Университета (Лейпциг) на установке малоуглового рассеяния нейтронов ведут исследования структуры мицелл и биологических мембран. Растворы мицелл были подготовлены в ЦИФИ. На дифрактометрах ДН-2 и КSN-2 ИЯФ ЧСАН (Ржеж) проведены совместные структурные исследования фазовых переходов в суперионном кристалле. Для проведения этих работ ИЯФ ЧСАН предоставляет высококачественные германиевые спектрометры.

В проводимых лабораторией научно-прикладных работах по нейтронно-активационному анализу микроэлементов на реакторе ИБР-2 и рентгенофлюоресцентному на генераторе ЭГ-5 участвуют ученые ВНР, СРВ, ГДР, МНР, СРР и ЧССР. В этих работах проводится анализ на содержание различных микроэлементов многих сотен образцов из стран-участниц ОИЯИ.

Специалистами НРБ, ВНР, ГДР внесен существенный вклад в развитие аппаратурных и программных средств измерительно-вычислительного центра лаборатории.

Лаборатория вычислительной техники и автоматизации. В 1985 году лаборатория вела сотрудничество с научно-исследовательскими организациями стран-участниц ОИЯИ по 25 темам, в том числе 2 общеинститутским, проблемно-тематического плана научно-исследовательских работ и международного сотрудничества.

Совместно со специалистами из НРБ, ВНР, ГДР, СРВ, МНР, ПНР, СРР, СССР и ЧССР успешно выполнялась одна из главных задач ЛВТА — эффективное использование и развитие Центрального вычислительного комплекса. Из ИЯИЯЭ БАН (София) был получен ряд программ по обработке

спектрометрической информации для включения в библиотеку программ. Проводились совместные работы с ЦИИРИ (Лейпциг) по изучению генетически связанных распадов радионуклидов. ЦИИРИ передан комплекс программ автоматической обработки гамма-спектров. В разработке программ системы обработки спектрометрической информации принимали также участие специалисты МНР.

В выполнении работ по внедрению и развитию систем аналитических вычислений на ЭВМ для решения задач прикладной математики и математической физики использованы программы на языке системы REDUCE, полученные из ЦИФИ ВАН (Будапешт) и пакет программ на языках SCHOONSCHIP и REDUCE из ИТФ НЦНИ (Ханой). На базовых ЭВМ ОИЯИ ЕС-1060, ЕС-1061 внедрена программная система AMP-6, полученная из Университета (Лейпциг). Система написана на ассемблере, обладает большой скоростью выполнения матричных операций. В ИФП ЧСАН (Прага) разработан комплекс программ для автоматического построения уравнений, описывающих лучевые траектории плазмы в установках типа токамак. Вычисления и отладка программ проводились в ОИЯИ.

Завершены работы по созданию высокоавтоматизированной системы математической обработки пленочной информации. В них активное участие принимали сотрудники ФИ ЧСАН, ИЭФ САН, Университета (Кошице). Использование накопленного в ЧССР опыта работы на ЭВМ серии ЕС позволило сократить время постановки этих задач на ЭВМ ЕС-1061 с одного года до трех месяцев.

Закончена комплексная отладка графической системы на основе мультимикропроцессорного интеллектуального терминала, которая осуществлялась совместно с НП РОБОТРОН (ГДР) и ВЦ САН (Братислава).

Продолжались совместные со специалистами почти всех стран-участниц работы по развитию численных и качественных методов изучения нелинейных задач математической физики. Университет (Лейпциг) передал ОИЯИ систему программ для решения нелинейных дифференциальных уравнений, а ИФП ЧСАН (Прага) — программы по применению метода быстрого преобразования Фурье. Совместно с физиками из НРБ завершен этап исследований по генерации солитонов в замагниченных плазменных волноводах.

Отдел новых методов ускорения.
В 1985 году отдел вел сотрудничество по

9 темам, в том числе 2 общеинститутским, с научными центрами НРБ, ВНР, ГДР, ПНР, СРР, СССР и ЧССР.

Наиболее активно осуществлялись совместные работы по созданию коллективного ускорителя КУТИ-20. Специалисты БАН и Софийского университета участвовали в работах по повышению стабильности пучка и надежности сильноточного источника электронов, по развитию системы автоматизированного управления ускорителем.

Основным результатом сотрудничества с ЦИФИ ВАН (Будапешт) в 1985 г. является разработка аппаратурных и программных средств для локальной сети ЭВМ КУТИ-20. Со специалистами ТУ (Дрезден) велись совместная разработка, изготовление и испытание камеры, корпуса стапеля, катушки III ступени сжатия, соленоида и системы охлаждения. В ЦИЯИ (Россендорф) были продолжены работы по внедрению аппаратуры для диагностики электронных колец по тормозному излучению. В совместных опытах с ЦИФ (Бухарест) проводилась отработка методики измерения параметров тяжелых ионов.

В разработке и создании узлов для УНК проводились совместные работы с Институтом электроники БАН (София) по созданию узлов диагностической аппаратуры для определения истинного объема паросодержания двухфазного гелия. В ЭИ САН (Братислава) по этой теме велись исследования на тепловой модели сверхпроводящего магнита, там же разработаны детекторы оптического излучения, которые по своим характеристикам не уступают лучшим мировым образцам.

НАУЧНЫЕ СОВЕЩАНИЯ

Объединенный институт ядерных исследований организовал и провел в 1985 году самостоятельно или совместно с другими научными организациями 5 крупных международных совещаний.

С 24 по 28 июня в Бехине (ЧССР) прошло Международное совещание по циклотронам и их применению, организованное ОИЯИ совместно с ИЯФ ЧСАН. В нем приняли участие 62 научных сотрудника из социалистических стран, работающих в области развития и применения циклотронных установок. Совещание показало, что уровень, масштаб научных исследований в социалистических странах на циклотронных пучках



Более 150 специалистов из стран-участниц ОИЯИ, а также ученые из ЦЕРНа и Италии приняли участие в работе XII Международного симпозиума по ядерной электронике в июле 1985 г. Доклад делает начальник отдела ЛНФ Г.П.Жуков.

существенно возрос, что способствует развитию ядерно-физических и прикладных исследований в лабораториях стран социалистического содружества.

Со 2 по 6 июля в Дубне работал XII Международный симпозиум по ядерной электронике, посвященный вопросам создания электронной аппаратуры для исследований по физике атомного ядра и элементарных частиц. В работе симпозиума участвовали 154 специалиста. На 8 секциях симпозиума было представлено 67 устных и 32 стендовых доклада. Среди работавших секций были: "Многомашинные системы, локальные сети для ядерных исследований", "Общие вопросы использования малых и микро-ЭВМ в физических исследованиях" и другие. На симпозиуме был отмечен взаимный интерес стран-участниц к максимальному развитию сотрудничества в области автоматизации физических исследований.

С 1 по 14 сентября в Урбино (Италия) проходила Школа ОИЯИ — ЦЕРН по физике, на которой молодым ученым были прочитаны циклы лекций по суперсимметрии, лептон-адронным взаимодействиям, слабым и очень слабым распадам, объединенным

теориям и космологии, протон-антипротонному коллайдеру и другим вопросам.

Международное совещание по аналитическим вычислениям на ЭВМ и их применению в теоретической физике состоялось в Дубне с 17 по 20 сентября. В нем приняли участие 120 человек. Оно было посвящено обсуждению таких вопросов, как программные системы для аналитических вычислений на ЭВМ, языки программирования в аналитических преобразованиях и их реализации, алгоритмы для аналитических преобразований и другие.

С 14 по 22 октября в Алуште проходила Международная школа по структуре ядра, программа которой охватывала основные направления современной физики атомного ядра: структура низколежащих состояний и модели ядра, резонансоподобные структуры в ядрах при промежуточных энергиях возбуждения, физика гигантских резонансов, структура ядерных состояний в области иррадиации, исследование структуры ядра в реакциях с тяжелыми ионами, нуклонные и кварковые степени свободы в ядрах. В работе школы приняли участие 120 человек. Лекции на школе были прочитаны веду-



В сентябре 1985 г. в Урбино (Италия) проходила IX традиционная школа крупнейших международных ядерных центров — ОИЯИ и ЦЕРН.

щими учеными из ОИЯИ, НРБ, ГДР, ПНР, СССР, ЧССР, Дании, Италии, США, Франции и ФРГ. Школа еще раз подтвердила, что теоретические и экспериментальные работы, ведущиеся в ОИЯИ, сконцентрированы на наиболее перспективных и актуальных направлениях современной ядерной физики.

Большое значение для научной деятельности ОИЯИ и развития сотрудничества ученых стран-участниц имели рабочие совещания. В прошлом году их было проведено 24, в том числе по исследованиям на двухметровой пропановой камере, бесфильмовом искомом спектрометре, установке "Гиперон", по "Нейтринному детектору", спектрометрам РИСК, МИС, ГИБС, СИГМА-АЯКС, ДИСК-3. Лаборатория нейтронной физики провела рабочее совещание по рассеянию нейтронов в конденсированных средах на экспериментальных установках ИБР-2 ОИЯИ.

ЭКСКУРСИИ В ОИЯИ

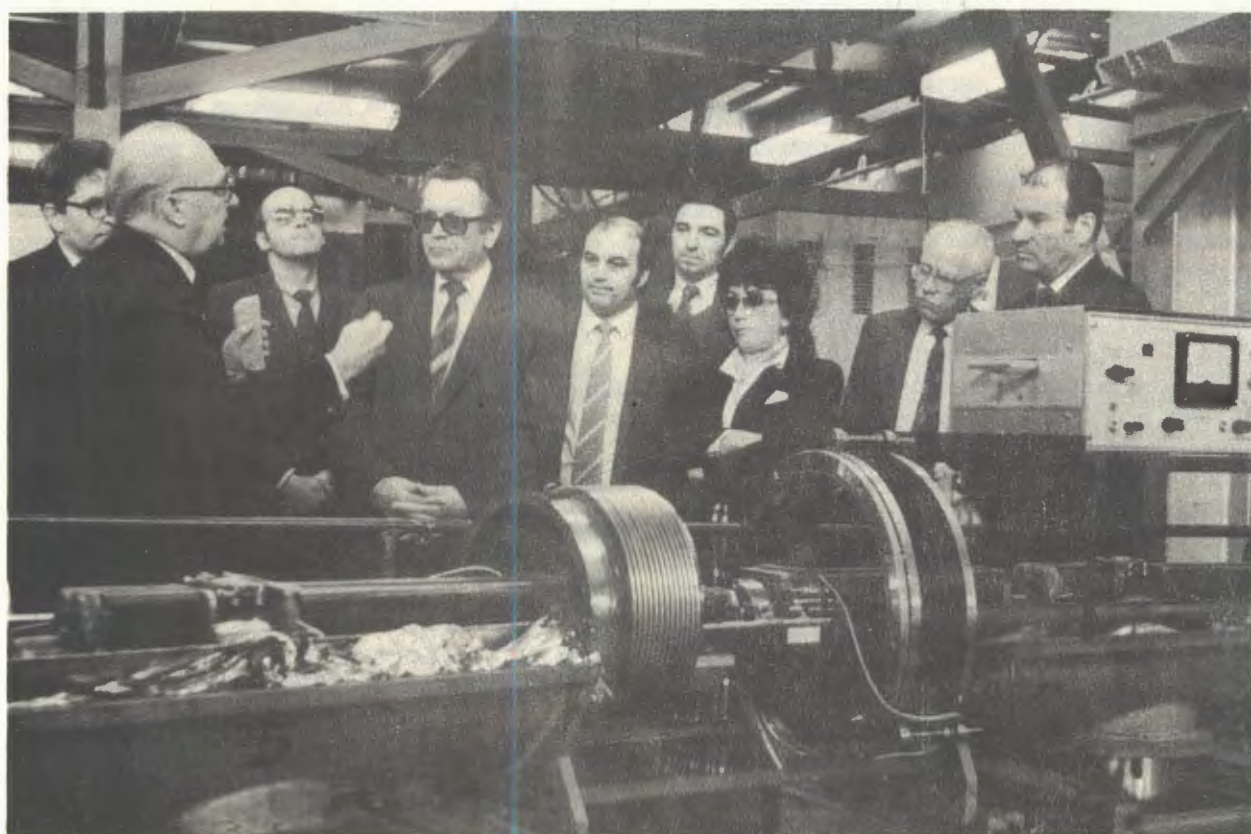
В 1985 году в Объединенном институте ядерных исследований была принята 81 экскурсионная группа общей численностью 1074 человека. С деятельностью ОИЯИ ознакомились послы НРБ и ЧССР; пресс-атташе посольств 10 социалистических стран, аккредитованные в Москве; специалисты национальных научных центров СРВ, ВНР, Кубы, СССР, Индии; студенты технических вузов ГДР, ПНР, СССР, ЧССР; сотрудники торгпредств, деятели культуры.

УЧАСТИЕ В НАЦИОНАЛЬНЫХ И МЕЖДУНАРОДНЫХ КОНФЕРЕНЦИЯХ, СИМПОЗИУМАХ, СОВЕЩАНИЯХ И ШКОЛАХ

В 1985 году дирекция ОИЯИ направила свои делегации и отдельных специалистов



Около 50 специалистов из научных центров стран-участниц ОИЯИ собралось в Дубне на рабочее совещание, на котором обсуждались результаты исследований по программе ГЕНОМ (октябрь 1985 г.).



Чрезвычайный и Полномочный посол НРБ в СССР Д.Жулев (на снимке в центре) на экскурсии в Лаборатории высоких энергий. Пояснения дает директор лаборатории академик А.М.Балдин.

на 50 научных конференций, симпозиумов и школ, которые были в Болгарии, Венгрии, ГДР, Польше, Румынии, СССР и Чехословакии. Среди них: Конференция по слабым и сильным взаимодействиям и гравитации в Москве, Собрание по ядерной спектроскопии в Ленинграде, Школа по автоматизации научных исследований в Новосибирске и многие другие.

С 17 по 21 июня в Смоленске (ЧССР) проходил IV Международный симпозиум по реакциям, вызванным нейтронами. В работе консультативного комитета этого симпозиума принимал участие академик И.М.Франк. На симпозиум командировалась делегация ОИЯИ во главе с профессором В.Г.Соловьевым. В работе симпозиума приняли участие около 70 физиков из 17 стран. Из 15 приглашенных оргкомитетом докладов 2 были от ОИЯИ.

Специалисты Объединенного института приняли участие в 27 конференциях в странах, не являющихся членами ОИЯИ.

Представительная делегация во главе с академиком А.М.Балдиным участвовала в III Международной конференции по ядерным столкновениям, проходившей в Висбю (Швеция) с 10 по 14 июня. В конференции участвовали более 300 специалистов из 27 стран. Доклад А.М.Балдина и стендовые сообщения членов делегации ОИЯИ были встречены с большим интересом и вызвали оживленные дискуссии.

С интересом были восприняты доклады специалистов ЛНФ ОИЯИ А.Б.Попова и Э.И.Шарапова, выезжавших в США на Международную конференцию "Ядерные данные для фундаментальных и прикладных

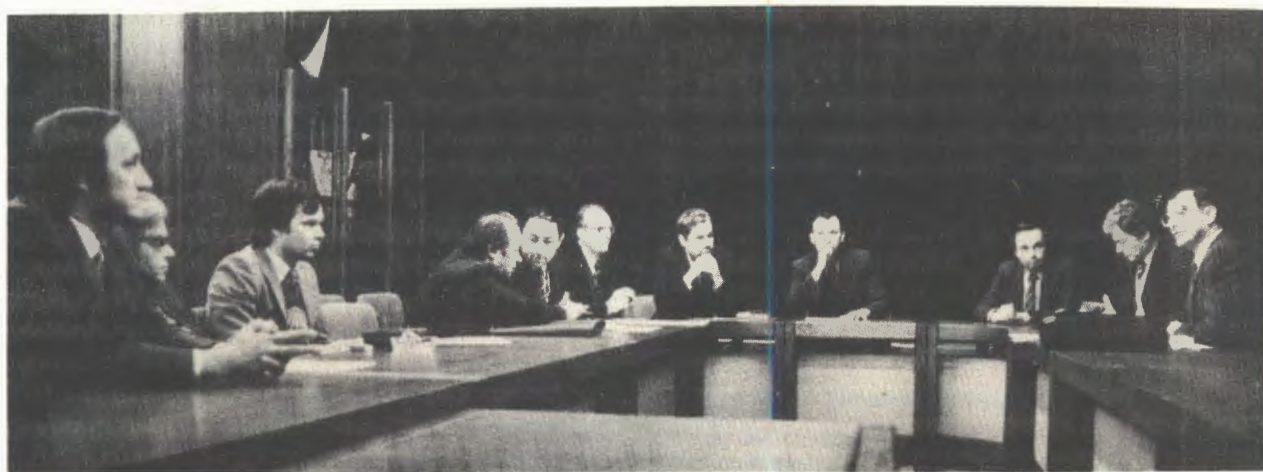
наук", проходившую в Санта-Фе с 13 по 17 мая.

Участие в этих и многих других международных и национальных конференциях специалистов ОИЯИ способствует укреплению научного престижа ОИЯИ, получению детальной информации о состоянии и перспективах развития ядерно-физической науки.

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

ОИЯИ имеет традиционное сотрудничество и связи с научными центрами стран-неучастниц Института. В 1985 году ОИЯИ выполнял с ними более 20 совместных работ. В этом сотрудничестве важное место занимает ЦЕРН, с которым ОИЯИ имеет плодотворные связи уже 25 лет.

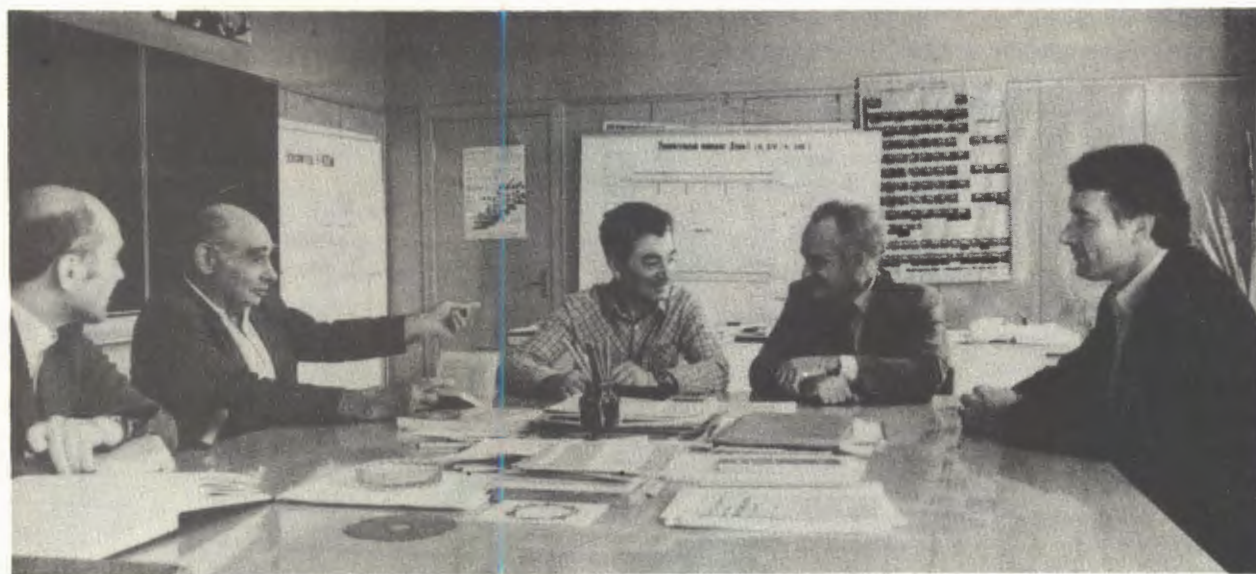
В 1985 году был закончен набор статистики по мюонному эксперименту в составе международной коллаборации Болонья—ЦЕРН—Дубна—Мюнхен—Сакле, продолжавшемуся в течение ряда лет. На установке NA-4 в ЦЕРНе были получены новые данные о глубоконеупругом рассеянии мюонов на водороде и дейтерии, на новом качественном уровне выполнены исследования ядерных эффектов в структурных функциях нуклонов. Идет обработка огромного экспериментального материала. Результаты этих исследований неоднократно докладывались на международных конференциях, публиковались в научных журналах и получили высокую оценку.



На заседании одного из рабочих совещаний ОИЯИ — ЦЕРН по подготовке к эксперименту ДЕЛФИ был обсужден ряд конкретных вопросов сотрудничества. Дубна, сентябрь 1985 г.



Весной 1985 г. ОИЯИ посетила делегация французских ученых во главе с директором Национального института физики ядра и физики частиц Франции профессором П.Леманном (второй слева). На снимке: обсуждение вопросов сотрудничества в Лаборатории теоретической физики.



Традиционные научные связи сложились между физиками ОИЯИ и Дармштадта (ФРГ). На снимке (слева направо): начальник отдела ЛЯР Ю.П.Гангрский, директор ЛЯР академик Г.Н.Флеров, заместитель директора профессор Ю.Ц.Оганесян, руководитель отдела Центра по исследованиям с тяжелыми ионами (ГСИ) в Дармштадте профессор Р.Бок, начальник вычислительного центра ГСИ Х.Хулич.

Существенный вклад вносят сотрудники Университета Хельсинки в обработку экспериментальных материалов с двухметровой водородной камеры "Людмила". Там проведен просмотр материалов, полученных при работе камеры с внутренней трекочувстви-

тельной мишенью. Полученные данные (около 1000 событий) включены в анализ топологических сечений.

В СФРЮ в Институте физики при университете (Белград), Институте физики и математики (Титоград), а также в Индии в уни-

верситетах Чандигарха и Бенареса проводился просмотр и измерение снимков взаимодействий релятивистских ядер с легкими и тяжелыми ядрами. Эти экспериментальные данные получены на двухметровой пропановой камере ЛВЭ ОИЯИ.

В ЦИЯИ (Страсбург, Франция) проводится полный цикл обработки $^3\text{He} + p$ -взаимодействий по исследованиям на однометровой водородной камере ЛВЭ ОИЯИ. Всего уже обработано 12 тыс. событий. В Дубну представлены предварительные результаты.

Для новой установки МИС-2 и совместных работ на ней Национальный институт ядерной физики Италии поставил сцинтилляционные счетчики и световоды, охранные системы, десятислойную мишень из полупроводниковых счетчиков и предусилители к ним.

ОИЯИ продолжал поддерживать научные связи с научными центрами ФРГ, Институтом Нильса Бора (Копенгаген), Международным центром по теоретической физике (Триест) и многими другими центрами.

В 1985 году в ОИЯИ выполнены основные работы по созданию оборудования для массового изготовления и испытаний детекторов адронного калориметра установки ДЕЛФИ, создаваемой для исследований на встречных электрон-позитронных пучках LEP (ЦЕРН).

Успешно осуществляется совместный эксперимент на установке LEAR. Получено 50 тысяч фотографий взаимодействий антипротонов с ядрами гелия-3, гелия-4 и дейтерия. Данные обрабатываются в ЦЕРНе, ОИЯИ и Институте физики в Турине (Италия). Результаты представлены на различные международные конференции во Франции, Англии и США.

Совместно с Центром ядерной спектроскопии и масс-спектрометрии (Орсе, Франция) продолжались работы по изучению свойств нейтрино в радиоактивном распаде. Проведен анализ оценок массы антинейтрино из бета-распада трития, изучен электронный захват тербия-158 с целью выяснения возможностей использования этого радионуклида для уточнения массы нейтрино.

СПРАВКА
о развитии международного сотрудничества и связей
Объединенного института ядерных исследований за период 1965-1985 гг.

№№ пп	Вид сотрудничества	1965	1970	1975	1980	1985
1.	Количество командировок специалистов из стран-участниц в ОИЯИ /без совещаний, но с учетом приездов по контрактам/	203	446	1026	1216	1469
2.	Количество командировок специалистов ОИЯИ в страны-участницы	171	287	474	558	600
3.	Количество научных, методических и научно-организационных совещаний	19	28	42	40	49
4.	Количество командировок на международные конференции и в научные центры стран-неучастниц	69	166	131	109	119
5.	Количество приездов специалистов из стран-неучастниц	27	176	226	93	144
6.	Количество стипендиатов ОИЯИ	-	8	11	7	3

ПЕРЕЧЕНЬ

научных и научно-организационных совещаний,
проведенных Объединенным институтом ядерных исследований
в 1985 году

№№ пп	Название совещания	Время проведения	Место проведения
<i>I. Совещания, школы, симпозиумы</i>			
1.	Международное совещание по цикло- тронам и их применению	24-28 июня	Бехине, ЧССР
2.	XII Международный симпозиум по ядерной электронике	2-6 июля	Дубна
3.	Школа ЦЕРН - ОИЯИ по физике	1-14 сентября	Урбино, Италия
4.	Совещание по аналитическим вычислениям на ЭВМ и их приме- нению в теоретической физике	17-20 сентября	Дубна
5.	Международная школа по структуре атомного ядра	14-22 октября	Алушта, СССР
<i>II. Рабочие совещания</i>			
6.	Совещание по нейтринному детектору	22-24 января	Протвино, СССР
7.	Совещание по исследованиям на уста- новке РИСК	29-31 января	Дубна
8.	Совещание по исследованиям неупругих адрон-ядерных столкновений при высо- ких энергиях методом ядерных фото- эмульсий	19-21 февраля	Дубна
9.	Совещание по исследованиям на уста- новке БИС-2	19-21 марта	Дубна
10.	Совещание по исследованиям на установке "Людмила"	26-28 марта	Дубна
11.	Совещание по исследованиям на установке ГИБС	23-25 апреля	Дубна
12.	Совещание по исследованиям на 2-метро- вой пропановой камере	23-25 апреля	Дубна
13.	Совещание по исследованиям на 1-метровой водородной пузырьковой камере	21-23 мая	Дубна
14.	Совещание по коллективному ускорителю тяжелых ионов	4-6 июня	Дубна

15. Совещание по применению многопро- волочных детекторов	18-20 июня	Дубна
16. Совещание по разработке и созданию излучателя и детектора в гравитацион- ном эксперименте	25-27 июня	Дубна
17. Совещание по исследованиям на установке БИС-2	10-12 сентября	Дубна
18. Совещание по исследованиям на установке СПИН	11-16 сентября	Бежине, ЧССР
19. Совещание по полупроводниковым детекторам	24-26 сентября	Дубна
20. Совещание по рассеянию нейтронов в конденсированных средах на экспери- ментальных установках ИБР-2	1-3 октября	Дубна
21. Совещание по программе ГЕНОМ	9-11 октября	Дубна
22. Совещание по исследованиям на 2-метро- вой пропановой камере	15-17 октября	Дубна
23. Совещание по использованию ядерных фильтров для решения научно-технических и народнохозяйственных задач и радиа- ционному материаловедению	16-18 октября	Дубна
24. Совещание по исследованиям корреляцион- ных эффектов в кумулятивном рождении частиц на установке ДИСК-3	29-31 октября	Дубна
25. Совещание по исследованиям на спектро- метре "Гиперон"	12-14 ноября	Дубна
26. Совещание по исследованиям на установке МИС	12-14 ноября	Дубна
27. Совещание по экспериментам СИГМА-АЯКС	14-16 ноября	Дубна
28. Совещание по совместному ОИЯИ - ЦЕРН мюонному эксперименту	19-21 ноября	Дубна
29. Совещание по экспериментам на установке ДЕЛФИ	30 ноября- 1 декабря	Дубна

III. Научно-организационные совещания

30. 57 сессия Ученого совета ОИЯИ	15-17 января	Дубна
31. Комитет Полномочных Представителей стран-участниц ОИЯИ	26-28 февраля	Дубна
32. Комитет по структуре ядра	9-11 апреля	Дубна
33. Комитет по нейтронной физике	9-11 апреля	Дубна
34. Комитет по физике тяжелых ионов	9-11 апреля	Дубна
35. Камерный комитет	16-18 апреля	Дубна
36. Фотоэмульсионный комитет	16-18 апреля	Дубна

37. Комитет по электронным экспериментам	16-18 апреля	Дубна
38. 58 сессия Ученого совета ОИЯИ и его секций по физике высоких энергий, физике низких энергий и теоретической физике	28 мая-1 июня	Дубна
39. Совещание Контрольной комиссии Финансового комитета	11-13 июня	Дубна
40. Комитет по нейтронной физике	2-4 октября	Дубна
41. Камерный комитет	22-24 октября	Дубна
42. Комитет по электронным экспериментам	22-24 октября	Дубна
43. Фотоэмульсионный комитет	22-24 октября	Дубна
44. Комитет по структуре ядра	29-31 октября	Дубна
45. Комитет по физике тяжелых ионов	29-31 октября	Дубна
46. Заседание Финансового комитета	19-21 ноября	Дубна
47. Секция Ученого совета ОИЯИ по физике низких энергий	26-28 ноября	Дубна
48. Секция Ученого совета ОИЯИ по физике высоких энергий	3-5 декабря	Дубна
49. Секция Ученого совета ОИЯИ по теоретической физике	4 декабря	Дубна

ПЕРЕЧЕНЬ

международных и национальных конференций, симпозиумов, совещаний и школ, в которых принимали участие специалисты Объединенного института ядерных исследований в 1985 году

№ п/п	Наименование	Место проведения	Время проведения
----------	--------------	---------------------	---------------------

В странах-участницах

1. VIII Всесоюзный семинар "Методы расчета электронно-оптических систем"	СССР, Ленинград	22-24 января
2. Конференция "Надежность и качество программного обеспечения"	СССР, Львов	23-31 января
3. Международная школа по рассеянию нейтронов	ГДР, Штадт Велен	28 января- 1 февраля

4. Конференция по электронике и электронным детекторам	ЧССР, Смоленице	5-9 февраля
5. Зимняя школа по теоретической физике	ПНР, Карпач	18 февраля- 2 марта
6. Совещание по адронному калориметру ДЕЛФИ	СССР, Протвино	19-22 февраля
7. 18 Международный симпозиум по информационной технике	ГДР, Дрезден	19-21 февраля
8. 16 Всесоюзная школа по когерентной оптике и голографии	СССР, Куйбышев	26 февраля- 7 марта
9. 17 Международный симпозиум "Физика радиационной защиты"	ГДР, Дрезден	12-15 марта
10. 13 Международная школа по ферро-электрикам	ГДР, Гюнтерсберг	18-22 марта
11. Международная конференция "Машинная графика-85"	ЧССР, Прага	26-28 марта
12. 16 Семинар по ядерной физике	СССР, Киев	26-30 марта
13. Конференция по слабым и сильным взаимодействиям и гравитации	СССР, Москва	8-11 апреля
14. 20 Школа по ядерной физике	ПНР, Закопане	14-26 апреля
15. Совещание "Инфракрасное поведение в квантовой хромодинамике"	СССР, Тбилиси	15-18 апреля
16. 14 Симпозиум по электронным структурам металлов и сплавов	ГДР, Дрезден	15-19 апреля
17. 35 Совещание по ядерной спектроскопии	СССР, Ленинград	16-18 апреля
18. Конференция "Применение вычислительной техники в научных исследованиях и создании технологии получения знаний"	СССР, Новосибирск	17-20 апреля
19. Всесоюзная конференция "Современные вопросы информатики, вычислительной техники, автоматизации производства и научных исследований"	СССР, Москва	21-23 апреля
20. Симпозиум по физике высоких энергий	ГДР, Кордобанг	22-26 апреля
21. 6 Симпозиум СЭВ по переработке ядерного топлива	ЧССР, Пештяны	22-25 апреля
22. Семинар-совещание "Вакуум КХД и структура адронов"	СССР, Ташкент	23-29 апреля
23. 19 Конференция по кристаллографии	ГДР, Росток	23-26 апреля
24. Школа молодых ученых "Квантовые процессы в интенсивных полях"	СССР, Кишинев	3-8 мая
25. Международная конференция "Использование чистых материалов в науке и технике"	ГДР, Дрезден	6-9 мая
26. Семинар по теоретической физике "Лейпциг-Вроцлав"	ГДР, Лейпциг	9-11 мая

27. Всесоюзная школа "Полупроводниковые детекторы в фундаментальных и прикладных исследованиях"	СССР, Рига	13-18 мая
28. 3 Школа-семинар по физике сегнето-эластиков	СССР, Харьков	21-23 мая
29. Совещание "Программно-математическое обеспечение работы с базами ядерных данных"	СССР, Москва	21-23 мая
30. Конференция по вычислительной технике "СМ-85"	ПНР, Ядвисин	21-24 мая
31. 7 Рабочий семинар "Процессы с большими поперечными импульсами в адронных взаимодействиях"	СССР, Протвино	21-23 мая
32. 9 Всесоюзный семинар по линейным ускорителям заряженных частиц	СССР, Харьков	21-23 мая
33. Конгресс биофизиков	НРБ, Варна	22-29 мая
34. 3 Семинар "Теоретико-групповые методы в физике"	СССР, Юрмала	22-24 мая
35. 8 Симпозиум по теории элементарных частиц	ПНР, Казимеж	27-31 мая
36. Семинар "Эффект Джозефсона в науке и технике"	СССР, Жукин	27-31 мая
37. Международный симпозиум "Мезоны и легкие ядра"	ЧССР, Бехине	27 мая- 1 июня
38. Всесоюзное совещание по физике взаимодействия заряженных частиц с кристаллами	СССР, Москва	28-30 мая
39. X Европейский симпозиум по динамике систем из нескольких тел	ВНР, Балатонфюред	3-6 июня
40. Семинар "Бозоны и гидродинамика в атомных ядрах"	СССР, Одесса	4-6 июня
41. Рабочее совещание "Взаимодействия адронов при высоких энергиях"	СССР, Киев	4-7 июня
42. Семинар "Электромагнитные взаимодействия адронов в резонансной области энергий"	СССР, Харьков	4-6 июня
43. Рабочее совещание "Суперсимметрия-85"	СССР, Харьков	11-14 июня
44. Конференция-школа молодых ученых "Физико-технические проблемы использования сверхпроводимости в энергетике"	СССР, Москва	17-21 июня
45. Совещание "Ненуклонные степени свободы"	СССР, Гатчина	17-21 июня
46. Всесоюзное совещание-семинар молодых ученых "Диагностика поверхности ионными пучками"	СССР, Ужгород	17-22 июня

47. 4 Международный симпозиум по реакциям, вызванным нейтронами	ЧССР, Смоленице	18-21 июня
48. 19 Школа по автоматизации научных исследований	СССР, Новосибирск	21-30 июня
49. 4 Международная конференция по теории вероятностей и математической статистике	СССР, Вильнюс	24-29 июня
50. Международный симпозиум по физике высоких энергий	ЧССР, Либлице	24-28 июня
51. 17 Всесоюзная конференция по физике магнитных явлений	СССР, Донецк	24-27 июня
52. Всесоюзный семинар, посвященный памяти академика С.Н.Вернова	СССР, Москва	26-27 июня
53. 17 Международная конференция по явлениям в ионизированных газах	ВНР, Будапешт	8-12 июля
54. 8 Семинар по физике высоких энергий и теории поля	СССР, Протвино	8-14 июля
55. Симпозиум по теории элементарных частиц и современным методам математической физики	ЧССР, Алшовице	23-27 июля
56. 2 Школа по современным проблемам ядерной физики	Куба, Гавана	29 июля- 3 августа
57. 12 Международная дифракционная конференция	ВНР, Сопрон	20-24 августа
58. Школа-семинар "Использование пакетов программ для решения задач линейной алгебры"	СССР, Киев	22-26 августа
59. 2 Международная конференция по физике фононов	ВНР, Будапешт	26-31 августа
60. 12 Конференция по когерентной и нелинейной оптике	СССР, Москва	26-29 августа
61. Конференция по дифференциальным уравнениям и их применению	ЧССР, Брно	26-30 августа
62. 19 Европейская конференция по радиационной биологии	ЧССР, Прага	26-30 августа
63. 8 Конференция чехословацких физиков	ЧССР, Братислава	27-30 августа
64. Международная школа по ядерной физике	ПНР, Миколайки	2-15 сентября
65. Международная школа по сверхтонким взаимодействиям	ЧССР, Бехине	2-11 сентября
66. 7 Конференция по электронике и вакуумной физике	ЧССР, Братислава	3-6 сентября
67. Международная конференция "Тенденции в квантовой хромодинамике"	СРР, Бухарест	3-6 сентября
68. Конференция по применению ЭВМ в аналитических расчетах /КОМПАНА-85/	ГДР, Йена	9-14 сентября

69. 4 Всесоюзная конференция по защите от ионизирующих излучений ядерно-технических установок	СССР, Томск	10-12 сентября
70. 3 Симпозиум "Криогенные методы в электронной микроскопии"	СССР, Пущино	11-13 сентября
71. 7 Конференция ЕФО по синтезу и структуре экзотических ядер и атомов	НРБ, Варна	15-19 сентября
72. Конференция "Методы и средства измерений параметров магнитного поля"	СССР, Ленинград	17-19 сентября
73. 6 Международная школа по вычислительной технике в физике	ЧССР, Ново Место	17-26 сентября
74. 5 Международная школа по теории вероятностей и математической статистике	НРБ, Варна	17-27 сентября
75. Конференция по теории систем нескольких частиц с сильным взаимодействием	СССР, Киев	17-19 сентября
76. Конференция стран-членов СЭВ по физике и технике низких температур	ГДР, Берлин	17-20 сентября
77. 7 Международная школа по физике атомного ядра, нейтронной физике и ядерной энергетике	НРБ, Варна	22-30 сентября
78. 5 Съезд по теоретической и прикладной механике	НРБ, Варна	23-28 сентября
79. Советско-польский семинар по автоматизации научных исследований	СССР, Киев	23-27 сентября
80. Международная конференция "Структура адронов-85"	ЧССР, Смоленице	23-27 сентября
81. 10 Всесоюзная конференция по физике полупроводников	СССР, Минск	24-27 сентября
82. 8 Конференция по динамике разреженных газов	СССР, Москва	24-26 сентября
83. Международный семинар "Малоугловые рассеяния рентгеновских лучей и нейтронов"	СССР, Пущино	24-28 сентября
84. 3 Международный симпозиум "Автоматизация и научное приборостроение"	НРБ, Варна	1-5 октября
85. 2 Советско-итальянский симпозиум по математическим проблемам в статистической физике"	СССР, Львов	30 сентября- 11 октября
86. Школа молодых ученых "Квантовая теория поля и физика высоких энергий"	СССР, Звенигород	30 сентября- 4 октября
87. 3 Семинар "Взаимодействия частиц и ядер высоких энергий с ядрами"	СССР, Ташкент	15-17 октября

88.	8 Конференция молодых ученых по теоретической физике	СССР, Киев	1-4 октября
89.	3 Симпозиум по световому эхо и когерентной спектроскопии	СССР, Харьков	1-7 октября
90.	Симпозиум "Нильс Бор и наука XX века"	СССР, Пущино	5-7 октября
91.	4 Коференция "Диалог человек - ЭВМ"	СССР, Киев	1-4 октября
92.	2 Международный семинар и рабочее совещание по локализации в неупорядоченных системах	НРБ, Приморско	7-20 октября
93.	Конференция "Взаимодействия электромагнитных излучений с плазмой"	СССР, Ташкент	8-10 октября
94.	5 Симпозиум по модульным ИВС	СССР, Кишинев	8-11 октября
95.	7 Всесоюзное совещание по методам Монте-Карло в вычислительной математике и математической физике	СССР, Новосибирск	9-11 октября
96.	2 Международная школа по автоматизации научных исследований	СССР, Пущино	14-24 октября
97.	4 Симпозиум по применению микрокомпьютеров и микропроцессоров	ВНР, Будапешт	15-17 октября
98.	3 Международная конференция по низким радиоактивностям	ЧССР, Братислава	21-25 октября
99.	Всесоюзная школа "Автоматизация и эффективность научных исследований"	СССР, Протвино	21-31 октября
100.	3 Международный коллоквиум по кибернетике	ГДР, Ильменау	21-25 октября
101.	Совещание "Вычислительные эксперименты в квантовой теории поля"	СССР, Алма-Ата	21-25 октября
102.	6 Конференция "Перспективные направления развития электроприборостроения"	СССР, Ленинград	22-24 октября
103.	Семинар "Разработка микропроцессорных устройств на основе секционированных микропроцессоров"	СССР, Брест	23-27 октября
104.	Конференция по статистической физике	ГДР, Зерран	29 октября-1 ноября
105.	Семинар "Машинные методы решения краевых задач"	СССР, Рига	29-31 октября
106.	15 Симпозиум по ядерной физике	ГДР, Гауссиг	11-15 ноября
107.	Международный симпозиум по теории элементарных частиц	ГДР, Аренсхооп	17-22 ноября
108.	Всемирная выставка молодых изобретателей	НРБ, Пловдив	26 октября-7 декабря

Конференции в странах - неучастницах

1. Конференция МАГАТЭ "Рассеяние нейтронов в 90-е годы"	ФРГ, Юлих	14-18 января
2. Международное совещание "Свойства ядер и ядерных возбуждений"	Австрия, Хиршегг	14-18 января
3. Международная конференция по экспериментальным методам текстурного анализа	ФРГ, Клаусталь	25-29 марта
4. 2 Европейская конференция по атомной и молекулярной физике	Нидерланды, Амстердам	15-20 апреля
5. 3 Международный симпозиум по приборам для тонкослойной хроматографии	ФРГ, Вюрцбург	16-20 апреля
6. Оргкомитет школы молодых ученых ЦЕРН - ОИЯИ	Италия, Урбино	5-12 мая
7. XI Национальная конференция США по инженерным проблемам ускорителей	Канада, Ванкувер	13-16 мая
8. Международная конференция по ядерным данным для фундаментальных и прикладных наук	США, Санта Фе	13-17 мая
9. Вторая международная конференция по ядро-ядерным столкновениям	Швеция, Висбю	10-14 июня
10. IV Международная конференция по механизму ядерных реакций	Италия, Варрена	10-16 июня
11. Симпозиум по основам современной физики	Финляндия, Йоэнсу	15-20 июня
12. 3 Международное совещание "Нелинейные эволюционные уравнения и динамические системы"	Италия, Галлиполи	20 июня- 5 июля
13. Конференция по применению вычислительной техники в физике высоких энергий	Нидерланды, Амстердам	24-28 июня
14. Международное совещание по слабым взаимодействиям	Финляндия, Савонлинна	15-23 июня
15. Совещание Нобелевских лауреатов по физике	ФРГ, Линдау	30 июня- 7 июля
16. 7 Международная конференция по анализу на ионных пучках	Зап. Берлин	6-13 июля
17. Международная конференция по физике высоких энергий	Италия, Бари	18-24 июля
18. Международная конференция по криогенной технике. Международная конференция по криогенным материалам	США, Бостон	12-16 августа
19. 30 Международный симпозиум по макро-молекулам	Нидерланды, Гаага	17-31 августа

- | | | |
|--|--|--------------------------------|
| 20. Международный симпозиум по лептон-фотонным взаимодействиям, заседание Комиссии ИЮПАП и VI Международный симпозиум по поляризационным явлениям в ядерной физике | Япония, Киото | 19-24 августа |
| 21. Международная конференция по магнетизму | Япония, Осака
США,
Сан-Франциско | 26-30 августа
26-30 августа |
| 22. IX Международная конференция по магнитной технологии | Швейцария,
Цюрих | 9-13 сентября |
| 23. Международная школа по физике частиц | СФРЮ, Купари | 21 сентября-
5 октября |
| 24. 13 Международная конференция по твердотельным трековым детекторам | Италия, Рим | 22-29 сентября |

НАУЧНАЯ ИНФОРМАЦИЯ



Издательский отдел

В издательском отделе в 1985 году вышло из печати 906 наименований сообщений и препринтов ОИЯИ. Издано 246 служебных материалов. Увидели свет 7 сборников трудов различных конференций, организованных ОИЯИ. Среди них: "Труды V Международного совещания по проблемам математического моделирования, программированию и математическим методам", "Труды XII Международного симпозиума по ядерной электронике", "Труды III Международного симпозиума по избранным проблемам статистической механики" и др.

Все большую популярность приобретают "Краткие сообщения ОИЯИ", цель которых — ознакомление мировой научной общественности с наиболее интересными научными, научно-техническими, методическими и прикладными результатами, полученными учеными Дубны. В 1985 году вышло из печати 8 таких сборников. Всего за неполных два года вышло 13 "Кратких сообщений ОИЯИ".

В редакции журналов, на различные конференции, проводившиеся как в странах-участницах ОИЯИ, так и в других странах, было направлено 1253 статьи и доклада, содержащих результаты работ ученых Дубны, ведущихся в соответствии с проблемно-тематическим планом Института, утвержденным Комитетом Полномочных Представителей.

Статьи сотрудников ОИЯИ публиковались в таких журналах, как "Журнал экспериментальной и теоретической физики", "Теоретическая и математическая физика", "Приборы и техника эксперимента", "Ядер-

ная физика", "Физика элементарных частиц и атомного ядра", "Атомная энергия", "Journal of Physics", "Physics Letters", "Zeitschrift für Physik", "Nuclear Physics", "Nuclear Instruments and Methods", "Solid State Communications" и др.

В 51 страну мира рассылались публикации Дубны. В 1985 году в списке рассылки публикаций ОИЯИ появилось 23 новых адреса.

В обмен на информацию о работах, выполняемых в Дубне, научно-техническая библиотека Института получила 10698 препринтов, 133 наименования журналов и 294 монографии из 42 стран мира.

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 1984 год и отчет о деятельности ОИЯИ за 1984 год.

Издательским отделом выполнялись заказы лабораторий на ксерокопирование. За год изготовлено более 465 тысяч ксерокопий. Выполнено свыше 5 тысяч заказов на переплетные работы. Для обработки экспериментальной информации и других целей изготовлено около 600 тыс. различных бланков.

В традиционном конкурсе Московского правления НТО полиграфии и издательств на лучшее оформление и исполнение печатной продукции методами и средствами оперативной полиграфии коллектив отдела занял призовое место за издание работы академика Н.Н.Боголюбова "Цветные кварки — новая ступень познания микромира".

Научно-техническая библиотека

В 1985 году число читателей научно-технической библиотеки и ее филиалов составило 6400 человек, в том числе свыше 600 человек, прибывших в ОИЯИ в командировки. Количество выданной за год литературы и просмотренной на выставках новых поступлений — 372 тысячи экземпляров. По заявкам читателей получено по межбиблиотечному абонементу (МБА) 2519 названий книг и журналов. Выполнены 923 читательские заявки, поступившие из библиотек Советского Союза.

По всем источникам комплектования (покупка, подписка, книгообмен) в 1985 г. поступило около 18 тысяч экземпляров книг, препринтов, периодических изданий, в том числе 7734 — на иностранных языках.

Продолжалась работа по очистке фонда от устаревшей литературы.

На 1 января 1985 года библиотечный фонд составляет 377 тысяч экземпляров,

из них около 160 тысяч на иностранных языках.

Все поступившие издания своевременно обрабатывались и отражались в центральном каталоге и в каталогах филиалов.

Пополнились новыми публикациями тематические картотеки: введено 24474 карточки. Картотека публикаций сотрудников Института пополнилась 2363 карточками. Подготовлен и издан "Указатель работ сотрудников ОИЯИ за 1984 г."

Еженедельно выпускались экспресс-бюллетени "Книги", "Препринты", "Статьи", выпущено 156 номеров, включивших новую информацию на 25 тыс. названий.

Еженедельно обновлялись выставки новых поступлений книг, препринтов, на которых было представлено 8832 новых названия.

Было организовано 15 тематических выставок литературы.

Патентный отдел

Итоги 1985 года в области изобретательства и рационализации характеризуются следующими данными:

ЗАЩИТА И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЙ

	1985 г.	1958-1985 гг.
Получено положительных решений по заявкам на изобретения	60	1041
Использовано собственных изобретений	15	493

РАЦИОНАЛИЗАТОРСКИЕ ПРЕДЛОЖЕНИЯ

	1985 г.	1958-1985 гг.
Использовано рационализаторских предложений	619	12517
Экономический эффект от использования изобретений и рационализаторских предложений (тыс. руб.)	44,5	2383,7

**АДМИНИСТРАТИВНО-
ХОЗЯЙСТВЕННАЯ
ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ**



КАДРЫ

Численность сотрудников ОИЯИ на 31 декабря 1985 года составляет 7388 человек.

Распределение по категориям показано в таблице:

Категория	Численность		
	в лаборат. и управл.	в производств. подразд.	Всего
Научные работники	1176	—	1176
Инженеры	1743	260	2003
Техники и мастера	192	154	346
Рабочие	1833	1466	3299
Ученики	3	9	12
Служащие	282	203	485
МОП	6	61	67
	5235	2153	7388

В Объединенном институте ядерных исследований работают 6 академиков: Н.Н.Боголюбов, А.М.Балдин, Б.М.Понтекорво, Н.Содном, Г.Н.Флеров, И.М.Франк; 5 член-корреспондентов академий наук: Н.Н.Говорун, В.П.Джелепов, И.Звара, М.Г.Мещеряков, Д.В.Ширков; 155 докторов наук, 571 кандидат наук.

В 1985 году принято 837 человек, из них: научных работников — 206, инженеров — 161, техников и мастеров — 63, рабочих — 319, учеников — 14, служащих — 64, младшего обслуживающего персонала — 10.

Уволено из ОИЯИ за этот же период в связи с окончанием срока работы и по другим причинам — 809 человек.

В течение года учеными и научно-техническими советами Объединенного института ядерных исследований избраны на должности на новые сроки 164 научных сотрудника. Звание профессора присвоено и утверждено ВАК одному сотруднику, звание старшего научного сотрудника — 6, звание младшего научного сотрудника — 32.

В 1985 году защитили кандидатские диссертации — 31, докторские — 9 сотрудников.

В 1985 году сотрудники ОИЯИ награждены орденами и медалями СССР:

— орденом Дружбы народов награжден член-корреспондент АН СССР М.Г.Мещеряков;

— орденами Отечественной войны 1 и 2 степени и юбилейными медалями "40 лет Победы советского народа в Великой Отечественной войне 1941-1945 гг." награжден 141 сотрудник ОИЯИ;

— медалью "Ветеран труда" награжены 349 сотрудников ОИЯИ.

ФИНАНСОВАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

Комитет Полномочных Представителей правительств государств-членов Объединенного института ядерных исследований для

Наименование разделов	Ассигнования на год (в млн.руб.)	Фактические расходы (в млн.руб.)	% к плану
I. Административно-управленческие и хозяйственные расходы	7,3	6,9	94,3
II. Расходы на научно-исследовательскую деятельность	23,2	22,6	97,4
Итого по основной деятельности	30,5	29,5	96,7
III. Капитальные вложения на строительство научно-исследовательских и других объектов	16,0	16,8	104,9
Всего:	46,5	46,3	99,5

проведения научно-исследовательских работ, капитального строительства и других мероприятий, связанных с деятельностью Института, на 1985 год ассигновал 46,5 млн.руб.

Фактические расходы за год составили 46,3 млн.руб., или 99,5% по отношению к годовым ассигнованиям.

Проблемно-тематический план научно-исследовательских работ на 1985 год выполнен

в полном объеме, в сметной стоимости и по номенклатуре. Фактические расходы составили 29,5 млн.руб., или 96,7% к сметной стоимости, достигнута экономия 1,0 млн.руб.

В сопоставлении с годовыми ассигнованиями распределение фактических расходов по разделам бюджета показано в таблице.

КАПИТАЛЬНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО

Затраты на капитальное строительство научно-исследовательских и других объек-

тов планировалось в сумме 16,0 млн.руб. Выполнение годового плана составило:

Структура капитальных вложений	Годовой план (в млн.руб.)	Фактическое выполнение (в млн.руб.)	% выполнения
Всего капитальных вложений, в том числе:	16,0	16,3	101,8
1. Строительно-монтажные работы	3,4	2,1	61,7
2. Оборудование и инвентарь	12,0	13,1	108,9
3. Проектно-изыскательские и проч.	0,6	1,1	198,0
Ввод в действие основных средств (фондов)	12,9	14,7	114,0

ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

В составе ОИЯИ находятся производственные, вспомогательные и обслуживающие подразделения.

Деятельность этих подразделений за 1985 год характеризуется основными показателями, приведенными в таблице:

Показатели	Годовой план	Фактическое выполнение	% выполнения
1. Объем готовой продукции, выполненных работ и оказанных услуг в млн.руб.	13,9	14,3	102,8
2. Результаты финансово-хозяйственной деятельности в млн.руб.	0,4	1,1	
3. Затраты на один рубль готовой продукции, выполненных работ и оказанных услуг	0-98,9	0-94,5	
4. Численность работающих	2234	2123	