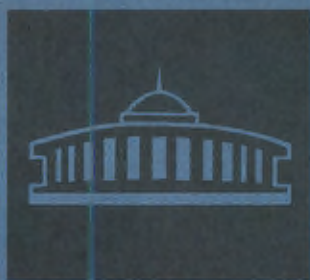


ДУБНА · 1984

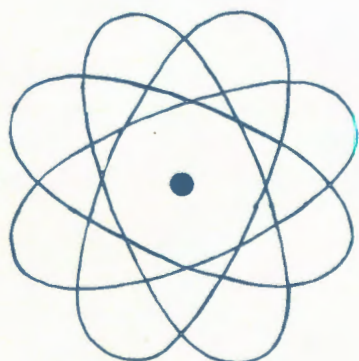
ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ



JOINT INSTITUTE FOR NUCLEAR RESEARCH

1984 · DUBNA

**ОТЧЕТ
О ДЕЯТЕЛЬНОСТИ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ**



ЕЖЕГОДНОЕ ИЗДАНИЕ

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ РУКОВОДЯЩИХ И КОНСУЛЬТАТИВНЫХ ОРГАНОВ	8
Премии и награды	15
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЕ РАБОТЫ, ВЫПОЛНЕННЫЕ ЛАБОРАТОРИЯМИ ОИЯИ В 1984 ГОДУ	
Лаборатория теоретической физики	18
Лаборатория высоких энергий	26
Лаборатория ядерных проблем	38
Лаборатория ядерных реакций	52
Лаборатория нейтронной физики	66
Лаборатория вычислительной техники и автоматизации	82
Отдел новых методов ускорения	92
ОБЩЕИНСТИТУТСКИЕ СЛУЖБЫ	
Отдел радиационной безопасности и радиационных исследований	102
Опытное производство	104
МЕЖДУНАРОДНЫЕ СВЯЗИ И НАУЧНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО	108
НАУЧНАЯ ИНФОРМАЦИЯ	
Издательский отдел	128
Научно-техническая библиотека	128
Патентный отдел	130
АДМИНИСТРАТИВНО-ХОЗЯЙСТВЕННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ	132

ВВЕДЕНИЕ

В 1984 году интернациональный коллектив ученых Объединенного института ядерных исследований добился новых успехов в широкой области исследований структуры элементарных частиц и атомного ядра, изучении их взаимодействий, разработке оригинальных методик проведения экспериментов и анализа результатов. Успешно выполнена намеченная программа научно-исследовательских работ, получены важные результаты как фундаментального, так и прикладного характера.

Теоретиками Института впервые найдена явно инвариантная формулировка расширенных суперсимметричных теорий в терминах суперполей без связей, которая упрощает доказательство конечности этих теорий. В методе ренормализационной группы предложена схемно-инвариантная теория возмущений и указан способ определения массы кварков. На основе предложенного нового механизма, объясняющего рост полных сечений адрон-адронных процессов — "спиновой динамики", сделан ряд предсказаний поляризационных эффектов. Проведен анализ сечений инклюзивных процессов при больших поперечных импульсах, указывающий на возможный рост числа ароматов кварков (до 8-10) при энергиях коллайдера. В рамках квазичастично-фононной модели ядра рассчитана фрагментация зарядово-обменных гигантских резонансов в сферических и деформированных ядрах. Выполнены исследования, позволившие предсказать новые виды радиоактивности, получившие экспериментальное подтверждение по ^{14}C , ^{24}Ne -радиоактивности. В области теории конденсированного состояния получено точное решение уравнений движения для трехуровневого излучателя и предсказано явление фотонного эха. Выполнен цикл исследований по теории гетерофазных состояний в адронной материи.

Ряд новых интересных результатов получен в экспериментах на крупнейших ускорителях:

синхрофазотроне ОИЯИ, синхротроне ИФВЭ (Протвино), синхротроне ЦЕРН (Женева). В исследованиях по релятивистской ядерной физике получен количественный критерий границы применимости протон-нейтронной модели ядра. Измерена подробная A -зависимость сечений кумулятивных π^- -мезонов и показано, что имеется рост сечения с увеличением атомного номера при $A < 30$. Получены новые данные о структурных функциях кумулятивных частиц и адронов сопровождения. Из асимметрии распада относительно плоскости рождения λ_c показана возможность исследования эффектов нарушения пространственной четности в распадах очарованных частиц. Завершены исследования процесса околопорогового образования пионных пар пионами в кулоновском поле ядра и экспериментально доказана справедливость теоремы киральных аномалий, связывающей амплитуды процессов $\gamma \rightarrow 3\pi$ и $\pi^0 \rightarrow 2\gamma$. Выполнены прецизионные измерения дифференциальных сечений в реакциях $\pi^+ + p \rightarrow K^+ + \Sigma^+$, показавшие, что в области малых переданных импульсов ($t < 0,1 \text{ ГэВ}/c^2$) поведение дифференциальных сечений, в отличие от принятого, не является экспоненциальным. Впервые измерена асимметрия в инклюзивном образовании π^0 -мезонов в π^-p -взаимодействиях. Исследован процесс образования релятивистских позитрониев и дана оценка относительной вероятности самой редкой моды распада π^0 -мезона на γ -квант и позитроний ($w \sim 10^{-9}$). В мюон-ядерном эксперименте NA-4 впервые измерена интерференционная структурная функция в области значений квадрата переданного 4-импульса от 40 до 180 $(\text{ГэВ}/c)^2$. В совместном с ЦЕРН эксперименте на ускорителе LEAR найдено важное космологическое ограничение на количество антивещества в ранней Вселенной — отношение числа антипротонов к протонам $R < 10^{-3}$.

Новыми интересными результатами отмечен минувший год и в области физики низких энергий. В Лаборатории ядерных проблем выполнен эксперимент по определению спиральности нейтрино в распаде резонансно-возбужденного уровня самария, результаты которого существенно лучше согласуются с предположением о полной левой продольной поляризации нейтрино, чем ранее полученные в экспериментах, проведенных в США и Швеции.

На интенсивных пучках тяжелых ионов титана, хрома, железа и никеля циклотрона У-400 проведены эксперименты по синтезу тяжелых элементов с Z от 106 до 111. Синтезированы изотопы 108 элемента с массовыми числами 263-265. Показано, что все синтезированные ядра испытывают α -распад, что свидетельствует о высокой ядерной стабильности транскурчатовиевых элементов по отношению к спонтанному делению. Продолжался поиск сверхтяжелых элементов с использованием сорбции, экстракции и ультрафильтрации в термальных рассолах Байкальской рифтовой зоны и полуострова Челекен. Проведен цикл экспериментов по изучению зарядово-обменных реакций с использованием пучков ионов азота и углерода; измерен дефект массы изотопа гелия-9. Получена новая информация о механизме взаимодействия ядер, характеристиках деления тяжелых ядер вплоть до $Z=108$.

Широким фронтом велись физические исследования по изучению структуры и динамики конденсированных сред на пучках реактора ИБР-2. Впервые исследована зависимость радиуса инерции поперечного сечения макромолекул от степени ионизации в полиэлектролитах. Изучение фазовых диаграмм жидких кристаллов в жидкокристаллическом и стекловидном состояниях показало существование двух ветвей последовательности равновесных и неравновесных фаз, предсказываемых теорией несоизмеримых фазовых переходов. Выполнены важные исследования структуры, динамики и особенностей фазовых переходов в суперионном проводнике CsHSO_4 . Плодотворными были исследования, выполненные на реакторе ИБР-30. Изучены корреляции в угловых распределениях γ -квантов при захвате нейтронов в области p -волновых резонансов ядер, для которых было ранее обнаружено несохранение пространственной четности. Еще одно резонансное несохранение пространственной четности обнаружено в (n, p) -реакции на хлоре под действием поляризованных тепловых нейтронов реактора

ЛИЯФ (Гатчина). Проведен интересный эксперимент на пучке ультрахолодных нейтронов этого реактора по обнаружению возможного заряда нейтрона — исследовалось влияние электрического поля на пучок ультрахолодных нейтронов.

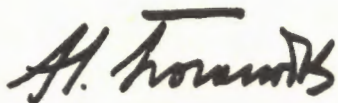
Дальнейшее развитие и совершенствование получила экспериментальная база Института. Принят в эксплуатацию реактор ИБР-2 на средней мощности 2 МВт в режимах 5 и 25 импульсов в секунду. Полученный поток тепловых нейтронов в импульсе (10^{16} н/см²·с) является рекордным в мире среди всех действующих нейтронных источников. На ускорителе ЛИУ-30 пучок электронов проведен через инжекторный участок и первую ускоряющую секцию. Получен ток ~70 А при энергии 3 МэВ. На синхрофазотроне повышена интенсивность пучков ускоренных ядер кислорода (до $5 \cdot 10^7$ за цикл), получены ускоренные ядра фтора и кремния. Впервые в мировой практике осуществлен вывод пучка синхрофазотрона с помощью изогнутого монокристалла. Завершена комплексная сборка сверхпроводящего модельного синхротрона (СПИН) и проведены испытания в "теплом" варианте. Состоялся физический пуск фазотрона — установки "Ф". Пучок протонов ускорен без заметных потерь до конечного радиуса при энергии 680 МэВ. На циклотроне У-400 получены высокоинтенсивные пучки ионов (вплоть до $6 \cdot 10^{13}$ част/с) в широком диапазоне ускоряемых частиц. Осуществлен комплексный запуск головной части ускорителя КУТИ-20 и получены на выходе ионы с энергией 2,5 МэВ/нуклон. Продолжал развиваться центральный вычислительный комплекс ОИЯИ. Выполнены работы по установке и монтажу новой мощной ЭВМ ЕС-1061.

Большой объем работ выполнен по созданию новых физических установок для экспериментов в области физики высоких и низких энергий. Завершен монтаж магнитной системы "Нейтронного детектора" на нейтронном канале серпуховского ускорителя, включающей 39 рамных и 13 кольцевых магнитов. Проведен физический пуск установки АРЕС, предназначенной для поиска редких распадов пионов и мюонов. Введены в эксплуатацию на пучках ИБР-2 спектрометры НСВР, СПН и ДИФРАН. На пучках тяжелых ионов ускорителя У-400 начаты эксперименты на установках ДЭМАС, МС-А, РИПС.

Выполнены проектно-конструкторские работы по подготовке серийного произ-

водства в ОП ОИЯИ стримерных детекторов для совместного с ЦЕРН эксперимента ДЕЛФИ на встречных пучках. Создана база для исследований прототипа адронного калориметра установки ДЕЛФИ, разработана методика испытаний стримерных детекторов.

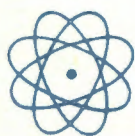
В области прикладных исследований выполнены новые разработки по созданию и внедрению эффективных ядерных фильтров. Создана установка для экспресс-анализа радиохроматограмм и электрофореграмм на основе многоступенчатой лавинной камеры. В рамках программы "Геном" проведены исследования влияния магнитного поля на биоэлектрическую активность нейронов. Выявлено влияние репарации ДНК на величину биологической эффективности ионизирующих излучений. Выполнен большой объем исследований на пучках реактора ИБР-2, направленных на решение актуальных задач в области геологии, экологии, биологии и медицины.



Деятельность Института осуществлялась в рамках широкого международного научно-технического сотрудничества. Для проведения совместных работ и участия в совещаниях Дубну посетило около 2000 специалистов из многих стран. Для этих же целей выезжали в страны-участницы ОИЯИ и другие страны более 660 сотрудников Института. Институт был организатором 4 крупных научных и 36 рабочих совещаний. Среди них такие, как VII Международное совещание по проблемам квантовой теории поля, VII Международный семинар по проблемам физики высоких энергий, III Международный симпозиум по избранным проблемам статистической механики, Международная школа молодых ученых по проблемам ускорителей заряженных частиц. Ученые ОИЯИ приняли участие в работе 113 международных и национальных конференций, симпозиумов и школ, состоявшихся в различных странах мира.

Н.Н.Боголюбов
Директор Объединенного института
ядерных исследований

**РУКОВОДЯЩИЕ
И КОНСУЛЬТАТИВНЫЕ
ОРГАНЫ ОИЯИ**



ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ РУКОВОДЯЩИХ И КОНСУЛЬТАТИВНЫХ ОРГАНОВ ОИЯИ

LV сессия Ученого совета ОИЯИ проходила 12-14 января 1984 года. Члены Ученого совета заслушали информацию о выполнении решений предыдущих сессий (LIII и LIV), доклады об итогах международного сотрудничества и связях ОИЯИ за 1983 год и планах на 1984 год, о кадрах специалистов из стран-

участниц, информацию о предложениях комиссии по совершенствованию работы секций и специализированных комитетов Ученого совета.

Ученый совет одобрил научно-исследовательскую деятельность лабораторий и ОНМУ Института в 1983 году, утвердил проблемно-



тематический план научно-исследовательских работ и международного сотрудничества ОИЯИ на 1984 год, определил важнейшие научно-исследовательские задачи лабораторий и ОНМУ на 1984 год, а также рассмотрел предложения лабораторий в проект пятилетнего плана развития ОИЯИ на 1986-1990 гг.

Ученый совет утвердил сроком на три года в должности заместителя директора Лаборатории ядерных реакций профессора Ю.Ц.Оганесяна.

Комитет Полномочных Представителей правительств государств-членов ОИЯИ на совещании 20-21 марта одобрил работу Института по выполнению плана научно-исследовательских работ и международного сотрудни-

чества в 1983 году; утвердил решения LIV и LV сессий Ученого совета ОИЯИ по результатам научных исследований, выполненных лабораториями и отделами Института в 1983 году; план научно-исследовательских работ и международного сотрудничества на 1984 год, принятый LV сессией Ученого совета; решения LV сессии Ученого совета по итогам международного сотрудничества ОИЯИ в 1983 году, планам проведения научных совещаний на 1984 год и кадрам специалистов из стран-участниц ОИЯИ.

Комитет Полномочных Представителей постановил считать главными задачами Института в 1984 году:

— дальнейшее развитие современных теоретических методов физики элементарных частиц и атомного ядра, конденсированных

Заседание Комитета Полномочных Представителей стран-участниц ОИЯИ, март 1984 г.



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 в решениях LV сессии Ученого совета ОИЯИ;

- проведение работ по модернизации систем синхрофазотрона;

- проведение работ по реализации КУТИ-20;

- разработку проекта ТИС;

- участие в разработке совместно с ИФВЭ отдельных систем проекта УНК и подготовку предложений к экспериментам на нем;

- начало физических экспериментов на пучках установки "Ф";

- проведение работ по вводу реактора ИБР-2 в эксплуатацию и развитие физических исследований на нем, создание ЛИУ-30;

- работы в области создания и совершенствования ускорителей тяжелых ионов (комплекс У-400 + У-400М);

- развитие и эффективное использование ЦВК;

- дальнейшее развитие ОП как необходимое условие для совершенствования экспериментальной базы ОИЯИ;

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

Комитет утвердил представленный дирекцией Института отчет об исполнении бюджета за 1982 год, протокол Финансового комитета ОИЯИ от 15-16 ноября 1983 года и заслушал сообщение дирекции ОИЯИ об исполнении бюджета Института за 1983 год.

Заслушав доклад дирекции ОИЯИ "Об основных направлениях и ориентировочных контрольных цифрах пятилетнего плана развития ОИЯИ на 1986-1990 годы", Комитет Полномочных Представителей постановил представить проект плана на рассмотрение и утверждение совещанию Комитета Полномочных Представителей в 1985 году.

На совещании с научным докладом "Релятивистская ядерная физика и квантовая хромодинамика на больших расстояниях" выступил академик А.М.Балдин.

Комитет Полномочных Представителей выразил дирекции и всему коллективу Объединенного института ядерных исследований благодарность за проделанную работу в 1983 году.

LVI сессия Ученого совета ОИЯИ состоялась 7-9 июня 1984 года. Ученый совет одобрил деятельность его секций по теоретической физике, физике высоких энергий и физике низких энергий и их комитетов, утвердил решение жюри о присуждении премий ОИЯИ за лучшие работы 1983 года. Члены Ученого совета обсудили проработанный вариант проекта пятилетнего плана развития ОИЯИ на 1986-1990 годы и одобрили его основные научные направления, обсудили проект проблемно-тематического плана научно-исследовательских работ и международного сотрудничества ОИЯИ на 1985 год и определили основные научные направления лабораторий и ОНМУ в 1985 году.

На сессии с научными докладами выступили: академик И.М.Франк "Ввод в эксплуатацию реактора ИБР-2 и первые результаты физических исследований" и академик АН ГССР А.Н.Тавхелидзе "Развитие экспериментальной базы и программа научных исследований ИЯИ АН СССР".

Ученый совет утвердил в должности заместителя директора Лаборатории высоких энергий кандидата физико-математических наук А.Прокеша сроком на три года.

В 1984 году заседания консультативных органов Института — секций Ученого совета ОИЯИ по теоретической физике, по физике высоких и физике низких энергий — проводились трижды: в январе, июне и ноябре-декабре.

На январской сессии секций обсуждались предложения лабораторий в проект пятилетнего плана развития ОИЯИ на 1986-1990 годы в области теоретической физики, физики высоких энергий, атомного ядра и конденсированных сред. Кроме того, были заслушаны отчеты о выполнении решений предыдущей сессии секций и отчеты о работе специализированных комитетов. На XIX сессии секции Ученого совета ОИЯИ по теоретической физике (12 января) с докладом о работах венгерских теоретиков в области теории калибровочных полей на решетке выступил доктор А.Паткош. Научные доклады на сессии сделали кандидаты физико-математических наук Д.Ю.Бардин, В.Ю.Пономарев, С.В.Голоскоков. На XXXVIII сессии секции Ученого совета ОИЯИ по физике высоких энергий (10 января) были заслушаны отчет о состоянии обработки फिल्मовой ин-

формации в ЛВТА в 1983 году и плане на 1984 год, доклад о сотрудничестве ОИЯИ с ИФВЭ и отчет о деятельности СНЭО в 1983 году.

На своей летней сессии члены секций Совета заслушали ряд научных докладов о работах, выполненных в лабораториях ОИЯИ, отчеты о работе специализированных комитетов и о выполнении решений предыдущей сессии. В частности, на XX сессии секции Ученого совета ОИЯИ по теоретической физике, состоявшейся 7 июня, был заслушан доклад профессора Д.Стоянова об исследованиях, проводимых болгарскими теоретиками, научные доклады представили доктор физико-математических наук А.Н.Сисакян, И.Н.Михайлов, В.Г.Маханьков. Секция одобрила научные доклады сотрудников ОИЯИ, представленные на Международную конференцию по физике высоких энергий в Лейпциге. С докладом о подготовке к этой конференции выступил член-корреспондент АН СССР Д.В.Ширков. Участники XXXVIII сессии секции Ученого совета по физике высоких энергий (5 июня) заслушали доклады об исследованиях, выполненных в Лаборатории высоких энергий, Лаборатории ядерных проблем и Лаборатории вычислительной техники и автоматизации: о вводе в действие нового типа лазерного источника, о выводе пучка из синхрофазотрона с помощью изогнутого монокристалла, о наблюдении ультрарелятивистских позитрониев, о создании поляризованных дейтронных мишеней и об исследованиях по созданию быстрых алгоритмов для распознавания треков ионизирующих частиц. На состоявшейся 6 июня XXXVIII сессии секции Ученого совета по физике низких энергий обсуждались доклады о работах, выполненных в Лаборатории нейтронной физики: об исследованиях корреляции в угловых распределениях гамма-квантов при захвате нейтронов в р-резонансах; о наблюдении спин-орбитального расщепления $3r$ -максимума нейтронной силовой функции; об исследовании реакции (n, p) на медленных нейтронах и перспективах изучения редких каналов распада компаунд-ядер; о некоторых новых применениях нейтронов в исследовании конденсированных сред; об исследовании динамики конденсированных сред на реакторах.

Главное внимание членов секций Ученого совета на их осенней сессии было уделено обсуждению проекта пятилетнего плана развития ОИЯИ на 1986-1990 гг. в области теоретической физики, физики высоких энер-

гий, атомного ядра и конденсированных сред. На своих заседаниях члены секций заслушали предложения лабораторий в проект пятилетнего плана, обсудили рекомендации специализированных комитетов по проектам экспериментальных установок в проект плана, а также заслушали отчеты о выполнении решений предыдущей сессии. На XXI сессии секции Ученого совета по теоретической физике (28 ноября) с научными докладами выступили профессор В.Г.Соловьев, кандидаты физико-математических наук М.Г.Митро и И.Гочев, доктора физико-математических наук Э.Сокачев и Р.Э.Каллош, кандидат физико-математических наук Д.И.Казаков. Сессия отметила успешную работу коллектива теоретиков Института и присуждение ряду сотрудников ЛТФ научных премий, а также высокий уровень результатов, полученных теоретиками ОИЯИ и стран-участниц при разработке наиболее актуальных проблем физики элементарных частиц, квантовой теории поля, физики атомного ядра, статистической механики и ее приложений в физике конденсированного состояния. На XXXIX сессии секции Ученого совета ОИЯИ по физике высоких энергий (27-29 ноября) были заслушаны доклады о XXII Международной конференции по физике высоких энергий в Лейпциге и о X Международной конференции по частицам и ядрам в Гейдельберге, секция отметила значительный вклад ОИЯИ в научную программу этих конференций. Участники XXXIX сессии секции Ученого совета ОИЯИ по физике низких энергий (4-6 декабря) заслушали доклады об итогах работы Международного симпозиума по возбужденным состояниям (Лодзь, ПНР), Международного симпозиума по физике тяжелых ионов (Япония), Международного совещания по экспериментам на пучках тяжелых ионов (Варна, НРБ). С научным докладом на сессии выступил профессор А.Сэндулеску.

Заседания специализированных комитетов секций Ученого совета по физике высоких энергий (фотоэмульсионного комитета, камерного комитета и комитета по электронным экспериментам) и по физике низких энергий (комитета по нейтронной физике, комитета по структуре ядра и комитета по физике тяжелых ионов) проходили в 1984 году дважды: в апреле и ноябре. На заседаниях комитетов были заслушаны отчеты о выполнении рекомендаций предыду-

щих сессий комитетов, о ходе работ по утвержденным темам и проектам. На весенней сессии обсуждались изменения в проекте проблемно-тематического плана научно-исследовательских работ и международного сотрудничества на 1985 год по тематике комитетов, предложения новых экспериментов, были заслушаны научные доклады и сообщения об итогах работы некоторых сове-

щений и конференций по тематике комитетов. Основное внимание на осенней сессии комитетов было уделено рассмотрению проектов экспериментальных установок, предлагаемых для реализации в 1986-1990 гг., были также представлены научные доклады и сообщения о наиболее интересных исследованиях, проводимых в странах-участницах ОИЯИ.

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 Хыу (Социалистическая Республика Вьетнам)
Доктор Ф. Гильберт (Германская Демократическая Республика)
Ким Ген Чук (Корейская Народно-Демократическая Республика)
О. Л. Кабальеро (Республика Куба)

Проф. Д. Чултэм (Монгольская Народная Республика)
Проф. М. Совински (Польская Народная Республика)
Ш. Олариу (Социалистическая Республика Румыния)
Академик А. М. Петросьянц (Союз Советских Социалистических Республик)
Проф. Ч. Шимане (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
доктор физических наук Ц. Бончев	член-корр. ВАН Д. Берени	кандидат физ.-мат. наук Ву Суан Минь	профессор К. -Г. Каун	кандидат физ.-мат. наук Ким Хон Сен	кандидат физ.-мат. наук М. Леонард	Б. Далхсурен академик АН МНР	академик ПАН Р. Сосновски	профессор Д. Барб	доктор технических наук А. А. Васильев	чл. - корр. САН Ю. Дубински
профессор Ж. Желев	член-корр. ВАН Л. Киш	кандидат хим. наук Данг Ву Минь	академик К. Ланиус	кандидат техн. наук Сон Зун Ган	доктор М. Мелиан	Н. Содном	академик ПАН А. Хрынкевич	профессор И. Брындуш	академик А. А. Логунов	профессор И. Тучек
академик Х. Христов	профессор Н. Кроо	Нгуен Ван Вьонг	профессор Г. Музиоль			Д. Тувадендорж	академик ПАН Е. Яник	профессор Г. Семенеску	профессор В. К. Лукьянов	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

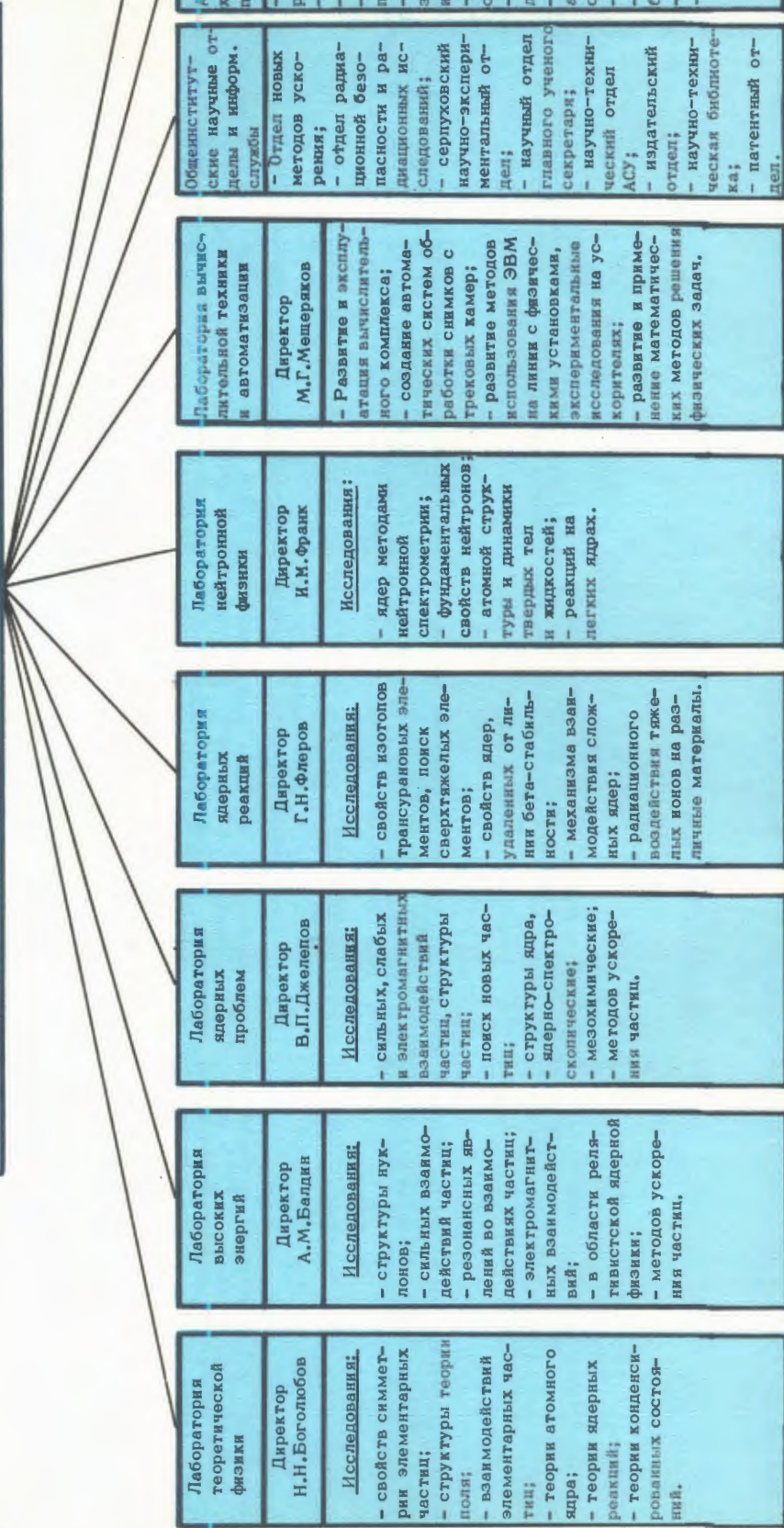
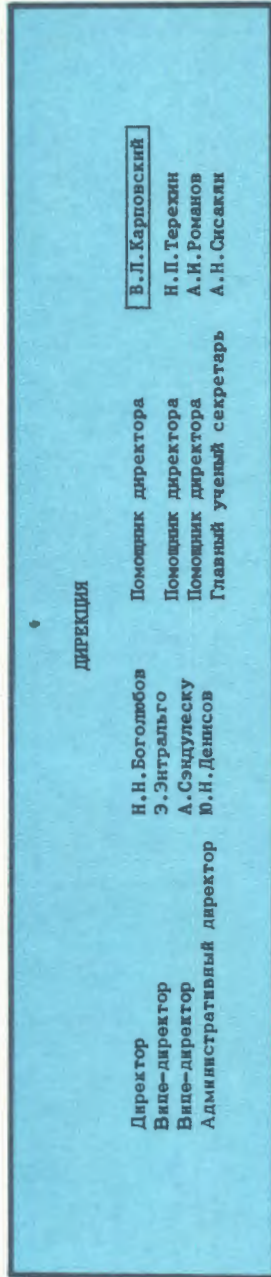
Фотоэмulsionный комитет
Председатель - кандидат физ.-мат. наук М. Хайдук

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



ПРЕМИИ И НАГРАДЫ

— Государственная премия СССР в области науки и техники за 1984 год присуждена циклу работ "Метод ренормализационной группы в теории полей". (Авторы: Н.Н.Боголюбов, А.А.Логунов и Д.В.Ширков).

— Государственная премия ЧССР имени Клемента Готвальда в области науки присуждена циклу работ по исследованию свойств атомных ядер методом ядерной ориентации при сверхнизких температурах. (В числе авторов: М.Фингер).

— Золотая медаль имени М.В.Ломоносова АН СССР за 1984 год присуждена академику Н.Н.Боголюбову за выдающиеся достижения в области математики и теоретической физики.

— Золотая медаль имени М.А.Лаврентьева АН СССР и премия за 1983 год присуждена академику Н.Н.Боголюбову за работу "О стохастических процессах в динамических системах".

— Премия Совета Министров СССР в области науки и техники присуждена за разработку нового типа вакцины против клещевого энцефалита с повышенной иммунологической эффективностью и внедрение препарата в серийное производство. (В числе авторов: В.И.Кузнецов).

— Премия комсомола Подмосковья в области науки, техники и производства присуждена за цикл работ по исследованию новых эффектов, возникающих при каналировании частиц в кристаллах. (В числе авторов: В.М.Головатюк, Н.И.Зимин, И.А.Тяпкин).

— Орденом Октябрьской Революции и орденом "Звезда дружбы народов" в золоте (ГДР) награжден академик Н.Н.Боголюбов.

— Степень почетного доктора наук Карлова университета в Праге (ЧССР) присуждена академику И.М.Франку.



Торжественное вручение высокой награды — ордена Октябрьской Революции академику Н.Н.Боголюбову (21 августа 1984 г.). По поручению Президиума Верховного Совета СССР награду вручил председатель Государственного комитета по использованию атомной энергии СССР А.М.Петросьянц.

— Почетным членом АН АрмССР избран академик Н.Н.Боголюбов.

— Медалью "Ветеран труда" награждены 188 сотрудников ОИЯИ.

На соискание премий Объединенного института ядерных исследований за 1983 год были выдвинуты лучшие научно-исследовательские теоретические и экспериментальные, научно-методические и научно-технические, а также научно-технические прикладные работы, выполненные сотрудниками Института. Решением Ученого совета ОИЯИ от 7-9 июня 1984 года присуждены следующие премии:

ПО НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИМ ТЕОРЕТИЧЕСКИМ РАБОТАМ

Первая премия

"Множественные и инклюзивные процессы в трехмерной формулировке квантовой

теории поля" (цикл работ 1971-1983 гг.).

Авторы: С.Щ.Мавродиев, Р.М.Мурадян, В.И.Саврин, А.Н.Сисакян, Н.Б.Скачков, Л.А.Слепченко.

Вторая премия

"Метод самосогласованных фононов в теории фазовых переходов".

Авторы: В.Л.Аксенов, Х.Конвент, Н.М.Плакида, С.Стаменкович, Т.Шиклош.

**ПО НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИМ
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫМ РАБОТАМ**

Первая премия

"Измерение формфакторов π - и К-мезонов в опытах по упругому π -е и К-е рассеянию".

Авторы: Д.Ю.Бардин, А.С.Водопьянов, З.Гузик, И.Иоан, Б.А.Кулаков, Г.В.Мицельмахер, Т.С.Нигманов, В.Д.Рябцов, М.Турала, Э.Н.Цыганов.

Две вторые премии

"Наблюдение спин-орбитального расщепления гигантского Z_r -резонанса".

Авторы: В.А.Вагов, В.А.Ермаков, Г.Н.Зимин, Зө Ин Ок, В.Г.Николенко, А.Б.Попов, Г.С.Самосват.

"Исследования механизма холодного слияния и стабильность тяжелых ядер".

Авторы: Г.Г.Гульбекян, А.Г.Демин, Г.Н.Иванов, И.В.Колесов, В.Б.Кутнер, Ю.Ц.Оганесян, В.М.Плотко, С.П.Третьякова, В.К.Утенков, И.В.Широковский.

**ПО НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИМ
И НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИМ РАБОТАМ**

Первая премия

"Прецизионная спектрометрия дискретных излучений радиоактивных нуклидов

с помощью полупроводниковых детекторов".

Авторы: Г.-Ю.Байер, Ц.Вьшов, В.М.Горжанкин, К.Я.Громов, В.Г.Калинников, А.Ф.Новгородов, Б.П.Осипенко, В.Г.Чумин, Ю.В.Юшкевич.

Две вторые премии

"Разработка и создание систем адгезатора КУТИ-20".

Авторы: С.М.Бийский, К.Деге, А.В.Мажулин, В.И.Миронов, В.П.Саранцев, Э.Титтель, И.М.Хохлов, В.С.Швецов, Б.А.Шестаков, А.С.Щеулин.

"Разработка, создание и использование на пучках тяжелых ионов прецизионных спектрометров для регистрации продуктов ядерных реакций".

Авторы: В.Зайдель, Х.Зодан, Р.Л.Ковалов, С.М.Лукьянов, В.И.Носокин, Ю.Ц.Оганесян, Ю.Э.Пенионжкевич, Ф.Стари, В.Д.Фромм, К.Д.Шиллинг.

**ПО НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИМ
ПРИКЛАДНЫМ РАБОТАМ**

Первая премия

"Сцинтилляторы для прикладных исследований".

Авторы: И.Г.Голутвина, Л.Я.Жильцова, Е.Н.Матвеева, Т.Д.Пилипенко, О.Г.Рубина.

Две вторые премии

"Изучение изменений содержания радона в почве и воде треквым методом с целью прогнозирования землетрясений".

Авторы: Л.В.Джолос, К.И.Меркина, В.А.Пономаренко, С.П.Третьякова, Г.Н.Флеров.

"Исследование текстур поликристаллических твердых тел с помощью дифракции нейтронов по методу времени пролета".

Авторы: М.Батцль, К.Вальтер, Л.П.Дрекслер, В.Матц, Й.Тобиш, К.Фельдманн, Л.Фуэнтес, К.Хенниг.

**НАУЧНО-
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЕ
РАБОТЫ,
ВЫПОЛНЕННЫЕ
ЛАБОРАТОРИЯМИ ОИЯИ
В 1984 ГОДУ**



ЛАБОРАТОРИЯ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ

СВОЙСТВА СИММЕТРИИ ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ И ИХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ

В рамках кварковой модели рассмотрены радиальные возбуждения легких мезонов. Предсказываемый спектр возбуждений сравнивается с экспериментально наблюдавшимися резонансами. Установлена зависимость энергетических уровней от массы кварков ("изотопический сдвиг"), объясняющая близкое расположение $\rho(1600)$ - и $\phi(1680)$ -резонансов. Анализировалась возможность того, что $\iota(1440)$ -резонанс можно интерпретировать как одно из радиальных возбуждений $\eta(549)$ - и $\eta'(958)$ -мезонов. Указано на неоднозначность в идентификации спектра радиальных возбуждений легких мезонов и предложен путь экспериментальной проверки существования или отсутствия дополнительных еще не наблюдавшихся состояний, который может быть осуществлен в экспериментах МИС и "Гиперон" ЛЯП^{/1/}.

В 1984 году были впервые найдены явно инвариантные формулировки расширенных суперсимметричных теорий ($N = 2$ теорий материальных полей и супергравитации, $N = 2$ и $N = 3$ теорий Янга-Миллса) в терминах суперполей вне массовой оболочки, не ограниченных связями^{/2/}. Такие формулировки насущно необходимы для выявления замечательных свойств конечности этих теорий. В их основе лежит новое понятие — гармонического суперпространства. Его четная часть имеет большее число измерений, чем пространство Минковского, но сводится к последнему на уравнениях движения. Построена нелинейная реализация супергруппы $N = 1$ супергравитации и дано модельно независимое описание спонтанно-нарушенной $N = 1$ супергравитации^{/3/}.

Выяснен вопрос о степени подавления потока нейтрино от Солнца за счет осцилляций, если в опытах с реакторными нейтрино наблюдаются осцилляции с малой амплитудой.

Показано, что относительные CP-четности майорановских нейтрино могут быть определены из данных по безнейтринному двойному β -распаду^{/4/}.

Найдено точное решение задачи о двумерном атоме водорода ($2H$) в эллиптических координатах; исследованы полярный и параболический пределы, установлена группа $O(3)$ скрытой симметрии $2H$ в дискретном спектре; найден эллиптический интеграл движения в $2H$ и построен эллиптический базис $2H$ в виде суперпозиций его полярных и параболических базисов^{/19/}.

СТРУКТУРА ТЕОРИИ ПОЛЯ

Установлена связь между ренормгруппой в квантовой теории поля и функциональной автомодельностью в других областях физики. Изучена проблема схемной зависимости в квантовой хромодинамике. Проведен сравнительный анализ схемно-инвариантной теории возмущений и других подходов на примере распадов J/ψ и T -частиц. Определены наиболее вероятные значения параметра Λ . Дано обобщение схемно-инвариантной теории возмущений на случай наличия масс кварков^{/5/}.

Методом $1/N$ -разложения исследованы уравнения анзаца Бете. Найдены отклонения от "струнной" картины в решениях этих уравнений. Уточнена область применимости струнной гипотезы^{/6/}.

Проводилось исследование свойств интегрируемых классических и квантовых систем частиц во внешнем поле. В классическом случае установлена связь этих систем с нелинейными эволюционными уравнениями, интегрируемыми методом обратной задачи; в квантовом — найден нетривиальный спектр новой точно решаемой проблемы N частиц во внешнем поле^{/7/}.

Установлено, что в расширенных суперсимметричных калибровочных теориях от-

существуют квантовые аномалии суперсимметрии. Это означает, что квантовая теория является перенормируемой, унитарной и суперсимметричной и подтверждает обоснованность сделанного ранее в ЛТФ утверждения об ультрафиолетовой конечности таких теорий ^{/8/}.

Проведен цикл исследований фазовой структуры хиггс-калибровочных теорий на решетке с группами симметрии Z_n ($n = 2, 3, \dots, 10, 20, 100, 200, 300$), $U(1)$ и $SU(2)$, причем радиальная мода хиггсовского поля не была заморожена (реалистический случай).

В частности, для $SU(2)$ -симметричной теории построены линии фазовых переходов 1-го рода, разделяющие две фазы: "хиггсовскую" и "конфайнмента". Показано, что существует точка окончания линии фазовых переходов, которая является критической (т.е. точкой фазового перехода 2-го рода), аналогично тому, как это имеет место на фазовой диаграмме типа "газ-жидкость-лед" ^{/9/}.

Показано, что инфракрасная особенность глюонного пропагатора не может удовлетворить кварковому конфайнменту, понимаемому как одновременное выполнение двух требований: отсутствия полюса у функции Грина кварка и образования растущего кварк-антикваркового потенциала притяжения.

Показано, что более слабая инфракрасная особенность глюонного пропагатора типа дельта-функции, соответствующая наличию глюонного конденсата, приводит к кварковому конфайнменту и возникновению стабильных адронных связанных состояний ^{/10/}.

Обнаружен в численном эксперименте новый эффект пульсаций солитона на притягивающей микронеоднородности. Предложена простая теоретическая модель, описывающая эти пульсации, которые можно наблюдать в джозефсоновских переходах ^{/11/}.

Предложена ковариантная процедура квантования в моделях с нетривиальными классическими решениями для двумерного и четырехмерного (сферически-симметричного) случаев. В модели мешков вычислены формфакторы процессов электромагнитного рассеяния и оценен вклад поправок отдачи к результатам, полученным в приближении сферической полости ^{/12/}.

Завершен цикл работ по исследованию нестационарных процессов в квантовой теории, итогом которого является монография ^{/13/}. В ней приводится последовательное построение теории нестабильных квантовых

систем. Сформулирован метод, позволяющий описать важный класс эволюционных полугрупп при помощи фейнмановских интегралов, и проведен подробный разбор математических свойств этих интегралов.

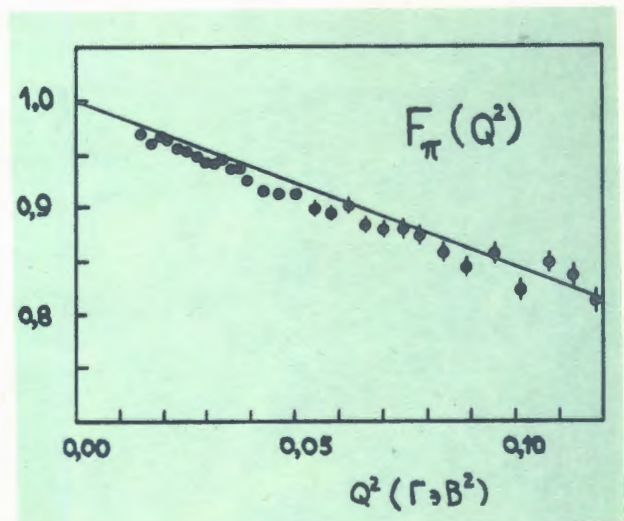
Завершен цикл исследований по квантовой теории с фундаментальной массой, из которого следует существование фермионной материи с большими значениями магнитных и электрических дипольных моментов ^{/23/}.

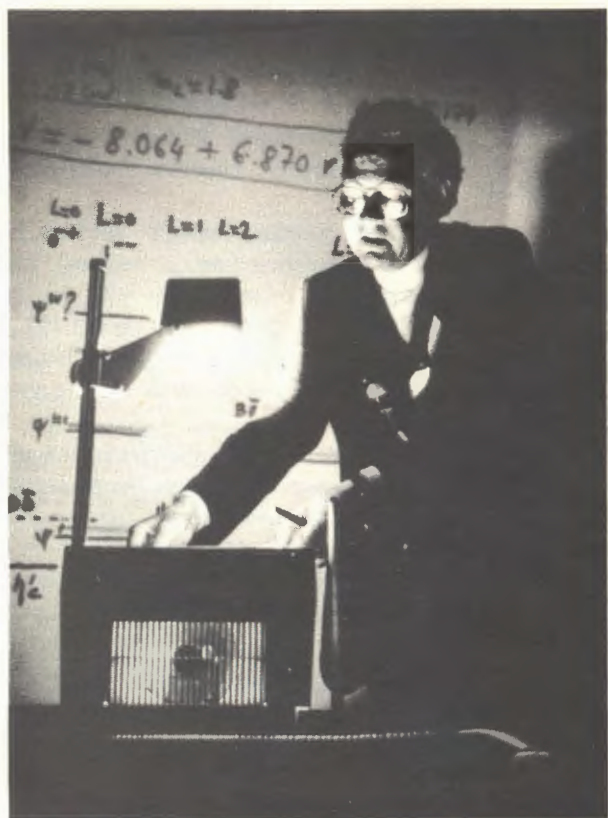
ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЧАСТИЦ

На основе механизма "спиновой динамики" сильных взаимодействий правильно объяснено поведение поляризации pp-рассеяния при высоких энергиях. Даны предсказания для дифференциальных сечений протон-антипротонного рассеяния при энергиях коллайдера ФНАЛа ($\sqrt{s} = 2$ ТэВ), указывающие на возможность дальнейшего роста дифференциальных сечений при $|t| \sim 1$ ГэВ^{2/14/}.

Большой прогресс достигнут в понимании спиновых явлений для жестких процессов в КХД. Показано, что описание поляризации возможно за счет новой структурной функции (кварк-глюонного коррелятора), указан путь ее вычисления ^{/25 б/}.

На основе анализа квантово-хромодинамических правил сумм для трехтоковой корреляционной функции (двух аксиальных и одного электромагнитного токов) рассчитано поведение $F_\pi(Q^2)$ в пространственно-подобной области $Q^2 \leq 1$ ГэВ (см. рисунок). Найденное значение электромагнитного радиуса пиона $\langle r_\pi^2 \rangle = 0,66 \pm 0,03$ фм хорошо согласуется с последними экспериментальными данными ^{/16/}.





VII Международное совещание по проблемам квантовой теории поля (20-25 апреля, Алушта) было организовано по инициативе теоретиков Дубны. В работе совещания приняли участие 120 ученых из ОИЯИ, научных центров стран-участниц Института, а также Великобритании, Нидерландов и Швеции.





Проводимые ОИЯИ совместно с МИАН СССР Международные симпозиумы по избранным проблемам статистической механики стали традиционной формой обсуждения наиболее актуальных проблем этой области физики. III Симпозиум состоялся 22-26 августа 1984 г. в Дубне. Высокий научный уровень симпозиума определялся как его программой, так и составом участников, многие из которых являются признанными лидерами научных направлений, обсуждавшихся на симпозиуме.



Разработан алгоритм вычисления коэффициентов функций операторных разложений; с его помощью проведен расчет поправок к партонным правилам сумм для глуконепругого рассеяния ^{/25a/}.

В виртон-кварковой модели разработан алгоритм расчета кварковых диаграмм с учетом масс адронов, вычислена большая часть эффектов низкоэнергетической мезонной физики ^{/24/}.

В кварковой модели сверхпроводящего типа описаны сильные и радиационные распады двух аксиально-векторных мезонных нонетов (1^{++} и 1^{+-}). Для радиационных распадов сделан ряд предсказаний, в сильных распадах получено согласие с экспериментальными данными ^{/22/}.

Построен киральный лагранжиан без свободных параметров, который дает описание двухчастичных нелептонных распадов странных барионов в хорошем согласии с экспериментом. Эта киральная теория обобщена на нелептонные распады очарованных барионов.

В настоящее время нет удовлетворительных теоретических моделей нелептонных распадов барионов, и киральный подход может служить для глубокой, но достаточно надежной оценки мод распадов барионов, в том числе распадов, измеряемых в эксперименте БИС ЛВЭ ^{/15/}.

Впервые в кварк-ядерной модели с сохранением четности вычислена ширина распада ${}^6\text{Li} \rightarrow \alpha d$, которая интересна для экспериментального изучения.

Полученные новые результаты в теории мультипольных разложений (в частности, обнаружение аксиального тороидного момента) имеют определяющее значение для предсказания целого ряда эффектов (фазовых переходов) в конденсированных средах ^{/25/}.

Вычислено сечение инклюзивного рождения мягких фотонов в протон-протонных соударениях.

Проведен численный расчет сечения при энергии и угле рассеяния γ -квантов, соответствующих параметрам экспериментальной установки "Позитроний" в ИФВЭ (Протвино) ^{/17/}.

Получено уравнение Шредингера для двухатомной молекулы с точным разделением электронных, вращательных и колебательных степеней свободы при удалении одного из ядер на бесконечность, что позволяет явным образом учесть физические граничные условия ^{/18/}.

Проведен анализ экспериментальных данных по адрон-адронным взаимодействиям при высоких энергиях вплоть до энергий SPS-коллайдера. Описано поведение полных сечений и корреляций вперед-назад рассеянных частиц, расширение P_1 -спектров с ростом множественности заряженных частиц ^{/20/}.

Проведен анализ сечений инклюзивных адрон-адронных процессов при больших P_1 , который указывает на возможный рост с энергией числа типов (ароматов) кварков до 8-10 при энергиях коллайдера SPS ^{/21/}.

Подготовлена программа обработки данных эксперимента NA-4, позволяющая сравнивать данные этой группы по синглетным структурным функциям с предсказаниями хромодинамики. Программа использует разложение по ортогональным многочленам Якоби и позволяет устойчивым и безмодельным образом определять параметры КХД.

СТРУКТУРА АТОМНОГО ЯДРА

Продолжалось развитие квазичастично-фононной модели ядра ^{/26/} (КФМЯ). Разработан математический метод более точного описания фрагментации однофононных состояний, формирующих гигантские резонансы. Метод основан на использовании в двухфононных членах волновых функций уже фрагментированных однофононных состояний. Получена в общем виде система уравнений модели для нечетных сферических ядер. Уравнения учитывают эффекты ангармоничности колебаний четно-четного остова и поправки, обусловленные требованием выполнения принципа Паули.

Продолжались вычисления характеристик гигантских резонансов ^{/27/}. Изучена фрагментация спин-дипольных зарядово-обменных состояний в сферических ядрах. Показано, что фрагментация однофононных состояний сильная, из области максимума резонанса в сторону больших энергий уходит 10-25% силы. Исследованы спин-дипольные 0^- - и 1^- -состояния четно-четных сферических ядер и их возбуждение в неупругом рассеянии электронов и протонов. Выяснена важная роль взаимодействия со сложными конфигурациями в распределении силы трансверсального 1^- -резонанса, что позволяет сделать заключение о малой вероятности его экспериментального обнаружения. В результате анализа структуры токовой переходной плотности 2^- -состояний ядер ${}^{90}\text{Zr}$, ${}^{208}\text{Pb}$ установлено, что в неупругом рассеянии электронов можно

наблюдать преимущественное возбуждение пока еще малоисследованной крутильной моды ядерного движения. Дано описание T_1 гигантских дипольных резонансов в деформированных ядрах.

Продолжались расчеты фрагментации одно- и двухквартичных состояний^{/28/}. Проведен анализ фрагментации подболочек при переходе от сферических ядер к деформированным на примере изотопов Sm и Pm. Установлено различие механизмов, определяющих фрагментацию подболочек в ядрах, отличающихся по деформации. Наличие статической деформации в сочетании с взаимодействием квартичных с фононами приводит к тому, что подболочки с $l \geq 2$ в деформированных ядрах фрагментированы сильнее, чем в сферических. Предсказаны положения и области локализации резонансно-подобных структур, связанных с возбуждением в реакциях однонуклонных передач высоколежащих протонных и нейтронных одночастичных состояний в изотопах ^{91}Nb и ^{91}Zr . Исследовано распределение силы двухквартичных состояний в ряде сферических ядер. Анализ экспериментальных данных, полученных в реакциях (p, t) и (α , ^6He), свидетельствует, что пики в сечении соответствуют возбуждению валентно-дырочных и двухдырочных состояний.

Продолжали развиваться методы исследования структуры ядер с помощью ядерных реакций^{/29/}. Разработан микроскопический метод расчета упругих сечений реакций с тяжелыми ионами. Использование КФМЯ при вычислении ядерных плотностей позволило описать реакции упругого рассеяния ионов ^6Li , ^{12}C , ^{16}O на мишенях $^{58,60}\text{Ni}$, ^{90}Zr , ^{124}Sn , $^{142,144}\text{Nd}$, ^{208}Pb . Проведенные теоретические исследования дипольного фоторассеяния на ядрах области свинца показали, что наблюдаемые на эксперименте подструктуры в сечениях фоторассеяния объясняются наличием низколежащих дипольных пигми-резонансов.

В последнее время существенно расширились представления о возможных типах коллективного движения в атомных ядрах и о характере их проявлений. Появились данные о существовании ядер с октапольной (грушевидной) деформацией, о неаксиальной деформации ядер при больших значениях углового момента, о выстраивании внутренних угловых моментов в направлении вращения ядер и т.д. Большая информация накоплена о зарядово-обменных резонансных возбуждениях в реакциях с дронами, пионами и легкими ионами.

Интерпретация экспериментальных данных в свете представлений о структуре ядра базируется на теоретических моделях коллективного движения в атомных ядрах. Исследования по этой теме являются традиционными для отдела теории атомного ядра. В 1984 г. выполнены исследования, показывающие, что выстраивание квартичных угловых моментов может служить четким критерием наличия октапольной деформации^{/30/}. Совместные исследования, в которых принимали участие физики из ОИЯИ, ГДР и Франции, позволили сделать заключение о наличии октапольной деформации у ядра ^{119}Ra ^{/31/}. В совместных исследованиях физиков ОИЯИ, ИАЭ им.И.В.Курчатова и Института Н.Бора (Дания) проведен микроскопический анализ зарядово-обменных реакций (p, n) на ядрах ^{48}Ca , ^{90}Zr , ^{208}Pb при энергии протонов в интервале 120-200 МэВ и реакции $^{90}\text{Zr}(\text{}^6\text{Li}, \text{}^6\text{He})^{90}\text{Nb}$ при $E_{\text{}^6\text{Li}} = 93$ МэВ, позволивший существенно уточнить характеристики эффективных взаимодействий нуклонов и получить количественную оценку эффекта перенормировки аксиально-векторных вершин в ядрах^{/32/}.

ТЕОРИЯ ЯДЕРНЫХ РЕАКЦИЙ

Разработана теория обратной задачи рассеяния, для которой известные подходы Гельфанда-Левитана-Марченко и Ньютона-Сабатье являются предельными частными случаями^{/33/}. Показано, что для одного класса взаимодействий компонента Фаддеева волновой функции трехчастичной системы не может быть однозначно определена, если задать стандартные граничные условия^{/34/}.

Проведен систематический анализ волновых функций ядра ^6Li . Для его связанных состояний показано, что трехчастичная модель ^6Li позволяет правильно интерпретировать большую совокупность электромагнитных данных в широком интервале переданных импульсов.

Предложена модификация метода искаженных волн, позволяющая успешно анализировать процессы когерентного фоторождения нейтральных π -мезонов на ядрах. Это позволило провести единый анализ реакций фоторождения зарядового триплета пионов^{/35/}. В задаче низкоэнергетического рассеяния пионов на легких ядрах проведен учет эффектов, связанных с разностью масс заряженных и нейтральных мезонов и обна-

ружено их значительное влияние на характеристики $\pi - {}^3\text{He}$ рассеяния. Показано, что гипотеза Зигерта позволяет количественно правильно модифицировать импульсное приближение не только для одноступенчатых, но и для двухступенчатых (например, радиационный μ -захват) электромагнитных процессов на ядрах.

Проведено исследование зависимости взаимодействия, величины потерь радиальной кинетической энергии, глубины взаимного проникновения ядер от величины прицельного параметра в реакциях глубоко неупругих столкновений тяжелых ионов. Предложенный подход, учитывающий "эффект памяти", позволяет объяснить до 70% потерь радиальной кинетической энергии. Изучение процесса многонуклонных передач показало, что учет остаточного взаимодействия нуклонов в ядрах позволяет существенно уменьшить расхождение между результатами расчета в одночастичной модели ширины зарядовых распределений продуктов реакций и экспериментальными данными /36/.

Получила дальнейшее развитие унитарная теория рассеяния пионов низкой энергии ядрами, что позволило описать эксперименты по рассеянию пионов на ядрах s - и p -оболочек ${}^3,4\text{He}$, ${}^{12}\text{C}$, ${}^{16}\text{O}$. Найдено простое выражение для оптического потенциала второго порядка для πd -атома, что дает возможность весьма эффективно исследовать свойства последнего /37/.

На основе каскадной модели показано, что двухчастичные корреляции в ядрах играют определяющую роль в образовании странных частиц вблизи порога их рождения в процессах ядро-ядерных взаимодействий. Показано, что распределение по эффективной массе (K^+ , K^-) и (Λ^0 , Λ^0) пар может служить сигналом для экспериментального обнаружения эффекта деконфайнмента адронов в ядерных взаимодействиях /38/.

На основе представления о примесях многокварковых систем в ядрах дано единое описание экспериментальных данных по сечениям адрон-ядерных процессов в кумулятивной области и данных по структурным функциям ядер из глубоко неупругого рассеяния лептонов и нейтрино /39/. Установлена решающая роль шести- и девятикварковых

примесей в интерпретации формфактора ${}^3\text{He}$ при больших передачах импульса /40/.

СТАТИСТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА И ЕЕ ПРИЛОЖЕНИЯ В ФИЗИКЕ КОНДЕНСИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ

Исследованы неравновесные фазовые переходы сверхизлучательного типа. На основе подхода, связанного с выводом точной иерархии кинетических уравнений для динамических систем, изучена генерация сверхизлучения в трехуровневых системах. Описано экспериментально наблюдаемое явление конкуренции импульсов. Предсказано явление фотонного эха /41/.

В теории суперионных проводников изучены особенности структурных фазовых переходов и предложен эксперимент на ИБР-2. Разработана модель структурного стекла в структурно-неустойчивых кристаллах /42/. Выполнен цикл исследований по теории гетерофазных состояний в адронной материи. Подробно проанализированы термодинамические свойства этой модели /43/. Продолжено исследование моделей конденсированных веществ с помощью метода аппроксимирующих гамильтонианов. Учтено взаимное влияние электрон-дырочного и куперовского спариваний, а также экситонного и сверхпроводящего состояний /44/.

Методы решения нелинейных задач применялись к описанию процессов в биополимерах, полиацетиле, в которых учет нелинейных возбуждений (доменных стенок, бионов) важен для интерпретации экспериментов по рассеянию нейтронов /45/. Рассмотрены когерентные состояния в квантовой спиновой цепочке, для которой удалось показать отсутствие пиннинга солитонов вследствие квантовых эффектов /46/. Доказано отсутствие фазовых переходов для модели ветвящихся полимеров на квадратной решетке /47/. Интересно, что теорема Кирхгофа, широко используемая в теории электрических цепей, представляет эффективный инструмент для перечисления димерных конфигураций как на двумерных, так и на трехмерных решетках.

ЛИТЕРАТУРА *

1. Герасимов С.Б., Говорков А.Б., ОИЯИ, P2-84-565, Дубна, 1984.
2. Galperin A.S., et al. JINR, E2-84-441, Dubna, 1984.

3. Ivanov E.A., Kapustnikov A.A. Phys.Lett., 1984, 143B, p.379.
4. Bilenky S.M., Pontecorvo B.M. JINR, E2-84-533, Dubna, 1984; Lett.Nuovo Cim., 1984, vol.40, No.6, p.101.
Bilenky S.M., Nedelcheva N., Petkov S.

- JINR, E2-84-201, Dubna, 1984; Nucl. Phys., 1984, B247, p.61.
5. Казаков Д.И., Ширков Д.В. В сб.: Краткие сообщения ОИЯИ, №3-84, Дубна, 1984, с.17.
 6. Vladimirov A.A. Phys.Lett., 1984, 105A, p.418.
 7. Иноземцев В.И., Мещеряков Д.В. В сб.: Краткие сообщения ОИЯИ, №4-84, Дубна, 1984, с.22.
 8. Avdeev L.V., Kazakov D.I., Tarasov O.V. JINR, E2-84-479, Dubna, 1984.
 9. Гердт В.Г., Илчев А.С., Митрюшкин В.К. ЯФ, 1984, 40, с.1097.
 10. Ефимов Г.В. ОИЯИ, P2-84-716, Дубна, 1984.
 11. Казача Г.С., Сердюкова С.И., Филиппов А.Т. ОИЯИ, P11-84-78, Дубна, 1984.
 12. Дорохов А.Е. ТМФ, 1984, 61, с.64.
 13. Exner P. Open Quantum Systems and Feynman Integrals. D.Reidel Publ.Comp., 1984.
 14. Голоскоков С.В. и др. ЯФ, 1984, 39, с.486.
 15. Pervushin V.N., Sarikov N.A. JINR, E2-84-620, Dubna, 1984.
 16. Радюшкин А.В., Нестеренко В.А. Письма в ЖЭТФ, 1984, 39, с.576.
 17. Bilenkaia S.I., Christova E.Ch. JINR, E2-84-349, Dubna, 1984.
 18. Matveenko A.V. JINR, E4-84-518, Dubna, 1984.
 19. Mardoyan L.G. et al. JINR, E2-84-517, Dubna, 1984.
 20. Darbaidze J.Z. et al. JINR, P2-84-64, Dubna, 1984.
 21. Дренска С., Мавродиев С.Ш., Сисакян А.Н. В сб.: Краткие сообщения ОИЯИ, №1-84, Дубна, 1984, с.7.
 22. Volkov M.K. Ann. of Phys., 1984, 157, p.282.
 23. Кадышевский В.Г. и др. ОИЯИ, P2-84-109, P2-84-265, Дубна, 1984.
 24. Ефимов Г.В., Иванов М.А. ЭЧАЯ, 1981, 12, с.1220; Труды VII Международного совещания по проблемам квантовой теории поля. ОИЯИ, Д2-84-366, Дубна, 1984, с.307.
 25. Дубовик В.М., Тосунян Л.А. ЭЧАЯ, 1983, 14, с.1193; а. Горишний С.Г. и др. ЯФ, 1984, 40, с.517; б. Ефремов А.В., Теряев О.В. ОИЯИ, P2-84-603, Дубна, 1984.
 26. Соловьев В.Г. ЯФ, 1984, 40, с.1163; Vdovin A.I., Voronov V.V., Dao Tien Khoa. JINR, E4-84-501, Dubna, 1984.
 27. Kuzmin V.A., Soloviev V.G. JINR, E4-84-550, Dubna, 1984; Ponomarev V.Yu. et al. Physica Scripta, 1984, 30, p.238.
 28. Вдовин А.И. и др. ОИЯИ, P4-84-304, Дубна, 1984; Вдовин А.И., Стоянов Ч. ОИЯИ, E4-84-330, Дубна, 1984; Voronov V.V. JINR, E4-84-377, Dubna, 1984.
 29. Воронов В.В., Дао Тиен Кхоа. Изв. АН СССР, сер. физ., 1984, 10, с.2008; Dao Tien Khoa, Shitikova K.V. JINR, E4-84-305, Dubna, 1984.
 30. Frauendorf S., Pashkevich V.V. Phys. Lett., 1984, vol.141B, p.23.
 31. Бриансон Ш. и др. Тезисы 35 Всесоюзного совещания по ядерной спектроскопии и теории ядра. "Наука", Л., 1985.
 32. Bang J. et al. Preprint NBI-84-31, Copenhagen, 1984.
 33. Rudyak B.V., Suzko A.A., Zakhariev B.N. Physica Scripta, 1984, vol.29, p.515.
 34. Беляев В.Б., Мансуров М.М. ЯФ, 1984, т.40, с.902.
 35. Eramzhyan R.A. et al. Nucl.Phys., 1984, vol.A429, p.403.
 36. Jolos R.V. et al. Nucl.Phys.A, 1984, vol.429, p.139; Джолос Р.В., Иванова С.П. ОИЯИ, P4-84-215, Дубна, 1984.
 37. Belyaev V.B., Khanchasaev M.Kh. Phys. Lett., 1984, 137B, p.299.
 38. Гудима К.К., Тонеев В.Д. Труды VII Международного семинара по проблемам физики высоких энергий. ОИЯИ, Д1,2-84-599, Дубна, 1984, с.567; Гудима К.К., Тонеев В.Д. JINR, E2-84-508, Dubna, 1984.
 39. Каптарь Л.П., Резник Б.Л., Титов А.И. ОИЯИ, P2-84-600, Дубна, 1984.
 40. Burov V.V., Lukyanov V.K., Titov A.I. Z.Phys.A — Atoms and Nuclei, 1984, 318, p.67.
 41. Боголюбов Н.Н. (мл.) и др. В сб.: Краткие сообщения ОИЯИ, №3-84, Дубна, 1984, с.26.
 42. Plakida N.M. JINR, E17-84-425, Dubna, 1984; Aksenov V.L., Bobet M. JINR, E17-84-335, Dubna, 1984.
 43. Балдин А.М. и др. ДАН СССР, 1984, 279, с.602.
 44. Боголюбов Н.Н. (мл.) и др. УМН, 1984, 39, №6.
 45. Fedyanin V.K., Makhankov V.G. Phys. Rep., 1984, 104, p.1.
 46. Gochev I.G. Phys.Lett., 1984, 104A, p.36.
 47. Корнилов Е.И., Приезжев В.Б. В сб.: Краткие сообщения ОИЯИ, №2-84, Дубна, 1984, с.15.

* Цитируются избранные работы.

ЛАБОРАТОРИЯ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

Усилия коллектива концентрировались на фундаментальных исследованиях строения материи на кварк-глюонном уровне, постановках экспериментов, влияющих на построение теории сильных взаимодействий на основе квантовой хромодинамики, на создании необходимых условий проведения экспериментов для больших коллективов физиков стран-участниц ОИЯИ.

В 1984 году получили дальнейшее развитие представления об атомном ядре как о кварк-глюонной системе, ряд новых экспериментальных результатов получен на синхрофазотроне ОИЯИ, синхротронах ИФВЭ и ЦЕРНа.

Выполнен большой объем работ по созданию адронного калориметра установки ДЕЛФИ.

Расширились возможности вычислительного центра лаборатории. Развивалась методика эксперимента, выполнен ряд разработок новой электронной, детектирующей и криогенной аппаратуры, в том числе и для прикладных целей.

Синхрофазотрон успешно эксплуатировался как ускоритель релятивистских и поляризованных ядер, велась модернизация отдельных его систем.

Исследовались сверхпроводящие элементы и системы с магнитным полем, формируемым железом — системы типа "Дубна", для ускорителей.

Деятельность Лаборатории высоких энергий осуществлялась в условиях эффективно-го международного сотрудничества.

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЕ РАБОТЫ

МЕХАНИЗМ РОЖДЕНИЯ И РАСПАДА ЧАСТИЦ И РЕЗОНАНСОВ. ПОИСК НОВЫХ ЧАСТИЦ

1. На установке БИС-2 продолжалось исследование очарованных Λ_c^+ -барионов, образующихся при взаимодействии нейтронов с энергией 40-70 ГэВ с различными мишенями. Проведен безмодельный анализ характеристик рождения Λ_c^+ по двум каналам распада:

- 1) $\Lambda_c^+ \rightarrow \Lambda^0 \pi^+ \pi^- \pi^+$,
- 2) $\Lambda_c^+ \rightarrow \bar{K}^0 p \pi^+ \pi^-$.

Найдено, что инвариантное сечение, описываемое соотношением $E \frac{d^3\sigma}{d\mathbf{p}^3} \sim \exp(-\mathbf{V} \cdot \mathbf{p}_1) \cdot (1-x)^n$ (\mathbf{p}_1 - перпендикулярный импульс, x - масш-

табная переменная), имеет параметры $V = (2,5 \pm 0,6) (\text{ГэВ}/c)^{-1}$ и $n = 1,5 \pm 0,5^{1/}$.

Впервые наблюдалась асимметрия вылета Λ^0 и p в распадах Λ_c^+ по каналам (1) и (2) относительно плоскости рождения $\Lambda_c^+ / 2^7$. Величины асимметрии составили $A(\Lambda^0) = + (0,34 \pm 0,22)$ и $A(p) = - (0,23 \pm 0,12)$. Таким образом, получены указания на то, что Λ_c^+ рождаются поляризованными.

Получены первые сведения о зависимости сечений рождения Λ_c^+ на протонах и ядрах углерода. Показано, что для $X > 0,5$ $\sigma(p \text{ } ^{12}\text{C}) = \sigma(np) \cdot A^k$, где $k = 0,7 \pm 0,2$.

2. При анализе протон-пропановых взаимодействий обнаружено событие, которое интерпретировано как распад по каналу слабых взаимодействий связанного шестикваркового состояния на Σ^- -гиперон и протон. Масса кандидата в стабильный дибарион (Н-дигиперон) равна $(2170 \pm 1,3) \text{ МэВ}/c^2$,

время жизни $0,676 \times 10^{-10}$ с, сечение образования протонами с импульсом 11 ГэВ/с в пропане — 83 нб ^{13/}.

На большей статистике подтверждены ранее обнаруженные особенности в спектрах эффективных масс систем с экзотическими квантовыми числами: Λp , pp , $p\pi^+\pi^+$ ($n\pi^-\pi^-$), $\pi^-\pi^-$.

3. Проведен анализ механизма реакции ${}^4\text{He} \rightarrow ppp +$ (нейтральные частицы) при импульсе 8,6 ГэВ/с ^{4/}. Показано, что реакция идет главным образом через двухкратное взаимодействие протона с нуклонами ядра ${}^4\text{He}$, полное сечение $\sigma_{\text{tot}} = (10,29 \pm 0,19)$ мб, сечение полного прямого безмезонного развала ядра ${}^4\text{He}$:

$$\sigma_{\text{dir}} ({}^4\text{He} \rightarrow pppp) = (4,85 \pm 0,17) \text{ мб.}$$

Отмечено усиление азимутальных корреляций протонов в реакции с перезарядкой, что может служить указанием на необходимость учета взаимодействий, идущих через $\Delta_{3,3}$ -изобару в промежуточном состоянии.

4. На материалах установки "Людмила" изучались взаимодействия антидейтронов с дейтронами и протонами при импульсе 12,2 ГэВ/с.

На основе анализа ~7500 $\bar{d}d$ -взаимодействий определены топологические сечения σ_n , средние множественности заряженных частиц $\langle n \rangle$, отношение $\langle n \rangle / D$ (D — стандартное отклонение), функция корреляции f_2^- и KNO-распределение для $\bar{d}d$ -взаимодействий при 12,2 ГэВ/с и $\bar{p}p$ -аннигиляции при 6,1 ГэВ/с. Для последнего процесса получены значения $\langle n \rangle = 4,67 \pm 0,05$ и $\langle n \rangle / D = 2,20 \pm 0,04$. В случае многонуклонных $\bar{d}d$ -взаимодействий значения $\langle n \rangle$ и $\langle n \rangle / D$ на 30% выше ^{5/}. Проведена оценка нижней границы сечения полной аннигиляции антидейтрона с дейтроном $\sigma_{\text{ан}}^{\bar{d}d} > 0,12$ мб.

На статистике ~8500 $\bar{p}p$ -событий проведен анализ упругих $\bar{p}p$ -взаимодействий при 6,1 ГэВ/с в реакции $\bar{p}p \rightarrow \bar{p}p$. Полное сечение этого канала реакций $(10,4 \pm 0,7)$ мб и зависимость дифференциального сечения по квадрату переданного импульса согласуются с расчетами по модели Глаубера. Для упругого сечения $\bar{p}p$ -взаимодействий наклон дифракционного конуса $b = 12,7 \pm 1,3$ в области $|t| < 0,2$ (ГэВ/с)² согласуется с величиной параметра b для $\bar{p}p$ -взаимодействий при близких энергиях. Этот результат не подтверждает наблюдавшегося ранее отличия величины b (из данных $\bar{p}p$ -взаимодействий), определенной для $\bar{p}p$ -взаимодействий ^{6/}.

РЕЛЯТИВИСТСКАЯ ЯДЕРНАЯ ФИЗИКА

1. Сформулирован критерий, выделяющий область кинематических переменных, в которой адроны утрачивают роль квази-частиц ядерной материи:

$$b_{ik} = -\left(\frac{p_i}{m_i} - \frac{p_k}{m_k}\right)^2 \geq 5,$$

где p_i — 4-импульсы частиц с массой m_i , участвующих в реакции ^{7/}. Условие для первичных частиц $b_{\text{II I}} > 5$ говорит о том, что энергия на нуклон взаимодействующих ядер должна превышать величину 4 ГэВ, начиная с которой и наступает предельная фрагментация.

Таким образом, критериями, выделяющими кварковые степени свободы в кумулятивном рождении частиц, являются два условия: $b_{\text{II I}} > 5$, $X > 1$. (X — масштабная переменная — отношение энергии рожденной частицы к первичной энергии). В области $10^{-2} < b_{ik} < 5$ происходит переход от преобладания нуклонных к преобладанию кварк-глюонных степеней свободы в релятивистских ядерных столкновениях.

2. Экспериментальные данные для отношения выходов K^+/K^- -мезонов в кумуля-

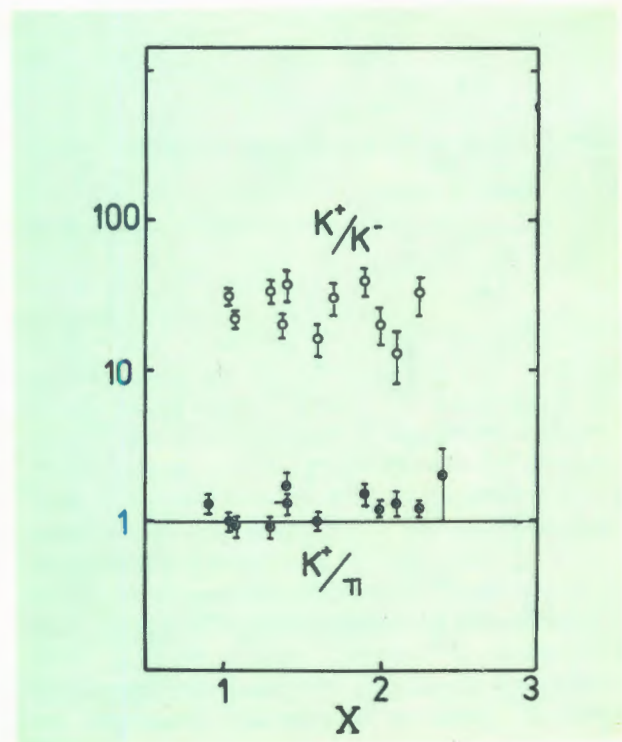


Рис.1. Относительные выходы кумулятивных π^- и K^- -мезонов в протон-ядерных взаимодействиях при импульсе налетающих протонов 9 ГэВ/с.

тивных протон-ядерных взаимодействиях (рис.1) указывают на то, что распределение морских кварков в области $X > 1$ отличается от распределения по импульсу валентных кварков на константу $S(X) = (1/50) U(X)^{1/8}$.

На материалах, полученных с помощью установки ДИСК-2, определены А-зависимости сечений кумулятивных пионов при $X=1,3$ и $X=2,1$ (рис.2а,б) в протон-ядерных взаимодействиях при $P = 9$ ГэВ/с. Были выполнены две серии измерений. Первая соответствовала импульсу пиона 500 МэВ/с и углу эмиссии 168° , вторая — импульсу 800 МэВ/с и углу эмиссии 162° . В качестве мишеней использовались

в I серии: ${}^6\text{Li}$; ${}^7\text{Li}$; Be, C, Mg; Al; Si; ${}^{54}\text{Fe}$; ${}^{56}\text{Fe}$; ${}^{58}\text{Fe}$; ${}^{58}\text{Ni}$, ${}^{61}\text{Ni}$, ${}^{64}\text{Ni}$, Cu, ${}^{64}\text{Zn}$, ${}^{112}\text{Sn}$, ${}^{118}\text{Sn}$, ${}^{124}\text{Sn}$, ${}^{144}\text{Sm}$, ${}^{154}\text{Sm}$, ${}^{182}\text{W}$, ${}^{186}\text{W}$, Pb, U;

во II серии: ${}^6\text{Li}$, Be, C, Al, Cu, ${}^{114}\text{Sn}$, ${}^{124}\text{Sn}$, Sn, W, Pb.

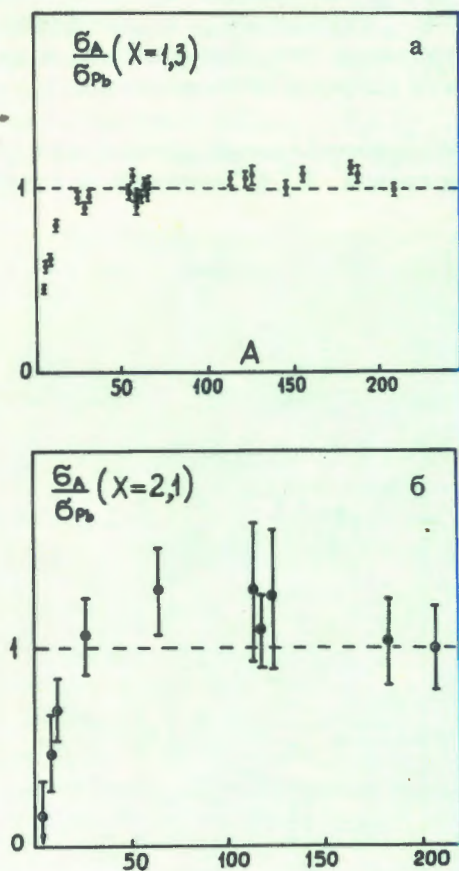


Рис.2. А-зависимости отношения сечений образования кумулятивных пионов в протон-ядерных взаимодействиях при $p = 9$ ГэВ/с: а) при значении $X=1,3$; б) $X=2,1$.

Зависимость отношения сечений на нуклон от атомного веса ядра при $X = 1,3$, а именно рост сечения с увеличением A , при $A \leq 30$ отличается от зависимости, полученной в СЛАК для $X < 1$, где с ростом A отношение сечений (структурных функций) уменьшается. Это обстоятельство указывает на смену механизма взаимодействия при переходе в кумулятивную область. Между тем характер А-зависимости отношения сечений σ_A / σ_{Pb} при $X = 2,1$ остался таким же, как и при $X = 1,3$, несмотря на уменьшение абсолютных величин сечений примерно в 500 раз.

3. Предложено релятивистски-инвариантное описание множественных процессов при столкновениях адронов и ядер в пространстве относительных 4-скоростей $b_{ik}^{1/10}$. Основная цель перехода к переменным b_{ik} вместо обычных переменных (импульсы, энергии) состоит в том, что при $b_{ik} \gg 1$ функция распределения $F(b_{I1}, b_{I2}, \dots, b_{II1}, b_{II2}, \dots, b_{I2}, \dots)$, соответствующая инвариантному сечению образования n -частиц, монотонно и достаточно быстро убывает с ростом b_{ik} . Это

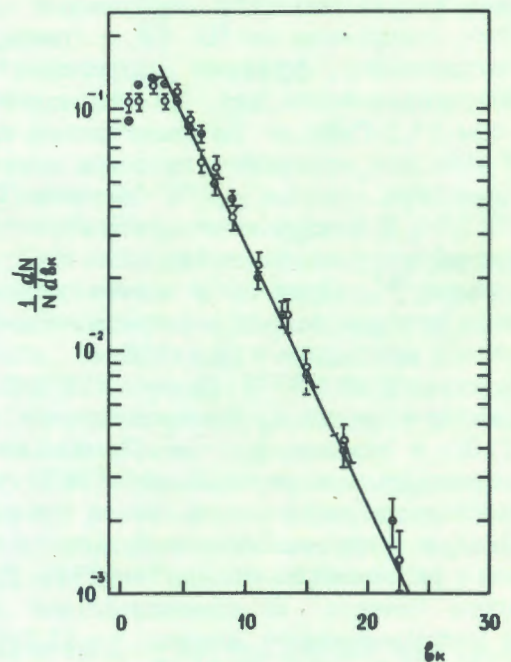


Рис.3. Распределение π^- -мезонов по величине b_k в струях, образующихся в π^- -С-взаимодействиях при $p = 40$ ГэВ/с: (●) — в области фрагментации мишени, (○) — летящих по направлению движения первичного π^- -мезона. Прямая линия — результат аппроксимации экспоненциальной зависимости.

свойство можно представить как принцип ослабления корреляций, предложенный Н.Н.Боголюбовым в статистической физике. На этой основе дано новое релятивистски-инвариантное определение понятия струи вторичных частиц вместо традиционно-го^{/11/} с помощью переменных "сферисити", "траст" и др. На рис.3 приведено распределение π^- -мезонов по b_k в струях, образующихся в π^- С-взаимодействиях при импульсе пиона 40 ГэВ/с. Видно, что распределения по переменной b_k для обеих струй (в области фрагментации ядра и в области фрагментации π^- -мезона) совпадают в пределах экспериментальных ошибок. В области $b_k \geq 4$ распределения π^- -мезонов dN/db_k в обеих струях описываются экспоненциальной функцией $F(b_k) = A \cdot \exp(-b_k/\langle b_k \rangle)$, со средним значением $\langle b_k \rangle \approx 4$.

4. Изучение характеристик K^0 -мезонов и Λ -гиперонов, образующихся в процессах фрагментации кварков и дикварков в π^- р- и кумулятивных π^- С-взаимодействиях при $P = 40$ ГэВ/с, показало, что функции фрагментации кварков в K^0 -мезоны и Λ -гипероны подобны функциям фрагментации в e^+e^- -аннигиляции (рис.4а,б). Функции фрагментации дикварков одинаковы для π^- р- и кумулятивных π^- С-взаимодействий. Тем самым показана универсальность фрагментации кварков и дикварков в мягких и жестких процессах^{/12-14/}.

На 2-метровой пропановой камере продолжалось исследование свойств кумулятивных адронов (протонов и пионов) в рС-взаимодействиях при 10 ГэВ/с^{/15/}. Изучение зависимости инвариантных инклюзивных сечений их образования от кумулятивного числа и анализ спектров сопутствующих пионов и протонов, испущенных в заднюю полусферу л.с.к., приводит к выводу о независимости процессов испускания кумулятивных протонов и пионов.

Продолжалось исследование ядро-ядерных взаимодействий при импульсе налетающего ядра 4,2 ГэВ/с на нуклон. В С + Та-соударениях анализировались характеристики протонов с импульсом $P \geq 0,7$ ГэВ/с и некоторые свойства π^- -мезонов в зависимости от кумулятивной переменной^{/16/}.

Исследовались корреляционные эффекты в неупругих взаимодействиях ядер d, ^4He , С с ядрами углерода и тантала. Получено указание на образование дипротонных резонансов в центральных СС-взаимодействиях.

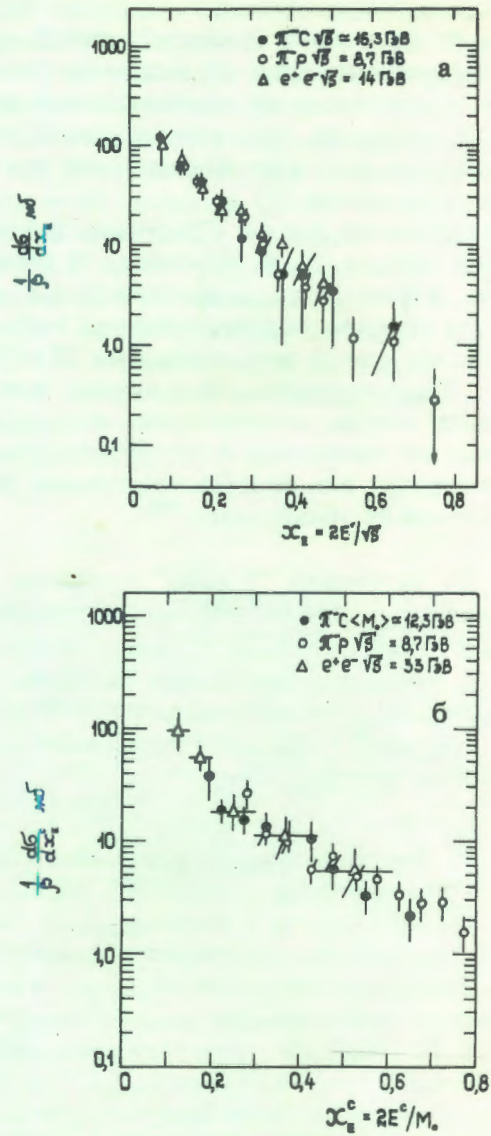


Рис.4. Зависимость инвариантных сечений образования странных частиц (а — для K^0 -мезонов, б — для Λ -гиперонов) в различных взаимодействиях от доли энергии, уносимой ими.

Получены оценки температуры ($T \approx 200$ МэВ) и плотности ($\rho/\rho_0 \approx 2$) в много-нуклонных центральных СС-взаимодействиях. Наблюдался эффект коррелированного испускания групп тождественных π^- -мезонов, обусловленный образованием мульти-изобарных состояний в много-нуклонных взаимодействиях ядер^{/17/}.

Сравнительный анализ неупругих рС-, дС-, α С- и СС-взаимодействий показал^{/18/}, что их общие характеристики удовлетворительно описываются в рамках дубненского варианта каскадной модели. Экспериментальные данные по множественности и отношениям инклюзивных сечений π^- -мезонов в дС-, α С- и СС-взаимодействиях

правильно воспроизводятся моделью многократного рассеяния. Характер зависимости импульсных и угловых характеристик π^- -мезонов и протонов от кумулятивной переменной одинаков для разных типов сталкивающихся ядер и имеет подобный вид для пионов и протонов /19/.

Продолжался анализ СТА-взаимодействий с образованием Λ - и K^0 -частиц. В этих событиях наблюдается в среднем в 1,5 раза большая средняя множественность заряженных частиц, чем во всех неупругих СТА-событиях. Существенного увеличения выхода странных частиц относительно выхода π^- -мезонов по сравнению с соответствующими отношениями для нуклон-нуклонных взаимодействий не обнаружено /20/.

5. На установке "Альфа" получены новые данные о сечении реакции перезарядки гелия-3 в тритий при импульсе $P=18,3$ ГэВ/с, подтвердившие сделанный ранее вывод о существенной роли коллективных эффектов в реакции перезарядки с возбуждением изобар.

6. На спектрометре ядер отдачи исследовалась фрагментация ядер Be, C, Al, Cu, Ag, Au в пучке α -частиц с энергией 3,33 ГэВ/с. Измерены двойные дифференциальные сечения образования изотопов водорода и гелия в области фрагментации ядра-мишени под углами 45, 90, 135°. Для описания данных развивалась термодинамическая модель с движущимся источником внутри ядра. Показано, что в области энергий фрагментов (E_ϕ) меньше 50 МэВ существенный вклад вносит механизм испарения. При рассмотрении отношения выхода ${}^3\text{H}_1$ к выходу ${}^3\text{He}_2$ обнаружено, что оно больше, чем отношение количества нейтронов к количеству протонов в испускающей фрагменты системе. Анализ функции $R = \sigma_{{}^3\text{H}_1} / \sigma_{{}^3\text{He}_2} = R(E_\phi)$ показал, что фрагменты ${}^3\text{H}_1$ и ${}^3\text{He}_2$ "чувствуют" полное кулоновское поле ядра-мишени /21/.

Анализ полученных и имеющихся литературных данных в рамках модели слипания показал, что область формирования фрагментов имеет размер $\sim 3,2$ фм и не зависит от ядра-мишени и от налетающего ядра /22/.

7. Проведено облучение фотоэмульсий (обычных и с повышенной концентрацией ядер свинца) ядрами магния и кремния с импульсом 4,5 ГэВ/с. Выделено более 100

событий полного разрушения ядер свинца.

При изучении взаимодействий релятивистских ядер неона-22 с ядрами фотоэмульсий показано, что коэффициент неупругости в случае полного разрушения тяжелых ядер существенно зависит от массы

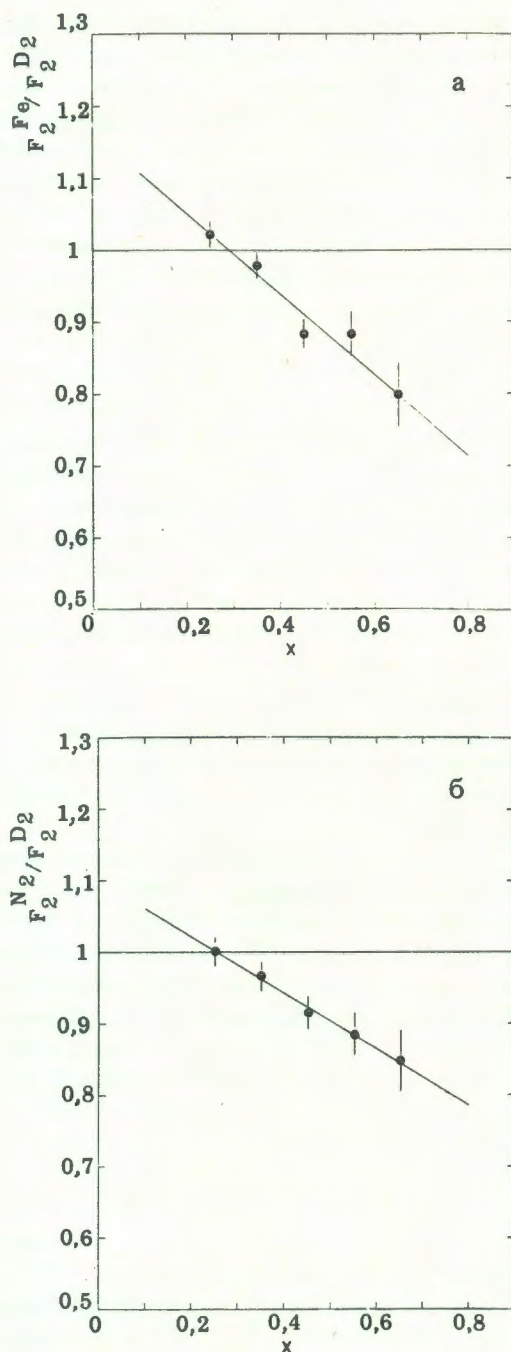


Рис.5. Отношение структурных функций нуклонов, полученное в экспериментах по глубоконеупругому рассеянию мюонов с энергией 280 ГэВ: а) в опытах с железной и дейтериевой мишенями, б) в опытах с азотной и дейтериевой мишенями.

ядра-снаряда при одинаковой величине энергии на нуклон. Получено указание на проявление эффекта "отскока" фрагментов ядра-снаряда^{/23/}.

8. В совместном ОИЯИ-ЦЕРН эксперименте на установке NA-4 по глубокоэластичному рассеянию мюонов с энергией 280 ГэВ на ядрах дейтерия, азота и железа показано^{/24/}, что отношение структурных функций нуклонов, полученное в опытах с железной и дейтериевой мишенями, а также азотной и дейтериевой мишенями, для фиксированного значения масштабной переменной X не зависит от квадрата переданного 4-импульса Q^2 . Убывание отношения структурных функций с ростом X в пределах $0,2 \leq X \leq 0,7$ и $50 \leq Q^2 \leq 200 \text{ ГэВ}/c^2$ хорошо описывается линейным законом $R = a + bX$ с параметрами: $a = 1,16 \pm 0,03$, $b = -0,56 \pm 0,08$ для Fe/D_2 и $a = 1,10 \pm 0,04$, $b = 0,39 \pm 0,09$ для N_2/D_2 (рис.5а,б).

Для согласования (в области $X < 0,4$) данных по исследованию отношения структурных функций нуклонов, полученных в глубокоэластичных электрон-ядерных и мюон-ядерных реакциях, предложено^{/25/} использовать при анализе eA -рассеяния зависимость отношения сечений продольных σ_L и поперечных σ_T виртуальных фотонов от атомного веса ядра A в виде: $R(A) = \sigma_L / \sigma_T = aA^{1/3}$ с параметром $a = 0,08$.

РАЗВИТИЕ МЕТОДИКИ ЭКСПЕРИМЕНТА И СОЗДАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ УСТАНОВОК

1. Выполнен большой комплекс работ по созданию базы для серийного изготовления и методических исследований детекторов адронного калориметра установки ДЕЛФИ.

Проведено моделирование развития и поглощения ядерно-электромагнитных ливней в железе, изучены некоторые характеристики пластиковых стримерных трубок^{/26,27/}.

Для методических исследований по проекту ДЕЛФИ впервые в мировой ускорительной практике на синхрофазотроне осуществлен вывод ускоренного пучка протонов из вакуумной камеры ускорителя с помощью кристаллического дефлектора^{/28/}. Отклонение пучка на угол ~ 35 мрад обеспечивала пластинка кремния размерами $11 \times 10 \times 0,4 \text{ мм}^3$, установленная в первом прямолинейном промежутке ускорителя (рис.6). Эффективность вывода составила $\sim 10^{-4}$ и определялась в основном соотношением поперечных размеров пучка и кристалла.

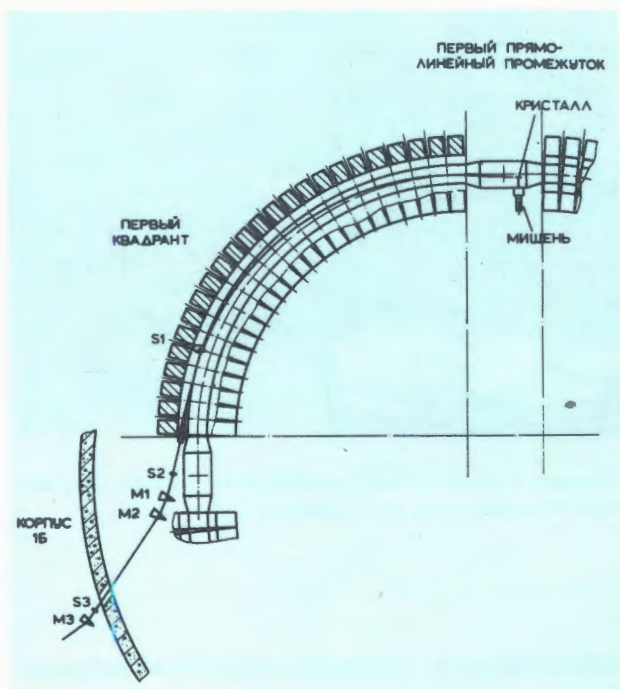


Рис.6. Схема эксперимента по выводу пучка из синхрофазотрона с помощью изогнутого монокристалла: S_1-S_3 — сцинтилляционные счетчики, M_1-M_3 — магниты канала транспортировки пучка.

2. Введена в эксплуатацию установка "Резонанс" — стримерная камера с жидководородной мишенью в магнитном поле. Начат набор рабочей статистики.

3. Полностью введена в действие новая ЭВМ ЕС-1055М. ЭВМ ЕС-1040 и ЕС-1055



Введена в эксплуатацию новая ЭВМ ЕС-1055 в комплексе с ЕС-1040.



Создана и интенсивно используется первая очередь терминальной сети комплекса ЕС-1055/1040.

объединены в вычислительный комплекс, разработано специализированное математическое обеспечение. Расширена сеть удаленных терминалов, работающих с комплексом ЕС-1040/1055М.

Введена в эксплуатацию единая унифицированная система процедур для ЕС ЭВМ. Разработаны комплекс аппаратурных средств, обеспечивающий подключение экспериментальных установок к вычислительному комплексу ЛВЭ через буферную микро-ЭВМ "Электроника-60", и унифицированная система программ сбора данных.

4. Для улучшения характеристик спектрометра БИС-2 создана система идентификации заряженных вторичных частиц, состоящая из двух многоканальных пороговых газовых черенковских счетчиков (МПГЧС-1

и МПГЧС-2) с наполнением воздухом и фреоном-12 при атмосферном давлении. Счетчик МПГЧС-1^{/29/} 7-канальный, длина радиатора 270 см, используются тонкие эллиптические зеркала размерами 70x17,5 см² с радиусами кривизны 200 и 141 см в двух взаимно перпендикулярных плоскостях. Эффективность регистрации заряженных частиц для $\beta \geq 0,9998$ составляет $\geq 98\%$. Счетчик МПГЧС-2^{/30/} 14-канальный, длина радиатора 150 см, используются 14 тонких сферических зеркал с радиусом кривизны 200 см. Эффективность при $\beta \geq 0,995$ составляет $\geq 98\%$.

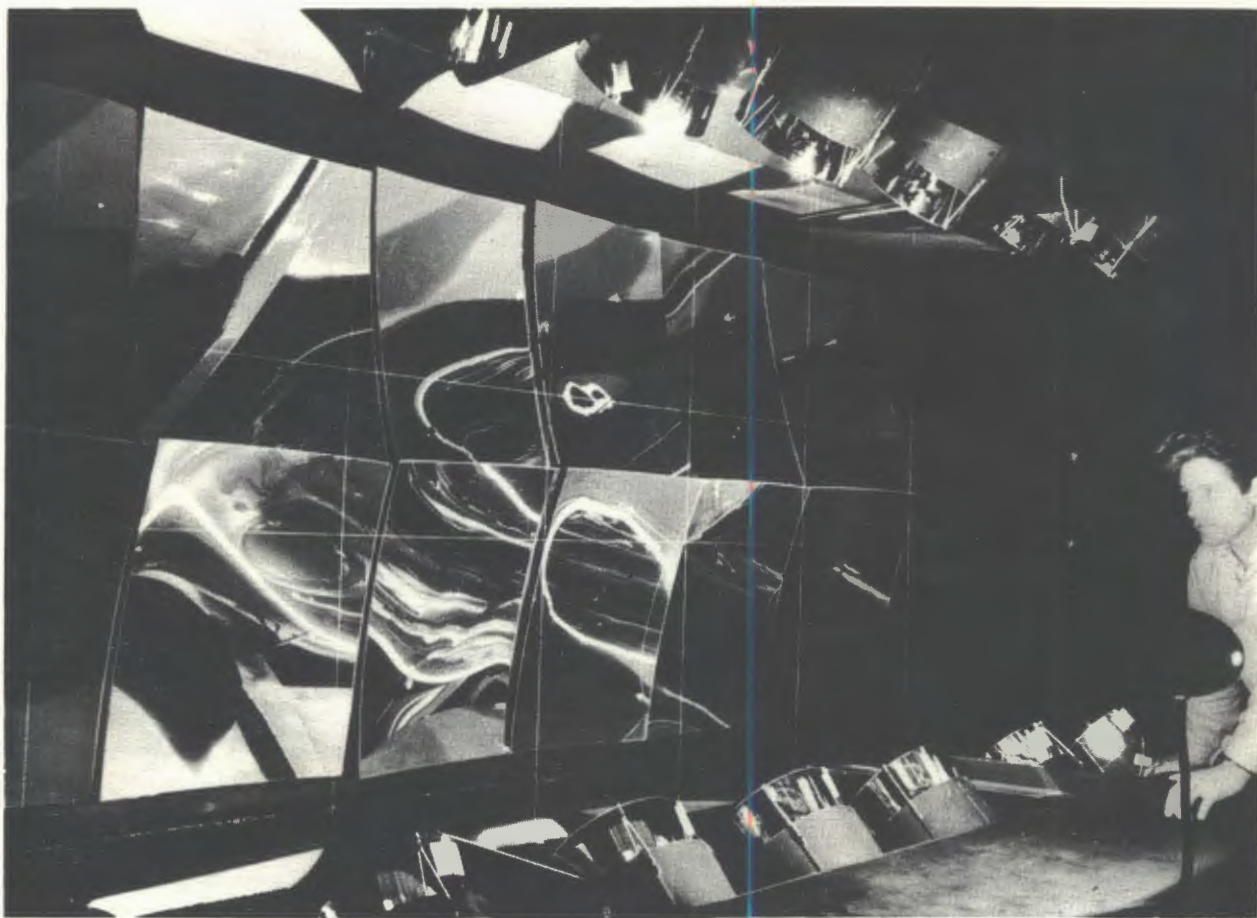
5. В 1984 г. продолжалась разработка и создание блоков электронной аппаратуры для экспериментальных физических установок. Изготовлено, налажено около 200 блоков в стандарте КАМАК. Модернизировано оборудование для изготовления печатных плат.

РАБОТЫ ПО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ И РАЗВИТИЮ УСКОРИТЕЛЬНОЙ БАЗЫ

1. На синхрофазотроне впервые осуществлено ускорение ядер фтора и кремния. Новые пучки релятивистских ядер использованы в физических экспериментах. Успешно эксплуатировался лазерный источник ионов^{/31/}, обеспечивая получение пучков Li, C, O, F, Mg, Si.

При исследовании режимов работы лазерного источника обнаружен так называемый "кратерный эффект", состоящий в увеличении количества ионов и повышении их зарядности после образования в мишенях кратеров (рис.7). Расчеты показывают, что плотность плазмы в кратере выше критической ($n_{кр} = 10^{19} \text{см}^{-3}$), а повышение температуры эквивалентно увеличению плотности на порядок величины^{/32/}.

Первая очередь системы криогенной откачки вакуумной камеры синхрофазотрона^{/33/} была использована в сеансе ускорения ядер кремния. Интенсивность ускорен-



Многоканальный газовый пороговый черенковский счетчик спектрометра БИС-2.

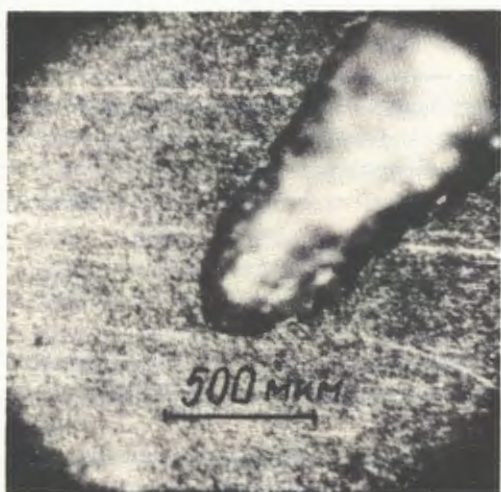
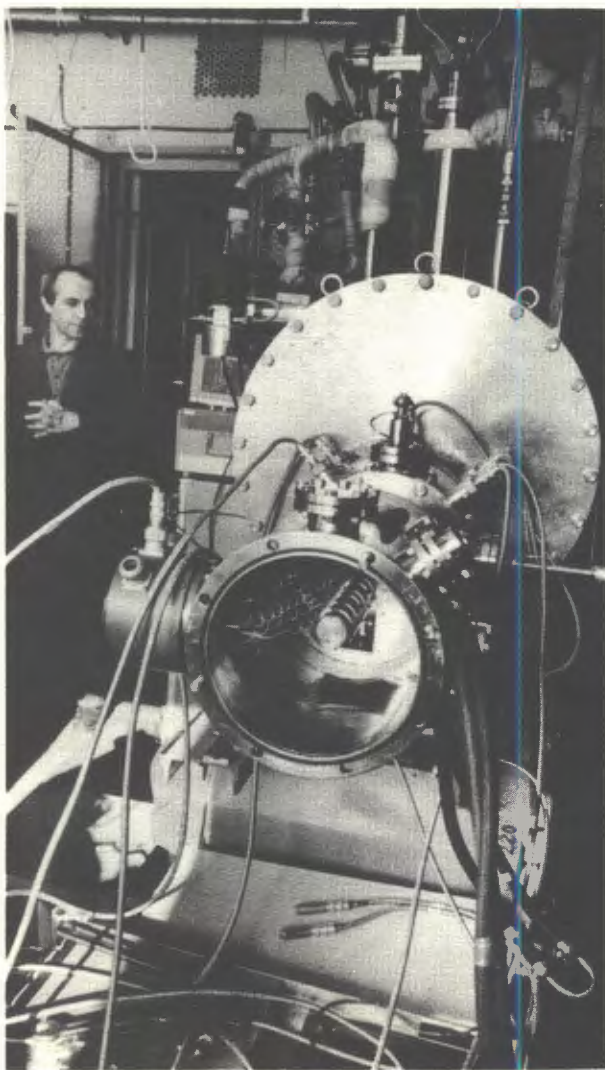


Рис.7. Срез мишени лазерного источника с кратером, образовавшимся в результате испарения металла.

ного пучка ядер при этом увеличивалась примерно в десять раз.

Продолжалось совершенствование источника поляризованных дейтронов "Полярис" и систем поляриметрии ⁸⁴/ . Разработана аппаратура для измерения тензорной поляризации. Создан поляриметр для измерения векторной и тензорной поляризаций после линейного ускорителя ЛУ-20 с использованием реакций упругого рассеяния поляризованных дейтронов на ядрах ⁴He и ³He. Векторная поляризация пучка на выходе ЛУ-20 составила 0,5, а тензорная — 0,6.

Продолжалось совершенствование электронно-лучевого метода ионизации: ионизатор КРИОН-2 переведен в режим работы с постоянным током электронного пучка при повышенной энергии; впервые получен пучок ядер криптона; исследованы рабочие характеристики ионизатора КРИОН-3.



На источнике поляризованных дейтронов "Полярис" достигнута степень поляризации пучка дейтронов после линейного ускорителя более 50%.

Выполнялись работы по совершенствованию источников питания систем синхротрона и каналов пучков частиц. Налажена и испытана новая система питания выводного магнита второго направления медленно-вывода пучка из камеры синхротрона, обеспечивающая ток до 7 кА с наклоном площадки до 500 А. Разработана, смонтирована и налажена система питания магнитов в здании 205 на основе параллельного включения типовых источников, что позволит увеличить число одновременно работающих каналов.

Разработан ряд новых электронных блоков для системы ускорения пучка на 2-й кратности частоты обращения, совершенствовалась диагностическая аппаратура и системы контроля параметров на линии с ЭВМ.

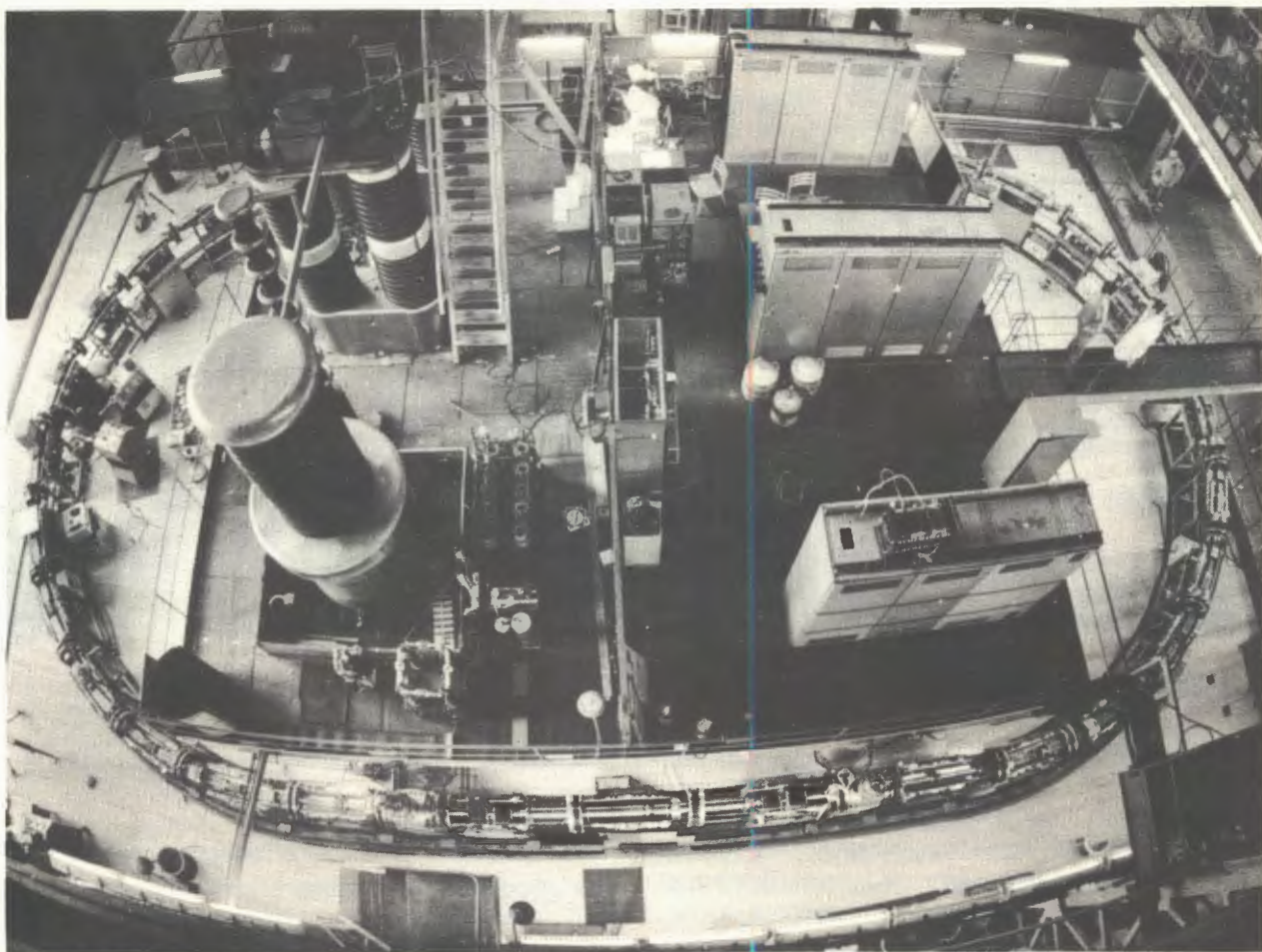
2. Завершена сборка сверхпроводящего модельного синхротрона СПИН. Проводились комплексные испытания работы его систем в "теплом" режиме с пучком. Для обеспечения этих работ смонтировано и налажено оборудование форинжектора на энергию протонов 750 кэВ, устройства ввода пучка в камеру ускорителя, источники стабильного тока для питания элементов магнитной оптики инжекционного канала и магнитов основного кольца, создана аппаратура и программное обеспечение автоматизированной системы контроля и управления параметрами питающих систем, а также ряд модулей аппаратуры диагностики. Изготовлен ряд узлов высокочастотной ускоряющей системы СПИНа.

3. Велись проектные и исследовательские работы по созданию нуклотрона. В двух сеансах комплексных испытаний модифицированного 1,5-метрового дипольного магнита определены его основные тепловые, магнитные и электрические характеристики. Изготовлен сверхпроводящий квадруполь прокатного типа для регулярного периода магнитной системы нуклотрона, исследованы его электрические характеристики. Усовершенствована магнитометрическая аппаратура на базе ЭВМ МЕРА-60/30.

Получены результаты по исследованиям размерного эффекта и эффекта близости, возникающих в композитных сверхпроводниках^{/35,36/}, т.е. в сверхпроводниках, сечение которых представляет собой двумерную систему чередующихся элементов сверхпроводящего и нормального металлов.

Для определения поглощенной энергии (дозы) от потерь пучка в конструктивных элементах ускорителя, находящихся в переменных магнитных полях и при температуре жидкого гелия, разработаны методика и криогенный калориметрический дозиметр, измерены распределения поглощенной энергии в макете железного ядра магнита при облучении его протонами с энергией 2,5 ГэВ и дейтронами с энергией 7,3 ГэВ^{/37/}.

Рассчитаны оптимальные по энергозатратам режимы криогенных гелиевых систем с сателлитными рефрижераторами^{/38/}. Для проведения стендовых испытаний полномасштабных магнитов нуклотрона создан и исследован сателлитный рефрижератор



На модельном сверхпроводящем синхротроне СПИН выполнена проводка пучка протонов по кольцу ускорителя в "теплом" режиме. На снимке: вид сверху на ускоритель СПИН.

с избыточным обратным потоком, обладающий номинальной холодопроизводительностью 50 Вт^{/39/}. Разработан также ряд других узлов (токовводы, контактные соединения, крепления) для магнитной системы нуклотрона.

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ПРИКЛАДНЫЕ РАБОТЫ

Многопроволочные координатные детекторы в сочетании с современной электронной и вычислительной техникой успешно используются в качестве детекторов "изображения" (электронного аналога рентгеновской пленки) в различных областях нау-

ки и техники. Такие системы позволяют значительно уменьшить радиационные нагрузки и обеспечить проведение исследований на качественно новом уровне^{/40,41/}.

В 1984 г. Лаборатория высоких энергий ОИЯИ совместно с Институтом кристаллографии АН СССР завершила создание нового, более совершенного рентгеновского дифрактометра КАРД-4 на основе двумерного многопроволочного детектора и гониометра. Прибор создавался для дифракционных экспериментов с белковыми монокристаллами с периодом решетки до 250 Å. Среднее количество регистрируемых дифракционных отражений — 3 тыс. в час, угловое разрешение дифрактометра 0,2°. По своей производительности прибор превосходит советские и зарубежные дифрактометры аналогичного назначения.



Рентгеновский дифрактометр КАРД-4 в Институте кристаллографии им. А.В.Шубникова АН СССР.

Совместно с этим же институтом создан и исследован одномерный координатный детектор для автоматизации рентгеноструктурных экспериментов при сверхвысоких давлениях. Получено координатное разрешение 100 мкм при эффективности регистрации излучения ($E_{\gamma} = 8$ кэВ) около 70%.

ЭКСПЛУАТАЦИЯ СИНХРОФАЗОТРОНА

В 1984 г. синхрофазотрон работал 4019 часов, из них:

а) на физический эксперимент —

3081 час (1142 часа в режиме ускорения протонов и 2877 часов — ядер) с достигнутой интенсивностью 10^{12} дейтронов, $2 \cdot 10^9$ ядер лития-7; $5 \cdot 10^8$ углерода, $5 \cdot 10^7$ кислорода; $1,5 \cdot 10^7$ фтора, 10^5 магния, 10^3 кремния за один цикл ускорения,

б) на совершенствование систем ускорителя — 522 часа.

На технологическую подготовку затрачено 175 часов. Простои ускорителя из-за отказа оборудования составили 241 час, т.е. 6% от запланированного времени работы ускорителя.

Пучки ускорителя были использованы 20 группами экспериментаторов.

ЛИТЕРАТУРА *

1. Говорун Н.Н. и др. ОИЯИ, 1-84-457, Дубна, 1984.
2. Алеев А.Н. и др. В сб.: Краткие сообщения ОИЯИ, №1-84, Дубна, 1984, с.13.
3. Шахбазян Б.А., Кечечян А.О. В сб.: Краткие сообщения ОИЯИ, №3-84, Дубна, 1984, с.42.
4. Глаголев В.В. и др. ОИЯИ, 1-84-202, Дубна, 1984.
5. Balyunya V.V. et al. JINR, E1-84-790, Dubna, 1984.
6. Батюня Б.В. и др. ОИЯИ, 1-84-776, Дубна, 1984.
7. Балдин А.М. и др. ОИЯИ, 1-84-185, Дубна, 1984.
8. Балдин А.М. и др. В сб.: Труды VII Межд. семинара по проблемам физики высоких энергий. ОИЯИ, Д1,2-84-599, Дубна, 1984, с.195.
9. Бондарев В.К. и др. В сб.: Краткие со-

- общения ОИЯИ, №4-84, Дубна, 1984, с.5.
10. Балдин А.М., Диденко Л.А. В сб.: Краткие сообщения ОИЯИ, №3-84, Дубна, 1984, с.5.
 11. Ангелов Н. и др. ОИЯИ, P1-84-624, Дубна, 1984.
 12. Гришин В.Г. и др. ОИЯИ, P1-84-79, Дубна, 1984.
 13. Didenko L.A. et al. JINR, E1-84-263, Dubna, 1984.
 14. Гришин В.Г. и др. ОИЯИ, P1-84-205, Дубна, 1984.
 15. Агакишиев Г.Н. и др. ОИЯИ, P1-84-235, Дубна, 1984.
 16. Гаспарян А.П. и др. ОИЯИ, P1-84-327, Дубна, 1984.
 17. Agakishiev G.N. et al. JINR, E1-84-448, Dubna, 1984.
 18. Агакишиев Г.Н. и др. ОИЯИ, P1-84-35, Дубна, 1984.
 19. Армутлийский Д. и др. ОИЯИ, P1-84-328, Дубна, 1984.
 20. Йовчев К. и др. ОИЯИ, P1-84-271, Дубна, 1984.
 21. Abashidze L.I. et al. JINR, E1-84-917, Dubna, 1984.
 22. Авдейчиков В.В. и др. ОИЯИ, 1-84-491, Дубна, 1984.
 23. Вокал С. и др. ОИЯИ, P1-84-552, Дубна, 1984.
 24. Benvenuti A.C. et al. JINR, E1-84-626, Dubna, 1984.
 25. Савин И.А., Смирнов Г.И. В сб.: Краткие сообщения ОИЯИ, №2-84, Дубна, 1984, с.3.
 26. Водопьянов А.С. и др. ОИЯИ, 1-84-350, Дубна, 1984.
 27. Водопьянов А.С. и др. ОИЯИ, Д1-84-405, Дубна, 1984.
 28. Авдейчиков В.В. и др. В сб.: Краткие сообщения ОИЯИ, №1-84, Дубна, 1984, с.3.
 29. Гуськов Б.Н. и др. ОИЯИ, 13-84-373, Дубна, 1984.
 30. Войчишин М.Н. и др. ОИЯИ, 13-84-161, Дубна, 1984.
 31. Безногих Ю.Д. и др. ОИЯИ, P9-84-246, Дубна, 1984.
 32. Бонч-Осмоловский А.Г., Мончинский В.А. ОИЯИ, P9-84-251, Дубна, 1984.
 33. Василишин Б.В. и др. ОИЯИ, 9-84-281, Дубна, 1984.
 34. Авдейчиков В.В. и др. ОИЯИ, 13-84-20, Дубна, 1984.
 35. Владимирова Н.М. и др. ОИЯИ, P8-84-261, Дубна, 1984.
 36. Владимирова Н.М. и др. ОИЯИ, P8-84-80, Дубна, 1984.
 37. Дацков В.И. и др. ОИЯИ, 16-84-677, Дубна, 1984.
 38. Ангелов Н.Н. ОИЯИ, 8-84-165, Дубна, 1984.
 39. Дьячков Е.И. ОИЯИ, P8-84-548, Дубна, 1984.
 40. Абдушукуров Д.А. и др. ОИЯИ, 18-84-182, Дубна, 1984.
 41. Абдушукуров Д.А. и др. ОИЯИ, P18-84-758, Дубна, 1984.

* Цитируются избранные работы.

ЛАБОРАТОРИЯ ЯДЕРНЫХ ПРОБЛЕМ

Научно-исследовательская деятельность Лаборатории ядерных проблем в 1984 году развивалась в двух главных направлениях:

— осуществлялась широкая программа научных исследований в области физики высоких энергий на ускорителе ИФВЭ в Протвино,

— завершались работы по реконструкции фазотрона и подготовке новых экспериментальных установок для исследований в области средних энергий.

Физики Лаборатории ядерных проблем участвовали также в совместных ОИЯИ-ЦЕРН экспериментах NA-4 и PS-179. Продолжались работы по созданию аппаратуры для совместного с ЦЕРН эксперимента ДЕЛФИ. Выполнен ряд работ на ускорителе ЛИЯФ АН СССР в Гатчине. Разрабатывались новые методы и электронная аппаратура для ядерно-физических исследований. Выполнен ряд важных прикладных работ. Лаборатория принимала участие в работах по созданию ускорительно-накопительного комплекса УНК.

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

Большим успехом коллектива Лаборатории ядерных проблем явился физический пуск установки "Ф" — фазотрона с пространственной вариацией магнитного поля. Пучок протонов был доведен до предельного радиуса ускорения 270 см, что соответствует энергии протонов 680 МэВ. Изучение параметров пучка (рис.1) позволило сделать вывод о том, что потери частиц в процессе ускорения практически отсутствуют.

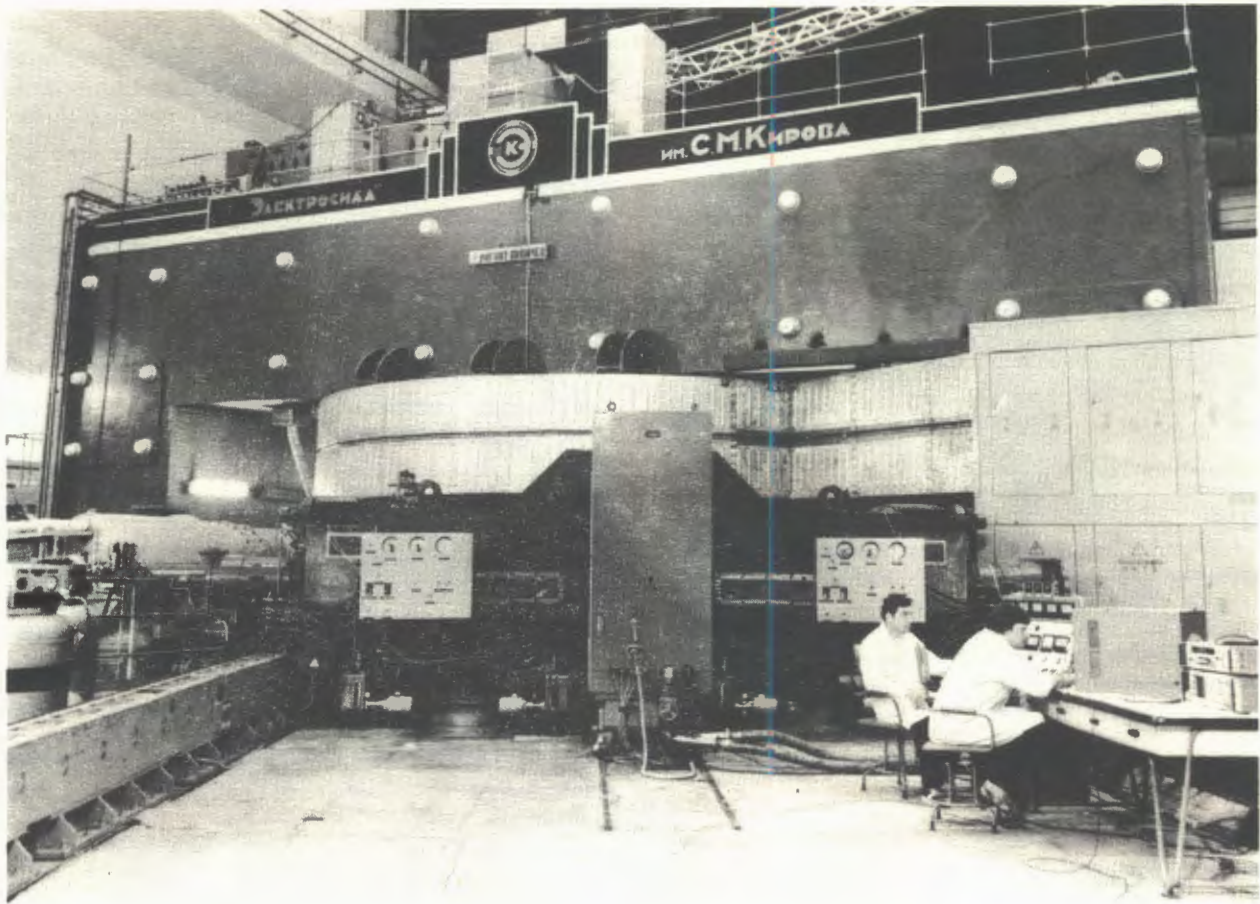
Физический пуск ускорителя является важным этапом в его создании, свидетельствующим о правильности основных концепций, заложенных при его разработке. Сообщение о физическом пуске было доложено на IX Всесоюзном совещании по ускорителям заряженных частиц, состоявшемся в Дубне в октябре 1984 г.^{1/}

В 1984 году был осуществлен монтаж в камере ускорителя всех узлов вывода частиц: возбуждителя, регенератора и собственно магнитного канала, состоящего из четырех секций и соответствующих пробников. Очень тонкой, исключительно трудоемкой и ответственной работой явилось проведение шиммирования поля всех элементов канала с такой высокой точностью, которая исключала бы возможность отклонения величины магнитного поля от требуемого на уровне 10^{-4} .

Наряду с шиммированием поля в районе устройств системы вывода частиц проведена дополнительная коррекция поля в центральной области ускорителя. Это сделано в связи с тем, что был найден специальный фазовый режим в центральной области фазотрона с увеличенной жесткостью аксиально-



Рис.1. а) Импульсы нейтронного и гамма-излучения, возникающие при взаимодействии ускоренного пучка протонов с перемещаемой по радиусу мишенью. Видно, что время возникновения импульса правильно скоррелировано с расстоянием до мишени, амплитуда сигнала практически не меняется с ростом расстояния до мишени; б) следы, оставленные ускоренным пучком протонов на стекле.



В марте 1984 года осуществлен физический пуск фазотрона ОИЯИ — установки "Ф". На конечном радиусе ускорителя получены протоны с энергией 680 МэВ.

го движения ^{2,3/}. Выполнены эксперименты по забросу пучка на мишень в системе вывода его из камеры ускорителя. Получена проектная величина заброса пучка.

Осуществлены монтаж и наладка генераторов высокой частоты для системы временной растяжки пучка.

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЕ РАБОТЫ

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ

1. В совместном с ИФВЭ эксперименте СИГМА-АЯКС завершены исследования процесса околорогового образования пионных пар пионами в кулоновском поле ядер ^{4/}. Определено сечение реакций $\pi^- + (A, Z) \rightarrow \pi^- + \pi^0 + (A, Z)$

для ядер С, Fe, Си в области кулоновского рождения $t < 10^{-3} (\text{ГэВ}/c)^2$ и инвариантных масс системы $(\pi^- \pi^0) S < 10 m_\pi^2$. Результаты этого эксперимента хорошо согласуются с общепринятым предположением о наличии у кварков трех цветных степеней свободы (рис.2) и тем самым являются независимой проверкой этого фундаментального постулата квантовой хромодинамики. Помимо этого была экспериментально продемонстрирована справедливость важной теоремы теории киральных аномалий, связывающей амплитуды процессов $\gamma \rightarrow 3\pi$ и $\pi^0 \rightarrow 2\gamma$ при низких энергиях.

2. Анализ данных, полученных в эксперименте СИГМА-АЯКС по изучению комптон-эффекта на π -мезоне, позволил впервые безмодельным образом определить величину магнитной поляризуемости пиона $\beta_\pi = (-7,1 \pm 2,8) \cdot 10^{-43} \text{см}^3 / 5/$. Получена также экспериментальная оценка для суммы электрической (α_π) и магнитной (β_π) поляризуемости π -мезона $\alpha_\pi + \beta_\pi = (1,4 \pm 3,1) \cdot 10^{-43} \text{см}^3$.

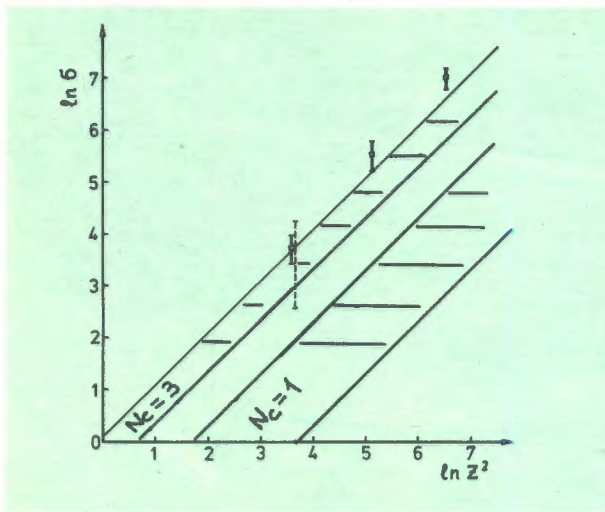


Рис.2. Зависимость сечения реакции образования пионных пар в кулоновском поле ядер от заряда ядра Z . Результаты теоретических расчетов для разного числа N_c цветных степеней свободы кварков показаны заштрихованными областями. Пунктирной линией показана систематическая ошибка для сечения рождения пионных пар на ^{12}C . При исследовании рождения пар в πAl - и πFe -взаимодействиях систематическая ошибка измерений меньше статистической.

3. Завершен анализ резонансов в системе трех пионов, образующейся в процессах когерентного рождения на ядрах:

$\pi^- + A \rightarrow \pi^+ + \pi^- + \pi^- + A$,
при энергии налетающего π -мезона 40 ГэВ. Эксперимент был выполнен на спектрометре МИС совместно с физиками из INFN (Италия).

В результате исследований 3π -системы впервые экспериментально изучен спектр уровней возбуждения π -мезона как по орбитальному, так и по радиальному квантово-

му числу. Фундаментальным результатом этих исследований является открытие двух новых состояний π -мезона, являющихся радиальными возбуждениями кварк-антикварковой системы и служащих прямым доказательством составной структуры легчайшего адрона. Недавно эти результаты получили полное подтверждение в экспериментах, выполненных на ускорителе FNAL (США, Батавия).

Помимо этого были получены указания на возможное существование резонансных состояний, которые соответствуют радиальным возбуждениям A_1 -, A_2 - и A_3 -мезонов ^{16,7}. Определены ширины и вероятности распада A_3 -мезона по трем каналам $f\pi$, $\rho\pi$ и $\epsilon\pi$.

В табл.1 приведены параметры резонансных состояний в системе трех пионов, обнаруженных в результате экспериментов на спектрометре МИС.

4. На установке РИСК проведено систематическое изучение множественностей заряженных частиц, рождаемых в π^- -, K^- -, \bar{p} -взаимодействиях с ядрами при импульсе налетающих частиц 40 ГэВ/с^{18,7}. Исследования выполнены для шести ядер с атомными номерами от $A=7$ до $A=207$ (рис.3). Определена зависимость средней множественности отрицательных частиц от среднего числа неупругих столкновений налетающей частицы в ядре. Обнаружено, что множественность медленных идентифицированных протонов ($p < 500$ МэВ/с) увеличивается с ростом атомного номера как $A^{0,6}$, тогда как для быстрых протонов эта зависимость растет как $A^{0,4}$. Сильная A -зависимость

Таблица 1

Параметры резонансных состояний, наблюдаемых в процессе $\pi^- + A \rightarrow \pi^+ + \pi^- + \pi^- + A$, исследованном в экспериментах на установке МИС ^{16,7}

Состояние	J^P	Масса, МэВ/с ²	Ширина, МэВ	Канал распада	Доля распада, %
π'	0^-	1240 ± 30	360 ± 120	$\epsilon\pi$	~100
π''	0^-	1770 ± 30	360 ± 50	$\epsilon\pi$	100
A_1	1^+	1255 ± 23	292 ± 40	$\rho\pi$	98
A_1'	1^+	1670 ± 90	300 ± 100	$\rho\pi$	100
A_3	2^-S	1624 ± 21	304 ± 22	$f\pi$	60
	2^-P	1622 ± 35	404 ± 108	$\rho\pi$	30
	2^-D	1693 ± 28	330 ± 90	$\epsilon\pi$	10
A_3'	2^-	~1850	~300	$f\pi$	
A_2	2^+	1320	~100	$\rho\pi$	
A_2'	2^+	1750	—	$f\pi$	

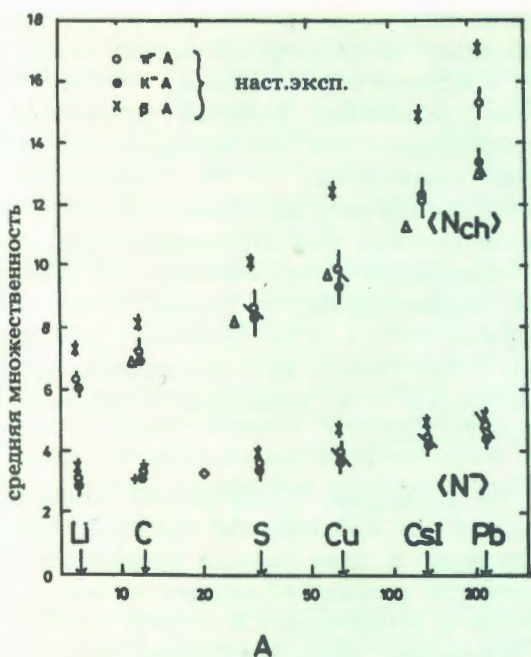


Рис.3. Средняя множественность заряженных $\langle N_{ch} \rangle$ и отрицательных частиц $\langle N^- \rangle$ в зависимости от атомного номера A .

для медленных частиц указывает на определяющую роль каскадных процессов в образовании таких частиц. Экспериментальные результаты по изучению корреляций по множественности релятивистских и медленных частиц согласуются с предсказаниями моделей рождения частиц в независимых столкновениях. Найдено универсальное описание распределения по множественности отрицательных частиц в адрон-ядерных взаимодействиях с помощью соотношения, применявшегося ранее для анализа множественностей в pp - и e^+e^- -соударениях ^{/9/}.

Впервые были измерены первые четыре нормированных момента распределения по множественности отрицательных частиц для шести ядер (рис.4). Обнаружен слабый рост

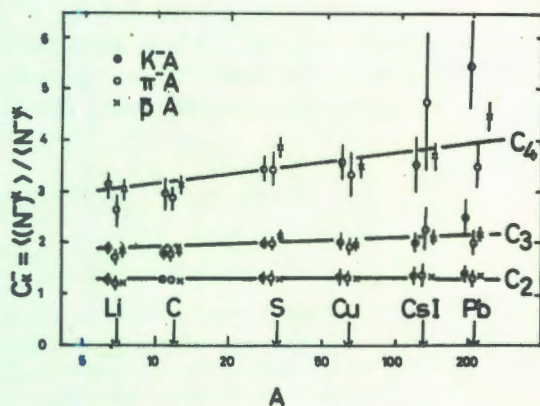


Рис.4. Первые нормированные моменты C_k^- распределения множественности отрицательных частиц в зависимости от атомного номера A .

величины третьего и четвертого моментов с увеличением A , что свидетельствует о некотором нарушении КНО-скейлинга.

Изучены характеристики π^-C - и π^-Pb -взаимодействий для событий, имеющих большой поперечный импульс ($p_{\perp} > 1$ ГэВ/с) у частицы, вылетающей в заднюю полусферу. Получены угловые и импульсные спектры, а также распределения по быстротам и эффективным массам вторичных заряженных частиц ^{/10/}. Показано, что множественность всех заряженных частиц в событиях с большими p_{\perp} существенно выше по сравнению

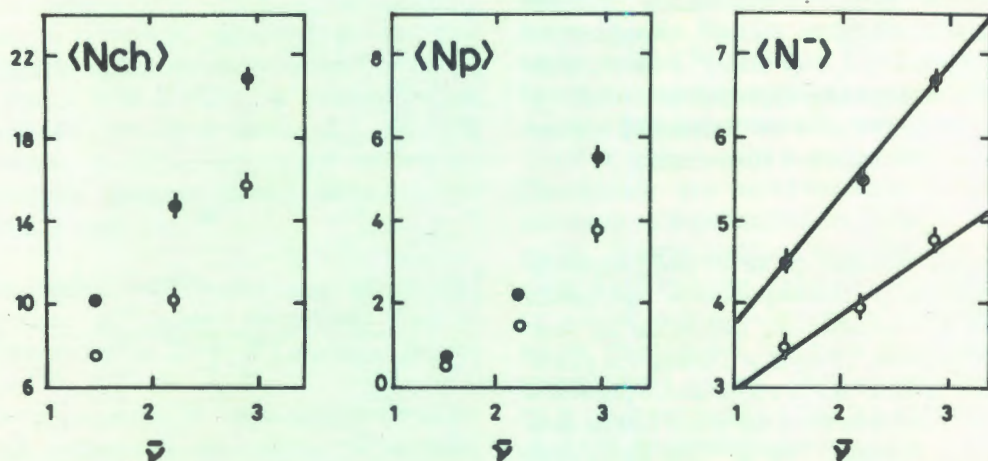


Рис.5. Зависимость средних множественностей заряженных частиц $\langle N_{ch} \rangle$, отрицательных частиц $\langle N^- \rangle$ и протонов $\langle N_p \rangle$ от среднего числа соударений \bar{v} для событий с большими p_{\perp} (●) и для всех событий (○), без выделения больших p_{\perp} .

с обычными взаимодействиями, причем с ростом атомного номера ядра-мишени это различие увеличивается (рис.5). Возможным объяснением этих фактов является увеличение эффективного числа столкновений в реакциях с большими p_{\perp} .

Для понимания процессов адронизации кварков интересен тот факт, что в π^- -С-взаимодействиях около 25% и 15% частиц с $p_{\perp} \geq 1,5$ ГэВ/с происходят от распадов ρ^0 и f -мезонов соответственно (рис.6).

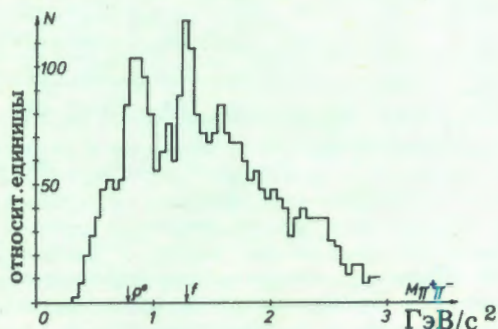


Рис.6. Спектр эффективных масс системы ($\pi^+\pi^-$) для событий с $p_{\perp} > 1,5$ ГэВ/с в π^- -С-взаимодействиях при 40 ГэВ/с.

5. На установке "Гиперон" выполнены прецизионные измерения дифференциального сечения реакций



при энергии налетающего пиона 12 ГэВ^{/11,12/}. Определена поляризация Σ^+ -гиперона. Точные измерения дифференциальных сечений этих реакций в области малых переданных импульсов ($0 \leq t \leq 0,1$ (ГэВ/с)²) показали, что в данном интервале переданных импульсов уменьшение сечений не является экспоненциальным, как обычно считалось.

6. Получены первые физические результаты в совместном эксперименте физиков ЛЯП ОИЯИ и итальянских физиков из университетов Турина, Падуи и Павии на ускорителе LEAR в ЦЕРНе. В этом эксперименте изучалось взаимодействие антипротонов низких энергий с ядрами ^4He и ^{20}Ne . Получено около 100 тыс. фотографий \bar{p} - ^4He -взаимодействия и 75 тыс. фотографий взаимодействия антипротонов с неонам. Эти данные со-

ставляют всю мировую статистику по взаимодействию низкоэнергетических антипротонов с ядрами неона и гелия. Определены сечения различных каналов аннигиляции и распределения по множественности продуктов аннигиляции^{/13,14/}. Экспериментальные данные по \bar{p} - ^4He -взаимодействию были использованы для определения важного космологического ограничения на количество антивещества в ранней Вселенной (в период $10^3 < t < 10^{13}$ с от начала расширения). Получено, что отношение числа антипротонов к протонам составляет $R < (0,7 \pm 1,1) \cdot 10^{-8}$.

7. На установке "Позитроний" завершена работа по наблюдению релятивистских позитрониев и дана оценка относительной вероятности распада π^0 -мезона на атом позитрония и гамма-квант $W = (1 \div 2) \cdot 10^{-9}$ ^{/15/}. Для сравнения: наиболее редкий из наблюдавшихся ранее распадов элементарных частиц, распад $K_L^0 \rightarrow \mu^+ \mu^-$, имеет относительную вероятность $W = (9,1 \pm 1,9) \cdot 10^{-9}$.

8. Завершена обработка данных по измерению поляризации в реакции перезарядки $\pi^- + p \rightarrow \pi^0 + n$ при импульсе налетающего π^- -мезона 40 ГэВ/с. Ранее были опубликованы результаты, полученные без регистрации нейтронов отдачи (рис.7а). Теперь получены данные по поляризации, когда регистрировались как нейтроны отдачи, так и π^0 -мезоны^{/16/}. Обнаружено, что зависимость поляризации в этой реакции от переданного импульса имеет сложный характер (рис.7б)

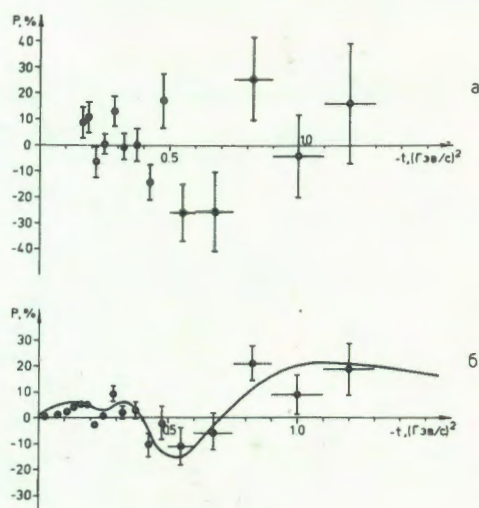


Рис.7. Зависимость поляризации P в реакции $\pi^- p \rightarrow \pi^0 n$ от квадрата переданного 4-импульса t при импульсе налетающего пиона 40 ГэВ/с.

и не может быть объяснена в рамках стандартных теоретических подходов.

Измерена азимутальная асимметрия в реакциях $\pi^- p \rightarrow \omega n$ и $\pi^- p \rightarrow K^0 + \Lambda$ в интервале переданных импульсов $0,15 \leq t \leq 1,2$ (ГэВ/с)². Для реакции ($\pi^- p \rightarrow \omega n$) среднее значение асимметрии в указанном интервале t составило $-(22 \pm 5)\%$.

Впервые проведено измерение асимметрии в реакции инклюзивного образования π^0 -мезонов при 40 ГэВ/с $\pi^- p \rightarrow \pi^0 + X$ под углом 90° в с.д.м. Интересным результатом этих предварительных измерений является то, что в инклюзивном процессе была обнаружена отличная от нуля асимметрия, среднее значение которой в интервале поперечных импульсов $1,2 \leq p_{\perp} \leq 2,2$ ГэВ/с составило $(10,0 \pm 3,4)\%$.

9. Завершено исследование корреляций заряженных частиц, образующихся при поглощении остановившихся π^- -мезонов в кремнии /17/. Эксперимент выполнен совместно с МИФИ на ускорителе ЛИЯФ в Гатчине. Показано, что в сечении рождения сложных частиц, испускаемых из ядра при поглощении пиона, значительный вклад вносят как вторичные взаимодействия, так и поглощение пиона на тяжелых кластерах.

10. Выполнен анализ 15000 событий неупругого взаимодействия π^- -мезонов с ядрами углерода, при импульсе налетающих π^- -мезонов 5 ГэВ/с, зарегистрированных в однометровой пропановой пузырьковой камере. Изучен вклад отдельных механизмов реакции в процесс рождения кумулятивных протонов, вылетающих в заднюю полусферу. На основе сравнения экспериментальных данных с результатами расчетов, выполненных в рамках каскадно-испарительной модели, показано, что для кумулятивных протонов, имеющих большой импульс ($p > 0,36$ ГэВ/с) и вылетающих под большими углами ($\cos \theta \approx -1$), весьма существенным ($\sim 50\%$) является поглощение медленных пионов парой внутриядерных нуклонов (рис.8) /18/.

11. Завершены исследования образования гиперядер во взаимодействиях протонов с энергией 250 и 70 ГэВ с ядрами фотоэмульсии /19/.

Зарегистрировано и проанализировано около 100 мезонных распадов гиперядер. Показано, что частота наблюдения мезонных распадов гиперядер остается постоянной в пределах ошибок измерений в широком

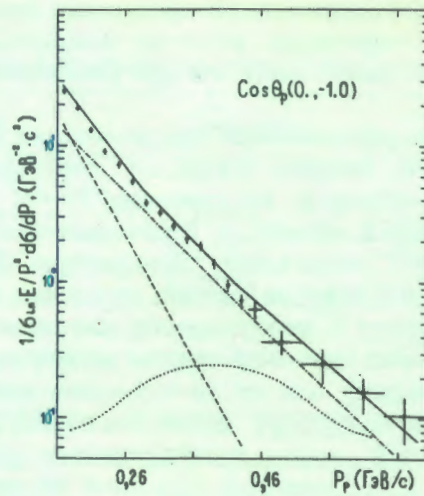


Рис.8. Зависимость структурных функций кумулятивных протонов в реакции $\pi^- + {}^{12}\text{C} \rightarrow p + X$ при 5 ГэВ/с от импульса протона. Штрихпунктирной линией показаны результаты расчета по каскадно-испарительной модели с учетом перерасеяния внутриядерных нуклонов, пунктир — учет развала возбужденного ядра-остатка, точечной линией показан вклад механизма поглощения медленных π^- -мезонов. Сплошная линия соответствует результатам полного расчета.

интервале энергий $5 \div 250$ ГэВ и составляет $(2,5 \div 4,5) \cdot 10^{-4}$. Исследования распределений гиперядер по зарядам, а также энергетических и угловых распределений гиперядер при энергиях 25 и 250 ГэВ показали, что эти распределения в пределах ошибок не зависят от энергии первичных протонов. Около 60% мезонных распадов гиперядер составляют распады гиперядра гелия ${}^{4,5,7}\text{He}$.

12. Проведен анализ данных, полученных на спектрометре МИС, по рождению пионов в реакции $\pi^- + A \rightarrow \pi^- + X$ для ядер C, Al, Cu, Pb при импульсе налетающего пиона 40 ГэВ/с /20/. Получены инклюзивные спектры отрицательных пионов в области фейнмановской переменной $0,1 \leq x \leq 0,9$ и поперечного импульса $p_{\perp} > 1$ ГэВ/с. Показано, что практически отсутствует зависимость инклюзивных распределений в области фрагментации налетающей частицы от атомного номера ядра-мишени. Такое же отсутствие A-зависимости обнаружено у величины параметра наклона инклюзивных распределений по p_{\perp}^2 . Эти результаты находятся в противоречии с предсказаниями простой модели аддитивных кварков. Изучена также реакция $\pi^- + A \rightarrow p + X$ для протонов, вылетающих в заднюю полусферу /20/. Этот процесс был измерен на ядрах C, Cu, Pb. Пока-

зано, что зависимость инвариантных сечений, а также параметры наклона инклюзивных спектров слабо меняются при увеличении A .

13. Разрабатывалась предложенная в лаборатории модель цветовой перезарядки в адрон-ядерных соударениях ^{/21, 22/}. Рассматривались процессы, в которых налетающий адрон испытывает двукратную цветовую перезарядку на разных нуклонах ядра, что приводит к возбуждению цветового диполя. Распад цветовой струны может приводить к вылету одного из нуклонов мишени в заднюю полусферу. Вычислен вклад этого механизма в сечение кумулятивного процесса $p + d \rightarrow p_B + X$, который оказался значительным в жесткой части импульсного спектра протонов, вылетающих назад $p_B \geq 500$ МэВ/с. Исследован вопрос образования дибарионных резонансов с разделенным цветом. Вычислены параметры этих резонансов (массы $\sim 2,8; 3,4$ ГэВ; $\Gamma_{TOT} = 200, 380$ МэВ; $\Gamma_{el} = 10-40$ МэВ) и показано, что они должны проявляться в виде максимумов в импульсном спектре кумулятивных протонов.

Рассмотрен "мягкий" механизм адронизации цветных струн, который приводит к тому, что пары NN рождаются из вакуума не в точке, а на относительном расстоянии ~ 1 фм в их с.д.и. Показано, что при рождении пары в ядерной среде частицы в процессе туннелирования из вакуума не поглощаются. Это объясняется тем, что при туннелировании частицы через комплексный потенциальный барьер не происходит сильного поглощения под барьером ^{/22/}. Этот факт интересен сам по себе и может быть использован в различных областях, где работают эффекты туннелирования. Получено хорошее описание аномально большой A -зависимости образования медленных антипротонов на ядрах.

В связи с большим числом экспериментов по исследованию спиновых эффектов при промежуточных и высоких энергиях подробно рассмотрены общие вопросы феноменологии поляризационных явлений с учетом релятивистских эффектов вращения спина ^{/23/}.

14. Проведены исследования по изучению влияния высших твистовых поправок на величину $\sin^2 \theta_w$ ^{/24/}. Показано, что в исследованиях на установке "Нейтринный детектор" может быть измерена постоянная КХД Λ с точностью до 15-20% ^{/24/}. Проведены расчеты образования очарованных

частиц во взаимодействиях нейтрино и адронов с нуклонами ^{/24/}.

ИССЛЕДОВАНИЯ СВОЙСТВ АТОМНЫХ ЯДЕР

1. Выполнено измерение спиральности нейтрино из распада ^{152m}Eu по степени циркулярной поляризации гамма-квантов ^{/25/}. Эксперимент был инициирован тем обстоятельством, что проведенные в ЛЯП новые расчеты циркулярной поляризации гамма-квантов N_γ с учетом теплового движения атомов излучателя и поглотителя, а также с учетом возможной вероятности электронного захвата с L^- , M^- и N -оболочек, дали оценку для величины $N_\gamma = -0,93$. Прежняя теоретическая оценка для N_γ была получена без учета упомянутых выше эффектов и составляла $N_\gamma = -0,84$, что согласовывалось с результатами экспериментальных работ, выполненных ранее в США и Швеции (табл.2).

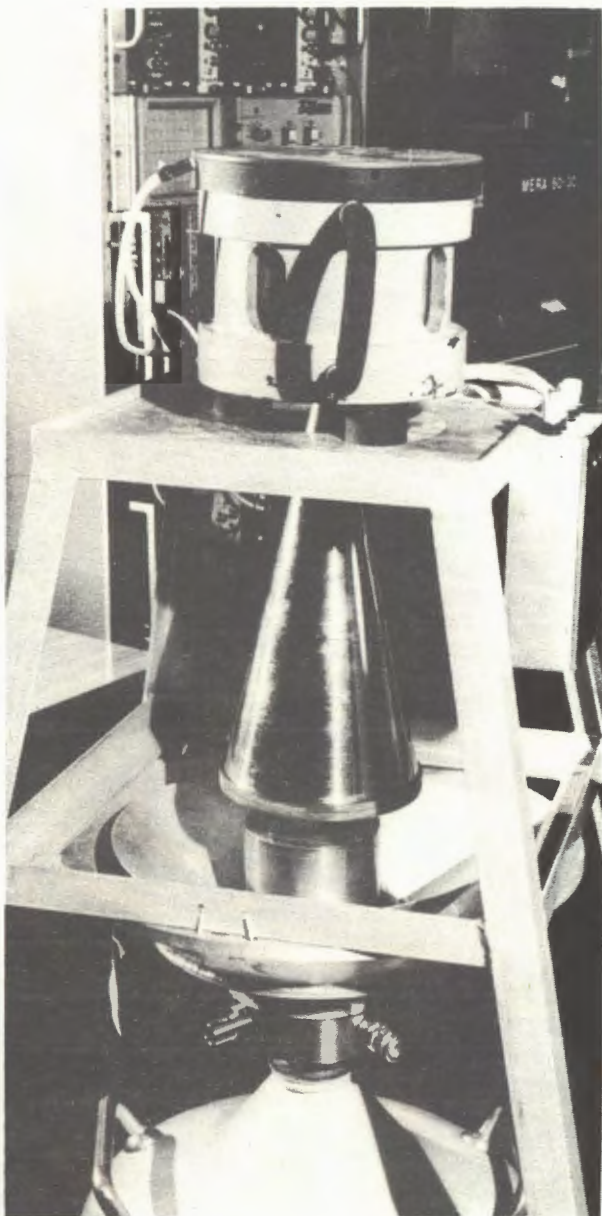
С методической точки зрения настоящий эксперимент отличался от классического опыта Голдхабера тем, что использовался $\text{Ge}(\text{Li})$ -детектор объемом 100 см^3 с высоким энергетическим разрешением. Измерения проводились в режиме многоканального амплитудного анализа, что позволило выделить все фоновые эффекты, связанные как с рассеянием в материалах, окружающих детектор, так и с естественным радиоактивным фоном.

Данные настоящего опыта привели к следующей оценке циркулярной поляризации: $N_\gamma = -0,87 \pm 0,10$, что согласуется с новой теоретической величиной N_γ и с предположением о полной левой продольной поляризации нейтрино.

2. На установке СПИН продолжались исследования свойств ядерных состояний и сверхтонких взаимодействий в деформированных и переходных ядрах. Методом возмущенных угловых корреляций при низких температурах изучались сверхтонкие взаимодействия ядер ^{152}Sm и ^{152}Gd , внедренных в матрицы Fe , Co , Ni . Определены величины сверхтонких полей, действующих на ядра Sm и Gd в этих матрицах. Получены новые экспериментальные данные о структуре переходных ядер самария, европия и гадолиния, а также деформированных ядер иттербия и лютеция. Изучено влияние взаимодействия Кориолиса на электромагнитные свойства вращающихся полос в ядрах иттер-

Теоретические и экспериментальные результаты по определению спиральности нейтрино

№	Авторы	Год	Детектор	N_γ , %
1	Goldhaber et al.	1958	NaJ(Tl)	-(67±10)
2	Marklund, Page	1958	NaJ(Tl)	-(80±30)
3	Palathingal	1970	NaJ(Tl)	-(61±12)
4	СРЕДНЕЕ	—	—	-(66±8)
5	РАСЧЕТ	1958	—	-84
6	РАСЧЕТ	1983	—	-93
7	Настоящая работа	1983	Ge(Li)	-(87±10)

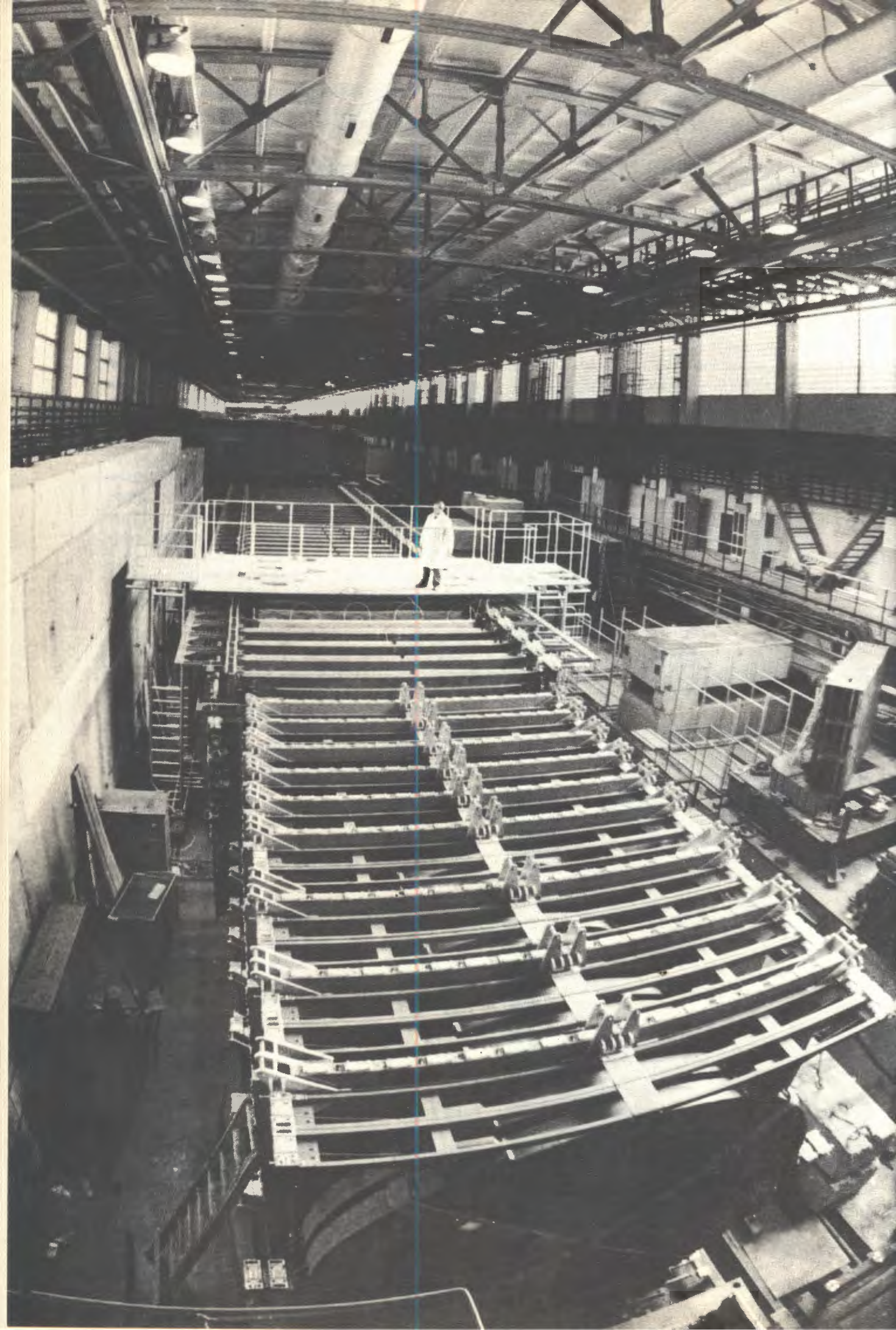


Установка для измерения спиральности нейтрино из распада ^{152}mEu .

бия с нечетным массовым числом. В рамках модели взаимодействующих бозонов проведены расчеты энергии уровней и приведенных вероятностей электромагнитных переходов в ядрах иттербия и самария с четным массовым числом^{/28, 27/}.

3. Проведен анализ событий неупругого рассеяния пионов на ядре ^3He при энергии 145 МэВ. Определены величины сечений поглощения пиона, квазиупругого рассеяния, а также полного сечения неупругого взаимодействия. Измерены угловые и импульсные распределения вторичных частиц^{/28/}.

4. Совместно с сотрудниками ЛТФ ОИЯИ проведен расчет энергий и структуры возбужденных уровней изотопов эрбия и тулия. На основе квазичастично-фононной модели выполнены расчеты энергии и структуры неротационных состояний эрбия с $A=163, 165, 167$. В рамках модели независимых квазичастиц и квазичастично-фононной модели проведены расчеты энергии и структуры неротационных состояний изотопов тулия с $A=163, 165, 167$. В неадиабатической вращательной модели рассчитаны энергии уровней вращательных полос состояний положительной и отрицательной четности, а также амплитуды смешивания вращательных полос для нечетных изотопов эрбия, тулия и гольмия^{/29/}.





В сотрудничестве с Институтом физики высоких энергий (Протвино), ИФВЭ (Цойтен) и ЦИФИ (Будапешт) создается крупная экспериментальная установка для исследований в области физики нейтрино — "Нейтринный детектор". На снимках: общий вид установки на нейтринном канале ИФВЭ; дисковые магниты мюонного спектрометра "Нейтринного детектора"; магнитная оболочка из 39 рамных магнитов.



СОЗДАНИЕ КРУПНЫХ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ УСТАНОВОК, МЕТОДИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ, ЭЛЕКТРОНИКА

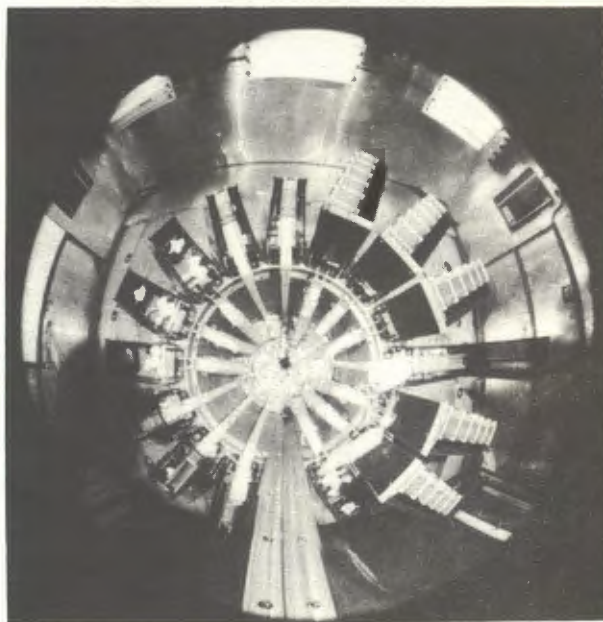
1. Осуществлен монтаж и испытания элементов магнитной системы установки "Нейтринный детектор" в ИФВЭ (Протвино). Магнитная система установки, общий вес которой составляет 1000 т, состоит из магнитной оболочки, окружающей мишенную часть, 39 рамных магнитов и мюонного спектрометра, состоящего из 13 кольцевых магнитов. Все 52 электромагнита смонтированы и геодезически отъюстированы. При включении обмоток возбуждения достигнута проектная магнитная индукция 1,5 Т. Проведены силовые испытания и магнитные измерения, в ходе которых определены рабочие параметры магнитов. Составлена топография магнитного поля в магнитопроводах электромагнитов.

Магнитная система является важным автономным элементом установки. Для надежной и эффективной регистрации мюонной компоненты нейтринных взаимодействий в "Нейтринном детекторе" предусмотрен не только традиционный мюонный спектрометр, но и магнитная оболочка, охватывающая мишенную часть установки. Ее основное назначение состоит в измерении импульсов мюонов, вылетающих под большими углами относительно оси детектора. Интегральная эффективность регистрации мюонов установки с магнитной оболочкой составит 75-90% вместо 27% при наличии только мюонного спектрометра.

2. Впервые в мировой практике создан дейтериевый вариант замороженной мишени для установки "Проза". Объем мишени 60 см³. В полностью дейтерированном этиленгликоле получена поляризация дейтронов $0,370 \pm 0,015$ с временем релаксации 300-500 часов в магнитном поле $0,42 \text{ Т}^{/30/}$.

3. Проводилась большая работа по подготовке экспериментальных установок к измерениям на пучках фазотрона. Осуществлен физический запуск спектрометра АРЕС, предназначенного для поиска редких распадов π -мезонов и мюонов и начаты работы на космических лучах.

Для экспериментов по исследованию μ -катализа была опробована мишень высокого давления (600 ат) и высокой температуры (600°C). Создана жидкотритиевая



Спектрометр АРЕС позволяет проводить поиск редких распадов пионов и мюонов на уровне 10^{-12} от вероятности обычного распада.

мишень с вариацией температуры в диапазоне 20,6-40 К. Сконструированный криостат обеспечивает стабильность температуры $\pm 0,2 \text{ К}$ в течение длительных экспозиций ~300-400 часов^{/31/}.

4. Разработана и опробована на стенде методика контроля стримерных детекторов адронного калориметра установки ДЕЛФИ, необходимая в процессе массового производства детекторов. Методика одобрена сотрудничеством ДЕЛФИ, на ее основе ведутся разработка и создание аппаратуры контроля детекторов для участка производства и испытаний в ОП ОИЯИ. Выполнен комплекс работ по математическому моделированию адронного калориметра ДЕЛФИ с учетом магнитного поля и особенностей работы детекторов в стримерном режиме^{/32/}.

5. Разработана технология изготовления и испытана опытная партия диффузионно-дрейфовых кремниевых и германиевых детекторов с тонкими входными окнами. Исследования характеристик полупроводниковых детекторов (ППД), изготовленных по этой технологии, показали, что диффузионные слои у таких детекторов имеют толщину от 5 до 10 мкм (вместо 150-300 мкм у ППД, изготовленных по традиционной технологии), резкие p-n переходы и хорошую вос-

производимость от детектора к детектору. Достигнуты улучшение временного и энергетического разрешения и увеличение пробивного напряжения.

6. Проведено исследование функции отклика электростатического бета-спектрометра с помощью изотопа ^{169}Yb . Впервые экспериментально обнаружены эффекты дискретных потерь энергии в области энергий электронов ≥ 10 кэВ. Показано, что собственное разрешение спектрометра составляет 1-2 эВ, и что качество радиоактивного источника играет определяющую роль при разработке последовательной методики прецизионной бета-спектрометрии в области 1-50 кэВ^{/33/}.

7. Разработаны и успешно прошли испытания на пучке ускорителя ИФВЭ дрейфовые камеры нового типа — широкоазорные дрейфовые камеры с формирующими поле электродами на стеклотекстолите^{/34/}. Такие камеры с большой длиной дрейфа предназначены для существенного уменьшения числа информационных каналов при сохранении высокой точности координатной регистрации. Показано, что камеры работают с высокой эффективностью по всей площади, пространственное разрешение при длине дрейфа 40 мм составило 0,25 мм. Достигнута высокая линейность в отношении "время дрейфа — координата". Камера может быть использована в потоках частиц $N \geq 10^5 \cdot \text{с}^{-1}$. С помощью безэлектродной дрейфовой камеры^{/35/} измерялись координаты осей электромагнитных ливней. Получено рекордное пространственное разрешение $\sigma = 1,95$ мм для энергии электронов 3 ГэВ.

8. Разработаны электронные системы для обработки информации, получаемой в физических экспериментах: быстродействующие логические устройства для отбора событий, схемы мажоритарных совпадений КЛ 360 на основе аналогового сложения токовых сигналов, многофункциональный разветвитель КЛ 362, быстрый процессор отбора частиц по их расходимости для установки МИС-2. Проводилась разработка комплекса электронной аппаратуры для спектрометрических исследований, а также цифровых

устройств, работающих с малыми ЭВМ. Наложено и передано в физические группы 400 электронных блоков в стандарте КАМАК и 68 блоков в стандарте ВИШНЯ.

9. С помощью фурье-микроскопа получены оптические сигналы от следов релятивистских ядер неона в фотоэмульсии. Разрешение по углу ориентации следа составляет $\pm 0,01^\circ$, точность определения центра тяжести изображения трека ± 10 мкм^{/36/}. Начата работа с фурье-микроскопом в полуавтоматическом режиме с управлением движения кареток с пульта и с записью через ЭВМ геометрических характеристик следа частицы.

РАБОТЫ В ОБЛАСТИ УСКОРИТЕЛЕЙ

1. Реализована система вывода пучка из электронной модели циклотрона при наличии второй гармоники ускоряющего высокочастотного поля. Исследован режим "flat-top" ускорителя — улучшено разделение пучка на соседних орбитах, реализован эффект расширения орбит в этом режиме^{/37/}.

2. Разработан эскизный проект устройства для магнитных измерений в шестиметровых диполях УНК, выполнены расчеты по оптимизации квадратичной нелинейности для магнитной структуры УНК.

ПРИКЛАДНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

1. Завершена юстировка всех ионно-оптических элементов трех протонных каналов медицинского назначения фазотрона ОИЯИ. Проведены вакуумные испытания и наладка вакуум-проводов. Выполнены магнитные и дозиметрические измерения^{/38/}.

2. Совместно с Всесоюзным онкологическим научным центром АМН СССР начаты работы по изучению роли гипоксии в действии глюкозной нагрузки на облученные опу-



На фазотроне ОИЯИ завершается создание клиничко-физического комплекса для работ в области онкологии. На снимке: одна из медицинских кабин комплекса.

холевые клетки. Предварительные опыты показали, что гипоксия уменьшает чувствительность опухолевых клеток к облучению и увеличивает их чувствительность к избытку глюкозы^{/39/}.

В результате облучения клеток бактерий, дрожжей и млекопитающих ускоренными ионами гелия, углерода и неона с энергией до 6 МэВ/нуклон получены кривые выживания облученных организмов. Показано, что зависимость радиочувствительности клеток микроорганизмов от величины линейной передачи энергии (ЛПЭ) излучений определяется репарационным генотипом клеток^{/40/}.

Продолжалось изучение влияния магнитного экранирования на спонтанную фагопродукцию в лизогенной системе кишечной палочки. Обнаружено достоверное уменьшение фагопродукции в магнитном экране^{/41/}. Проведен анализ факторов, определяющих характер кривых выживания бактерий при действии излучений с разной ЛПЭ. Создана модель, учитывающая влияние на форму кривых выживания не только физических характеристик разных типов излучения, но и биологических механизмов^{/42/}.

3. На синхроциклотроне ЛИЯФ (Гатчина) проведены эксперименты по изучению диффузии положительных мюонов в металлах и исследованию свойств сверхпроводников. Измерена зависимость от температуры времени диффузионных скачков положительного мюона в кристалле геликоидально-упорядоченного антиферромагнетика (диспрозия) в интервале температур 90-180 К. Показано, что диффузия мюона в диспрозии является подбарьерным процессом^{/43/}.

ЛИТЕРАТУРА *

1. Аленицкий Ю.Г. и др. Девятое Всесоюзное совещание по ускорителям заряженных частиц. Аннотации докладов. ОИЯИ, P9-84-641, Дубна, 1984, с.65.
2. Аленицкий Ю.Г. и др. ОИЯИ, P9-84-152, Дубна, 1984.
3. Ворожцов С.Б. и др. ОИЯИ, P9-84-25, Дубна, 1984.
4. Antipov Yu.M. et al. JINR, E1-84-514, Dubna, 1984.

5. Антипов Ю.М. и др. ОИЯИ, P1-84-490, Дубна, 1984.
6. Bellini D. et al. JINR, E1-84-280, Dubna, 1984.
7. Bellini D. et al. Phys.Rev.Lett., 1982, 48, p.1697.
8. Boos G. et al. Zeit.Phys.C, 1984, 26, p.43.
9. Boos G. et al. Lett.Nuovo Cim., 1984, 41, p.209.
10. Adam D. et al. JINR, E1-84-442, Dubna, 1984.
11. Бицадзе Г.С. и др. ОИЯИ, P1-84-657, Дубна, 1984.

12. Бицадзе Г.С. и др. ОИЯИ, P1-84-658, Дубна, 1984.
13. Balestra F. et al. CERN, EP/84-68, Geneva, 1984.
14. Batusov Yu.A. et al. Lett.Nuovo Cim., 1984, 41, p.223.
15. Алексеев Г.Д. и др. ЯФ, 1984, 40, с.139.
16. Борисов Н.С. и др. ОИЯИ, P1-84-311, Дубна, 1984.
17. Горнов М.Г. и др. Письма в ЖЭТФ, 1984, 40, с.164.
18. Abdinov O.V. et al. JINR, E1-84-421, Dubna, 1984.
19. Batusov Yu.A. et al. IX Europ. Cosmic Rays Symposium. Košice, Aug. 1984, Contr. paper HE-6, p.57.
20. Abrosimov A.T. et al. JINR, E1-84-703, Dubna, 1984.
21. Копелиович Б.З., Нидермайер Ф. ЖЭТФ, 1984, 87, с.1121.
22. Kopeliovich B.Z., Niedermayer F. JINR, E2-84-644, Dubna, 1984.
23. Лapidус Л.И. ЭЧАЯ, 1984, т.15, с.493.
24. Бедняков В.А. и др. ОИЯИ, P2-84-816, P2-84-144, P2-84-143, P2-84-820, Дубна, 1984.
25. Вылов Ц. и др. В сб.: Краткие сообщения ОИЯИ, №1-84, Дубна, 1984, с.18.
26. Krasikova T.I. et al. J.Phys.G, 1984, 10, p.571; *ibid*, p.667; *ibid*, p.1115.
27. Prochazka I. et al. Czech.J.Phys., 1984, B34, p.199.
28. Angelescu T. et al. Bucharest Univ.Preprint, NP-33-1984, Bucharest, 1984.
29. Аликов Б.А. и др. ОИЯИ, P6-84-206, P6-84-207, P6-84-121, Дубна, 1984.
30. Борисов Н.С. и др. ОИЯИ, P13-84-430, Дубна, 1984.
31. Быстрицкий В.М. и др. ОИЯИ, P13-84-59, Дубна, 1984.
32. Алексеев Г.Д. и др. ОИЯИ, D13-84-259, Дубна, 1984; CERN Preprint DELPHI NOTES, 84-44, Geneva, 1984.
33. Brianson Sh. et al. Nucl.Instr. and Meth., 1984, 221, p.547.
34. Будагов Ю.А. и др. ОИЯИ, P1-84-546, Дубна, 1984.
35. Будагов Ю.А. и др. ОИЯИ, P1-84-394, Дубна, 1984.
36. Астахов А.Я. и др. ОИЯИ, P13-84-277, Дубна, 1984.
37. Аккуратов В.А. и др. ОИЯИ, P9-84-169, Дубна, 1984.
38. Кузьмин Е.С. и др. ОИЯИ, P9-84-445, Дубна, 1984.
39. Ярмоненко С.П. и др. ОИЯИ, 19-84-537, Дубна, 1984.
40. Kozubek S., Krasavin E.A. JINR, E19-84-88, Dubna, 1984.
41. Аносова М.Г., Данилов В.И., Корогодин В.И. ОИЯИ, 19-84-544, Дубна, 1984.
42. Козубек С., Красавин Е.А. Радиобиология, 1984, 24, с.456,462,520.
43. Барсов С.Г. и др. Письма в ЖЭТФ, 1984, т.40, с.137.

* Цитируются избранные работы.

ЛАБОРАТОРИЯ ЯДЕРНЫХ РЕАКЦИЙ

В 1984 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. Большое внимание уделялось развитию прикладных исследований. Синтезированы изотопы 108 элемента с массовыми числами 263-265.

Двухплечевой спектрометр ДЭМАС запущен в полном объеме. На этой установке изучены энергетические и массовые распределения продуктов распада составных ядер с $Z=108$.

Выполнен большой объем работ по созданию

установок ЛИДИА, КСИ, ХИПТИ. Создается новый специализированный циклический имплантатор ИЦ-100, который должен стать серийной установкой, предназначенной для производства ядерных фильтров и исследований по ионной имплантации и радиационному материаловедению. Завершено создание проекта циклотронного комплекса У-400 — У-400М. Повышена стабильность работы ускорителя У-400 за счет перевода его с временных систем обеспечения на постоянные. Согласно тематическому плану лаборатории в 1984 г. ускорители отработали для проведения научных исследований 6900 часов, из них У-400 — 3600 часов.

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЕ РАБОТЫ

СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ИЗОТОПОВ ТРАНСФЕРМИЕВЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

1. Стабильность изотопов наиболее тяжелых элементов определяется, как правило, спонтанным делением или α -распадом. В то время как период полураспада ядер относительно α -распада определяется в основном величиной энерговыделения, которую можно оценить из систематики масс ядер, вероятность спонтанного деления тяжелых ядер испытывает сильные вариации в зависимости от Z и N , обусловленные влиянием оболочечной структуры ядер на высоту и форму барьера деления. Свидетельством этому явилось резкое изменение зависимости периодов спонтанного деления от числа нейтронов при переходе от $Z=102$ к $Z=104$. Хотя для всех известных четно-четных изотопов курчатовия $T_{SF} \ll T_{\alpha}$, для выбора метода синтеза элементов с $Z > 104$ определение свойств и соотношения основных типов распада представляет первостепенное значение.

Эксперименты по изучению свойств изотопов 106 элемента с массой $A=259, 260$ и 261 показали, что они являются α -излучателями, т.е. весьма устойчивыми относительно спонтанного деления. Это заключение особенно важно для четно-четного ядра $^{260}_{106}$ ($T_{1/2} \sim 3$ мс), α -распад которого приводит к изотопу $^{256}_{80}\text{Ku}$ ($T_{1/2} = 6,7$ мс), а $^{256}_{80}\text{Ku}$ спонтанно делится с вероятностью $\sim 100\%$. Значительный интерес представляет определение свойств более тяжелых нуклидов, в первую очередь, 108 элемента. Изотопы 108 элемента были получены в реакциях $^{209}_{83}\text{Bi} + ^{55}_{25}\text{Mn}$ и $^{207,208}_{84}\text{Pb} + ^{58}_{26}\text{Fe} / 1,2$. Изучение этих реакций привело к следующим заключениям о свойствах изотопов 108 элемента. Четно-нечетные изотопы $^{263}_{108}$ и $^{265}_{108}$ испытывают α -распад. Временное распределение 20 случаев спонтанного деления, наблюдавшегося в реакциях $^{207,208}_{84}\text{Pb} + ^{58}_{26}\text{Fe}$, не отличается в пределах экспериментальной точности от того, что ранее наблюдалось для изотопа $^{260}_{106}$. Так как парциальный период полураспада с вылетом α -частицы изотопа $^{264}_{108}$ по оценке равен $T_{\alpha} (^{264}_{108}) \sim 0,1$ мс, что на два по-

рядка меньше наблюдающегося периода спонтанного деления, то можно сделать вывод о том, что и для четно-четного изотопа $^{264}_{108}$ основным каналом распада будет являться α -распад, а наблюдаемое спонтанное деление относится к "внучатому продукту" — изотопу $^{256}_{108}$ Км. Таким образом, как для изотопа $^{260}_{106}$, так и изотопа $^{264}_{108}$ ядерная стабильность определяется α -распадом. На основе экспериментальных или расчетных величин для всех изученных изотопов можно оценить парциальный период полураспада для спонтанного деления.

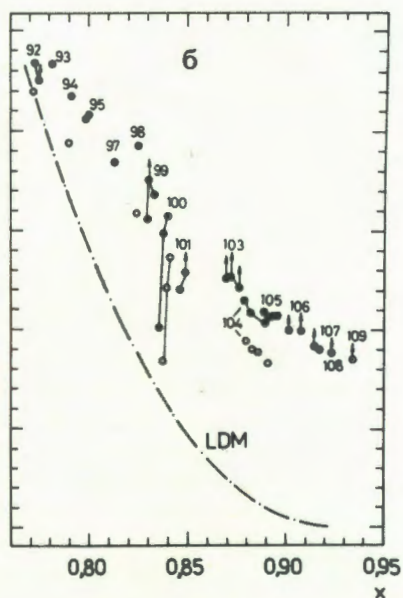
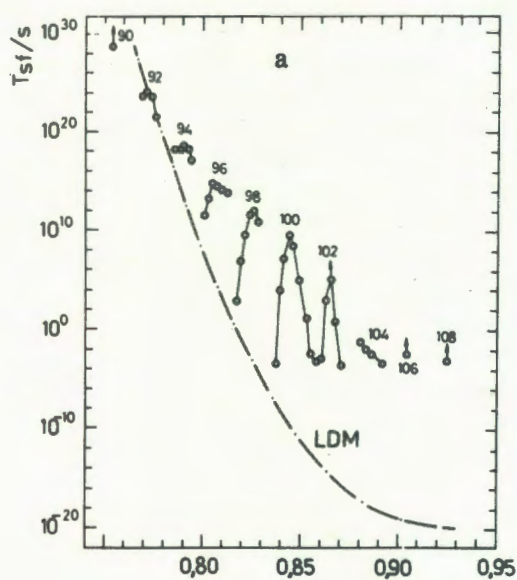


Рис.1. Экспериментальные величины парциального периода полураспада ядер с $Z > 90$ по спонтанному делению как функция параметра делимости (а - четно-четные ядра, б - нечетные).

Эти данные, вместе с полученными ранее^{/3/}, представлены на рис.1. Как видно из рисунка, эти величины для ядер с $Z = 104-109$ отличаются на фактор $\sim 10^{15}$ от T_{SF} , предсказанных каплевой моделью ядер. Этот факт показывает, что ядерная стабильность относительно спонтанного деления, определенная в этой области, связана с существованием "оболочечного" барьера деления. Расчеты^{/4/} показывают, что высота и форма барьеров меняется очень слабо в исследуемой области Z и N . Проблема синтеза изотопов элементов с $Z > 109$ методом "холодного" слияния ядер представлена на рис.2. Видно, что сечение образования составных ядер резко падает, и поэтому чувствительность первых экспериментов по синтезу нуклидов с $Z = 111$ в реакции $^{209}_{83}\text{Bi} + ^{64}_{28}\text{Ni}$ была недостаточной, чтобы делать какие-либо заключения о свойствах 111 элемента.

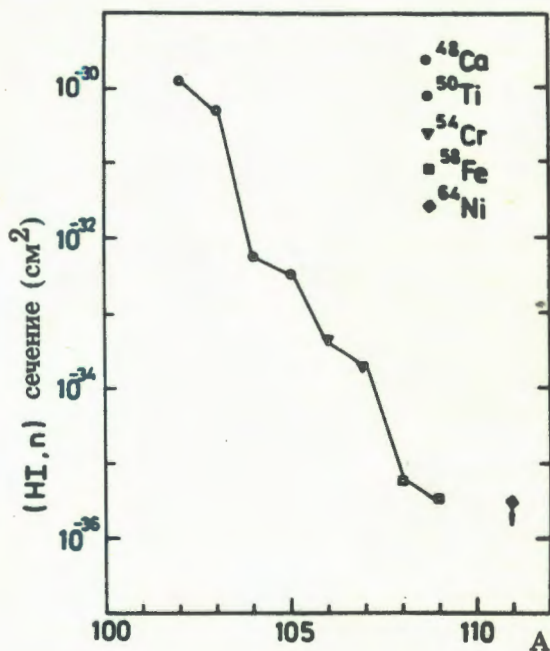


Рис.2. Зависимость сечений реакции (HI, n) от атомного номера составного ядра.

В условиях сильного падения сечений слияния в реакциях типа $\text{Pb} + \text{HI}$ с ростом порядкового номера иона необходимо вновь вернуться к возможностям реакций слияния для более асимметричных систем, таких, как $^{232}_{90}\text{Th} + ^{48}_{20}\text{Ca}$, $^{231}_{91}\text{Pa} + ^{48}_{20}\text{Ca}$, $^{233-238}_{92}\text{U} + ^{48}_{20}\text{Ca}$ и т.д.

2. Выполнены эксперименты по синтезу тяжелых ядер в реакциях $^{235,238}_{92}\text{U} + ^{40}_{18}\text{Ar}$ и $^{232}_{90}\text{Th} + ^{40}_{18}\text{Ar}$ с использованием аэрозоль-

ного транспорта продуктов реакций и регистрации спонтанного деления с периодом $T_{1/2} > 1$ с. Получены пределы сечений $\sim (1 \div 5) \cdot 10^{-36}$ см². Велись поиски дочерних ядер, возникающих при α -распаде продуктов реакций полного слияния $^{232}\text{Th}(^{35}\text{Cl}, 2-3\text{п})$ и $^{232}\text{Th}(^{37}\text{Cl}, 4-5\text{п})$. Получена верхняя граница на уровне $\sigma < 5 \cdot 10^{-36}$ см².

3. Изучалось термохроматографическое выделение атомов Os, Ir и Pt из продуктов ядерных реакций на пучке тяжелых ионов. Эти продукты являются ближайшими химическими аналогами 108, 109 и 110 элементов. В определенных условиях аналог 108 элемента — осмий образует четырехокись, которая осаждается на кварцевой колонке при температуре $\sim 80^\circ\text{C}$, время выделения ~ 1 с. Иридий — аналог 109 элемента образует два летучих соединения — четырехокись (осаждается при 80°C) и иридиевую кислоту (10°C), платина — аналог 110 элемента осаждается при комнатной температуре в виде платиновой кислоты^{/5/}.

ПОИСК СВЕРХТЯЖЕЛЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Продолжены исследования по поиску сверхтяжелых элементов в термальных водах Байкальской рифтовой зоны. Концентрирование микроэлементов — возможных аналогов сверхтяжелых элементов — проводилось сорбцией на ионитах и морфизированных волокнах, соосаждением с неорганическими и органическими коллекторами, методом ультрафильтрации. Исследование образцов и полученных при их переработке концентратов на содержание сверхтяжелых элементов проводилось на низкофоновом нейтронном детекторе с ^3He -счетчиками и на больших пропорциональных счетчиках. Активность спонтанного деления, превышающая фоновую, наблюдалась для отдельных образцов сульфокатионитов и соответствующих им концентратов^{/6/}. Анализ полученных результатов позволил сделать вывод об обнаружении в исследуемых гидротермах Байкальской рифтовой зоны нового отличного от урана природного спонтанно делящегося элемента; концентрация нуклидов в данных водах оценена $\sim 10^{-16}$ г/г. Отработана методика выделения и концентрирования аналогов сверхтяжелых элементов из термальных рассолов, основанная на использовании нового типа сорбентов с пространственно глобулярной структурой, позволяющих довести факторы концентрирования

аналогов сверхтяжелых элементов до $10^4 \cdot 10^5$.

Продолжались поиски anomalно протяженных треков в оливинах внеземного происхождения из метеоритов. К концу 1984 г. обнаружено 8 anomalно протяженных треков, которые, возможно, обусловлены сверхтяжелыми ядрами галактического происхождения. Разработана новая методика выявления anomalно протяженных треков, полностью заключенных в объеме кристаллов оливинов. Изготовлены коллиматоры в виде системы щелей шириной 30-40 мкм с шагом 200 мкм и площадью до 4 см². С их помощью кристаллы оливина облучаются ускоренными ионами с $Z \geq 30$ на циклотроне У-400. Последующее травление приводит к образованию системы щелей в кристаллах, что позволяет более четко выявлять anomalно протяженные треки. Эта методика заменила применявшуюся ранее процедуру частичного раскалывания кристаллов лазерным пучком, она позволяет в несколько раз поднять производительность просмотра кристаллов.

ИЗУЧЕНИЕ МЕХАНИЗМА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СЛОЖНЫХ ЯДЕР

1. Реакции холодного слияния ядер, приводящие к образованию составных ядер с энергией возбуждения $E^* = 20 \div 40$ МэВ, широко используются для синтеза элементов с $Z > 100$. Поскольку составные ядра тяжелых элементов испытывают в значительной доле случаев деление, исследование механизма слияния ядер может быть проведено путем измерения совпадений осколков вынужденного деления. Однако образование двух фрагментов в выходном канале реакции может быть обусловлено различными механизмами ядерных реакций, поэтому необходимо детальное изучение массовых, энергетических и угловых распределений двух коррелированных фрагментов процесса распада составной системы. Такой возможностью обладает двухплечевой время-пролетный спектрометр установки ДЭМАС^{/7/}, имеющей временное разрешение ~ 200 пс и энергетическое $\sim 1\%$. В результате абсолютное массовое разрешение составляет $\pm 1,5$ а.е.м. и практически не зависит от массы регистрируемого осколка. Исследовалось массовое распределение продуктов реакций $^{22}\text{Ne} + ^{249}\text{Cf}$, $^{40}\text{Ar} + ^{232}\text{Th}$ и $^{56}\text{Fe} + ^{208}\text{Pb}$. Эти комбинации выбирались с целью получения одной и той же системы $Z_{1+Z_2} =$

$= 108$ в диапазоне энергий $E_{и}/B_{кул} = 1,03 \div 1,5$, при массовой асимметрии во входном канале $\sim 0,58 \div 0,84$ и энергии возбуждения $E^* \sim 45 \div 100$ МэВ. Массовые распределения продуктов для этих реакций представлены на рис.3,4. Видно, что форма массовых распределений сильно зависит от параметра асимметрии входного канала. В случае реакции $^{40}\text{Ar} + ^{232}\text{Th}$ с уменьшением энергии массовое распределение становится шире, кроме того, проявляется структура в виде максимума выхода при массах продуктов $A \sim 210$ (соответственно у сопряженного продукта масса ~ 60). Структур-

ные особенности в массовом распределении ранее наблюдались при исследовании реакции $^{40}\text{Ar} + ^{243}\text{Am}/8/$, и они могут быть объяснены влиянием оболочек с $Z = 82$ и $N = 126$ на формирование массового распределения.

2. С помощью магнитного спектрометра МСП-144 проведены эксперименты по измерению массы ядра ^9He в реакции двойной перезарядки $^9\text{Be}(^{14}\text{C}, ^9\text{He})^{14}\text{O}$. В энергетическом спектре ядер ^{14}O наблюдался пик, соответствующий резонансному состоянию

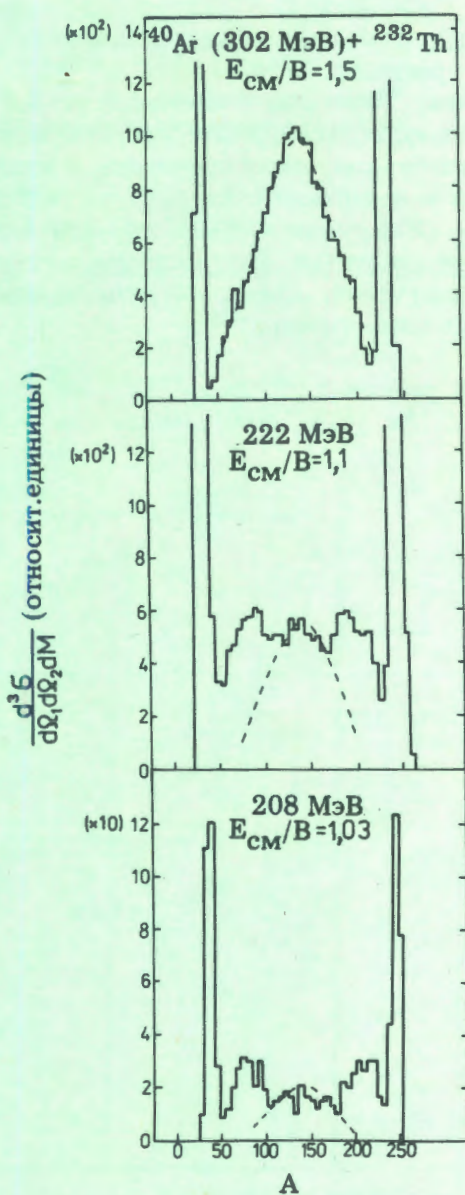
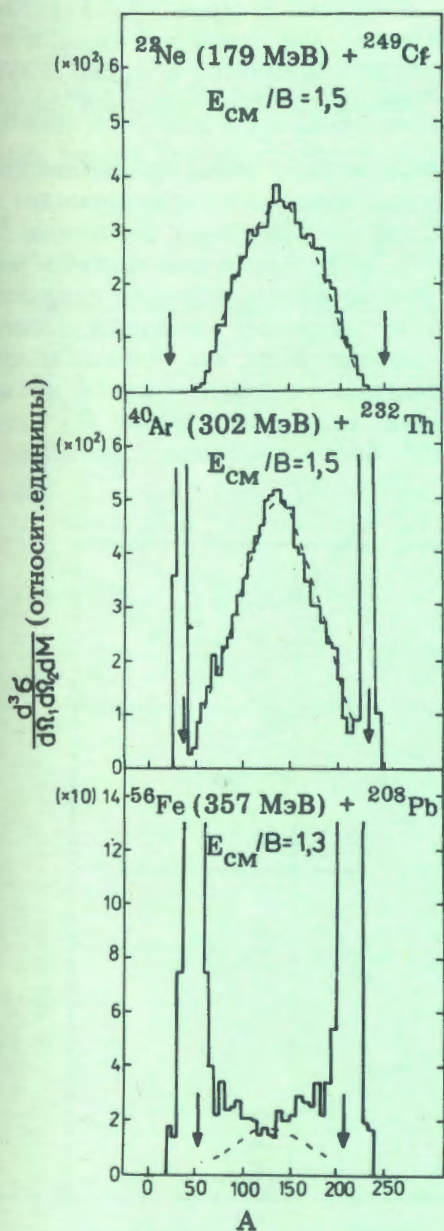


Рис.3. Массовые распределения продуктов реакций при различных параметрах массовой асимметрии входного канала (E_{CM} — кинетическая энергия в системе центра масс, B — кулоновский барьер).

Рис.4. Массовые распределения продуктов реакции $^{40}\text{Ar} + ^{232}\text{Th}$ при различных энергиях возбуждения составной системы ядер.

$^8\text{He} + n(^9\text{He})$. По положению пика определен дефект массы ^9He , $\Delta M(^9\text{He}) \sim 43,7$ МэВ. Показано, что это ядро нестабильно относительно нейтронного распада ($E_n \sim 2$ МэВ^{/9/}, что в пределах точности эксперимента соответствует значению, полученному в экспериментах с π^- -мезонами).

3. Разработана методика регистрации жесткой компоненты гамма-излучения в реакциях на пучке тяжелых ионов, основанная на использовании в качестве детекторов гамма-излучения кристаллов NaI большого объема, с эффективностью регистрации гамма-лучей с энергией ~ 10 МэВ около 1% и высокой линейностью вплоть до энергий ~ 20 МэВ. Измерены спектры гамма-излучения в реакциях $^{197}\text{Au} + ^{12}\text{C}$, $^{197}\text{Au} + ^{16}\text{O}$ и $^{197}\text{Au} + ^{40}\text{Ar}$ при энергиях от 5,5 до 9 МэВ/нуклон. Измерения жесткой компоненты гамма-излучения проведены в каналах деления и испарения нейтронов из составного ядра. Обнаружен эффект, который может интерпретироваться как эмиссия жесткого гамма-излучения, предшествующая образованию составного ядра^{/10/}.

4. В реакциях $^{181}\text{Ta} + ^{52}\text{Cr}$ (360 МэВ), $^{232}\text{Th} + ^{14}\text{N}$ (115 МэВ) были измерены

энергетические спектры, угловые распределения и сечения образования α -частиц и ядер легких элементов в интервале углов от 10 до 165° в л.с.к. В задней полусфере форма энергетических спектров, а в случае ^{52}Cr и угловых распределений легких элементов, соответствует распаду составного ядра. Однако наблюдается различие в выходе легких элементов для реакций с ионами ^{14}N и ^{52}Cr . В реакциях с ионами ^{14}N выход легких элементов в задних углах резко падает для ядер тяжелее кислорода, в то время как для реакций с ионами ^{52}Cr сечение образования легких элементов слабо изменяется с увеличением атомного номера. Высказывается предположение, что основной вклад в образование легких элементов в задней полусфере дает распад двойной ядерной системы.

5. Изучен эффект теней при взаимодействии тяжелых ионов с монокристаллом германия. В случае облучения Ge ионами ^{20}Ne (102 МэВ) зафиксированы теневые минимумы в угловом распределении ядер отдачи упругого и умеренно неупругого взаимодействий. Обнаружено, что теневые минимумы постепенно исчезают (рис.5) по мере уменьшения угла наблюдения $\theta = 60-52^\circ$ мишенеподобного продукта. Следовательно,

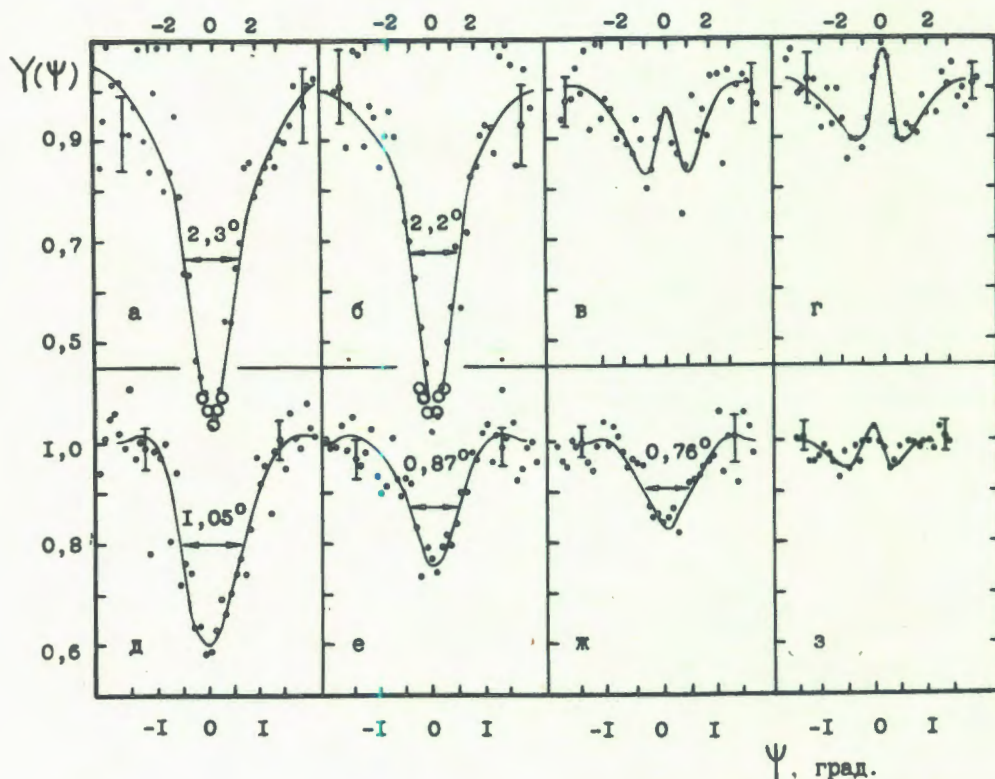


Рис.5. Профили осевых $\langle 111 \rangle$ (а-г) и плоскостных $\langle 110 \rangle$ (д-з) теней монокристалла Ge. Направление регистрации ядер отдачи составляет с пучком углы $66, 59, 54, 52^\circ$ для случаев а,б,в,г и $74, 68, 63, 58^\circ$ для случаев д,е,ж,з соответственно.

длительность реакции неупругого взаимодействия ядер возрастает вплоть до значений $\sim 10^{-17}$ с с ростом степени неупругости процесса, что означает наблюдение долгоживущей двойной ядерной системы (квазимолекулы)^{/11/}.

6. В рамках программы исследования ион-атомных столкновений продолжалось изучение энергетических спектров и угловых распределений оже-электронов, излучаемых возбужденными атомами неона, при облучении различными тяжелыми ионами. Эксперименты проводились на ускорителе У-300 с использованием электростатического спектрометра ЭСА-21.

Проведена методическая работа по усовершенствованию техники эксперимента, что позволило повысить эффективность измерительной аппаратуры и улучшить энергетиче-

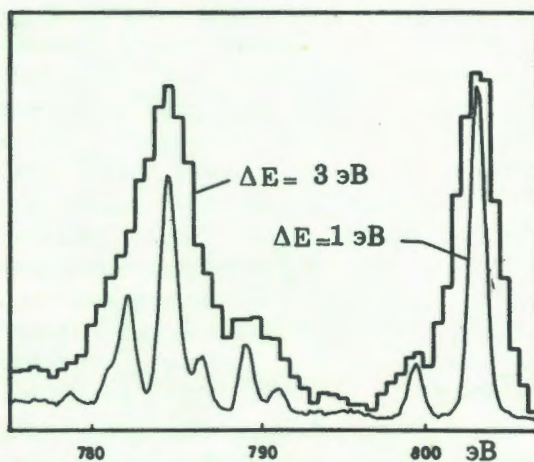


Рис.6. Участок оже-спектра неона, измеренный с энергетическим разрешением 1 и 3 эВ.

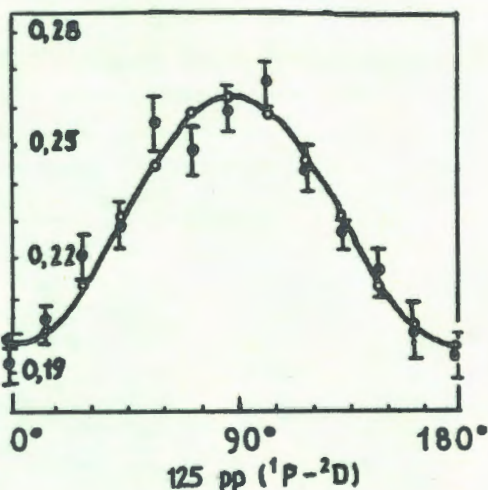
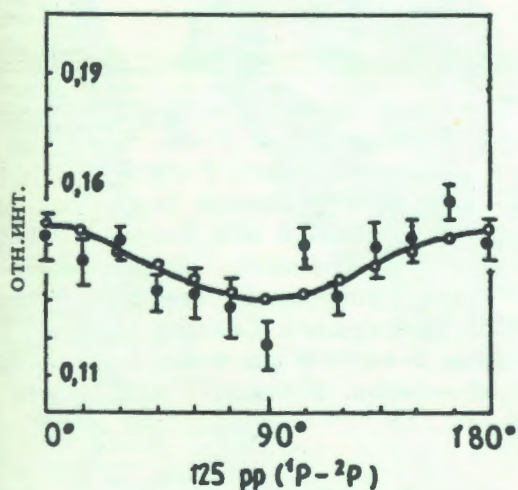
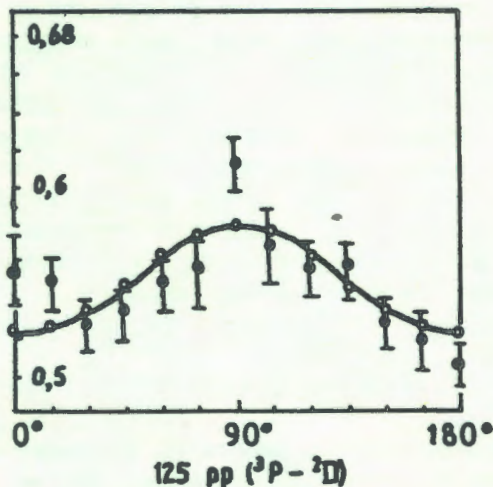
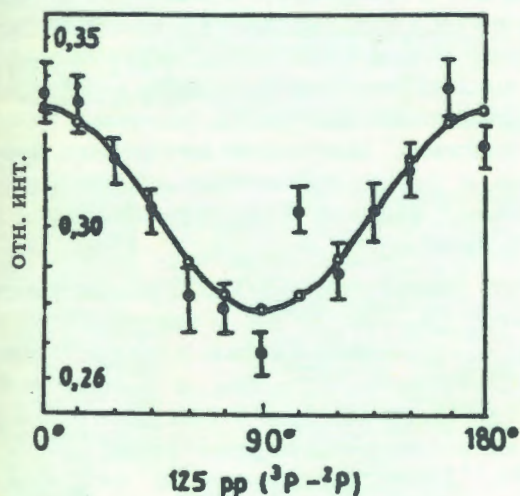
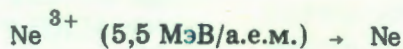


Рис.7. Угловые распределения интенсивности некоторых оже-переходов неона, возникающих при двухкратной ионизации, при бомбардировке ионами Ne^{3+} (5,5 МэВ/нуклон).

ское разрешение спектрометра с 3 до 1 эВ (рис.6). Это дало возможность получить более детальную и содержательную информацию о процессах столкновения и девозбуждения атомов-мишеней.

Из анализа оже-спектров, измеренных с энергетическим разрешением 1 эВ, при бомбардировке неона ионами Ne^{+9} , Ne^{+10} , Ar^{+6} , имеющими энергию 5,5 МэВ/нуклон, были определены вероятности образования вакансий на разных ($2s$ и $2p$) подоболочках неона в отдельности. Оказалось, что эти величины отличаются на 30-40%, что в пределах экспериментальной ошибки согласуется с расчетами по простой двухчастичной модели. Обнаружен эффект, связанный с возбуждением атомов, происходящим одновременно с ионизацией, который требует дальнейшего исследования.

Проведен также подробный анализ первой спутниковой группы оже-переходов, связанных с двухкратной ионизацией атомов неона, проведена их идентификация и впервые измерены угловые распределения интенсивности спутниковых линий, часть которых показана на рис.7.

Полученные данные важны для понимания процессов многократной ионизации и вопросов, связанных со структурой высокоионизированных атомов, и могут служить критериями при проверке правильности имеющихся теоретических представлений в этой области атомной физики^{12/}.

РАЗРАБОТКИ В ОБЛАСТИ УСКОРИТЕЛЕЙ

1. Проводились работы по совершенствованию ускорителей тяжелых ионов. На

Таблица

Параметры пучков ионов, впервые ускоренных на ускорителе У-400

Тип ионов	Интенсивность, част./с	Энергия МэВ/нукл.
$^{27}Al^{4+}$	$5 \cdot 10^{13}$	12,5
$^{59}Co^{6+}$	$2 \cdot 10^{13}$	5,5
$^{34}S^{4+}$	$3 \cdot 10^{12}$	7,0
$^{35}Cl^{4+}$	$1 \cdot 10^{13}$	6,0
$^{37}Cl^{4+}$	$6 \cdot 10^{12}$	6,1
$^{37}Cl^{5+}$	$3 \cdot 10^{12}$	8,0

На циклотроне У-400 полностью оборудовано 9 каналов выведенных пучков ионов. Разводка пучков и экспериментальные установки размещены на двух уровнях.

циклотроне У-400 получены пучки ионов, основные параметры которых приведены в таблице.

2. С целью повышения эффективности, интенсивности и расширения диапазона ускоряемых частиц проведен комплекс мероприятий по созданию новых узлов и переводу основных систем ускорителя на постоянные схемы:

а) В экспериментальном зале У-400 смонтированы и введены в эксплуатацию 5 каналов выведенных пучков из оборудования, изготовленного в СРР по контракту. Каналы оснащены элементами диагностики.

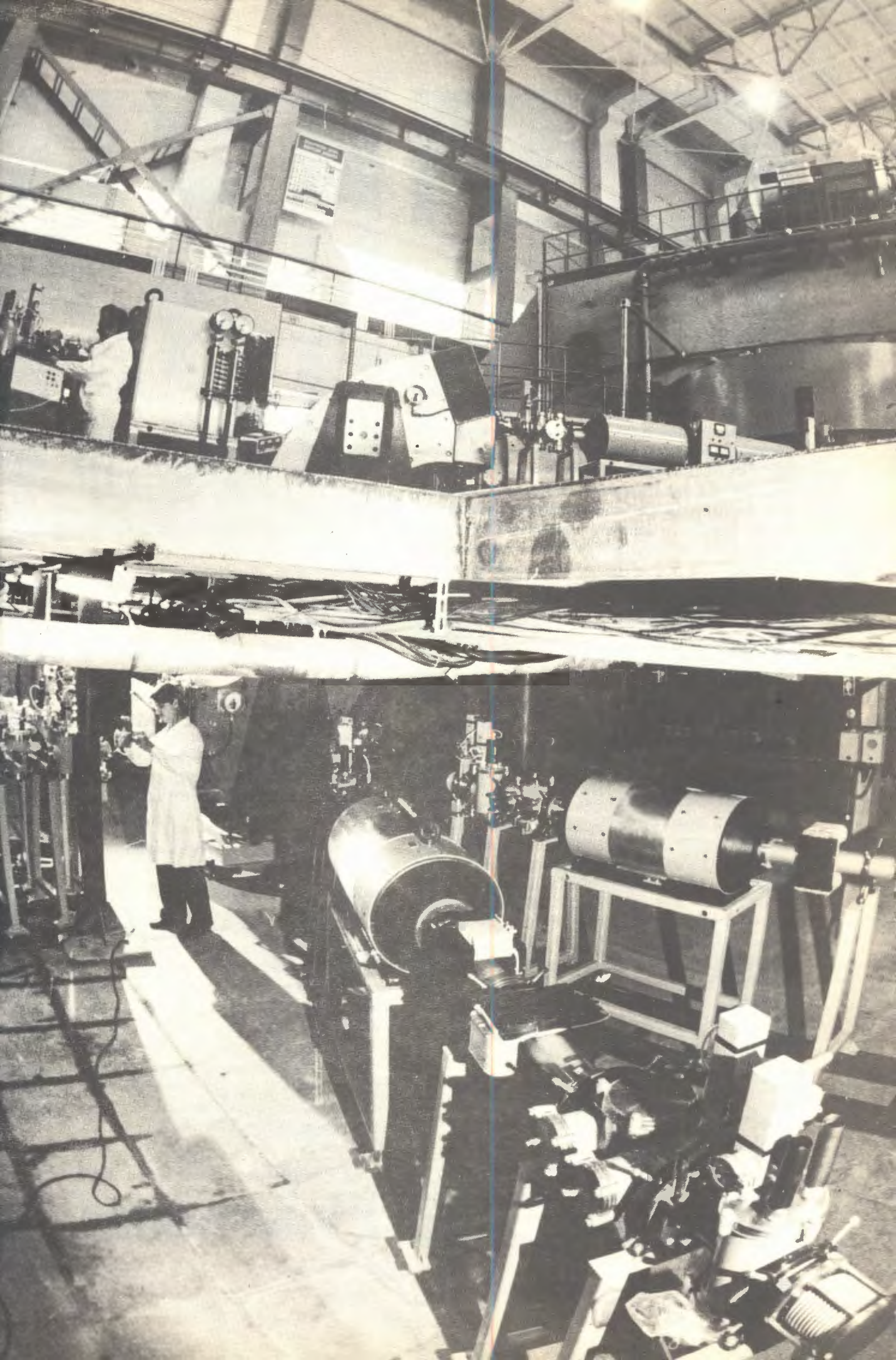
б) Завершена наладка высокочастотных генераторов "Хризолит". Генераторы введены в эксплуатацию на циклотроне У-400.

в) Создан новый пульт управления У-400, основу которого составляет автоматизированная система сбора и представления параметров АСКП У-400 на базе трех микро-ЭВМ КМ-001 и аппаратуры КАМАК. Схема основных узлов ускорителя и каналов транспортировки пучка, а также вся информация о значениях параметров питающих агрегатов, напряжении ВЧ на дуантах, значениях вакуума в системах, положении внутренних пробников и других параметрах отображается на экранах цветных и черно-белых телевизионных мониторов.

г) На циклотроне У-300 ускорен и выведен пучок ионов 9Be с энергией 12,2 МэВ/нуклон с интенсивностью $3 \cdot 10^{11} c^{-1}$ (при 2% содержании изотопа 9Be в рабочей смеси).

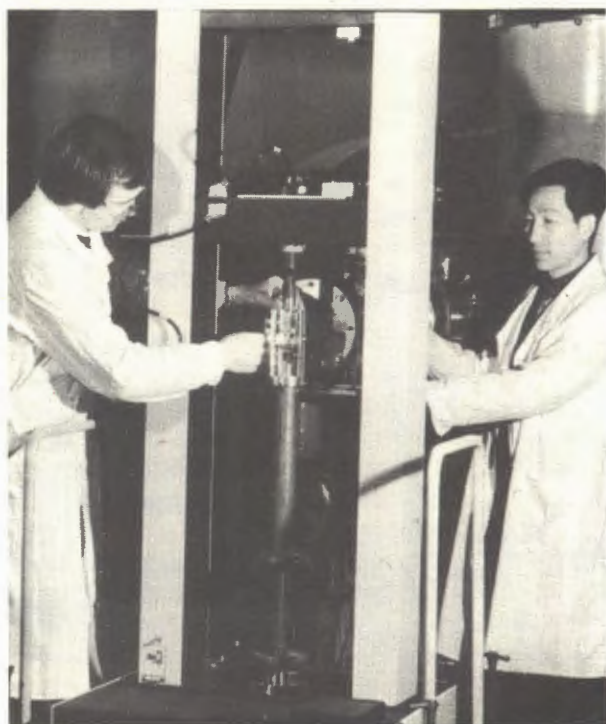
д) На циклотроне У-200 из лазерного источника были ускорены ионы $^{48}Ti^{+12}$ и $^{52}Cr^{+13}$ с интенсивностью 10^7 част./имп. при длительности импульса $1 \div 10$ мкс^{13/}.

3. Создан проект циклотронного комплекса тяжелых ионов У-400 — У-400М. На модели электромагнита У-400М в масштабе 1:3 было сформировано магнитное поле в диапазоне $16 \div 19,5$ кГс, близкое к распределению изохронного поля, необходимое для ускорения ионов с энергией $100 \div 25$ МэВ/нуклон. Создана модель ВЧ-резонатора У-400М в масштабе 1:4 и проведены измерения основных параметров ВЧ-системы^{14/}.





Пульт управления У-400. Отлажена и введена в эксплуатацию автоматизированная система контроля параметров ускорителя и каналов транспортировки пучков ионов.



Эксперименты по радиационному материаловедению ведутся на установке РИПС, которая перебазирована на пучок ускорителя У-400.

НАУЧНО-ПРИКЛАДНЫЕ РАБОТЫ

1. Дальнейшее развитие получили исследования по радиационному материаловедению с использованием пучков тяжелых ионов, в которых изучаются прочностные свойства материалов в условиях высоких скоростей образования радиационных дефектов. Проведенные опыты показали, что при одновременном действии механических напряжений и облучения за сравнительно короткое время (несколько часов) удается получить достаточно полную информацию об особенностях деформирования и разрушения материалов. В частности, наблюдались эффекты увеличения скорости радиационной ползучести (на несколько порядков), эффекты изменения формы кривых деформации в импульсном режиме облучения, значительное увеличение (в 2-3 раза) предела текучести. Наряду с практической ценностью данных результатов, изучение изменения механических свойств материалов под облучением представляет интерес и для дальнейшего развития физики радиационных повреждений^{/15/}.

Интересные результаты получены при исследовании релаксации напряжения в предварительно нагруженном образце под воздействием ионного облучения. Из данных по релаксации напряжений (спаду нагрузки со временем) в алюминии, облучаемом ионами ^{12}C , определена скорость радиационной ползучести и ее зависимость от начального на-

пряжения и условий облучения. Исследовалось поведение материала при постоянной средней интенсивности пучка, проходящего через образец, и при модулированной интенсивности (глубина модуляции 50%, период 10 с). Полученные данные свидетельствуют об увеличении скорости радиационной ползучести во втором случае (рис.8).

2. Определена степень повреждения монокристалла Ge тяжелыми ионами. Построена систематика повреждающей дозы $I_{0,2}$ ионов (рис.9). Видно, что произведение $\kappa I_{0,2}$ (где κ — фактор, обратно пропорциональный ядерным тормозным потерям частицы в веществе) регулярно уменьшается с увеличением средней глубины выхода частиц из монокристалла $\langle d \rangle$. Кроме того, выявлена зависимость радиационной стойкости от особенностей структуры монокристалла. Заметное различие стойкости монокристаллов Ge и GaP объясняется изменением концентрации носителей заряда под действием облучения^{/16/}.

3. В рамках программы по созданию ядерных фильтров повышенной производительности проведены исследования структуры и свойств асимметричных мембран

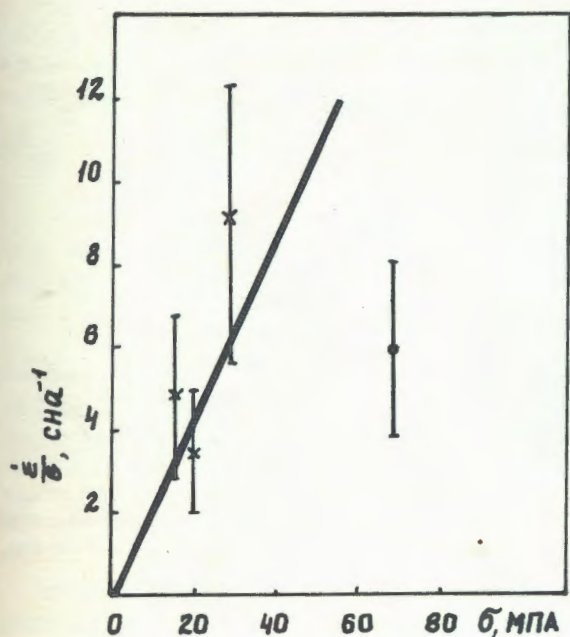


Рис.8. Зависимость скорости радиационной ползучести, нормированной на скорость дефектообразования, от начального уровня напряжений релаксационных кривых (● — облучение при постоянном среднем токе ионов углерода, × — модулированное облучение).

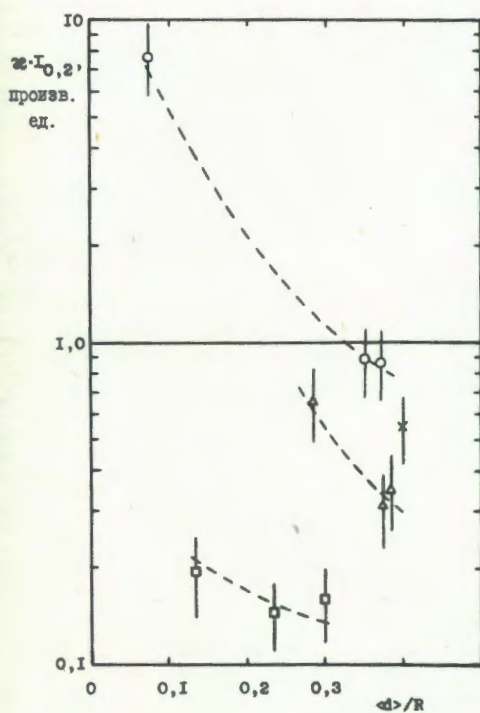


Рис.9. Систематика повреждающей дозы тяжелых ионов. Точки соответствуют монокристаллам: ○ — W, × — UO_2 , Δ — GaP.

с ультратонким фильтрующим слоем ^{17/}. Исследованы различные режимы фильтрации суспензий латексов, вирусов и бактерий через мембраны нового типа. Показано, что асимметричные ядерные фильтры характеризуются высокой проницаемостью и, в отличие от широко распространенных ацетатцеллюлозных материалов типа "Владипор" и "Миллипор", легко поддаются регенерации.

4. Проведено исследование радиационно-химических процессов, происходящих в полиэтилентерефталатных пленках при их облучении высокоэнергетичными тяжелыми ионами ^{18/}. Актуальность данного исследования связана с разработками ядерных мембран с предельно малыми диаметрами пор и высокой пористостью. Обнаружено, что в сердцевине трека тяжелого иона (диаметром несколько нанометров) преобладает процесс деструкции полимера, что обеспечивает образование травимого канала вдоль траектории иона. На больших расстояниях от траектории иона (до десятков нанометров) доминирует процесс сшивания макромолекул. Этот процесс приводит к увеличению молекулярного веса полиэтилентерефталата, повышению жесткости полимерной матрицы и снижению скорости химического травления.

5. Дальнейшее развитие получили работы по использованию ядерных мембран в системах анализа газовых смесей ^{19,20/}. Разработаны конструкции аэродинамического газоанализатора мостикового типа и цифрового диффузионного газоанализатора с автоматизированным управлением на базе микроЭВМ "Электроника ДЗ-28"; проведена серия экспериментов по анализу бинарных смесей газов.

6. Создана и сдана в эксплуатацию установка для активационного анализа образцов путем облучения их нейтронами Sb-Be — источника. Установка снабжена радиационной защитой, системой транспортировки гамма-источника ¹²⁴Sb, системой блокировки и пневмопочтой для транспортировки облученных образцов (рис.10). Проведенные измерения пространственного распределения полей тепловых и эпитепловых нейтронов показали, что в центре облучательного устройства плотность потока тепловых нейтронов достигает $1,5 \cdot 10^4 \text{ н}\cdot\text{см}^{-2}\cdot\text{с}^{-1}$ и эпитепловых $5 \cdot 10^8 \text{ н}\cdot\text{см}^{-2}\cdot\text{с}^{-1}$ на 1 Ки гамма-источника ¹²⁴Sb и уменьшается в 2÷3 раза к периферии. Установка рассчитана на рабо-

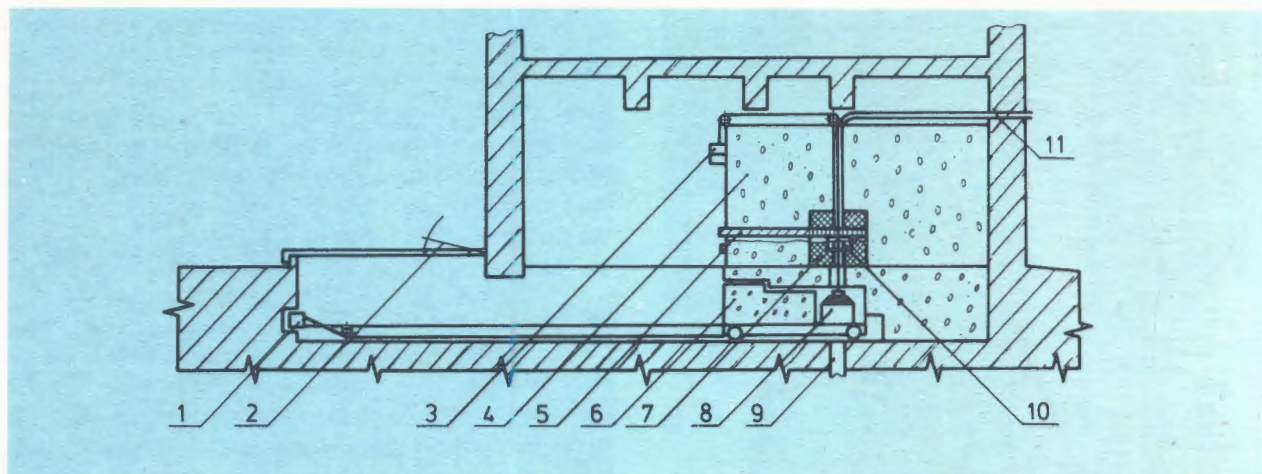


Рис.10. Облучательная установка на базе сурьмяно-бериллиевого источника. 1 — привод защитно-транспортной тележки, 2 — крышка люка, 3 — привод источника ^{124}Sb , 4 — бетонная защита, 5 — канал для образцов с защитой, 6 — защитно-транспортная тележка, 7 — графит, 8 — контейнер УКТ 1В-220, 9 — защитная яма, 10 — бериллий, 11 — пневмопочта.

ту с источниками активностью до 500 Ки и может служить прототипом при создании аналогичных установок в странах-участницах ОИЯИ.

7. Проведены работы, направленные на создание новой усовершенствованной конструкции малогабаритного ускорителя электронов — микротрона. Разработаны чертежи на ряд узлов бескамерного микротрона: магнит, катушки, резонатор и др. Разработан и изготовлен новый блок управления микротрона.

8. Продолжались разработки методов нейтронно- и гамма-активационного анализа для определения содержания элементов в различных объектах (геологических, экологических, биологических) ^{/21,22/}.

9. С целью повышения чувствительности анализа благородных металлов (Pt, Ir, Au) разработан способ их концентрирования из геологических образцов возгонкой при высокой температуре с применением флюсов и химических фильтров для поглощения одновременно возгоняющихся летучих элементов, мешающих анализу. При нейтронно-активационном анализе полученных проб абсолютная чувствительность достигала для Pt ~ 10 нг, Ir ~ 0,1 нг и Au ~ 0,01 нг. При разработке метода использовались γ -активные нуклиды ^{188}Pt и ^{188}Ir , которые имплантировались внутрь зерен образцов на

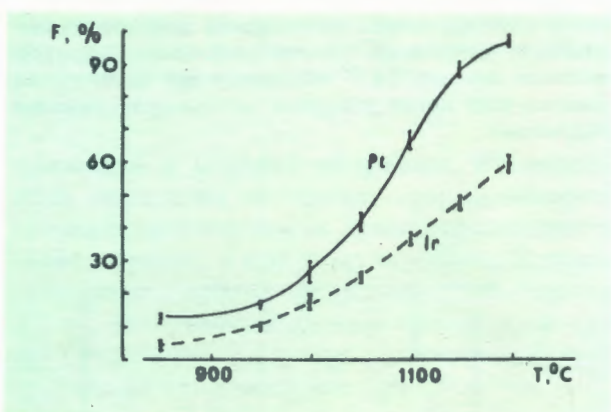


Рис.11. Степень выделения имплантированных ^{188}Pt и ^{188}Ir из хромита в зависимости от температуры нагревания.

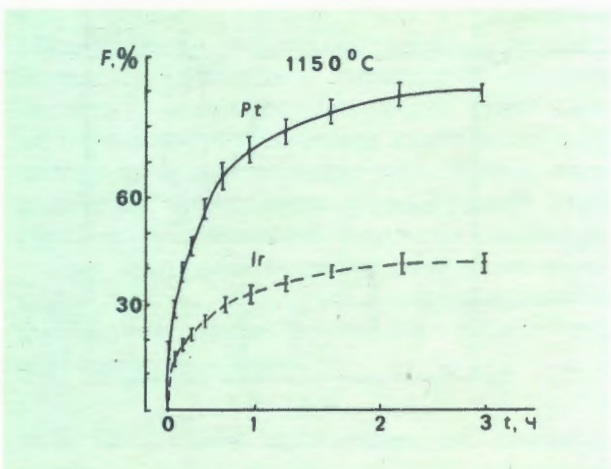


Рис.12. Зависимость степени выделения ^{188}Pt и ^{188}Ir от времени нагревания.

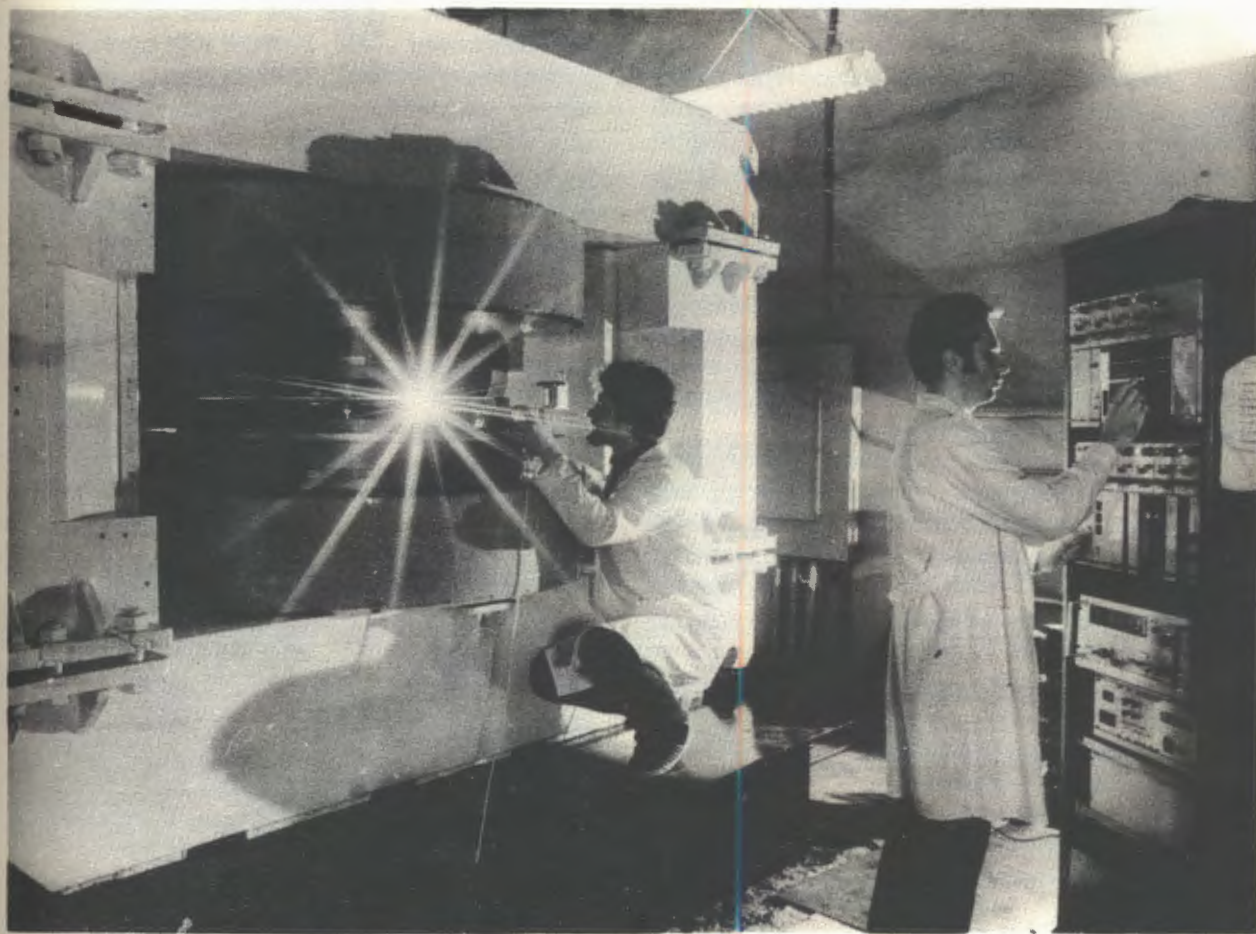
ускорителе тяжелых ионов. На рис.11,12 представлена степень выделения этих нуклидов из хромита в зависимости от температуры и времени нагревания.

10. Изготовлен прототип и проведено испытание установки, предназначенной для получения короткоживущего радиоактивного изотопа ^{123}I при облучении обогащенного изотопа ^{124}Xe тормозным излучением микротрона МТ-22. Показано, что за 8 часов облучения можно получать изотоп ^{123}I в количестве, достаточном для диагностики нескольких сотен пациентов.

11. Разработан проект циклического имплантатора тяжелых ионов с энергией

1 МэВ/нуклон, предназначенного для массового производства ядерных фильтров, а также проведения исследований по ионной имплантации и радиационному материаловедению.

Смонтирован и налажен электромагнит имплантатора, изготовлены и смонтированы элементы магнитной структуры (полюсы, секторы). Выполнены работы по измерению и формированию магнитного поля, обеспечивающего устойчивое и изохронное ускорение ионов до конечной энергии. Проведены монтаж и наладка высокочастотного генератора имплантатора. Выходная мощность генератора при испытании на эквивалентную нагрузку составляет 25 кВт, что достаточно для обеспечения проектных значений дуантного напряжения. Изготовлены вакуумная камера и резонаторы имплантатора, проводятся их испытания. Ведутся работы по изготовлению остальных узлов и систем.



Создается новый специализированный циклический имплантатор ИЦ-100, который должен стать серийной установкой для производства ядерных фильтров и исследований по радиационному материаловедению.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ АППАРАТУРА

1. На масс-спектрометре ЛИДИА-М проводились исследования механизма работы лазерного источника и физических процессов, ограничивающих предельную чувствительность масс-спектрометра. С целью понижения фона от молекулярных ионов за счет использования перезаряженной компоненты ионного пучка разработана лазерная перезарядная мишень на базе лазера ИЗ-25. Подбором режима работы лазера и вещества мишени удалось получить стабильный выход перезаряженной компоненты $2^{+}1^{+}$, $3^{+}1^{+}$ на уровне (40-60)%. Импульсный характер работы ЛПИМ позволяет уменьшить расход вещества и существенно улучшить вакуумные условия в масс-спектрометре.

Проведены исследования по использованию масс-спектрометра для локального анализа состава образца по глубине, а также микропримесей, содержащихся в поверхностном слое образца. Достигнута относительная чувствительность обнаружения на уровне 10^{-7} - 10^{-8} атом/атом, что близко к пределу для однокаскадной системы.

2. Изучены физические параметры детектора γ -квантов спонтанного деления, работающего в совпадении с сигналами нейтронного детектора с 56 ^3He -счетчиками. Сцинтилляторы из германата висмута помещались в чувствительный объем нейтронного детектора, который регистрировал мгновенные нейтроны деления с вероятностью 0,48. Использовалось 10 сцинтилляторов, каждый длиной 14,2 см, диаметром 3 см, которые окружали со всех сторон объем для образца диаметром 6 см, длиной 14 см.

Работа установки изучалась с помощью закрытого препарата ^{252}Cf . Электронная схема, включающая микро-ЭВМ, вела запись информации о каждом событии спонтанного деления (адреса ^3He -счетчиков и сцинтилляторов, время регистрации каждого нейтрона по отношению к стартовому сигналу от γ -квантов, амплитуду суммарного сигнала от сцинтилляторов).

Измерена множественность γ -квантов для спонтанного деления ^{252}Cf . Среднее число γ -квантов, регистрируемых на один распад, составило 4,75. На рис.13 показан аппаратный спектр γ -квантов.

3. Разработан комплекс аппаратуры и создана новая установка для низкофоновой лаборатории НФЛ-200, предназначенная для поиска спонтанно-делящихся сверхтяжелых

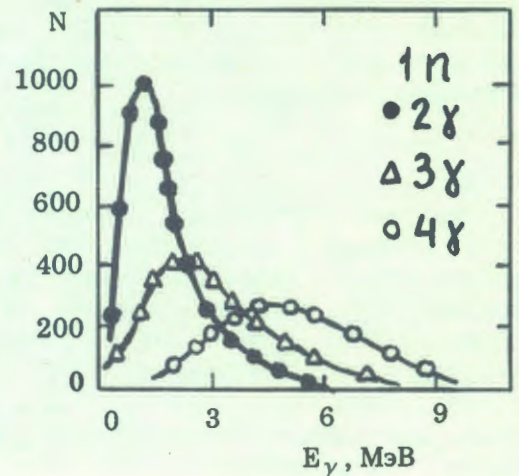


Рис.13. Аппаратурный спектр γ -квантов, измеренный в совпадении одного нейтрона с 2,3,4 γ -квантами соответственно.

ядер и изучения взаимодействия космических мюонов с материалом образца. Установка позволяет регистрировать множественность нейтронов с большой эффективностью. Детектирующая часть содержит до 200 счетчиков ^3He , 10 ФЭУ для регистрации γ -квантов и 48 ФЭУ для регистрации космических излучений. Аппаратурная часть содержит 64 блока КАМАК, логика работы которых использует стандарт КОМПЛЕКС-КАМАК. В качестве регистратора используется микро-ЭВМ МАСАМАС с объемом ОЗУ 50Кбайт.

4. Организована связь ЭВМ СМ-3 измерительно-вычислительного комплекса с ЭВМ ТРА-1140 и СМ-4 измерительного центра У-400. Создан универсальный измерительный модуль на базе ЭВМ СМ-4. Расширена терминальная сеть ИЦ У-400. В ОП ОИЯИ освоено производство разработанных в ЛЯР блоков



Измерительный центр У-400.

универсального спектрометрического усилителя СУ-4К и амплитудного кодировщика ПА-24К в стандарте КАМАК.

5. Налажена установка для измерений ядерных моментов и разностей зарядовых

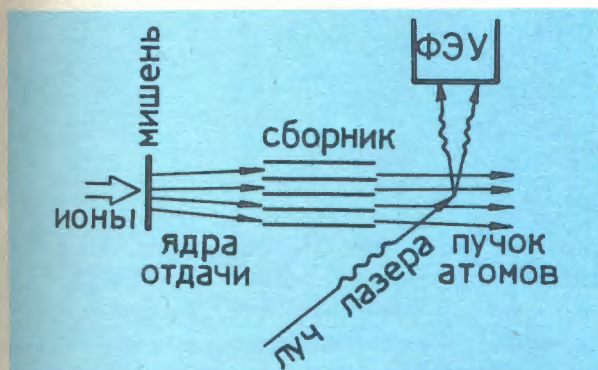


Рис.14. Схема установки для измерения ядерных моментов и разностей зарядовых радиусов ядер на пучке тяжелых ионов с помощью лазерного излучения.

радиусов ядер на пучке тяжелых ионов с помощью лазерного излучения (рис.14). Действие установки основано на определении резонансных частот в спектрах атомов с ядрами в основных и изомерных состояниях (изомерных сдвигов). Выбитые из мишени ядра отдачи тормозятся в наборе цилиндрических сборников. При нагревании сборников заторможенные в них атомы испаряются и в виде параллельного пучка направляются в зону взаимодействия с излучением лазера с перестраиваемой длиной волны. Регистрация резонансно-рассеянного светового излучения производится фотоумножителем с низким уровнем шумов. На установке достигнута чувствительность до 10 атомов в измеряемом объеме и быстродействие до 10^{-2} с. Это даст возможность проводить измерения с короткоживущими ядрами (например, с высокоспиновыми изомерами), образующимися в реакциях с малыми сечениями.

ЛИТЕРАТУРА *

1. Демин А.Г. и др. ОИЯИ, Р7-84-233, Дубна, 1984.
2. Oganessian Yu.Ts. et al. JINR, E7-84-307, Dubna, 1984.
3. Oganessian Yu.Ts. et al. JINR, E2-84-651, Dubna, 1984.
4. Цвек С. и др. ОИЯИ, Р4-84-726, Дубна, 1984.
5. Доманов В.П., Звара И. ОИЯИ, Р6-83-245, Дубна, 1983.
6. Флеров Г.Н. и др. ОИЯИ, Р6-84-422, Дубна, 1984.
7. Зодан Х. и др. В сб.: Краткие сообщения ОИЯИ, №4-84, Дубна, 1984, с.15.
8. Kalpakchieva R. et al. Nukleonika, 1979, 24, p.417.
9. Белозеров А.В. и др. Совещание по экспериментам на пучках тяжелых ионов. Сборник аннотаций. ОИЯИ, Д7-84-736, Дубна, 1984, с.24.
10. Каманин В.В. и др. Совещание по экспериментам на пучках тяжелых ионов. Сборник аннотаций. ОИЯИ, Д7-84-736, Дубна, 1984, с.33.
11. Карамян С.А. ОИЯИ, Р7-84-358, Дубна, 1984.
12. Kadar I. et al. JINR, E7-84-142, Dubna, 1984.
13. Быковский Ю.А. и др. ОИЯИ, Р9-84-641, Дубна, 1984.
14. Флеров Г.Н. и др. ОИЯИ, 9-84-555, Дубна, 1984.
15. Хаванчак К. и др. ОИЯИ, 13-84-601, Дубна, 1984.
16. Бугров В.Н. и др. ОИЯИ, Р14-84-731, Дубна, 1984.
17. Апель П.Ю. и др. ОИЯИ, 18-84-60, Дубна, 1984.
18. Апель П.Ю. и др. ОИЯИ, 12-84-773, Дубна, 1984.
19. Овчинников В.В. и др. ОИЯИ, 18-84-43, Дубна, 1984.
20. Овчинников В.В. и др. ОИЯИ, 18-84-691, Дубна, 1984.
21. Vo Duc Bang et al. JINR, E18-84-99, Dubna, 1984.
22. Эрнандес А. и др. ОИЯИ, 18-84-392, Дубна, 1984.

* Цитируются избранные работы.

ЛАБОРАТОРИЯ НЕЙТРОННОЙ ФИЗИКИ

В 1984 году в Лаборатории нейтронной физики принят в эксплуатацию реактор ИБР-2 на средней мощности 2 МВт в режиме 5 импульсов в секунду. Достигнуто рекордное значение импульсного потока 10^{16} н/см² с. Реактор интенсивно использовался для исследований по физике конденсированных сред, в области молекулярной биологии и для решения ряда прикладных задач с помощью нейтронов. Изучались структура полиэлектролитов, структура сегнетоэластиков, фазовые переходы в суперионных проводниках и аморфиках, текстуры поликристаллических материалов и другие проблемы.

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЕ РАБОТЫ

НЕСОХРАНЕНИЕ ЧЕТНОСТИ В НЕЙТРОННЫХ РЕАКЦИЯХ

Исследование усиления эффектов нарушения пространственной четности в полных сечениях взаимодействия резонансных нейтронов с ядрами, проведенное в 1981-1982 гг. в ЛНФ, подтвердило теоретическую модель смешивания компаунд-состояний разной четности. Усиленные эффекты, согласно модели, следовало ожидать и в нейтронных реакциях с заряженными частицами при наличии подходящих s- и p-волновых резонансов.

Эксперимент по проверке этого предсказания для (n, p)-реакции на ³⁵Cl выполнен в совместной работе групп ЛНФ ОИЯИ и ЛИЯФ им.Б.П.Константинова Академии наук СССР на пучке поперечно-поляризованных тепловых нейтронов реактора ВВР-М. Протоны с энергией 0,6 МэВ регистрировались пропорциональной камерой с сеткой. В камеру помещалась мишень Ва Cl₂ размерами 60x1100 мм². Измерялся коэффициент

На реакторе ИБР-30 продолжались научные исследования в актуальных направлениях ядерной физики, таких, как несохранение четности в нейтронных реакциях, (n, α)-реакции на радиоактивных ядрах, спектроскопия p-волновых нейтронов и ряд других.

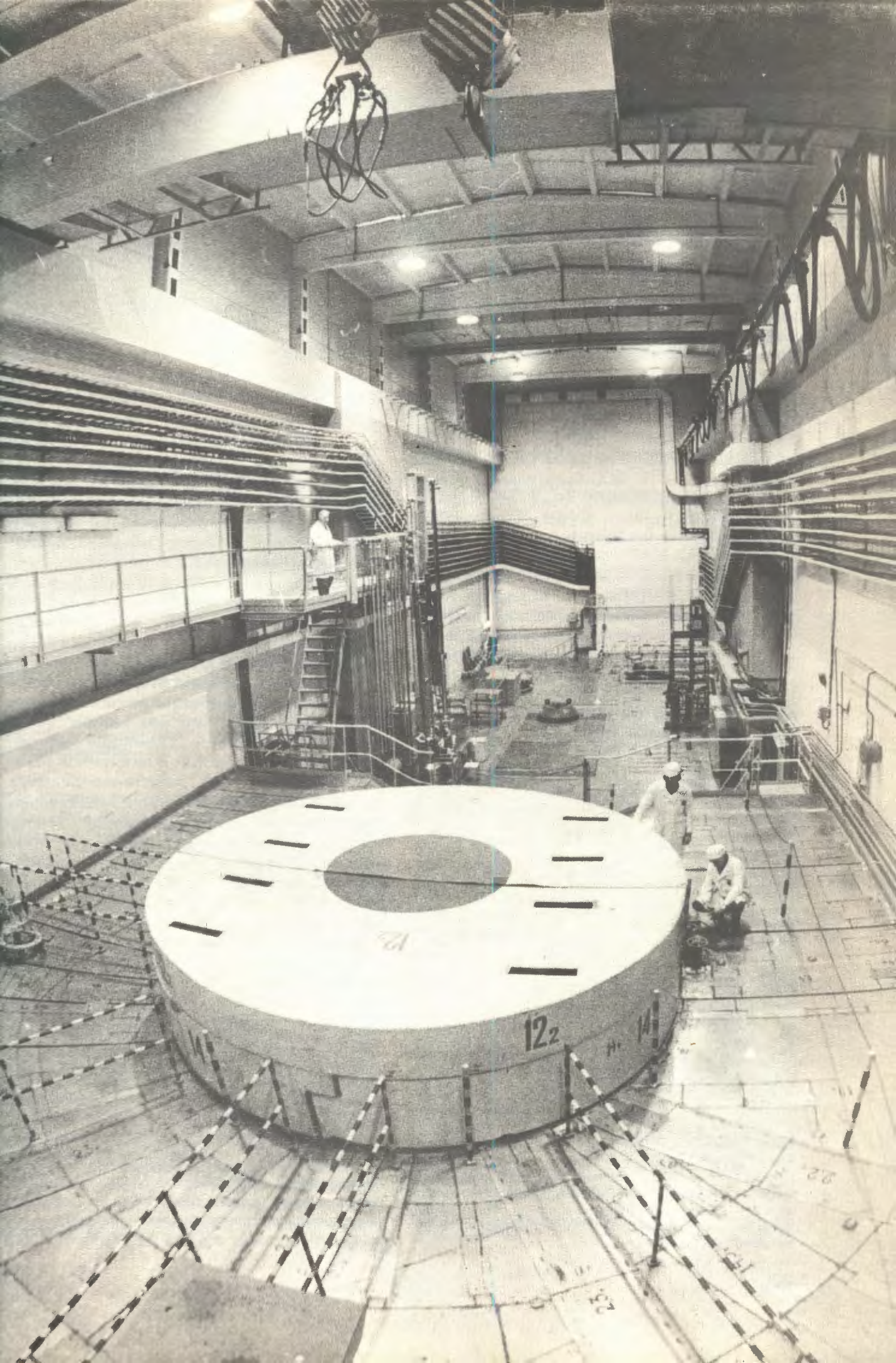
Проводилась реконструкция инжектора реактора ИБР-30 — ускорителя ЛУЭ-40. На ускорителе ЛИУ-30 пучок электронов проведен через инжекторный участок, на выходе которого получен ток 140 А при энергии 3 МэВ, и через 10 секций первого ускорительного участка (при токе 25 А и энергии 5,2 МэВ). Совершенствовались системы измерительного центра лаборатории.

асимметрии $a_p = (\vec{N} - \vec{N}') / (\vec{N} + \vec{N}')$, где \vec{N} и \vec{N}' — числа отсчетов камеры для противоположных направлений поляризации нейтронов, которая менялась каждые 2,8 с. Обнаружена p-нечетная асимметрия испускания протонов. После введения поправки на неполную поляризацию и средний косинус угла вылета протонов относительно спина нейтрона получен следующий результат: $a_p = -(1,5 \pm 0,3) \cdot 10^{-4}$.

В ходе эксперимента был измерен и сохраняющий четность эффект право-левой асимметрии вылета протонов в плоскости, перпендикулярной направлению спина нейтрона: $a = -(2,6 \pm 0,4) \cdot 10^{-4}$.

С использованием этих результатов и параметров смешивающихся s- и p-резонансов в Cl³⁵ (при энергиях $E_s = -180$ эВ и $E_p = +398$ эВ) определена экспериментальная

В 1984 году импульсный реактор на быстрых нейтронах ИБР-2 принят в постоянную эксплуатацию на средней мощности 2 МВт. Достигнут рекордный поток тепловых нейтронов с поверхности замедлителя в импульсе 10^{16} нейтр./см² с.



оценка матричного элемента нарушающего четность взаимодействия $W_{sp} \approx 0,1 \text{ эВ}^{1/2}$.

УГЛОВЫЕ КОРРЕЛЯЦИИ В p-ВОЛНОВЫХ РЕЗОНАНСАХ

Интерпретация экспериментов по несохранению четности во взаимодействии резонансных нейтронов с ядрами существенно зависит от спектрометрической информации, например, от параметров Γ_{nj} -парциальных (по полному спину нейтрона j) ширин p-резонансов. Для получения подобной информации на реакторе ИБР-30 начато изучение корреляций в угловых распределениях гамма-квантов при захвате нейтронов в p-резонансах ядер, для которых ранее были обнаружены эффекты нарушения четности.

С помощью детектора NaI (200x200 мм²), установленного под углом 90° к пучку нейтронов, был измерен выход гамма-лучей с энергией 9,3 МэВ в реакции $^{117}\text{Sn}(n, \gamma)$ в окрестности p-волнового резонанса 1,33 эВ в зависимости от знака поляризации нейтронного пучка, ориентированной перпендикулярно плоскости реакции. Результаты показаны на рис.1 в виде зависимости величин

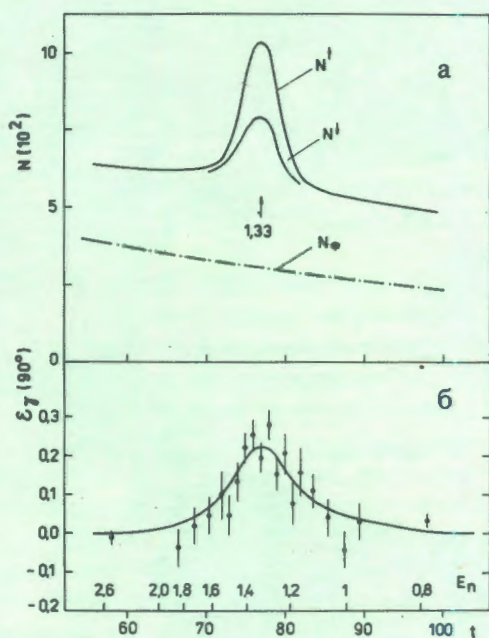


Рис.1. Право-левая асимметрия испускания γ -квантов с $E_\gamma \approx 9,3 \text{ МэВ}$ в p-волновом резонансе 1,33 эВ в ядре ^{117}Sn : а — экспериментальные спектры выхода γ -лучей под углом 90° к пучку для противоположных направлений спина нейтрона; б — эффект право-левой асимметрии, приведенный к 100% поляризации нейтронов.

N^+, N^- и $\epsilon = \frac{N^+ - N^-}{N^+ + N^-}$ от времени пролета нейтронов. Они соответствуют появлению право-левой асимметрии вылета γ -лучей, имеющей резонансный характер. Эффект объяснен интерференцией s- и p-волн. Определено значение относительной величины амплитуды нейтронной ширины $\sqrt{\Gamma_{n1/2}}/\sqrt{\Gamma_n}$ по каналу с $j = 1/2$ для резонанса 1,33 эВ^{1/2}.

АЛЬФА- И ГАММА-РАСПАДЫ РЕЗОНАНСНЫХ СОСТОЯНИЙ ЯДЕР

1. Начаты исследования реакции (n, α) на радиоактивных изотопах при резонансных энергиях нейтронов. Возрастание энергии связи нейтрона в случае нейтронодефицитных ядер-мишеней ведет к увеличению энергии вылетающих заряженных частиц, возрастанию проницаемости кулоновского барьера и, соответственно, к росту сечений реакций до величин, близких к экспериментальному порогу их обнаружения.

Особые условия работы с радиоактивными мишенями потребовали создания нового альфа-спектрометра на нейтронном пучке импульсного реактора. Геометрия эксперимента показана на рис.2. В вакуумной камере размещены два полупроводниковых кремниевых детектора и до 4 мишеней, устанавливаемых под различными углами к пучку нейтронов и на различных расстояниях от мишеней. Энергетическое разрешение детекторов в рабочих условиях на пучке нейтронов составляло 140 кэВ. В качестве детектора использовалась также двухсекционная ионизационная камера. Двухмерная информация об энергии регистрируемых частиц по времени пролета нейтронов записывалась на магнитную ленту с помощью измерительного модуля на базе малой ЭВМ.

В первом эксперименте исследовалась реакция $^{65}\text{Zn}(n, \alpha)$ на мишени ZnCl_2 , содержащей 10^{15} радиоактивных ядер. Полученный времяпролетный спектр выхода α -частиц в α_0 -переходе на основное состояние ядра-продукта представлен на рис.3 в виде сплошной гистограммы. Пунктиром обозначен спектр фона. Как видно из рисунка, резонансы отсутствуют. Из эксперимента получена верхняя оценка $\sigma_{n\alpha}(\text{тепл.}) \lesssim 2 \text{ б}$

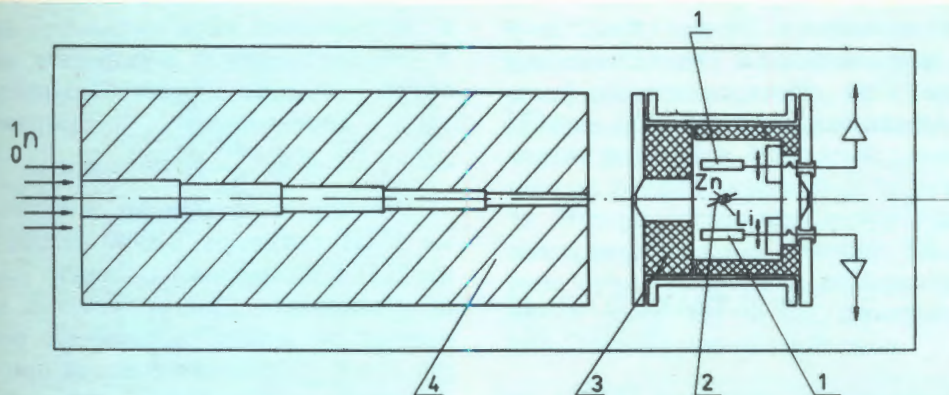


Рис.2. Геометрия эксперимента по поиску реакции (n, α) на радиоактивных ядрах, 1 — детекторы, 2 — держатель мишеней, 3 — свинцовая защита, 4 — коллиматор.

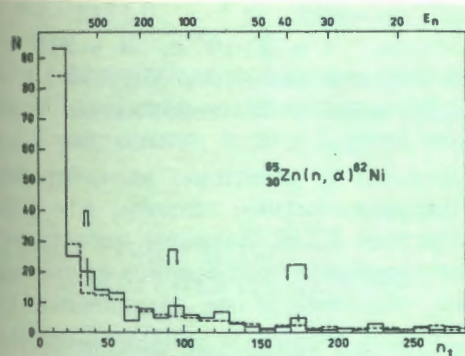


Рис.3. Спектр по времени пролета для $^{65}\text{Zn}(n, \alpha)^{62}\text{Ni}$ реакции на радиоактивной мишени ZnCl_2 . E_n — энергия нейтронов в эВ.

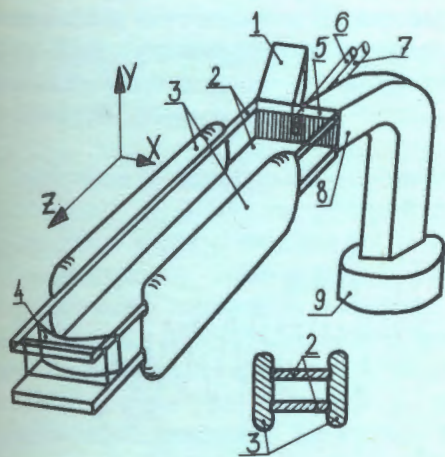


Рис.4. Нейтронно-оптическая камера установки для определения заряда нейтрона: 1 — входной нейтронотод, 2 — горизонтальные зеркала, 3 — высоковольтные электроды, 4 — вертикальное цилиндрическое зеркало, 5 — входная-выходная решетка, 6, 7 — световоды оптического контроля, 8, 9 — выходной нейтронотод и детектор.

для теплового сечения реакции, согласующаяся с величиной $2 \pm 0,15$ б, измеренной в ИЛЛ (Гренобль). Для наблюдения возможных резонансов в этой реакции требуется увеличить активность мишени ^{13/}.

2. Выполнены измерения парциальных сечений (n, α_0) - и (n, α_1) -реакций на ^{67}Zn в условиях более высокого разрешения по энергии нейтронов для резонансов в интервале $E_n = 200-4000$ эВ. Получены значения спинов и парциальных ширин. Рассчитанное из этих данных теплое сечение $\sigma(n, \alpha_0) = 370$ б сравнивалось с экспериментальной оценкой ≤ 10 б, обсуждены возможные причины этого расхождения ^{14/}.

3. Продолжались измерения двухквантовых каскадов (n, γ) -реакции на редкоземельных ядрах. Измерения с мишенью

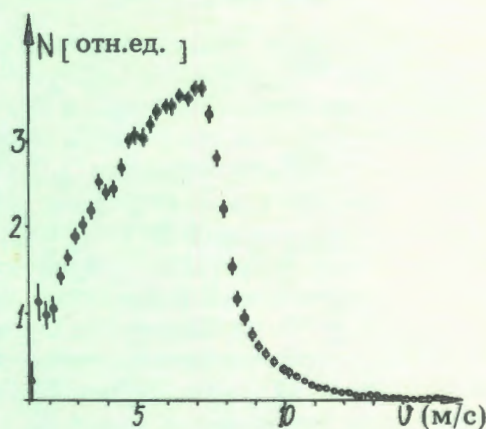


Рис.5. Спектр ультрахолодных нейтронов на выходе установки.

^{143}Nd на тепловых нейтронах позволили определить интенсивности 39 двухквантовых каскадов, заселяющих 5 низколежащих уровней ядра ^{144}Nd . Построена схема уровней для интервала энергий 1310-5725 кэВ^{5/}.

УЛЬТРАХОЛОДНЫЕ НЕЙТРОНЫ

1. Ультрахолодные нейтроны (УХН) используются для исследований свойств нейтрона как элементарной частицы. В лаборатории завершено создание установки для повышения точности определения возможного заряда нейтрона q_n при помощи УХН. Основным принципом измерения является отклонение пучка нейтронов (при $q_n \neq 0$) в электрическом поле. Это отклонение Δx квадратично зависит от времени t и линейно — от величины поля E . Помимо того, что ультрахолодные нейтроны медленные, их путь в установке, показанный на рис.4, специально удлиняется за счет многократных отражений от горизонтальных зеркал, осуществляемых при фокусировке с помощью вертикального цилиндрического зеркала. В результате нейтроны фокусируются на выходной щелевой решетке. При совпадении изображений щелей входной решетки со щелями выходной получается максимальный

счет детектора N . Смещение изображений в направлении горизонтальной координаты X осуществляется поворотом цилиндрического зеркала. Чувствительность установки определяется выражением $\delta q = 2m\sqrt{\frac{2N}{\tau}} / [Et^2 \frac{dN}{dx}]$, где τ — время измерения.

Установка размещена и испытана на пучке УХН реактора ВВР-М ЛИЯФ АН СССР им.Б.П.Константинова. Спектр УХН на выходе установки и кривая отсчетов $N(x)$, полученные во время испытаний, показаны на рис.5 и 6. Обрезание спектра при 8 м/с соответствует граничной скорости сплава $^{58}\text{NiMo}$, нанесенного на зеркала во время испытаний без поля. По данным рис.6 получено значение одного из основных параметров установки — градиента счета $dN/dx = 1255 \text{ см}^{-1}$. Другие параметры имеют следующие значения: $t^2 = 0,1744 \text{ с}^2$, $E = \pm 10^4 \text{ В/см}$, $\tau = 2 \cdot 10^6 \text{ с}$, $N = 210 \text{ с}^{-1}$. Итоговая чувствительность $\delta q_n = 7 \cdot 10^{-21} q_e$ на порядок выше ранее достигнутой^{6/}.

2. Созданы и испытаны на нейтронном пучке ферромагнитные затворы для управления пучком УХН. Затворы представляют собой специальные тонкослойные пленочные фильтры, нанесенные на кремниевые пластинки. Время перемагничивания пленок менее 10^{-9} с , поэтому затворы являются быстродействующими. Пример кривой пропускания пучка УХН затвором показан на рис.7. Затворы могут быть использованы

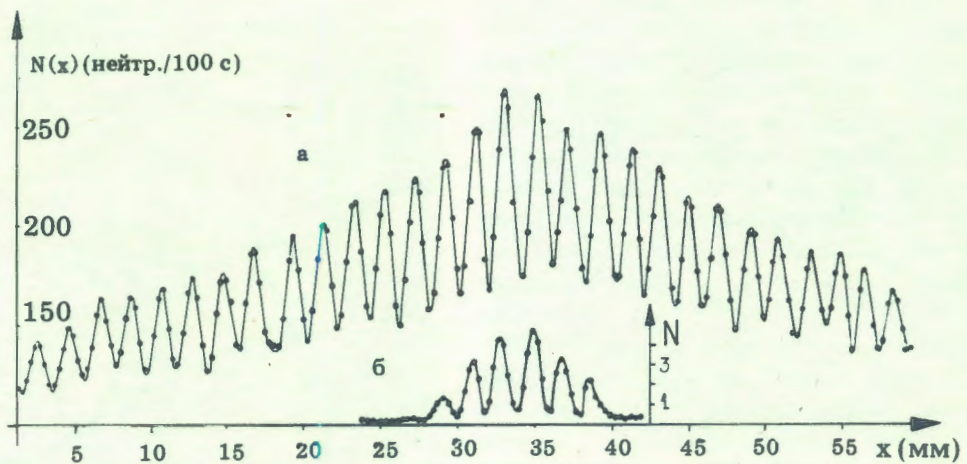


Рис.6. Калибровочная кривая установки для измерения заряда нейтрона, полученная на пучке нейтронов (а) и по оптическому датчику (б).

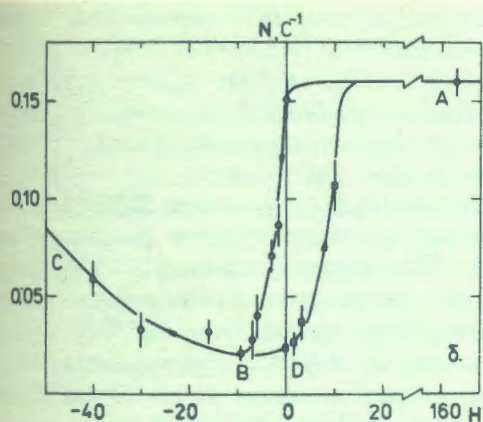


Рис.7. Кривая пропускания нейтронов для 4-слойного ферромагнитного затвора в зависимости от величины приложенного поля H (Э). Стрелки указывают направление изменения поля.

вместо механических модуляторов в нейтронной корреляционной спектроскопии высокого разрешения и для других задач^{/7/}.

ЯДЕРНЫЕ КОНСТАНТЫ, НЕЙТРОННАЯ СПЕКТРОСКОПИЯ

1. Проведены измерения дифференциальных сечений рассеяния нейтронов с энергиями 1-400 кэВ для изотопов кадмия 106, 108, 110, 112, 116. Получены s - и p -волновые нейтронные силовые функции и параметры потенциального рассеяния для каналов с полным спином нейтрона $j = 1/2$ и $3/2$. Новые результаты согласуются с данными для соседних ядер и подтверждают наличие спин-орбитального расщепления в p -волновой силовой функции нейтронов^{/8/}.

2. Выполнен совместный анализ проведенных ранее в ЛНФ экспериментов по самоиндикации в реакции деления и по пропусканию нейтронов через толстые слои материалов, а также табличных данных о средних сечениях для ^{235}U . Анализ основан на подходе Монте-Карло и на моделировании резонансной структуры сечений в многоуровневом приближении. Получены улучшенные оценки средних резонансных параметров ^{235}U (Γ_γ, S^1 и др.) и даны рекомендации для практического использования при составлении групповых констант реакторных материалов^{/9/}.

3. Опробован метод измерения полных сечений ядер в интервале энергий 20-1100 кэВ

на пучке нейтронов системы ИБР-30 + ЛУЭ-40, профильтрованных через блоки железа (24 см) или алюминия (50 см). На рис.8 показан спектр, полученный с помощью 2 литиевых стекол $\varnothing 12$ см в качестве детектора. Нейтроны разных энергетических групп разделяются по времени пролета. Это упрощает процедуру учета фона при измерении полных сечений. На фильтрованном пучке проведены измерения полных сечений ядер Mo и Cd , показавшие работоспособность новой методики.

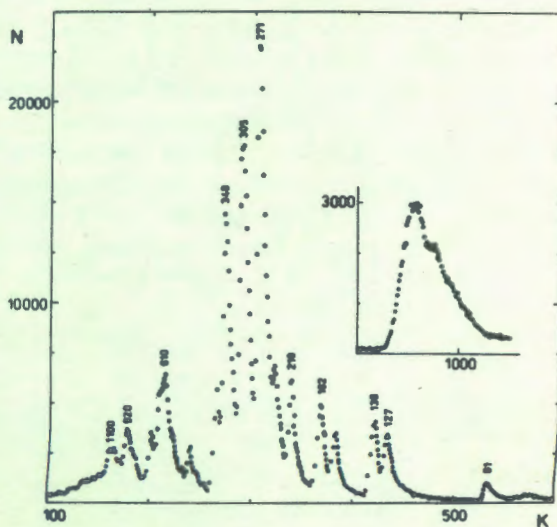


Рис.8. Спектр нейтронов из реактора ИБР-30, пропущенных фильтром железа толщиной 24 см. K — номер канала временного анализатора шириной 0,5 мкс, цифры над пиками — энергия нейтронов в кэВ.

ФАЗОВЫЕ ПЕРЕХОДЫ В СУПЕРИОННЫХ ПРОВОДНИКАХ И АМОРФИКАХ

1. Кристаллы гидро- и дейтеросульфата цезия (CsHSO_4 и CsDSO_4) при температурах $T_2 = 330$ К и $T_1 = 414$ К испытывают фазовые переходы, причем, как недавно установлено, при $T > T_1$ проводимость кристалла возрастает на 3-4 порядка (суперионное состояние). На ИБР-2 выполнено всестороннее исследование фазовых переходов в этих кристаллах. Получены кристаллографические параметры для разных фаз^{/11/}.

Нейтроннографические исследования с помощью спектрометра ДН-2^{/12/} показали резкое различие в поведении монокристаллических и поликристаллических образцов и сильное влияние влажности образцов. Детальное изучение особенностей переходов и ряда внешних факторов, влияющих на них,

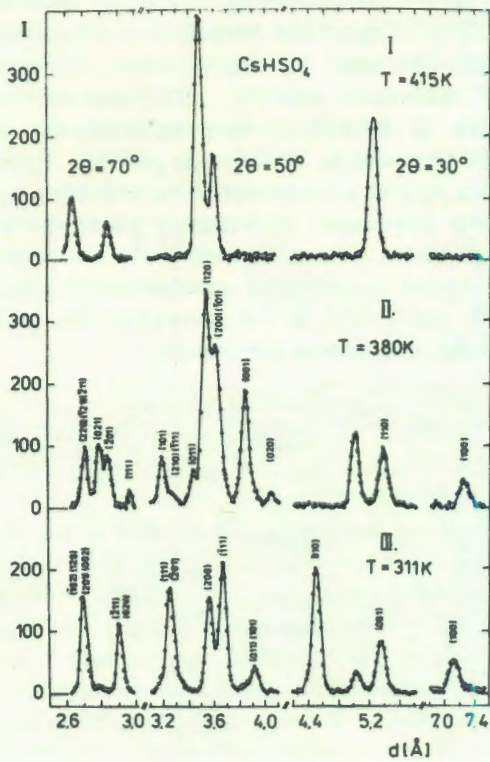


Рис.9. Дифракционные спектры для порошка CsHSO_4 в фазовых состояниях I и II.

выполнено на спектрометре КДСОГ-2 методом упругого и неупругого рассеяния нейтронов ^{13/}. Одновременно измерялись спектры дифракции в геометрии на пропускание для углов $2\theta = 30, 50, 70, 90^\circ$ и спектры неупругого рассеяния в геометрии на отражение для углов $80, 100, 120, 140^\circ$. Для примера на рис.9 приведены характерные спектры дифракции для трех фаз CsHSO_4 , а на рис.10 — полученные результаты для плотности фононных состояний. Показано, что фазовые переходы сопровождаются перестройкой кристаллической решетки.

2. Аморфные вещества (аморфики) активно исследуются в физике твердого тела в связи с перспективами их практического использования. Один из типов этих ве-

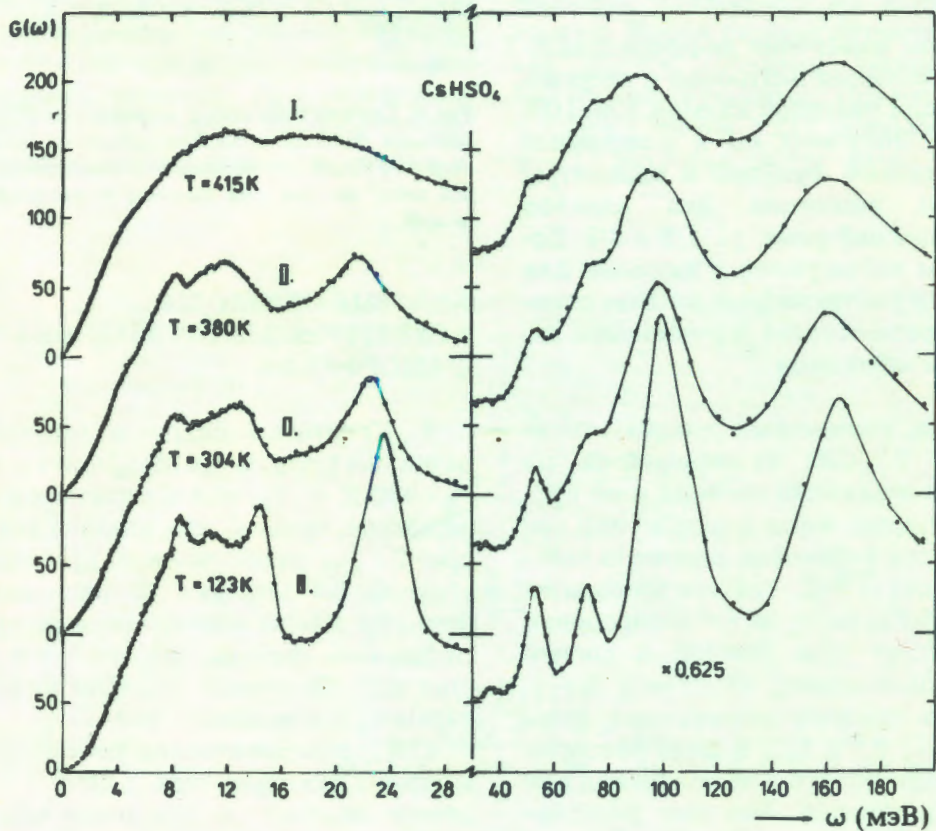


Рис.10. Плотность фононных состояний $G(\omega)$ для фаз I и II кристалла CsHSO_4 .

ществ — аморфики МББА и ЭББА, состоящие из длинных молекул, проявляют пока еще недостаточно изученные особенности в фазовых переходах, общей чертой которых является однонаправленность: они происходят только при повышении температуры. Для температур ниже T_c фаза оказывается устойчивой, что создает удобства для исследования. На ИБР-30 были измерены дифракция и неупругое рассеяние на образцах МББА и ЭББА. Спектры неупругого рассеяния для разных фаз ЭББА показаны на рис.11. На рис.12 приведены спектры диф-

ракции. Исследовались нематическая стеклообразная и стабильная кристаллическая фазы. Получены плотности фононных состояний фаз, показавшие отклонение от дебаевского поведения ^{/14/}.

СТРУКТУРЫ, ТЕКСТУРЫ

1. Методом дифракции нейтронов по времени пролета с использованием дифрактометра ДН-2 на ИБР-2 исследована доменная структура сегнетоэластика $KD_3(SeO_3)_2$ в диапазоне температур от -115° до $+15^\circ C$. Применялся метод двухкоординатной нейтронографии с позиционно-чувствительным детектором. На рис.13 представлено полученное распределение интенсивности пиков

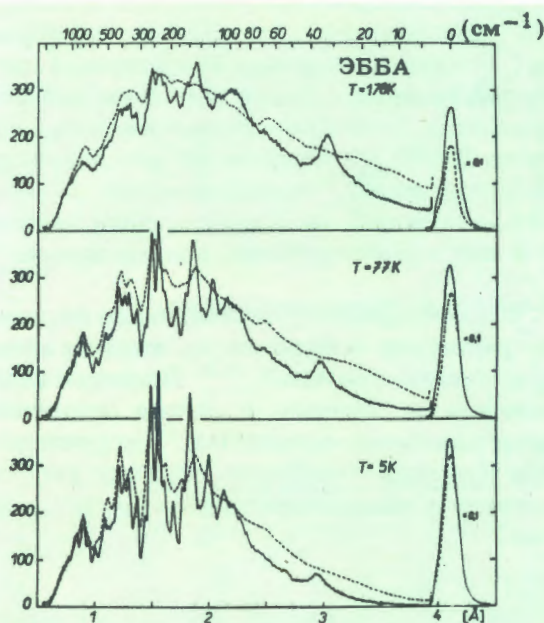


Рис.11. Спектры неупругого рассеяния для различных фаз аморфика ЭББА. Сплошные линии — кристаллическая фаза, пунктир — быстрозамороженный образец.

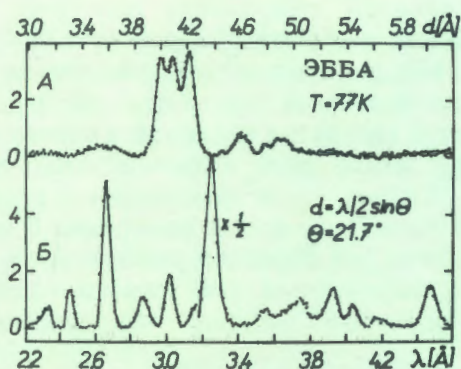


Рис.12. Дифракционные нейтронные спектры для ЭББА. А - быстрозамороженное состояние, Б — кристаллическая фаза.

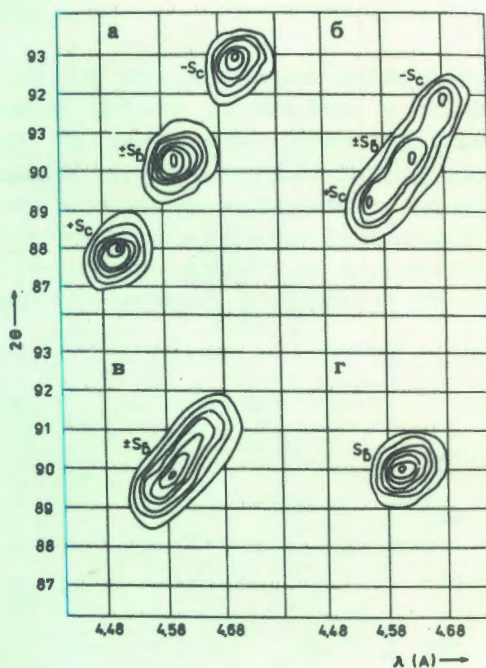


Рис.13. Распределение интенсивности дифракционных пиков в узле (002) сегнетоэластика $KD_3(SO_3)_2$ при температурах: а) -52° , б) -1° , в) $+4^\circ$, г) $+10^\circ C$.

в узле (002) обратной решетки кристалла — сегнетоэластика с $T_c = -10^\circ C$. Расщепление пиков связано с появлением в кристалле доменов разной конфигурации. Определены характеристики доменной структуры ^{/15/}.

2. Разработан метод исследования структуры биологических мембран на нейтронном дифрактометре ДН-2, открывающий возможности изучения структурных перестроек при воздействии на образец. Проведены измерения на модельных мембранах — образцах массой 15 мг, при этом время накопления достаточной статистики не превышало 2 часов^{/18/}.

3. На ИБР-2 начаты текстурные исследования образцов низкой кристаллографической симметрии: гексагональных (Zr), тетрагональных (MnAl), тригональных (SiO₂). Получена экспериментальная информация о кинетике изменения структуры в процессе отжига. Измерено распределение ориентаций микрокристаллов кварца в гранулите из Саксонского массива, дающее информацию о геологических процессах во время образования горных пород^{/17/}.

ВНУТРИКРИСТАЛЛИЧЕСКИЕ ПОЛЯ

Исследование электрических полей, создаваемых в кристаллах ионами редкоземельных металлов, переведено на пучки реактора ИБР-2. Исходные экспериментальные данные о неупругом магнитном рассеянии нейтронов на уровнях кристаллического поля получались на спектрометре по времени пролета в обратной геометрии с берил-

лиевым фильтром и кристаллом-анализатором. На рис.14 показаны спектры для изучаемого NdNi₅ и "фонового" LaNi₅ образцов. Видны три пика магнитного происхождения при передачах энергии 1,4; 2,9 и 14 мэВ. Получены параметры кристаллического поля^{/18/}. (Аналогичное исследование проведено на образце CeCu₅^{/19/}).

ДИНАМИКА КОНДЕНСИРОВАННЫХ СРЕД

1. Динамика атомов водорода в кристаллах исследовалась на ИБР-2 на образце ZrH_x — конструкционном материале реакторной техники с целью уточнения его колебательного спектра. Использовалась установка КДСОГ-2. Полученные результаты для спектров частот, представленные на рис.15 и 16, обсуждены на основе модели центральных сил и ранее опубликованных данных^{/20/}.

2. Выполнены эксперименты по неупругому рассеянию нейтронов на жидком натрии при температуре 413 К^{/21/}. Проведен анализ полученных данных с целью извлечения пространственно-временных корреляционных функций рассеяния, дающих сведения о парном взаимодействии в жидком натрии^{/22/}.

МАЛОУГЛОВОЕ РАССЕЯНИЕ ТЕПЛОВЫХ НЕЙТРОНОВ

Высокий нейтронный поток в установке малоуглового рассеяния на ИБР-2 позволил использовать в экспериментах очень малые, миллиграммовые количества образцов. Для примера на рис.17 показаны графики Гинье малоуглового диффузного рассеяния нейтронов для раствора 70S рибосом бактерий E.coli, выращенных на дейтерированной среде, уравнивающей плотности когерентных амплитуд рассеяния белковой и рибонуклеиновой компонент. Объем образца составлял 0,6 мл, концентрация рибосом (2,4÷4,8) мг/мл, время измерений 6 часов. Результаты для образцов различной дейтеризации теоретически описываются постоянным радиусом инерции, что доказывает

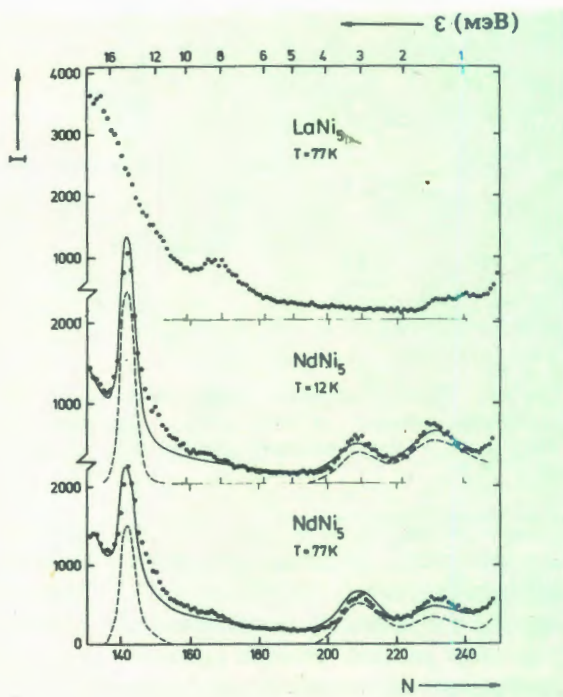


Рис.14. Спектры неупругого рассеяния нейтронов для интерметалла NdNi₅, N — номер канала шириной 128 мкс, ε — передача энергии в мэВ, сплошная линия — расчетный спектр, штриховая — вклад в рассеяние от кристаллического поля.

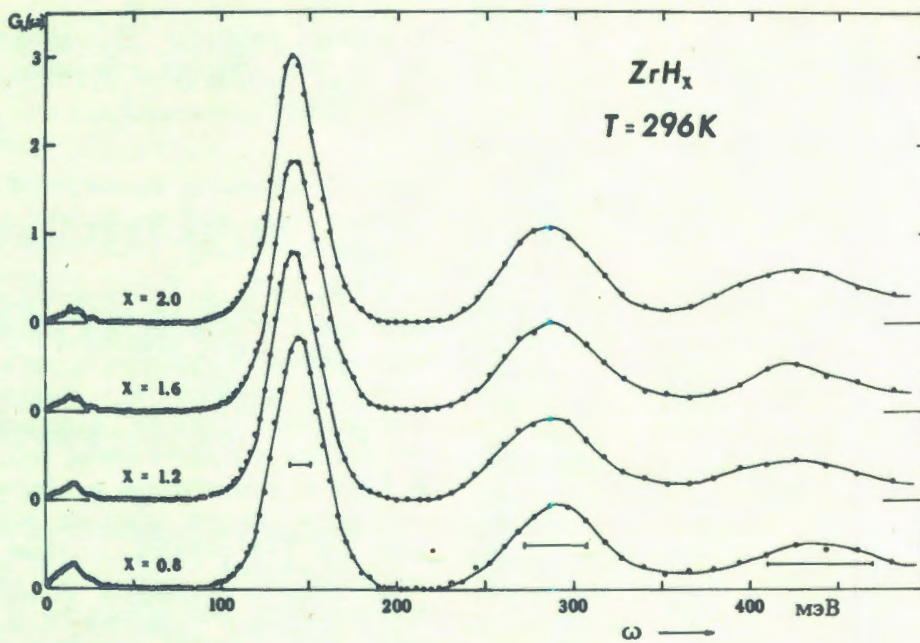


Рис.15. Спектр частот $G_H(\omega)$ для области оптических колебаний атомов H в ZrH_x .

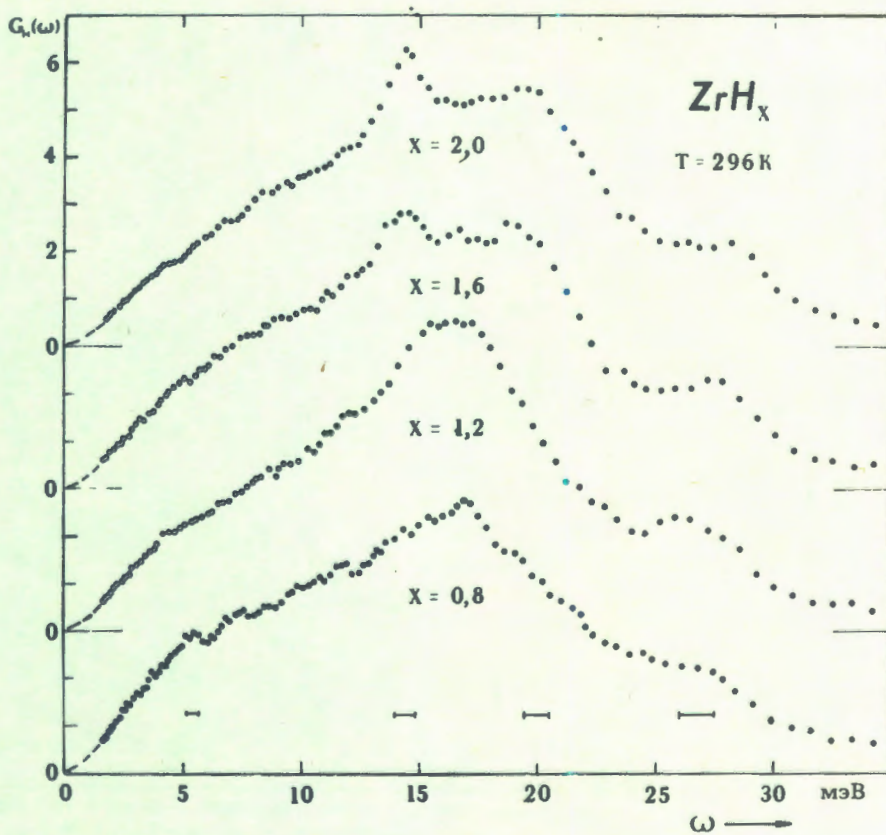


Рис.16. Спектр частот $G_H(\omega)$ для ZrH_x в области акустических колебаний.

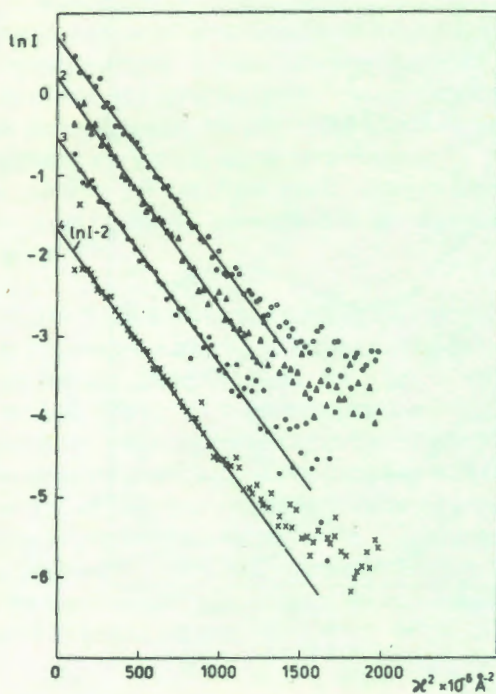


Рис.17. Интенсивность малоуглового диффузного рассеяния в зависимости от квадрата переданного импульса для раствора 70S рибосом бактерий *E.coli*. Различные кривые соответствуют образцам различной степени дейтеризации раствора.

нейтронно-оптическую однородность исследованных рибосом /28/. Начаты измерения на других классах объектов — мицеллах и мембранах.

НАУЧНО-ПРИКЛАДНЫЕ РАБОТЫ

1. Ранее было продемонстрировано, что созданный в лаборатории квантовый сверхпроводящий магнитометр можно использовать как высокочувствительный магнитокардиограф, дающий дополнительную информацию о деятельности сердца человека. В 1984 г. разработана и реализована новая методика снятия цветных магнитокардиокарт по 144 точкам, дающая достаточную информацию о сердечной патологии /23/. Магнитометр использовался и для физических исследований электрической поляризации в металлах, возникающей при их вращении /24/.

2. Продолжались прикладные исследования на электростатическом ускорителе протонов с помощью возбуждения в образцах характеристического рентгеновского излуче-

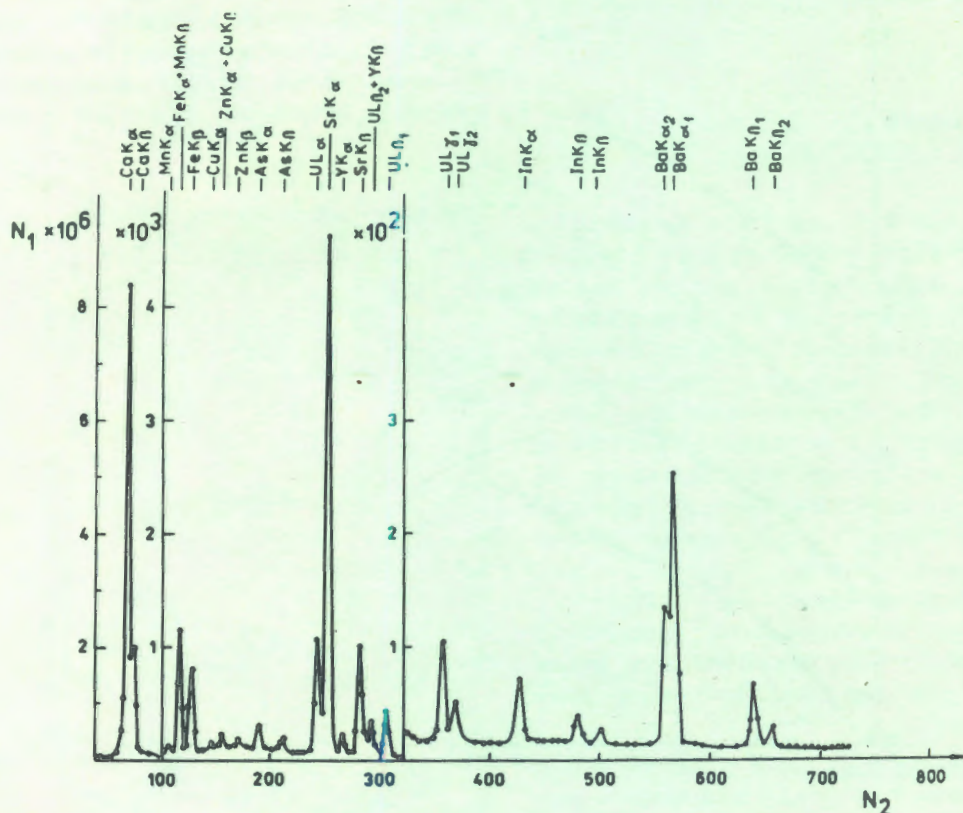
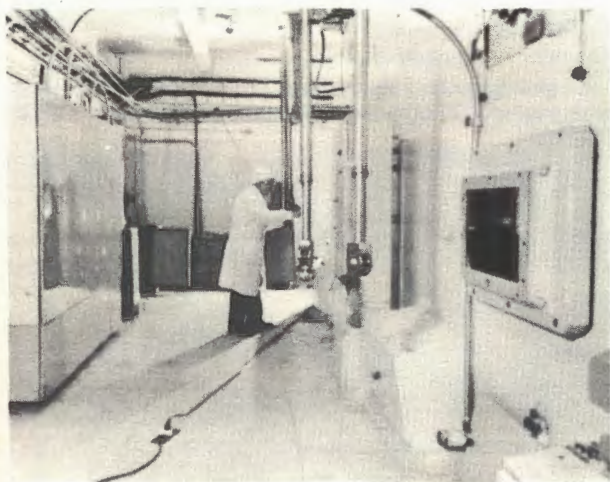


Рис.18. Рентгеновский спектр, полученный при возбуждении характеристического излучения в кости динозавра.

ния. Часть этих работ, связанная с определением микроэлементного состава почв и растений для Института прикладной физики Ташкентского государственного университета, завершена.

Определено содержание элементов Ca, Sr, Ba, U в костях динозавра (рис.18) с целью выяснения геохимических процессов, вызывающих накопление урана в этом объекте ^{/25/}. Выполнены имеющие важное методическое значение измерения сечений выхода характеристического излучения для K- и L-оболочек при возбуждении его на элементах $22 < Z < 83$ пучком протонов и ионов ⁴He ^{/26/}.

3. В области активационного анализа на реакторе ИБР-2 осуществлен анализ на содержание различных элементов в 2000 геологических, экологических, медицинских



Большой объем исследований методом активационного анализа для решения задач в области геологии, экологии, биологии и медицины выполнен на пневмотранспортной установке "Регата". На снимках: пульт управления "Регатой"; горячие камеры для разделения радиоактивных образцов.

и др. образцах. Программа работ осуществляется в тесном сотрудничестве с рядом институтов стран-участниц ОИЯИ.

Начаты работы по изучению радиационной стойкости материалов при облучении их быстрыми нейтронами. За годичный цикл работы ИБР-2 облучены образцы бетонов и их композиционных компонент. Проведена паспортизация каналов по мощности дозы и спектрам быстрых и резонансных нейтронов.

В области радиобиологии проводились исследования роли некоторых генов в репарации повреждений ДНК бактерий *E.coli* и изучение активации биосинтеза в растениях при облучении нейтронами. Получены первые результаты по воздействию нейтронов и γ -излучения на ДНК-мембранные комплексы клеток китайского хомячка, указывающие на то, что гибель клеток при облучении их большими дозами в пучках ИБР-2 происходит в основном из-за двунитевых разрывов ДНК ^{/27/}.

ЭКСПЛУАТАЦИЯ, СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ И РАЗВИТИЕ ОСНОВНЫХ УСТАНОВОК И АППАРАТУРЫ

РЕАКТОРЫ И УСКОРИТЕЛИ

1. В 1984 году реактор ИБР-2 принят в эксплуатацию при средней мощности 2 МВт в режиме 5 и 25 имп./с. В режиме 5 имп./с реактор развивает мгновенную мощность 1350 МВт и генерирует вспышки длительностью 230 мкс. Импульсный поток составляет рекордную величину — 10^{16} н/см² с, что на порядок превосходит поток, достигнутый ранее в исследовательских стационарных реакторах. В 1984 г. реактор ИБР-2 проработал на физический эксперимент 2428 часов ^{/28/}.

2. Реактор ИБР-30 и ускоритель-инжектор ЛУЭ-40 обеспечили ядерно-физические исследования в ЛНФ в соответствии с плановым заданием. Завершаются работы по модернизации ЛУЭ-40, с целью повышения мощности бустера, в ходе которых смонтированы новые ускоряющие секции ЛУЭ-40. Возможности информационно-измерительной системы ИБР-30 расширены посредством введения регистрации параметров во время пуска ^{/29/}.



На создаваемом в лаборатории линейном индукционном ускорителе электронов ЛИУ-30 осуществлена проводка пучка через инжекторный и первый ускоряющий участок. Получена энергия электронов 5,2 МэВ при токе в импульсе 25 А. На снимке: пульт управления ЛИУ-30.

3. Продолжались работы по монтажу и наладке ускоряющих секций линейного индукционного ускорителя электронов ЛИУ-30. Энергия ускоренных электронов на выходе 1-го ускоряющего участка достигла 5,2 МэВ.

Ускоритель протонов ЭГ-5 работал для обеспечения научно-прикладных исследований в соответствии с планом.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ

В 1984 году регулярно эксплуатировался нейтронный дифрактометр ДН-2 (рис.19). Исследованы основные параметры дифрактометра: поток тепловых нейтронов, спектральное расщепление которых показано на рис.20, достигает $1,3 \cdot 10^7$ н/см² с при мощности 2 МВт, ширине импульса тепловых нейтронов 320 мкс; разрешение 1% при $\theta = 80^\circ$, $d = 5$ А и 10% при $\theta = 10^\circ$, $d = 60$ А; телесный угол однокоординатного детектора $6 \cdot 10^{-8}$ ср и двухкоординатного — $3 \cdot 10^{-2}$ ср.

Дифрактометр предназначен для исследований, требующих регистрации в большом числе точек обратного пространства при малых и средних переданных импульсах ^{/30/}.

Осуществлен монтаж установки ДИФРАН — дифракционного спектрометра с совершенными кристаллами. К пусковым работам подготовлена установка СПН — спектрометр поляризованных тепловых нейтронов. Начата эксплуатация установки НСВР — нейтронного спектрометра высокого разрешения, запущенного в работу на первом этапе как текстурный спектрометр.

На пучке ультрахолодных нейтронов реактора ВВР-М (ЛИЯФ АН СССР) введена в действие созданная в ЛНФ нейтронно-оптическая установка для измерения электрического заряда нейтрона с чувствительностью 10^{-21} ^{/6/}.

На седьмом канале нейтронных пучков ИБР-2 введен в эксплуатацию спектрометр высокого разрешения НСВР.

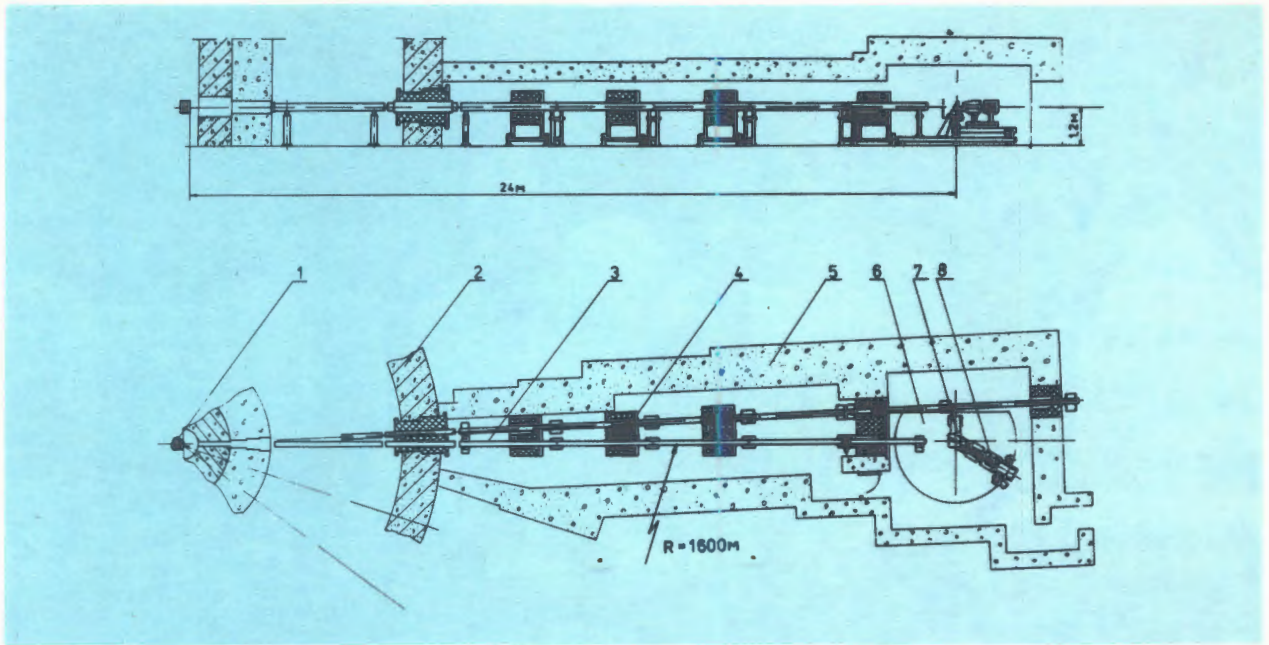


Рис.19. Схема конструкций и защит дифрактометра ДН-2 на реакторе ИБР-2. 1 — активная зона, 2 — биологическая защита реактора, 3 — зеркальный нейтроновод, 4 — защитная секция, 5 — внешняя биологическая защита, 6 — основание дифрактометра, 7 — узел образца, 8 — детектор.

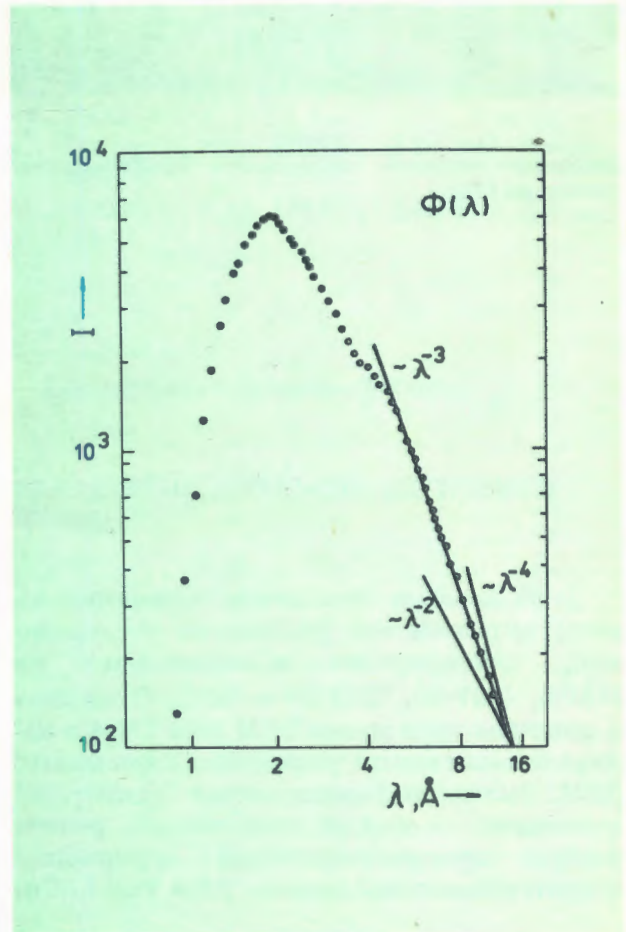
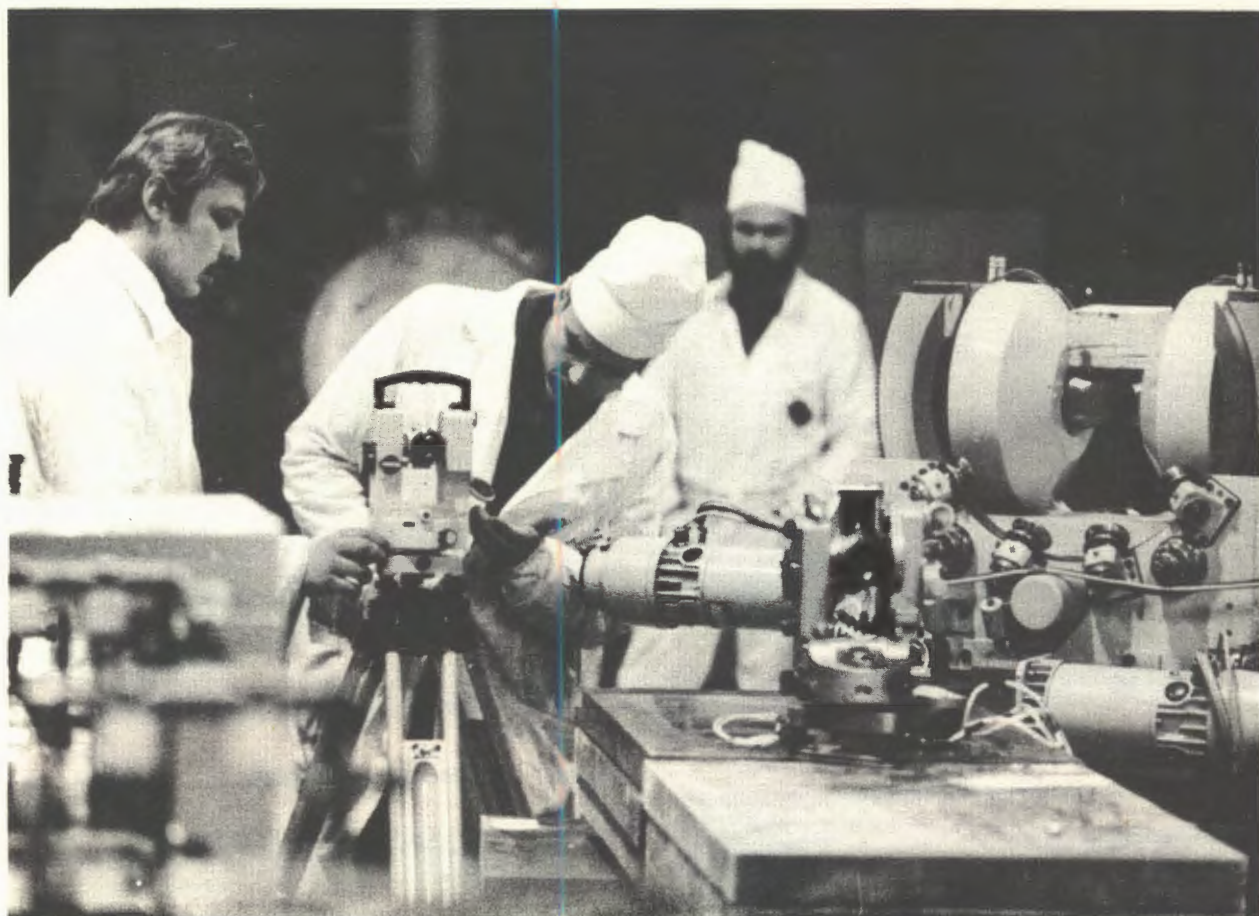


Рис.20. Спектральное распределение потока нейтронов на выходе зеркального нейтроновода дифрактометра ДН-2.



Завершено создание спектрометра поляризованных тепловых нейтронов по методу времени пролета — установки СПН-1.

ИЗМЕРИТЕЛЬНО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР

1. Полностью обеспечены измерения по всем направлениям физических исследований, одновременно проводившихся на ИБР-2, ИБР-30, ЛИУ-30 и ЭГ-5. С вводом в действие трех новых ЭВМ типа СМ-4 в измерительном центре расширился парк малых ЭВМ. Работа графопостроителя "Дигиграф" переведена в автоматизированный режим вывода спектрометрической информации с центрального процессора ЭВМ PDP-11/70.

2. Продолжались работы по развитию измерительного центра в направлении создания

многомашинной сети ЭВМ. Введена в эксплуатацию новая операционная система RSX-11M с расширенными возможностями обработки информации. Совершенствовалась система архивации данных ^{/31/}. Отлажены и переданы в эксплуатацию для подготовки программного обеспечения сетевые адаптеры — узловые элементы сетей ЭВМ.

3. Продолжались работы по созданию радиоаппаратуры новых установок и модернизации электроники действующих спектрометров, включая новые амплитудные кодировщики. Создан программируемый временной кодировщик ^{/32/}, модернизирован микропроцессорный контроллер и некоторые другие узлы измерительных модулей ^{/33,34/}.

ЛИТЕРАТУРА *

1. Антонов А. и др. Письма в ЖЭТФ, 1984, т.40, с.209.
2. Алфименков В.П. и др. Письма в ЖЭТФ, 1984, т.39, с.346.
3. Балабанов Н.П. и др. ОИЯИ, 3-84-484, Дубна, 1984.
4. Гледенов Ю.М. и др. ОИЯИ, Р3-84-370, Дубна, 1984.
5. Попов Ю.П. и др. ОИЯИ, Р6-84-66, Дубна, 1984.
6. Калчев С.Д. и др. В сб.: Краткие сообщения ОИЯИ, №3-84, Дубна, 1984, с.33.
7. Новопольцев М.И., Покотилковский Ю.Н., Шелкова И.Г. ОИЯИ, Р3-84-219, Дубна, 1984.
8. Зо Ин Ок и др. ОИЯИ, Р3-84-668, Дубна, 1984.
9. Ваньков А.А. и др. ОИЯИ, Р3-84-320, Дубна, 1984.
10. Зо Ин Ок и др. ОИЯИ, Р3-84-669, Дубна, 1984.
11. Балагуров А.М. и др. ОИЯИ, 14-84-536, Дубна, 1984.
12. Белушкин А.В. и др. ОИЯИ, Р14-84-612, Дубна, 1984.
13. Балагуров А.М. и др. ОИЯИ, Р14-84-684, Дубна, 1984.
14. Белушкин А.В. и др. ОИЯИ, Р14-84-414, Дубна, 1984.
15. Балагуров А.М. и др. ОИЯИ, 14-84-69, Дубна, 1984.
16. Балагуров А.М., Горделий В.И. В сб.: Краткие сообщения ОИЯИ, №1-84, Дубна, 1984, с.23.
17. Feldmann K. et al. In: Proc. 7th Int. Conf. on Textures of Materials. Amsterdam, 1984, p.115.
18. Горемычкин Е.А. и др. ОИЯИ, Р14-84-632, Дубна, 1984.
19. Горемычкин Е.А. и др. ОИЯИ, Р14-84-367, Дубна, 1984.
20. Белушкин А.В. и др. ОИЯИ, Р14-84-243, Дубна, 1984.
21. Пэдуреану И. и др. ОИЯИ, 14-83-806, Дубна, 1983.
22. Пэдуреану И. и др. ОИЯИ, Р14-84-498, Дубна, 1984.
23. Бобраков В.Ф. и др. ОИЯИ, Р19-84-636, Дубна, 1984.
24. Васильев Б.В. ОИЯИ, 14-84-255, Дубна, 1984.
25. Бразевич Я. и др. ОИЯИ, Р14-84-299, Дубна, 1984.
26. Бразевич Э. и др. ОИЯИ, Р14-84-429, Дубна, 1984.
27. Лапидус И.Л. и др. ОИЯИ, Р19-84-286, Дубна, 1984.
28. Ананьев В.Д. и др. ОИЯИ, Р13-84-538, Дубна, 1984.
29. Денисов В.Д. и др. ОИЯИ, 13-84-275, Дубна, 1984.
30. Балагуров А.М. и др. ОИЯИ, 3-84-291, Дубна, 1984.
31. Гизе П. и др. ОИЯИ, Р11-84-453, Дубна, 1984.
32. Шibaев В.Д. и др. ОИЯИ, 10-84-345, Дубна, 1984.
33. Гюнтер Э. и др. ОИЯИ, 11-84-482, Дубна, 1984.
34. Балуска Г. и др. ОИЯИ, 11-84-252, Дубна, 1984.

* Цитируются избранные работы.

ЛАБОРАТОРИЯ

ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ И АВТОМАТИЗАЦИИ

В 1984 году основные усилия коллектива лаборатории были направлены на развитие и эффективное использование центрального вычислительного комплекса, дальнейшее развитие терминальной сети базовых ЭВМ и увеличение банка данных, развитие математического обеспечения базовых ЭВМ. Выполнены работы по замене управляющих ЭВМ в измерительных системах ПУОС-САМЕТ и АЭЛТ-2/160. Получили развитие численные и качественные методы решения нелинейных задач математической физики в связи с исследованиями, проводимыми в ОИЯИ. Созданы комплексы программ обработки экспериментальных данных.

РАЗВИТИЕ И ЭФФЕКТИВНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЦЕНТРАЛЬНОГО ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА ОИЯИ

РАЗВИТИЕ ЦЕНТРАЛЬНОГО ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА ОИЯИ

1. Проведены работы по установке и монтажу новой мощной ЭВМ ЕС-1061. Изготовлен и налажен терминальный контроллер на базе 16-разрядного микропроцессора, что позволяет подсоединить к ЭВМ ЕС-1061-16 терминалов.

В состав операционной системы ЕС-1060 включена третья версия транслятора с языка ФОРТРАН-77. Введены в эксплуатацию два пакета графических программ, обслуживающих графопостроитель. Созданы программы, обеспечивающие повышение эффективности операционной системы и более экономное использование дисковой памяти. Модернизированы библиотеки программ общего назначения и созданы программные средства их сопровождения.

2. На ЭВМ CDC-6500 налажен и сдан в опытную эксплуатацию второй мультиплексор терминалов. Разработан и сдан

в опытную эксплуатацию полупроводниковый блок памяти.

В состав операционной системы включена программа, существенно облегчающая процесс отладки задач пользователей. Внедрены новые программные средства распределения дисковой памяти с целью ее экономии. Внесены изменения в операционную систему, обеспечивающие работу ЭВМ с дополнительными терминалами.

3. На ЭВМ БЭСМ-6 завершена техническая наладка второго терминального контроллера, ведется отладка математического обеспечения. Оптимизирована работа динамической файловой подсистемы, управляющей ведением архива программ и данных пользователей на магнитных дисках и лентах. Созданы программы автоматизированного учета числа задач, обрабатываемых с терминалов, и сбора статистических данных об использовании ресурсов БЭСМ-6 /1-6/.

ВНЕДРЕНИЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИСТЕМ АНАЛИТИЧЕСКИХ ВЫЧИСЛЕНИЙ НА ЭВМ

На ЭВМ ЕС-1060 внедрена программа, позволяющая использовать систему REDUCE-3 в интерактивном режиме с оптимальным использованием оперативной памяти ЭВМ. Расширены возможности пакета программ матричной алгебры, оптимизированы алгоритмы вычисления определителей и виртуализации в системе REDUCE-2. Выполнены подготовительные работы по внедрению системы AMP и библиотеки программ на языке FORMAC на ЕС-1060.

Методом Крылова-Боголюбова исследовано поведение заряженной частицы в циклическом ускорителе в окрестности резонанса $2\nu_z - \nu_x = 1$ с использованием системы REDUCE-2.

С целью расширения возможностей систем SCHOONSCHIP на CDC-6500 и REDUCE-2 на ЕС-1060 подготовлена первая



Завершены работы по установке и монтажу новой мощной ЭВМ ЕС-1061. С вводом ее в эксплуатацию общая производительность вычислительных машин, установленных в зале корпуса 134, достигнет 3 миллионов операций в секунду. На снимках: центральный процессор и внешняя память на магнитных дисках (200 Мбайт).

версия библиотек программ на языках систем **SCHOONSCHIP** (5 программ) и **REDUCE-2** (10 программ).

Создана программа на языке **PL/1** — **FORMAC** для классификации нелинейных эволюционных уравнений и выполнена полная классификация уравнений типа Кортевега-де Вриза седьмого и девятого порядков.

На языке системы **SCHOONSCHIP** реализована программа для однопетлевых вычислений четырехфермионной амплитуды рассеяния частиц с ненулевыми массами и для двухпетлевых расчетов в суперсимметричной теории при $N = 1$. На их основе проведено исследование аномалий в суперсимметричных теориях Янга-Миллса.

В рамках работ по численно-аналитическому моделированию калибровочных тео-

рий на решетке проведено исследование фазовых переходов в **SU(2)** теории со скалярными полями материи. Разработан алгоритм вычисления эффективного потенциала такой теории методом разложения сильной связи и найден главный член разложения. Создана программа и проведены расчеты пропагатора свободных фермионов в двумерной электродинамике.

Разработан алгоритм и создана программа на языке системы **REDUCE-2** для автоматического получения дисперсионного соотношения, описывающего лучевые траектории электронной компоненты плазмы в установках с тороидальной геометрией ^{7-9/}.

Завершена разработка, изготовление и наладка опытного образца дисплейного монитора на запоминающей электронно-лучевой трубке большого размера. Разработан быстродействующий арифметический процессор на микропроцессорных секциях, предназначенный для преобразования графических объектов. Создано программное обеспечение графического терминала **ИНТЕР-80** на ЭВМ **СМ-4** ^{10-11/}.

ЭКСПЛУАТАЦИЯ БАЗОВЫХ ЭЛЕКТРОННО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ МАШИН

ЭВМ	Годовой план (в час.)	Общее полезное время счета за год (в час.)	Среднесуточное полезное время счета за год (в час.)	Число пропущенных задач
ЕС-1060	5500	6167	18	70733 (265529*)
CDC-6500	7000	7386	21	182182 (15928*)
БЭСМ-6	6000	6900	20	60960 (21000*)

* Число задач, пропущенных с терминалов.

РАЗВИТИЕ МЕТОДОВ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭВМ НА ЛИНИИ С ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫМИ УСТАНОВКАМИ ОИЯИ

1. Создан новый вариант программ моделирования, распознавания и определения параметров событий, регистрируемых спектрометром БИС-2. Предложена и внедрена более точная математическая модель регистрации с равномерным распределением ошибок. Разработаны алгоритмы и создана программа определения параметров следов частиц, движущихся в тороидальном магнитном спектрометре с дрейфовыми камерами^{/12/}.

Получили развитие и включены в базовую библиотеку эксперимента NA-4 пакеты прикладных программ. На CDC-6500 поставлена новая версия графического пакета HPLOT. В рамках пакета HBOOK созданы и внедрены на ЭВМ ЕС-1060 программы фитирования статистических распределений с повышенной точностью. Подготовлены и внедрены на ЭВМ CDC-6500 и ЕС-1060 рабочие варианты новой версии системы ведения текстовых библиотек PATCHY.

2. Создано программное обеспечение и проведена наладка нового контроллера в системе съема информации с аппаратуры каналов вторичных пучков частиц синхротрона ЛВЭ. Подготовлен пакет программ для аналитического описания и расчетов на ЭВМ устройств съема и сжатия информации, разрабатываемых на базе алгебраической теории кодирования. Проведены сеансы измерений параметров пучка ускорителя КУТИ-20 по синхротронному и тормозному излучению с использованием программного обеспечения, подготовленного на ЭВМ М-6000. Созданы и опробованы различные варианты программного обеспечения системы измерения и стабилизации магнитного поля ускорителя СИЛУНД-20 с выдачей ин-

формации на экран дисплея. На ЭВМ MERA-60, управляющей функционированием кристалл-дифракционного спектрометра, получил развитие набор программ для экспериментов по изучению спектров различных веществ^{/13-14/}.

3. В библиотеку системы обработки спектров на ЭВМ БЭСМ-6 включен комплекс программ обработки γ -спектров для задач активационного анализа. Ведутся работы по адаптации этого комплекса на ЭВМ ЕС-1060. Завершено создание комплекса программ полного автоматического анализа двумерных дифракционных спектров с полосами перекрывающихся пиков. Завершены работы по адаптации на БЭСМ-6 и ЕС-1060 нового комплекса программ обработки спектров. В систему обработки спектров на БЭСМ-6 и ЕС-1060 включена информационно-справочная система, содержащая описания программ^{/15-16/}.

4. Разработан телевизионный датчик и электронная аппаратура телевизионной системы контроля (ТСК) стримерной камеры спектрометра ГИБС. Проведены испытания телевизионного датчика на макете стримерной камеры в ЛВЭ. Разработана электронная аппаратура ТСК установки ГИБС^{/17,18/}.

СОЗДАНИЕ И РАЗВИТИЕ АВТОМАТИЧЕСКИХ И ПОЛУАВТОМАТИЧЕСКИХ СИСТЕМ ОБРАБОТКИ КАМЕРНЫХ СНИМКОВ

1. Введена в эксплуатацию новая версия программного обеспечения системы фильтрации данных в реальном масштабе времени измерений на HPD, что позволяет сократить число этапов обработки камерных снимков. Разработана, отлажена и введена в эксплуатацию версия программного обеспечения,

дающая возможность измерения ионизации. Выполнены методические измерения событий с однометровой и двухметровой водородных камер в режиме фильтрации в реальном масштабе времени. Получило развитие программное обеспечение системы автоматического измерения снимков с установки МИС. Разработаны алгоритмы и созданы программы выделения событий по результатам фильтрации треков в режиме минимального управления ^{/19/}.

2. Создан программный комплекс для обработки снимков с установки РИСК на АЭЛТ-2/160. Реализована новая версия программного комплекса для измерения снимков со сложной топологией. Завершена комплексная наладка АЭЛТ-2/160 с управляющей ЭВМ СМ-4.

Выполнены работы по усовершенствованию и развитию второй очереди просмотрово-измерительной подсистемы БПС-75 + СМ-4 + РИСК. Проведена опытная эксплуатация второй очереди подсистемы. Получили развитие программы измерения, калибровки и тестирования проектора.

Завершены исследования электронных устройств опытного образца автоматизиро-

ванной системы обработки изображений в фотоэмульсиях с "Нейтринного детектора" ^{/20,21/}.

3. Проведена наладка опытного образца электронного блока программного автосопровождения прибора ПУОС-КАМАК. Выполнены работы по отладке и опробованию программного обеспечения системы ПУОС-САМЕТ + ЕС-1033 в рамках системы разделения времени.

Проведены методические измерения 5 тыс. событий α -эксперимента при 18 ГэВ/с на спиральном измерителе (СИ).

Завершены подготовительные работы по внедрению на СИ режима измерения событий, зарегистрированных в двухметровой пропановой камере. Пробные измерения показали, что разброс *master*-точек относительно оси трека возрастает не более чем на 10-15% по сравнению с аналогичной величиной для событий с водородной камерой ^{/23/}.

Выполнены работы по созданию на СИ 35-миллиметрового канала для измерения снимков с установки РИСК. Показано, что СИ целесообразно использовать для измерения событий с установки РИСК. Усовершен-



Дальнейшее развитие получили автоматические и полуавтоматические системы обработки камерных снимков. Три устройства ПУОС-САМЕТ, оснащенные терминалами, подключены к ЭВМ ЕС-1033.

ствована операционная система управления СИ, что позволяет начать работы по подключению СИ к ЭВМ ЕС-1060.

4. При помощи полуавтоматических устройств ПУОС-САМЕТ измерено 409 тыс. треков сложных событий на снимках с камер ЛВЭ и ЛЯП. На сканирующем автомате НРД обеспечен ресурс в объеме 2275 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 3200 часов для измерения снимков с установок МИС и РИСК.

СОЗДАНИЕ И РАЗВИТИЕ МЕТОДОВ И ПРОГРАММ ОБРАБОТКИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ

1. С целью повышения уровня автоматизации процесса обработки फिल्मовой информации создана и реализована на ЭВМ CDC-6500 устойчивая к внешним сбоям система математической обработки экспериментальных данных. Система обеспечивает автоматическую обработку событий по цепочкам программ с предварительным анализом полученных результатов. С помощью созданной системы программ выполняется массовая обработка событий ар-эксперимента. Разработан ряд программ, позволяющих заменить человека при выполнении операций, поддающихся алгоритмизации.

2. Развита метод многопараметрической регуляризации при решении линейных некорректных обратных задач в связи с кинематическим анализом процессов в физике высоких энергий и определением структурных функций адронов. Получили развитие методы теории билинейных динамических систем, а также их приложения в теории рассеяния при решении релятивистских квазипотенциальных уравнений /24/.

ИССЛЕДОВАНИЯ ПО РЕЛЯТИВИСТСКОЙ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКЕ И ФИЗИКЕ РЕЗОНАНСОВ

1. В рамках исследований кратных нуклон-нуклонных рассеяний во взаимодействиях протонов и альфа-частиц с ядрами при релятивистских энергиях выполнены измерения спектров протонов с импульсом 6 ГэВ/с, рассеянных на угол 139 мрад на яд-

рах водорода, дейтерия, углерода, меди и висмута, а также спектров вторичных частиц, испущенных во взаимодействиях альфа-частиц с импульсом 18 ГэВ/с с ядрами водорода, дейтерия и углерода. Предварительные результаты исследования спектров вторичных протонов и дейтронов, испущенных в реакциях $d + A \rightarrow p(d) + X$ под углом 139 мрад во взаимодействиях дейтронов с импульсом 9 ГэВ/с с ядрами водорода, дейтерия и углерода, доложены на XXII конференции по физике высоких энергий и состоят в следующем:

— спектр дейтронов от квазиупругого дейтрон-дейтронного рассеяния согласуется с расчетами, основанными на модели многократного рассеяния;

— при передачах импульса около $1,5 \text{ (ГэВ/с)}^2$ процессы когерентного мезообразования, в которых налетающий дейтрон остается в основном состоянии, идут с заметной вероятностью, что указывает на примесь шестикварковых конфигураций в дейтроне;

— спектры протонов от развала релятивистских дейтронов на ядрах измерены почти до кинематической границы их испускания. Теоретическая интерпретация этих данных может оказаться интересной для выяснения деталей поведения волновой функции дейтрона на малых расстояниях.

В состав детектирующей аппаратуры входной ветви магнитного спектрометра включены пропорциональные камеры на 1280 каналов (рис.1). Выполнена разработка формирователя с компенсацией времени распространения света в сцинтилляционном счетчике. Разработано и изготовлено устройство визуального контроля за временной привязкой аппаратуры спектрометра к выведенному пучку на синхрофазотроне ЛВЭ ОИЯИ /25-27/.

2. Продолжены работы по набору данных пр-взаимодействий с целью изучения экзотических резонансов. Измерено, проанализировано на ЭВМ и записано на ленту суммарных результатов (DST) 5 тыс. 5-лучевых событий при $P_0 = 5,10 \text{ ГэВ/с}$ и 3 тыс. 3-лучевых событий при $P_0 = 1,25 \text{ ГэВ/с}$. Получены указания на существование узкого дипионного резонанса с $M = (400 \div 410) \text{ МэВ/с}^2$ при изучении спектров эффективных масс $(\pi^+\pi^-)$ -комбинаций в реакциях $pp \rightarrow pp\pi^+\pi^-$ и $pp \rightarrow \pi^+\pi^-$. Проведена модификация программ геометрической реконструкции и идентификации каналов реакций на ЭВМ ЕС-1055.

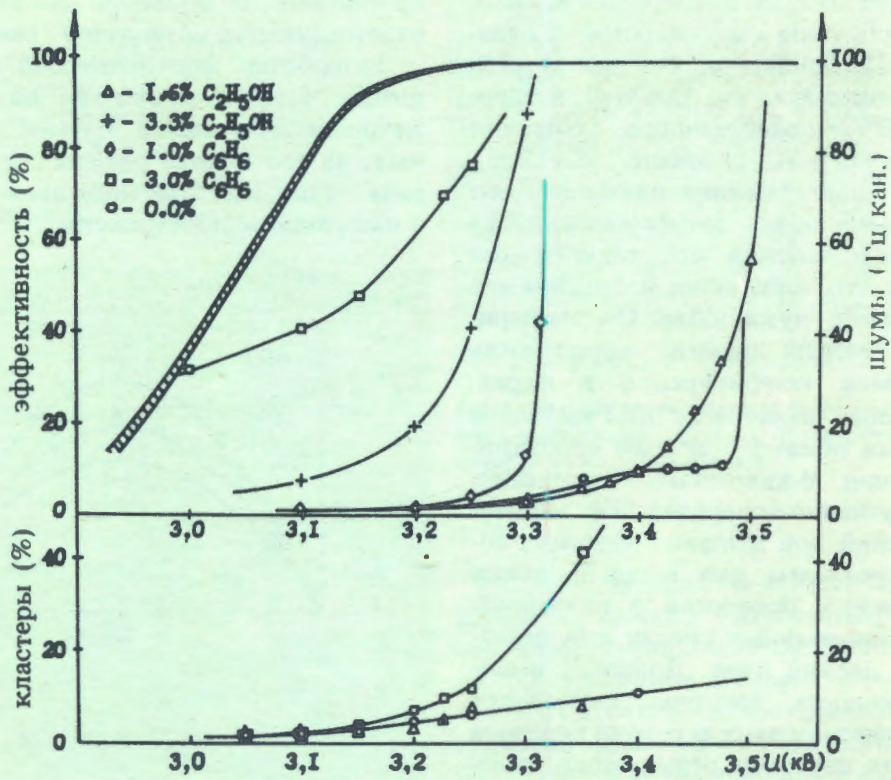


Рис.1. Эффективность, шумы и количество двойных кластеров в зависимости от напряжения при различных концентрациях этилового спирта и бензола в смеси $Ar + 30\% CO_2 + 0,2\%$ фреона - $13B_1$ ²⁵.

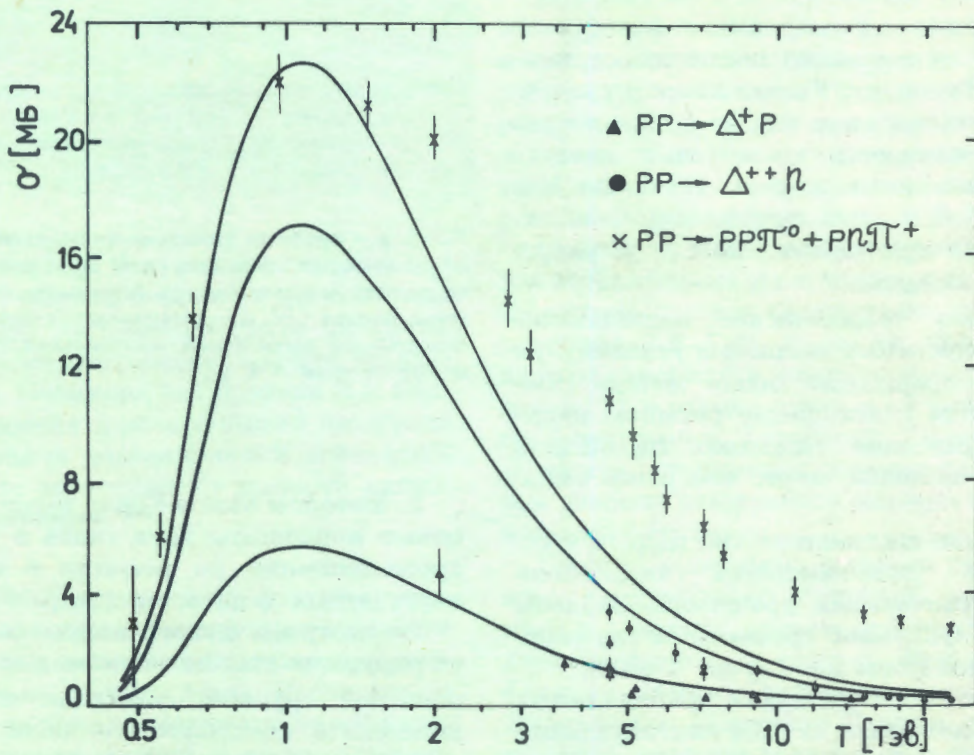


Рис.2. Сечения 3-частичных неупругих pp-взаимодействий с образованием Δ -резонанса в промежуточном состоянии. Точки — эксперимент, кривые — расчет в приближении модели однопионного обмена ²⁸.

3. Выполнен анализ экспериментальных данных по неупругим адрон-адронным взаимодействиям. Установлено, что при энергиях, больших нескольких сотен МэВ, в ядерных реакциях множественного рождения важную роль играет резонанс $\Delta(1236)$ (рис.2). Для моделирования влияния этого резонанса вычислены дифференциальные и интегральные сечения его образования в π -N- и N-N-столкновениях и сечения его взаимодействия с нуклонами. По экспериментальным данным оценена вероятность многокварковых конфигураций в ядрах. Путем модельных расчетов на ЭВМ выделена кинематическая область наиболее вероятного обнаружения 6-кварковых состояний. На основе каскадно-испарительной модели ядерных реакций при высоких энергиях создан пакет программ для моделирования ядерно-физических процессов в газообразных и конденсированных средах под действием пучков легких ядер. Доказана высокая эффективность методов случайного блуждания, используемых в теории переноса излучения, при изучении решеточных моделей теории поля^{/28,29/}.

РАЗРАБОТКА ПРИКЛАДНЫХ МЕТОДОВ ВЫЧИСЛЕНИЙ

1. Изучено суммирование интегралов Фурье как некорректно поставленная задача по А.Н.Тихонову. Указан класс регуляризирующих операторов для ее решения и доказана устойчивость относительно неточно заданных исходных данных. Показано, что методы обобщенного суммирования интегралов Фурье принадлежат классу регуляризирующих методов.

Проведено теоретическое исследование области допустимых начальных условий, при которых непрерывный аналог метода Ньютона сходится к исходному решению исследуемого уравнения. Показано, что область начальных значений шире, чем ранее считалось.

Разработан систематический подход к исследованию релятивистских квазипотенциальных радиальных уравнений. Найдены решения с нулевыми граничными значениями и решения Йоста для случая s-волн.

Выполнены исследования приближенных методов нахождения на ЭВМ континуальных интегралов по условной мере Винера. Доказана теорема, позволяющая свести нахождение интеграла с весом к интегрированию исходного функционала без веса. Построены

приближенные формулы для вычисления соответствующих интегралов (рис.3).

Разработан многосеточный алгоритм решения частной проблемы на собственные значения для класса матриц типа теплицевых, на его основе решена спектральная задача для квазипотенциальных уравнений в импульсном пространстве^{/30-34/}.

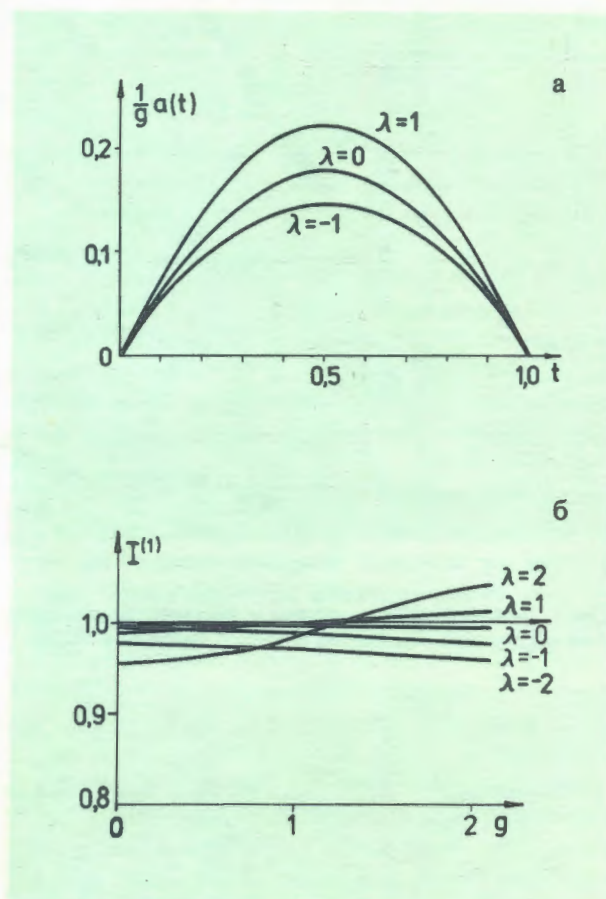


Рис.3. а — графики зависимости величины $(1/g)a(t)$ определяющей формулу для приближенного вычисления континуального интеграла по условной мере Винера^{/32/}, б — зависимость результатов приближенного вычисления континуального интеграла от параметров λ и g .

2. Методом Монте-Карло вычислены глюонные конденсаты двух типов в квантовой хромодинамике на решетке в отсутствие виртуальных фермионных пар^{/35/} (рис.4).

Рассмотрены специфические свойства интегрируемых систем с некомпактной калибровочной группой, связанные с наличием конденсата (бесконечного числа бозонов) в системе. Некомпактность группы позволила в едином подходе рассмотреть многомерные магнитные системы с различными типами взаимодействий в подрешетках.

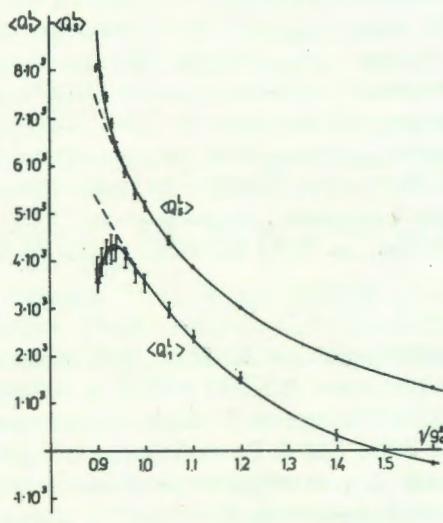
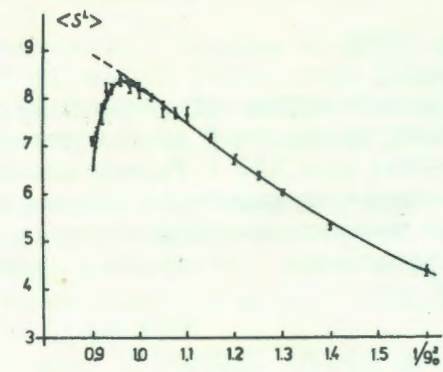


Рис.4. Результаты расчета матричных элементов глюонных конденсатов типа $\langle G^4 \rangle$ указывают на сильное нарушение гипотезы факторизации $\langle G^4 \rangle \sim \langle G^2 \rangle^2$ /35/.

Совместно с ЛТФ выполнены исследования систем с вырожденными лагранжианами. Доказано, что лагранжевы связи являются инвариантными соотношениями для уравнений Эйлера. Показано, что правила Л.Д.Фаддеева построения континуального интеграла с сингулярными лагранжианами справедливы при явно зависящих от времени калибровочных условиях /36/.

Разработаны алгоритмы, созданы программы и проведены исследования свойств неоднородных солитонов в рамках нелинейных моделей теории поля. Исследованы групповые свойства некоторых нелинейных эволюционных уравнений. Выполнен численный анализ дисперсии электромагнитных волн в волноводе, заполненном полупроводниковой плазмой (рис.5) /37/.

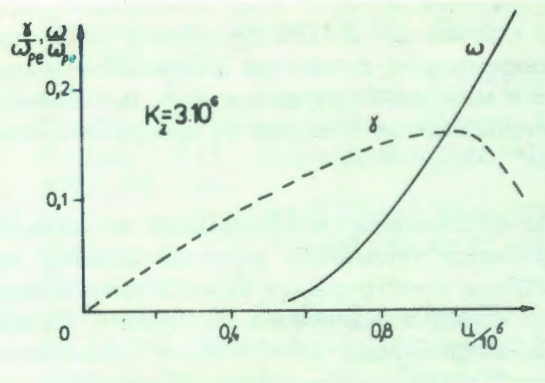


Рис.5. Зависимость частоты ω/ω_{pe} (сплошная линия) и инкремента γ/ω_{pe} от скорости U легких носителей в полупроводнике /37/.

3. Исследованы численные алгоритмы решения граничных интегральных уравнений, соответствующих задачам Дирихле и Неймана для уравнения Лапласа, в связи с задачами магнитостатики. Изучены спектральные свойства возникающих матричных операторов. Построен экономичный метод решения задач Дирихле и Неймана, использующий блочную структуру возникающих матриц. Проведены численные расчеты внешней задачи Неймана.

Изучены методы коррекции равновесной орбиты тяжелоионного синхротрона. Получено выражение для отклонения равновесной орбиты, позволяющее строить методы коррекции орбиты путем минимизации этого отклонения в различных нормах. Разработаны алгоритмы и программы для моделирования задачи коррекции орбиты на ЭВМ.

Проведено исследование влияния разбросов эффективных длин дипольных магнитов сверхпроводящего синхротрона на энергию протонов 1,5 ГэВ, а также эффективных длин и градиентов квадрупольных линз на поперечный размер пучка и расчетную частоту бетатронных колебаний. Показана возможность управления параметрами пучка при условии отдельного питания элементов магнитной системы.

Создана программа решения квазилинейного дивергентного уравнения магнитостатики в областях ступенчатой конфигурации (многосеточный алгоритм). Разработан эффективный метод решения внешней задачи Дирихле для уравнения Лапласа путем введения на внешней границе области искусственных краевых условий /38,39/.

Выполнены теоретические исследования по численным методам и проведены модель-

ные расчеты свойств ядер и ядерных реакций. Совместно с ЛТФ проведено численное моделирование движения флюксонов в системе с микронеоднородностями. Выполнены исследования по технологии программирования /40, 41/.

4. Проведены исследования в области разработки численных методов анализа нелинейных спектральных задач в математических моделях мюонного катализа и теории поля. Разработаны алгоритмы и выполнены численные исследования устойчивости и точек бифуркации статических связанных состояний флюксонов в модели джозефсоновского перехода с кольцевой микронеоднородностью (совместно с ЛТФ).

Предложены метод и алгоритм решения спектральных задач в двумерных областях сложной геометрии и создан пакет прикладных программ для расчета спектра колебаний в осесимметричных продольно-однородных резонаторах, волноводах и периодических ускоряющих структурах в режимах бегущих и стоячих волн. Создан пакет программ для расчета полей акустических волноводов. Выполнены исследования, разработаны алгоритмы и программы и проведены расчеты характеристик слабосвязанных колебательных состояний $dd\mu$ - и $dt\mu$ -мезомолекул с точностью 10^{-3} эВ, необходимой для вычисления скоростей резонансного образования мезомолекул и интерпретации результатов новых экспериментов /42-44/.

1. Создана первая очередь системы проектирования электронной аппаратуры на базе микро-ЭВМ типа ДВК-1. Разработана специализированная операционная система, позволяющая повысить производительность труда проектировщиков электронной аппаратуры /45/.

2. Созданы, документированы и переданы в опытную эксплуатацию системы программ АСУ, включая программы расчета на ЭВМ ЕС-1060 потребности в материальных ценностях в связи с выпуском электронных блоков Опытным производством ОИЯИ, а также программы анализа на ЭВМ БЭСМ-6 информации, касающейся научно-технических связей Института. Получили развитие операционные системы, применяемые для задач АСУ ОИЯИ, на ЭВМ ЕС-1060 и БЭСМ-6 /46/.

3. Завершены работы по созданию аппаратуры системы АЭЛИТА-ЕВА и начаты работы по комплексной наладке системы на линии с ЭВМ СМ-4. Разработаны комплексы программ для измерения снимков с полутоновой информацией. Создан дисплей-монитор с автономной памятью и высоким разрешением.

ЛИТЕРАТУРА *

1. Маканькин А.М. ОИЯИ, 11-84-168, Дубна, 1984.
2. Ломидзе О.Н., Сапожников А.П. ОИЯИ, 11-84-341, 11-84-343, Дубна, 1984; Ломидзе О.Н., Силин И.Н. ОИЯИ, 11-84-342, Дубна, 1984.
3. Заикин Н.С., Каданцев С.Г., Мазный Г.Л. ОИЯИ, 11-84-709, Дубна, 1984.
4. Каданцев С.Г. ОИЯИ, 11-84-710, Дубна, 1984.
5. Гончаков В.С., Кореньков В.В. ОИЯИ, 11-84-324, Дубна, 1984; Кореньков В.В. ОИЯИ, 11-84-316, 11-84-325, Дубна, 1984; Кореньков В.В., Семашко С.В. ОИЯИ, 11-84-362, Дубна, 1984.
6. Галактионов В.В. ОИЯИ, 11-84-627, 11-84-628, Дубна, 1984; Бавижев А.Д., Кореньков В.В. ОИЯИ, 11-84-344, Дубна, 1984; Мазепа Е.Ю., Фарисеев В.Я. ОИЯИ, 11-84-564, Дубна, 1984.
7. Гердт В.П., Жарков А.Ю. ОИЯИ, Р5-84-431, Дубна, 1984; Гердт В.П., Жарков А.Ю., Швачка А.Б. ОИЯИ, Р5-84-489, Е11-84-400, Дубна, 1984; Жарков А.Ю., Свинолупов С.И., Швачка А.Б. ОИЯИ, Р11-84-346, Дубна, 1984.
8. Елисеев В.П., Корняк В.В., Федорова Р.Н. ОИЯИ, 11-84-238, Дубна, 1984.
9. Тезисы докладов Всесоюзной конференции "Системы для аналитических преобразований в механике". Изд-во Горьковского госуниверситета. Горький, 1984, с.15, 52, 88, 115.

10. Leich A. JINR, E11-84-363, E11-84-364, Dubna, 1984.
11. Naumann B., Rudalics M. JINR, E11-84-74, E11-84-770, Dubna, 1984; Rudalics M., Voigt G. JINR, E11-84-656, Dubna, 1984.
12. Alev A.N. et al. JINR, E1-84-125, Dubna, 1984.
13. Гайдамака Р.И., Никитюк Н.М., Широков В.П. ОИЯИ, P10-84-841, Дубна, 1984.
14. Александров И.А. и др. ОИЯИ, P10-84-865, Дубна, 1984.
15. Мирчева Д. ОИЯИ, 10-84-613, Дубна, 1984.
16. Бутцева Г.Л. и др. ОИЯИ, 1-84-455, Дубна, 1984; Воробьева Н.Н. и др. ОИЯИ, 13-84-375, Дубна, 1984.
17. Дроздов В.А., Комов Г.М. ОИЯИ, 10-84-447, Дубна, 1984.
18. Bogdanova N. JINR, E11-84-512, Dubna, 1984; Киваев А.А. и др. ОИЯИ, 5-84-509, Дубна, 1984.
19. Abrosimov A.T. et al. JINR, E1-84-702, Dubna, 1984.
20. Баранчук М.К. и др. ОИЯИ, 10-84-670, Дубна, 1984; Куняев С.В., Ососков Г.А., Чернов Н.И. ОИЯИ, P10-84-553, Дубна, 1984.
21. Барашенкова Н.В. и др. ОИЯИ, 10-84-747, Дубна, 1984.
22. Dvurečenskiј A., Ososkov G.A. JINR, E5-84-701, Dubna, 1984; Dvurečenskiј A. JINR, E5-84-686, E5-84-702, Dubna, 1984
23. Ажмуханбетова Д.Ж. и др. ОИЯИ, 10-84-661, Дубна, 1984.
24. Ву Суан Минь. ДАН СССР, 1984, 276, №3; Sujan S. JINR, E5-84-623, E5-84-713, Dubna, 1984.
25. Ажгирей Л.С. и др. ОИЯИ, 13-84-652, 13-84-700, Дубна, 1984.
26. Акимов Г.Ф. и др. ОИЯИ, 13-84-308, Дубна, 1984; Azhgirej L.S. et al. Contr. to XXII Int. Conf. on High Energy Phys., Leipzig, 1984, p.884.
27. Slowinski B. et al. JINR, E1-84-418, Dubna, 1984.
28. Барашенков В.С., Костенко Б.Ф. ОИЯИ, 4-84-761, Дубна, 1984.
29. Амелин Н.С., Барашенков В.С., Славин Н.В. ОИЯИ, P2-82-369, Дубна, 1984; Барашенков В.С. и др. ОИЯИ, 2-84-391, Дубна, 1984.
30. Егикян Р.С., Жидков Е.П. ОИЯИ, P11-84-360, P11-84-361, Дубна, 1984.
31. Ву Суан Минь, Жидков Е.П., Кадышевский В.Г. ОИЯИ, P5-84-449, Дубна, 1984.
32. Жидков Е.П., Лобанов Ю.Ю., Сидорова О.В. ОИЯИ, P11-84-775, Дубна, 1984; Краткие сообщения ОИЯИ, №4-84, Дубна, 1984, с.28.
33. Жидков Е.П., Хоромский Б.Н. ОИЯИ, P11-84-740, Дубна, 1984; Жидков Е.П., Кирчев К.П. Сиб.матем.журн., 1984, XXV, №5, с.30.
34. Сердюкова С.И. ЖВМ и МФ, 1984, 24, №7; Сердюкова С.И. ОИЯИ, P5-84-47, P5-84-718, Дубна, 1984.
35. Makhaldiani N., Müller-Preussker M. JINR, E2-84-660, Dubna, 1984; Махалдиани Н.В., Мюллер-Пройскер М., Шмаков С.Ю. ОИЯИ, P2-84-302, Дубна, 1984.
36. Маханьков В.Г., Пашаев О.К., Сергеенков С.А. ОИЯИ, P2-84-513, Дубна, 1984; Makhankov V.G. et al. JINR, D17-84-407, p.43,81,84,85,86; Makhankov V.G., Fedyanin V.K. Phys.Rep., 1984, 104, p.1.
37. Makhankov V.G., Panova E.Yu., Shvachka A.B. JINR, E11-84-451, Dubna, 1984; Shvachka A.B. JINR, E11-84-495, Dubna, 1984; Алексов Е.Г., Иванов С.Т., Швачка А.Б. ОИЯИ, P11-84-592, P11-84-766, Дубна, 1984.
38. Жидков Е.П., Михайлов А.В., Федоров А.В. ОИЯИ, P11-84-61, Дубна, 1984; Борисовская З.В. и др. ОИЯИ, 9-84-522, Дубна, 1984.
39. Егоров А.В., Жидков Е.П., Хоромский Б.Н. ОИЯИ, P11-84-595, P11-85-596, Дубна, 1984.
40. Казача Г.С. ОИЯИ, P5-84-75, Дубна, 1984; Казача Г.С., Сердюкова С.И., Филиппов А.Т. ОИЯИ, P11-84-76, Дубна, 1984.
41. Горбенко В.Н., Зыкин Г.П., Корнейчук А.А. Тезисы докладов Всесоюзного семинара "Промышленная технология создания и применения программных средств". ИММ УНЦ, Свердловск, 1984.
42. Касчиев М.С. и др. Вариационно-разностные методы в математической физике. Изд-во АН СССР, М., 1984, с.130.; Касчиев М.С. и др. ОИЯИ, P9-84-641, Дубна, 1984, с.41; Gocheva A.D. et al. In: PANIC, Book of Abstracts. Heidelberg, 1984, vol.II, p.L37.
43. Трускова Н.Ф. ЖВМ и МФ, 1984, 24, с.1042.
44. Виницкий С.И. и др. ОИЯИ, P4-84-642, Дубна, 1984.
45. Пахомов В.Л., Черненко Н.В. ОИЯИ, 11-84-861, Дубна, 1984.
46. Ершов А.М. ОИЯИ, 10-84-746, Дубна, 1984.

* Цитируются избранные работы.

ОТДЕЛ

НОВЫХ МЕТОДОВ УСКОРЕНИЯ

Усилия коллектива Отдела новых методов ускорения были направлены на создание коллективного ускорителя тяжелых ионов КУТИ-20, методические разработки для исследования высокоионизированных атомов

и ядро-ядерных взаимодействий, создание мюонного спектрометра "Нейтринного детектора", работы, связанные с созданием ускорительно-накопительного комплекса (УНК).

ЗАПУСК ГОЛОВНОЙ ЧАСТИ КУТИ-20

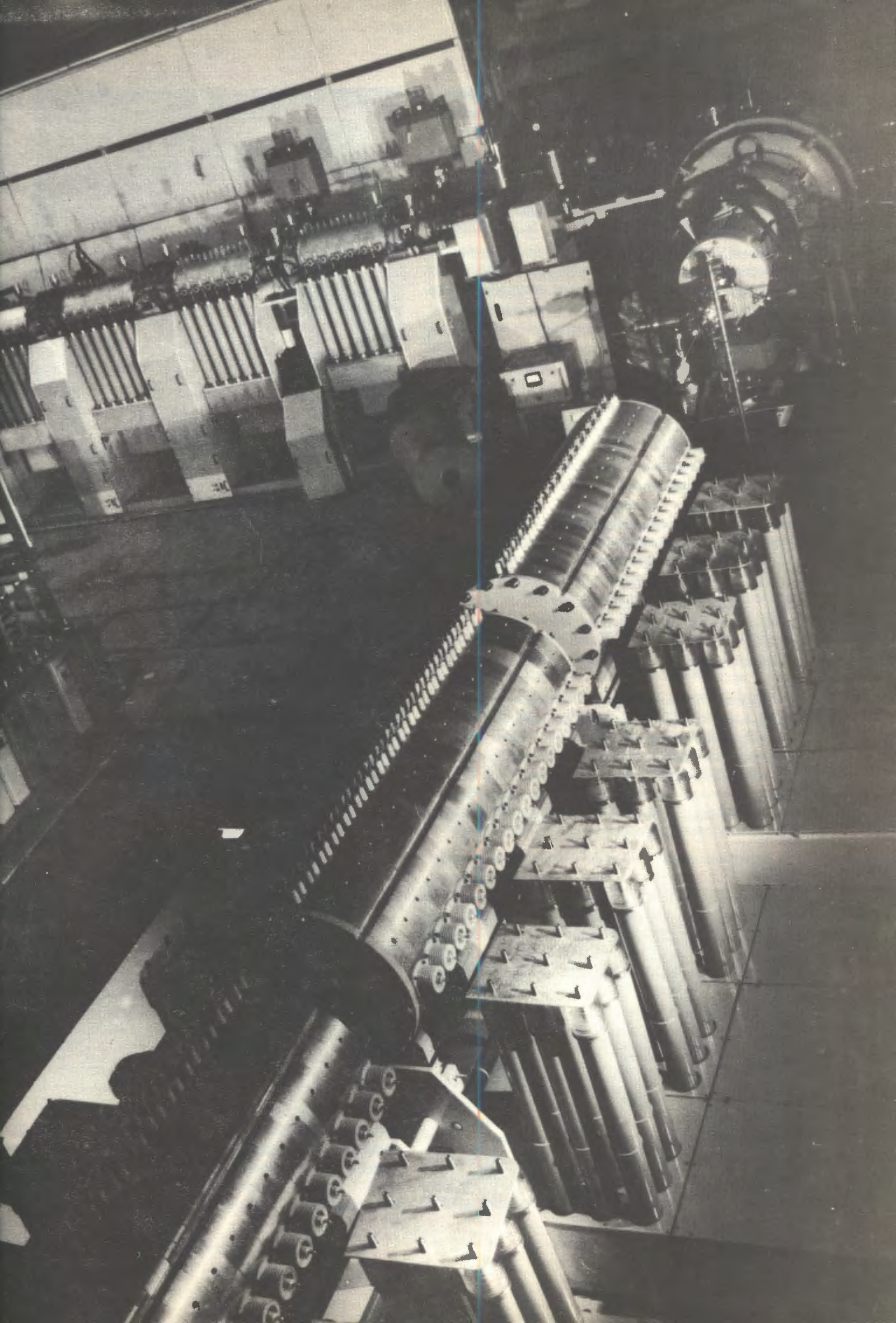
По программе запуска головной части КУТИ-20 проведены дополнительные исследования характеристик пучка СИЛУНДа-20, определяющих величину инжектируемого тока в адгезатор и стабильность параметров инжектируемого пучка. Для выявления связей различных параметров и закономерностей формирования пучка была создана интерактивная автоматизированная система на базе микро-ЭВМ МЕРА-60-10 и мини-ЭВМ СМ-4 и использован пакет программ СМГРАФОР. Исследования показали, что в основном нестабильность характеристик определяется когерентным смещением пучка в ускорительном тракте и связанной с ним нестабильностью когерентного угла пучка на выходе из соленоидального магнитного поля. Для стабилизации инжектируемого в адгезатор пучка необходимо уменьшить нестабильность магнитного поля и энергии пучка до величины $\pm 0,05\%$ ^{1/}. С этой целью была разработана и введена в действие с соответствующим программным обеспечением система стабилизации зарядного напряжения модуляторов СИЛУНДа-20, позволившая уменьшить амплитудную нестабильность импульсов ускоряющего напряжения до

$\pm 0,03\%$. Проводились работы по созданию системы стабилизации магнитных полей ускорителя. По результатам проведенных исследований произведена модернизация канала транспортировки пучка из СИЛУНДа-20 в адгезатор, что позволило увеличить амплитуду инжектируемого тока до 300 А.

Изучение режимов захвата пучка в адгезатор показало, что интенсивность устойчивого захвата ограничивается в основном параметрами импульса генератора корректора. После создания и ввода в действие нового генератора корректора^{2/} интенсивность захваченного пучка увеличена до $(0,5 \div 1,0) \cdot 10^{13/3/}$.

Для уменьшения потерь частиц при сжатии электронных колец разработана схема регулировки формы тока первой ступени сжатия. Магнитная система адгезатора обеспечивает формирование электронных колец с параметрами: $R = 4,2 \div 4,5$ см; $a_{r,z} \approx 2 \div 3$ мм, $N_e = (5 \div 6) \cdot 10^{12/3/}$.

Общий вид головной части КУТИ-20 и первой очереди ЛУЭК.



Инжекция тяжелых ионов в электронное кольцо может быть эффективна, если давление остаточного газа в камере адгезатора не превышает $(2\div 5) \cdot 10^{-9}$ Торр. С целью повышения эффективности вакуумной системы разработана методика очистки камеры адгезатора с помощью тлеющего разряда. Получен предельный вакуум $5 \cdot 10^{-9}$ Торр.

Измерение параметров электронно-ионного кольца в магнитной ускоряющей системе адгезатора и "очищенного" от электронов кольцевого потока ионов производилось аналогично тому, как это делалось на прототипе КУТИ. Большие и малые размеры электронного кольца, а также его положение относительно оси системы измерялись по автографу, высвечиваемому электронами на сцинтилляторе. Продольная скорость кольца, а следовательно, и энергия ионов, захваченных в кольцо, определялась по азимутальной протяженности автографа после пролета кольцом специальных поглощающих пластин. Радиальный профиль "очищенного" пучка ионов, траектория ионного потока на выходе из области с продольным магнитным полем и заряд ускоренных ионов оценивались с помощью ламельного датчика с радиально расположенными электродами. Наличие ускоренных ионов дополнительно контролировалось активационной методикой.

Первые эксперименты с ионным пучком показали, что энергия ионов, измеренная по расширению ионного кольца при выходе из магнитного поля, составляет $2,4 \pm 0,5$ МэВ/нуклон; интенсивность ионов в импульсе — $(2\div 4) \cdot 10^{10}$. Эти результаты подтверждаются и с помощью других методик.

Комплексный запуск головной части КУТИ-20 осуществляется с использованием многомашинной системы управления, реализующей функции сбора и отображения информации и контроля параметров ускорителя. Система построена на базе мини-ЭВМ СМ-4, микро-ЭВМ "Электроника-60" и аппаратуры КАМАК. Программное обеспечение центральной машины СМ-4 построено с использованием стандартных возможностей операционной системы RSX-11M. Программное обеспечение периферийных модулей загружается из центральной машины.

Для настройки ускорителя и оптимизации режимов создана и сдана в эксплуатацию базовая система программно-технических средств многомашинного комплекса ("Электроника-125", "Электроника-60",



На базе мини- и микро-ЭВМ создан универсальный модуль пульта управления КУТИ-20, реализующий функции сбора, отображения информации и контроля параметров ускорителя.

СМ-3) автоматизаций научных исследований. На СМ-3 создано системное и прикладное программное обеспечение для проведения измерений и обработки результатов, полученных с комплекса диагностической аппаратуры КУТИ-20. Сдан в эксплуатацию терминальный узел ОНМУ на базе микро-ЭВМ КМ-001, обеспечивающий одновременную работу трех терминалов с ЭВМ CDC-6500^{4/} ЦВК ОИЯИ.

НОВЫЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ РАЗРАБОТКИ

УСТАНОВКА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЫСОКОЗАРЯДНЫХ ИОНОВ

КУТИ-20 является источником высокозарядных тяжелых ионов. Для исследования его характеристик нужны, в частности, приборы, позволяющие определять степень ионизации ионной компоненты электронно-ионного кольца. Кроме того, адгезатор КУТИ может быть источником для спектроскопических исследований высокозарядных тяжелых ионов. Для проведения этих исследований создан и введен в эксплуатацию автоматизированный кристалл-дифракционный спектрометр (КДС) в геометрии Иоганссона^{5/}. Принцип измерения энергии

излучения (E) основан на законе Вульфа-Брэгга: $2d \sin \theta = n(hc/E)$, где d — постоянная решетки кристалла-анализатора, θ — угол между плоскостью и падающим лучом, n — порядок отражения. Механико-оптическая система осуществляет поворот кристалла и точную юстировку входной и детекторной диафрагм в диапазоне углов $8^\circ \leq \theta \leq 70^\circ$. Шаг поворота кристалла шаговым двигателем составляет $0,15''$. Для измерения угла поворота кристалла разработан лазерный интерферометр с минимальным шагом измерения $0,01''$. Управление спектрометром и анализ результатов измерений осуществляется с помощью ЭВМ МЭРА 60/30.

При экспериментальной проверке работоспособности КДС с кристаллом-анализатором SiO_2 , ориентированным по кристаллографической плоскости 1340, было установлено, что точность повторяемости углового масштаба составляла $\Delta\theta \leq 2''$. Энергетическое разрешение для $K_{\alpha 1}$ -линии меди (8,0478 кэВ) в первом порядке отражения составило $4,6 \pm 0,2$ эВ. Проведен анализ спектра рентгеновской трубки с молибденовым анодом в трех порядках отражения (рис.1).

По оценкам установка может обеспечить разрешение, достаточное для разделения K-линий соседних зарядовых состояний при степени ионизации $I \geq Z/2$ для $Z \geq 30$.

ЧЕРЕНКОВСКИЙ СПЕКТРОМЕТР ЗАРЯДОВ И ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ РЕЛЯТИВИСТСКИХ ЯДЕРНЫХ ФРАГМЕНТОВ

Продолжены эксперименты в пучках релятивистских ядер на установке ¹⁶⁷, созданной на основе предложенного в ОИЯИ метода исследования ядро-ядерных взаимодействий с изменением заряда. Принципиальной частью установки (рис.2) является "живая" мишень-детектор из 40 черенковских счетчиков с радиаторами из плексигласа толщиной по пучку 5,2 мм и фотоумножителями типа ФЭУ-84. По оси пучка счетчики расположены с шагом 6 мм, в перпендикулярной плоскости они развернуты веером с шагом $25,7^\circ$ и периодом 180° , образуя чувствительную область диаметром 20 мм. Интенсивность черенковского света релятивистского фрагмента (РФ) пропорциональна квадрату заряда фрагмента. Свет в радиаторе испытывает

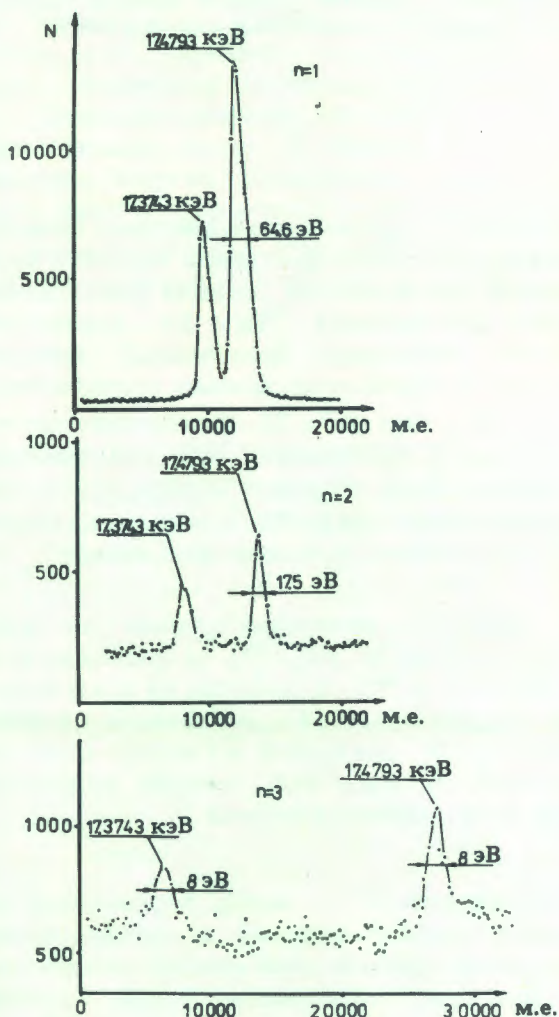


Рис.1. Спектр $K_{\alpha 1}$ и $K_{\alpha 2}$ линий молибдена в порядках отражения $n=1, 2, 3$. По оси x — угол в единицах шагового двигателя (м.е.); по оси y — количество событий (N).

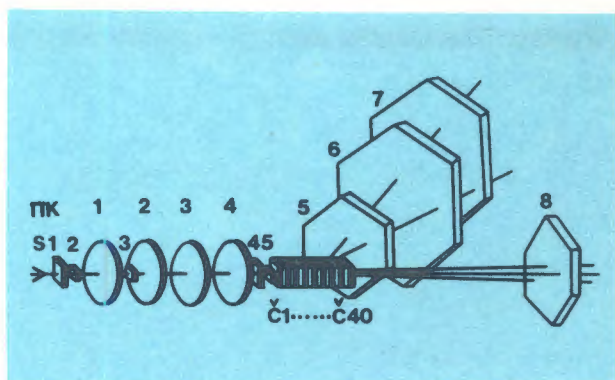


Рис.2. Схема экспериментальной установки для исследования ядро-ядерных взаимодействий: С1-С40 — "живая" мишень-детектор; ПК1-ПК8 — трехкоординатные пропорциональные камеры; S1-S5 — триггерные сцинтилляционные счетчики.

полное внутреннее отражение, если отклонение фрагмента с импульсом 4,2 ГэВ/с от оси пучка не превышает $\pm 2,5^\circ$. Полное внутреннее отражение света создает условия для полного сбора фотонов черенковского излучения фрагментов на фотокатоде ФЭУ, обеспечивая оптимальное зарядовое разрешение счетчиков.

Мишень-детектор окружена трехкоординатными пропорциональными камерами ПК1-ПК8 с малым количеством вещества, которые измеряют с высокой эффективностью (рис.3) координаты и углы пучковых ядер и вторичных частиц.

Измерения проведены на пучках ускоренных ядер углерода, кислорода, фтора, неона и магния. Эффективность разделения нормальных фрагментов с пробегом более 3,5 см иллюстрируется рис.4. Видно, что выделяются фрагменты до бора включительно. Характерной особенностью спектров является сдвиг максимумов распределений вправо относительно квадрата заряда фрагмента на $1 \div 9$ единиц. Сдвиг увеличивается с приближением к точке рождения фрагмента и с уменьшением его заряда Z . Это объясняется тем, что старший фрагмент (с наибольшим зарядом) сопровождается, в основном, однозарядными быстрыми частицами, которых тем больше, чем больше изменение заряда

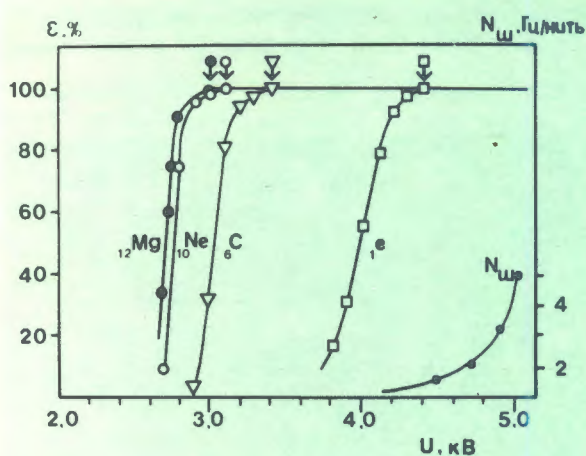


Рис.3. Эффективность регистрации ϵ ядер Mg, Ne, C и электронов и шумы камеры $N_{ш}$ в зависимости от высокого напряжения U камеры. Стрелками обозначены начало плато для соответствующего заряда.

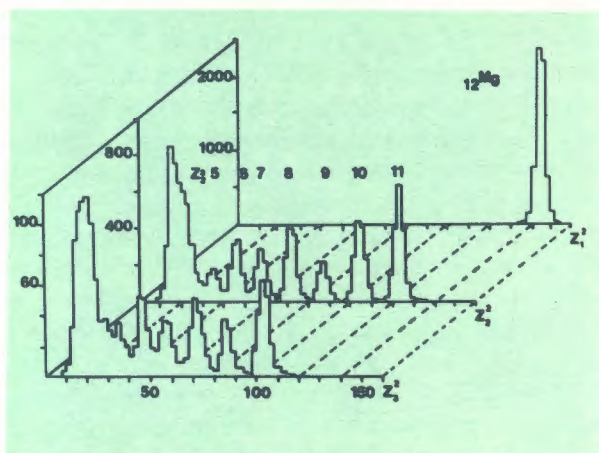


Рис.4. Амплитудные распределения, полученные с черенковских счетчиков (в единицах квадрата заряда) для ^{24}Mg (Z_1^2) и его фрагментов с пробегом более 3,5 см второго (Z_2^2) и третьего (Z_3^2) поколений. Цифрами указаны значения зарядов фрагментов Z (соответствие каждому пику).

пучкового ядра во взаимодействии. Доминирование старшего фрагмента является интересной особенностью реакции расщепления ядра. Для процесса $^{24}\text{Mg} = \text{B} + \dots$ существует много зарядовых комбинаций, которые могли бы полностью размыть соответствующий бору пик $Z^2 = 25$. В действительности (см. рис.4) наблюдается лишь медленное нарастание фона сопровождающих частиц при уменьшении заряда РФ и только в области $Z < 5$ выделить фрагмент невозможно.

Результаты измерения средних длин ядерного пробега λ РФ ^{24}Mg и пучковых ядер ^{24}Mg , ^{16}O и ^{12}C в мишени из плексигласа ($\text{C}_5\text{H}_8\text{O}_2$) с $\rho = 1,18 \text{ г/см}^3$ вместе с вероятностями W различных по заряду (без разделения по изотопам) каналов фрагментации представлены в таблице ^{17/}.

Зависимости от заряда вероятности каналов ядерных реакций и средней длины ядерного пробега фрагментов согласуются с данными, полученными при энергии 2 ГэВ/нуклон на ускорителе в Беркли. Средняя длина пробега λ ядерных фрагментов с зарядом Z в плексигласе для взаимодействий, в которых заряд фрагмента изменяется на величину $\Delta Z \geq 1$, показана на рис.5 и удовлетворительно аппроксимируется формулой $\lambda = 52 \cdot Z^{-0,57}$ (точность

Ядро	^{24}Mg	^{16}O	^{12}C				
λ (мм)	126 ± 2	157 ± 6	188 ± 7				
Фрагменты	Na	Ne	F	O	N	C	$Z \leq 5$
λ (мм)	130 ± 6	133 ± 8	136 ± 8	155 ± 7	157 ± 5	177 ± 7	—
W (%)	$10,6 \pm 0,5$	$10,0 \pm 0,5$	$4,9 \pm 0,4$	$9,9 \pm 0,7$	$8,1 \pm 0,6$	$9,1 \pm 0,7$	$47,4 \pm 1,4$

аппроксимации 2,5% в диапазоне $Z = 6 \div 26$, отклонение для фрагментов азота может быть объяснено изотопным составом).

Вероятности фрагментации ^{24}Mg в изотопы элементов с нечетными значениями Z (фтор, азот) подавлены по сравнению с четными элементами (углерод, кислород, неон). Подобное явление наблюдается и для фрагментации ионов в области нерелятивистских энергий. Качественно закономерность выхода фрагментов в реакции с релятивистскими ионами ^{24}Mg совпадает с предсказаниями модели Лукьянова и Титова.

Исследованы взаимодействия релятивистских фрагментов магния в интервале пробегов $0,5 \leq \ell \leq 3$ см, в котором группой Фридлиндера (США) в 1983 году было обнаружено аномальное взаимодействие. Показано^{/8/}, что среди старших по заряду фрагментов ($9 \leq Z \leq 11$) доля аномалонов с пробегом $\lambda_a \sim 1$ см, импульсом $p \geq 2$ ГэВ/с и поперечным импульсом, соответствующим углам $\leq 2,5^\circ$, не превышает 2% (рис.6). Метод исследования ядро-ядерных взаимодействий с изменением заряда обеспечивает точность оценки вклада аномальных взаимодействий с $\lambda_a = 1$ см лучше 2%.

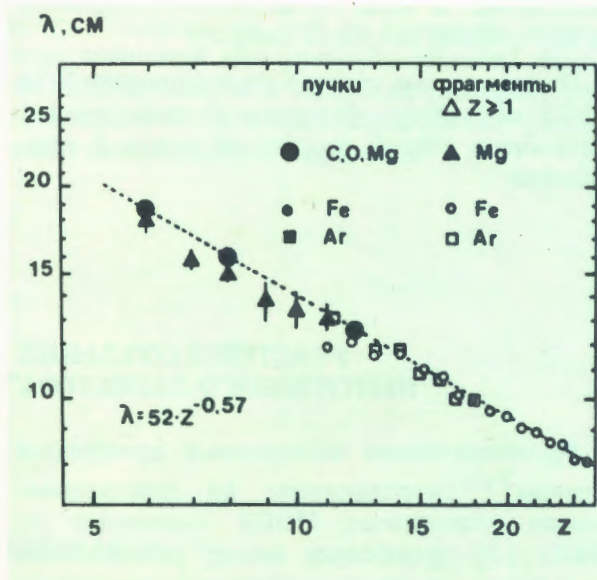


Рис.5. Зависимость средней длины пробега λ пучковых ядер и ядерных фрагментов от заряда Z . Данные для Fe, Ar и их фрагментов взяты из работы: Symons T.J.M. et al. Phys.Rev.Lett., 1984, 52, p.982.

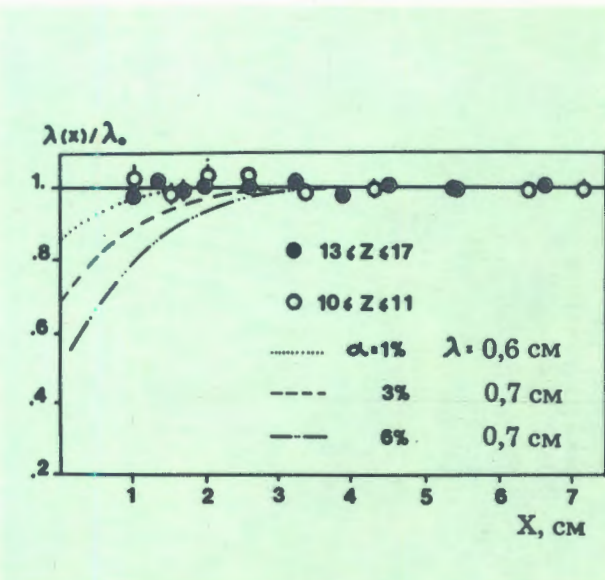


Рис.6. Зависимость относительной длины свободного пробега $\lambda(x)/\lambda_0$ от расстояния x до точки взаимодействия. ● — данные из работы: Stevenson J.D. et al. Phys.Rev.Lett., 1984, 52, p.515; ○ — данные^{/8/}. Приведены также расчетные зависимости содержания аномальной компоненты α от разной длины пробега λ .

КООРДИНАТНЫЙ ДЕТЕКТОР НА ОСНОВЕ ПРОПОРЦИОНАЛЬНЫХ КАМЕР

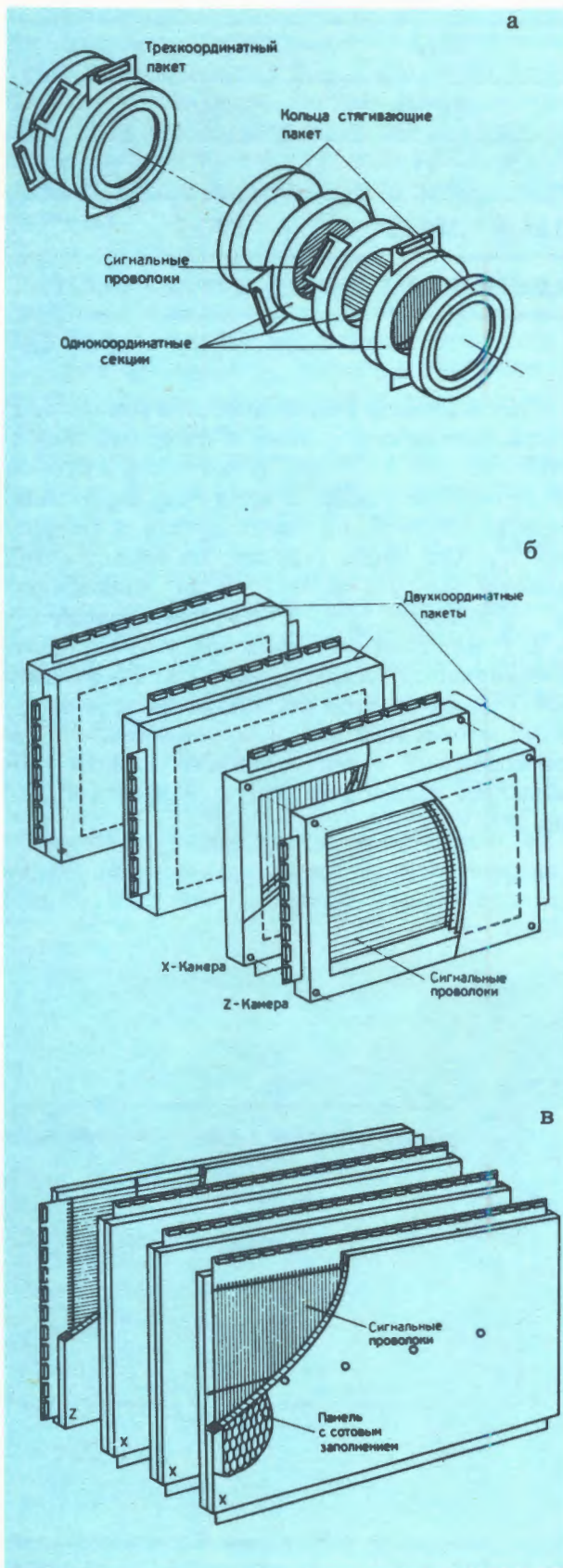


Рис.7. Пропорциональные камеры для установки СИГМА: а — трехкоординатные пучковые камеры; б — камеры с малым количеством вещества по пучку; в — панельные камеры.

Завершен ввод в эксплуатацию координатного детектора на основе пропорциональных камер для установки СИГМА-АЯКС в ИФВЭ (Протвино) с общим количеством проволок $8200^{9/}$. Детектор представляет собой функционально замкнутую систему, включающую пропорциональные камеры, регистрирующую электронику, расположенную на камерах, электронику управления считыванием, низковольтное питание для регистрирующей электроники и высоковольтное для камер. В детекторе использовано три типа пропорциональных камер. Два трехкоординатных пакета (рис.7а) пучковых камер имеют шаг сигнальной плоскости 1 мм. Диаметр чувствительной области 64 мм. Три двухкоординатных пакета (рис.7б) пропорциональных камер имеют шаг сигнальной плоскости 2 мм и чувствительную область размером $896 \times 1280 \text{ мм}^2$. Высоковольтные электроды выполнены из натянутой тонкой алюминиевой фольги. Газовый объем ограничен лавсановой пленкой. Четыре панельные камеры (рис.7в) имеют шаг сигнальной плоскости 2 мм. Размер чувствительной области $2816 \times 1408 \text{ мм}^2$. Механической основой каждой камеры служат две диэлектрические панели с сотовым заполнением. Высоковольтные электроды выполнены в виде проводящего покрытия на внутренних сторонах панелей.

Проведен ряд сеансов на ускорителе У-70 ИФВЭ по набору физической информации. Записано в общей сложности около 1 млн. событий.

УЧАСТИЕ В СОЗДАНИИ "НЕЙТРИННОГО ДЕТЕКТОРА"

Предварительно испытанные дрейфовые камеры^{10/} смонтированы на нейтринном канале ускорителя ИФВЭ совместно со СНЭО (36 дрейфовых камер установлены в зазорах дисковых магнитов мюонного спектрометра), и проведен запуск на линии с ЭВМ СМ-4 электроники считывания информации из мюонной части установки с использованием источника питания крейтов, изготовленных в ИФВЭ. Создано необходимое программное обеспечение. Параметры

электроники считывания информации соответствуют проектным. Созданная система питания камерной электроники мюонной части спектрометра имеет полезную мощность ~1 кВт. Для оснащения мишенной части установки продолжалось испытание дрейфовых камер и изготовление соответствующей электроники.

УЧАСТИЕ В ПРОВЕДЕНИИ ЭКСПЕРИМЕНТА NA-4 В ЦЕРНЕ

Продолжался набор экспериментальных данных в сеансах работы установки NA-4 на пучке мюонов разных энергий по программе исследования процесса глубоководного рассеяния мюонов на мишенях (H_2 , D_2 , N_2 , Fe). На магнитные ленты записано 23,6 миллиона событий при энергиях мюонов 100, 120 и 200 ГэВ. Большой объем работ проделан по поддержанию аппаратуры координатного детектора в рабочем состоянии и по обеспечению набора экспериментальных данных. В течение года восстановлено 13 пропорциональных камер тороидального спектрометра и 2 камеры фронтальной части. Большая часть сеансов проходила при повышенной интенсивности пучка мюонов вплоть до $(5-6) \cdot 10^7$ частиц/сброс. В этих условиях исследовалась работа гексагональных камер фронтальной части спектрометра, которые стоят в прямом пучке. Установлено, что со временем возрастает темновой ток центральной зоны камеры, подвергающейся наиболее сильному облучению пучком, и предложен способ устранения нежелательного эффекта.

Эффективность камер тороидального спектрометра была на прежнем уровне $(98 \pm 1)\%$ по всей длине спектрометра, эффективность гексагональных камер фронтальной части несколько ниже — $(95 \pm 1)\%$.

РАБОТЫ, СВЯЗАННЫЕ С СОЗДАНИЕМ УНК

На основе полученных на стендах и моделях экспериментальных данных разработана инженерная методика расчета гидравлического сопротивления горизонтальных каналов при движении по ним двухфазного гелия в адиабатических условиях с требуемыми параметрами. Разработана методика и создан прибор, позволившие с точностью менее 10% измерять истинное объемное паросодержание двухфазного потока гелия. Проведен анализ тепловых режимов цепочки магнитов УНК и показаны пути оптимизации конструкции сверхпроводящих магнитов^{11/}. Разработан, создан и прошел вакуумные и криогенные испытания криостат с каналами, обогреваемыми прозрачной токопроводящей пленкой окиси олова, что позволит проводить исследования режимов течения двухфазного гелия при тепловых нагрузках до 1000 Вт/м^2 .

Произведена контрольная наладка смонтированной в ИФВЭ ВЧ-станции мощностью 100 кВт на частоте 200 МГц для У-70 — инжектора УНК, результаты которой свидетельствуют о готовности ВЧ-станции к проведению дальнейших работ по созданию системы перестройки частоты для УНК^{12/}.

ЛИТЕРАТУРА *

1. Долбилов Г.В. и др. ОИЯИ, Р9-84-631, Дубна, 1984.
2. Долбилов Г.В., Петров В.А., Фатеев А.А. ОИЯИ, Р13-84-824, Дубна, 1984.
3. Александров В.С. и др. 9 Всесоюзное совещание по ускорителям заряженных частиц. Аннотации докладов. ОИЯИ, Р9-84-641, Дубна, 1984, с.130.
4. Лебедев Н.И. и др. ОИЯИ, 11-84-867, Дубна, 1984.
5. Вагнер В. и др. В сб.: Краткие сообщения ОИЯИ, №6-85, Дубна, 1985, с.46.
6. Вереш И. и др. В сб.: Краткие сообщения ОИЯИ, №4-84, Дубна, 1984, с.10.

7. Голутвин И.А. и др. В сб.: Краткие сообщения ОИЯИ, №5-84, Дубна, 1984, с.8.
8. Kuznetsov A.A. XXII Int.Conf. on High Energy Phys. Leipzig, 1984, vol. 1, p.341; Datochov A.A. et al. XXII Int.Conf. on High Energy Phys. Leipzig, 1984, contr. paper 820, vol.2, p.368.
9. Баталин В.А. и др. ОИЯИ, 13-84-833, Дубна, 1984.
10. Барабаш Л.С. и др. Материалы V Рабочего совещания по нейтринному детектору ИФВЭ-ОИЯИ. ОИЯИ, Д1,2-84-332, Дубна, 1984, с.108, 112.
11. Сон Зун Ган, Филиппов Ю.П., Зинченко С.И. 9 Всесоюзное совещание по ускорителям заряженных частиц. Аннотации докладов. ОИЯИ, Р9-84-641, Дубна, 1984, с.88.
12. Васильев В.А. и др. 9 Всесоюзное совещание по ускорителям заряженных частиц. Аннотации докладов. ОИЯИ, Р9-84-641, Дубна, 1984, с.170.

* Цитируются избранные работы.

**ОБЩЕИНСТИТУТСКИЕ
СЛУЖБЫ**



Отдел радиационной безопасности и радиационных исследований

Деятельность Отдела радиационной безопасности и радиационных исследований была направлена на обеспечение группового и индивидуального дозиметрического контроля (ИДК) сотрудников Института на рабочих местах и в окружающей среде, разработку и внедрение новых средств ИДК, а также на проведение исследований в области дозиметрии и физики защиты на существующих и проектируемых ядерно-физических установках 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 мощности до 2 МВт,
- синхрофазотроне в режимах ускорения протонов и релятивистских ядер,
- циклотронах У-200, У-300, У-400 в режимах ускорения ионов с энергиями несколько МэВ на нуклон,
- микротроне МТ-22,
- прототипе КУТИ-20, СИЛУНД-20 и ЛИУ-3000,
- электростатическом генераторе ЭГ-5,
- при проведении работ с радиоактивными веществами и другими источниками ионизирующих излучений.

К концу 1984 г. на индивидуальном дозиметрическом контроле в ОИЯИ состояло 2342 человека. Годовая доза облучения сотрудников Института, работающих в радиационно вредных условиях труда, не превысила 13 мЗв (1,5 бэр), что ниже регламентированной величины. Доза облучения в окру-

жающей среде от ядерно-физических установок Института составляет пренебрежимо малую величину по сравнению с природной дозой радиации.

На основании результатов изучения радиационной обстановки на реакторе ИБР-2 изменены радиационные зоны в технологических помещениях, что позволило организовать обслуживание оборудования, находящегося в этих помещениях, при работе реактора. Внедрены в практику термолюминесцентные детекторы индивидуального дозиметрического контроля производства СССР в качестве аварийных дозиметров. Продолжалась метрологическая аттестация средств ИДК; в качестве образцовых аттестованы "всеволоновой" счетчик ОВС-3М и многошаровой дозиметр нейтронов. Завершены экспериментальные исследования энергетической зависимости некоторых используемых в ОИЯИ дозиметров нейтронов.

В области радиационных исследований измерены по методу времени пролета спектры нейтронов толстой медной мишени при бомбардировке ядрами углерода с энергией 3,65 ГэВ/нуклон под углами 71 и 105°^{1/1}. Рассчитаны и экспериментально определены чувствительности к быстрым нейтронам ОСЛ-детекторов с водородсодержащим радиатором^{2/} и различных комбинаций термолюминесцентных детекторов с радиаторами^{3/}. Проведены сравнения рассчитанных значений тормозной способности и сечений замедления ионов с энергиями до 1,5 МэВ/а.е.м. с экспериментальными данными^{4/}. Получены сравнительные дозиметрические характеристики некоторых типов термолюминесцентных детекторов на основе фтористого лития^{5/}.

ЛИТЕРАТУРА *

1. Алейников В.Е., Солодилов А.В., Тимошенко Г.Н. 9 Всесоюзное совещание по ускорителям заряженных частиц. Аннотации докладов. ОИЯИ, Р9-84-641, Дубна, 1984, с.163.
2. Fellingner J., Henniger J., Hübner K. JINR, E16-83-879, Dubna, 1983.
3. Fellingner J., Henniger J., Hübner K. JINR, E16-83-800, Dubna, 1983.
4. Хеннигер Ю., Хо Ги Хон, Вагнер В. ОИЯИ, 6-84-598, Дубна, 1984.
5. Касканов Г.Я., Комочков М.М. ПТЭ, 1984, №4, с.74.

* Цитируются избранные работы.

Опытное производство

В 1984 году Опытное производство выполнило большое количество заказов лабораторий и подразделений Института на различное оборудование для создания новых базовых и экспериментальных установок и объектов капитального строительства.

По заказам Лаборатории высоких энергий было изготовлено 42 секции криогенной откачки по программе модернизации синхрофазотрона, завершено изготовление узлов сверхпроводящего синхротрона. Изготовлен верхний полюс магнита СП-41; начаты работы по изготовлению криостата дипольного сверхпроводящего магнита для проекта "Нуклотрон".

Для Лаборатории ядерных проблем было закончено изготовление блока барабанов углеродного замедлителя и узлов протонного канала установки "Ф" — фазотрона ОИЯИ (магнит МС-4, камеры к магнитам ОМ-1 и СП-024, вакуум-провод, комплект камер и заглушек), изготовлена оптическая ферма и завершено изготовление ярма электромагнита вершинного детектора.

Лаборатория ядерных реакций получила в 1984 году 7 высоковакуумных откачных агрегатов, 2 электромагнита СП-184, комплект рам для машинного зала, комплект вакуумной арматуры, 500 защитных блоков из борированного полиэтилена и узлы установки ЛИДИА.

По заказам Лаборатории нейтронной физики были изготовлены 56 корпусов индукторов ЛИУ-30, алюминиевый диск однодискового прерывателя, узлы подвижного отражателя ИБР-2.

Для Отдела новых методов ускорения изготовлено 3 ускоряющих секции ЛУЭК-20,



Дальнейшее развитие получила основная производственная база Института. — Опытное производство ОИЯИ. Завершено строительство здания №11 общей площадью более 8 тыс. квадратных метров. На снимках: слесарно-сварочный участок; гальванический участок.

Монтаж большого карусельного станка SKJ T63-140 производства ЧССР проведен совместно советскими и чехословацкими специалистами.

36 дрейфовых камер "Нейтринного детектора" и 10 комплектов систем их крепления.

Лаборатории и подразделения Института в 1984 году получили около 1500 радиоэлектронных блоков в стандарте КАМАК, более 130 крейтов с источниками питания и вентиляторами, более 400 различных источников питания, около 100 стоек и стоек-шкафов, более 850 ячеек и шасси для блоков, около 6500 дм² плат печатного монтажа и другую стандартную аппаратуру.

В 1984 году Опытное производство — основная производственная база Института — сделало значительный шаг в развитии своих производственных и технологических возможностей:

— Завершено строительство здания №11, и коллектив Опытного производства приступил к освоению технологического оборудования на лакокрасочном и гальваническом участках и станции нейтрализации. В результате освоения улучшится качество отделочных работ изделий ОП, уменьшится загрязнение окружающей среды вредными веществами.

— Приобретено и в основном смонтировано оборудование для модернизации участка печатных плат, начато его освоение. Внедрение новой технологии изготовления печатных плат в сочетании с автоматизированным изготовлением фотошаблонов и перфолент для сверления отверстий позволит существенно повысить насыщенность монтажа и качество печатных плат, сократит сроки их изготовления.

— Смонтирован и сдан в эксплуатацию большой карусельный станок SKJ T63-140 в здании №5 (ЛЯП), с помощью которого уже в 1985 году планируется изготовление ряда крупногабаритных изделий для лабораторий Института.



Участок для изготовления больших дрейфовых камер (2x4 м) "Нейтринного детектора".

— Совершенствовалась технология изготовления проволочных детекторов, что позволило в 1984 году наладить серийное производство больших дрейфовых камер (2x4 м) для "Нейтринного детектора". Ведется сооружение помещений для размещения производства стримерных трубчатых детекторов установки ДЕЛФИ.

— Начиная со второй половины 1984 года ведется опытная эксплуатация подсистемы

АСУ-"Снабжение". Значительное количество учетно-отчетной документации и оперативной информации службы снабжения и организации производства ОП получают с помощью ЭВМ.

— Завершена подготовка к переходу на оперативное планирование и диспетчеризацию производства на базе диспетчерского пульта, который позволит повысить ритmicность и полнее использовать производственные мощности.

**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 1984 года по международному научно-техническому сотрудничеству:

— проведены совместные исследования по 111 темам с научными центрами стран-участниц и 24 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 420 специалистов, в другие страны — 54 специалиста ОИЯИ;

— для выполнения совместных работ, обмена опытом и консультаций из стран-участниц (кроме СССР) принято 1163 специалиста, из научных центров других стран и международных организаций — 111 специалистов;

— проведены 4 крупных международных конференции, а также 36 научных и научно-организационных совещаний.

СОТРУДНИЧЕСТВО С НАУЧНЫМИ ЦЕНТРАМИ СТРАН-УЧАСТНИЦ ОИЯИ

Научная программа ОИЯИ выполняется в рамках широкого международного сотрудничества, и в первую очередь — с более чем 200 научными организациями стран-участниц. Этим в значительной степени обусловлены успехи Института в 1984 году в области теоретической и экспериментальной физики, в развитии ускорительной и вычислительной техники, научно-прикладных исследований.

Активное научно-техническое сотрудничество осуществляется с институтами Совет-

ского Союза, в частности, с Институтом физики высоких энергий (Протвино). В 1984 г. в ИФВЭ работали экспериментальные установки ОИЯИ: БИС-2, "Людмила", "Гиперон", "Поляриметр-2", РИСК, "Позитроний-2", СКА. Они отработали на пучках ускорителя У-70 более 40% времени, выделяемого на научную программу. В соответствии с проблемно-тематическим планом в ИФВЭ велись работы по монтажу новых установок МИС-2 и "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 9 пунктах научно-тематического плана лаборатории, которые объединяют усилия более 200 ученых. Это физики из ведущих научных центров НРБ, ВНР, СРВ, ГДР, МНР, ПНР, СРР и ЧССР.

Совместно с учеными НРБ проведены исследования по изучению нелинейных интегрируемых уравнений в теории релятивистской струны, исследование аналитических свойств моделей бинарных реакций распадов мезонов в модели с четырехкварковым взаимодействием, изучение моделей теории поля на решетке, получены новые результаты по суперсимметричным теориям и квантовой теории поля с фундаментальной длиной. Продолжены работы по изучению основных закономерностей фрагментации малоквазичастичных компонент волновых функций ядерных состояний, по исследованию многокварковой структуры ядер.

Ученые ВНР участвуют в решении задачи трех тел, в исследованиях по трехчастичной модели пион-ядерного взаимодействия.

Активное сотрудничество проводит ЛТФ с учеными ГДР. Совместные исследования направлены на изучение моделей квантовой теории поля и квантовой хромодинамики. Традиционным направлением здесь является изучение киральных моделей квантовой теории поля. Проводятся исследования возбуждения гигантских резонансов в сложных ядрах, коллективных состояний с высоким спином, многокварковых систем в адрон-ядерных столкновениях. Ведется разработка методов описания глубоконеупругих столкновений тяжелых ионов.

Многолетнее сотрудничество связывает лабораторию с теоретиками ЧССР. В прошедшем году проведены исследования по теории поля с фундаментальной длиной, по нелокальной модели кварков, изучению механизма взаимодействия мезонов с ядрами и теории высокоспиновых состояний в атомных ядрах.

Работы ученых из стран-участниц по этим направлениям, опубликованные более чем в 120 научных работах, способствуют закреплению приоритета ОИЯИ в важнейших направлениях теоретической физики.

Лаборатория высоких энергий. Широкая кооперация лаборатории с научно-исследовательскими организациями стран-участниц ОИЯИ проводилась практически по всем направлениям проблемно-тематического плана на 1984 год. 21 научная тема ЛВЭ выполнялась в сотрудничестве с 101 организацией 10 социалистических стран. Объединенными группами ученых проведен ряд фундаментальных исследований на ускорителях ОИЯИ, ИФВЭ, ЦЕРН. Результаты этих исследований представлены более чем в 140 публикациях и в виде 69 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 странных частиц и нейтральных пионов в центральных и кумулятивных взаимодействиях протонов, ядер гелия, лития, неона и магния с водородом и танталом.

В экспериментах на установке БИС-2 в ИФВЭ (Протвино) совместно с учеными из НРБ, ВНР, ГДР, СРВ, СССР и ЧССР установлены зависимости сечения рождения оча-

рованного лямбда-бариона от атомного номера ядра-мишени, получены указания на существование асимметрии его распада, изучены свойства нового аномально узкого барионного резонанса. В ЦИФИ ВАН сделан опытный образец трехкоординатной пропорциональной камеры для этой установки.

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" в сотрудничестве ученых из НРБ, ГДР, ПНР и СССР обнаружено, что сечение перезарядки ядер гелия-3 в тритий определяется механизмом, приводящим к возбуждению дельта-изобары в ядре-мишени при существенной роли коллективных ядерных эффектов. Специалисты ЦЛАНП БАН внесли большой вклад в развитие технических средств установки. С их помощью информация с установки стала выдаваться на двух дополнительных цветных дисплеях, а также на цветном графопостроителе; представлен в пользование модуль памяти для связи с ЭВМ ЕС-1010; выполнены соответствующие работы по программному обеспечению. В ЦИЯИ (Россендорф) изготовлены модули годоскопа и макет монитора больших интенсивностей пучков, которые успешно испытаны на синхрофазотроне.

В совместных с учеными МНР, ПНР, СРР, ЧССР и СССР экспериментах по поиску аномалонов закончены просмотр, измерения и анализ данных в столкновениях неона-22 с ядрами фотоэмульсии. Результаты опубликованы и доложены на международных конференциях.

В создании новой электронной аппаратуры и средств вычислительной техники успешно сотрудничают институты всех стран-участниц. Совместно с ТУ (Дрезден) и ЦИИРИ (Лейпциг) осуществлен перевод программ сбора и обработки экспериментальных данных с ЭВМ ЕС-1040 на ЭВМ ЕС-1055, разработана унифицированная система программ приема данных с экспериментов ДИСК и ГИБС для ЕС ЭВМ. Совместно с ИЯФ (Пхеньян) создана аппаратура для сбора данных на установке "Резонанс".

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 СПИН и начаты наладочные работы в теплом варианте.

Лаборатория ядерных проблем. Международное научно-техническое сотрудничество проводится по 30 темам проблемно-тематического плана научно-исследовательских работ с 44 институтами и организациями стран-участниц ОИЯИ в области физики высоких, средних и низких энергий.

В исследованиях, проводимых на установке РИСК, участвуют ученые НРБ, ВНР, ГДР, ПНР, ЧССР и СССР. В 1984 году основные усилия коллаборации были направлены на обработку экспериментальной filmовой информации. В ней приняли активное участие специалисты ИЯИЯЭ БАН (София), ЦИФИ ВАН (Будапешт), ИФВЭ АН ГДР (Цойтен), Варшавского университета, ФИ ЧСАН и Карлова университета (Прага).

Для установки "Нейтронный детектор" в ЦИФИ ВАН разработан и испытан управляемый источник высокого напряжения для вершинного детектора, в ИФВЭ (Цойтен) завершено изготовление детектора электронов и гамма-квантов.

В ИЯФ (Краков) изготовлены 4 сигнальные плоскости дрейфовых камер, а в ИЭФ САН* (Кошице) завершаются работы по изготовлению специальных процессоров (арифметических и логических) для большой буферной памяти установок "Гиперон".

Для экспериментов по программе ЯСНАПП в ИЯИ ВАН разработан и испытан спектрометрический усилитель (сигнал-процессор), велась работа по созданию бета-спектрометра типа "мини-апелсин". В рамках этой темы польские и монгольские специалисты участвовали в экспериментах на ускорителе ЛИЯФ (Гатчина), в теоретических расчетах и обработке экспериментальной информации.

Для исследований на мезонных пучках установки "Ф" — фазотрона ОИЯИ в Техническом университете (Дрезден) изготовлены спектрометрический усилитель, предусилитель с высоким временным разрешением и четыре аналоговых блока, в ИФЯТ (Бухарест) начато моделирование камеры деления, работающей в лавинном режиме.

В ИЯИЯЭ БАН и Софийском университете велась работа по совершенствованию технологии изготовления полупроводниковых детекторов путем внедрения ионов примеси в образцы, изготовленные в ОИЯИ. В Люблинском университете (ПНР) проводились исследования свойств защитных пленок, а также параметров внедренной приме-

си в зависимости от режимов отжига для изготовления в ОИЯИ полупроводниковых детекторов рентгеновского и гамма-излучения.

Лаборатория ядерных реакций. 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. Специалистами Болгарии проводится непосредственное измерение альфа-активности образцов на высокочувствительных ионизационных камерах в НРБ, создается новый термоионизационный источник для масс-спектрометра ЛИДИА.

Совместно с ЦИИРИ АН ГДР (Лейпциг) введен в действие лазерный источник для этой установки. В ИЯИ (Сверк) велась разработка и создание пропорциональных счетчиков нейтронов.

Для экспериментов по измерению зарядовых радиусов и ядерных моментов ядер институты ЧССР поставили лаборатории все оптические системы (наборы линз, зеркал) для транспортировки лазерного излучения, а также спектрометр для измерения и калибровки длины волны оптического излучения. В этих работах принимают активное участие сотрудники ИЯИЯЭ БАН, университета (Улан-Батор) и специалисты КНДР.

В рамках сотрудничества по синтезу и изучению характеристик радиоактивного распада изотопов трансфермиевых элементов начаты первые эксперименты на двухплечевом времяпролетном спектрометре ДЭМАС. Многие узлы этой установки (лавинные счетчики, позиционно-чувствительные ионизационные камеры, стартовые детекторы и др.) были изготовлены в ЦИИИ АН ГДР. В ИЯИ (Сверк) изготовлены позиционно-чувствительные полупроводниковые детекторы, в ИЯИЯЭ БАН проводились испытания детекторов гамма-излучения.

Продолжалось сотрудничество с ИЯИ ВАН. В лаборатории на пучке циклотрона У-300 успешно работает запущенный в 1982 году электростатический спектрометр ЭСА-21, являющийся уникальной физической установкой, предназначенной для получения информации о механизме столкновения многозарядных ионов с атомами.

В совместных работах по созданию и совершенствованию автоматизированных систем циклотрона У-400 принимают участие специалисты ЦИФИ ВАН и ВТА ВАН, ЦИИИ

АН ГДР, университета (Варшава) и ИЯИ (Сверк).

Сотрудники лаборатории оказали содействие и консультации при создании в странах-участницах базовых установок: циклотрона У-250 и микротрона в НРБ, малогабаритного изохронного циклотрона (ВНР), микротрона МТ-17 (СРВ), микротрона МТ-22 (ЧССР).

Лаборатория нейтронной физики. Сотрудничество осуществляется с 90 институтами стран-участниц ОИЯИ. Формы сотрудничества — представление образцов, отдельных элементов экспериментальных установок и приборов, обработка экспериментальных результатов и подготовка публикаций.

В ядерно-физических исследованиях с медленными нейтронами и изучении фундаментальных свойств нейтронов наиболее активное участие принимают ученые НРБ и ЧССР. В ИЯИЭ БАН создается детекторная и электронная аппаратура спектрометра для исследований осколков деления урана-235, в Пловдивском университете изготовлена ионизационная камера, которая используется в экспериментах по обнаружению эффектов несохранения пространственной четности. Для установки по изучению гамма-квантов в реакции деления ядер в ФИ ЦЭФИ (Братислава) разработаны и изготовлены основные узлы камеры деления. На реакторе ИЯИ (Прага) проведены совместные исследования реакции (n, γ) и (n, α) на самарии-149.

В реализации научной программы по исследованию свойств конденсированных сред с помощью импульсных источников нейтронов принимают участие специалисты НРБ, ВНР, СРВ, ГДР, КНДР, МНР, ПНР, СРР, СССР и ЧССР. На спектрометре КОРА при участии ЦИФИ ВАН и ИФТТ АН СССР завершено исследование фазовых диаграмм аморфных форм жидких кристаллов. Успешно продолжается сотрудничество с ВТШ (Магдебург) в работах по созданию спектрометра поляризованных нейтронов СПН-1 и с ЦИЯИ (Россендорф) по созданию спектрометра для текстурных исследований. До 70% механических узлов обоих спектрометров изготовлены в ГДР. В исследованиях по динамике молекулярных кристаллов участвуют специалисты ИЯФ (Краков), Краковского университета и университета в Познани (ПНР), ИК АН СССР. ИЯФ поставил в лабораторию металлоконструкции для установки 160 метров вакуумного зеркально-

го нейтроновода. Специалисты ИРД и ПИ (Прага) и ИЯИ (Сверк) по разработанной методике провели метрологические измерения радиационного поля медико-биологического канала ИБР-2.

Лаборатория вычислительной техники и автоматизации. В 1984 году лаборатория вела сотрудничество с научно-исследовательскими организациями стран-участниц ОИЯИ по 24 темам проблемно-тематического плана научно-исследовательских работ и международного сотрудничества.

Успешно выполнялась одна из главных задач ЛВТА — развитие и эффективное использование Центрального вычислительного комплекса. Совместно с ЦИЯИ (Россендорф) были проведены работы по созданию и развитию программ сбора и обработки статистической информации о качестве работы оборудования, а также ресурсах, потребляемых пользователями ЭВМ. Введены в эксплуатацию первые варианты программ, контролирующих работу с информационными массивами (файлами) пользователей, доступ к ним и т.п. В ОИЯИ из ЦИИРИ (Лейпциг) передан пакет программ из общего математического обеспечения ЕС ЭВМ для работы с арифметикой произвольной точности, из ВТШ (Карл-Маркс-Штадт) получена и внедрена на ЕС ЭВМ ЛИСП-система. С участием НИЦ РОБОТРОН (ГДР) велась разработка мощной графической системы. Изготовлены: опытный образец графического монитора на запоминающей ЭЛТ, комплекс электронных блоков управляющей микропроцессорной системы; микропрограммируемый арифметический процессор. НИЦ РОБОТРОН обеспечил поставку значительной части комплектующих изделий. В ИФП ЧСАН выполнена разработка алгоритма и создана на его основе программа для аналитического построения на ЭВМ явного вида системы дифференциальных уравнений.

В области создания и развития автоматизированных систем регистрации и обработки изображений существенный вклад в разработку и испытание на макете стримерной камеры телевизионного датчика внесли специалисты НИЦ комбината К.Цейс (Йена), которые изготовили и передали ЛВТА ряд оптических узлов. Широкое сотрудничество в создании аппаратуры для БПС осуществлялось с ЦИФИ ВАН (Будапешт) и ИЯИЭ БАН (София), на базе приборов ПУОС-САМЕТ — с ИМ АН МНР (Улан-Батор), ИЭФ САН (Кошице) и ФИ ЧСАН (Прага), скани-

рующей системы АЭЛТ-2/160 — с ИФВЭ АН ГДР (Цойтен), ЦИФИ ВАН (Будапешт) и ИИИТ САН (Братислава).

В рамках проблемы создания и развития программных средств для экспериментов на линии с ЭВМ Технический университет (Будапешт) передал ОИЯИ комплекс программ для обработки гамма-спектров для целей активационного анализа. С участием сотрудников ЦИФИ ВАН создан новый вариант программ сбора данных и контроля спектрометра БИС-2.

Лабораторией традиционно проводятся исследования по методам решения некоторых задач математической физики. Совместно с Институтом математики БАН подготовлен научный обзор об устойчивости уединенных волн. Специалистами ИФП ЧСАН (Прага) разработан алгоритм и создана программа для исследования динамики взаимодействия солитонов в рамках уравнения Кортевега-де Вриза. В исследованиях по этой тематике принимают также участие ученые ВНР, СРВ, ГДР, КНДР, Кубы, МНР, ПНР и СРР. В исследованиях по релятивистской ядерной физике на установке МАСПИК-2 большой вклад внесли специалисты ПНР.

Для опытов по созданию системы криогенного обеспечения магнитов УНК (ИФВЭ, СССР) в ИЯИЯЭ БАН (София) изготовлен умножитель частоты для сверхпроводящего резонатора. Совместно с ЭИ САН (Братислава) и ТУ (Дрезден) проведены работы, направленные на создание элементов тепловой модели сверхпроводящего магнита УНК.

Отдел новых методов ускорения. В 1984 году отдел вел сотрудничество по 6 темам с 10 научными центрами НРБ, ВНР, ГДР, СРР и ЧССР.

Наиболее активно осуществлялось сотрудничество на главном направлении работ ОНМУ — создании коллективного ускорителя КУТИ-20. Так, в Техническом университете (Дрезден) изготовлен стенд для исследования вакуумных свойств металлов, создан ряд систем и узлов с целью повышения электрической и механической надежности адгезатора. В ЦИЯИ (Россендорф) проведена модернизация аппаратуры для диагностики электрон-ионных колец. В ЦИФ (Бухарест) проведено облучение ионами азота и серы мишеней из сапфира, определены абсолютные выходы разных каналов реакций, что позволяет измерять энергию и интенсивность ускоренных на КУТИ-20 ионов.

В 1984 году ОИЯИ организовал четыре крупные международные встречи ученых: Совещание по проблемам квантовой теории поля, Семинар по проблемам физики высоких энергий, Семинар по избранным проблемам статистической механики и Школу молодых ученых по проблемам ускорителей заряженных частиц.

VII Международное совещание по проблемам квантовой теории поля проходило с 21 по 25 апреля в Алуште. В работе совещания приняли участие около 120 ученых из стран-участниц Института, а также Великобритании, Нидерландов и Швейцарии. В рамках основной программы было заслушано и обсуждено более 60 докладов, из которых 11 носили обзорный характер. В ходе совещания обсуждались наиболее актуальные проблемы современной теории поля: математические проблемы квантовой теории поля и квантовой статистики, калибровочные теории и КХД, объединенные теории, киральные теории и модели кварковой структуры адронов, аксиоматический подход в квантовой теории поля, а также избранные вопросы теории гравитации.

В центре внимания VII Международного семинара по проблемам физики высоких энергий, проведенного в Дубне с 19 по 23 июня, были мультикварковые взаимодействия и квантовая хромодинамика; значительный интерес вызвали как общие вопросы теории, так и модели, особенно модели, тесно связанные с экспериментом. В семинаре приняли участие около 200 представителей более 60 научных центров из 15 стран, в том числе США, ФРГ, Великобритании, Японии, Норвегии, Португалии. Было заслушано и обсуждено 89 докладов и сообщений.

С 22 по 26 августа в Дубне проходил III Международный симпозиум по избранным проблемам статистической механики. На симпозиуме обсуждались проблемы фазовых переходов и критических явлений, вопросы кинетической теории, модельного подхода и математических методов статистической механики, теории нелинейных процессов в конденсированных средах, теории солитонов, смежных проблем квантовой теории поля, релятивистской ядерной физики и статистической механики. В работе симпозиума приняли участие 120 специалистов, в том числе 37 — из ОИЯИ, 71 — из стран-участниц ОИЯИ, 12 ученых представляли научные центры Австралии, Великобри-



XII Международный семинар по проблемам физики высоких энергий проходил в Дубне с 19 по 23 июня 1984 г. Основной темой семинара была кварковая структура ядер и экзотические многокварковые состояния ядерной материи. В работе семинара приняли участие более 200 ученых, представляющих 64 научных центра из 15 стран мира.

тании, Дании, Испании, Италии, Нидерландов, США и Франции. На пленарных заседаниях и заседаниях двух секций (статистической механики и теории солитонов) было зачитано 82 доклада.

Международная школа молодых ученых по проблемам ускорителей заряженных частиц, прошедшая в Дубне с 11 по 20 сентября, собрала около 90 участников. Научная программа школы включала в себя лекции по проблемам ускорения тяжелых ионов, которые прочли ведущие специалисты социалистических стран, а также Бельгии и ФРГ.

В Объединенном институте стало традиционным проведение рабочих совещаний по отдельным научным направлениям и методическим разработкам. Таких совещаний



в 1984 году проведено 16. Впервые проведено Рабочее совещание по исследованиям конденсированных сред на реакторе ИБР-2, в котором приняли участие более 50 специалистов. На совещании было сделано около 30 докладов и сообщений. Рабочее совещание по экспериментам на пучках тяжелых ионов циклотрона У-400 состоялось в Варне (НРБ). Кроме того, ОИЯИ провел 20 научно-организационных совещаний.

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

В 1984 году дирекция ОИЯИ направила свои делегации и отдельных специалистов на 91 конференцию, проводившуюся в странах-участницах Института. Участие делегаций ОИЯИ в работе конференций позволило достойно представить на них научные достижения ученых Института, закрепить приоритет ОИЯИ в отдельных экспериментальных и теоретических исследованиях, познакомиться с новыми научными идеями и современной экспериментальной методикой, а также оценить тенденции в развитии различных областей науки.

Наиболее представительным было участие Объединенного института в XXII Международной конференции по физике высоких энергий в Лейпциге (ГДР), на которую были представлены раппортерский и обзорный доклады, а также несколько оригинальных сообщений.

Доклады, представленные на Международном симпозиуме по ядерной спектроскопии в Дебрецене (ВНР), продемонстрировали достижения ОИЯИ в исследованиях

ядерной структуры в реакциях с легкими и тяжелыми ионами. В работе симпозиума приняли участие около 130 специалистов, в том числе 8 из ОИЯИ. Представитель Института входил также в состав Международного комитета советников этого симпозиума.

Сотрудники Института участвовали в IX Европейской конференции по космическим лучам (Кошице, ЧССР), в Международном симпозиуме по возбужденным состояниям ядер (Лодзь, ПНР), в Международной конференции по численным методам и приложениям (София, НРБ).

Около 300 ученых и специалистов ОИЯИ выезжали на международные и национальные конференции, проводившиеся в Советском Союзе. Это — Всесоюзное совещание по ядерной спектроскопии и структуре атомного ядра в Алма-Ате, Всесоюзный семинар "Черенковские детекторы и их применение в науке и технике" в Москве, IX Европейская конференция по проблеме нескольких тел в Тбилиси, Школа по физике тяжелых ионов в Ужгороде и другие.

Специалисты Объединенного института приняли участие в 22 конференциях в странах, не являющихся членами ОИЯИ, в том числе в X Международной конференции по



С 13 по 22 сентября 1984 года в Ужгороде проходила Всесоюзная школа-семинар по физике тяжелых ионов, организованная ИЯИ АН УССР. Активное участие в работе школы приняла представительная делегация ученых и специалистов ОИЯИ.

циклотронам и их применению (Ист-Лансинг, США), Семинаре по перспективам физики высоких энергий (Токио), Международной конференции по криогенной технике (Хельсинки), X Международной конференции по частицам и ядрам (Гейдельберг, ФРГ).

Участие в конференциях позволяет, наряду с принятием рациональных практических решений, более точно и правильно наметить основные стратегические линии развития теоретических и экспериментальных исследований в ОИЯИ.

ЭКСКУРСИИ В ОИЯИ

В 1984 году в Объединенном институте ядерных исследований было принято 98



В июле 1984 года Дубну посетили Чрезвычайный и Полномочный Посол ЧССР в СССР М.Завадил и посол Индии в СССР, иностранный член АН СССР Нурул Хасан, которые побывали в лабораториях ОИЯИ и ознакомились с ведущимися в Институте исследованиями. На снимках: посол ЧССР в Лаборатории высоких энергий (снимок сверху); посол Индии в Лаборатории нейтронной физики (снимок внизу).

экскурсионных групп общей численностью 1450 чел., из них 92 группы из стран-участниц и 6 — из других стран. Среди прибывших для ознакомления с историей Института, основными направлениями научных исследований и экспериментальными установками были послы ЧССР и Индии, дипломатические работники ряда стран, руководители и специалисты коммерческих предприятий ГДР, ЧССР, Великобритании, большая группа корреспондентов, аккредитованных в Москве, студенты физических и технических факультетов высших учебных заведений стран-участниц и другие.

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

ОИЯИ имеет традиционное сотрудничество и связи с научными центрами стран-участниц Института. В 1984 году ОИЯИ выполнял с ними более 20 совместных работ. В этом сотрудничестве важное место занимает ЦЕРН, с которым ОИЯИ имеет плодотворные связи уже около 25 лет.

Крупным по масштабу является совместный мюонный эксперимент ОИЯИ-ЦЕРН (NA-4). В отчетном году были получены данные по исследованию ядерных эффектов в структурных функциях нуклонов. Результаты этих исследований были представлены на XXII Международной конференции по физике высоких энергий в Лейпциге.

С 1982 года ОИЯИ проводит вместе с итальянскими учеными эксперимент по исследованию взаимодействия антипротонов с легкими ядрами на ускорителе LEAR ЦЕРНа. В течение 1983-1984 годов здесь проведены экспозиции стримерной камеры в пучке антипротонов. Получены десятки тысяч фотографий, которые обрабатываются в Дубне и Италии. Первые результаты по выходу гелия-3, по аннигиляции антипротонов в ядрах гелия-4 доложены на конференции в Лейпциге.

В 1984 году подписано соглашение между ОИЯИ и ЦЕРН об участии Института в крупномасштабном эксперименте ДЕЛФИ на строящемся электрон-позитронном коллайдере ЦЕРНа LEP. В Опытном производстве Института началось создание участка для массового изготовления и наладки стримерных детекторов адронного калориметра установки ДЕЛФИ.

С итальянскими учеными из Милана и Болоньи, после успешного завершения работы



В Объединенном институте продолжается подготовка к крупному эксперименту на встречных электрон-позитронных пучках ускорителя LEP в ЦЕРНе (установка ДЕЛФИ). На снимках: обсуждение вопросов сотрудничества, планов работ по созданию в Дубне детекторов адронного калориметра для установки ДЕЛФИ с представителями ЦЕРНа.

на установке МИС, начата подготовка к новым экспериментам на МИС-2 в ИФВЭ (Протвино).

Продолжались совместные с Центром ядерной спектроскопии и масс-спектрометрии (Орсэ) работы по исследованию свойств нейтрино в радиоактивном распаде. В 1984 г. проведены исследования функции отклика на электростатических бета-спектрометрах, завершено моделирование эксперимента по поиску двойного безнейтринного бета-распада, проведены работы по созданию спектрометра рентген-гамма совпадений.

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 трековувстви-

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 университетах Чандигарха и Бенареса проводился просмотр и измерения снимков взаимодействий релятивистских ядер с легкими и тяжелыми ядрами.

В ЦЯИ (Страсбург) проводилась обработка экспериментальных данных с однометровой водородной камеры. В Дубну представлены предварительные результаты обработки.

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

СПРАВКА
о развитии международного сотрудничества и связей
Объединенного института ядерных исследований за период 1972-1984 гг.

№№ пп	Вид сотрудничества	1972	1974	1976	1978	1980	1982	1984
1.	Количество командировок специалистов из стран-участниц в ОИЯИ (без совещаний, но с учетом приездов по контрактам)	503	826	1079	1010	1216	1284	1364
2.	Количество командировок специалистов ОИЯИ в страны-участницы	431	426	508	502	558	486	554
3.	Количество научных, методических и научно-организационных совещаний	29	38	39	49	40	45	40
4.	Количество командировок на международные конференции и в научные центры стран-неучастниц	132	112	130	111	109	117	108
5.	Количество приездов специалистов из стран-неучастниц	226	206	321	188	93	111	175
6.	Количество стипендиатов ОИЯИ	15	8	13	9	7	7	5

ПЕРЕЧЕНЬ

научных и научно-организационных совещаний,
проведенных Объединенным институтом ядерных исследований
в 1984 году

№№ пп	Название совещания	Время проведения	Место проведения	Количество участников
<i>I. Совещания, школы, симпозиумы</i>				
1.	VII Международное совещание по проблемам квантовой теории поля	21-25 апреля	Алушта, СССР	119
2.	VII Международный семинар по проблемам физики высоких энергий	19-23 июня	Дубна	186
3.	III Международный симпозиум по избранным проблемам статистической механики	22-26 августа	Дубна	120
4.	Международная школа молодых ученых по проблемам ускорителей заряженных частиц	11-20 сентября	Дубна	88
<i>II. Рабочие совещания</i>				
5.	Совещание по нейтринному детектору	17-19 января	Дубна	62
6.	Совещание по исследованию неупругих ядерных взаимодействий при высоких энергиях	14-16 февраля	Дубна	50
7.	Совещание по экспериментам на спектрометре ГИЭС	13-15 марта	Дубна	45
8.	Совещание по исследованиям на установке "Людмила"	27-29 марта	Дубна	35
9.	Совещание по исследованиям на 2-метровой пропановой камере	24-26 апреля	Дубна	50
10.	Совещание по совместному ОИЯИ-ЦЕРН мюонному эксперименту	16-17 мая	Дубна	50
11.	Совещание по исследованиям на 1-метровой водородной пузырьковой камере	22-24 мая	Дубна	28
12.	Совещание по экспериментам на установке БИС-2	22-24 мая	Дубна	55
13.	Совещание по проблемам образования гиперядер и поиску суперядер в протон-ядерных взаимодействиях	29-31 мая	Дубна	30
14.	Совещание по экспериментам на пучках тяжелых ионов циклотрона У-400	13-19 сентября	Варна, НРБ	57
15.	Совещание по исследованию конденсированных сред на ИБР-2	25-27 сентября	Дубна	52

16. Совещание по исследованиям на 2-метровой пропановой камере	2-4 октября	Дубна	59
17. Совещание по программе исследований на установке ЯСНАШ	2-4 октября	Дубна	56
18. Совещание по экспериментам на установке БИС-2	9-11 октября	Дубна	56
19. Совещание по исследованию когерентного образования бозонных систем на установке МИС	23-25 октября	Дубна	45
20. Совещание по программе исследований на установке АЯКС-СИГМА	30 октября-1 ноября	Дубна	40

III. Научно-организационные совещания

21. 55 сессия Ученого совета ОИЯИ и его секций по физике высоких энергий, физике низких энергий и теоретической физике	10-14 января	Дубна	140
22. Комитет Полномочных Представителей стран-участниц ОИЯИ	20-22 марта	Дубна	65
23. Комитет по структуре ядра	10-12 апреля	Дубна	30
24. Комитет по нейтронной физике	10-12 апреля	Дубна	30
25. Комитет по физике тяжелых ионов	10-12 апреля	Дубна	30
26. Камерный комитет	17-19 апреля	Дубна	30
27. Фотоэмульсионный комитет	17-19 апреля	Дубна	30
28. Комитет по электронным экспериментам	17-19 апреля	Дубна	30
29. 56 сессия Ученого совета ОИЯИ и его секций по физике высоких энергий, физике низких энергий и теоретической физике	5-9 июня	Дубна	136
30. Совещание Контрольной комиссии Финансового комитета	12-14 июня	Дубна	13
31. Совещание Финансового комитета	13-15 ноября	Дубна	25
32. Комитет по структуре ядра	13-16 ноября	Дубна	30
33. Комитет по нейтронной физике	13-15 ноября	Дубна	30
34. Комитет по физике тяжелых ионов	13-15 ноября	Дубна	30
35. Камерный комитет	19-23 ноября	Дубна	30
36. Фотоэмульсионный комитет	20-23 ноября	Дубна	30
37. Комитет по электронным экспериментам	19-23 ноября	Дубна	30
38. Секция Ученого совета по физике высоких энергий	27-29 ноября	Дубна	40
39. Секция Ученого совета ОИЯИ по теоретической физике	28 ноября	Дубна	22
40. Секция Ученого совета ОИЯИ по физике низких энергий	4-6 декабря	Дубна	34

ПЕРЕЧЕНЬ

международных и национальных конференций, симпозиумов, совещаний и школ, в которых принимали участие специалисты Объединенного института ядерных исследований в 1984 году

№№ пп	Наименование	Место проведения	Время проведения	Количество участников
<i>Конференции в странах-участницах ОИЯИ</i>				
1.	IV Всесоюзный семинар по релятивистской высокочастотной электронике	СССР, Москва	22-24 января	2
2.	Всесоюзная конференция "Мощные генераторы и усилители на релятивистских электронных потоках"	СССР, Москва	24-26 января	2
3.	Международная школа по рассеянию нейтронов	ГДР, Штадт Велен	30 января- 3 февраля	3
4.	XX Зимняя школа по теоретической физике	ПНР, Карпач	20 февраля- 3 марта	1
5.	Семинар по релятивистской теории поля	ВНР, Будапешт	28 февраля- 3 марта	1
6.	16 Международный симпозиум по физике радиационной защиты	ГДР, Дрезден	5-9 марта	1
7.	VIII Международная конференция "Высокий вакуум, границы раздела/тонкие пленки"	ГДР, Дрезден	5-7 марта	2
8.	13 Симпозиум по физике и технике низких температур	ГДР, Гауссиг	5-9 марта	2
9.	Всесоюзный симпозиум "Неоднородные электронные состояния"	СССР, Новосибирск	12-14 марта	1
10.	III Международная конференция по методике экспериментов на встречных пучках	СССР, Новосибирск	15-21 марта	1
11.	Зимняя школа по физике ядра и элементарных частиц	СССР, Гатчина	3-11 апреля	5
12.	Совещание специалистов стран-членов СЭВ по перспективным модульным системам	ГДР, Дрезден	4-6 апреля	1
13.	Международная конференция "Оптика-84"	ВНР, Будапешт	23-28 апреля	1
14.	XIV Международный симпозиум по электронной структуре металлов и сплавов	ГДР, Гауссиг	9-13 апреля	1
15.	VII Конференция "Криогеника-84"	ЧССР, Братислава	10-12 апреля	1

16.	34 Совещание по ядерной спектроскопии и структуре атомного ядра	СССР, Алма-Ата	17-20 апреля	37
17.	Всесоюзная конференция "Кварк-адронные и малочастичные системы"	СССР, Алма-Ата	23-29 апреля	4
18.	II Симпозиум "Нуклон-нуклонные и ядерные взаимодействия при промежуточных энергиях"	СССР, Гатчина	23-26 апреля	11
19.	Рабочее совещание "Уравнение Ландау-Лифшица"	СССР, Киев	24-26 апреля	2
20.	Польско-советский семинар "Аппаратура КАМАК для автоматизации научных исследований и управления производством"	СССР, Тбилиси	24-26 апреля	3
21.	Международная конференция по ядерной спектроскопии	ВНР, Дебрецен	14-18 мая	8
22.	Советско-итальянский симпозиум по слабой сверхпроводимости	СССР, Москва	14-18 мая	1
23.	VI Всесоюзный семинар по физике и технике интенсивных источников ионов и ионных пучков	СССР, Киев	14-17 мая	4
24.	Всесоюзный семинар "Кварки-84"	СССР, Тбилиси	15-17 мая	18
25.	VI Прибалтийская конференция по современным проблемам дифференциальной геометрии и их приложениям	СССР, Таллин	17-19 мая	5
26.	VII Варшавский симпозиум по физике элементарных частиц	ПНР, Казимеж	21-25 мая	2
27.	Симпозиум по фотохимии	ЧССР, Зруч	21-24 мая	1
28.	Европейская конференция "Фазовые переходы и критические явления"	ГДР, Гернроде	21-24 мая	1
29.	V Всесоюзный симпозиум по высоко-точной электронике	СССР, Новосибирск	22-24 мая	2
30.	Всесоюзное совещание "Фотоядерные данные. Анализ и применение"	СССР, Москва	22-24 мая	3
31.	Симпозиум по квантовой теории поля	СССР, Москва	23-31 мая	2
32.	V Семинар по точным измерениям в ядерной спектроскопии	СССР, Новгород	23-25 мая	6
33.	XIV Совещание по физике взаимодействия заряженных частиц с кристаллами	СССР, Москва	28-30 мая	2
34.	Симпозиум, посвященный памяти М.Склодовской-Кюри	ПНР, Люблин	30 мая-1 июня	3
35.	III Семинар по проблемам информатики и ее применения в управлении и научных исследованиях	НРБ, Гелечица	10-16 июня	2

36. VI Рабочий семинар "Процессы с большими поперечными импульсами в адронных взаимодействиях"	СССР, Протвино	12-14 июня	10
37. Международный симпозиум по возбужденным состояниям ядер	ПНР, Лодзь	25-29 июня	4
38. IV Рабочее совещание "Жидкокристаллическое состояние в биологических системах и их моделях"	СССР, Пущино	25-27 июня	2
39. Советско-финский семинар по использованию в энергетике и электротехнике изделий из сверхпроводящих материалов и медных сплавов	СССР, Москва	26-27 июня	5
40. 16 конференция "Биохимия-84"	СССР, Москва	28-29 июня	2
41. IX Конгресс Международной федерации по автоматизации управления	ВНР, Будапешт	2-6 июля	1
42. Международное совещание по проблемам квантовой хромодинамики в высокоэнергетических адронных реакциях	ВНР, Будапешт	2-7 июля	3
43. Всесоюзная конференция "Современные теоретические и экспериментальные проблемы теории относительности и гравитации"	СССР, Москва	3-5 июля	9
44. VIII Семинар по физике высоких энергий и теории поля	СССР, Протвино	9-15 июля	11
45. Всесоюзный семинар "Черенковские детекторы и их применение в науке и технике"	СССР, Москва	10-17 июля	15
46. 27 Симпозиум по макромолекулам	ЧССР, Прага	16-19 июля	2
47. XXII Международная конференция по физике высоких энергий	ГДР, Лейпциг	19-25 июля	32
48. IX Европейская конференция по космическим лучам	ЧССР, Кошице	20-25 августа	3
49. XIII Международная конференция по применению дифференциально-геометрических методов в теоретической физике	НРБ, Шумен	20-25 августа	2
50. Международная конференция "X-84"	ГДР, Лейпциг	20-25 августа	2
51. IX Европейская конференция по проблеме нескольких тел	СССР, Тбилиси	25-31 августа	15
52. II Совещание по ион-атомным столкновениям при высоких энергиях	ВНР, Дебрецен	28-30 августа	4
53. VI Генеральная конференция Европейского физического общества	ЧССР, Прага	27-31 августа	1
54. XVI Международная школа по ядерной физике	ПНР, Миколайки	27 августа-9 сентября	1
55. 6 Международный симпозиум по вычислительной статистике	ЧССР, Прага	27-31 августа	1

56. Международная конференция по численным методам и приложениям	НРБ, София	27 августа- 2 сентября	4
57. Международная школа по атомным и ядерным взаимодействиям тяжелых ионов	СРР, Брашов	28 августа- 8 сентября	4
58. III Симпозиум по физике поверхности	ЧССР, Смоленце	3-7 сентября	2
59. Международная конференция и совещание рабочей группы "Волны зарядовой плотности в твердых телах"	ВНР, Будапешт	3-14 сентября	2
60. III Советско-японский симпозиум по сегнетоэлектричеству	СССР, Новосибирск	9-14 сентября	2
61. Международный симпозиум по хроматографии	ВНР, Сегед	10-14 сентября	1
62. XVIII Школа по автоматизации научных исследований	СССР, Алма-Ата	13-22 сентября	5
63. Школа по физике тяжелых ионов	СССР, Ужгород	13-22 сентября	26
64. IX Семинар "Проблемы повышения эффективности использования ЭВМ большой производительности"	СССР, Ташкент	17-21 сентября	4
65. VI Международный симпозиум по теории информации	СССР, Ташкент	18-22 сентября	6
66. VIII Конференция по современным проблемам дифференциальной геометрии	СССР, Одесса	20-21 сентября	3
67. Международная школа "Нелинейные явления в конденсированных средах"	НРБ, Варна	21-30 сентября	3
68. XII Международный симпозиум по химии горячих атомов	ВНР, Балатонфюред	23-28 сентября	2
69. XI Международный симпозиум по электрическому разряду и электрической прочности в вакууме	ГДР, Берлин	24-28 сентября	1
70. Международная конференция "Структура адронов-84"	ЧССР, Смоленце	24-28 сентября	3
71. III Рабочее совещание по предельной фрагментации ядер	СССР, Нор-Амберт	25-28 сентября	3
72. Всесоюзная конференция "Локальные вычислительные сети"	СССР, Рига	25-27 сентября	3
73. Школа-семинар по квантовой метрологии	СССР, Ленинград	1-5 октября	3
74. Всесоюзный научно-методический семинар "Проблемы научно-технического анализа банка данных ИНИС и пути повышения эффективности его использования"	СССР, Ташкент	2-4 октября	3
75. II Семинар по спиновым явлениям в физике высоких энергий	СССР, Протвино	8-10 октября	9

76. Симпозиум стран-членов СЭВ "Состояние и перспективы развития детекторов ионизирующих излучений"	ПНР, Варшава	8-12 октября	1
77. III Всесоюзный семинар по обработке физической информации	СССР, Цахкадзор	8-14 октября	7
78. Международный симпозиум по теории элементарных частиц	ГДР, Аренсхооп	21-27 октября	2
79. III Всесоюзный семинар по автоматизации научных исследований в ядерной физике и смежных областях	СССР, Тбилиси	22-26 октября	9
80. V Всесоюзная школа "Автоматизация и эффективность научных исследований"	СССР, Протвино	22 октября- 2 ноября	5
81. III Семинар "Квантовая теория гравитации"	СССР, Москва	23-25 октября	5
82. 23 Всесоюзное совещание по физике низких температур	СССР, Таллин	23-25 октября	3
83. Международная школа "Автоматизация и научное приборостроение"	НРБ, Варна	24-31 октября	2
84. Международный коллоквиум по информационной технике и теоретической электротехнике	ГДР, Ильменау	29 октября- 2 ноября	1
85. Всесоюзная конференция по информатике	СССР, Москва	29 октября- 1 ноября	2
86. Совместный семинар Лейпцигского и Вроцлавского университетов по теоретической физике	ГДР, Лейпциг	12-23 ноября	1
87. 14 Международный симпозиум по автордиографии	ГДР, Лейпциг	19-23 ноября	1
88. Симпозиум по вопросам взаимодействия быстрых нейтронов с ядрами	ГДР, Гауссиг	19-23 ноября	3
89. Конференция по проводящим одномерным системам	ГДР, Дрезден	3-7 декабря	2
90. 6 Семинар "Электромагнитные взаимодействия ядер при малых и средних энергиях"	СССР, Москва	10-12 декабря	18
91. IX Всесоюзное совещание по ускорителям заряженных частиц	Дубна	16-18 октября	63

Конференции в странах-неучастницах

1. Международное совещание по ядерной физике с тяжелыми ионами	Австрия, Хиршег	16-21 января	1
2. Зимняя школа по фундаментальной ядерной физике	Италия, Триест	7 февраля- 30 марта	2
3. IV Европейская конференция по общим проблемам физики конденсированных сред	Нидерланды, Гаага	19-23 марта	1

4. Международная школа по супергравитации	Италия, Триест	3-29 апреля	1
5. Конференция по слабым взаимодействиям	Италия, Болонья	22 апреля-5 мая	1
6. X Международная конференция по циклотронам и их применению	США, Ист-Лансинг	30 апреля-3 мая	3
7. Конференция по линейным ускорителям (ЛИНАК-84)	ФРГ, Дармштадт	7-11 мая	1
8. Семинар по перспективам физики высоких энергий (ИКФА)	Япония, Токио	12-21 мая	4
9. Международная конференция "Нейтрино-84"	ФРГ, Дортмунд	10-16 июня	2
10. 14 Конференция по стохастическим процессам	Швеция, Гетеборг	10-19 июня	2
11. Международная конференция по ультрарелятивистским ядро-ядерным взаимодействиям	Финляндия, Хельсинки	17-21 июня	2
12. Международная конференция по физике глубокоионизированных атомов	Великобритания, Оксфорд	30 июня-6 июля	2
13. Международная конференция по криогенной технике	Финляндия, Хельсинки	30 июля-3 августа	4
14. X Международная конференция по частицам и ядрам	ФРГ, Гейдельберг	30 июля-3 августа	9
15. III Международный кристаллографический конгресс и сопутствующие конференции	ФРГ, Гамбург	9-24 августа	4
16. Международный симпозиум по физике тяжелых ионов	Япония, Токио	24-30 августа	2
17. X Симпозиум по микропроцессорам и микропрограммированию	Дания, Копенгаген	26 августа-1 сентября	3
18. Международный симпозиум по ориентации ядер, удаленных от линии стабильности	Бельгия, Левен	28 августа-1 сентября	2
19. VI Международный симпозиум по спиновой физике при высоких энергиях	Франция, Марсель	10-11 сентября	2
20. 7 Международная конференция по текстурам материалов	Голландия, Ноордвикерхоут	15-22 сентября	1
21. XX Международная школа по физике элементарных частиц	Югославия, Дубровник	16-30 сентября	2
22. Международная конференция по ядерной химии и радиохимии	ФРГ, Линдау	7-14 октября	4

НАУЧНАЯ ИНФОРМАЦИЯ



Издательский отдел

Издательский отдел в 1984 году выпустил в свет 912 наименований брошюр — сообщений и препринтов ОИЯИ. Количество изданных служебных материалов составило 256 наименований. Общий объем всех изданий — 1600,76 учетно-издательских листов.

Увидели свет 11 сборников трудов совещаний и конференций, организованных Объединенным институтом и 5 выпусков "Кратких сообщений ОИЯИ" — нового периодического сборника, предназначенного для срочных научных публикаций.

В редакции научных журналов, на конференции, симпозиумы в 1984 году направлено 1242 статьи и доклада, содержащих результаты теоретических, экспериментальных и методических работ, выполняемых в Институте в соответствии с его проблемно-тематическим планом.

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

В 51 страну мира рассылались публикации Дубны. 22 новых адреса появились в списке рассылки публикаций.

В обмен на информацию о работах, выполняемых в Дубне, научно-техническая библиотека Института получила 10081 препринт, 132 наименования журналов и 276 монографий.

Для оперативного информирования читателей научно-технической библиотеки о новых поступлениях продолжался выпуск экспресс-бюллетеней НТБ и патентного отдела. Вышел в свет ежегодный библиографический указатель работ сотрудников ОИЯИ за 1983 год и отчет о деятельности ОИЯИ за 1983 год.

Кроме публикации препринтов, сообщений, сборников, а также материалов Комитета Полномочных Представителей и ученых советов издательским отделом выполнены многочисленные заказы на ксерокопирование. За год изготовлено более 465 тысяч ксерокопий.

Выполнялись заказы на переплетные работы — переплетено около 5 тысяч томов. Для обработки экспериментальной информации и других целей изготовлено более миллиона различных бланков.

Научно-техническая библиотека

В 1984 году число читателей научно-технической библиотеки и ее филиалов составило 6300 человек, в том числе свыше 800 человек прибывших в ОИЯИ в командировки. Количество выданной за год литературы

и просмотренной на выставках новых поступлений — 371 тысяча экземпляров. По заявкам читателей получено по межбиблиотечному абонементу (МБА) 2082 названия книг и журналов. Выполнено 1090 читатель-

ских заявок, поступивших из библиотек Советского Союза.

По всем источникам комплектования (покупка, подписка, книгообмен) в 1984 г. поступило 17567 экземпляров книг, пре-принтов, периодических изданий, в том числе 7963 — на иностранных языках. Продолжалась работа по очистке фонда от устаревшей литературы, опубликованных препринтов, списано за прошедший год 14 тысяч экземпляров.

На 1 января 1985 года библиотечный фонд составляет 385 тысяч экземпляров, из них 159 тысяч на иностранных языках.

Все поступившие издания своевременно обрабатывались и отражались в центральном каталоге и в каталогах филиалов. Введено около 20 тысяч карточек на новые поступления, изъято 13 тысяч карточек на списанную литературу из всех каталогов библиотеки. Пополнились новыми публикациями тематические картотеки: введено 32355 карточек. Картотека публикаций сотрудников Института пополнилась 3953 карточками. Подготовлен и издан "Указатель работ сотрудников ОИЯИ за 1983 год".

В 1984 году библиотекой был подготовлен к печати Указатель трудов академика Н.Н.Боголюбова к 75-летию со дня рождения. Ежедневно выпускались экспресс-бюллетени о новых поступлениях библиотеки: "Книги", "Препринты", "Статьи"; выпущено 156 номеров, включивших новую информацию на 24083 названия.

Ежедневно обновлялись выставки новых поступлений книг, препринтов, на которых было представлено 8230 новых названий, поступивших в библиотеку.

Было организовано 12 тематических выставок литературы, в том числе выставка к 75-летию со дня рождения Н.Н.Боголюбова.

ОБМЕН ИЗДАНИЯМИ

Всего за 1984 год в научно-техническую библиотеку ОИЯИ поступило в порядке обмена 10358 публикаций из 45 стран, в том числе из ЦЕРНа-2170. В порядке обмена в НТБ бесплатно поступают научные журналы из 22 стран (132 названия).

Конкретное количество поступлений показывает следующая таблица:

Наименование страны	Пре-принты	Журналы	Книги
<i>Страны-участницы ОИЯИ</i>			
Болгария	—	8	4
Венгрия	158	5	3
ГДР	138	4	10
Куба	—	1	—
МНР	1	—	—
Польша	86	10	7
Румыния	53	15	24
СССР	2366	32	130
Чехословакия	15	11	3
	2817	86	181

Другие страны и международные организации

Австралия	50	1	—
Австрия	43	3	37
Алжир	6	—	—
АРЕ	19	—	—
Бельгия	20	5	1
Бразилия	255	—	—
Великобритания	267	1	—
Венесуэла	11	—	—
Греция	7	—	1
Дания	71	1	—
Евратом	—	1	—
Западный Берлин	16	—	—
Индия	61	5	4
Иран	1	—	—
Ирландия	18	—	—
Исландия	1	—	—
Испания	41	—	1
Италия	430	1	2
Канада	185	—	—
Колумбия	1	—	—
Мексика	5	—	1
Нидерланды	38	—	—
Норвегия	21	—	—
Португалия	9	—	—
США	1777	6	28
Финляндия	95	—	—
Франция	415	5	2
ФРГ	769	7	11
Швейцария	190	—	—
ЦЕРН	2170	2	11
Швеция	60	—	—
Югославия	—	1	—
Япония	460	7	3
	7512	46	102
Общее количество	10329	132	283

Патентный отдел

Патентный отдел проводил систематическую работу по выявлению созданных в ходе выполнения научно-исследовательских работ изобретений и их правовой охране, а также регламентные работы в связи с использованием изобретений.

ПРАВОВАЯ ЗАЩИТА И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЙ

	1984 г.	1958-1984 гг.
Получено положительных решений по заявкам на изобретения	60	981
Использовано изобретений	23	486

Повышению эффективности научно-производственной деятельности института способствовала работа в области рационализации, проводимая патентным отделом совместно с техническими советами по изобретательству и рационализации лабораторий и Института.

РАЦИОНАЛИЗАТОРСКИЕ ПРЕДЛОЖЕНИЯ

	1984 г.	1958-1984 гг.
Использовано рационализаторских предложений	583	11898
Экономический эффект от использования изобретений и рационализаторских предложений (тыс.руб.)	14,5	2339,2

**АДМИНИСТРАТИВНО-
ХОЗЯЙСТВЕННАЯ
ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ**



КАДРЫ

Численность сотрудников ОИЯИ на 31 декабря 1984 года составляет 7360 человек.

Распределение по категориям показано в таблице:

Категория работников	Численность		Всего
	в лаборат. и управл.	в производств. подразд.	
Научных работников	1132	—	1132
Инженеров	1665	251	1916
Техников, мастеров	220	148	368
Рабочих	1888	1475	3363
Служащих	275	205	480
Младшего обслуж. персонала	13	64	77
Учеников	7	17	24
В с е г о:	5200	2160	7360

В Объединенном институте ядерных исследований работают 5 академиков: Н.Н.Боголюбов, А.М.Балдин, Б.М.Понтекорво, Г.Н.Флеров, И.М.Франк; 5 членов-корреспондентов академий наук: Н.Н.Говорун,

В.П.Джелепов, И.Звара, М.Г.Мещеряков, Д.В.Ширков; 153 доктора наук, 549 кандидатов наук.

В 1984 году принято 850 человек, из них: научных работников — 223, инженеров — 127, техников и мастеров — 49, рабочих — 336, учеников — 29, служащих — 72, младшего обслуживающего персонала — 14.

Уволено из ОИЯИ за этот же период в связи с окончанием срока работы и по другим причинам — 851 человек.

В течение года учеными и научно-техническими советами Объединенного института ядерных исследований избраны на должности на новые сроки 143 научных сотрудника. Звание профессора присвоено 4 сотрудникам, звание старшего научного сотрудника — 5, звание младшего научного сотрудника — 21.

В течение 1984 года защитили кандидатские диссертации 27 сотрудников и докторские диссертации — 9 сотрудников.

ФИНАНСОВАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

Комитет Полномочных Представителей правительств государств-членов Объединенного института ядерных исследований для проведения научно-исследовательских работ, капитального строительства и других мероприятий, связанных с деятельностью Института, на 1984 год ассигновал 48,9 млн.руб.

Фактические расходы за год составили 48,6 млн.руб., или 99,3% по отношению к годовым ассигнованиям.

Наименование разделов	Ассигнования на год (в млн.руб.)	Фактические расходы за год (в млн.руб.)	% к плану
I. Административно-управленческие и хозяйственные расходы	7,3	6,9	91,2
II. Расходы на научно-исследовательскую деятельность	22,9	22,1	96,6
Итого по основной деятельности	30,2	29,0	95,9
III. Капитальные вложения на строительство научно-исследовательских и других объектов	18,7	19,6	104,9
Всего	48,9	48,6	99,3

Проблемно-тематический план научно-исследовательских работ за 1984 год выполнен в полном объеме, в сметной стоимости и по номенклатуре. Фактические расходы составили 29,0 млн.руб., или 95,9% к сметной

стоимости, достигнута экономия 1,2 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 планировались в сумме 18,7 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:	18,7	19,6	104,9
1. Строительно-монтажные работы	3,3	3,2	96,9
2. Оборудование и инвентарь	14,9	15,6	104,6
3. Проектно-изыскательские и проч.	0,5	0,8	140,0
Ввод в действие основных средств (фондов)	11,5	18,3	159,6

ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

В составе ОИЯИ находятся производственные, вспомогательные и обслуживающие подразделения.

Деятельность этих подразделений за 1984 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.	13,0	13,6	104,5
2. Результаты финансово-хозяйственной деятельности в млн.руб.	0,4	1,0	
3. Затраты на один рубль готовой продукции, выполненных работ и оказанных услуг	0-99,6	0-92,9	
4. Численность работающих	2276	2153	