

ДУБНА · 1983

ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

СЗМ

3568/84

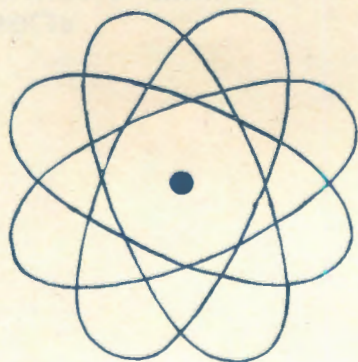


JOINT INSTITUTE FOR NUCLEAR RESEARCH

1983 · DUBNA

Экз. чит. зала

**ОТЧЕТ
О ДЕЯТЕЛЬНОСТИ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ**



ЕЖЕГОДНОЕ ИЗДАНИЕ

Объединенный институт
ядерных исследований
БИБЛИОТЕКА

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ	4
ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ РУКОВОДЯЩИХ И КОНСУЛЬТАТИВНЫХ ОРГАНОВ ОИЯИ	8
Премии ОИЯИ за 1982 год	14
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЕ РАБОТЫ, ВЫПОЛНЕННЫЕ ЛАБОРАТОРИЯМИ ОИЯИ В 1983 ГОДУ	
Лаборатория теоретической физики	16
Лаборатория высоких энергий	26
Лаборатория ядерных проблем	38
Лаборатория ядерных реакций	52
Лаборатория нейтронной физики	70
Лаборатория вычислительной техники и автоматизации	84
Отдел новых методов ускорения	98
ОБЩЕИНСТИТУТСКИЕ СЛУЖБЫ	-
Отдел радиационной безопасности и радиационных исследований	110
Опытное производство	112
МЕЖДУНАРОДНЫЕ СВЯЗИ И НАУЧНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО	115
НАУЧНАЯ ИНФОРМАЦИЯ	
Издательский отдел	140
Научно-техническая библиотека	140
Патентный отдел	142
АДМИНИСТРАТИВНО-ХОЗЯЙСТВЕННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ	143

ВВЕДЕНИЕ

В 1983 году коллектив сотрудников Объединенного института ядерных исследований успешно выполнил намеченную программу научно-исследовательских работ. Получены новые важные результаты в области физики элементарных частиц, атомного ядра, в разработке новых методов исследований, а также их приложении в смежных областях науки и техники.

Присуждена Государственная премия СССР в области науки и техники 1983 года группе сотрудников ОИЯИ за цикл работ по теме "Дифракционное рассеяние протонов при высоких энергиях" (авторы Ю.К.Акимов, А.А.Воробьев (ЛИЯФ им.Б.П.Константинова), Л.С.Золлин, В.А.Копылов-Свиридов, А.А.Кузнецов, Б.А.Морозов, С.В.Мухин, В.А.Никитин, Ю.К.Пилипенко, Е.Л.Фейнберг (ФИАН им.П.Н.Лебедева), В.А.Царев (ФИАН им.П.Н.Лебедева) и М.Г.Шафранова. На основе этих работ получена единая картина дифракционных явлений при высоких энергиях и определены фундаментальные параметры, характеризующие механизм взаимодействия частиц.

Новые важные результаты получены теоретиками института в области электрослабых взаимодействий, квантовой хромодинамике и супергравитации. Построена новая модель смешивания нейтрино с майорановскими массами, описывающая данные всех выполненных до настоящего времени опытов. Обнаружена принципиально новая возможность механизма "спиновой" динамики сильных взаимодействий при сверхвысокой энергии, и на ее основе впервые правильно предсказано поведение сечений $p\bar{p}$ -рассеяния при энергиях коллайдера ЦЕРНа. Предложен новый вариант супергравитации допускающий более широкий по сравнению с известными класс взаимодействий.

Существенное развитие получила квази-частично-фононная модель ядра. Развита идея о многокварковых системах в ядрах и кварк-партоновая картина глубокоэластичного рассеяния частиц высокой энергии ядрами. В связи с экспериментами, проведенными в ОИЯИ, выполнены теоретические исследования в области структуры ядра и ядерных реакций при высоких и низких энергиях, а также в области конденсированных сред. Получены интересные результаты в теории фазовых переходов.

На синхротроне ОИЯИ продолжались исследования кумулятивного образования адронов и легких ядер при столкновении протонов и дейтронов с различными ядрами. Обнаружена новая характеристика атомного ядра - его кварк-партоновая структурная функция, отражающая основные свойства релятивистских ядерных взаимодействий. Часть свойств структурных функций получила подтверждение в экспериментах по глубокоэластичному рассеянию мюонов и электронов при высоких энергиях. Изучена связь особенностей рождения кумулятивных частиц с процессами обычного множественного образования частиц. В исследованиях $p\bar{p}$ - и ^4He -взаимодействий обнаружены четыре узких дибарионных состояния в системе протон-протон, характеристики которых указывают на шестикварковую структуру обнаруженных состояний.

На серпуховском ускорителе в совместном с ИФВЭ эксперименте впервые обнаружен и исследован процесс околорогового образования пионных пар в кулоновском поле ядер. Полученное из опытов сечение процесса подтверждает выводы теории цветных кварков при условии, что число цветов кварков равно трем. На установке "Позитроний" обнаружен редкий случай распада π^0 -ноль-мезона на позитроний

и гамма-квант. На установке РИСК завершено исследование множественного образования адронов в адрон-ядерных взаимодействиях, позволившее обнаружить ранее неизвестные закономерности в этих процессах. На установке "Гиперон" начато изучение инклюзивного рождения фи-мезонов во взаимодействиях адронов с водородом и ядрами, важное с точки зрения проверки моделей квантовой хромодинамики.

В совместных в ЛИЯФ АН СССР экспериментах по программе ЯСНАПП-ИРИС на ускорителе ЛИЯФ впервые определена граница протонной стабильности атомных ядер.

На интенсивных пучках ионов ускорителя У-400 проведены эксперименты по синтезу новых изотопов элементов от 106 до 109 с рекордной чувствительностью. Результаты опытов указывают на аномальное уменьшение сечения образования составных ядер в области 108-109 элементов в реакции "холодного" синтеза. В рамках поиска сверхтяжелых элементов в природе проделана значительная методическая работа по повышению чувствительности анализа природных образцов по спонтанному делению. Получена новая информация о механизме взаимодействия ядер, характеристиках деления тяжелых ядер, распределении углового момента в ядрах, образующихся после вылета быстрых заряженных частиц.

В экспериментах на импульсном реакторе ИБР-30 продолжались исследования химических сдвигов нейтронных резонансов на изотопах урана, которые привели к обнаружению эффекта уменьшения среднеквадратичного радиуса заряда ядра при его возбуждении до энергии связи нейтрона. Найдена корреляция этого эффекта с делительной шириной резонансов. Новые интересные результаты получены о нейтронных силовых функциях, альфа- и гамма-распаде резонансных состояний ядер, нарушении пространственной четности в нейтронных резонансах. Широким фронтом начаты регулярные физические исследования на 7 выведенных пучках нейтронов реактора ИБР-2 по физике конденсированных сред. Изучены структурные фазовые переходы ряда сложных соединений, структура некоторых биологических объектов.

Успешно развивались работы по созданию и совершенствованию экспериментальных и базовых установок Института. На реакторе ИБР-2 достигнут рекордный поток тепловых нейтронов с замедлителя - $5 \cdot 10^{15}$ н/см²·с, проведен комплекс исследований параметров и систем реактора по программе энергетического пуска. Одновременно реактор отработал 2000 часов для физических исследований.

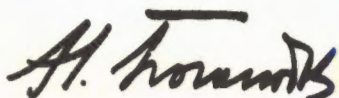
Продолжалось совершенствование синхрофазотрона как ускорителя релятивистских и поляризованных ядер. С помощью лазерного источника впервые получены интенсивные пучки Li^{+3} и Mg^{+12} с энергией 4 ГэВ/нуклон. Выполнен большой объем работ по изготовлению сверхпроводящего синхротрона. Рекордные по интенсивности пучки ионов от Ne до Fe ($6 \cdot 10^{13}$ с⁻¹) получены на ускорителе У-400. Завершен важный этап работ по созданию технического проекта сооружения второй ступени комплекса У-400 + У-400М. Проведен монтаж, наладка и предпусковые испытания оборудования всех систем установки "Ф" и каналов пучков. В полном объеме разработан проект ускорительного комплекса тяжелых ионов - УКИ. Продолжались работы по созданию узлов КУТИ-20, исследованию характеристик прототипа КУТИ. Дальнейшее развитие получил измерительно-вычислительный комплекс ОИЯИ. На ЭВМ ЕС-1060 более чем в два раза увеличен объем памяти на магнитных дисках. Внедрены новые программные системы аналитических вычислений. Новые интересные разработки осуществлены в области измерительных систем для обработки камерных снимков, создании систем программ обработки экспериментальных данных.

В области прикладных исследований выполнен большой цикл радиобиологических и магнитобиологических исследований по проекту "Геном". Значительный объем работ выполнен по микроэлементному анализу состава различных образцов почв, растений, природных вод, воздуха, некоторых видов химической продукции, по радиационному исследованию материалов, определению структур и проведению экспресс-анализа биологических объектов. Продолжались работы по улучшению характеристик полядерных фильтров, используе-

мых для решения различных задач микро- и ультрафильтрации.

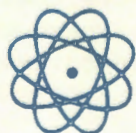
В 1983 году успешно продолжало развиваться международное научно-техническое сотрудничество с научными центрами стран-участниц ОИЯИ и научными организациями других стран. Сотрудники Объединенного института принимали участие в работе многих международных и национальных конференций, симпозиумов и школ. В связи с программой научного сотрудничества и для участия в различных совещаниях в Дубне было принято более 1200 специалистов из

стран-участниц ОИЯИ, более 500 сотрудников института выезжали в эти страны. Институт явился организатором четырех крупных международных совещаний: школы-семинара по физике тяжелых ионов (Алушта), школы ОИЯИ-ЦЕРН (Табор, ЧССР), XI Международного симпозиума по ядерной электронике (Братислава, ЧССР), совещания по проблемам математического моделирования, программированию и математическим методам решения физических задач (Дубна), а также 23 рабочих совещаний ОИЯИ по различным направлениям научных исследований.



Н.Н.Боголюбов
Директор Объединенного института
ядерных исследований

**РУКОВОДЯЩИЕ
И КОНСУЛЬТАТИВНЫЕ
ОРГАНЫ ОИЯИ**



ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ РУКОВОДЯЩИХ И КОНСУЛЬТАТИВНЫХ ОРГАНОВ ОИЯИ

LIII сессия Ученого совета Объединенного института ядерных исследований состоялась 13-15 января 1983 года. Члены Ученого совета заслушали информацию о выполнении решений LI и LII сессий Ученого совета, доклады об итогах международного сотрудничества и связях ОИЯИ за 1982 год и планах на 1983 год, о кадрах специалистов из стран-участниц ОИЯИ, информацию о работе секций Ученого совета и по проекту Положения о специализированных комитетах, а также информацию о ходе выполнения и проекте корректировки плана-графика создания и развития экспериментальных и базовых установок.

Ученый совет ОИЯИ одобрил научно-исследовательскую деятельность лабораторий и ОНМУ Института в 1982 году, утвердил проблемно-тематический план научно-исследовательских работ и международного сотрудничества ОИЯИ на 1983 год, определил важнейшие научно-исследовательские задачи Института на 1983 год.

На заседании Ученого совета с докладом "Очерк научной и организаторской деятельности Д.И.Блохинцева (к 75-летию со дня рождения)" выступил доктор физико-математических наук А.В.Ефремов, об итогах XXI Международной конференции по физике высоких энергий Ученому совету доложили член-корреспондент АН СССР М.Г.Мещеряков, академик А.М.Балдин и член-корреспондент АН СССР В.П.Джелепов.

Ученый совет утвердил сроком на четыре года в должности директора Лаборатории нейтронной физики академика И.М.Франка, Лаборатории ядерных реакций - академика Г.Н.Флерова, Лаборатории ядерных проблем - члена-корреспондента АН СССР В.П.Джелепова; сроком на три года в должности заместителя директора Лаборатории ядерных проблем - докторов физико-математических наук С.А.Бунятова, К.Я.Громова

и кандидата физико-математических наук Я.Седлака, Лаборатории высоких энергий - кандидата физико-математических наук И.Н.Семенюшкина, Лаборатории ядерных реакций - доктора физических наук Э.Г.Наджакова, Лаборатории вычислительной техники и автоматизации - кандидата технических наук С.А.Щелева.

Комитет Полномочных Представителей правительств стран-участниц ОИЯИ на совещании 1-2 марта 1983 года одобрил работу Института по выполнению плана научно-исследовательских работ и международного сотрудничества в 1982 году и утвердил решения LII и LIII сессий Ученого совета ОИЯИ по результатам научных исследований, выполненных лабораториями и отделами Института в 1982 году, а также план научно-исследовательских работ и международного сотрудничества ОИЯИ на 1983 год, принятый LIII сессией Ученого совета.

Комитет утвердил решения LIII сессии Ученого совета по итогам международного сотрудничества Объединенного института ядерных исследований в 1982 году, планам проведения научных совещаний на 1983 год и кадрам специалистов из стран-участниц ОИЯИ.

Комитет Полномочных Представителей постановил считать главными задачами Института в 1983 году:

- дальнейшее развитие современных теоретических методов физики элементарных частиц и атомного ядра, конденсированных состояний, а также проведение экспериментальных исследований на базовых установках ОИЯИ, ускорителях ИФВЭ и ЦЕРНа в наиболее актуальных областях современной экспериментальной физики в соответствии с задачами, поставленными в решениях LIII сессии Ученого совета ОИЯИ;

- сооружение УКТИ и подготовку физической программы для работы на нем;



Избран новый состав дирекции Института: профессор Э.Энтральго, академик Н.Н.Боголюбов, профессор А.Сэндулеску.

- участие (совместно с ИФВЭ) в разработке отдельных систем проекта УНК и создание экспериментальной базы для работы на нем;

- физический пуск установки "Ф" и подготовку к началу экспериментальных исследований на ее пучках;

- проведение работ по второму этапу энергетического пуска ИБР-2 и развитие физических исследований на нем, а также сооружение ЛИУ-30 и измерительного центра комплекса ИБР-2;

- работы в области создания и совершенствования ускорителей тяжелых ионов;

- дальнейшее развитие ЦВК;

- дальнейшее развитие ОП как необходимого условия для развития экспериментальной базы ОИЯИ;

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

Комитет утвердил представленный дирекцией Института отчет об исполнении бюджета за 1981 год, протокол Финансового комитета Объединенного института ядерных исследований от 16-18 ноября 1982 года и принял к сведению сообщение дирекции ОИЯИ об исполнении бюджета Института за 1982 г.

Заслушав доклад вице-директора Объединенного института ядерных ис-

следований профессора И.Златева "О корректировке плана-графика создания и развития экспериментальных и базовых установок и объектов производственного назначения ОИЯИ в 1981-1985 годах", Комитет Полномочных Представителей утвердил скорректированный план-график.

С научными докладами на совещании Комитета выступили академик И.М.Франк - "Реактор ИБР-2 - импульсный источник нейтронов для научных исследований" и профессор С.А.Бунятов - "Нейтронный детектор".

В связи с истечением срока полномочий директора Объединенного института ядерных исследований академика Н.Н.Боголюбова и вице-директоров Института профессоров И.Златева и М.Совински Комитет Полномочных Представителей согласился с предложениями Полномочного Представителя Союза Советских Социалистических Республик, Полномочного Представителя Республики Куба и Полномочного Представителя Социалистической Республики Румынии избрать на пост директора Института сроком на три года академика Н.Н.Боголюбова и на посты вице-директоров ОИЯИ сроком на три года профессоров Элиаса Энтральго Эрреро и Аурелиу Сэндулеску.

Комитет Полномочных Представителей выразил дирекции и всему коллективу Объединенного института ядерных исследований благодарность за проделанную в 1982 году работу.

LIV сессия Ученого совета ОИЯИ состоялась 26-28 мая 1983 года. Ученые стран-участниц Института, собравшиеся на Ученый совет, горячо поддержали миролюбивые предложения, высказанные на Всесоюзной конференции ученых за избавление человечества от угрозы ядерной войны, за разоружение и мир, которая проходила в Москве с 17 по 19 мая 1983 года, и выразили надежду, что эта встреча явится важным шагом на пути объединения миролюбивых сил прогрессивного человечества в борьбе против угрозы новой войны и сохранения мира на нашей планете.

Ученый совет одобрил деятельность секций Ученого совета ОИЯИ по физике высоких энергий, физике низких энергий и теоретической физике и их комитетов; заслушал информацию о проекте Положения и специализированных комитетов, утвердил решение жюри о присуждении премий ОИЯИ за лучшие работы 1982 года.

Члены совета приняли к сведению проект проблемно-тематического плана научно-исследовательских работ и международного сотрудничества лабораторий ОИЯИ на 1984 год и определили основные научные направления лабораторий в 1984 году.

На сессии с научными докладами выступили академик Г.Н.Флеров, доктор физико-математических наук А.В.Ефремов и кандидат физико-математических наук С.Б.Герасимов.

Ученый совет утвердил в должности заместителя директора Лаборатории нейтронной физики кандидата физико-математических наук В.И.Лущикова сроком на три года.

Заседания секции Ученого совета ОИЯИ по теоретической физике в 1983 году проходили дважды: 13 января и 26 мая. XVII сессия одобрила отчет о выполнении решений XVI сессии и предложенный дирекцией Лаборатории теоретической физики план научно-исследовательской работы ЛТФ на 1983 г., определила основные направления рабо-

ты ЛТФ в 1983 году, отметила успешную работу коллектива теоретиков Института и присуждение ряду сотрудников ЛТФ научных премий. На сессии с научными докладами выступили доктор физико-математических наук И.В.Пузынин, кандидаты физико-математических наук А.В.Радюшкин, В.К.Митрюшкин, В.А.Рубаков, К.Г.Четыркин, Е.Б.Бальбуцев, М.Х.Ханхасаев. На XVIII сессии секции с докладом о развитии теоретической физики во Вьетнаме выступил академик Нгуен Ван Хьеу; научные доклады на сессии сделали академик А.М.Балдин, доктора физико-математических наук Р.В.Джолос и А.С.Шумовский, кандидат физико-математических наук В.К.Мельников. Сессия отметила высокий уровень результатов, полученных теоретиками ОИЯИ, и констатировала тесную связь теоретических исследований с важнейшими экспериментальными программами ОИЯИ.

Секция Ученого совета по физике высоких энергий в 1983 году провела свои заседания дважды: 11 января и 24 мая. На XXXV сессии секции были заслушаны отчеты о выполнении решений XXXIV сессии секции, о деятельности специализированных комитетов, о состоянии обработки फिल्मовой информации в ЛВТА в 1982 году и плане на 1983 год, отчет о сотрудничестве ОИЯИ с ИФВЭ и о деятельности СНЭО в 1982 году. На сессии заслушаны доклад профессора С.П.Денисова "Нейтронная физика на ускорителе ИФВЭ при бустерных интенсивностях", научные доклады об исследованиях, выполненных в лабораториях ОИЯИ: об исследовании шестикварковой структуры дейтрона, об изучении струй частиц во взаимодействиях πN , πC , CC в интервале 4-40 ГэВ/с, о развитии синхротрона как ускорителя релятивистских и поляризованных ядер, о поисках аксиона на импульсном реакторе ИБР-2 и других.

XXXVI сессия секции заслушала отчеты о выполнении решений предыдущей сессии и деятельности специализированных комитетов, доклад об использовании малых ЭВМ в экспериментах, проводимых ОИЯИ на ускорителе ИФВЭ, а также отчет о состоянии обработки филь-

мовой информации в ЛВТА в 1983 году и плане на 1984 год. Были заслушаны доклады об основных результатах исследований на ускорителе ИФВЭ и состоянии дел по созданию экспериментальных установок ЛВЭ, ЛЯП и ОНМУ для экспериментов в области физики высоких энергий. С докладом об экспериментальной программе ИФВЭ на ближайшие годы на сессии выступил профессор Н.Е.Тюрин.

Специализированные комитеты - комитет по электронным экспериментам, камерный и фотоэмульсионный - заслушали на своих заседаниях 5-7 апреля и 18-20 октября отчеты руководителей тем о ходе работ по проектам, был рассмотрен ряд предложений по новым экспериментам. На заседании камерного комитета обсуждено состояние дел в сотрудничающих с ОИЯИ организациях по обработке फिल्मовой информации, ход выполнения плана обработки फिल्मовой информации в ЛВТА. На заседании комитета по электронным экспериментам обсуждались предложения по номенклатуре трековых камер для изготовления их в Опытном производстве ОИЯИ. Члены осенней сессии комитетов обсудили предложения лабораторий в проект пятилетнего плана развития ОИЯИ на 1986-1990 гг.

Секция Ученого совета ОИЯИ по физике низких энергий в 1983 году провела свои очередные сессии: XXXV - 12 января и XXXVI - 25 мая. Члены секции заслушали доклады о выполнении решений предыдущих сессий, отчеты председателей специализированных комитетов о деятельности и решениях комитетов. На заседаниях секции были обсуждены итоги работы некоторых научных конференций и совещаний по физике низких энергий, в организации и работе которых приняли участие сотрудники Объединенного института ядерных исследований. На XXXV сессии заслушаны научный доклад Лаборатории ядерных реакций об экспериментах по синтезу новых элементов и научные доклады Лаборатории ядерных проблем о наиболее важных результатах исследований в рамках сотрудничества ЯСНАПП-ИРИС, о подготавливаемых к работе после завершения реконструкции синхроциклотрона новых экспериментальных установках, о других направлениях исследо-

ваний в области ядерной физики при низких и средних энергиях. На этой же сессии избраны председателем комитета по физике тяжелых ионов профессор К.-Г.Каун и председателем комитета по нейтронной физике - профессор К.Хенниг.

На XXXVI сессии заслушаны научные доклады Лаборатории ядерных реакций об основных направлениях исследований в области физики тяжелых ионов низких энергий. На этой же сессии были заслушаны доклады о ходе работ по реконструкции синхроциклотрона и созданию комплекса установок по программе ЯСНАПП, о ходе работ на реакторе ИБР-2 и проводимых на нем экспериментах, а также предложение Лаборатории нейтронной физики о создании сети малых ЭВМ.

Специализированные комитеты при секции Ученого совета ОИЯИ по физике низких энергий - комитет по нейтронной физике, комитет по структуре ядра и комитет по физике тяжелых ионов - проводили свои очередные сессии в апреле и октябре 1983 года. Комитеты обсудили ход выполнения планов научных исследований, международного сотрудничества, отчеты по завершенным темам, ряд новых проектов и предложений лабораторий в проблемно-тематический план на 1984 год в области физики атомного ядра и конденсированных сред. Комитеты рассмотрели состояние дел по энергетическому пуску реактора ИБР-2 и проводимым на нем физическим исследованиям, по совершенствованию систем ускорителя У-400 и проводимым на циклотронах ЛЯР научным и прикладным исследованиям, по подготовке к физическому пуску установки "Ф", а также информацию о проводимых проектных работах по УКТИ и по тандему циклотронов У400-У400М. На осенней сессии комитеты обсудили предложения лабораторий в проект пятилетнего плана развития ОИЯИ на 1986-1990 гг. в области физики атомного ядра, конденсированных сред и методов, обеспечивающих их развитие. Значительное место было уделено обсуждению научных докладов о последних достижениях ученых ОИЯИ по физике атомного ядра и конденсированных сред, а также научных докладов, представленных учеными из научных центров стран-участниц 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 Хью (Социалистическая Республика Вьетнам)
 Доктор Ф. Гильберт (Германская Демократическая Республика)
 Проф. Чэ Хаг Гин (Корейская Народно-Демократическая Республика)
 О. Л. Кабальеро (Республика Куба)

Академик Ч. Цэрэн (Монгольская Народная Республика)
 Проф. М. Совински (Польская Народная Республика)
 Доктор Э. Родан (Социалистическая Республика Румыния)
 Академик А. М. Петросьянц (Союз Советских Социалистических Республик)
 Академик В. Квасил (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. Эндральго
 профессор А. Эндрулеску

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. Вончев	член-корр. ВАН Д. Берени	Во Дак Ванг	профессор К.-Г. Каун	Зо Ду Хо	кандидат физ.-мат. наук М. Леонард	академик АН МНР Н. Содном	академик ПАН Р. Соновски	профессор Д. Барб	доктор технических наук А. А. Васильев	чл.-корр. САН Я. Дубински
профессор Ж. Желев	член-корр. ВАН Д. Ким	Ву Суан Минь	академик К. Лянкус	Ке Ен Сун	М. Меллан	доктор физ.-мат. наук Д. Тувдендорж	профессор Я. Туржевич	профессор И. Брандуш	кандидат физ.-мат. наук С. И. Федотов	доцент И. Тучек
академик Х. Христов	доктор физических наук Н. Кроо	Нгуен Ван Хью	Г. Муэноль	Хон Сын Му	Д. Чултэн	профессор Д. Чултэн	чл.-корр. ПАН Е. Ялик	профессор Г. Семенеску	профессор В. А. Ярба	профессор Ч. Шьяне

Секция Ученого совета ОИЯИ по физике высоких энергий

Председатель - профессор Э. Эндральго

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 И. Златев

Ученый секретарь - кандидат физико-математических наук Н. К. Скобелев

Камерный комитет

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

Комитет по электронным экспериментам

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

Фотоэмульсионный комитет

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

Комитет по нейтронной физике

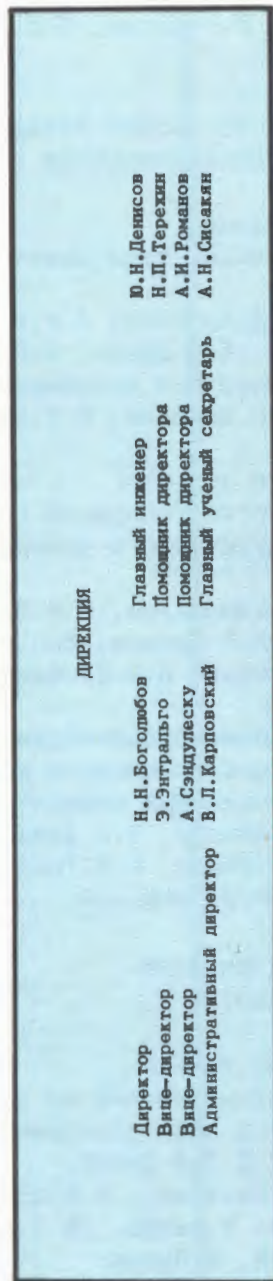
Председатель - профессор К. Хенниг

Комитет по структуре ядра

Председатель - доктор физических наук

Комитет по физике тяжелых ионов

Председатель - профессор К.-Г. Каян



Лаборатория теоретической физики	Директор Н.Н.Боголюбов	Исследования: - свойства симметрией элементарных частиц; - структуры теории поля; - взаимодействия элементарных частиц; - теории атомного ядра; - теории ядерных реакций; - теории конденсированных состояний.
----------------------------------	---------------------------	--

Лаборатория высоких энергий	Директор А.М.Балдин	Исследования: - структуры нуклонов; - сильных взаимодействий; - резонансных явлений во взаимодействиях частиц; - электромагнитных взаимодействий; - в области релятивистской ядерной физики; - методов ускорения частиц.
-----------------------------	------------------------	--

Лаборатория ядерных проблем	Директор В.П.Джелепов	Исследования: - сильных, слабых и электромагнитных взаимодействий частиц, структуры частиц; - поиск новых частиц; - структуры ядра, ядерно-спектроскопические; - мезохимические; - методов ускорения частиц.
-----------------------------	--------------------------	---

Лаборатория ядерных реакций	Директор Г.Н.Флеров	Исследования: - свойства изотопов трансурановых элементов, поиск сверхтяжелых элементов; - свойств ядер, удаленных от линии бета-стабильности; - механизма взаимодействия сложных ядер; - радиационного воздействия тяжелых ионов на различные материалы.
-----------------------------	------------------------	---

Лаборатория нейтронной физики	Директор И.И.Франк	Исследования: - ядер методами нейтронной спектроскопии; - фундаментальных свойств нейтронов; - атомной структуры и динамики твердых тел и жидкостей; - реакций на легких ядрах.
-------------------------------	-----------------------	---

Лаборатория вычислительной техники и автоматизации	Директор М.Г.Мещеряков	Развитие и эксплуатация вычислительного комплекса: - создание автоматических систем обработки снимков с трексовых камер; - развитие методов использования ЭВМ на линиях с физическими установками, экспериментальные исследования на ускорителях; - развитие и применение математических методов решения физических задач.
--	---------------------------	---

Общественно-научные учреждения	Отдел новых методов ускорения; Отдел радиационной биологии; Отдел новых материалов; Отдел радиационной физики; Отдел радиационной химии; Отдел радиационной биологии; Отдел радиационной физики; Отдел радиационной химии; Отдел радиационной биологии;	Обмен научными работами и информацией; Отдел новых методов ускорения; Отдел радиационной биологии; Отдел новых материалов; Отдел радиационной физики; Отдел радиационной химии; Отдел радиационной биологии;
--------------------------------	---	--

Административные подразделения	Отдел межвузовских связей; Отдел кадров; Отдел бухгалтерии; Отдел планово-производственного контроля; Отдел организации труда; Отдел зар. платы; Отдел капит. строительства; Отдел оборудования; Отдел материально-технического снабжения; Отдел техники безопасности; Отдел охраны, адм.-хоз.отдел.	Административные подразделения: Отдел межвузовских связей; Отдел кадров; Отдел бухгалтерии; Отдел планово-производственного контроля; Отдел организации труда; Отдел зар. платы; Отдел капит. строительства; Отдел оборудования; Отдел материально-технического снабжения; Отдел техники безопасности; Отдел охраны, адм.-хоз.отдел.
--------------------------------	--	---

Производственные подразделения	Отдел главного энергетика; Отдел опытного производства; Отдел автостроения; Отдел производственно-технического отдела; Отдел ремонтно-строительных участков; Отдел технической связи; Отдел контроля измерительных приборов.	Производственные подразделения: Отдел главного энергетика; Отдел опытного производства; Отдел автостроения; Отдел производственно-технического отдела; Отдел ремонтно-строительных участков; Отдел технической связи; Отдел контроля измерительных приборов.
--------------------------------	--	---

ПРЕМИИ ОИЯИ ЗА 1982 ГОД

На соискание премий Объединенного института ядерных исследований за 1982 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 26-28 мая 1983 года присуждены следующие премии:

ПО НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИМ ТЕОРЕТИЧЕСКИМ РАБОТАМ

Первая премия

"Многокварковые системы в ядрах и ядерных процессах".

Авторы: А.М.Балдин, В.В.Буров, С.Б.Герасимов, А.В.Ефремов, В.А.Матвеев, В.К.Лукиянов, А.И.Титов.

Вторая премия

"Построение геометрической теории супергравитации".

Авторы: В.И.Огиевецкий, Э.С.Сокачев.

ПО НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИМ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫМ РАБОТАМ

Первая премия

"Обнаружение эффекта интерференции слабых и электромагнитных взаимодействий мюонов с ядрами углерода".

Авторы: Д.Ю.Бардин, С.М.Биленький, А.Г.Володько, И.А.Голутвин, Ю.Т.Киришин, М.Кляйн, И.А.Савин, Г.И.Смирнов, Н.Г.Фадеев, Я.Цвах.

Две вторые премии

1. "Исследование процессов когерентного образования трехпионных систем на ядрах пионами и обнаружение новых возбужденных состояний пиона".

Авторы: И.М.Василевский, В.В.Вишняков, О.А.Займидорога, Ю.И.Иваньшин, Л.К.Лыткин, В.А.Моисеенко, В.И.Никаноров, С.Я.Сычков, А.А.Тяпкин, Л.П.Черненко.

2. "Экспериментальное изучение механизма образования высокоэнергетиче-

ских частиц и ядер в реакциях с тяжелыми ионами при энергиях ≤ 10 МэВ/нуклон".

Авторы: К.Борча, Э.Герлик, А.М.Калинин, Р.Г.Калпакчиева, В.В.Каманин, Ю.Ц.Оганесян, Ю.Э.Пенионжкевич, В.Г.Субботин, Ю.Рюдигер, Ю.П.Харитонов.

ПО НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИМ И НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИМ РАБОТАМ

Первая премия

"Энергетический пуск реактора ИБР-2".

Авторы: В.Д.Ананьев, А.И.Бабаев, Д.И.Блохинцев, Б.Н.Бунин, В.П.Воронкин, Л.В.Едунов, Ю.Н.Пепельшев, И.М.Франк, Е.П.Шабалин, Ю.С.Язвицкий.

Две вторые премии

1. "Разработка, создание и запуск линейного индукционного ускорителя СИЛУНД-20".

Авторы Г.В.Долбилов, Н.И.Лебедев, В.Д.Инкин, Вал.А.Петров, Вик.А.Петров, В.П.Саранцев, А.П.Сумбаев, А.А.Фатеев.

2. "Термохроматографический метод изучения химических свойств короткоживущих трансураниевых элементов".

Авторы: Б.Айхлер, В.П.Доманов, Б.Л.Жуйков, И.Звара, С.Н.Тимохин, Э.Хюбенер, М.Р.Шалаевский.

ПО НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИМ ПРИКЛАДНЫМ РАБОТАМ

Две вторые премии

1. "Элементный анализ на пучках заряженных частиц электростатического ускорителя ЭГ-5 ЛНФ ОИЯИ".

Авторы: Э.Бразевич, Я.Бразевич, Н.И.Балалыкин, И.Вавра, Лю Зай Ик, Г.М.Осетинский, Э.Пурэв.

2. "Трехуровневая система регистрации, обработки и анализа спектральной информации".

Авторы: В.Б.Бруданин, Ц.Вылов, Н.И.Журавлев, С.В.Медведь, П.Петев, В.Т.Сидоров, А.Н.Синаев, Т.М.Телевина, В.Г.Чумин, И.Н.Чурин.

**НАУЧНО-
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЕ
РАБОТЫ,
ВЫПОЛНЕННЫЕ
ЛАБОРАТОРИЯМИ ОИЯИ
В 1983 ГОДУ**



ЛАБОРАТОРИЯ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ

СТРУКТУРА ТЕОРИИ ПОЛЯ

Развит новый подход к решению обратной задачи рассеяния для матричного оператора первого порядка. На его основе решена обратная задача рассеяния для нового класса линейных дифференциальных операторов, для которых нельзя написать уравнение Гельфанда-Левитана-Марченко. Это позволило проинтегрировать ряд важных нелинейных эволюционных уравнений, в частности систему, описывающую взаимодействие ионно-звуковых и ленгмюровских волн в плазме, новую модель самосогласованного поля типа Хартри-Фока/1/.

Найдены новые интегрируемые системы из двух нерелятивистских частиц, взаимодействующих с внешним полем. Часть результатов обобщена на случай произвольного числа частиц; доказана полная интегрируемость этих динамических многочастичных систем/2/.

Получено разложение сильной связи для осциллятора с произвольной степенью ангармоничности в N измерениях.

Построена теория статических связанных состояний солитонов в одномерных неоднородных системах и начаты работы по исследованию переходных процессов, связанных с движением солитонов в неоднородных структурах.

Исследованы многокомпонентные нелинейные уравнения Шредингера. Выявлен ряд особенностей, возникающих за счет ненулевых граничных условий, в том числе: наличие нескольких химических потенциалов, перестройка интегралов движения и скобок Пуассона между данными рассеяния.

Предложена ковариантная формулировка порождающего оператора, которая переносится на высшие уравнения типа ферромагнетика Гайзенберга/3/.

Метод квантования систем с сингулярными лагранжианами с помощью функционального интегрирования, предло-

женный Фаддеевым, обобщен на случай *нестационарных* условий калибровки. Это позволяет строить функциональные интегралы в фазовом пространстве, в частности для систем с нулевым каноническим гамильтонианом/4/.

Получен фотонный пропагатор в случае граничных условий, задаваемых плоскими зеркалами в ковариантной калибровке. На его основе вычислена поправка к энергии Казимира между двумя плоскими зеркалами/5/.

Проведен расчет трехпетлевых поправок к коррелятору дивергенций кварковых токов; расчет применен для определения масс легких кварков с помощью метода конечноэнергетических правил сумм и для определения полной ширины распада хиггсовского бозона в квантовой хромодинамике/6/.

Развит новый метод вычисления многопетлевых фейнмановских диаграмм. Впервые получено аналитическое выражение для функции перенормировки заряда в модели ϕ^4 в пятипетлевом приближении. Этот расчет является рекордным по числу петель в моделях квантовой теории поля/7/.

СВОЙСТВА СИММЕТРИИ ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ И ИХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ

В связи с намечающимися применениями супергравитации в теориях "великого объединения" проведен сравнительный анализ имеющихся версий супергравитации. На его основе предложена новая версия супергравитации, названная гибкой. Рассмотрены и исследованы материальные связи во всех версиях. Разбит новый, "упрощенный" метод построения инвариантных величин в теории $N = 1$ супергравитации. Проводился поиск формы $N = 2$ суперсимметризованной теории Янга-Миллса вне массовой поверхности. Найдено суперсимметрич-

ное расширение уравнения Лиувилля, рассмотрена связь этого уравнения с нелинейными реализациями/8/. Построены генераторы супералгебры из билинейных комбинаций, которые называются квантовыми супертвисторами. Показано, что построение унитарных представлений расширенной суперсимметрии $N = 2$ путем квантования супертвисторов ведет к единственному киральному суперпространству, которое содержит кроме обычных координат и вейлевских спиноров дополнительный скалярный параметр/9/. Осуществлен переход к спинорным координатам в 2-, 3- и 5-мерных пространствах в связи с проблемами двух и N тел. В основе лежат расслоения: двулистное покрытие окружности и расслоения Хопфа $S^3 \rightarrow S^2$ и $S^7 \rightarrow S^4$. В этих пространствах получены представления для двухчастичных функций Грина. Кулоновские и свободные функции Грина выражены через таковые для гармонического осциллятора (в R^2, R^4, R^8).

ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЧАСТИЦ

Обнаружена принципиально новая возможность механизма "спиновой" динамики сильных взаимодействий при сверхвысоких энергиях. Его следствиями являются новый спиновый механизм роста полных сечений, ненулевая поляризация в рассеянии адронов асимптотически высоких энергий. При энергиях $p\bar{p}$ -коллайдера ЦЕРНа механизм "спиновой" динамики приводит к исчезновению дифракционной структуры и большой величине дифференциальных сечений $p\bar{p}$ -рассеяния при $|\tau| \sim 1$, которая на порядок превышает результаты стандартных подходов. Эти предсказания подтверждены экспериментально в ЦЕРНе, что может быть первым указанием на существование механизма "спиновой" динамики при сверхвысоких энергиях/10/.

В рамках ведущего логарифмического приближения КХД с использованием правил кваркового счета произведено описание инклюзивных данных, полученных на ISR и протон-антипротонных накопительных кольцах ЦЕРНа. Показано, что для хорошего описания данных при этих энергиях требуется существование еще одного семейства кварков.

Рассмотрены модели, позволяющие предсказать основные характеристики упругого рассеяния адронов при высоких энергиях. Полученные значения полного и дифференциального сечения при энергиях $\sqrt{s} = 540$ ГэВ совпадают с экспериментальными значениями/11/.

Изучены радиальные возбуждения K^* , K^{*-} и ϕ -мезонов (содержащих странные кварки) и их сильные распады, ставится задача получения общего спектра радиальных возбуждений всей совокупности легких мезонов.

Показано, что описание открытых недавно радиальных возбуждений π -мезона совместно с возбуждениями ρ -мезона требует при условии существования уровня $\rho^*(1250)$ дополнительного низколежащего возбуждения π -мезона с массой около 720 МэВ/12/.

Предложена новая модель описания спектра и структуры адронов, построенных из легких кварков, в которой делается попытка объединить физически привлекательные особенности моделей квазипотенциального типа и моделей типа "мешок" в единой вариационной схеме.

В отличие от квазипотенциальных моделей удержание кварков реализуется не через двухчастичный потенциал, а посредством введения в функционал полной энергии объемной энергии "размытого мешка", пространственные размеры которого задаются через параметры пробной волновой функции кварков. В отличие от стандартных моделей мешка (например, "MIT-мешка"), где область адрона аппроксимируется жестко закрепленной в пространстве сферической полостью, функционал энергии в рассматриваемой модели выражается только через координаты относительно движения кварков и при этом не накладываются граничные условия, так как сама граница имеет размытый характер.

Результаты показывают, что плотность объемной энергии имеет в данной модели величину $B^{1/4} \approx 200$ МэВ, что значительно ближе к предсказанию правил сумм КХД (≈ 250 МэВ) по сравнению с константой $B^{1/4} \approx 120$ МэВ.

В квантовой хромодинамике с помощью подхода, основанного на локальной кварк-адронной дуальности, произведен расчет непертурбативного вклада в электромагнитные формфакторы нуклонов. Полученные результаты находятся в удов-

летворительном согласии с экспериментальными данными по формфакторам протона и нейтрона в области передач импульса Q^2 от 1 до 20 (ГэВ/с)². Тем самым установлено, что наблюдаемое в эксперименте дипольное поведение этих формфакторов отражает характер динамики не на малых расстояниях $1/Q$, как это считалось до сих пор, а на существенно больших расстояниях - порядка размеров нуклонов.

В виртон-кварковой модели выполнены расчеты времени жизни редких мезонов. Последовательный учет сильных и электромагнитных взаимодействий в данной модели позволил утверждать, что нарушение изотопической симметрии происходит в основном за счет различия масс нестранных кварков, обусловленных неэлектромагнитным взаимодействием. Исследованы границы применимости виртон-кварковой модели и показано, что в области тяжелых мезонов необходимо видоизменить пропагатор кварков-виртонов с учетом кулоновского взаимодействия/13/.

Исходя из нелинейного кваркового лагранжиана типа сверхпроводимости с нарушенной симметрией $SU(4)_{flav}$ и глобальной цветной группой $SU(N)$ получен эффективный лагранжиан для 15-плета составных 0^- -мезонов. Оценки масс шоковых и конституентных u^- , d^- , s^- и c^- -кварков в модели близки к стандартным оценкам. Предсказаны массы 0^- -мезонов с точностью 10-15% и получены оценки констант распада D^- и F^- -мезонов: $F_D \approx F_F \approx 140$ МэВ, близкие к оценкам в потенциальных моделях и в КХД-правилах сумм/14/.

Рассмотрено эффективное четырехкварковое взаимодействие сверхпроводящего типа, являющееся низкоэнергетическим приближением КХД. На основе этого взаимодействия построены лагранжианы, описывающие взаимодействия 36 сортов мезонов (скалярных, псевдоскалярных, векторных и аксиально-векторных нонетов) с одной независимой константой связи. Показано, как за счет спонтанного нарушения киральной симметрии при введении бозонных полей токовые кварки переходят в составляющие (эффект, подобный явлению сверхпроводимости Н.Н.Боголюбова). Вычислены вероятности распадов мезонов, длины рассеяния $\pi\pi$ и πK , электро-

магнитные радиусы и поляризуемости π, K -мезонов/15/.

Теоретически обоснована возможность проведения целого ряда экспериментов по изучению электромагнитных свойств нейтральных каонов (K^0) на ускорителе ИЯФ СО АН СССР.

Выполнена серия работ по самосогласованному расчету слабых констант в несохраняющих четность (НЧ) ядерных силах. Впервые получено согласие с экспериментальными данными и показано, что измерения НЧ-эффектов в NN -взаимодействиях при низких энергиях могут дать информацию о столь важных характеристиках, как плотность кваркового вакуумного конденсата и др.

Дан обзор результатов, полученных за последние годы по тороидным моментам, и указан ряд классических и квантовых эффектов, к которым приводит наличие этого общефизического параметра/16/.

Проанализирован вопрос о самосогласованности стандартной теории электро-слабого взаимодействия на однопетлевом уровне. Показано, что измерение массы Z -бозона с точностью $\sim 10^{-3}$ и $\sin^2\theta_w$ с абсолютной ошибкой $\Delta \sin^2\theta_w = 0,005$ позволит получить надежную информацию о величине однопетлевых поправок в стандартной теории/17/.

Построена схема осцилляций нейтрино с большой амплитудой и малой разностью масс, полностью аналогичная $K^0 \leftrightarrow \bar{K}^0$ -осцилляциям и позволяющая описать все имеющиеся данные/18/.

Показано, что кирально инвариантная КХД легких кварков переходит при большом значении эффективной константы в киральную фазу составных кварков, составных глюонов и безмассовых пионов. Вычисляются величины f_π и $g_{\pi NN}^2/4\pi$. Получено согласие найденных значений с экспериментом/19/.

Изучена фазовая структура калибровочных теорий на решетке, взаимодействующих с хиггсовскими полями с абелевыми и неабелевыми группами симметрии.

Показано, что размороженная радиальная мода хиггсовского поля кардинально меняет фазовую структуру теорий, что является аргументом в пользу существования принципа дополнительности фаз/21/. Справедливость его приводит к составной структуре кварков и лептонов.

Получено новое уравнение для задачи трех тел, которое удобно для постановки граничных условий. Исследованы его свойства/20/.

По теме "Исследование излучения и регистрации гравитационных волн в лабораторных условиях" проведены работы по изучению взаимодействий гравитационных и электромагнитных волн с веществом. Предложен и теоретически рассмотрен новый вариант детектора гравитационных волн/22/.

Показано, что теория Борна-Инфельда может быть рассмотрена как часть единой теории поля Эйнштейна/23/.

В рамках совместного с ЦЕРН эксперимента NA-4 создано несколько версий программ, позволяющих производить сравнение данных эксперимента по структурным функциям и их моментам с формулами КХД, включающими вторые поправки по бегущей константе сильного взаимодействия. Основным результатом обработки данных NA-4 по формулам теории возмущений КХД является установление существенно меньшего значения масштабного параметра КХД Λ , чем то, которое было извлечено из обработки данных более ранних экспериментов (СЛАК и ФНАЛ), выполненных в области малых Q^2 .

Результаты эксперимента NA-4 оказались в согласии с предсказаниями дубненских теоретиков для величины электромагнитной асимметрии, сделанными в 1977 году.

СТРУКТУРА АТОМНОГО ЯДРА

Дальнейшее развитие получила квазичастично-фононная модель ядра. Проводилось совершенствование формализма модели, расширение области физических явлений, которые можно рассчитать и тем самым объяснить или предсказать на ее основе. Модель обобщена для зарядово-обменных резонансов в сферических и деформированных ядрах. Развита теория коллективных вибрационных состояний в сферических ядрах с учетом принципа Паули, разработано графическое представление полученных уравнений и проведено сравнение с диаграммами, учитываемыми в теории ядерных полей/24/. Для сферических ядер исследованы поправки к приближению хаотических фаз и в численных расчетах для изотопов оло-

ва, теллура и самария показано, что их влияние на энергии квадрупольных и октупольных состояний невелико.

Квазичастично-фононная модель является удобным инструментом для изучения структуры сферических и деформированных ядер от низколежащих до высоковозбужденных и проявления их особенностей в различных ядерных реакциях. Для области вблизи магических ядер установлена специфическая зависимость приведенной вероятности электрических дипольных переходов от N и Z и показано, что эти переходы осуществляются через двухфононные компоненты. Исследована фрагментация двухквазичастичных состояний в изотопах олова, нейтронных дырочных и протонных частичных состояний в ряде нечетных сферических ядер/25/. Показано слабое влияние учета принципа Паули на низколежащие коллективные состояния с большими двухфононными компонентами четно-нечетных сферических ядер. На этом основании сделан вывод о возможности существования довольно чистых двухфононных состояний. Исследована роль принципа Паули в нечетных деформированных ядрах. Дано объяснение уменьшения вероятности $M2$ -переходов между низколежащими состояниями в изотопах олова по сравнению с одночастичными оценками за счет вклада сложных конфигураций/26/.

В области высоких энергий возбуждения модель применялась к исследованию гигантских резонансов различной природы. Расчеты фрагментации спин- и изоспин-обменных фононов в деформированных ядрах указали на существование при энергии 18-20 МэВ гамма-теллеровского резонанса с шириной 3-4 МэВ и широкой области распределения (~10 МэВ) силы спин-дипольного резонанса/27/. Показано, что реакция неупругого рассеяния протонов с энергией 200 МэВ может быть использована для преимущественного возбуждения $M1$ -резонанса в ^{90}Zr .

Продолжались исследования изменений ядерной структуры, вызываемых вращением. Направление этих работ связано с выяснением основных закономерностей, к которым приводит связь вращения и внутренних возбуждений, построением микроскопической теории для описания эффектов этой связи и ее применением при анализе экспериментальных

данных. Теоретический анализ предсказывает изменение формы ядер при увеличении углового момента, причем особенно заметные эффекты ожидаются в ядрах переходной области, таких как ядро ^{154}Er , в отношении которого накоплена довольно подробная экспериментальная информация. В результате расчетов/28/ сложную структуру спектра гамма-квантов, испущенных из высокоспиновых состояний ^{154}Er , удалось интерпретировать как результат изменения формы этого ядра при угловых моментах в окрестности $I = 40$.

Новые результаты получены в отношении формы в основном состоянии и барьеров деления очень тяжелых ядер. Спектры легких изотопов тория и соседних ядер обладают характерными особенностями, которые можно понять как проявление октапольной (грушевидной) деформации. Подобная интерпретация подтверждается расчетами равновесной формы ядер в районе ядра тория/29/. Учет октапольной деформации оказывается важным и при определении барьеров деления этих ядер.

Изучение зарядово-обменных реакций (так же как и изучение высокоспиновых состояний) существенно расширяет круг явлений, с помощью которых можно исследовать структуру атомных ядер. Особенностью этих направлений является то, что здесь чрезвычайно сложно отделить информацию о структуре ядра от информации, относящейся к механизму реакции, с помощью которой проводятся исследования. В связи с этим являются ценными работы/30/, в которых изучаются оба упомянутых аспекта зарядово-обменных возбуждений ядер. В цитированных работах выполнено объединение микроскопической модели структуры ядра и ядерных реакций, что позволяет проводить анализ структурных эффектов на основании экспериментальных данных, получаемых в разных реакциях, например в реакциях (p, n) и $(^6\text{Li}, ^6\text{He})$, изучаемых экспериментально в Институте атомной энергии им. И.В.Курчатова.

ТЕОРИЯ ЯДЕРНЫХ РЕАКЦИЙ

Для описания относительного движения сталкивающихся ядер получены но-

вые уравнения типа уравнений Ньютона с интегральным членом, учитывающим "эффект памяти". Рассчитаны временная зависимость, величина коэффициента трения и относительный вклад разных механизмов реакции. Предложен метод учета неортогональности одночастичных функций разных ядер при анализе глубоконеупругого столкновения тяжелых ионов. На основе микроскопической модели ядра исследовалась эмиссия нейтронов на начальной стадии столкновения ядер. Процесс передачи нуклонов в глубоконеупругих столкновениях в одночастичном приближении качественно правильно описывает экспериментальные данные/31/.

Развит метод учета двухчастичных корреляций при столкновениях ядер, рассматриваемых на основе зависящего от времени метода Хартри-Фока/32/. Изучены сечения слияния ядер и их зависимость от формы связи внутреннего коллективного движения и относительного движения ядер. Получены нелинейные уравнения, описывающие плотности ядер как в стационарном случае, так и в процессе столкновения/33/.

Найден и исследован эффект сверхпроницаемости потенциальных барьеров для системы частиц. Получены новые приближенные уравнения для реакции рассеяния адронов на связанном комплексе, учитывающие влияние непрерывного спектра мишени. Простая структура уравнений позволяет сравнительно легко описывать процессы упругого рассеяния протонов, пи-мезонов и других частиц на легких ядрах.

Предложен общий метод модификации импульсного приближения для радиационных процессов, зависящих от двух токов (например, слабого и электромагнитного), позволяющий эффективно учесть существенную часть мезонных обменных эффектов. Проведен совместный анализ процессов рассеяния электронов и π -мезонов, радиационного π -захвата и фоторождения π -мезонов на ^{12}C , выявляющий решающую роль правильного описания ядерной структуры для понимания качественных и количественных особенностей этих реакций/34/.

Завершен цикл работ по учету вклада обменных мезонных токов в процессы слабого взаимодействия в ядрах. Достижимый при этом уровень теоретическо-

го описания данных позволяет извлекать надежную информацию о фундаментальных константах слабого взаимодействия/35/. Дано количественное описание низкоэнергетического пион-ядерного рассеяния на основе учета канала поглощения в унитарной потенциальной теории, основанной на эволюционном по константе связи методе.

В рамках термодинамического подхода рассчитаны выходы странных K^0 - и Λ -частиц в высокоэнергетических ядроядерных столкновениях. Даны предсказания вплоть до энергии 10 ГэВ на нуклон, где ожидается проявление эффектов кварк-глюонной плазмы. Анализ струй в $\pi^{12}C$ -взаимодействиях при 40 ГэВ/с показал, что в области фрагментации налетающей частицы существенную роль играют промежуточные кварк-партонные состояния, которые переходят в наблюдаемые частицы на расстояниях, сравнимых с размерами ядра/36/.

Учет шестикварковых состояний и мезонных полей в ядрах позволил объяснить глубоконеупругое лептон-ядерное рассеяние, включая поведение структурной ядерной функции в кумулятивной области и ее зависимость от атомного номера ядра/37/ /рис.1/. Видно, что при наличии шестикварковых примесей в дейтроне поведение поляризации в упругом eD -рассеянии должно испытывать характерные качественные изменения/38/. Разработана теория P -матрицы в применении к рассеянию нуклона на нуклоне с учетом эффектов шестикварковых примесей и показано, что полюса P -матрицы не всегда соответствуют наличию связанных состояний в шестикварковом мешке.

ТЕОРИЯ КОНДЕНСИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ

Развита кинетическая теория сверхизлучательных систем. Получены и исследованы точные кинетические уравнения для однопроходного сверхизлучательного лазера. Изучено поведение интенсивности генерируемого излучения и динамика сверхизлучения в полярных диэлектриках/39/. В теории полярона развивались методы теории возмущений.

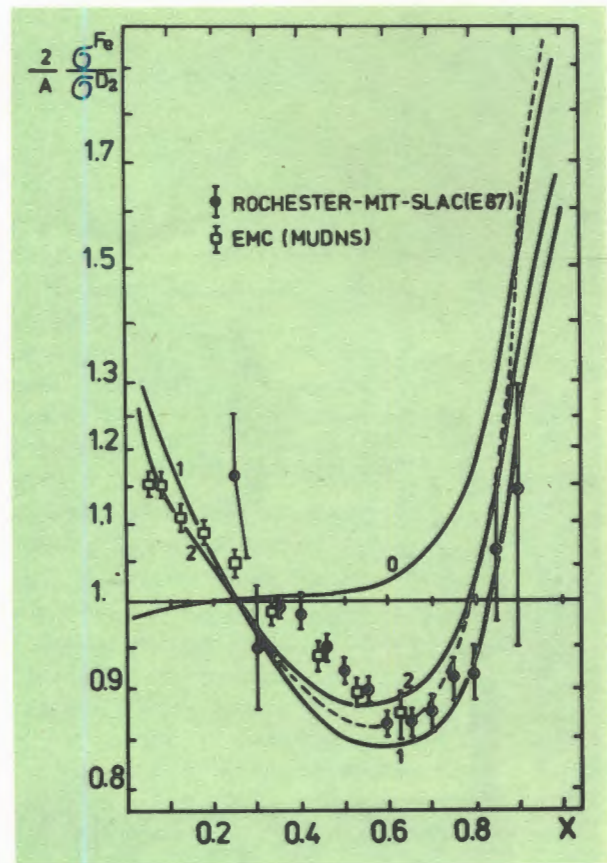
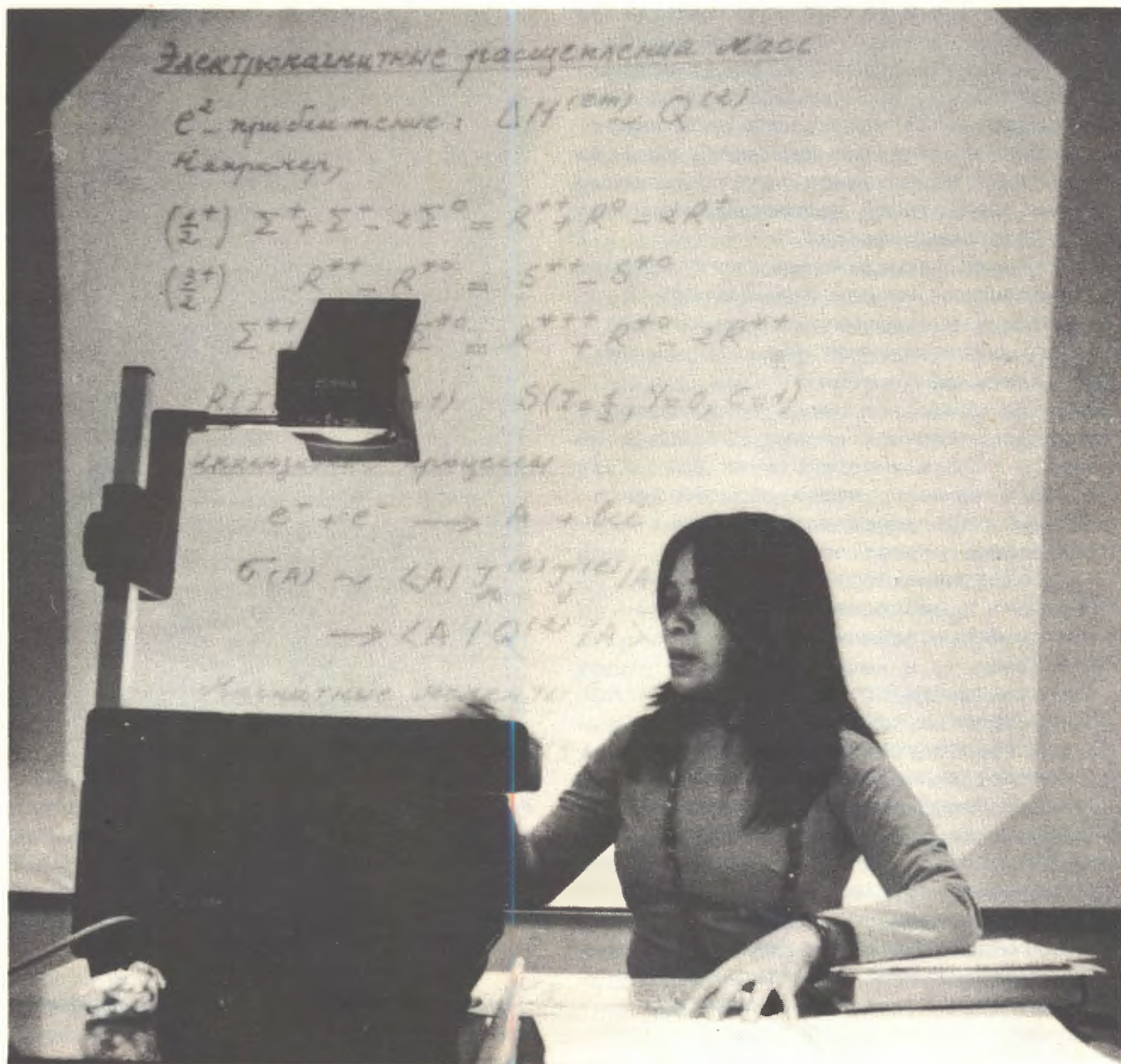


Рис.1. Отношение сечений глубоконеупругого рассеяния на ядрах железа и дейтрона, рассчитанное в/37/ с учетом вклада шестикварковых примесей (0), а также мезонных полей (1,2).

Разработана модель фазового перехода в суперионных проводниках и предложен нейтронографический эксперимент, выполненный в ЛНФ. Развита теория акустических аномалий при фазовом переходе в квазиодномерных сегнетоэлектриках; дано объяснение недавно обнаруженного эффекта подавления дипольного взаимодействия в дигидрофосфате цезия/40/.

Выполнен цикл исследований по теории полимеров на решетках различной размерности d . Предложена теория, в которой развита новая техника расчета статистической суммы полимеров для $d = 2, 3$. При $d = 2$ эта техника дает точный результат, для $d = 3$ она приводит к значительному улучшению результатов, полученных ранее, и позволяет сделать вывод о скачке теплоемкости/41/. Разработана микроскопическая теория, учитывающая корреля-



Успешно защитили диссертации на соискание ученой степени доктора физико-математических наук теории из СРВ Нгуен Тхи Хонг и Во Хонг Ань. На снимках: Нгуен Тхи Хонг во время защиты диссертации; Во Хонг Ань на семинаре в отделе теории атомного ядра.

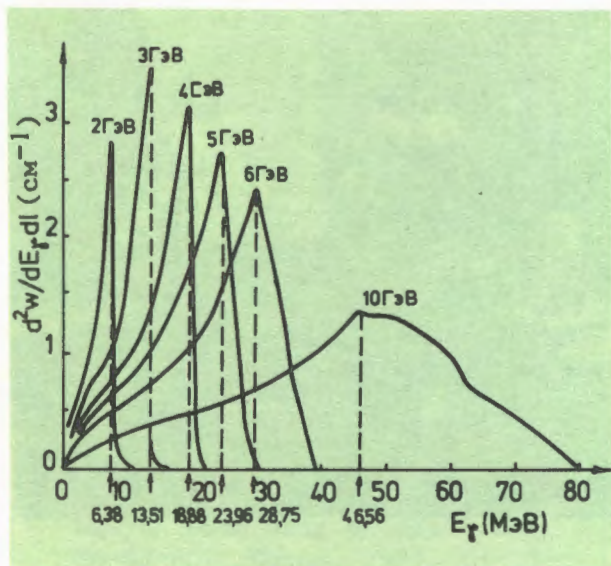


Рис.2. Зависимость интенсивности первого дипольного пика гамма-излучения позитрона при $[110]$ -плоскостном каналировании в кремнии от энергии падающего позитрона.

ционные эффекты в переходных металлах и сплавах, в основу которой положена модель Хаббарда и ее модификации. Этот круг вопросов изучается в ЛТФ ОИЯИ с начала семидесятых годов. Ряд новых подходов и аппроксимаций предложен сотрудниками Лаборатории.

Итоговой для исследований по каналированию, ведущихся в ЛТФ с 1978 г., является работа, в которой рассчитан спектр излучения позитронов с энергиями в диапазоне 1-10 ГэВ в монокристалле кремния/42/. Здесь для атомного потенциала, отвечающего реальной ситуации в кремнии, рассчитан спектр излучения релятивистских позитронов (в зависимости от энергии). Он имеет "тонкую" структуру с узким максимумом при $E_p \sim 3$ ГэВ. (Ранее в ЛВЭ наблюдалось излучение при $E_p \sim 10$ ГэВ - оно представлено на рисунке "широким" распределением с центром при $E_\gamma \sim 50$ МэВ) (рис.2).

На основе предложенного в/43/ модельного гамильтониана для хрома и его сплавов получена фазовая диаграмма, которая согласуется с экспериментом для реалистических значений параметров этих веществ. Получен "узкий" фазовый переход из парасостояния в несоизмеримое антиферромагнитное состояние (для чистого хрома) и фазовый переход II рода в соизмеримое антиферромагнитное состояние (для сплавов хрома с большой концентрацией марганца). Получены новые данные о динамике доменной стенки/44/. Новые результаты получены из анализа точных решений уравнений Максвелла для оптически анизотропной пластинки с сильной нелинейностью диэлектрической проницаемости, находящейся в оптически изотропной среде. В частности, показатель преломления как функция светового потока обнаруживает гистерезис, что может быть использовано для создания оптического переключателя. При изучении рассеяния нейтронов в квазиодномерных магнетиках и полимерах получены конкретные формулы, позволяющие выявить нелинейные эффекты в квазиупругом и неупругом рассеянии нейтронов.

Продолжались исследования по полярону сильной и слабой связи на основе гамильтониана Боголюбова и Пекара-Фрелиха. Исследован "фазовый переход" по константе связи, кинетика полярона в электрическом и магнитных полях.

Проведено изучение различных аспектов диффузионной кинетики в модели Лоренца. Продолжались исследования в области физики поверхности, основное внимание уделено учету эффектов корреляции в системе адатомов, описанию их взаимодействия с колебаниями (адатомов и атомов подложки), а также проявлению этого в рассеянии нейтронов.

Интересные результаты получены в модели Хузими-Темперли. Показано, что фазовый переход имеет прямую аналогию с механизмом образования ударных волн в дисперсных средах, волновой процесс в которых описывается нелинейным уравнением Бурберса.



Получили развитие новые методы исследования спонтанных нарушений симметрии в статистической механике. На снимке: семинар в секторе, руководимом Н.Н.Боголюбовым.

ЛИТЕРАТУРА*

1. Мельников В.К. Матем.сб., 1983, 121, № 4, с.469-498.
2. Иноземцев В.И. Phys.Lett., 1983, 98A, p.316; ОИЯИ, P4-83-418, Дубна, 1983.
3. Герджиков В.С., Кулиш П.П. Зап. ЛОМИ, 1983, 131, с.34-46.
4. Барбашов Б.М., Нестеренко В.В., Червяков А.М. ОИЯИ, P2-83-542, Дубна, 1983.
5. Bordag M. et al. JINR, E2-83-488, Dubna, 1983.
6. Горишний С.Г., Катаев А.Л., Ларин С.А. ОИЯИ, P2-83-559, Дубна, 1983.
7. Kazakov D.I. JINR, E2-83-323, Dubna, 1983.
8. Galperin A.S., Ogievetsky V.I., Sokachev E.S. JINR, E2-83-589, Dubna, 1983.
9. Первушин В.П., Литов Л.Б. ОИЯИ, P2-83-664, Дубна, 1983.
10. Goloskokov S.V., Selyugin O.V. JINR, E2-83-448, Dubna, 1983.
11. Mavrodiev S.Sth., Sissakian A.N., Torosyan G.T. JINR, E2-83-480, Dubna, 1983.
12. Иваньшин Ю.И. и др. ОИЯИ, P2-83-727, Дубна, 1983.
13. Ефимов Г.В., Иванов М.А. ОИЯИ, P2-83-420, Дубна, 1983.
14. Ebert D. JINR, E2-83-795, Dubna, 1983.
15. Волков М.К., Креопалов Д.В. ТМФ, 1983, 57, с.21.
16. Dubovik V.M., Senkin S.V. JINR, E2-83-811, E2-83-615, E2-83-720, Dubna, 1983.
17. Бардин Д.Ю., Докучаева В.А. ОИЯИ, P2-83-818, Дубна, 1983.
18. Bilenky S.M., Pontecorvo V.M. Lett.Nuovo Cimento, 1983, 37, p.467.
19. Hošek J. JINR, E2-83-765, Dubna, 1983.
20. Gerdt V.P., Ilchev A.S., Mit-rjushkin V.K. JINR, E2-83-758, Dubna, 1983.
21. Matveenko A.V. Phys.Lett., 1983, 129B, p.11-14.
22. Боголюбов П.Н., Шавахина Н.С., Шумовский А.С. ОИЯИ, D2,13-83-689, Дубна, 1983, с.133-146.

*Цитируются избранные работы.

23. Черников Н.А., Шавахина Н.С. ОИЯИ, P2-83-781, Дубна, 1983.
24. Воронов В.В., Соловьев В.Г. ТМФ, 1983, 57, с.75; Соловьев В.Г. ТМФ, 1983, 57, с.438.
25. Воронов В.В. ОИЯИ, P4-83-463, Дубна, 1983; Вдовин А.И. и др. ОИЯИ, P4-83-239, Дубна, 1983; Stoyanov Ch., Vdovin A.I. JINR, E4-83-106, Dubna, 1983.
26. Soloviev V.G., Nesterenko V.O., Bastrukov S.I. Z.Ph.A.-A., 1983, 309, p.353; Вдовин А.И., Андрейчев В., Стоянов Ч. ОИЯИ, P4-83-654, Дубна, 1983.
27. Соловьев В.Г., Сушков А.В., Широкова Н.Ю. Письма в ЖЭТФ, 1983, 38, с.151; ОИЯИ, P4-83-724, Дубна, 1983; Soloviev V.G. et al. JINR, E4-83-754, Dubna, 1983; Nguyen Dinh Dang et al. JINR, E4-83-680, Dubna, 1983.
28. Cwiok S., Briancon Ch., Mikhailov I.N. JINR, E4-83-401, Dubna, 1983.
29. Пашкевич В.В. Структура барьеров деления ядер в районе Th. В кн.: Межд. школа по физ.тяж.ионов. Алушта, 1983. ОИЯИ, Д7-83-644, Дубна, 1983.
30. Пятов Н.И., Фаянс С.А. ЭЧАЯ, 1983, 14, с.953-1019; Гареев Ф.А. и др. Препринт ИАЭ-3754/2, М., 1983.
31. Иванова С.П. и др. ЯФ, 1983, 38, с.1156.
32. Mädlер P. Nucl.Phys., 1983, A404, p.58.
33. Картавенко В.Г. ЯФ, 1983, 38, с.627.
34. Eramzhyan R.A., Gmitro M., Kamalov S.S. Phys.Lett., 1983, 128B, p.371.
35. Егер Х.-У., Кирхбах М., Труглик Э. Письма в ЖЭТФ, 1983, 37, с.506.
36. Гудима К.К., Тонеев В.Д. ОИЯИ, P2-83-199, Дубна, 1983; Гришин В.Г. и др. ЯФ, 1983, 38, с.687.
37. Titov A.I. JINR, E2-83-460, Dubna, 1983.
38. Буров В.В., Доркин С.М., Доставалов В.Н. ОИЯИ, P2-83-439, Дубна, 1983.
39. Боголюбов Н.Н. /мл./, Башкиров Е.К., Шумовский А.С. ТМФ, 1983, 56, № 3, с.395-404; Боголюбов Н.Н. /мл./, Плечко В.Н., Шумовский А.С. ЭЧАЯ, 1983, т.14, вып.6, с.1443-1499.
40. Аксенов В.Л., Дидык А.Ю., Плакида Н.М. Письма в ЖЭТФ, 1983, 38, с.157.
41. Приезжев В.Б., Корнилов Е.И. ОИЯИ, P17-83 485, Дубна, 1983.
42. Адам Г. и др. ОИЯИ, P17-83-291, Дубна, 1983.
43. Angelescu N. et al. JINR, E17-83-284, Dubna, 1983.
44. Гочев И.Г. ЖЭТФ, 1983, 85, с.199.

ЛАБОРАТОРИЯ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

Усилия коллектива сотрудников Лаборатории высоких энергий были направлены на проведение научных исследований в актуальных областях физики элементарных частиц и релятивистской ядерной физики. При изучении процессов множественного образования частиц проверялись следствия, вытекающие из кварковых моделей, уточнялись механизмы образования частиц, велись поиски новых систем частиц и изучение их свойств. В области релятивистской ядерной физики проведено выяснение закономерностей кумулятивного образования частиц и легких фрагментов ядер, а также отдельных свойств ядро-ядерных взаимодействий.

Проведены работы по дальнейшей автоматизации базовых и физических установок лаборатории.

Усовершенствован ряд систем синхрофазотрона по программе превращения его в ускоритель релятивистских и поляризованных ядер. Проводились подготовительные и исследовательские работы по созданию модели сверхпроводящего синхротрона.

Деятельность Лаборатории высоких энергий осуществлялась в условиях широкого международного сотрудничества.

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЕ РАБОТЫ

МЕХАНИЗМ РОЖДЕНИЯ И РАСПАДА ЧАСТИЦ И РЕЗОНАНСОВ. ПОИСК НОВЫХ ЧАСТИЦ

В соответствии с предсказаниями кварковых моделей проведены поиски дибарионных состояний с узкой шириной. С помощью пузырьковой камеры в пр- и (${}^4\text{He}+\text{p}$)-взаимодействиях при высоких энергиях на синхрофазотроне найдены указания на 4 узких дибарионных состояния в системе протон-протон с массами $1936_{\pm 2}$, $1962_{\pm 2}$, $2035_{\pm 15}$

и $2137_{\pm 15}$ МэВ. Их положение относительно порога рождения и достаточно малая ширина (около 10 МэВ для первых двух и 30-50 МэВ для вторых двух) свидетельствуют в пользу шестикварковой структуры обнаруженных состояний/1/.

Для обнаруженного ранее очарованного узкого бариона Λ_c^+ по модам его распада на ($\bar{K}_S^0 \pi^+ \pi^-$) и ($\Lambda^0 \pi^+ \pi^+ \pi^-$) уточнена величина массы $M = 2266_{\pm 4}$ МэВ. Произведение сечения рождения на вероятность распада при $x_F > 0,5$ равны

для моды $\bar{K}_S^0 \pi^+ \pi^-$ $\sigma = 6,2_{\pm 1,3}$ мкб,
для моды $\Lambda^0 \pi^+ \pi^+ \pi^-$ $\sigma = 2,0_{\pm 0,6}$ мкб

на ядро углерода при энергии пучковых нейтронов около 58 ГэВ/2/.

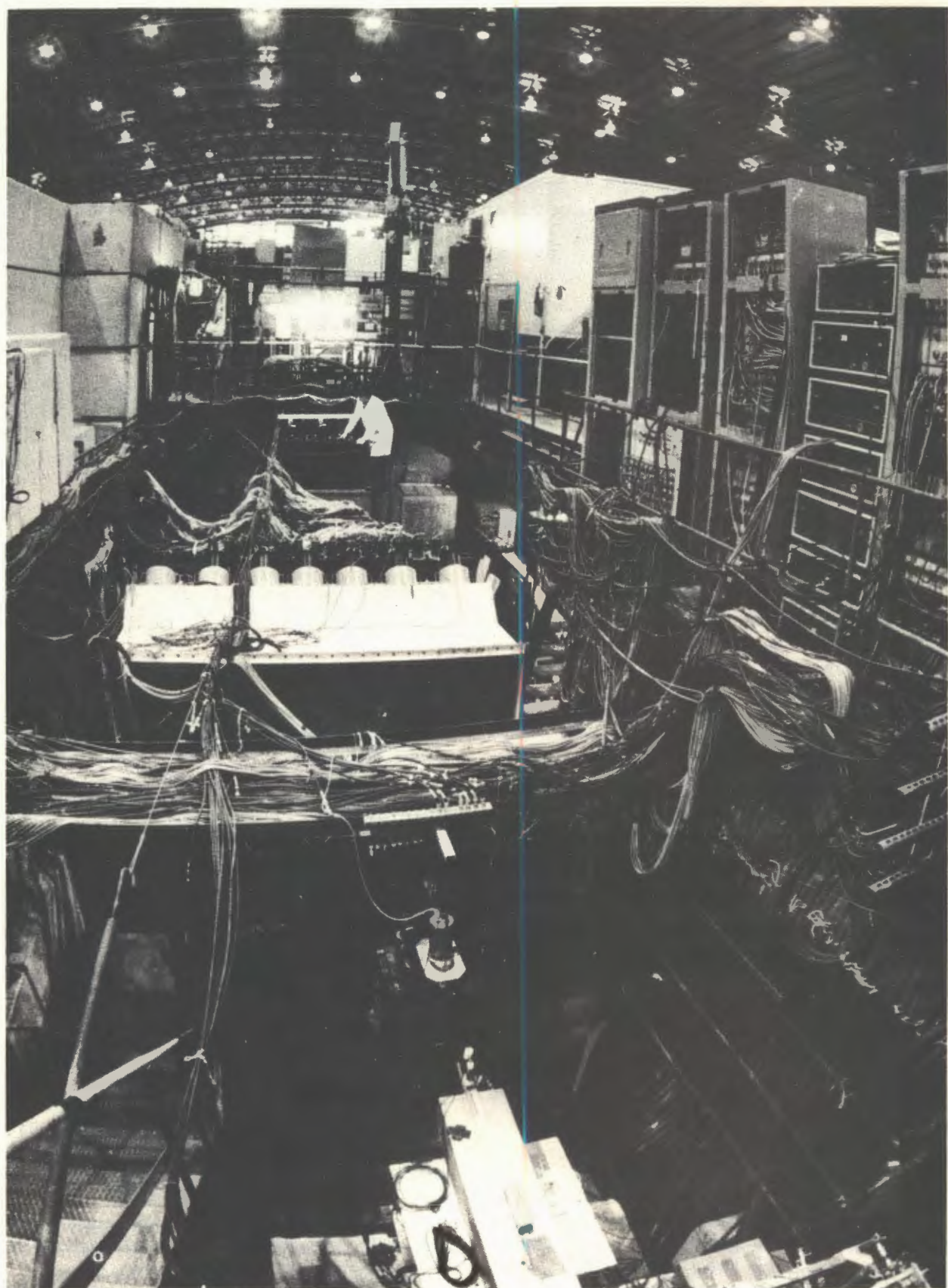
При увеличении статистики во взаимодействии нейтронов с ядром углерода при средней энергии 40 ГэВ уточнены данные о свойствах узкого барионного резонанса N_ϕ . Его масса $M = 1956_{\pm 8}$ МэВ и ширина $\Gamma = 14_{\pm 12}$ МэВ. Найдено, что N_ϕ образуется в процессе дифракционной диссоциации нейтронов на ядре углерода. Произведение сечения рождения на вероятность распада $N_\phi \rightarrow \Sigma^-(1385) + K^+$ оценена равной $0,22_{\pm 0,04}$ мкб/нукл. Спин-четность N_ϕ удовлетворяет значению из набора $5/2^+$, $7/2^-$ и т.д./3/.

С учетом новой дополнительной информации на основе анализа 1 млн событий уточнен вклад состояния шестикварковой компоненты в дейтроне в реакции рассеяния дейтрона на водороде при импульсе 4,45 ГэВ/с/нуклон. При обработке данных получено:

доля б q -состояния $10_{\pm 1}\%$,
радиус б q -состояния $0,93_{\pm 0,02}$ фм/4/.

На экспериментальном материале, полученном с помощью двухметровой пропановой камеры, в пучке π^- -мезонов с импульсом 40 ГэВ/с исследованы пространственные размеры области излучения вторичных отрицательных пионов,

Продолжалось исследование характеристик очарованного бариона Λ_C^+ , обнаруженного ранее с помощью установки БИС-2. Спектрометр БИС-2 на пучке ускорителя ИФВЭ (Протвино).



струйные характеристики S (сферичность) и T (вытянутость) от γ -фактора. Оказалось, что экстремальные значения S (максимум) и T (минимум) наблюдаются не в с.ц.и. π^-p -взаимодействий, а в "кварковой" системе отсчета при уравнивании: $\vec{P}_p = -\frac{3}{2}\vec{P}_{\pi^-}$, т.е. при $\gamma = 1,02$. Уменьшение среднего размера области излучения от $2,2 \pm 0,4$ Фм (с.ц.и. в обычной системе π^-p) до $1,3 \pm 0,3$ Фм (с.ц.и. в системе π^-p по главным осям струи в событии) связано с проявлением динамики в процессах множественного образования. При малой множественности образования частиц ($n \leq 4$) события интерпретируются как взаимодействие обоих кварков пиона с одним кварком протона, при средней множественности ($n = 6,8$) – как однокварковые взаимодействия пиона с протоном, при большой множественности ($n > 10$) – как многокварковые взаимодействия адронов/5/.

РЕЛЯТИВИСТСКАЯ ЯДЕРНАЯ ФИЗИКА

1. Проведен анализ и обобщены результаты исследования кумулятивного образования адронов и легких ядер в столкновениях протонов и дейтронов с импульсом 8,9 ГэВ/с с ядрами Al, Cu, Pb и др. с помощью установки ДИСК-2 на синхрофазотроне.

Обнаружено, что образование p , d , t , ^3He , ^4He с большими энергиями не подтверждает эмпирическую гипотезу "ядерного скейлинга" при сравнении результатов взаимодействия протонов с энергиями 9 и 400 ГэВ с тяжелыми ядрами. Однако зависимость инклюзивного сечения рождения ядерных фрагментов от переменной $(X-B)$ (X – кумулятивное число, B – барионное число) имеет масштабно-инвариантный характер (рис.1), и этот факт свидетельствует о пропорциональности сечений величине кварк-партонной структурной функции ядра. Для параметра наклона зависимости инвариантных сечений ядерных фрагментов от величины $(X-B)$ найдено значение $\langle X \rangle = 0,14 \pm 0,15$.

Установлены универсальные свойства структурных функций ядер как независимых объектов в широкой области

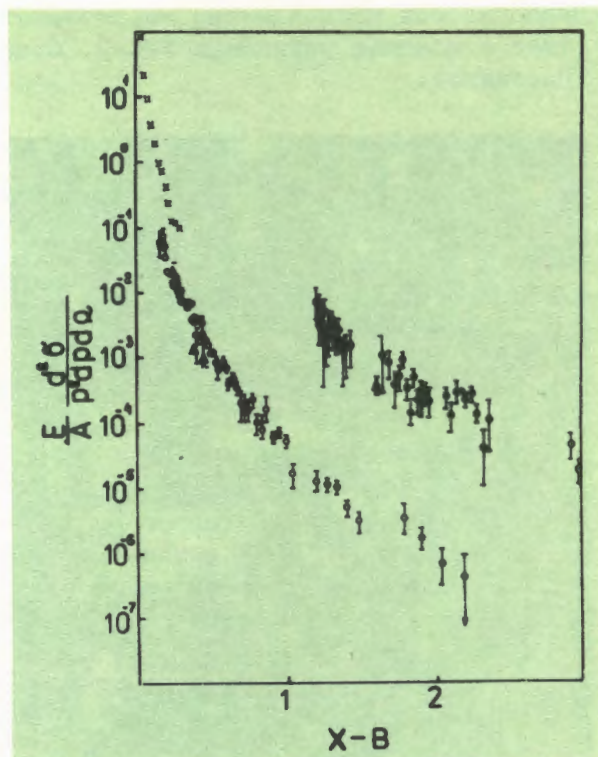


Рис.1. Зависимость инклюзивного сечения рождения ядер ^4He от переменной $(X-B)$ в реакции $pA \rightarrow ^4\text{He} + \dots$

• о	9 ГэВ/с	Δ для угла 90° ▲ ● для угла 168°
▲ Δ	400 ГэВ/с	
x	7,5 ГэВ/с	

изменения величин атомного веса A , четырехмерного переданного импульса Q^2 и кумулятивного числа X . Найденные свойства структурных функций дают доказательство существования мультикварковых конфигураций в ядрах. В свободных нуклонах и легких ядрах вплоть до $A = 20$ мультикварковые конфигурации существенно отличаются от аналогичных конфигураций в тяжелых ядрах (свинец и др.). Часть свойств структурных функций получила подтверждение в экспериментах по глубоконеупругому рассеянию мюонов и электронов при высокой энергии (рис.2). Одним из главных итогов исследования кумулятивного рождения частиц можно считать обнаружение новой характеристики атомного ядра – его кварк-партонной структурной функции и выяснение ее свойств/6/.

2. С помощью пропановой пузырьковой камеры изучена связь особенностей рождения кумулятивных частиц с про-

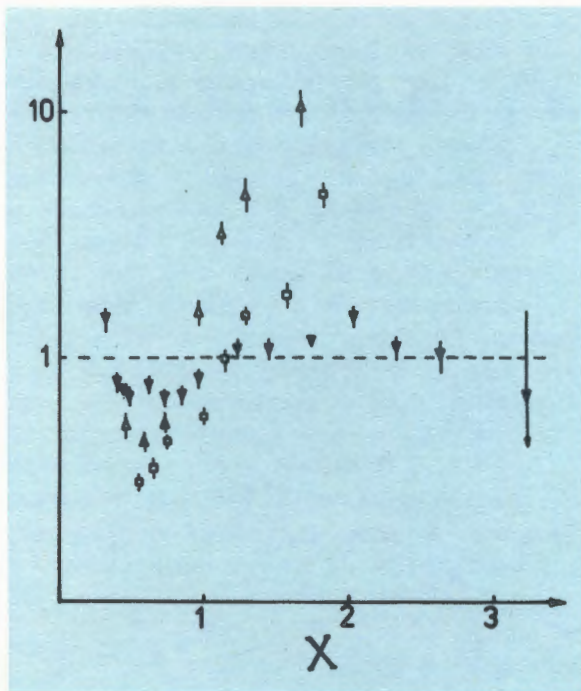


Рис.2. Зависимость отношений выходов частиц на различных ядрах от величины кумулятивного числа X.

$$\begin{aligned} \Delta \pi & \text{ для } \frac{\sigma(\text{Pb})}{A(\text{Pb})} / \frac{\sigma(\text{D})}{A(\text{D})}, \\ \nabla \pi & \text{ для } \frac{\sigma(\text{Pb})}{A(\text{Pb})} / \frac{\sigma(\text{Al})}{A(\text{Al})}, \\ \square \pi & \text{ для } \frac{\sigma(\text{Pb})}{A(\text{Pb})} / \frac{\sigma(\text{He})}{A(\text{He})}. \end{aligned}$$

цессами обычного множественного образования частиц. Анализ различных физических характеристик в $(p + C)$ - и $(p + \text{Ta})$ -взаимодействиях при импульсе 10 ГэВ/с с рождением и без рождения кумулятивных частиц не позволил обнаружить зависимости изученных характеристик от величины кумулятивного числа как протонов, так и пионов. Однако события с кумулятивными протонами имеют повышенную множественность протонов (на ~55%) и события с кумулятивными пионами имеют повышенную множественность пионов (на ~30%). Зависимость инвариантных инклюзивных сечений образования кумулятивных протонов и пионов от величины переменной $(X-B)$ имеет экспоненциальный вид с универсальной константой наклона экспоненты, равной 0,14/7/.

Изучены π^-C -взаимодействия при импульсе 40 ГэВ/с, в которых рождаются

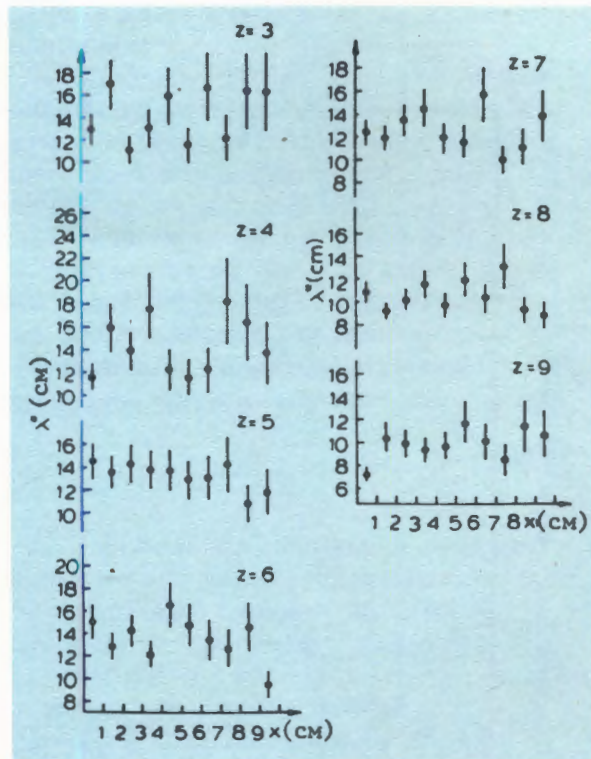


Рис.3. Зависимость среднего пробега до взаимодействия фрагментов с зарядами от 3 до 9 от величины расстояния между точками образования фрагмента и его взаимодействия.

кумулятивные частицы при наличии струйного механизма образования частиц. Оказалось, что найденные величины по множественности частиц, продольные и поперечные импульсные распределения адронов относительно оси струй, летящих по направлению движения первичного пиона, в кумулятивных π^-C -событиях совпадают с аналогичными распределениями адронов в e^+e^- -столкновениях и в π^-p -взаимодействиях при близкой энергии в с.ц.и. Из полученного результата следует, что формирование струй пионов в кумулятивных адрон-ядерных взаимодействиях происходит в основном за пределами ядра/8/.

3. Продолжено изучение проблемы более вероятного взаимодействия легких фрагментов (аномалонов) в фотоэмульсиях. На большом статистическом материале для ядерных фрагментов с зарядом 1, образованных во взаимодейст-

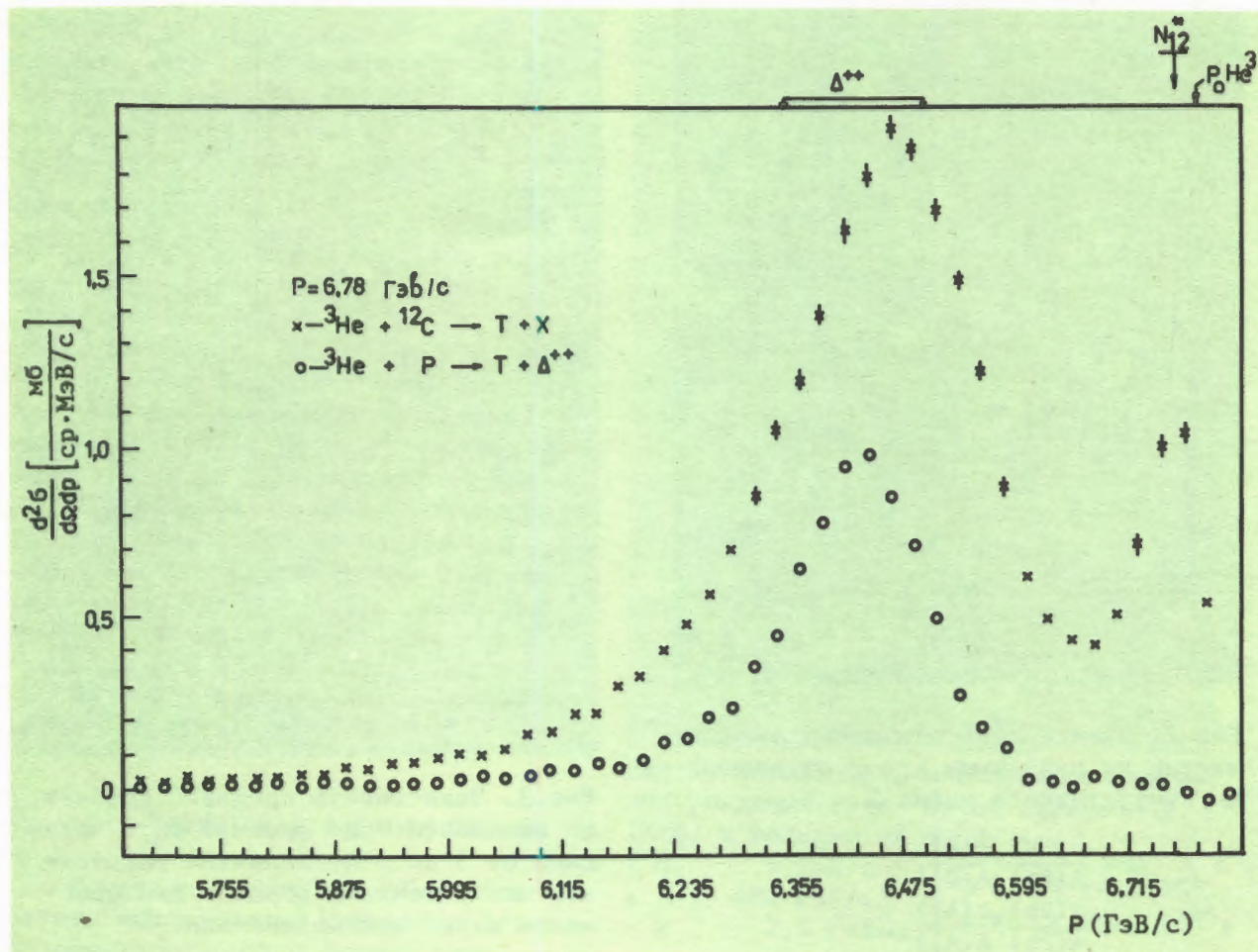


Рис.4. Энергетическое распределение ядер трития, образованных в реакции рассеяния гелия-3 на углеводе.

виях ядер гелия-3 с углеродом при импульсе 3,5 ГэВ/с/нукл., и для фрагментов с зарядом от 3 до 9, образованных во взаимодействиях ядер ${}^{22}\text{Ne}$ с ядрами фотоэмульсии, не обнаружено эффекта более вероятного взаимодействия "молочных" ядерных фрагментов вблизи точки взаимодействия, из которого они образовались (рис.3).

4. Проведено изучение механизма появления максимума в энергетическом распределении ядер трития при рассеянии ядер гелия-3 на водороде и углеводе с помощью установки "Альфа" при

импульсах 1,45; 2,18 и 3,6 ГэВ/с/нукл. Анализ выявил важную роль механизма с возбуждением Δ -степени свободы в ядре углерода при импульсах 1,2 ГэВ/с/нукл., который при импульсах более 3 ГэВ/с/нукл. становится основным в образовании трития. Возрастание сечения образования Δ -изобары в 7 раз при увеличении импульса от 1,45 до 3,6 ГэВ/с/нукл. и небольшой сдвиг положения " Δ -пика" в реакции на ядре углерода относительно его положения в реакции на водороде указывают на коллективную (кварковую) природу Δ -возбуждения в ядре углерода (рис.4).

5. Метод определения пространственно-временных характеристик области излучения вторичных частиц на основе интерференции тождественных пионов применен к ядро-ядерным взаимодействиям при импульсе $4,2 \text{ ГэВ/с/нукл.}$ При исследовании в пропановой пузырьковой камере взаимодействий легких ядер $d, \text{He, C}$ с ядром Ta установлено, что размер области излучения пионов в лабораторной системе координат растет от $2,2 \pm 0,5$ до $3,4 \pm 0,3 \text{ Фм}$ с увеличением атомного номера налетающего ядра. Однако эти размеры остаются меньше размера ядра-мишени Ta , у которого $r = 6,1 \text{ Фм}$. В многонуклонных взаимодействиях размер области излучения пионов возрастает до $4,1 \pm 0,8 \text{ Фм/9/}$.

РАЗВИТИЕ МЕТОДИКИ ЭКСПЕРИМЕНТА

1. Продолжалась работа по автоматизации экспериментальных установок физики высоких энергий, стендов для проведения исследований по ускорительной технике, криогенных установок.

В физических экспериментальных установках для повышения надежности и улучшения параметров годоскопических систем используется разработанный четырехканальный время-цифровой преобразователь для измерения временных интервалов с пикосекундным разрешением. Для более быстрого отбора количества частиц, одновременно прошедших через годоскопическую плоскость детектора, предложен параллельный счетчик, имеющий 31 вход, который расширяет возможности мажоритарных схем совпадений. Усовершенствовано устройство считывания и преобразования данных в многоканальных детекторах заряженных частиц с помощью более эффективного способа преобразования унитарного кода в двоичный/10/. Для более эффективного использования вычислительной техники предложен новый контроллер, который не ограничивает возможностей расширения объема подключаемой к ЭВМ аппаратуры КАМАК, увеличивает возможность обработки запросов прерывания и ускоряет передачу

массивов данных в режиме программного управления/11/.

На базовой ЭВМ ЛВЭ ЕС-1040 повышена эффективность работы операционной системы с помощью расширения внешней памяти прямого доступа при том же количестве хранителей информации/12/.

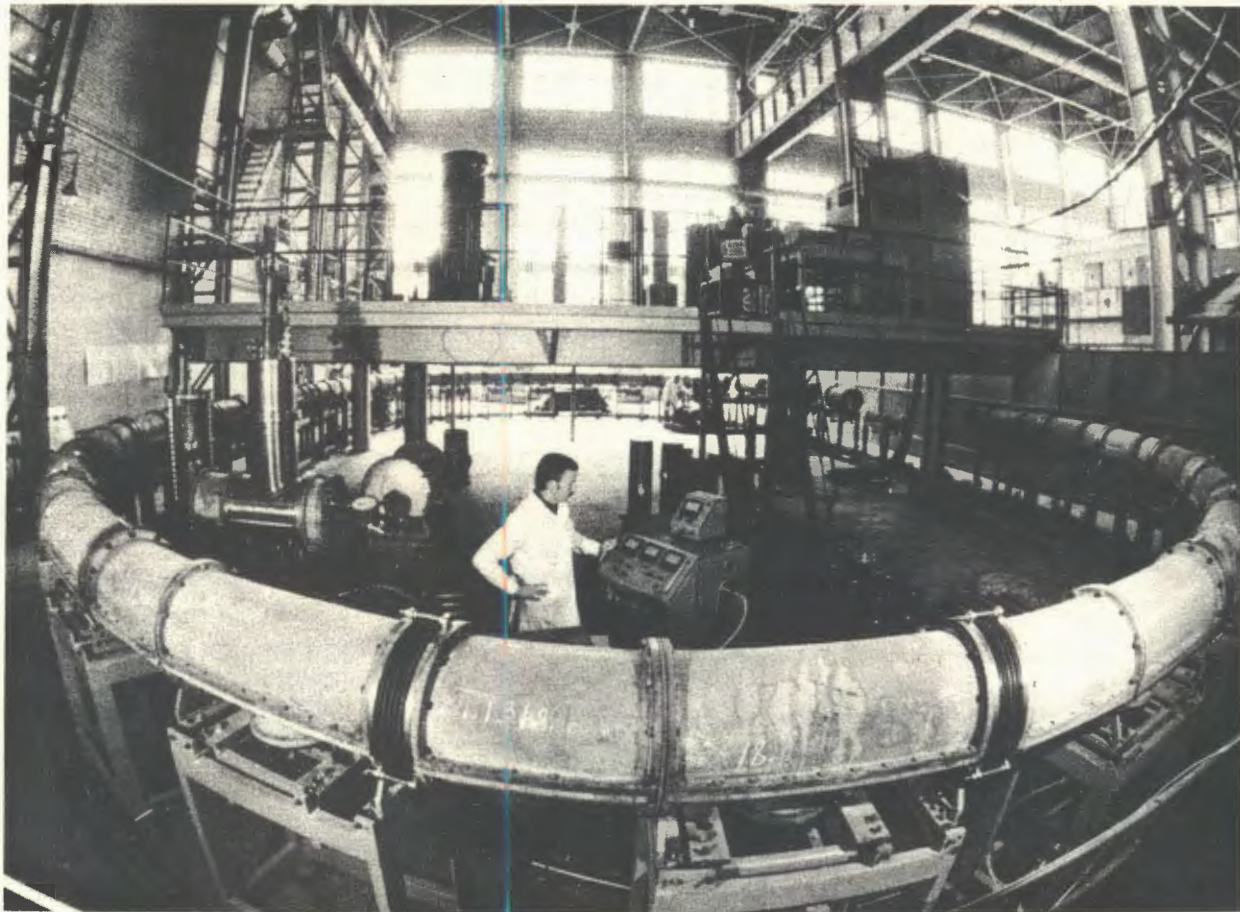
Для обеспечения работ, проводимых при температурах жидкого азота и жидкого гелия, проведена исследовательская работа и созданы электронные блоки (усилители сигналов), успешно работающие при криогенных температурах/13/.

2. Для решения некоторых медико-биологических задач, нуждающихся в точности регистрации до 1 мм и скорости набора информации порядка сотен кГц, разработан специальный временной процессор для предварительного отбора информации с пропорциональных камер с использованием линий задержек. Чтобы эффективно использовать быстродействие пропорциональной камеры (10^6 отсчетов за 1 с) разработана система блоков цифрового кодирования, обладающая хорошей точностью ($\sigma = 0,6 \text{ нс}$) и практически нулевым мертвым временем/14/.

3. Для расширения возможностей физических установок разработан газовый детектор заряженных частиц на базе пропорциональной камеры с дрейфовым промежутком. С помощью детектора восстанавливается пространственная картина движения ионизирующих частиц (точность 2 мм), измеряется плотность ионизации на траектории частиц, энергия (точность $0,7\%$) и масса нуклида (точность 3%). Параметры детектора обеспечивают идентификацию легких ядер с энергией $10 \text{ МэВ/нуклон/15/}$.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ДЕЙСТВУЮЩИХ И РАЗРАБОТКА НОВЫХ ФИЗИЧЕСКИХ ПРИБОРОВ И УСТАНОВОК

1. На синхрофазотроне выполнен ряд работ по совершенствованию систем



Общий вид модельного сверхпроводящего синхротрона.

Монтаж квадрупольной линзы одного из периодов магнитной системы модельного сверхпроводящего синхротрона.

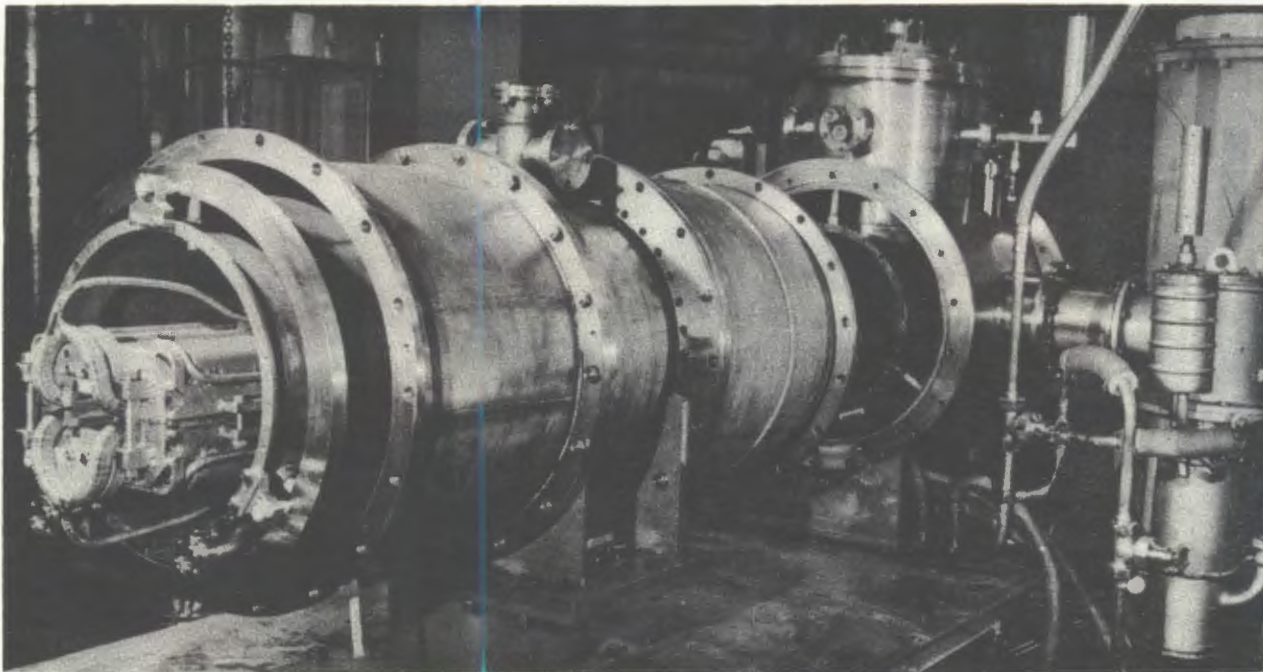
и превращению его в ускоритель релятивистских и поляризованных ядер. К числу ускоряемых ядер добавлен изотоп гелия ^3He . С помощью лазерного источника в 100 раз увеличена интенсивность ядер C^{+6} , впервые получены интенсивные пучки Li^{+3} (2 изотопа) и Mg^{+12} с энергией 4 ГэВ/нуклон. Эти достижения существенно увеличивают возможности проведения экспериментов в области релятивистской ядерной физики. На выведенных пучках этих ядер с помощью систем медленного и быстрого выводов набрана экспериментальная информация на нескольких физических установках.

Продолжено совершенствование источника поляризованных ядер "Полярис".

В методическом сеансе на ускорителе измерена векторная поляризация дейтронов после линейного ускорителя ЛУ-20, которая оказалась равной $24 \pm 2\% / 16\%$.

Для наладки режимов ускорения и контроля за составом пучка после линейного ускорителя ЛУ-20 и после медленного вывода из синхрофазотрона производится измерение зарядового состава пучка ядер /17/.





Испытательный стенд 1,5-метрового сверхпроводящего магнита с железным ярмом и обмоткой из трубчатого сверхпроводника.

В связи с переходом на ускорение ядер и для получения интенсивных ядерных пучков завершена реконструкция ускоряющей системы. Переход на вторую кратность ускорения позволил повысить интенсивность пучков ускоряемых ядер в 2 раза по сравнению с ускорением на первой кратности и дополнительно повысить надежность ускорения частиц/18/.

В синхрофазотроне успешно проведен пробный запуск криогенной системы откачки на одном квадранте ускорителя. Вакуум в камере улучшился на порядок и достиг величины 2×10^{-7} Тор, что позволит в будущем существенно расширить набор ускоряемых в синхрофазотроне ядер без заметных потерь.

2. В лаборатории продолжалось сооружение модельного сверхпроводящего синхротрона на энергию 1,5 ГэВ, предназначенного для получения опыта в сооружении и эксплуатации сверхпроводящих ускорителей в рамках разработки технического проекта нуклотрона. Уже изготовлены все магниты (на поле 2,27 Т) и линзы с градиентом 87,5 Т/м). Такие магниты и линзы представляются наиболее экономичными и технологически простыми по сравнению с обычными теплыми магнитами и с безжелезными сверхпроводящими магнитами на 5 Т. Для ускорителя разработаны и изготовлены высокочастотный генератор, вакуумная камера, гелиевые криостаты типа кипящей ванны, источники питания, многоамперные (до 8 кА) криогенные тоководы и другие системы/19/.

В рамках работ по нуклотрону проведено успешное исследование режимов работы 1,5-м полномасштабного сверхпроводящего магнита с железным ярмом и обмоткой из трубчатого сверхпроводника. Охлаждение магнита проводится двухфазным парожидкостным гелием. Неоднородность магнитного поля на уровне 2Т составила 4×10^{-4} . В магнитах этого типа нет гелиевого криостата и, возможно, не потребуется вакуумная камера ускорителя, что существенно упрощает конструкцию и облегчает доступ к магнитной системе ускорителя, уменьшает количество гелия в системе и повышает криогенную безопасность/20/.

Тщательному исследованию подвергается явление образования ограниченной нормальной зоны в сверхпроводящих обмотках магнитных систем от внешнего локального источника тепла или от повышенной радиационной нагрузки. Экспериментально исследовано изменение неоднородности поля в апертуре магнита типа "оконная рама" при подкритичном локальном импульсном нагреве обмотки/21/.

С помощью установки УРАН, в основу которой положено использование многопроволочной камеры, показана возможность проведения экспресс-анализа смеси белков, в которые введен радиоактивный йод. При чувствительности метода лучше 200 отсчетов/мин на 1 см^2 и пространственном разрешении около 1 мм время проведения анализа сокращено с нескольких суток до десятков минут/23/.

Создана и используется на линии с ЭВМ высокочувствительная установка УРАН-2 для неразрушающего экспресс-анализа β^- -активных тонкослойных радиохроматограмм и электрофореграмм. Контроль разделения веществ в одном или двух направлениях проводится с разрешением 1,5 мм (введен ^3H), 6 мм (введен ^{14}C), 4 мм (введен ^{32}P) при чувствительности $5 \div 10 \text{ пКи/см}^2$. Время эксперимента по определению контура

НАУЧНО-ПРИКЛАДНЫЕ РАБОТЫ

Создан прибор и система сбора данных для анализа монокристаллов белков. Проводится параллельное измерение интенсивности одновременно возникающих дифрагированных лучей при исследовании белков с периодом решетки 50-150Å (разрешение 3Å) при помощи плоской многопроволочной пропорциональной камеры. Значительное увеличение скорости позволяет работать с нестабильными объектами и применять меньшую степень радиационного повреждения/22/. Проведены съемки 23 монокристаллов белка.



Гамма-камера нового типа с высоким пространственным разрешением, предназначенная для изучения структуры органов человека.

радиоактивных зон в веществе уменьшено с нескольких дней и недель до десятков минут. Детектор УРАН-2 "умеет" различать распады ^3H , ^{14}C , $^{32}\text{P}/^{24}\text{I}$.

Проведены клинические испытания созданной в ЛВЭ гамма-камеры ГKM на основе многопроволочного газового детектора. Камера имеет повышенную точность (1-2 мм) определения структуры органов человека (почки, легкие, сердце), работает на линии с мини-ЭВМ, изображение выводится на цветной дисплей (рис.5).

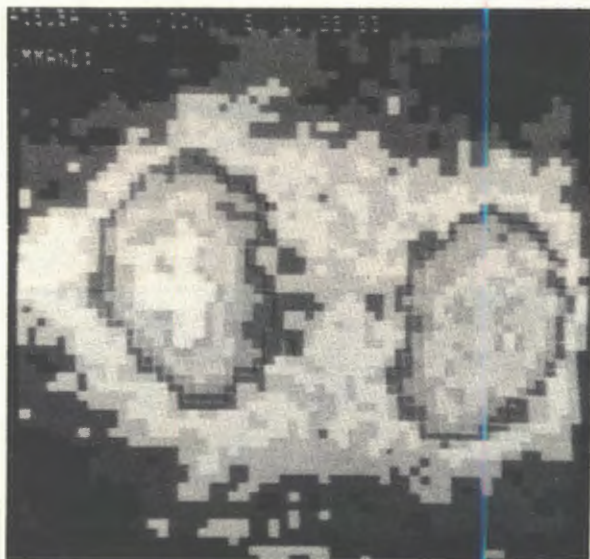


Рис.5. Изображение распределения излучения от введенного радиоактивного элемента в почке человека.

ЭКСПЛУАТАЦИЯ СИНХРОФАЗОТРОНА

Ускоритель работал:

а) на экспериментальные исследования по физике элементарных частиц и физике релятивистских ядер - 2810 часов с достигнутой интенсивностью 2×10^{12} ускоренных протонов, $1,2 \times 10^{12}$ дейтронов; 3×10^{10} ядер гелия-3; 2×10^{10} гелия-4; $1,5 \times 10^8$ ли-

тия-6; 2×10^9 лития-7; 5×10^8 углерода-12; 1×10^5 кислорода-16; 1×10^3 изотопа неона-22; 1×10^5 магния-24 за один цикл ускорения с энергией более 4 ГэВ/нукл.,

б) на совершенствование систем ускорителя - 640 часов:

ЛИТЕРАТУРА *

1. Бешлиу К. и др. ОИЯИ, 1-83-815, Дубна, 1983; Глаголев В.В. и др. ОИЯИ, Е1-83-59, Дубна, 1983.
2. Алеев А.Н. и др. ОИЯИ, 1-83-417, Дубна, 1983.
3. Алеев А.Н. ОИЯИ, Д1-83-602, Дубна, 1983.
4. Аблеев В.Г. и др. ОИЯИ, Е1-83-487, Дубна, 1983.
5. Ангелов Н. и др. ОИЯИ, Р1-83-309, Дубна, 1983.
6. Балдин А.М. ОИЯИ, Е2-83-415, Дубна, 1983; Балдин А.М. и др. ОИЯИ, Р1-83-431, Дубна, 1983.
7. Армутлийски Д. и др. ОИЯИ, Р1-83-327, Дубна, 1983.
8. Балдин А.М. и др. ОИЯИ, Р1-83-483, Дубна, 1983.
9. Агакишиев Г.М. и др. ОИЯИ, Р1-83-252, Дубна, 1983.
10. Маньяков П.К. и др. ОИЯИ, 13-83-343, Дубна, 1983; Гуськов Б.Н. и др. ОИЯИ, 10-83-714, Дубна, 1983.
11. Ефимов Л.Г. ОИЯИ, 10-83-760, Дубна, 1983.
12. Риднер А. и др. ОИЯИ, 10-83-41, Дубна, 1983.
13. Маньяков П.К. и др. ОИЯИ, 13-83-70, Дубна, 1983.
14. Иванов А.Б. и др. ОИЯИ, Р10-83-383, Дубна, 1983.

*Цитируются избранные работы.

15. Будилов В.А. и др. ОИЯИ, 1-83-609, Дубна, 1983.
16. Авдейчиков В.В. и др. ОИЯИ, 13-84-20, Дубна, 1984.
17. Баландикова А.Н. и др. ОИЯИ, 9-83-317, Дубна, 1983.
18. Бровко О.И. и др. ОИЯИ, 9-83-540, Дубна, 1983.
19. Шелаев И.А. и др. ОИЯИ, Р9-83-582, Дубна, 1983.
20. Смирнов А.А. и др. ОИЯИ, 9-83-625, Дубна, 1983.
21. Василев П.Г. и др. ОИЯИ, Р9-83-394, Дубна, 1983.
22. Андрианова М.Е. и др. ОИЯИ, 18-83-48, Дубна, 1983.
23. Заневский Ю.В. и др. ОИЯИ, 18-83-534, Дубна, 1983.
24. Анисимов Ю.С. и др. ОИЯИ, 18-83-668, Дубна, 1983.

ЛАБОРАТОРИЯ ЯДЕРНЫХ ПРОБЛЕМ

В 1983 году научно-исследовательская деятельность Лаборатории ядерных проблем развивалась в соответствии с планами в двух главных направлениях:

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

- завершение работ по реконструкции синхроциклотрона в установку "Ф" и подготовка новых экспериментальных установок для исследований в области средних энергий.

Лаборатория участвовала также в совместных ОИЯИ-ЦЕРН экспериментах NA-4 и PS-179. Начаты работы по совместному с ЦЕРН эксперименту ДЕЛФИ. Разрабатывались новые методы и электронная аппаратура для ядерно-физических исследований. Выполнены важные прикладные работы. Лаборатория принимала участие в работах по созданию ускорительно-накопительного комплекса (УНК).

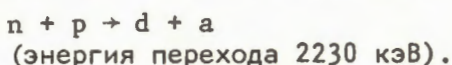
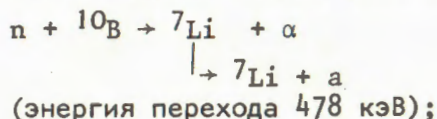
Практически все работы выполнялись при активном сотрудничестве с научными центрами стран-участниц ОИЯИ.

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЕ РАБОТЫ

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ

1. Завершен совместный с ЛНФ эксперимент по поиску новой гипотетической частицы - аксиона/1/. Такая частица неизбежно возникала в объединенных теориях взаимодействия частиц при попытке удалить из теории возможность нарушения CP-симметрии в сильном взаимодействии. Поиску аксиона посвящено большое количество работ, результаты которых противоречивы. Данный эксперимент проводился на импульсном реакторе ИБР-2. Аксионы могли излу-

чаться в реакции захвата нейтронов на боре-10, входящем в состав защиты реактора, или на водороде - составной части водяной защиты реактора:

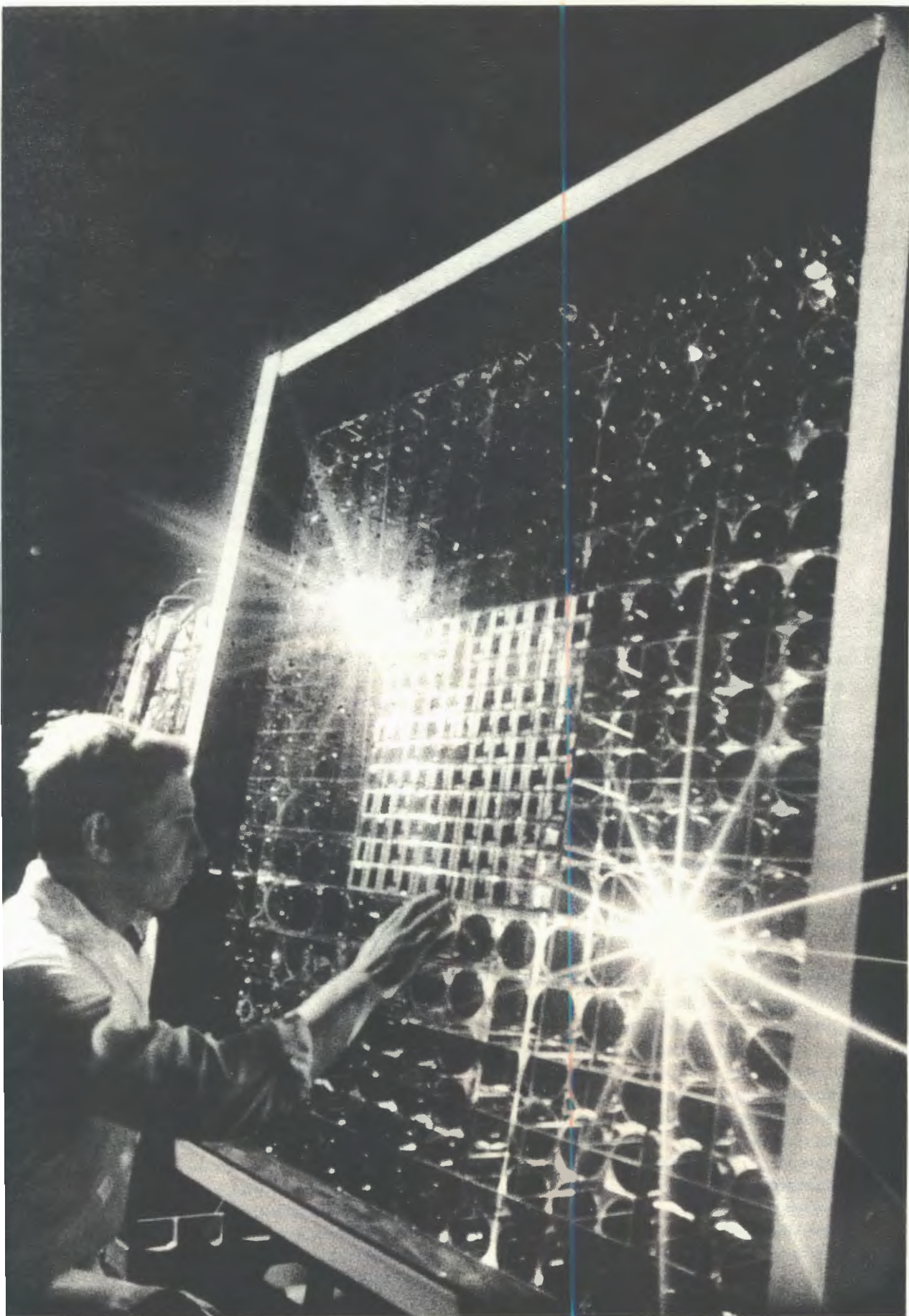


Необходимо отметить, что импульсная интенсивность этих реакций в ИБР-2 в несколько раз превосходит соответствующую интенсивность реакций в известных энергетических реакторах. Это улучшает отношение ожидаемого эффекта к фону космических лучей и естественной радиоактивности, который служит главной помехой при поиске аксиона. Для детектирования распада аксиона с предсказываемой теорией массой $150 \text{ кэВ} < m_a < 1000 \text{ кэВ}$ на два гамма-кванта использовалась система из 12 сцинтилляционных счетчиков размером $17 \times 17 \times 40 \text{ см}^3$ каждый.

Результаты эксперимента показаны на рис.1. Полученная оценка верхней границы скорости счета от реакции распада $a \rightarrow 2\gamma$ в 1300 раз меньше величины, предсказываемой теорией стандартного аксиона и в несколько раз жестче границ, установленных во всех других проведенных ранее экспериментах по поиску аксионов на реакторах.

2. Впервые наблюдаются ультрарелятивистские позитронии, образующиеся в распадах π^0 -мезона на гамма-квант и атом позитрония/2/. Схема экспери-

Успешно развиваются исследования на пучке ускорителя ИФВЭ (Протвино) по программе "Гиперон". На снимке: ливневый детектор из свинцового стекла.



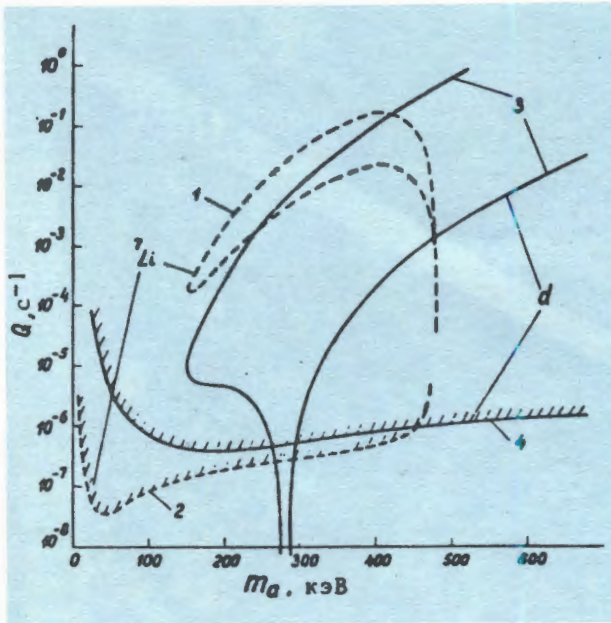
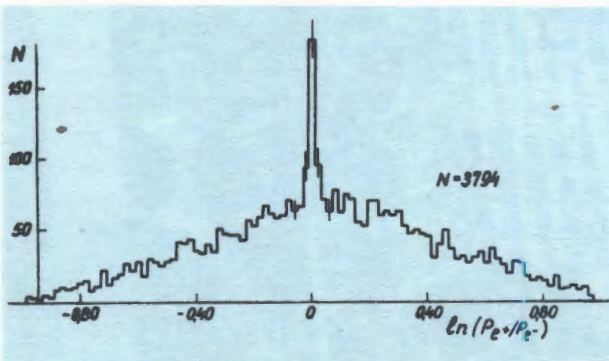
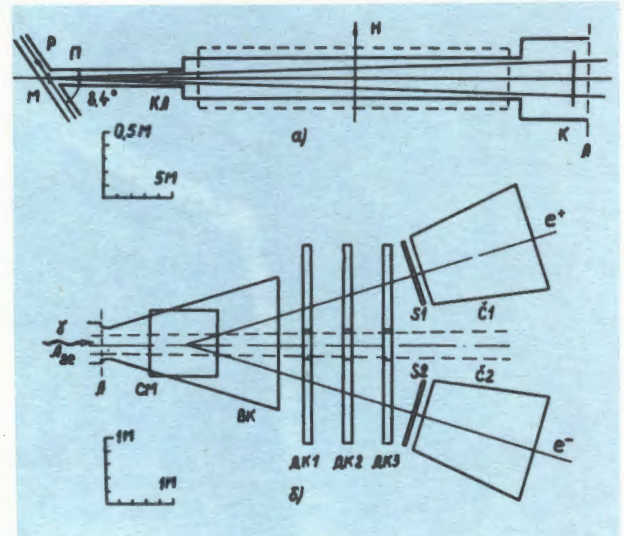


Рис. 1. Относительная вероятность испускания аксиона при снятии возбуждения в ${}^7\text{Li}$ (кривые 1 и 2) и при образовании дейтерия (кривые 3,4). Кривые 1,3 рассчитаны теоретически; кривые 2,4 указывают на экспериментально достигнутый верхний предел на 95%-ном уровне достоверности.

Рис. 2. Схема канала релятивистских позитрониев и установки "Позитроний" на серпуховском ускорителе.



Электрон и позитрон регистрируются двумя телескопами, состоящими из трех пакетов дрейфовых камер, работающих в самогасящемся стримерном режиме ДК1, ДК2, ДК3, сцинтилляционных счетчиков S1, S2 и газовых черенковских счетчиков C1 и C2.

Рис. 3. Логарифм отношения импульсов позитрона и электрона, зарегистрированных в эксперименте "Позитроний".

Результаты эксперимента представлены на рис. 3. Пик соответствует электронам и позитронам с равными импульсами, образующимися при развале атома позитрония в магнитном поле. Всего в экспериментах было выделено 185 ± 30 атомов позитрония, что позволило получить оценку относительной вероятности ρ распада $\pi^0 \rightarrow \gamma + A_{e^+e^-} = (1 \pm 5) \cdot 10^{-9}$. Набор статистики продолжается.

мента показана на рис. 2. В прямолинейном промежутке 70-ГэВ ускорителя в Протвино установлена мишень из углеродной пленки. Позитронии от распада π^0 -мезонов, образованных в мишени, выводятся по вакуумному каналу, перпендикулярно которому приложено магнитное поле H , очищающее выводимый пучок от заряженных частиц. Канал заканчивается вакуумной камерой ВК, помещенной в зазор магнита СМ. Конвертор К и лавсановая пленка П использовались при калибровках и фоновых измерениях. Позитронии разваливаются магнитным полем магнита СМ.

3. Изучались характеристики обнаруженного ранее в совместном с ИФВЭ эксперименте СИГМА-АЯКС процесса упругого рассеяния фотонов на π -мезонах - комптон-эффекта на π -мезоне [3].

На рис. 4 показана экспериментально измеренная зависимость сечения процесса $\gamma + \pi^- \rightarrow \gamma + \pi^-$ от энергии гамма-кванта. Среднее значение сечения в интервале 120 ± 160 МэВ составляет $\sigma_\gamma = 1,76 \pm 0,26$ мкб. Отношение экспе-



Дрейфовые камеры $3 \times 0,8 \text{ м}^2$ установки "Позитроний". В камерах используется самогасящийся стримерный режим, обнаруженный и исследованный в Лаборатории ядерных проблем.

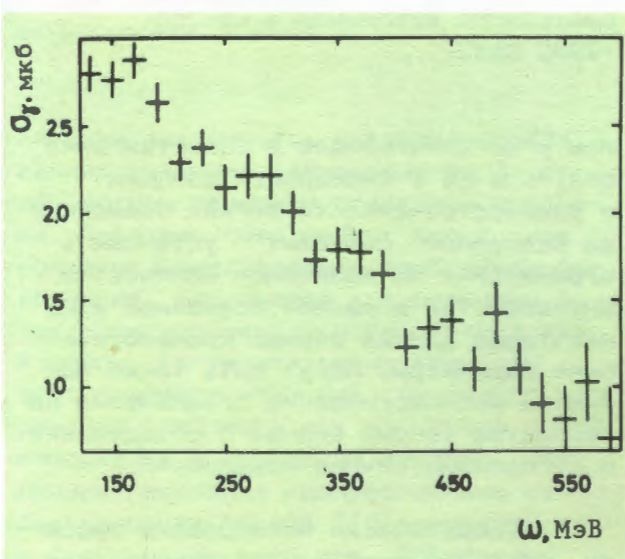


Рис.4. Сечение комптон-эффекта на π -мезоне $\gamma + \pi \rightarrow \gamma + \pi$ (в системе покоя пиона) в зависимости от энергии гамма-кванта.

4. Продолжена обработка данных по когерентному образованию трехпионных систем на установке МИС/4/. Проведен анализ фонового нерезонансного вклада в когерентное образование $\pi^+\pi^-\pi^-$ -системы на ядрах в реджезованной модели Декка. В области масс более $1,2 \text{ ГэВ}/c^2$ модель не воспроизводит наблюдающегося в эксперименте сильного изменения фаз основных волн, что подтверждает факт наблюдения в опытах радиального возбуждения пиона π' и A_1 -мезона.

5. На основе обработки данных о пион-углеродных взаимодействиях при $5 \text{ ГэВ}/c$ в спектре масс протон-протонных комбинаций получено указание на возможное существование дипротонного состояния при $2024 \text{ МэВ}/5/$ (рис.5).

риментального сечения к теоретическому составляет $0,96 \pm 0,15$. Изучено дифференциальное сечение процесса в зависимости от энергии и угла рассеяния фотона.



В рамках развития работ по программе СИГМА-АЯКС ведется создание цилиндрических камер с самогасящимся стримерным режимом.

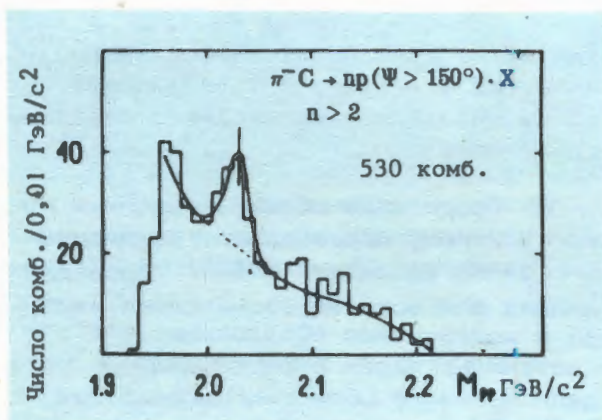


Рис.5. Указание на существование дипротонного резонанса с массой ~2030 МэВ.

лов $\bar{p}^4\text{He}$ -аннигиляции и сопоставление результатов с имеющимися данными о распространенности легких элементов во Вселенной позволит установить ограничения на возможное количество антивещества в ранней Вселенной и на некоторые другие важные космологические параметры. Могут быть также получены космологические ограничения на параметры теорий великого объединения и суперсимметричных моделей/6/.

6. Успешно начат совместный с ЦЕРН эксперимент PS-179 на пучке медленных антипротонов LEAR. В опыте используется гелиевая стримерная камера в режиме самошунтирования - методика, разработанная в Лаборатории ядерных проблем. Зарегистрированы первые события реакции $\bar{p} + {}^4\text{He} \rightarrow {}^3\text{He} + \pi^+ + \pi^- + \pi^-$ (рис.6). Как показал теоретический анализ/6/, изучение различных кана-

7. Теоретически исследованы эффекты логарифмического и степенного нарушения скейлинга в процессе глубоко-неупругого рассеяния μ -мезонов на водороде. За основу приняты предсказания КХД для структурных функций во втором порядке теории возмущений по бегущей константе связи $\alpha_B(Q^2)$ и с учетом низшей $1/Q^2$ -поправки. Установлена

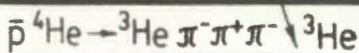


Рис.6. Аннигиляция антипротона в гелии $\bar{p} \ ^4\text{He} \rightarrow \ ^3\text{He} \ \pi^- \ \pi^+ \ \pi^-$, зарегистрированная с помощью самошунтирующейся гелиевой стримерной камеры в совместном эксперименте на пучке медленных антипротонов в ЦЕРН.

сильная зависимость извлеченного из данных значения КХД-параметра Λ от абсолютной величины степенной поправки. Показано, что учет этого типа поправок может сделать ошибочными заключения, касающиеся как величины Λ , так и экспериментального статуса КХД в целом. Аргументирована важность всестороннего изучения степенного нарушения скейлинга как источника новой информации о структуре нуклона. Получены некоторые количественные характеристики первой $1/Q^2$ -поправки к структурным функциям. Обсуждены всевозможные пути преодоления трудностей с разделением степенных и логарифмических эффектов в экспериментальных данных по глубоконеупругому рассеянию/7/.

8. Теоретически показано, что взаимодействие пары нуклонов, полу-

чивших цветные заряды при прохождении релятивистского адрона сквозь ядро, приводит к новому механизму образования частиц на ядрах с вылетом продуктов реакции назад. Расчет показал, что предложенный механизм на дейтронах является определяющим в области импульсов вторичных частиц выше 500 МэВ/с. Указаны эксперименты, с помощью которых предложенный механизм можно отделить от других. Для оценки точности проведенных квазиклассических расчетов рассмотрена одномерная квантово-механическая модель/8/.

9. Рассмотрены процессы индуцированных лазером (CO_2 , $\lambda \approx 10$ мкм) переходов между уровнями сверхтонкой структуры (СТС) мюонных атомов и молекул. Показано, что для мюонных молекул доплеровская ширина линии значительно уменьшается в упругих соударениях и это обстоятельство приводит к снижению мощности лазера, необходимой для осуществления указанных переходов. Проведенные оценки свидетельствуют о том, что вполне реально эффективно изменять заселенность уровней СТС молекул $\text{pp}\mu$ и $\text{pd}\mu$ в экспериментах с водородной мишенью на мюонном пучке. Осуществление этой возможности позволяет: 1) изучить спиновую зависимость реакций $\mu^- + p \rightarrow n + \nu_\mu$ и $p + d \rightarrow \ ^3\text{He} + \gamma$; 2) измерить с точностью $\sim 10^{-5}$ эВ сверхтонкое расщепление в молекулах $\text{pp}\mu$ и $\text{pd}\mu$ и определить вклад, обусловленный эффектами квантовой электродинамики и трехчастичными релятивистскими силами/9/.

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ АТОМНЫХ ЯДЕР

1. В фотозмульсионной камере, заполненной ядрами ^7Li , проведены поиски легчайших нейтронных ядер 3n , 4n , 5n в процессах ядерного захвата пионов/10/.

На рис.7 точками отмечены пробеги ≈ 2000 двухлучевых событий, зарегистрированных в камере с литиевым наполнением; кривыми ограничены допустимые корреляционные области. Видно, что ни одно из событий не находится в областях, ограниченных кривыми Далица. Найдено, что на уровне 90%-ной досто-

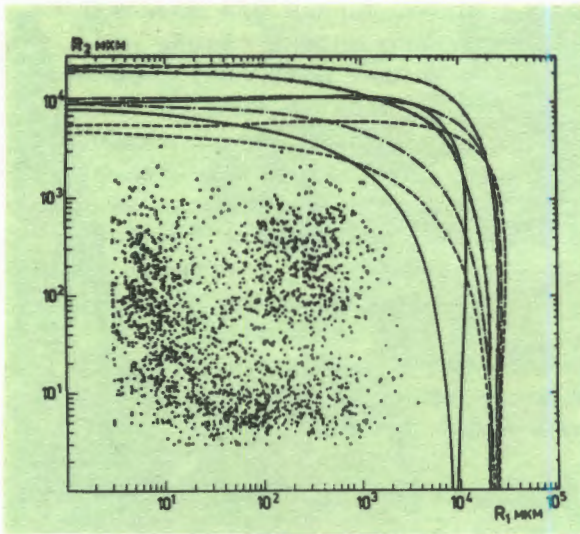
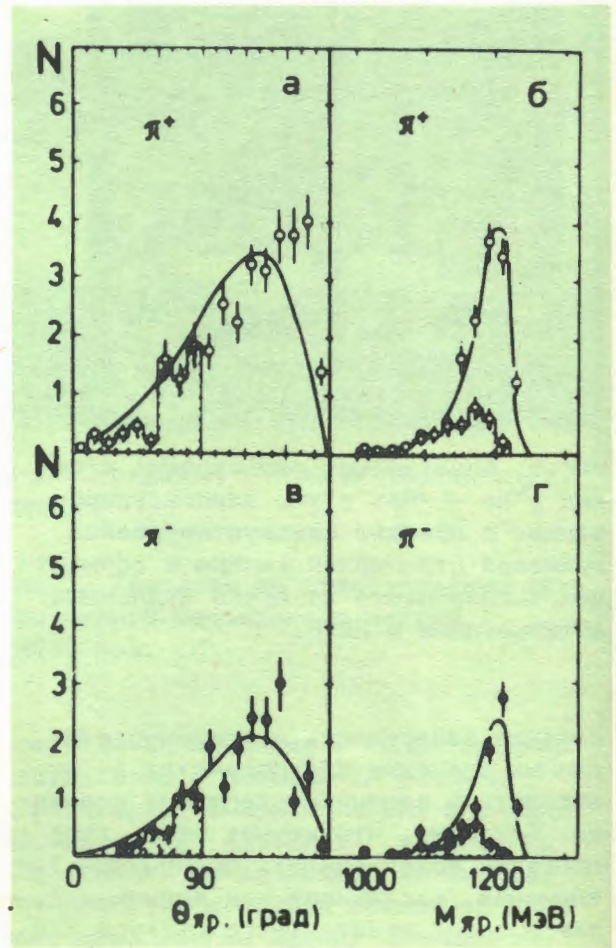


Рис.7. Кинематически допустимые области корреляции двух заряженных частиц для реакций: — $\pi^{-7}\text{Li} \rightarrow {}^2\text{H}^2\text{H}^3\text{n}$; - - - $\pi^{-7}\text{Li} \rightarrow {}^1\text{H}^3\text{H}^3\text{n}$; - · - · - $\pi^{-7}\text{Li} \rightarrow {}^1\text{H}^2\text{H}^4\text{n}$ и -x-x- $\pi^{-7}\text{Li} \rightarrow {}^1\text{H}^1\text{H}^5\text{n}$. Точками отмечены пробеги частиц в эмульсионных камерах с литиевым наполнением.

Рис.8. Распределение событий реакции $\pi^{\pm} {}^4\text{He} \rightarrow \pi^{\pm} \text{p} {}^3\text{H}$ при 156 МэВ в зависимости от угла $\theta_{\text{пр}}$ между рассеянным пионом и протоном — рис.8а и 8в. Распределение этих же событий по эффективным массам $M_{\text{пр}}$ — рис.8б и 8г. Заштрихованы распределения событий с $\theta_{\text{пр}} < 90^{\circ}$. Кривые описывают распределение событий в соответствии с имеющимся фазовым пространством и с учетом возбуждения Δ -резонанса.



верности относительные вероятности

$$W(\pi^{-+7}\text{Li}) \rightarrow \left\{ \begin{array}{l} {}^2\text{H}+{}^2\text{H}+{}^3\text{n} \\ {}^1\text{H}+{}^3\text{H}+{}^3\text{n} \\ {}^1\text{H}+{}^2\text{H}+{}^4\text{n} \\ {}^1\text{H}+{}^1\text{H}+{}^5\text{n} \end{array} \right\} < 1,2 \cdot 10^{-3}.$$

2. Изучена реакция квазиупругого рассеяния заряженных пионов с энергией 156 МэВ на ядрах гелия. экспери-

мент выполнен с помощью стримерной камеры-мишени, наполненной гелием при давлении 4 атм. и окруженной управляющим годоскопом из сцинтилляционных счетчиков. Измерены дифференциальные сечения процесса и угловые корреляции вторичных частиц (рис.8). Из выполненного анализа следует, что механизм реакции определяется квазисвободным $\text{p}\pi$ -рассеянием с возбуждением Δ -резонанса^{/11/}.

3. В тяжелых ядрах, в области массового числа $A = 150$, исследовалась большая группа переходов Гамова-Теллера, характеризующаяся аномально большими значениями приведенных вероятностей β -распада. Проведенные по программе ИРИС-ЯСНАПП измерения периодов полураспада нуклидов, энергий и ветвей β -переходов, а также коэффициентов внутренней конверсии электронов, составивших в совокупности "полный набор" данных, позволили идентифицировать переходы как чистые гамма-теллеровские типа спин-флип ($\Delta l = 0$, $\Delta S = 1$). Примечательно, что эти β -переходы вбирают в себя почти всю интенсивность β -распада.

Получены прецизионные экспериментальные значения приведенных вероятностей β -распада.

Непосредственная близость исследуемых β -излучателей к магическому ядру $^{146}_{64}\text{Gd}_{82}$ открыла уникальную возможность корректного расчета приведенных вероятностей переходов. Эффекты ядерной структуры в расчетах выделялись в явном виде: учитывалось конфигурационное смешивание и частично-дырочная спин-спиновая поляризация в заряженном канале.

Обнаружено подавление силы β^+ -распада, которое объясняется виртуальным возбуждением ненуклонных степеней свободы, например Δ -изобары, и может быть эффективно учтено перенормировкой в ядре константы слабого аксиально-векторного тока. Среднее по рассматриваемым ядрам перенормированное значение составляет $|G_A| = 0,67 |g_V|$, что почти в два раза отличается от значения для свободного нуклона $|g_A| = 1,25 |g_V|/12$.

4. В рамках программы ЯСНАПП выполнен комплекс исследований по спектроскопии атомных ядер.

а) В результате исследований угловых корреляций γ -излучений при распаде $^{165}\text{Tm} \rightarrow ^{165}\text{Er}$ уточнен мультипольный состав ряда γ -переходов. Установлено время жизни состояния $589,8$ кэВ ($1/2^-$), $T_{1/2} = 0,98(14)$ нс. Методом интегральных возмущенных угловых $\gamma\gamma$ -корреляций измерен магнитный момент уровня $242,9$ кэВ ^{165}Er , $\mu = -0,51(14)$ я.м. Анализ имеющихся экспериментальных данных в рамках

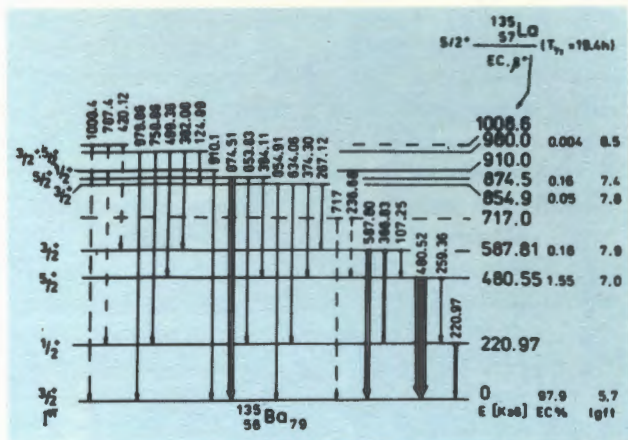


Рис.9. Схема распада $^{135}\text{La} \rightarrow ^{135}\text{Ba}$.

современных полумикроскопических моделей ядра показал необходимость учета влияния взаимодействия Кориолиса при описании магнитных моментов состояний ротационных полос отрицательной четности в изотопах $^{161,163,165}\text{Er}/^{13}/$.

б) Возбужденные состояния ^{135}Ba исследовались при изучении распада ^{135}La с применением современных γ - и β -спектрометрических установок на базе $\text{Ge}(\text{Li})$ - и $\text{Si}(\text{Li})$ -детекторов с высокой разрешающей способностью. На основе разрешающей способности γ -лучей и интенсивностях электронов внутренней конверсии определены спины и четности ряда уровней ^{135}Ba (рис.9). Природа возбужденных состояний ^{135}Ba рассматривается в рамках модели, учитывающей связь нечетной частицы с ангармоническими колебаниями четно-четного остова. Полученная информация о структуре волновых функций возбужденных состояний позволила вычислить магнитный момент основного состояния ^{135}Ba ($\mu(3/2^+) = 1,1 \mu_N$) и вероятность $M1$ -перехода с энергией 220 кэВ ($B(M1; 1/2^+ \rightarrow 3/2^+) = 0,36 \mu_N^2$), который в оболочечной модели является l -запрещенным. Результаты расчетов согласуются с экспериментом/14/.

БИОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

1. Рассмотрена зависимость надежности генома клеток от уровня его структурной организации. Введено понятие меры надежности генома. Показа-

но, что увеличение надежности генома при переходе от эукариот-гаплонтов к диплонтам обуславливается диплоид-специфической репарацией ДНК и хромосом. Отмечена роль надежности генома в ограничении количества ДНК, содержащейся в ядре клетки; роль диплоид-специфической репарации в переходе эукариот от гаплонтов к диплонтам; роль диплоидного состояния ядра в мутабельности хромосом. Высказано предположение о том, что повышение надежности генома служит важным фактором прогрессивной биологической эволюции/15/.

2. Рассмотрены закономерности индукции основных типов повреждений ДНК (играющих роль в реализации кислородного эффекта), вызываемых излучениями с разной линейной передачей энергии (L). Показано, что выходы повреждений ДНК, образующихся в результате двух, а также трех и более актов передачи энергии, увеличиваются с возрастанием L . В рамках предложенной модели проведены оценки выхода не восстанавливаемых быстрым типом репарации и не модифицируемых кислородом одностранных разрывов (OP_1^r) ДНК в зависимости от L . Зависимость $N_{OP_1^r}(L)$ описывается кривой, типичной для многоударных процессов. Максимум этой зависимости приходится на значения L , равные 200-300 кэВ/мкм. Оценки выходов прямых двухнитевых разрывов ($N_{ПДР}$) ДНК в кислородных и аноксических условиях в зависимости от L показали, что в области возрастания зависимости $N_{ПДР}(L)$ в кислородных и аноксических условиях сохраняется постоянное соотношение выходов, равное 2. При дальнейшем возрастании L величина этого соотношения уменьшается. На основе развитых представлений проведен критический анализ аргументов концепций "кислорода в треке" и взаимодействующих радикалов"/16/.

СОЗДАНИЕ КРУПНЫХ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ УСТАНОВОК, МЕТОДИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ, ЭЛЕКТРОНИКА

1. Продолжалось создание (совместно с ИФВЭ (Протвино), ОНМУ, ОП и СНЭО ОИЯИ) крупнейшей установки для исследований в области физики нейтрино на ускорителе 70-ГэВ в Протвино - "Нейтринного детектора". В 1983 г. полностью завершено создание магнитной системы детектора.

2. Совместно с ЛИЯФ АН СССР разработана и создана поляризованная дейтронная мишень на основе полностью дейтерированного этандиола. Величина поляризации дейтронов достигает 40%, что находится на уровне лучших мировых достижений. Разработан и реализован новый прецизионный метод определения степени поляризации дейтронов с точностью $\sim 1,5\%$, что в 5 раз лучше точности других известных методов/17/.

3. Завершено создание спектрометра АРЕС в варианте для исследования несохраняющего лептонный заряд распада $\mu \rightarrow 3e$. Спектрометр смонтирован на рабочем месте в зале ускорителя. В спектрометре используются большие цилиндрические многопроволочные пропорциональные камеры с малым количеством вещества в рабочем объеме $\sim 3,5 \cdot 10^{-2} \text{ г/см}^2$, которые могут быть использованы для детектирования частиц с низкими энергиями/18/.

4. В спектроскопических исследованиях, проводимых Лабораторией, используются детекторы, изготавливаемые

В сотрудничестве с ОНМУ, СНЭО ОИЯИ и ИФВЭ (Протвино) создается установка для исследования в области физики нейтрино на ускорителе ИФВЭ. На снимке: подготовка нейтринного канала ускорителя к монтажу нейтринного детектора.





Прецизионный измерительный комплекс для амплитудных и временных измерений характеристик радионуклидов со спектрометрическими детекторами, работающими на линии с микро- и мини-ЭВМ.

в ЛЯП из сверхчистого германия/19/. Преимущество таких детекторов по сравнению с Ge(Li) состоит в том, что для их создания требуется существенно меньше времени, они могут храниться при комнатной температуре, отжиг радиационных дефектов можно проводить при сравнительно низких температурах. Детекторы, как правило, имеют энергетическое разрешение, близкое к предельному (рис.10). Применение таких детекторов для измерения сплошных позитронных спектров позволило впервые экспериментально определить границу протонной устойчивости атомных ядер.

5. В 1983 г. продолжалась разработка и создание комплекса электронной аппаратуры для анализа событий, получаемых в физических экспериментах. Налажено и передано в физические группы 375 электронных блоков, в основном в стандарте КАМАК, в том числе: различные триггерные системы на основе быстродействующих логических схем для отбора событий, прецизионные системы для амплитудных и временных измерений со спектрометрическими детекторами ядерных излучений, а также цифровые системы, работающие совместно с микро- и мини-ЭВМ.

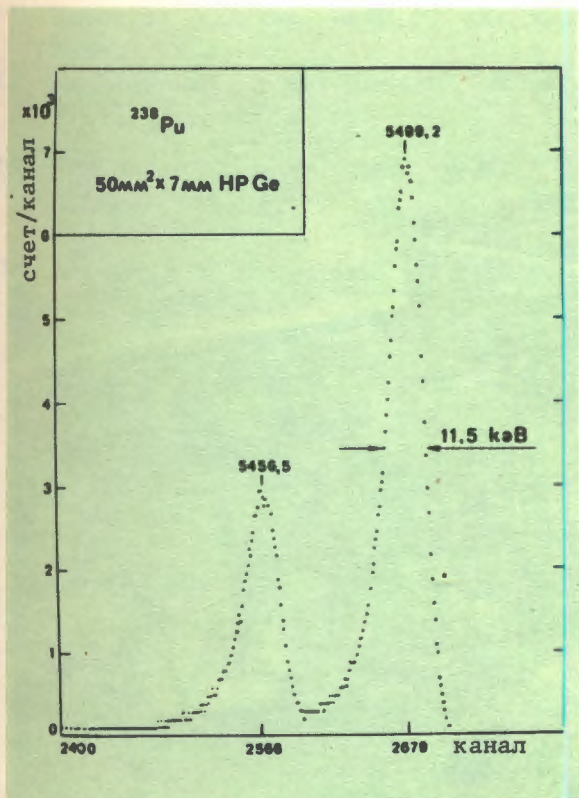


Рис.10. Спектр α -частиц ^{238}Pu , полученный с помощью детектора из сверхчистого германия.

РАБОТЫ В ОБЛАСТИ УСКОРИТЕЛЕЙ

1. Выполнен большой объем работ по монтажу, комплексным испытаниям и наладке оборудования для пусковых работ по установке "Ф". Закончены монтажные работы по высокочастотной системе с модулятором, получены рабочие обороты вариатора частоты. Отлажена система измерения и стабилизации частоты вращения вариатора. Усовершенствованы манжетные уплотнения ротора вариатора по вакууму, маслу и воде. Выполнены работы по мон-

тажу и наладке ионного источника горизонтального ввода. Получен высокий вакуум в камере ускорителя, налажена ВЧ-система и достигнуто ускоряющее напряжение на дуанте - 35 кВ. Закончен монтаж пульта управления ускорителем.

2. На электронной модели циклотрона экспериментально исследуется возможность высокоэффективного вывода пучка на основе теоретически предсказанного в лаборатории эффекта разделения орбит. На рис.11 показан отделенный пучок при использовании эффекта расширения орбит.

3. Проведена опытная эксплуатация однометрового устройства с одновитковой измерительной рамкой для измерения неоднородности магнитного поля в диполях УНК. Закончено техническое проектирование измерительного устройства для шестиметрового диполя УНК. Изготовлен и передан в ИФВЭ ядерный магнетометр с пределами измерения индукции поля до 5 Т.

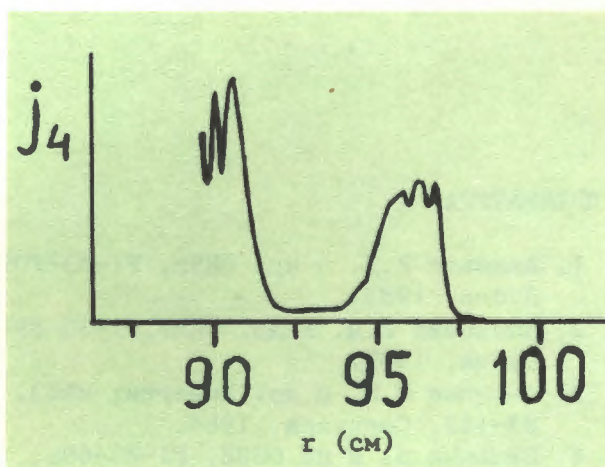
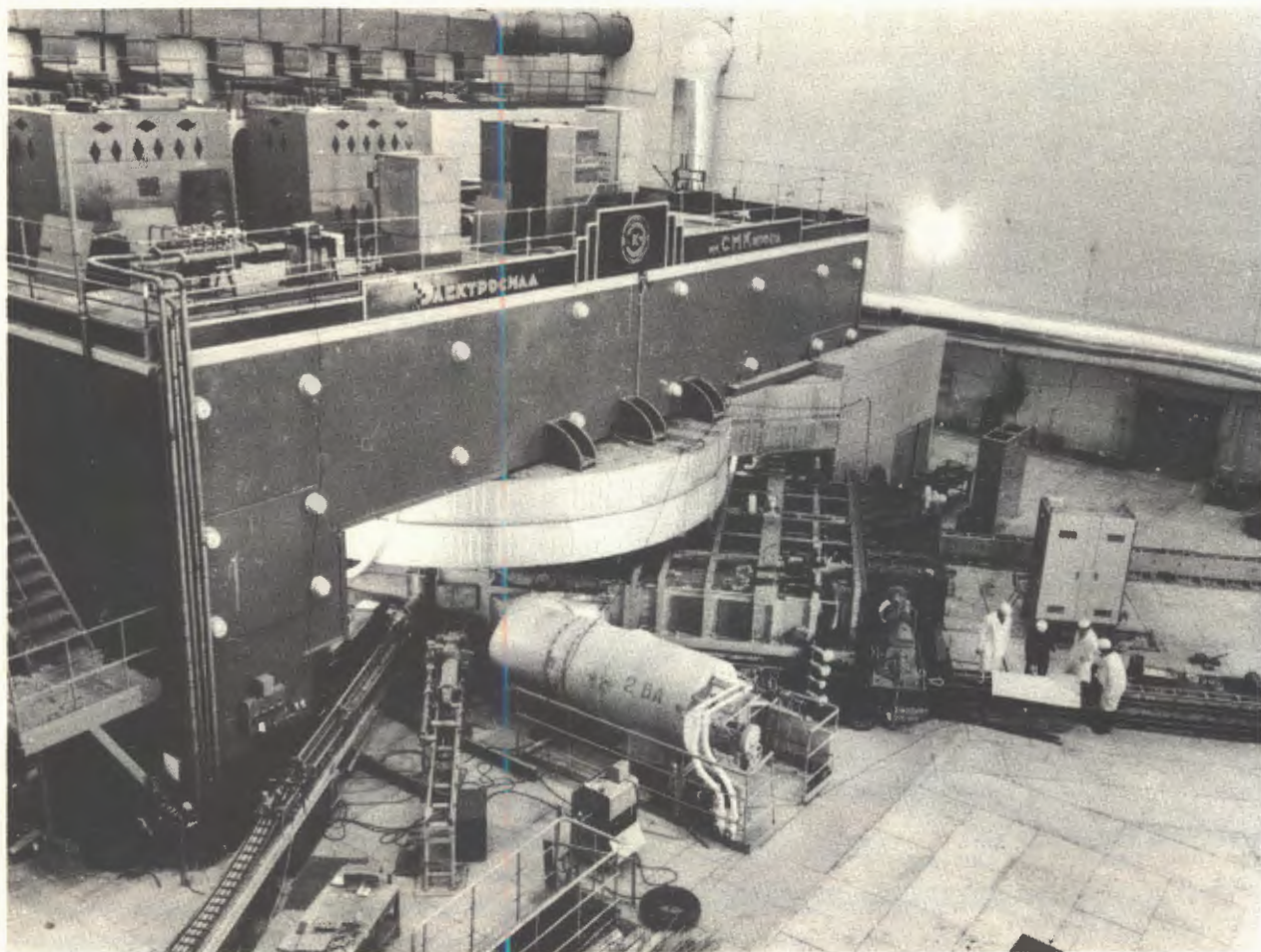


Рис.11. Эффект расширения орбит на конечных радиусах ускорения r в электронной модели циклотрона; j_4 - пучок, зарегистрированный пробником.



Пусковые работы на реконструированном синхроциклотроне.

ЛИТЕРАТУРА*

1. Ананьев В.Д. и др. ОИЯИ, P1-83-709, Дубна, 1983.
2. Алексеев Г.Д. и др. ОИЯИ, P1-83-894, Дубна, 1983.
3. Антипов Ю.М. и др. Препринт ИФВЭ, 83-143, Серпухов, 1983.
4. Беллини Д. и др. ОИЯИ, P1-83-606, Дубна, 1983.
5. Байрамов А.А. и др. ОИЯИ, P1-83-207, Дубна, 1983.
6. Балестра Ф. и др. ОИЯИ, P1-83-338, Дубна, 1983.
7. Бедняков В.А. и др. ОИЯИ, P2-83-507, Дубна, 1983.
8. Копелиович Б.З., Лapidус Л.И. Труды 6-й Балатонской конференции по ядерной физике. Изд-во ЦИФИ, Будапешт, 1983, с.73.
9. Смилга В.П., Фильченков В.В. ОИЯИ, P2-83-42, Дубна, 1983.
10. Батусов Ю.А. и др. ОИЯИ, P1-83-556, Дубна, 1983.

*Цитируются избранные работы.

1. Балестра Ф. и др. ОИЯИ, Р1-83-556, Дубна, 1983.
2. Алхазов Г.Д. и др. Препринт ЛИЯФ № 906, Л., 1983.
3. Будзински М. и др. ОИЯИ, 6-83-617, Дубна, 1983.
4. Джолос Р.В. и др. ОИЯИ, 6-83-258, Дубна, 1983.
15. Корогодин В.И. ОИЯИ, Р19-83-623, Дубна, 1983.
16. Козубек С., Красавин Е.А. ОИЯИ, Р19-83-743, Дубна, 1983.
17. Поляков В.В. и др. ОИЯИ, Р1-83-519, Дубна, 1983.
18. Коренченко А.С. и др. ОИЯИ, 13-83-479, Дубна, 1983.
19. Голиков В.М. и др. ОИЯИ, 13-83-669, Дубна, 1983.

ЛАБОРАТОРИЯ ЯДЕРНЫХ РЕАКЦИЙ

В 1983 году основные усилия коллектива лаборатории были сконцентрированы на проведении физических экспериментов на У-400, работах по синтезу новых трансфермиевых элементов, поиске сверхтяжелых элементов в природе, на изучении механизма ядерных реакций. Большое внимание уделялось развитию прикладных исследований. Начаты эксперименты на двухплечевом времяпролетном спектрометре и камере рассеяния установки МС-А. Выполнен большой объем работ по созданию установок ВАСИЛИСА, ЛИДИА, КСИ, ХИПТИ. Согласно тематическому плану Лаборатории в 1983 г. ускорители отработали для исследовательских задач 6400 часов.

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЕ РАБОТЫ

СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ИЗОТОПОВ ТРАНСУРАНОВЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

1. Экспериментальные попытки наблюдения спонтанного деления или α -распада элемента с атомным номером 109 в реакции $^{209}\text{Bi}(^{58}\text{Fe}, \text{In})^{266}\text{109}$ привели к определению граничных значений сечения реакции синтеза. Высокая чувствительность экспериментов в Дубне (главным образом, за счет очень высокой интенсивности пучка ионов) позволила продвинуться к очень малым значениям сечений $\leq 2 \cdot 10^{-36} \text{см}^2$, которые оказались примерно в десять раз меньше того, что можно было ожидать из опытов дармштадтской группы, сообщившей о получении $^{266}\text{109}$.

С целью понять причину столь сильного уменьшения сечения при переходе от элемента 107 к элементу 109 было исследовано образование известного изотопа $^{262}\text{107}$ в трех реакциях: $^{209}\text{Bi}(^{54}\text{Cr}, \text{In})$, $^{208}\text{Pb}(^{55}\text{Mn}, \text{In})$, $^{205}\text{Tl}(^{58}\text{Fe}, \text{In})$, и также изотопа

^{244}Fm в пяти реакциях: $^{209}\text{Bi}(^{37}\text{Cl}, 2\text{n})$, $^{206}\text{Pb}(^{40}\text{Ar}, 2\text{n})$, $^{192}\text{Os}(^{54}\text{Cr}, 2\text{n})$, $^{176}\text{Yb}(^{70}\text{Zn}, 2\text{n})$, $^{170}\text{Er}(^{76}\text{Ge}, 2\text{n})$.

Для 107-го элемента минимальное значение энергии возбуждения составного ядра $^{263}\text{107}$ во всех комбинациях мишень-ион практически одинаково. Вместе с тем, в результате опытов найдено, что по сравнению с первой реакцией ($Z_1 \cdot Z_2 = 1992$) сечение образования $^{262}\text{107}$ уменьшается примерно в 2 раза в реакции $^{208}\text{Pb} + ^{55}\text{Mn}$ ($Z_1 \cdot Z_2 = 2050$) и более чем в 30 раз в реакции $^{205}\text{Tl} + ^{58}\text{Fe}$ ($Z_1 \cdot Z_2 = 2106$). Если это уменьшение сечений связывать с дополнительной энергией во входном канале, необходимой для слияния ядер (extra-push), то кажется неудивительным резкое падение сечения реакции $^{209}\text{Bi}(^{58}\text{Fe}, \text{In})^{266}\text{109}$, для которой $Z_1 \cdot Z_2 = 2158$.

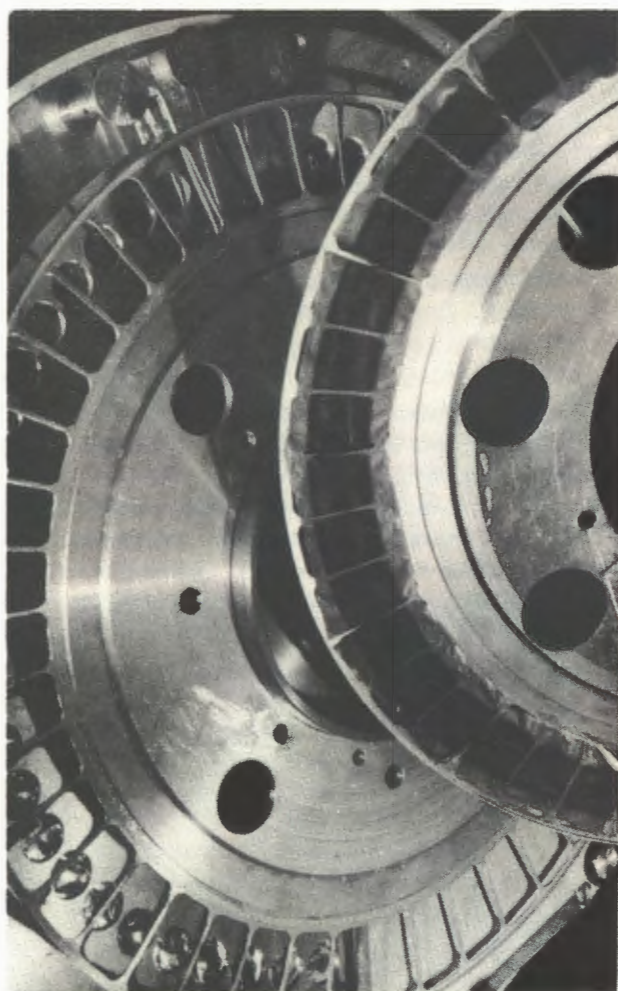
При отсутствии дополнительной энергии $\Delta E_{\text{с.я.}}$ сечение образования ^{244}Fm должно было бы возрастать с уменьшением массовой асимметрии партнеров реакции в силу уменьшения минимальной энергии возбуждения. Однако эксперимент свидетельствует о противоположной тенденции. При переходе от $^{206}\text{Pb} + ^{40}\text{Ar}$ к реакции $^{192}\text{Os} + ^{54}\text{Cr}$ сечение резко убывает, а для последующих двух реакций получены лишь верхние границы сечений.

Результаты опытов представлены в табл.1, в третьей колонке которой приведено отношение σ_{exp} к расчетным значениям σ без учета сдвига барьера слияния ($\Delta E = 0$), а в четвертой колонке дана оценка ΔE (МэВ).

Эти экспериментальные результаты позволяют выбирать наиболее оптимальные из возможных комбинаций мишень-ион для синтеза ядер с $Z > 107$. Так, например, из двух возможных комбинаций $\text{Pb} + ^{58}\text{Fe}$ ($Z_1 \cdot Z_2 = 2132$) и $^{209}\text{Bi} + ^{55}\text{Mn}$ ($Z_1 \cdot Z_2 = 2075$) более предпочтительной для синтеза $^{264}\text{108}$ кажется последняя/1/.

Экспериментальные результаты по получению ядер ^{244}Fm в реакциях
 $\Delta_{\text{миш.}}(\text{H1}, 2\text{n})^{244}\text{Fm}$

Реакция	$Z_1 \cdot Z_2$	$\sigma_{\text{exp}}/\sigma(\Delta E=0)$	ΔE (МэВ)
$^{209}\text{Bi} + ^{37}\text{Cl}$	1411	0,1	
$^{206}\text{Pb} + ^{40}\text{Ar}$	1476	0,1	4
$^{192}\text{Os} + ^{54}\text{Cr}$	1824	0,01	~10
$^{176}\text{Yb} + ^{70}\text{Zn}$	2100	$< 2 \cdot 10^{-4}$	>15
$^{170}\text{Er} + ^{76}\text{Ge}$	2176	$< 5 \cdot 10^{-6}$	>25



На пучках ионов ускорителя У-400 проведены эксперименты по синтезу трансфермиевых элементов от 106 до 109 с рекордной чувствительностью до 10^{-36}см^2 .
 На снимках: а) пробник установки ДИСКИ; б) в работах по микрохроматографическому выделению продуктов распада синтезированных элементов активное участие принимают специалисты из Румынии, ГДР, Франции.

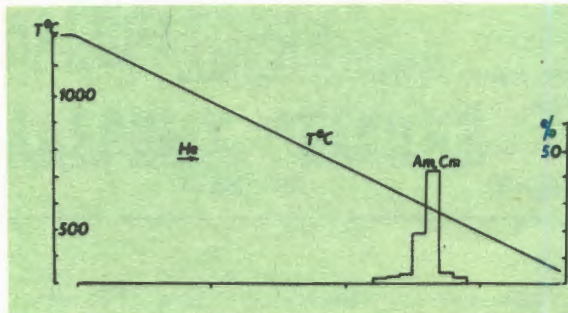


Рис.1. Поведение Am и Cm при термохроматографии в токе He в колонке из металлического Ti.

2. При исследовании возможности возгонки ряда актиноидов (см, Am, Pu, Np) и лантаноидов с поверхности различных материалов обнаружено, что в атмосфере He или H_2 при 1200° указанные элементы легко улетучивались с поверхности Ti и Zr, но оставались прочно связанными на Ta, W, Ni, Pt, стали и кварце. При осуществлении опытов в термохроматографическом режиме на титановой колонке оказалось, что в определенных условиях актиноиды и лантаноиды транспортируются до неожиданно низких температур, осаждаясь в интервале $600-500^\circ$ (см.рис.1). Наиболее вероятное объяснение состоит в том, что на колонках из Ti и Zr определяющими являются химические транспортные реакции с образованием в газовой фазе сравнительно летучих оксидов типа AmO , которые не существуют в твердой фазе. Обнаруженное новое явление может найти разнообразное применение в радиохимических и ядерно-химических экспериментах.

Работа нацелена, в конечном счете, на изучение физико-химических свойств самых тяжелых актиноидов методами высокотемпературной химии при ультрамалых количествах атомов Fm, Md, 102 и 103 элементов/2/.

3. С помощью большой двояной ионизационной камеры, позволяющей измерять кинетическую энергию обоих осколков деления (см.рис.2), изучены характеристики спонтанного деления урана (^{238}U). Площадь образца урана естественного изотопного состава равнялась 2700 см^2 , толщина слоя урана - 100 мкг/см^2 . Для увеличения точности измерения энергии осколков

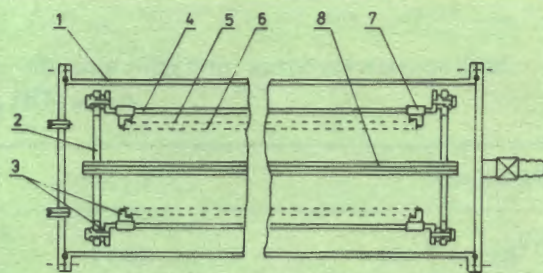


Рис.2. Схема двойной ионизационной камеры: 1,2,3,7 - элементы конструкции камеры; 4 - собирающий электрод; 5 - сетка для определения угла вылета осколков; 6 - экранирующая сетка; 8 - источник.

деления в ионизационных камерах помимо экранных сеток были введены дополнительные сетки (сетка 6 на рис.2), сигналы с которых служили для определения угла вылета осколков по отношению к плоскости образца.

На рис.3 даны массовые распределения осколков деления ^{235}U тепловыми нейтронами и осколков спонтанного деления ^{238}U , полученные на основе спектров с учетом потерь энергии осколков. Для спонтанного деления ^{238}U получены следующие характеристики: средняя кинетическая энергия $\langle TKE \rangle = 168,8 \pm 0,5\text{ МэВ}$, $\sigma_{TKE} = 10,5\text{ МэВ}$, средняя кинетическая энергия и масса легкого и тяжелого осколка $\langle E_L \rangle = 99,8 \pm 0,5\text{ МэВ}$, $\langle E_H \rangle = 69,0 \pm 0,5\text{ МэВ}$, $\langle M_L \rangle = 98,0 \pm 0,5\text{ а.е.м.}$, $\langle M_H \rangle = 140,0 \pm 0,5\text{ а.е.м.}/3/$.

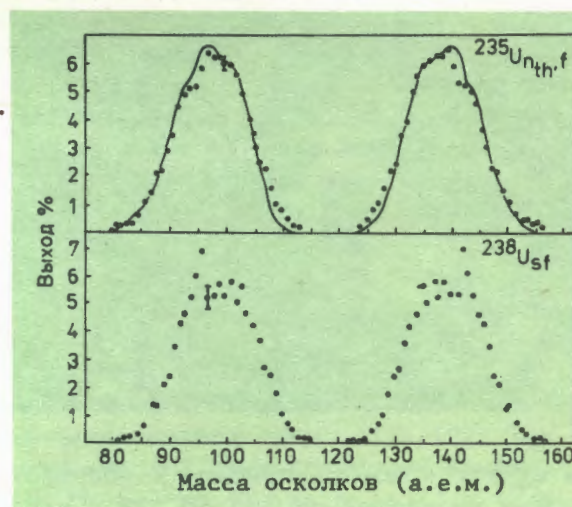


Рис.3. Распределение по массам осколков деления ^{235}U тепловыми нейтронами и спонтанного деления ^{238}U .

ПОИСК СВЕРХТЯЖЕЛЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

1. Продолжена разработка новых методов извлечения и концентрирования неизвестного спонтанно делящегося нуклида из геотермальных рассолов полуострова Челекен. Лабораторные исследования с элементами-аналогами СТЭ показали, что перспективным может быть применение комбинированных методов, основанных на предварительной подготовке рассолов (выпаривание, разрушение физических примесей, коллоидов и псевдоколлоидов) с последующим извлечением микроэлементов соосаждением с сульфидами, экстракцией и сорбцией.

Данными методами переработано 50 м³ рассола. Получены образцы единичного веса ~1 кг с фактором концентрирования по возможным аналогам СТЭ (свинец, цинк, кадмий, таллий, висмут, ртуть, золото) $\sim 10^3 \div 10^5$.

Завершена разработка новой методики концентрирования СТЭ и термальных рассолов, основанная на ультрафильтрации с использованием полиядерных фильтров.

2. Начаты исследования по поиску сверхтяжелых элементов в термальных водах байкальской рифтовой зоны. Методами сорбции на катионитах и амфолитах получены концентраты тяжелых металлов из 100 м³ термальных вод. Измерения активности спонтанного деления на детекторе нейтронов показали, что содержание спонтанно делящегося нуклида в термах байкальского рифта соизмеримо с содержанием его в рассолах полуострова Челекен, что, с учетом низкой минерализации данных вод (~1 г/л), делает их более перспективными для целей извлечения и концентрирования сверхтяжелых элементов.

3. Продолжались поиски anomalно протяженных треков в оливинах внеземного происхождения из метеоритов Марьялахти, Игл Стейшн, а также в нескольких лунных кристаллах. Всего просмотрено 3,5 см³ оливинов внеземного происхождения. Найдено около 270 треков ядер группы тория-урана и один anomalно протяженный трек длиной 337 мкм, который, возможно, обусловлен сверхтяжелым ядром галактического происхождения. Проведена



Начаты исследования по поиску сверхтяжелых элементов в термальных водах байкальской рифтовой зоны.

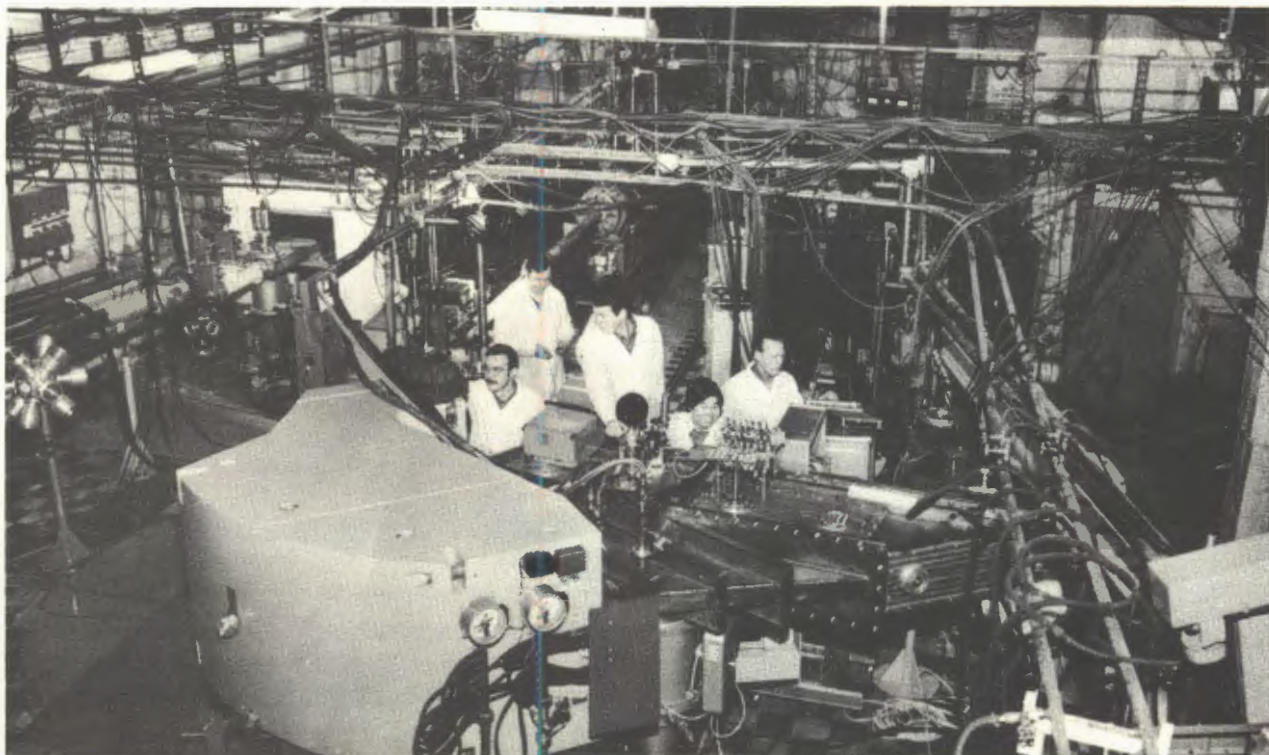
калибровка оливинов из метеоритов ускоренными ионами ксенона, урана и свинца с энергией до 16,7 МэВ на нуклон.

Избирательный отжиг следов этих ядер при температурах 430, 450 и 465°C свидетельствует в пользу заключения о ядерном происхождении найденных anomalно протяженных треков.

4. Проведен поиск событий спонтанного деления на продолжениях низкоэнергетических участков anomalно протяженных треков. С этой целью два кристалла, содержащие anomalно протяженные треки, были отполированы параллельно их осям и облучены ускоренными ионами ксенона потоком 10^7 ион/см², после чего протравлены с целью выявления событий спонтанного деления. Геометрическая эффективность в этом опыте составила 50%, однако осколки спонтанного деления обнаружены не были.

5. В метеорите Алленде в 1977 году был обнаружен природный спонтанно делящийся нуклид^{4/}. Его активность по регистрации мгновенных нейтронов деления $\bar{\nu}$ и в специально выделенной химической фракции составляла 0,02-0,05 расп./сутки.кг.

Исследования были продолжены. С помощью низкофоновых диэлектрических детекторов по совпадающим трекам осколков деления ядра проведена регист-



Эксперименты по синтезу нейтроноизбыточных изотопов легких ядер, расположенных на границе ядерной стабильности, проводятся с использованием масс-спектрометра МСП-144.

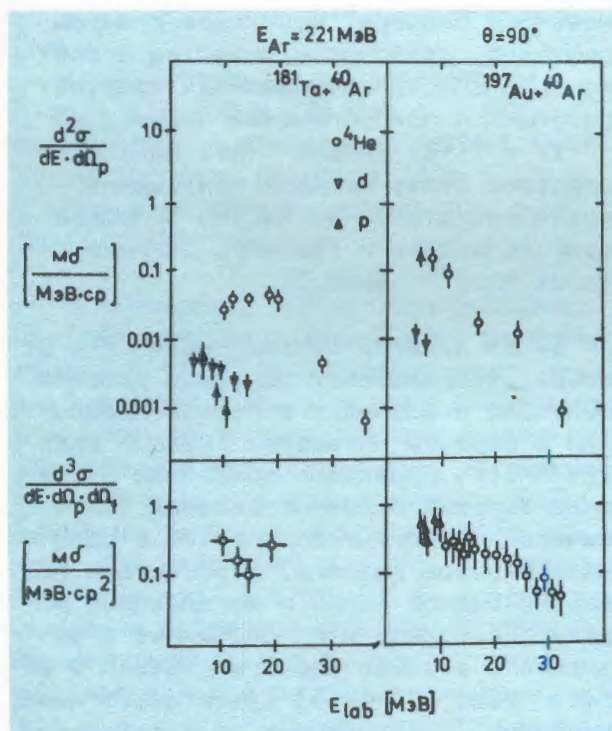
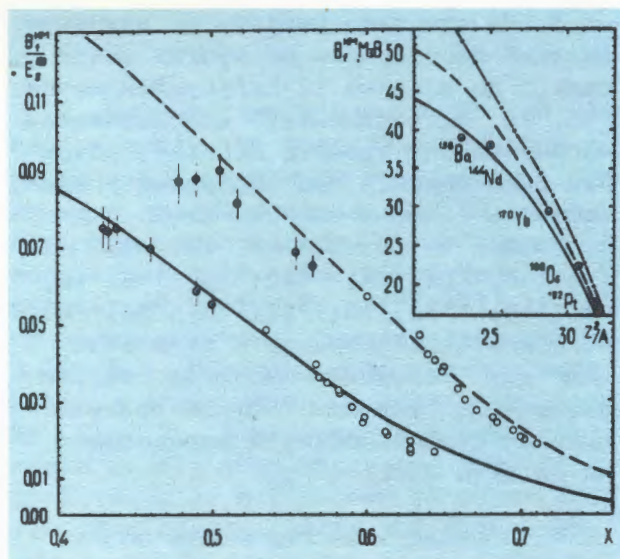


Рис. 8. Зависимость барьеров деления V_f^{KM} , представленных в виде отношения V_f^{KM} к поверхностной энергии E_s^0 , от параметра $x = E_c^{(0)} / 2E_s^{(0)}$.

Рис. 7. Энергетические спектры протонов, дейтронов и α -частиц в реакциях $^{181}\text{Ta} + ^{40}\text{Ar}$ и $^{197}\text{Au} + ^{40}\text{Ar}$ под углом 90° (верхняя часть рисунка). В нижней части рисунка представлены энергетические спектры протонов и α -частиц в тех же реакциях в совпадении с одним из осколков деления, регистрируемым под углом 170° .



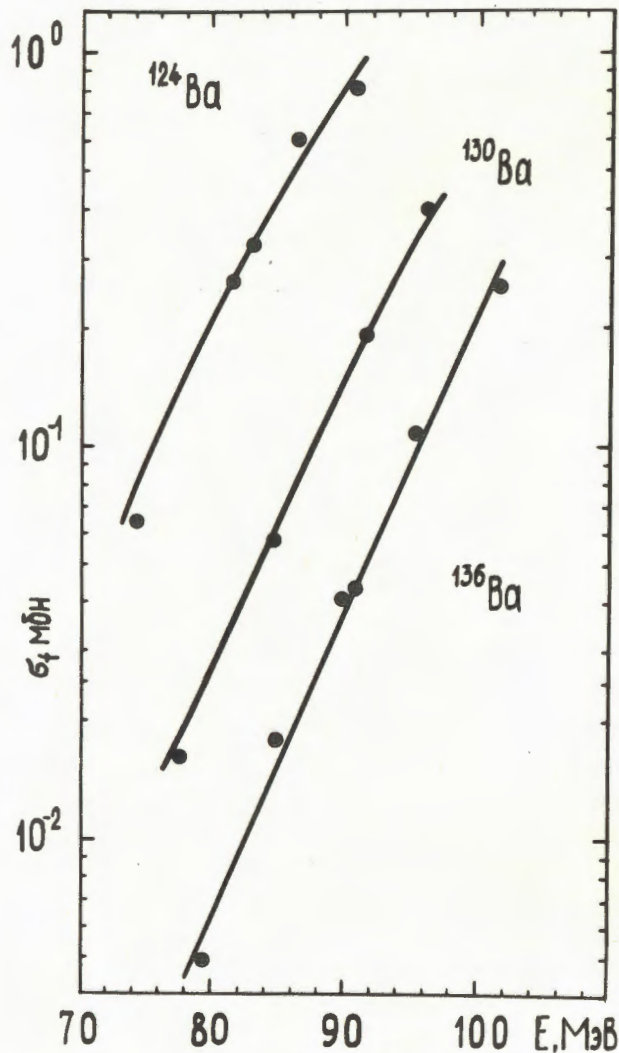
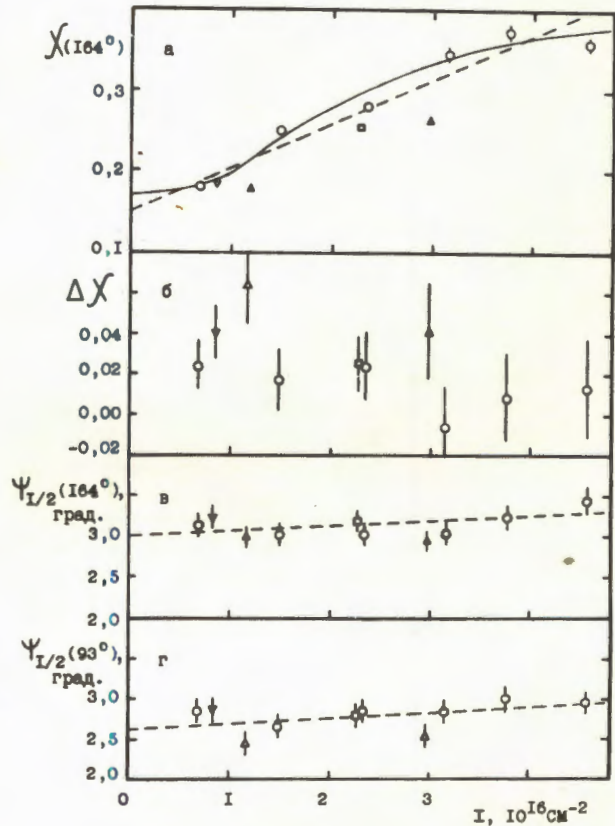


Рис.10. Зависимости выхода в минимуме $\chi(164^\circ)$, разности выходов $\Delta\chi = \chi(93^\circ) - \chi(164^\circ)$ и угловой ширины $\psi_{1/2}$ осевых $\langle 111 \rangle$ теневого минимума от плотности дозы ионов, \circ - энергия ионов 131 МэВ, \square - 114 МэВ, ∇ - 104 МэВ, Δ - 94,5 МэВ.

6. С помощью эффекта теней при использовании монокристаллической мишени вольфрама определено [11] время протекания реакции деления ядер под действием ионов ^{16}O . В эксперименте прослежена зависимость параметров теневого минимума от энергии и плотности дозы ионов (рис.10). Зафиксированные значения разности выходов в теневого минимума $\Delta\chi$, позволяют выявить значительную долю событий деления с временной задержкой $\sim 10^{-17}$ с. Слабое изменение величины выхода $\chi(164^\circ)$ в интервале энергии ионов кислорода от 94,5 до 131 МэВ

Рис.9. Экспериментальные (точки) и расчетные сечения деления изотопов бария, образованных при взаимодействии изотопов олова с ионами ^{12}C , в зависимости от энергии возбуждения.



не позволяет сделать вывод о наблюдении заметного вклада долгоживущей компоненты деления с $\tau > 10^{-16}$ с. Результаты измерений удовлетворительно описываются расчетом по статистической модели при выборе зависимости температуры ядра от энергии возбуждения в виде $T(E^x) = 1,94 (E^x/A)^{1/3}$.

7. В рамках программы исследования ион-атомных столкновений с использованием пучков тяжелых ионов, осуществляемой совместно ЛЯР и ИЯИ ВАН, изучены оже-спектры неона, возникающие при бомбардировке ионами Ne^{9+}

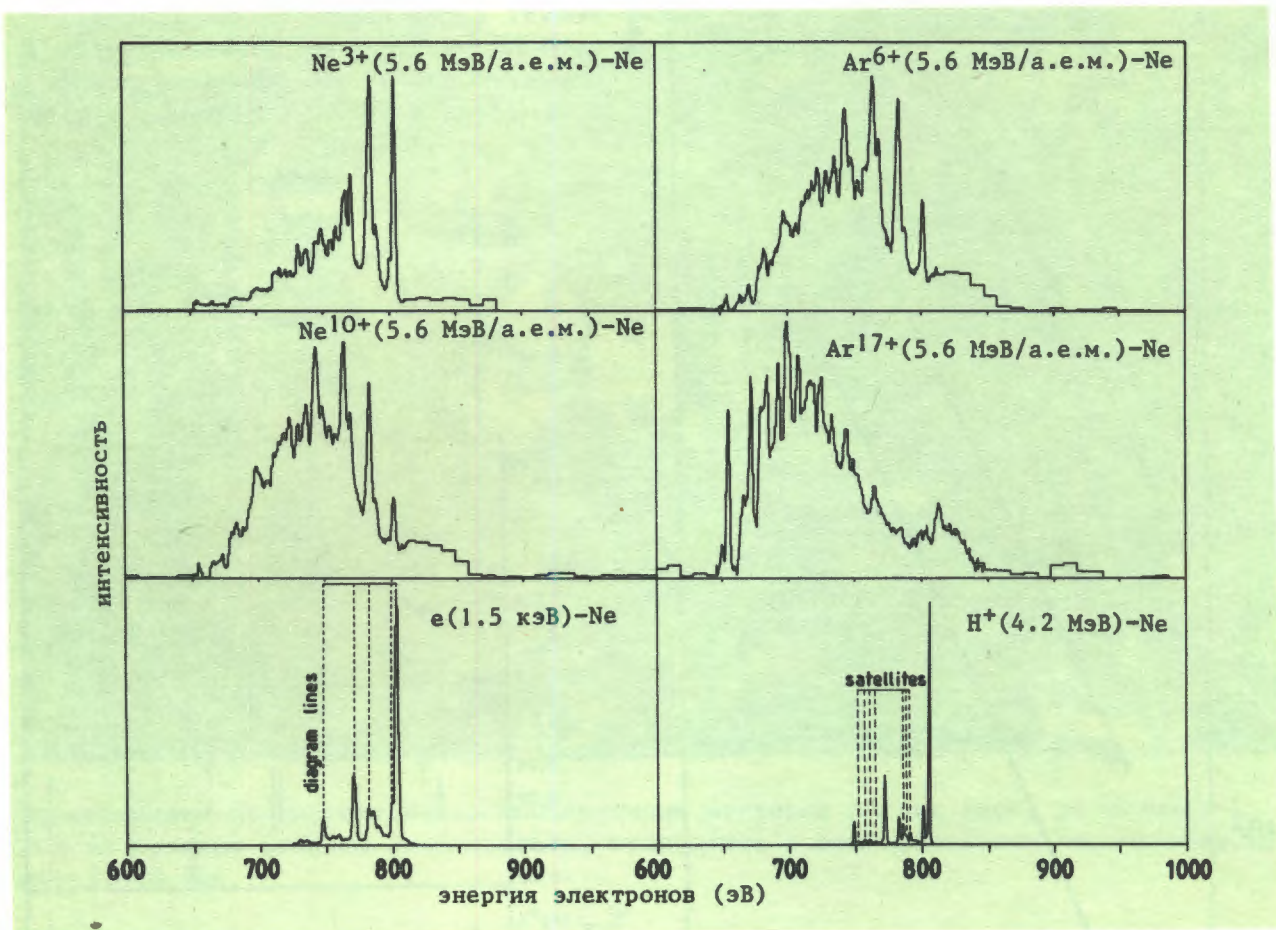


Рис.11. Оже-спектры Ne при бомбардировке ионами Ne^{3+} , Ne^{10+} , Ar^{6+} , Ar^{17+} . Для сравнения приведены спектры, полученные при бомбардировке электронами и протонами.

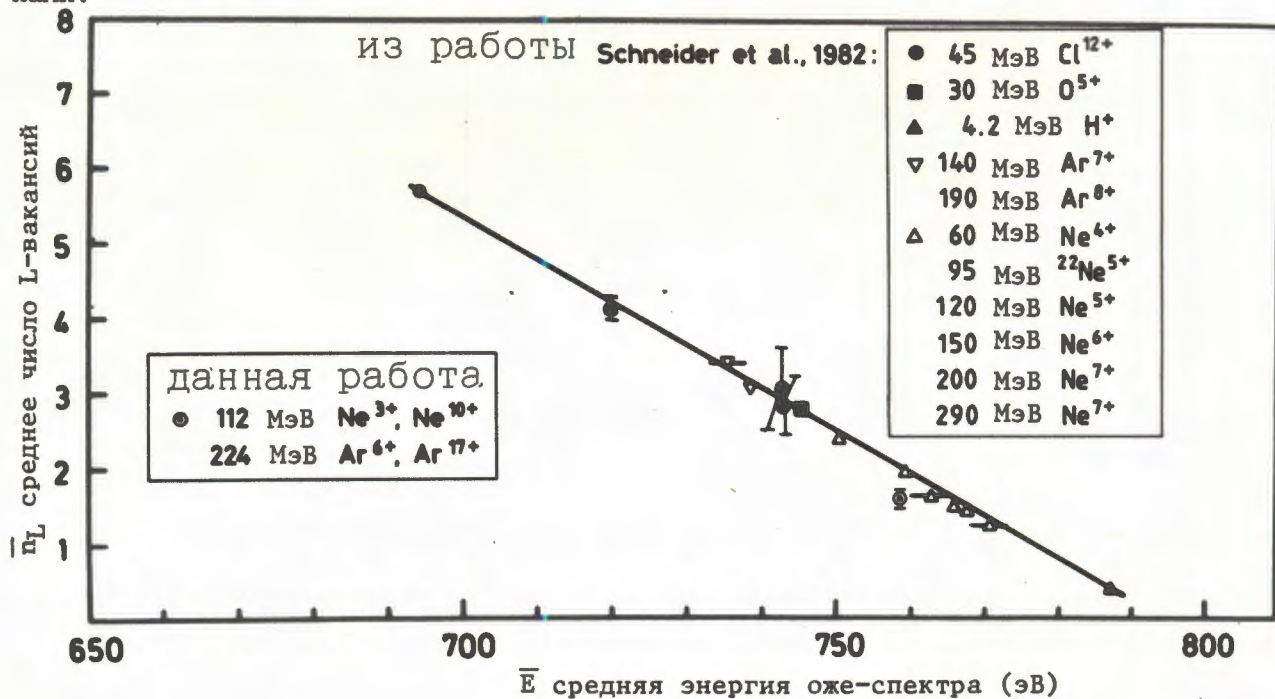


Рис.12. Среднее число L-вакансий \bar{n}_L , образующееся одновременно с K-вакансией, в зависимости от средней энергии оже-спектра.

и Ar^{9+} с энергией 5,5 МэВ/нуклон (рис.11). Особенность этих экспериментов в том, что бомбардирующие ионы имели одинаковую скорость, а их зарядность варьировалась в широком диапазоне $+3 \div +17$, что являлось существенным при интерпретации экспериментальных результатов.

При анализе данных получены вероятности KLL- и KLM-переходов, среднее число L-вакансий, образующихся одновременно с K-вакансией, относительное поперечное сечение спутных линий по отношению к полному спектру, эффективный заряд ионов в данных столкновениях, подтверждена линейная зависимость среднего числа L-вакансий от средней энергии оже-спектра $\bar{n}_L = f(\bar{E}_{KLL})$ в широком зарядовом интервале бомбардирующих ионов (рис.12), выведены значения P_L -вероятности выбивания электронов из L-оболочки при малых параметрах соударения (рис.13). Обработка экспериментальных данных проводилась в рамках принятых модельных представлений, а именно по моделям РВВА и ВЕА.

Полученные данные важны для понимания процессов многократной ионизации

и вопросов, связанных со структурой высокоионизованных атомов, и могут служить критериями при проверке правильности имеющихся теоретических представлений в этой области атомной физики/2/.

РАЗРАБОТКИ В ОБЛАСТИ УСКОРИТЕЛЕЙ

1. Продолжались работы по совершенствованию ускорителей тяжелых ионов/13-16/. На циклотроне У-400 получены пучки ионов, основные параметры которых приведены в табл.2.

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 два канала выведенных пучков из оборудования, изготовленного в СРР по контракту. Создана установка коммутации и монохроматизации пучка.

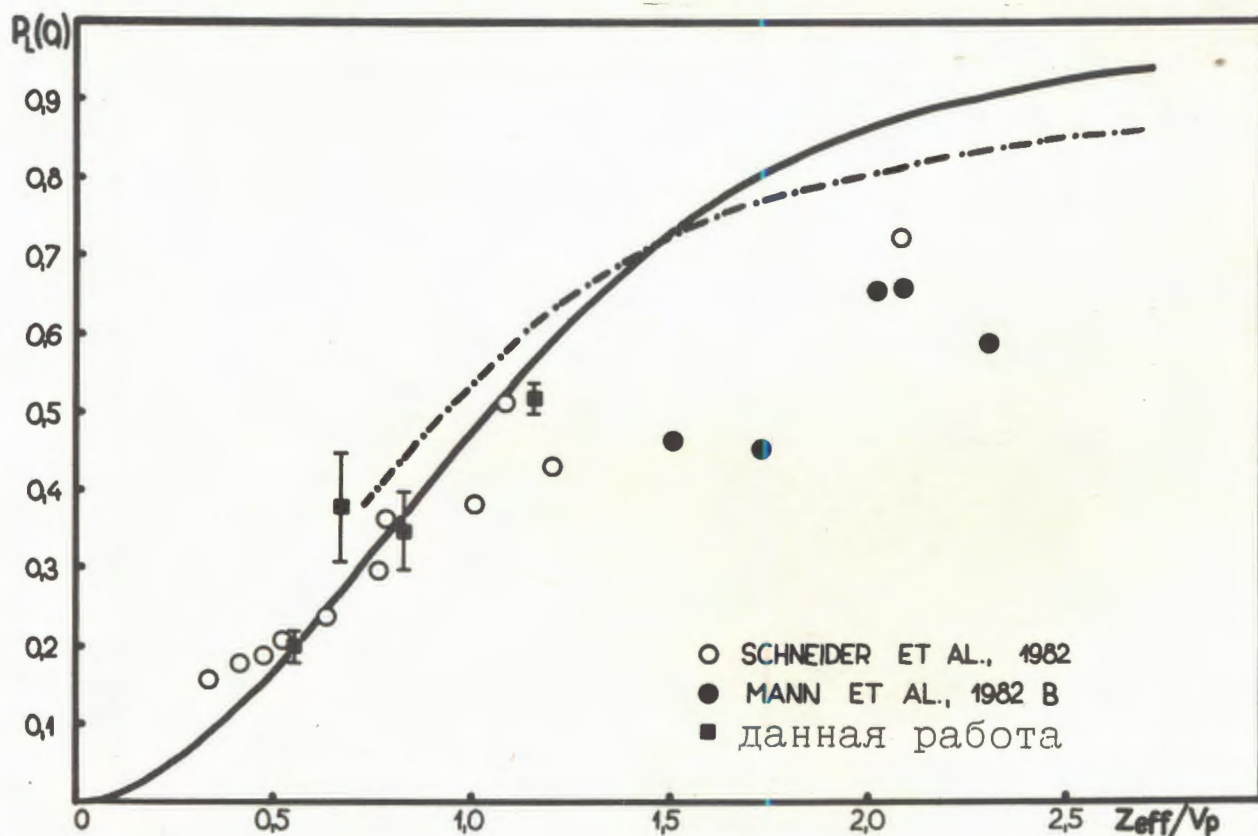
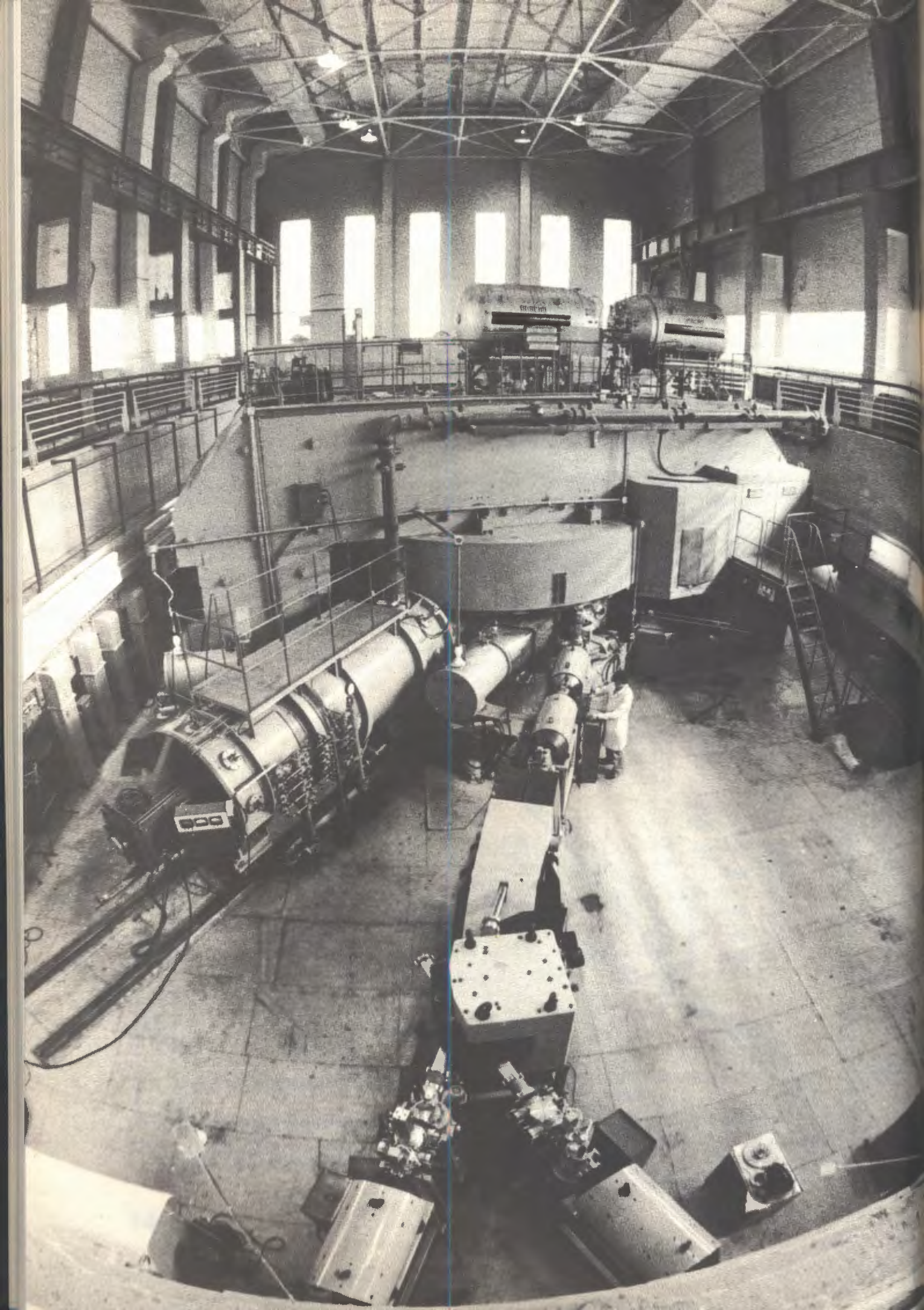


Рис.13. Зависимость вероятности выбивания электронов из L-оболочки от эффективного заряда ионов $Z_{эфф}/V_p$.



На ускорителе У-400 получены рекордные по интенсивности пучки ионов от Ne до Fe ($6 \cdot 10^{13} \text{с}^{-1}$).

Таблица 2

Тип ионов	Интенсивность, част.с ⁻¹	Энергия, МэВ/нукл.	Тип ионов	Интенсивность, част.с ⁻¹	Энергия МэВ/нукл.
¹⁵ N ²⁺	$3 \cdot 10^{14}$	8,4	⁵⁵ Mn ⁶⁺	$6 \cdot 10^{13}$	5,3
²² Ne ³⁺	$2 \cdot 10^{14}$	8,2	⁵⁶ Fe ⁶⁺	$3 \cdot 10^{13}$	5,5
⁴⁰ Ar ⁴⁺	$1,5 \cdot 10^{14}$	5,3	⁵⁸ Fe ⁶⁺	$3 \cdot 10^{13}$	5,3
¹⁶ O ²⁺	$3 \cdot 10^{14}$	7,9	⁵¹ V ⁵⁺	$5 \cdot 10^{13}$	5,0
⁴⁸ Ti ⁵⁺	$4 \cdot 10^{13}$	5,6	⁵⁸ Ni ⁶⁺	$1 \cdot 10^{13}$	5,5
⁴⁹ Ti ⁵⁺	$1 \cdot 10^{13}$	5,4	⁷⁶ Ge ⁸⁺	$1 \cdot 10^{12}$	5,2
⁵² Cr ⁶⁺	$5 \cdot 10^{12}$	5,0	⁶⁴ Zn ⁷⁺	$1 \cdot 10^{12}$	6,2
⁵³ Cr ⁵⁺	$1 \cdot 10^{13}$	6,8	⁷⁰ Zn ⁸⁺	$4 \cdot 10^{11}$	5,2
⁵⁴ Cr ⁶⁺	$1 \cdot 10^{13}$	5,3	⁸⁴ Kr ⁹⁺	$1 \cdot 10^{12}$	6,0

б. Осуществлен запуск высокочастотных генераторов "ХРИЗОЛИТ" на эквивалентную нагрузку. Выходная мощность генератора в непрерывном режиме составила 120 кВт в рабочем диапазоне частот 6÷12 МГц.

в. Смонтированы и налажены по постоянным схемам агрегаты питания электромагнита циклотрона и электромагнитов снижения уровня и монохроматизации пучка, а также системы питания ионного источника.

г. Создана система отображения основных параметров циклотрона на постоянном пульте управления на базе микро-ЭВМ КМ-001 и аппаратуры в стандарте КАМАК.

д. Изготовлены и испытаны на каналах транспортировки выведенных пучков циклотрона У-400 опытные образцы системы диагностики пучка (цилиндры Фарадея с пневматическим приводом, осциллографические мониторы профиля пучка).

е. На циклотроне У-200 проведены эксперименты по получению ионов твердых веществ с использованием существующих источников, получены ускоренные пучки ионов ²⁷Al⁶⁺ при различных способах подачи вещества в ряд.

ж. На циклотроне У-300 ускорен и введен на физическую мишень пучок ионов ¹⁴C с энергией 11 МэВ/нуклон и интенсивностью $2 \cdot 10^{11} \text{с}^{-1}$ (при 1% содержании изотопа ¹⁴C в рабочей смеси).

3. Продолжались работы по проектированию и моделированию циклотронного комплекса тяжелых ионов (У-400+У-400М). Разработан технический проект комплекса. Созданы модели электромагнита и высокочастотного резонатора У-400М, на которых проведены измерения основных параметров высокочастотной и магнитной систем.

НАУЧНО-ПРИКЛАДНЫЕ РАБОТЫ

1. Новое развитие получили работы по радиационному материаловедению. Введена в строй установка на базе испытательной машины ИНСТРОН, предназначенная для изучения прочностных свойств материалов под пучком тяжелых ионов. Это дало возможность проводить исследования в заданных режимах испытаний (растяжения, сжатия, с циклической нагрузкой, с постоянной скоростью деформации и др.) с необходимой точностью и в рамках имеющихся



Установка для изучения изменений механических свойств различных материалов при ионном облучении.

стандартов. Установка снабжена дистанционным управлением и системой контроля интенсивности и пространственного распределения пучка по площади образца, работающей в автоматическом режиме (управление осуществляется микропроцессором ZX-81).

На данной установке проведены эксперименты по изучению механических свойств Al и Ni во время облучения и после облучения. В частности, в режимах растяжения с постоянной скоростью деформации получена дозовая зависимость условного предела текучести $\sigma_{0,2}$ (напряжение, соответствующее деформации 0,2%) для образцов из Ni, облученных ионами ^{22}Ne с энергией 180 МэВ. При дозе облучения $\sim 10^{15} \text{ и}/\text{см}^2$, соответствующей дозе радиационного повреждения $\sim 10^{-3} \text{ с.н.а.}$, наблюдается увеличение $\sigma_{0,2}$ больше чем на 100%. При этом относительное удлинение образца до разрушения уменьшается на $\sim 60\%$. Испытания во время облучения также свидетельствуют об увеличении предела текучести и степени пластичности.

Параллельно с изучением механических свойств материалов велись исследования структурных изменений в материалах под действием ионного облучения. Совместно с ИК АН СССР проведено исследование микроструктуры

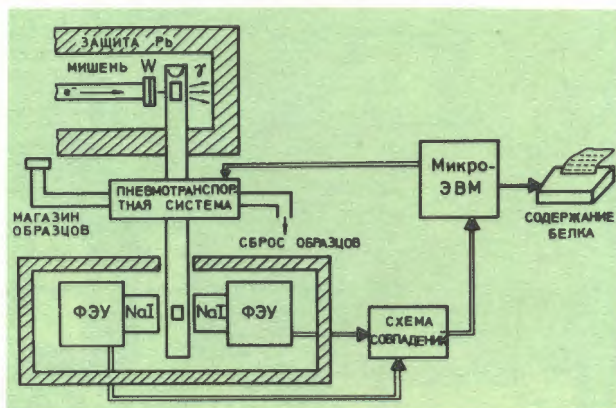


Рис.14. Опытная автоматическая установка с пневмотранспортной системой, позволяющая по заданной программе направлять образцы на облучение, выдержку и измерение активности.

алюминия, облучающегося ионами ^{12}C с энергией 90 МэВ в условиях кратковременных механических нагрузок. Обнаружено выделение фазы Al_4C_3 (карбид алюминия). Рассмотрены возможные механизмы влияния новой фазы на механические свойства алюминия под облучением/17,18/.

2. Разработан гамма-активационный метод определения содержания белка в растительных объектах с использованием активации азота $^{14}\text{N}(\gamma, n)^{13}\text{N}$ тормозным излучением микротрона МТ-22. Создана опытная автоматическая установка с пневмотранспортной системой (рис.14), позволяющая по заданной программе направлять образцы на облучение, выдержку и измерение активности. Метод обладает высокой экспрессностью (500 анализов в смену) и значительно меньшей трудоемкостью по сравнению с другими методами анализа белка/19/.

Экспериментально определены выходы (γ, n) реакций на азоте, углероде и кислороде при облучении образцов, содержащих эти элементы, тормозным излучением микротрона. На основе этих данных определено значение оптимального времени измерения активности азота и граничной энергии тормозного излучения, обеспечивающие наилучшее соотношение эффект/фон и наименьшую статистическую ошибку измерений.

С помощью разработанной методики выполнено более 12000 анализов образцов зерна пшеницы, тритикале и других

зерновых культур на содержание белка для организаций, занимающихся селекционной работой.

Продолжались работы по усовершенствованию методов нейтронно- и гамма-активационного анализа. Предложены новые методики эталонирования образцов и определения эффективности регистрирующей аппаратуры/20,21/.

Исследована возможность использования микротрона для многоэлементного анализа различных природных объектов (геологических образцов, метеоритного вещества, экологических объектов и др.). Проведено изучение конкурирующих реакций и их возможной взаимной интерференции, оценены предельные концентрации элементов, исключающие их взаимное влияние/22,23/.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ АППАРАТУРА

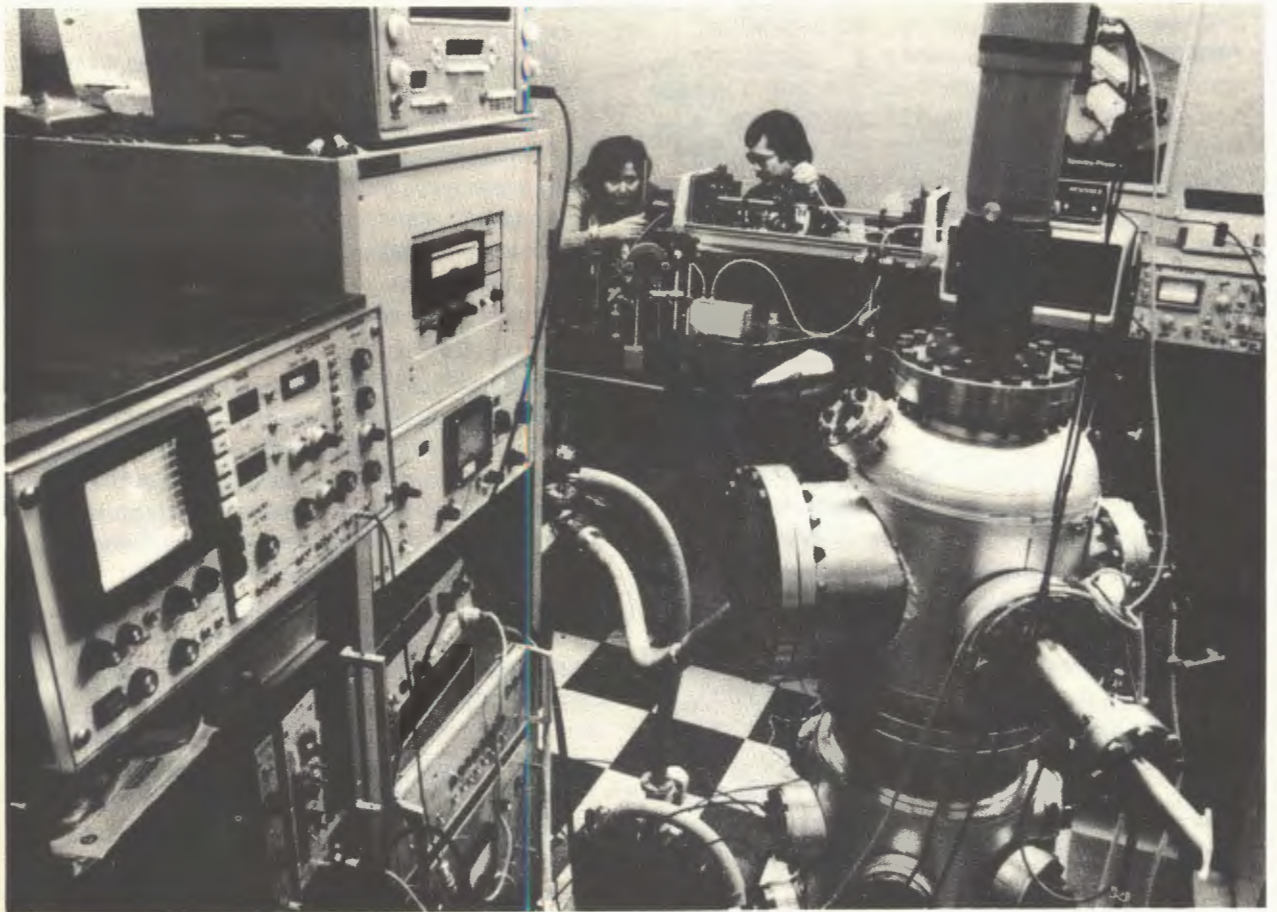
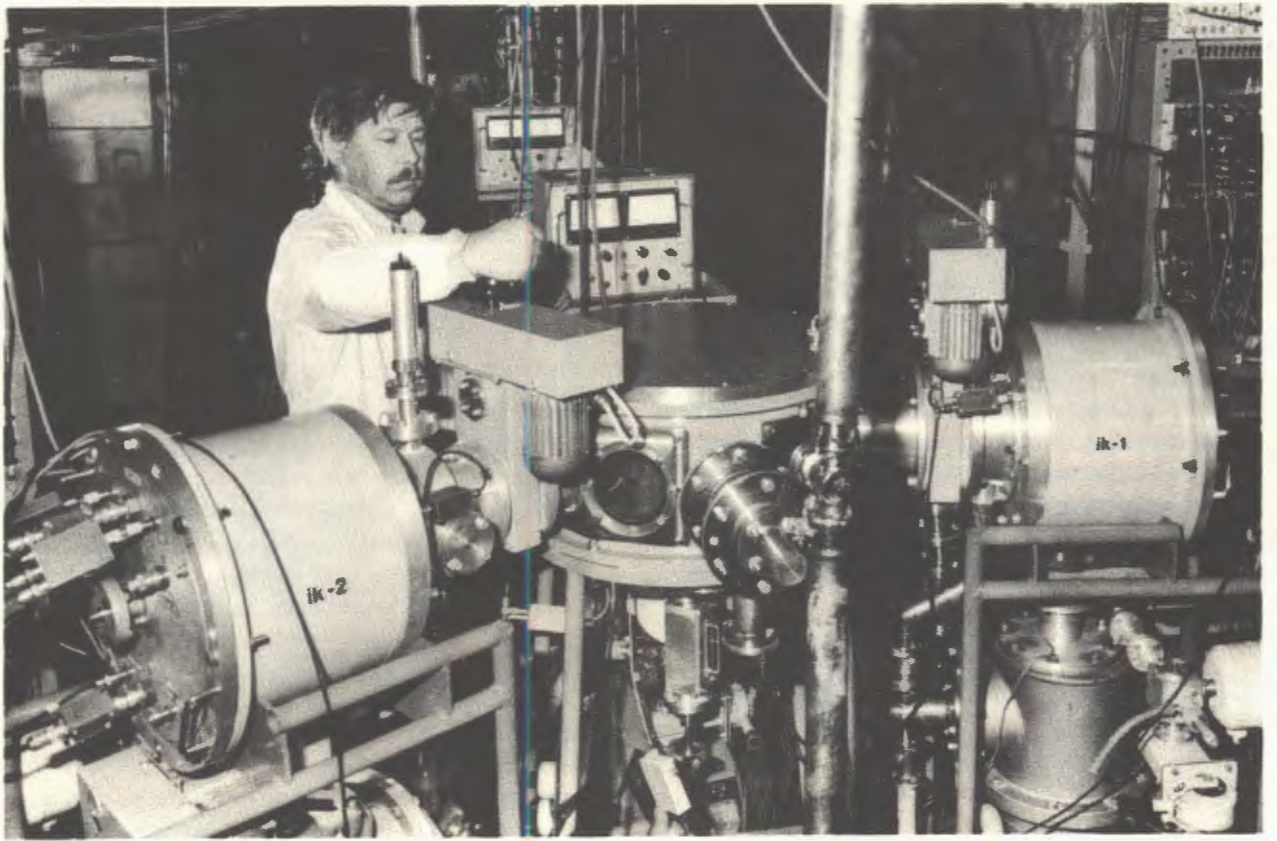
1. Измерительно-вычислительный комплекс лаборатории на базе ЭВМ ТРА-1140 и СМ ЭВМ, а также измерительные модули физических установок на базе микро-ЭВМ оснащены графическими дисплеями на цветных и черно-белых телевизионных мониторах с использованием разработанного драйвера в стандарте КАМАК типа КИ-15К. В качестве внешней памяти к СМ ЭВМ подключены накопители на магнитных лентах ЕС-5012-03 через разработанный драйвер в стандарте КАМАК типа КИ-9К, организована межмашинная связь с помощью блоков последовательной межкаркасной связи КИ-021 с оптоэлектронной развязкой. Создано соответствующее матобеспечение.

2. Создан измерительный модуль НФС-8 на базе микро-ЭВМ МЕРА-60/30 и аппаратуры в стандарте КАМАК для изучения альфа-радиоактивных изотопов трансураниевых элементов (низкофонный спектрометр), обеспечивающий автоматизацию измерения, обработки и представления данных по восьми спектрометрическим трактам. Разработана необходимая для модуля аппаратура, создано программное обеспечение. Создан измерительный модуль для установки ДИСКИ/24/ на базе ЭВМ измерительного центра У-400, работающего на линии с регистрирующей аппаратурой, распо-

ложенной на выведенном пучке У-400. Модуль обеспечивает измерение, обработку и представление данных о полной энергии осколков деления синтезируемых тяжелых ядер и их периода полураспада. Продолжались работы по развитию измерительных модулей установок ДЭМАС, МС-А, ЛИДИА и НФЛ.

3. Начата работа по созданию нового пульта управления У-400. Установлена и введена в опытную эксплуатацию автоматизированная система контроля и измерения параметров ускорителя У-400 (АСКП У-400) на базе микро-ЭВМ и аппаратуры КАМАК. На экранах черно-белых телевизионных мониторов отображается информация о токах 33 агрегатов, 17 вакуумметров в виде табличных данных, а на экране цветного монитора - мнемосхема узлов ускорителя с разводкой пучков по четырем направлениям (контролируются 120 релейных сигналов) и таблица "крейсерского" режима (магнитное поле циклотрона, напряжение ВЧ на дуантах, значение вакуума в камере и т.д.). Созданы соответствующие программы.

4. Произведен запуск лазерного спектрометра - первой ступени установки КСИ, предназначенной для измерения ядерных моментов и разностей зарядовых радиусов основных и возбужденных состояний ядер с периодами полураспада более 1 часа, получаемых в реакциях с тяжелыми ионами. Действие установки основано на резонансном возбуждении уровней световым излучением лазера и регистрации испущенных фотонов. Установка состоит из двух лазеров непрерывного действия фирмы Спектра-Физикс (аргонового лазера модели 380А с фиксированным набором частот и кольцевого лазера на красителе модели 171-18 с перестраиваемой частотой), источника коллимированных атомных пучков, ФЭУ и фокусирующей оптики для регистрации резонансно рассеянного лазерного излучения, электронных блоков измерительной и анализирующей аппаратуры (рис.15). На описанной установке измерена сверхтонкая структура атомных спектров изотопов европия с массовыми числами 149-155 (пример одного из спектров представлен на рис.16). Достигнута чувствительность



Двухплечевой времяпролетный спектрометр ДЭМАС предназначен для прецизионного измерения массовых распределений осколков деления составных ядер.

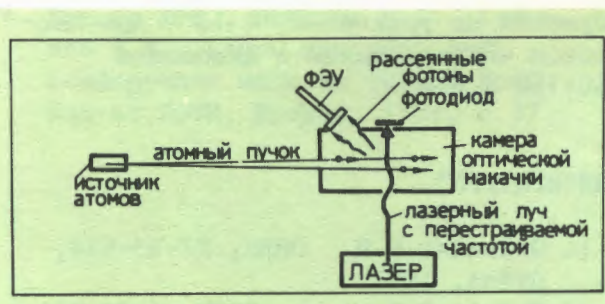


Рис.15. Схема эксперимента со стабильными и долгоживущими радиоактивными изотопами на первой ступени установки КСИ.

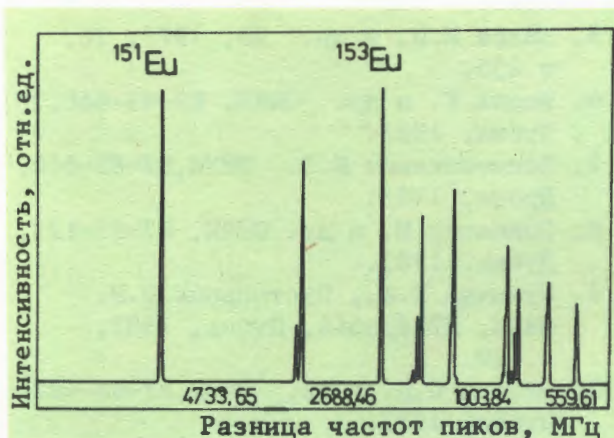


Рис.16. Участок сверхтонкой структуры оптических спектров стабильных изотопов европия.

измерений до 10^2 атомов в объеме взаимодействия лазерного луча с атомным пучком (6 мм^3), что позволяет работать с малыми количествами исследуемых ядер. При этом ширина резонансной линии составляет 40 МГц , что значительно меньше расстояния между компонентами сверхтонкой структуры ($\sim 1000 \text{ МГц}$). Это позволяет проводить измерения со смесями изотопов, получаемых в реакциях с тяжелыми ионами, без разделения их на масс-сепараторе.

5. Усовершенствована низкофоновая установка (нейтронный детектор), предназначенная для регистрации событий

Лазерный спектрометр установки КСИ.

спонтанного деления в природных образцах/25/. С целью уменьшения фона множественных нейтронных событий и обеспечения возможности регистрации одиночных нейтронов в чувствительный объем детектора диаметром 160 мм введена система из 10 сцинтилляционных счетчиков с γ -стартом. Восемь сцинтилляторов, представляющих собой монокристаллы германата висмута (диаметр — 30 мм , длина — 142 мм), располагаются вокруг цилиндрического канала диаметром 60 мм (см. рис.17). Два других сцинтиллятора замыкают этот канал с торцевых сторон. Электронная схема детектора, работающая в линии с микро-ЭВМ, отбирает такие события, в которых регистрации нейтронов предшествует наблюдение двух или более γ -квантов одновременно. Вероятность регистрации спонтанного деления по множественным γ -квантам оказалась $\geq 90\%$. При совпадении множественных γ -квантов с нейтронами спонтанное деление ^{252}Cf регистрируется с вероятностью около 56% .

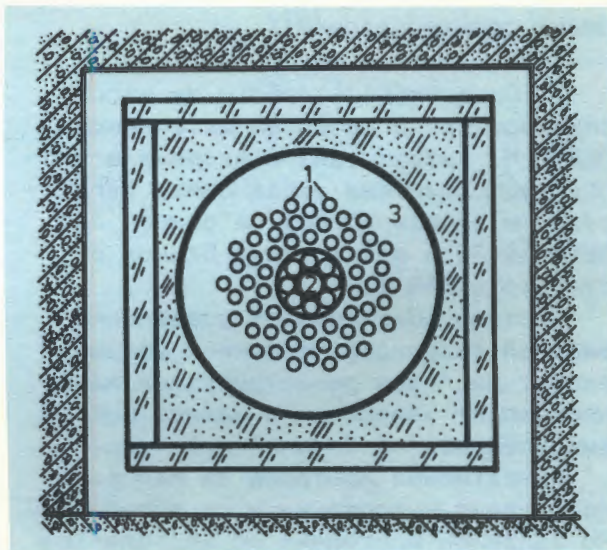


Рис.17. Схема нейтронного детектора с γ -стартом: 1 — ^3He счетчики, помещенные в оргстекло; 2 — чувствительный объем, окруженный восемью сцинтилляторами; 3 — замедлитель (оргстекло). Остальные элементы представляют пассивную защиту и пластиковые сцинтилляторы, блокирующие детектор при регистрации космических мюонов.

Фон установки в измерениях продолжительностью 6 суток составил одно событие с двумя зарегистрированными нейтронами и одно событие с одиночным нейтроном.

6. Начаты эксперименты по изучению характеристик деления ядер с $Z > 100$, образующихся в реакциях с тяжелыми ионами, с помощью двухплечевого времяпролетного спектрометра, имеющего временное разрешение ~ 250 пс и относительное энергетическое разрешение не хуже 1%, что позволяет измерять массовые распределения осколков с разрешением не хуже 1,5 а.е.м. Проведены измерения массовых распределений, спектров кинетических энергий коррелированных продуктов реакций $^{238}\text{U} + ^{40}\text{Ar}$, $^{208}\text{Pb} + ^{56}\text{Fe}$ в широком диапазоне энергий бомбардирующих ионов.

Продолжалась разработка и усовершенствование времяпролетных спектрометров для регистрации продуктов ядерных реакций. Использование детекторов с рыхлым диэлектрическим эмиттером позволило существенно расширить диапазон регистрируемых продуктов по массам, а также улучшить временное разрешение спектрометра [27].

7. Продолжались работы на масс-спектрометре с лазерным источником ЛИДИА-М. Разработана и введена в эксплуатацию система управления, регистрации и записи данных на основе ЭВМ МЕРА 60-30 и электронных блоков в стандарте КАМАК.

Система обеспечивает управление работой лазерного источника ионов, задает диапазон регистрируемых масс, производит измерение и запись массовых спектров на внешний носитель.

Оперативный контроль за процессом накопления информации и ее обработкой по заданной программе осуществляется с помощью дисплея.

Благодаря использованию в качестве детектора двух последовательно включенных микроканальных пластин диапазон регистрируемых величин ионных токов достигает $\sim 10^8$. Переход на высоковакуумную систему откачки с рабочим вакуумом до 10^{-9} Тор позволил на два порядка снизить фон от ионов, рассеянных на остаточном газе.

Все это в сочетании с использованием селекции ионов по времени пролета позволило получить в области масс $A > 250$ концентрационный предел обнаружения на уровне $10^{-7} \div 10^{-8}$ при массовом числе матрицы в диапазоне 60-180 а.е.м.

ЛИТЕРАТУРА*

1. Оганесян Ю.Ц. ОИЯИ, Д7-83-644, Дубна, 1983.
2. Жуйков В.Л. и др. ОИЯИ, 6-83-371, Дубна, 1983.
3. Иванов М.П. и др. ОИЯИ, 13-83-800, Дубна, 1983.
4. Флеров Г.Н. и др. ЯФ, 1977, 26, с.449.
5. Звара И.И. и др. ЯФ, 1977, 26, с.455.
6. Борча К. и др. ОИЯИ, Е7-83-440, Дубна, 1983.
7. Пенионжквич Ю.Э. ОИЯИ, Д7-83-644, Дубна, 1983.
8. Совински М. и др. ОИЯИ, Р7-83-127, Дубна, 1983.
9. Музыка Ю.А., Пустыльник Б.И. ОИЯИ, Д7-83-644, Дубна, 1983, с.420.
10. Бейзин С.Д. и др. ОИЯИ, Р7-83-482, Дубна, 1983.
11. Бугров В.Н., Карамян С.А. ОИЯИ, Р7-83-809, Дубна, 1983.
12. Варга Д. и др. ОИЯИ, Д7-83-644, Дубна, 1983, с.509.
13. Гикал Б.Н. и др. ОИЯИ, 9-83-416, Дубна, 1983.
14. Гульбекян Г.Г. и др. ОИЯИ, Р9-83-451, Дубна, 1983.
15. Гикал Б.Н. и др. ОИЯИ, 9-83-311, Дубна, 1983.
16. Козлов С.И. и др. ОИЯИ, 9-83-125, Дубна, 1983.
17. Флеров Г.Н. и др. ОИЯИ, 18-83-537, Дубна, 1983.
18. Реутов В.Ф. и др. ОИЯИ, 14-83-444, Дубна, 1983.
19. Флеров Г.Н. и др. ОИЯИ, 18-83-699, Дубна, 1983.
20. Во Дак Банг и др. ОИЯИ, Е18-83-200, Дубна, 1983.
21. Во Дак Банг и др. ОИЯИ, 13-83-504, Дубна, 1983.

* Цитируются избранные работы.

22. Эрнандес А.Т., Замятнин Ю.С. ОИЯИ, 18-83-138, Дубна, 1983.
23. Колесов Г.М., Эрнандес А.Т. ОИЯИ, 18-83-211, Дубна, 1983.
24. Еремин А.В., Лобанов Ю.В., Утенков В.К. Тезисы докладов 5-й конференции молодых ученых ЕрФИ. Изд-во ЕрФИ, Ереван, 1981, с.37.
25. Ter-Akopian G.M. et al. Nucl. Instr. and Meth., 1981, vol.190, p.119.
26. Зодан Х. ОИЯИ, Д7-83-644, Дубна, 1983, с.465.
27. Ковалов Р.Л. и др. ОИЯИ, 13-83-188, Дубна, 1983.

ЛАБОРАТОРИЯ НЕЙТРОННОЙ ФИЗИКИ

В 1983 году в Лаборатории нейтронной физики начаты регулярные физические исследования на импульсном реакторе ИБР-2. Реактор отработал 2000 часов. Совместно с рядом институтов АН СССР изучались внутренние движения в молекулярных кристаллах, структурные фазовые переходы в сложных соединениях, структура биологических объектов, внутрикристаллические электрические поля в редкоземельных элементах. На реакторе ИБР-30 при исследовании химических сдвигов нейтронных резонансов установлено уменьшение среднеквадратичного радиуса ядра при высоком (около 6 МэВ) возбуждении. Наблюдено спин-орбитальное расщепление р-волновой силовой функции. Обнаружены особенности в двухквантовых гамма-каскадах из реакции $(n, 2\gamma)$ на редкоземельных элементах.

Продолжались прикладные исследования и работы по монтажу и наладке узлов ускорителя ЛИУ-30, а также по совершенствованию измерительного центра лаборатории.

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЕ РАБОТЫ

ХИМИЧЕСКИЕ СДВИГИ НЕЙТРОННЫХ РЕЗОНАНСОВ ИЗОТОПОВ УРАНА

Электростатическое взаимодействие между зарядами ядра и электронов атомной оболочки ведет к сверхтонкому химическому сдвигу энергии ядерного уровня (резонанса) на величину

$$\Delta E = \frac{2\pi}{3} Ze^2 \cdot \rho_e(0) \cdot \Delta \langle r^2 \rangle, \text{ где } \rho_e(0) -$$

разность плотности электронов на ядрах изучаемой пары химических соединений и $\Delta \langle r^2 \rangle$ - исследуемое изменение радиуса ядра. На этом основан реализованный в лаборатории в 1978 году метод наблюдения химических сдвигов

нейтронных резонансов. В 1983 году завершены измерения для ^{235}U и ^{234}U . Усредненное по резонансам ^{235}U изменение среднеквадратичного радиуса равно $\Delta \langle r^2 \rangle = (-0,18 \pm 0,10) \text{ фм}^2$, что согласуется с предсказанием статистической теории. Рассмотрение зависимости $\Delta \langle r^2 \rangle$ от делительной ширины резонансов (см. рис.1) дало указание на соответствующую корреляцию/1/.

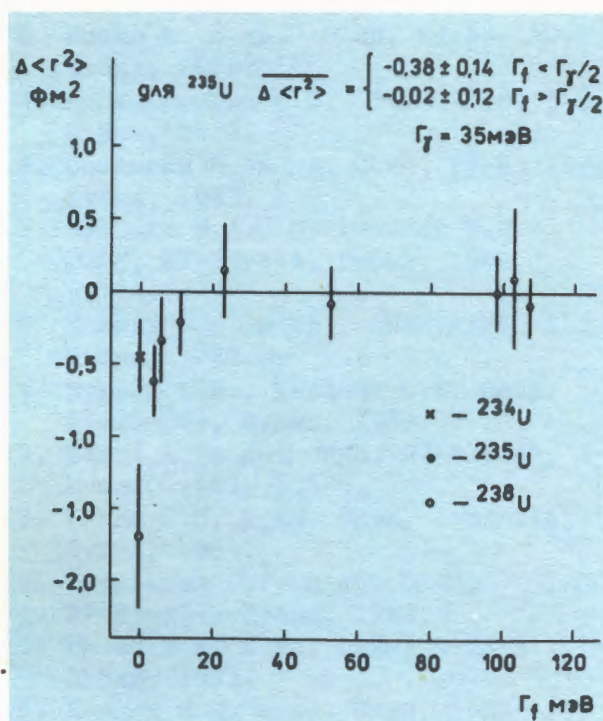


Рис.1. Изменения среднеквадратичного радиуса заряда ядра $\Delta \langle r^2 \rangle$ в зависимости от делительной ширины Γ_f резонансов изотопов урана.

НЕЙТРОННЫЕ р-ВОЛНОВЫЕ СИЛОВЫЕ ФУНКЦИИ

Дифференциальные сечения упругого рассеяния нейтронов, усредненные по резонансам, измерены на ИБР-30 до энергии 400 кэВ для элементов с четным Z. В результате проведенного анализа угловых распределений выделен

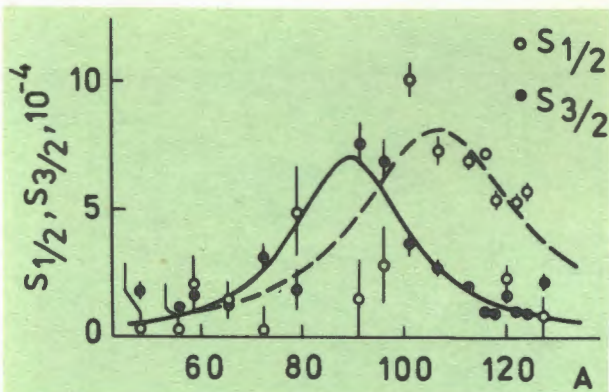
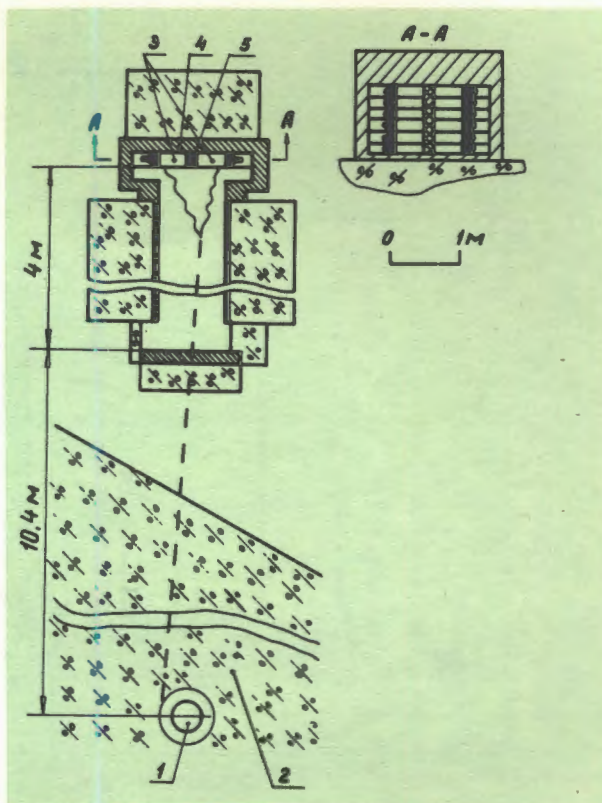


Рис.2. р-волновые нейтронные силовые функции $S_{1/2}^0$ (белые точки) и $S_{3/2}^0$ (черные точки) в зависимости от массового числа A .

Рис.3. Схема эксперимента по поиску аксиона: 1 - активная зона ИБР-2; 2 - бетонная защита; 3 - сцинтилляционные счетчики, 4 и 5 - железо и свинец.



р-волновой вклад и отдельно определены р-волновые силовые функции состояний $P_{1/2}$ и $P_{3/2}$ для ядер с массовыми числами $A = 50-130$. Результаты показаны на рис.2 точками, где также приведены кривые, проведенные методом наименьших квадратов, соответствующие кривым Лоренца в энергетической шкале. Они дали спин-орбитальное расщепление $3p$ -максимума нейтронной силовой функции на величину $\Delta A = 17 + 4/2$.

ПОИСК АКСИОНА НА ИБР-2

Выполнен второй эксперимент по поиску аксиона на установке, улучшенной по чувствительности на два порядка (рис.3). Согласно теории, аксион должен сопровождать электромагнитные процессы γ -распада ядер с относительной вероятностью 10^{-4} . В качестве таких процессов были выбраны реакции $^{10}\text{B}(n, \alpha)^7\text{Li}$ ($E_\gamma = 470$ кэВ) и $p(n, \alpha)d$ ($E_\gamma = 2,23$ МэВ). Мишени располагались вблизи активной зоны реактора ИБР-2. Искались совпадения двух γ -квантов, на которые должен распадаться аксион. Аксион не был обнаружен: для $m_a = 150$ кэВ экспериментальное значение Q в 1300 раз меньше теоретического/3/.

АЛЬФА- И ГАММА-РАСПАДЫ РЕЗОНАНСНЫХ СОСТОЯНИЙ ЯДЕР

С помощью реализованной ранее в ЛНФ методики выделения каскадов из двух гамма-квантов с заданной суммой их энергий исследованы каскады в реакции $^{164}\text{Dy}(n, 2\gamma)$ на тепловых нейтронах, заселяющие уровни с энергией до 574 кэВ над основным состоянием диспрозия-165. Пример распределения интенсивности линий в каскадах с суммарной энергией 5534 кэВ дан на рис.4. Усредненная по интервалу 100 кэВ экспериментальная гистограмма интенсивности каскадов сравнена на рис.5 с расчетом по статистической теории (точки). Из рисунков видно, что вопреки статистическому подходу наблюдается максимум интенсивности для случая, когда первичный гамма-переход имеет энергию в интервале 2,5-3 МэВ. Этот результат для ядра ^{165}Dy с энергией связи нейтрона 5,7 МэВ объяснен существованием в ядре при энергии ~ 3 МэВ состояний с большой одночастичной компонентой. Объяснение подтверждается обнаруженной для ^{165}Dy корреляцией между сечениями (d, p) -реакции с возбуждением указанных состояний и соответствующими величинами $I_{\gamma\gamma}/4,5/$.

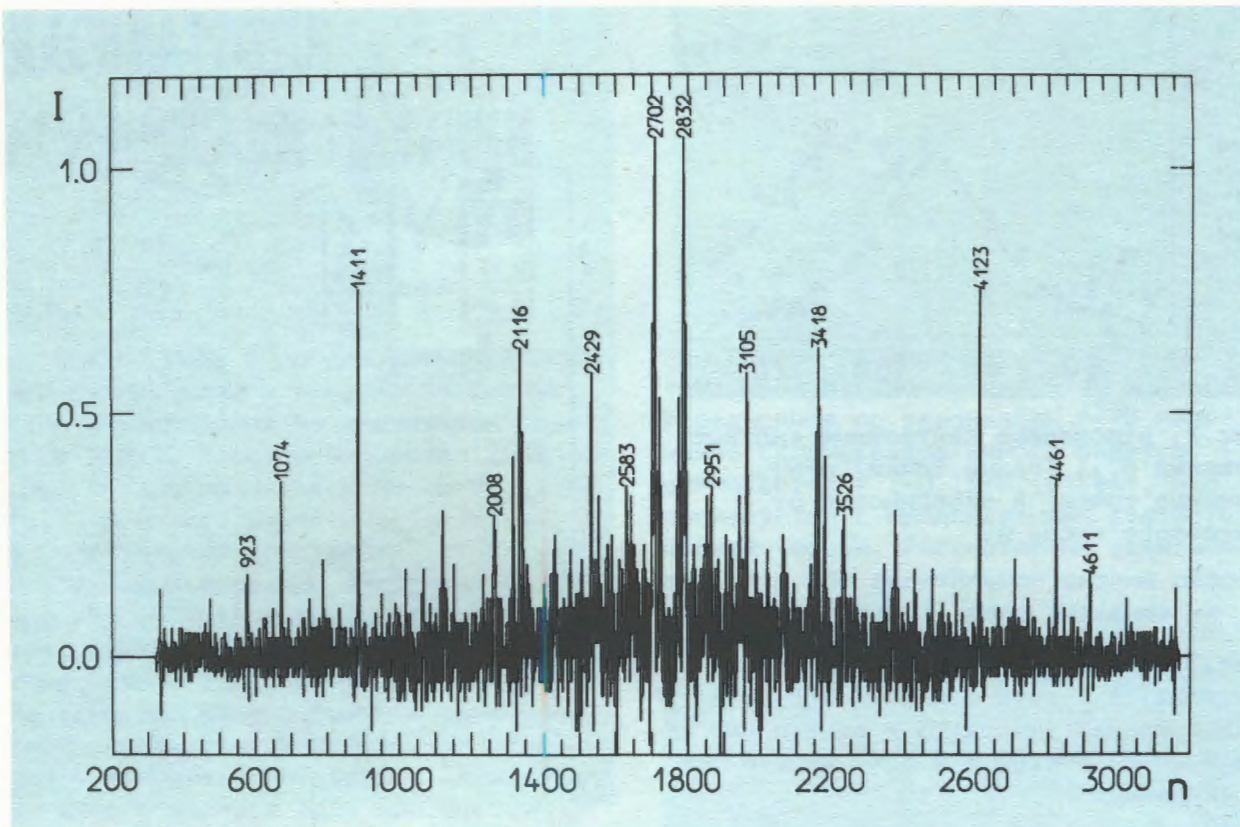


Рис.4. Интенсивность линий в каскадах с энергией 5534 кэВ в реакции $^{164}\text{Dy}(n, 2\gamma)^{165}\text{Dy}$.

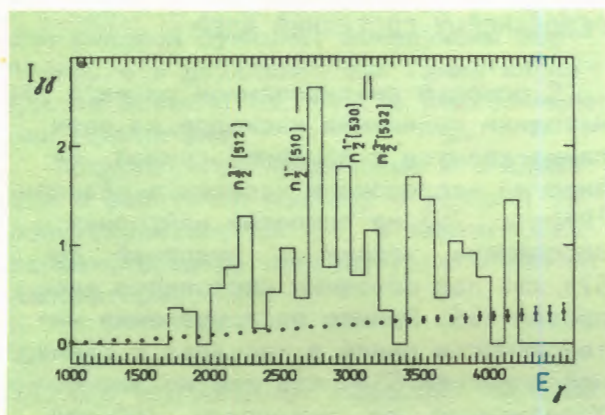


Рис.5. Абсолютная интенсивность $I_{\gamma\gamma}$ каскадов (в процентах на захват) в зависимости от энергии первичного перехода (в кэВ) для реакции $^{164}\text{Dy}(n, 2\gamma)^{165}\text{Dy}$.

Выполнены измерения сечений (n, α) -реакции с лучшим чем ранее разрешением по энергии нейтронов для изотопов ^{143}Nd , ^{147}Sm , ^{171}Yb , ^{177}Hf и ^{151}Eu . Пример полученных спектров дан на рис.6 для реакции $^{143}\text{Nd}(n, \alpha)^{140}\text{Ce}$. Экспериментальные результаты для α -частичной силовой функции согласуются с теоретическими расчетами/6,7/.

Выполнены теоретические исследования полных радиационных ширин нейтронных резонансов в рамках статистического подхода с использованием постоян-

ной E_1 -силовой функции на нижнем крыле гигантского дипольного резонанса и с учетом вклада $M1$ -переходов. Рис.7 демонстрирует полученные результаты. Для большинства изученных ядер вклад $M1$ -переходов составил примерно половину полной радиационной ширины/8/.

НАРУШЕНИЕ ЧЕТНОСТИ В НЕЙТРОННЫХ РЕЗОНАНСАХ

Продолжалось изучение эффектов нарушения пространственной четности

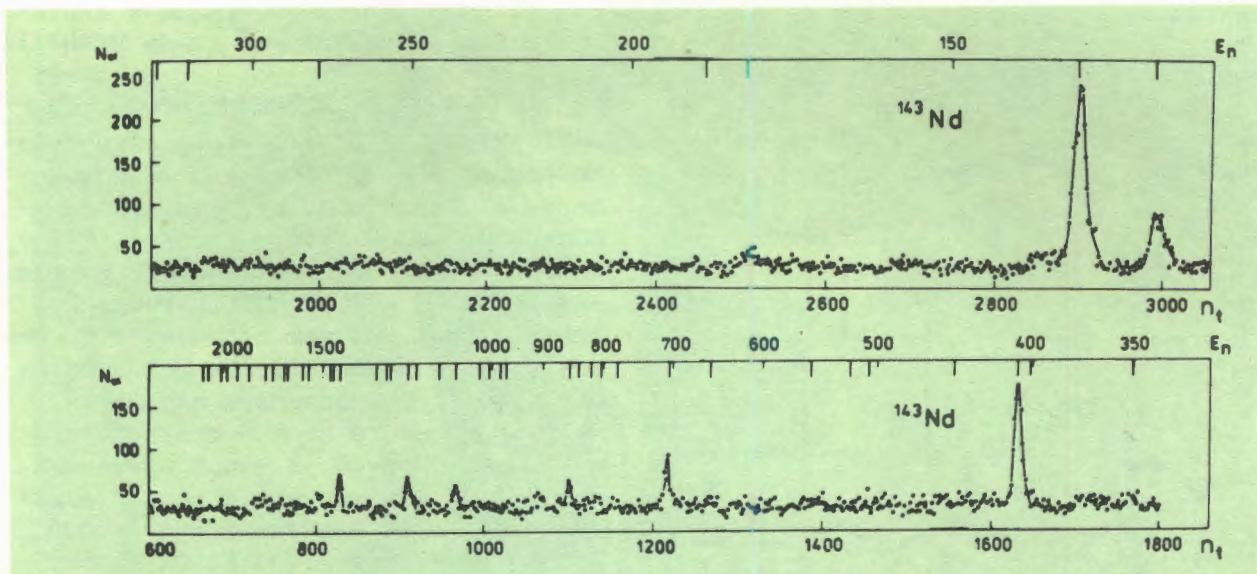
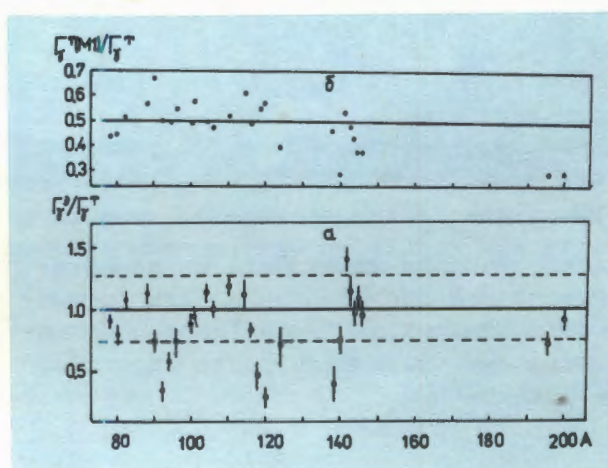


Рис.6. Зависимость выхода альфа-частиц от времени пролета нейтронов для мишени неодима-143. Энергия нейтронов E_n дана в эВ.

Рис.7. а - Отношение экспериментальных и расчетных значений полных радиационных ширин нейтронных резонансов в функции массового числа. б - Расчетный вклад М1-переходов в полную радиационную ширину ядер с массовым числом А.



в р-волновых нейтронных резонансах. В эксперименте с поляризованными нейтронами измерено пропускание мишени ^{93}Nb в зависимости от спиральности нейтронов. Получены верхние экспериментальные оценки р-нечетных эффектов: $\rho = (2,0 \pm 1,7) \cdot 10^{-3}$ и $(0,3 \pm 2,4) \cdot 10^{-3}$ для резонансов 35,9 и 42,3 эВ соответственно.

Измерены спектры гамма-квантов из р-волновых резонансов ядер ^{81}Br , ^{117}Sn и ^{139}La , не сохраняющих четность, и сечение радиационного захвата тепловых нейтронов в ^{117}Sn ($\sigma_\gamma = 1,32 \pm 0,18$ бн). Получены характеристики, необходимые для сопоставления эффектов нарушения четности в полных и парциальных сечениях и сравнения их с теорией/9/.

ПРОТОННЫЕ РЕЗОНАНСЫ

С целью поиска промежуточной структуры в протонных резонансах измерены угловые распределения гамма-квантов из резонансов, возбуждаемых в реакциях $^{58}\text{Ni}(p, \gamma)$ и $^{62}\text{Ni}(p, \gamma)$ при энергиях протонов в диапазоне 2100-3500 кэВ. Определен спин резонансов и величина $\delta = +\sqrt{\Gamma(E2)/\Gamma(M1)}$ - смеси мультипольностей E2 и M1 для 25-ти исследованных гамма-переходов. Полученное распределение величины $\phi = \arctg \delta / \alpha$ (с параметром $\alpha^{-1} = 1,42$) представлено на рис.8. Оно характерно тем, что относительные фазы (знаки) δ одинаковы для всех переходов. Последнее противоречит предсказанию статистической теории о равномерном распределении величины ϕ в интервале углов от -90° до $+90^\circ$. Сделан вывод о проявлении промежуточной структуры в протонных резонансах исследованных

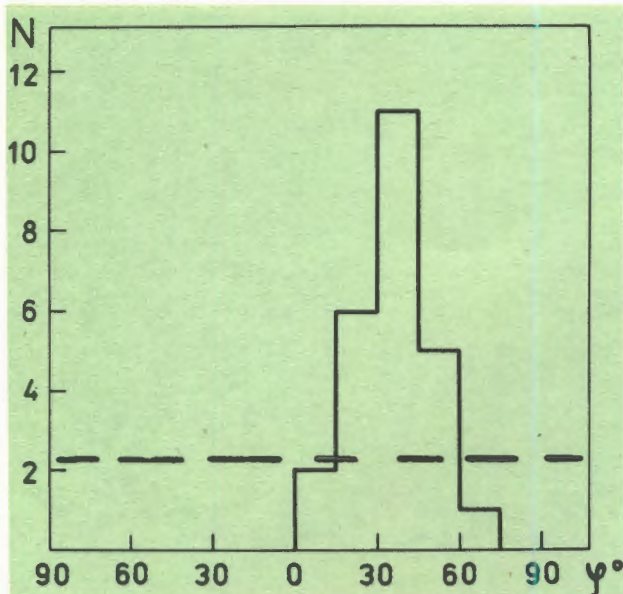


Рис.8. Гистограмма экспериментального распределения величины ϕ , характеризующей смесь E2 и M1 мультипольностей гамма-квантов в реакции $^{58}\text{Ni}(p, \gamma)^{59}\text{Cu}$. Пунктир – теоретическое распределение при отсутствии промежуточной структуры.

ядер, которая может быть интерпретирована как распределение силы гигантского резонанса Гамова-Теллера по резонансным состояниям более сложной структуры/10/.

МАЛОУГЛОВОЕ РАССЕЯНИЕ ТЕПЛОВЫХ НЕЙТРОНОВ

Завершены измерения малоуглового рассеяния нейтронов растворами полиметакриловой кислоты (ПМК) разной степени нейтрализации, проводившиеся с целью выяснения их структуры.

Полученные результаты проанализированы совместно с аналогичными данными по малоугловому рассеянию рентгеновских лучей. На рис.9 показаны графики Гинье для отношения рентгеновской и нейтронной интенсивностей рассеяния растворами ПМК. По наклону прямых, с использованием некоторых модельных представлений, получены средние расстояния между макроионами в растворах D, лежащие в диапазоне $5,4 \leq D \leq 5,8$ нм для разных степеней нейтрализации. Сделан вывод, что для однозначного выбора между существующими структурными моделями необходимы измерения с мечеными полиионами.

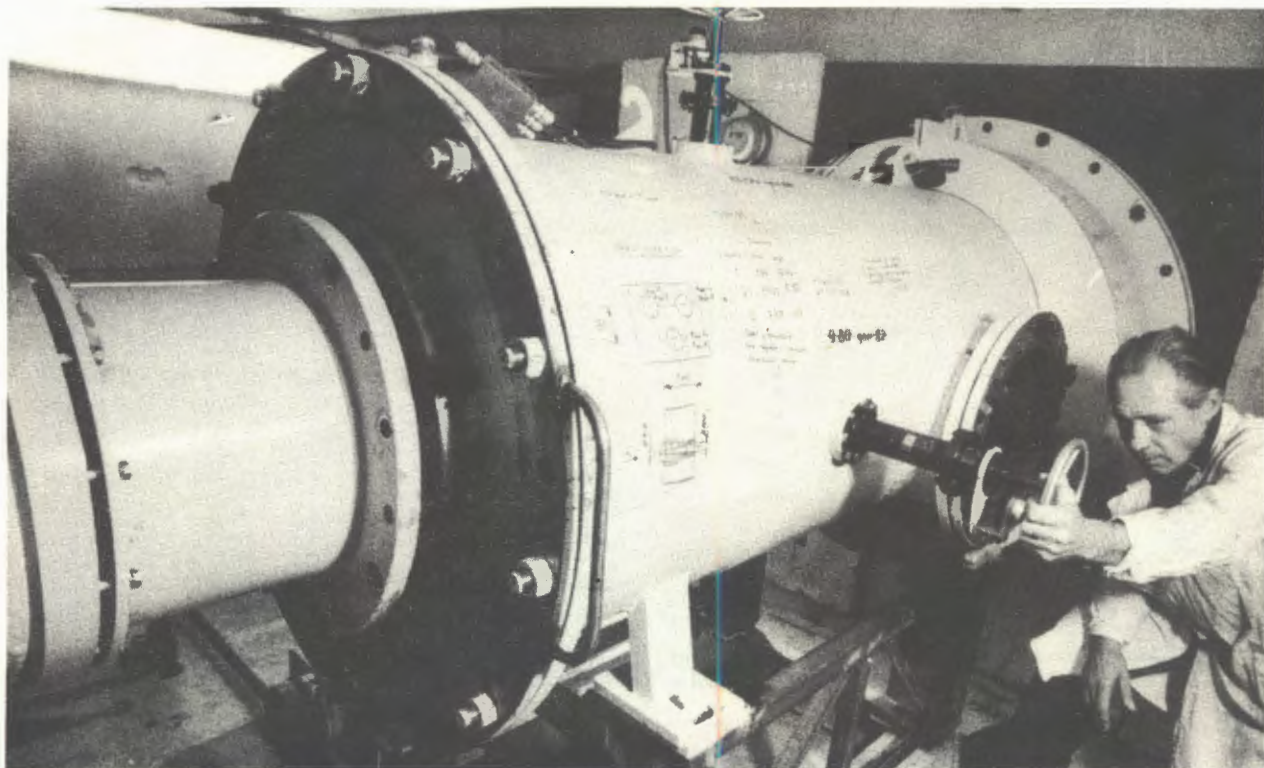
Работа выполнялась совместно с Институтом макромолекулярной химии ЧСАН/11/.

СВОЙСТВА КОНДЕНСИРОВАННЫХ СРЕД

1. Изучение электрического кристаллического поля в соединениях редкоземельных металлов в 1983 году выполнялось на образцах NdAl_3 и HoNi_5 . Измерялось неупругое парамагнитное рассеяние тепловых нейтронов при различных температурах. Пример полученных спектров показан на рис.10. На основе этих экспериментов определены параметры кристаллического поля и соответствующие схемы уровней. В числе изученных параметров особый интерес представляли градиенты электрических полей. В этой связи совместно с ЛЯП проведены измерения градиентов полей на ядрах методом возмущенных угловых корреляций. Систематический анализ данных для градиентов поля на месте 4f-оболочки и на ядрах ионов показал, что они одинаковы в непроводящих, но отличаются на фактор 3-6 в металлических соединениях. Различие объяснено влиянием электронов проводимости, экспериментально выделен обменный вклад от электронов проводимости в величину градиента поля на месте 4f-оболочки иона/12,13/.

2. Связь между структурным несоответствием фазовым переходом и внутримолекулярной динамикой в кристалле дифенила проверялась в эксперименте по неупругому некогерентному рассеянию тепловых нейтронов на спектрометре обратной геометрии КД-СОГ. Результаты представлены на рис.11. Температура фазового перехода в этом кристалле составляет $T_C = 40\text{K}$. Видно, что с приближением к T_C обнаруживается слабый рост интенсивности рассеяния, который можно связать с предсказанным теоретически влиянием мягкой моды на фазовый переход. Это влияние, однако, ослаблено тем, что проявляется лишь в малой области зоны Бриллюэна. Работа проводилась совместно с ЛТФ ОИАИ и Институтом ядерной физики в Кракове/14/.

3. Методом упругого и неупругого рассеяния тепловых нейтронов изучены структурные фазовые переходы в жидкокристаллическом веществе МББА при температурах 78-320K. Это вещество, состоящее из длинных молекул, при



Начаты регулярные физические исследования на семи выведенных пучках нейтронов реактора ИБР-2. На снимке: наладка юстируемого коллиматора установки малоуглового рассеяния.

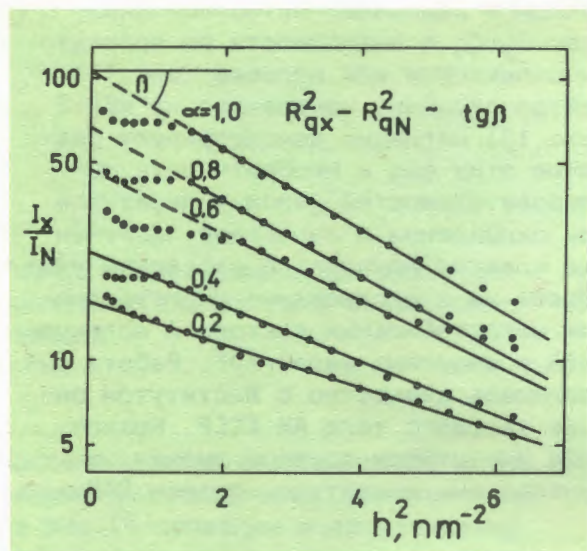
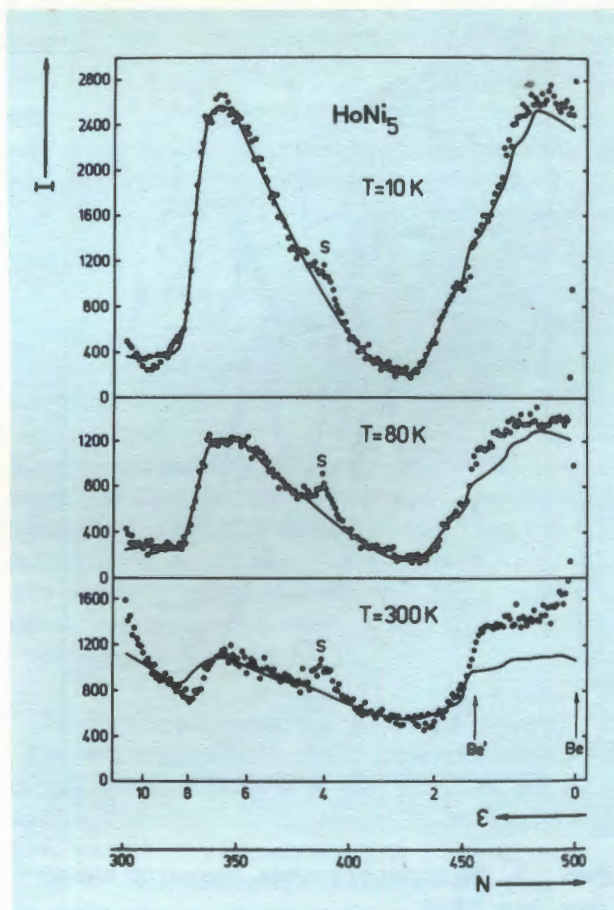


Рис.9. Графики Гинье зависимости отношения интенсивностей рассеяния рентгеновских лучей и нейтронов для разных степеней нейтрализации полиионов.

Рис.10. Спектры неупругого рассеяния нейтронов для HoNi_5 : точки - эксперимент; сплошная кривая - расчет; № - номер канала временного анализатора; ϵ - переданная энергия в мэВ.



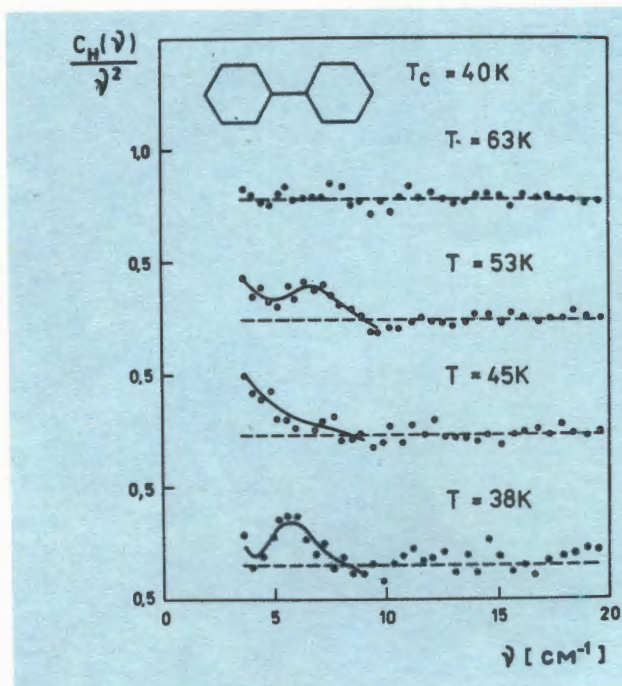


Рис.11. Спектр частот мягкой моды колебаний в дифениле в области фазового перехода.

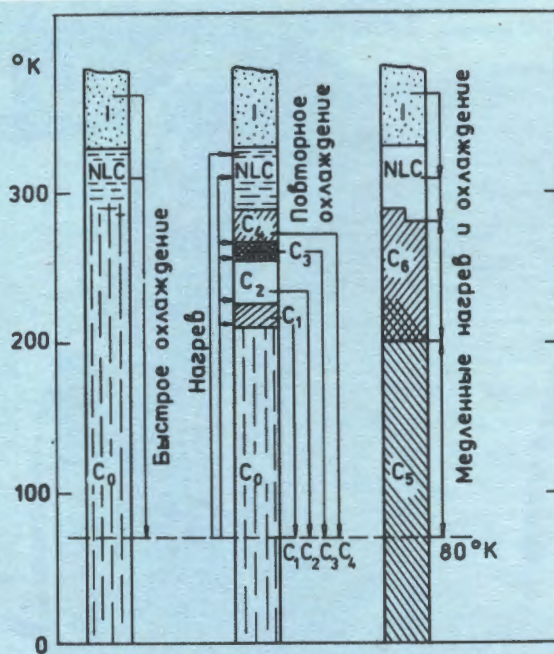


Рис.12. Схема фазовых состояний в МББА, достигаемых при различных процедурах охлаждения и нагрева.

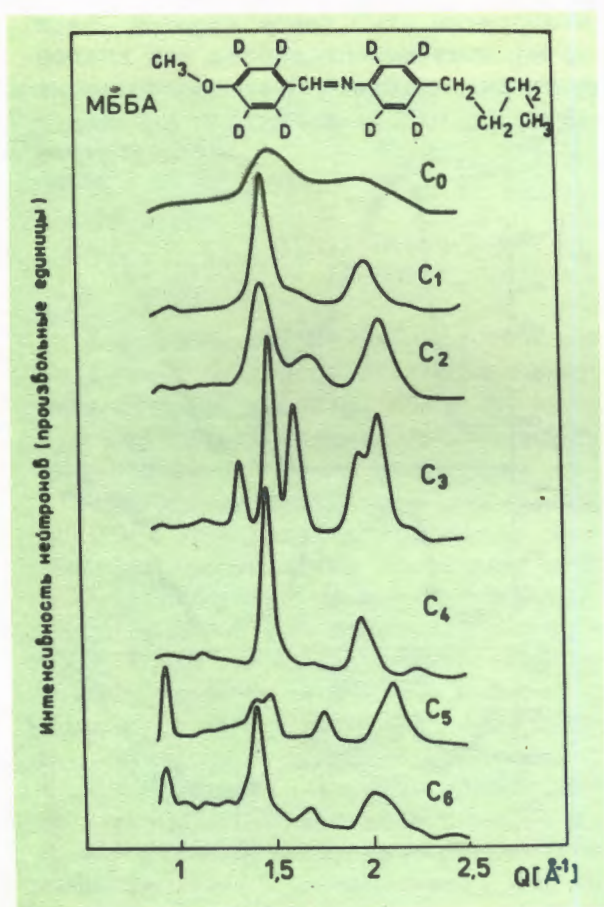
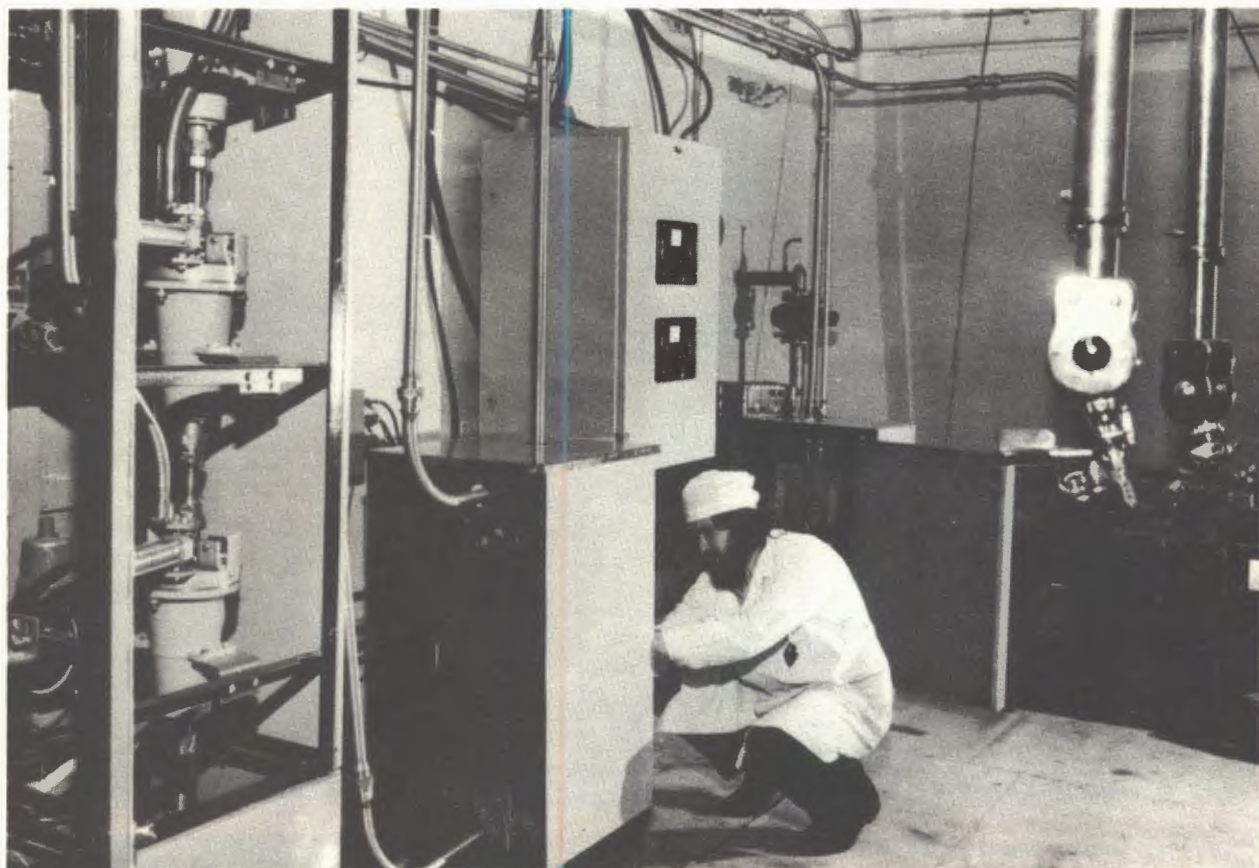


Рис.13. Нейтронограммы твердых аморфных фаз МББА.

охлаждению легко аморфизуется, переходя в различные метастабильные фазы C_0 - C_6 в зависимости от процедуры охлаждения или нагрева (рис.12). Нейтронограммы, измеренные на ИБР-2 (рис.13) наглядно демонстрируют различие этих фаз и необратимость последовательностей фазовых переходов при охлаждении и подогреве. Полученные спектры неупругого рассеяния указывают на существование многоуровневых метастабильных состояний молекул МББА в аморфных фазах/15/. Работа выполнялась совместно с Институтом физики твердого тела АН СССР, Краковским институтом ядерной физики и Центральным институтом физики ВАН.

НАУЧНО-ПРИКЛАДНЫЕ РАБОТЫ

1. На электростатическом ускорителе протонов выполнен ряд прикладных исследований с помощью двух методов - обратного рассеяния протонов и возбуждения в исследуемых образцах характеристического рентгеновского излучения. Проведены анализы микроэлементного состава образцов почв,



Комплекс РЕГАТА предназначен для проведения на реакторе ИБР-2 активационно-аналитических и радиационных исследований в области геологии, экологии, медицины и материаловедения.

ных на образцах из стран-участниц ОИЯИ. Исследования преследовали в основном экологические цели. Определялись примеси элементов Au, Ag, W, Co, Zn, Cd, Cu, Hg, I, Sb и др./16,17/.

3. Изучалось индуцирование нейтронами центров окраски в Al_2O_3 и редкоземельных гранитах. Обнаружена стабильная инфракрасная люминесценция в Al_2O_3 при флюэнсе нейтронов 10^{18} н/см². Влияние примесей Na, Cl, Mn на оптические свойства кварца исследовано в совместной работе с Политехническим институтом Братиславы/18/.

4. Радиационные исследования проводились с целью выяснения воздействия нейтронов и γ -лучей на биологические объекты. В 1983 году выполнены измерения с несколькими штаммами бактерий для исследования поведения молекул ДНК и с каллусами - растительными тканями для изучения их радиочувствительности и динамики роста/19,20/.

ЭКСПЛУАТАЦИЯ, СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ И РАЗВИТИЕ ОСНОВНЫХ УСТАНОВОК АППАРАТУРЫ

РЕАКТОРЫ И УСКОРИТЕЛИ

1. В 1983 году на реакторе ИБР-2 освоен режим работы на проектной частоте 5 имп./с. Импульсная мощность реактора составила 700 МВт, при этом достигнут рекордный поток тепловых нейтронов на поверхности замедлителя $5 \cdot 10^{15}$ н/см²·с в импульсе. В этом режиме проведен комплекс исследований параметров и систем реактора по программе энергетического пуска/21/. Одновременно выполнялись физические исследования на выведенных пучках нейтронов, для которых реактор отработал 2000 часов.

2. Реактор ИБР-30 и его ускоритель-инжектор ЛУЭ-40 обеспечили исследования ЛНФ в области ядерной физики в соответствии с тематическим планом



1983 года. Модернизирован ряд систем ускорителя. К штатным системам реактора ИБР-30 подключена разработанная в ЛНФ информационно-измерительная система на базе ЭВМ. Применение этой системы сокращает время восстановления мощности реактора с нескольких часов до 1 часа.

3. Продолжались работы по монтажу и наладке узлов линейного индукционного ускорителя электронов ЛИУ-30. Выполнен физический пуск инжекторного участка при энергии электронов 2,75 МэВ.

Ускоритель протонов ЭГ-5 работал на научно-прикладные и физические исследования в соответствии с плановым заданием.

Практическим приложением разработок высокочувствительного сверхпроводящего магнитометра явилось создание магнитокардиографа. На снимке: подготовка магнитокардиографа к работе.

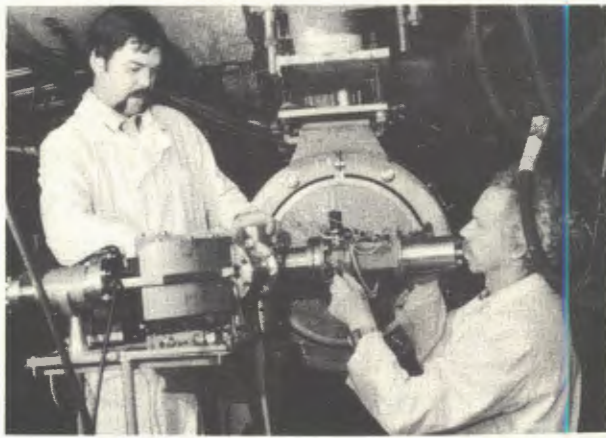
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ НА РЕАКТОРЕ ИБР-2

В 1983 году введены в строй действующих спектрометры неупругого рассеяния нейтронов КДСОГ-2М и ДИН-2К. Схема краковско-дубненского спектрометра обратной геометрии КДСОГ-2 дана на рис.16. Он представляет собой модернизированный вариант работавшего на ИБР-30 спектрометра КДСОГ-1, в котором энергия рассеянных нейтронов анализируется с помощью комбинации бериллиевого фильтра с монокристаллом. Светосила установки в диапазоне энергии 10-500 мэВ и разрешении 4-16% в 30 раз лучше, чем на ИБР-30.

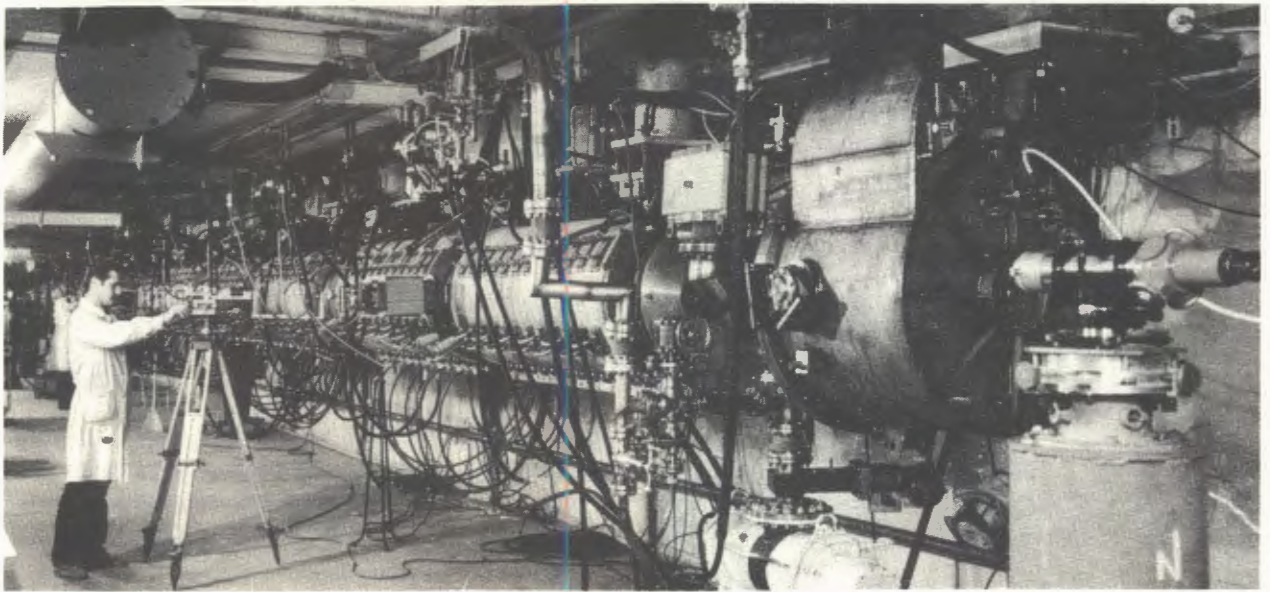
В спектрометре ДИН-2К (рис.17) применены механические селекторы нейтронов. Нейтронный поток на образцах - 10^5-10^7 н/см²с, диапазон энергий - 0,001-10 эВ, разрешение по времени пролета - (1-7) мкс/м. Спектрометр выполнен в двух вариантах с длинной (100 м) пролетной базой, обеспечивающей максимальное энергетическое разрешение 10^{-6} эВ и короткой (20 м) для создания максимальной интенсивности нейтронов на образце. В спектрометре применен зеркальный нейтроновод.

В 1983 году на реакторе ИБР-2 начали функционировать две установки для научно-прикладных исследований/22/. Установка Биофизический канал (БФК) используется для работ на выведенных пучках быстрых и тепловых нейтронов. Пучки быстрых нейтронов формируются с помощью сменных коллиматоров и фильтров из Рь, СН₂ и В₄С. Один из коллиматоров, который вращается, используется для уменьшения частоты следования нейтронных импульсов и фона между основными импульсами. Выходные окна коллиматоров находятся в 750 см от активной зоны реактора. Пучок тепловых нейтронов формируется изогнутым зеркальным нейтроноводом длиной 20 м с сечением 1,5x15 см².

Установка РЕГАТА представляет собой пневмотранспортную систему с тремя каналами (I, II, III) облучения и тремя



Продолжались работы по монтажу и наладке ускорителя ЛИУ-30. В инжекторном участке ускорителя получены электроны с энергией 2,75 МэВ и током в импульсе 60 А. На снимках: а - монтаж анализатора пучка; б - общий вид ускорителя.



горячими камерами. Минимальное время облучения образцов на РЕГАТЕ 1-2 с, время доставки образца с позиции облучения к детектору около 10 с, спектры анализируются с помощью ЭВМ МЕРА-60.

Характеристики нейтронных каналов этих установок, измеренные на мощности реактора 1,0 МВт, даны в таблице (данные для канала I - расчетные).

Таблица

Каналы	Плотность потока нейтронов, н/см ² с			Мощность дозы Гр/с нейтронов	
	Тепловые	Резонансные	Быстрые	Средняя	Импульсная
БФК	1,1·10 ⁸	1,5·10 ⁷	3,3·10 ⁸	8,3·10 ⁻³	6,6
БФК	(5·10 ⁶)				
I	2,5·10 ⁶	7,5·10 ⁹	10 ¹⁴		
II	5·10 ¹¹	1,1·10 ¹¹	6·10 ¹¹	15	1,2·10 ⁴
III	2,7·10 ¹¹	0,6·10 ¹¹	3,2·10 ¹¹	8,0	0,64·10 ⁴

Цифра в скобках в строке БФК - поток на выходе зеркального нейтронновода. Гамма-фон в каналах составляет 20-50% от мощности нейтронной дозы.

Схема установки КДСОГ-2 на 10 канале реактора ИБР-2

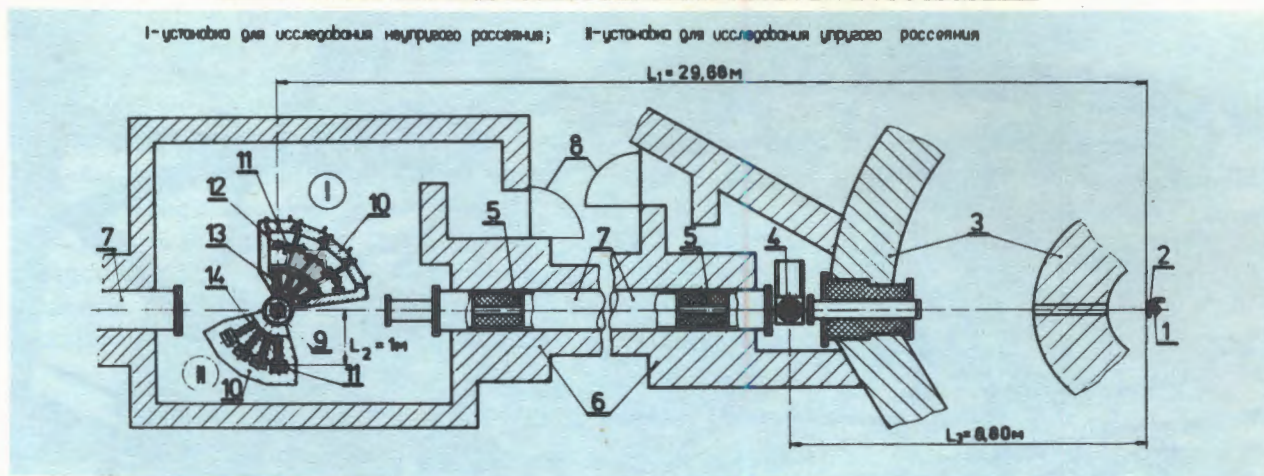


Рис.16. Спектрометр неупругого рассеяния тепловых нейтронов КДСОГ-2. Основные узлы и элементы: 1,2 - реактор ИБР-2; 4 - вращающийся коллиматор; 9 - образец; 11 - детекторы; 12 - анализирующие монокристаллы; 13 - бериллиевые фильтры.

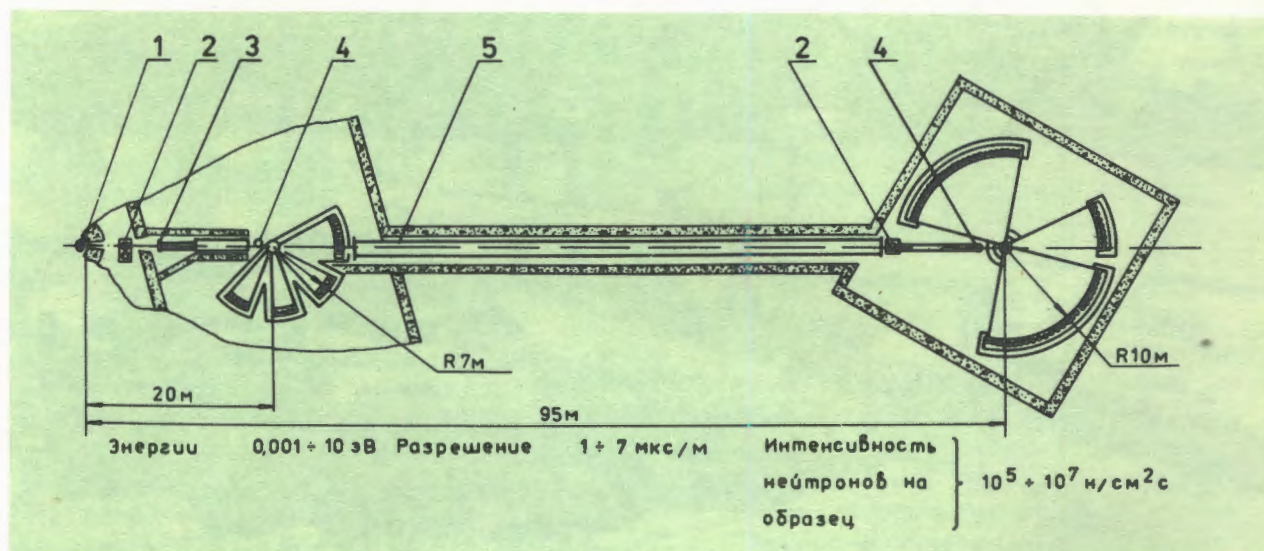


Рис.17. Схема спектрометра ДИН-2К: 1 - ИБР-2; 2 - вращающийся коллиматор; 3 - механический прерыватель (дисковый); 4 - механический прерыватель (роторный); 5 - зеркальный нейтронпровод.

ИЗМЕРИТЕЛЬНО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР

1. Число измерительных каналов в центре в 1983 году доведено до 24, благодаря чему обеспечены измерения по всем направлениям работ, проводившихся одновременно на импульсных реакторах ИБР-2, ИБР-30 и ускорителе ЭГ-5. В строй действующих введены измерительный модуль канала УХН на ИБР-2/23/, измерительный модуль угловых распределений рассеяния нейтронов/24/. Переведен на новую ЭВМ и модернизирован модуль установки поляри-

зованных резонансных нейтронов. Внедрены новые запоминающие устройства/25,26/

2. Велись работы по развитию измерительного центра в направлении создания многомашинной сети ЭВМ. Значительно расширена память центрального процессора и его внешних запоминающих устройств. Число внешних терминалов доведено до 16. Освоен ряд устройств межмашинных связей и осуществлена пробная связь с малыми ЭВМ в лабораториях ЛЯП и ЛЯР. Продолжались работы по созданию средств волоконно-оптической связи.



Завершено создание спектрометра ДИН-2К. На снимке: экспериментальный зал ИБР-2; на переднем плане спектрометр ДИН-2К.

3. В ходе работ по созданию электроники для базовых установок ЛНФ разрабатывались системы для автоматизации работы ускорителя ЛИУ-30, введена в эксплуатацию информационно-измерительная система реактора ИБР-30/27/. Продолжались работы по оснащению

электронной аппаратурой физических установок и совершенствованию радиоаппаратуры действующих спектрометров/28,29/. Создана и введена в эксплуатацию многоканальная система с цветным телевизионным дисплеем на базе микро-ЭВМ/30/.

ЛИТЕРАТУРА*

1. Зайдель К. и др. ОИЯИ, РЗ-83-820, Дубна, 1983.
2. Зо Ин Ок и др. Письма в ЖЭТФ, 1983, т.38, с.304.
3. Ананьев В.Д. и др. ОИЯИ, Р1-83-709, Дубна, 1983.
4. Попов Ю.П. и др. ОИЯИ, РЗ-83-651, Дубна, 1983.
5. Попов Ю.П. и др. ОИЯИ, РЗ-83-407, Дубна, 1983.
6. Антонов А. и др. ОИЯИ, РЗ-83-243, Дубна, 1983.
7. Антонов А. и др. ОИЯИ, РЗ-83-242, Дубна, 1983.
8. Кадменский С.Г. и др. ОИЯИ, Р4-83-600, Дубна, 1983.
9. Алфименков В.П. и др. ОИЯИ, РЗ-83-634, Дубна, 1983.
10. Крафт О.Е. и др. ОИЯИ, Р15 83-736, Дубна, 1983.
11. Главата Д. и др. ОИЯИ, 14-83-422, Дубна, 1983.
12. Горемышкин Е.А., Мюле Э. ОИЯИ, РЗ-83-172, Р14-83-738, Дубна, 1983.
13. Будзински М. и др. ОИЯИ, Е14-83-605, Дубна, 1983.
14. Plakida N.M. et al. phys.stat. sol. (b), 1983, vol.118, p.129.
15. Belushkin A.V. Rapport IFJ No.1225/PS, Krakow, 1983.
16. Гундорина С.Ф. и др. Второе Всесоюзное совещание "Ядерно-физические методы анализа в контроле окружающей среды" (Тезисы докладов). Изд-во Ин-та физики АН Латв.ССР, Рига, 1982, с.45.
17. Голованов М.В. и др. Мед.радиология; 1983, №1, с.51-55.
18. Мартынович Е.Ф. и др. IV Всесоюзный симпозиум "Люминесцентные приемники и преобразователи рентгеновского излучения" (Тезисы докладов). Изд-во Ин-та геохимии им.А.П.Виноградова СО АН СССР, Иркутск, 1982, с.14.
19. Эргребер Г., Липидус Н.Л., Айхорн К. ОИЯИ, 19-83-491, Дубна, 1983.
20. Гацек Э., Глинкова Е., Исмаилова Э.Н. ОИЯИ, 19-83-509, Дубна, 1983.
21. Ananiev V.D. et al. In: Conf. Ser. No64. Institute of Physics, Bristol and London, 1983, p.497.
22. Назаров В.М., Фронтасьева М.В. Второе Всесоюзное совещание "Ядерно-физические методы анализа в контроле окружающей среды" (Тезисы докладов). Изд-во Ин-та физики АН Латв.ССР, Рига, 1982, с.62.
23. Голиков В.В. и др. ОИЯИ, Р13-83-215, Дубна, 1983.
24. Вагов В.А. и др. ОИЯИ, РЗ-82-770, Дубна, 1982.
25. Ермаков В.А., Зимин Г.Н. ОИЯИ, 13-83-194, Дубна, 1983.
26. Журавлев В.В., Замрий В.Н. ОИЯИ, 13-83-425, Дубна, 1983.
27. Денисов В.Д. и др. ОИЯИ, 13-84-92, Дубна, 1983.
28. Мессинг Д. ОИЯИ, Р10-83-233, Дубна, 1983.
29. Билкенрот Р. и др. ОИЯИ, 11-83-531, Дубна, 1983.
30. Гюнтер З. и др. ОИЯИ, 11-83-530, Дубна, 1983.

* Цитируются избранные работы.

ЛАБОРАТОРИЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ И АВТОМАТИЗАЦИИ

В 1983 году основные усилия коллектива лаборатории были направлены на повышение эффективности использования ЭВМ центрального вычислительного комплекса, дальнейшее развитие терминальной сети и дооснащение ЭВМ ЕС-1060 устройствами внешней памяти. Получило развитие математическое обеспечение базовых ЭВМ, выполнены подготовительные работы по замене управляющих ЭВМ в измерительных системах ПУОС-САМЕТ и АЭЛТ-2/160. Разработаны эффективные численные и качественные методы решения задач математической физики. Созданы и получили развитие системы программ обработки данных.

РАЗВИТИЕ И ЭФФЕКТИВНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЦЕНТРАЛЬНОГО ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА ОИЯИ

РАЗВИТИЕ ЦЕНТРАЛЬНОГО ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА ОИЯИ

1. Сдана в опытную эксплуатацию терминальная система ЭВМ ЕС-1060 и ее программное обеспечение. Разработанный терминальный контроллер позволяет подключить к ЭВМ 16 терминалов. Увеличен в 2,3 раза объем памяти на магнитных дисках за счет подключения 8 накопителей на магнитных дисках ЕС-5061.

Выполнены подготовительные работы по подключению и автономной наладке накопителей на магнитной ленте с плотностью записи 1600 бит/дюйм. Подключен графопостроитель ЕС-7052/1,2/.

Расширены возможности операционной системы ЕС-1060 за счет включения в ее состав трансляторов с языков ФОРТРАН-77 и ПАСКАЛЬ-8000. Проведено доукомплектование библиотеки программ общего назначения 30 новыми программами и подготовлен вариант информационно-справочной системы библиотеки/3/.

2. Завершена автономная наладка второго мультиплексора терминалов для подключения к ЭВМ CDC-6500 16 терминалов и внесены необходимые изменения в операционную систему. Изготовлен и отлажен интерфейс для подключения 8 накопителей на магнитных дисках ЕС-5061 к CDC-6500.

Повышена эффективность работы ЭВМ за счет перераспределения между оперативной и дисковой памятью набора системных подпрограмм с учетом частоты их использования/4/.

Внедрена новая версия библиотеки программ общего назначения/5-7/.

3. На ЭВМ БЭСМ-6 расширены возможности программной подсистемы МУЛЬТИТАЙП для счета задач с терминалов. Проведено доукомплектование библиотеки программ общего назначения и обеспечено программное управление новым графопостроителем/8/. В рамках работ по освоению вычислительной системы Эльбрус-К2 разработан программный блок связи между программой-диспетчером центрального процессора и процессором ввода-вывода.

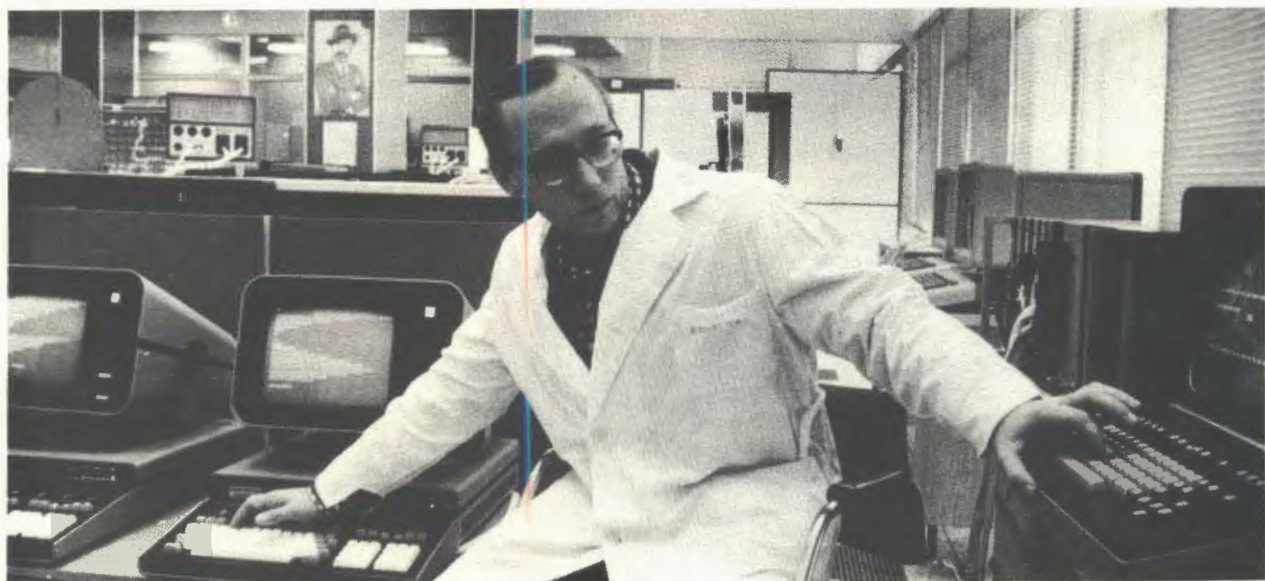
ВНЕДРЕНИЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИСТЕМ АНАЛИТИЧЕСКИХ ВЫЧИСЛЕНИЙ НА ЭВМ

На ЭВМ ЕС-1060 внедрена система аналитических преобразований ASHMEDIAI, предназначенная для вычислений в области физики высоких энергий.

В систему аналитических вычислений SCHOONSCHIP включена программа автоматического преобразования аналитического результата в фортран-программу с целью комбинирования численных и аналитических расчетов. Реализован диалоговый режим использования системы.

В зале ЭВМ ЕС-1060 и ЭВМ ЕС-1033. ▶





Ведутся работы по расширению терминальной сети ЭВМ ЕС-1060.



Объем оперативной памяти на магнитных дисках ЭВМ ЕС-1060 увеличен более чем в два раза.

Сдан в эксплуатацию компилированный вариант системы REDUCE с виртуализацией на ЭВМ CDC-6500, что позволило решить проблему дефицита оперативной памяти при использовании этой системы и повысить скорость вычислений в 2 раза/9/.

С помощью системы SCHOONSCHIP исследованы вопросы, связанные с сокращением расходимостей в $N = 2$

и $N = 4$ суперсимметричных калибровочных теориях при наличии масс у скалярных и фермионных полей/10/.

В рамках работы по изучению калибровочных теорий поля на пространственно-временной решетке совместно с ЛТФ проведено исследование абелевых хиггсовских моделей с "размороженной" радиальной степенью свободы хиггсовского поля. Расчеты проводились/11/

на ЕС-1060 и CDC-6500 методом Монте-Карло на решетке 44.

С помощью системы REDUCE-2 исследовано распространение нелинейных гравитационных волн на поверхности воды. Система гидродинамических уравнений решалась методом теории возмущений вплоть до четвертого порядка по малому параметру задачи/12/.

Разработан, изготовлен и налажен макет дисплейного монитора на 19-дюймовой запоминающей ЭЛТ с высокой разрешающей способностью для графической системы на основе мультимикропроцессорного интеллектуального терминала (ИГТ) и ЭВМ K1630. Разработаны интерфейсы и программные драйверы для подключения мультимикропроцессорной системы к ЭВМ K1630. Перечисленные работы выполняются совместно с научно-исследовательским центром комбината РОБОТРОН, где планируется серийный выпуск ИГТ. На ЭВМ СМ-4 поставлен графический пакет и ведутся работы по созданию базового математического обеспечения цветного дисплея. Выполнены работы по развитию программного обеспечения графических систем/13-15/.

РАЗВИТИЕ МЕТОДОВ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭВМ НА ЛИНИИ С ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫМИ УСТАНОВКАМИ ОИЯИ

1. Создан комплекс программ реального времени на базе локальной сети ЭВМ спектрометра БИС-2 для проведения одновременно нескольких независимых экспериментов на линии с ЕС ЭВМ. Разработаны алгоритмы и создан комплекс программ для обеспечения адаптивной настройки системы управления экспериментом.

Повышена устойчивость всей системы управления экспериментом путем осуществления программного контроля за состоянием компонентов системы. Создана программная система автоматического учета результатов экспозиции. Усовершенствовано математическое обеспечение системы машинной графики. Подготовлена программа распознавания и геометрической реконструкции событий, регистрируемых установкой БИС-2/16/. Создана программа статистического моделирования данных, регистрируемых мюонным спектрометром нейтринного детектора/17/. Разработаны и введены в эксплуатацию программы обработки данных, регистрируемых установкой ФОТОН. На ЕС-1060 подготовлены и внедрены рабочие варианты па-

ЭКСПЛУАТАЦИЯ БАЗОВЫХ ЭЛЕКТРОННО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ МАШИН

ЭВМ	Годовой план (в час.)	Общее полезное время счета за год (в час.)	Среднесуточное полезное время счета (в час.)	Число пропущенных задач
ЕС-1060	5500	6178	18	44385
CDC-6500	7000	7254	21,1	191960 17236*
БЭСМ-6	6000	6994	20,5	57387 19130*

* Число задач, пропущенных с терминалов.



Наладка макета дисплейного монитора для графической системы на основе мультимикропроцессорного интеллектуального терминала и ЭВМ K1630.

кетов программ статистической обработки (НВООК), управления базой данных (ЗВООК) и стандартного обмена с внешними запоминающими устройствами/18/. Разработаны новые средства динамической настройки программ. Созданные программы включены в базовую библиотеку программ.

2. Проведена отладка нового варианта контроллера для последовательной магистрали КАМАК в системе сбора и обработки данных с каналов вторичных пучков частиц синхрофазотрона ЛВЭ. Выполнена программная и техническая наладка буферной памяти, подключенной на указанную магистраль в качестве промежуточного запоминающего устройства между ЭВМ ЕС-1010 и аппаратурой системы. Подготовлен и применен ряд

программ для аналитического вычисления переключательных функций и операций над полиномами, используемых при описании схем устройств сжатия информации и преобразования данных в годоскопических системах, а также при регистрации частиц в многоканальных детекторах/19/. С помощью программ, разработанных на ЭВМ МЕРА-60, проводились измерения температурного режима кристалл-дифракционного спектрометра ОНМУ на линии с ЭВМ с выводом информации на графический и алфавитно-цифровой дисплей. Налажен и опробован блок стабилизации температуры. Созданы и отлажены программы для измерения спектров. В системе диагностики пучка для установки КУТИ-20 (ОНМУ) проводились программные измерения положения центра пучка. Для планируемых на

КУТИ-20 экспериментов проведен на СМ-4 ряд подготовительных программных работ, необходимых для создания монитора синхротронного излучения/20/.

3. Завершены работы по созданию комплекса программ моделирования сечений ядер трансактиниевых элементов в области неразрешенных резонансов. Программный комплекс включен в библиотеку системы обработки спектров ядерных излучений на ЭВМ БЭСМ-6 и адаптирован на ЭВМ ЕС-1060. Создан комплекс программ для ввода информации, полученной на установке СПИН (ЛЯП). Повышена эффективность работы программных модулей (на 50%) за счет использования оптимизирующего транслятора. Проведены работы по расширению языка директив системы СОС. Выполнены работы по реализации проекта математического обеспечения системы обработки спектрометрической информации на ЭВМ ЕС-1060. Система обработки спектров на ЭВМ БЭСМ-6 отмечена дипломом международной выставки "Наука-83"/21/.

4. Разработаны телевизионные камеры и регистрирующая аппаратура бесфильмовой системы съема информации со стримерной камеры установки РИСК. Произведен запуск бесфильмовой системы со стереопарой из двух телевизионных датчиков на линии с ЭВМ ЕС-1040. Выполнены методические исследования автономной системы калибровки телевизионных датчиков и разработаны соответствующие программы/22/.

СОЗДАНИЕ И РАЗВИТИЕ АВТОМАТИЧЕСКИХ И ПОЛУАВТОМАТИЧЕСКИХ СИСТЕМ ОБРАБОТКИ КАМЕРНЫХ СНИМКОВ

1. Получило дальнейшее развитие программное обеспечение системы фильтрации в реальном времени на НРД при обработке снимков с водородных камер. Отлажена новая версия программного обеспечения системы, что позволяет сократить время обработки событий, повысить эффективность и сократить число промежуточных магнитных носителей в системе. Разработаны алгоритмы и созданы программы для формирования

файлов с управляющей информацией в системе ПРОМИС. Создана версия системы ПРОМИС с возможностью измерения многолучевых событий выборочно. Реализована процедура статистического учета результатов обработки в программах сборки и фильтрации событий на CDC-6500. Создана программа быстрой обработки данных со спецпроцессора на CDC-6500.

Подготовлена версия программы фильтрации данных на основе нового алгоритма динамического использования памяти для системы минимального управления.

2. Обеспечена надежная эксплуатация новой управляющей ЭВМ типа СМ-4 в составе АЭЛТ-2/160, что позволило провести запланированные разработки аппаратуры и управляющего программного обеспечения. Создана новая аппаратура управления автоматом АЭЛТ-2/160 с помощью ЭВМ СМ-4, включая блок кодировки и передачи в ЭВМ результатов сканирования и другие блоки. Изготовлен графический дисплей-монитор-лупа с автономной памятью, обладающий существенно большей информационной емкостью экрана (в 8 раз) по сравнению с дисплеем на линии с БЭСМ-4. Разработан комплекс тестов на ЭВМ СМ-4 для проверки отдельных узлов созданной аппаратуры и выполнены работы по созданию базового математического обеспечения АЭЛТ-2/160 на СМ-4. Созданы новые версии управляющего математического обеспечения для обработки снимков с установок РИСК и МИС/23,24/.



Отладка программного обеспечения сканирующего автомата АЭЛТ-2/160 на ЭВМ СМ-4.

Сдана в эксплуатацию и используется для измерения снимков с установки РИСК подсистема из двух столов БПС-75 под управлением ЭВМ СМ-4. Создан базовый пакет программ для управления аппаратурой столов БПС-75, а также их калибровки и тестирования. Выполнены совместные работы по созданию измерительной системы БПС-РИМА в сотрудничестве с ЦИФИ ВАН (Будапешт) и ИЯИЯЭ БАН (София). В объеме, предусмотренном проектом "Нейтринный детектор", создана электронная аппаратура фурье-микроскопа для автоматизированной обработки изображений в ядерных фотоэмульсиях. Проведены исследования, связанные с обработкой информации, зарегистрированной на голограммах и в ядерных фотоэмульсиях/25,26/.

3. Завершена разработка подсистемы просмотра для сканирующего устройства "Спиральный измеритель"/27/. Разработаны, изготовлены и налажены 24 интерфейса для связи приборов ПУОС-САМЕТ с управляющей ЭВМ ЕС-1033. Выполнены работы по созданию программ управления ПУОС-САМЕТ, тестовых программ и отдельных программ обработки экспериментальных данных. Проведена опытная эксплуатация системы из трех приборов ПУОС-САМЕТ на линии с ЭВМ ЕС-1033.

4. При помощи полуавтоматических устройств ПУОС-САМЕТ измерено 449000 треков сложных событий на снимках с камер ЛВЗ и ЛЯП. На сканирующем автомате НРД обеспечен ресурс в объеме 2640 часов для проведения массовой обработки снимков, что позволило полностью удовлетворить заявки лабораторий на измерение снимков с помощью НРД. На АЭЛТ-2/160 измерено 26000 многотрековых событий сложной топологии с установки МИС и 4800 событий сложной топологии с установки РИСК. В 1983 г. на двух проекторах БПС-75 просмотрено 40000 событий с установки РИСК.



Система из двух БПС-75 и ЭВМ СМ-4 используется для измерения снимков с установки РИСК.

СОЗДАНИЕ И РАЗВИТИЕ МЕТОДОВ И ПРОГРАММ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ

1. Наряду с традиционной работой по поддержанию в рабочем состоянии программ обработки फिल्मовой информации на ЭВМ CDC-6500 и их текущей модернизацией в соответствии с заявками физиков большое внимание уделялось вопросам повышения уровня автоматизации процесса обработки फिल्मовой информации. Совместно с сотрудниками Института экспериментальной физики Словацкой Академии Наук и Университета им. П. И. Шафарика (ЧССР) разработана концепция программного сопровождения процесса обработки फिल्मовой информации, что позволит существенно сократить сроки ее обработки и свести к минимуму затраты ручного труда при анализе получаемых результатов. Разработана более совершенная процедура математической обработки फिल्मовой информации, обеспечивающая последующий переход к более высокому уровню автоматизации этого процесса, повышен "интеллектуальный уровень" базовых программ обработки за счет включения в них специальных подпрограмм, обеспечивающих автоматический пропуск событий на входных и выходных файлах и автоматическое объединение последних. Реализована и опробована автоматизированная процедура формирования лент суммарных результатов, включая программный поиск нескольких измерений одних и тех же событий, выявление и составление списков забракованных при измерениях событий. Решена с точки зрения экономного использования ресурсов ЭВМ проблема сортировки результатов измерений камерных снимков на базе перманентных файлов с произвольным доступом. Создана система программ для моделирования первых экспериментов на гибридном спектрометре.

2. Разработаны основы нового подхода к решению теоретических и прикладных проблем обработки информации в физике высоких энергий. Получено представление уравнения Лоренца в виде уравнений блуждания на единичной сфере. Созданы программы на фортране для численных расчетов амплитуды уп-

ругого пион-дейтронного рассеяния с учетом сепарабельной модели парных взаимодействий в рамках трехчастичных интегральных уравнений. Совместно с ЛТФ выполнены математические исследования по повышению численной устойчивости процедуры фитирования параметров структурных функций нуклонов на основе решения уравнений ренормгруппы с учетом экспериментальных данных по инклюзивным процессам/28/. Выполнены исследования по алгебре дискретных динамических систем с переменными параметрами с целью применения этого аппарата при решении обратной задачи рассеяния.

ИССЛЕДОВАНИЯ ПО РЕЛЯТИВИСТСКОЙ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКЕ И ФИЗИКЕ РЕЗОНАНСОВ

На синхрофазотроне ЛВЭ проведено исследование фрагментации релятивистских (с импульсом 4,5 ГэВ/с на нуклон) дейтронов и альфа-частиц на ядрах водорода, дейтерия и углерода. Получены предварительные сведения о структуре высокоимпульсной части спектров дейтронов с импульсом 9 ГэВ/с от их квазиупругого рассеяния на угол 139 мрад на ядрах дейтерия и углерода ($t \approx 1,5$ (ГэВ/с)²). Разработаны блоки автоматического регулирования управляющего напряжения электронной аппаратуры пропорциональных камер, выполнена наладка 500 каналов регистрации системы считывания информации. Блоки пропорциональных камер на 256 каналов включены в систему детектирующей аппаратуры. Разработана система дистанционного контролируемого перемещения элементов сопряженной ветви магнитного спектрометра, разработано и изготовлено автоматизированное устройство смены мишеней/29-31/.

2. Совместно с ЛВЭ проводился анализ пр-взаимодействий, зарегистрированных в однометровой водородной пузырьковой камере.

Выделены процессы, характеризующиеся барионным обменом, в реакциях $pr \rightarrow pr\pi^-$ при $P_0 = 1,25$ и $1,75$ ГэВ/с и $pr \rightarrow pr\pi^+\pi^-\pi^0$ при $P_0 = 5,1$ ГэВ/с.

Получены указания на образование в пр-соударениях 6- и 4-кварковых ре-

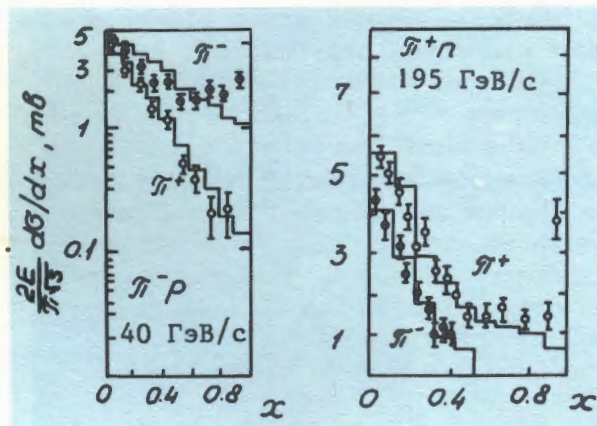
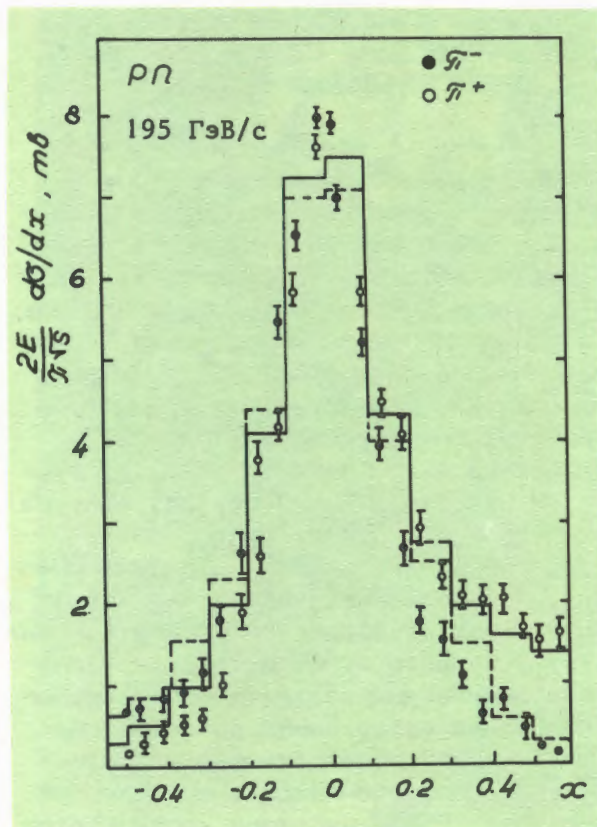
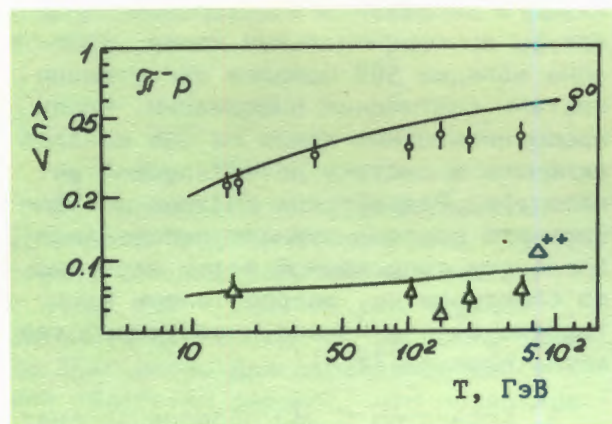
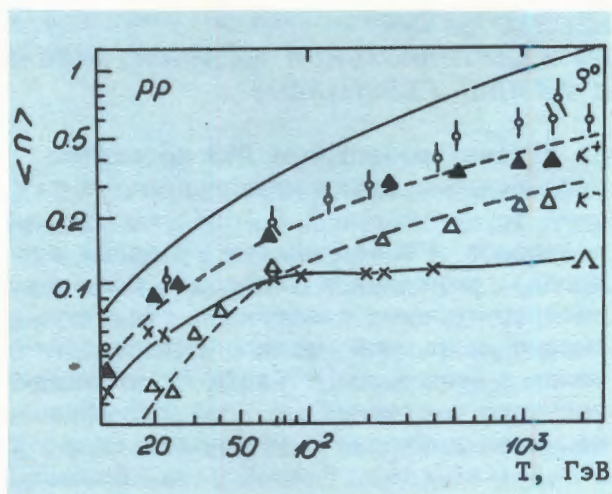
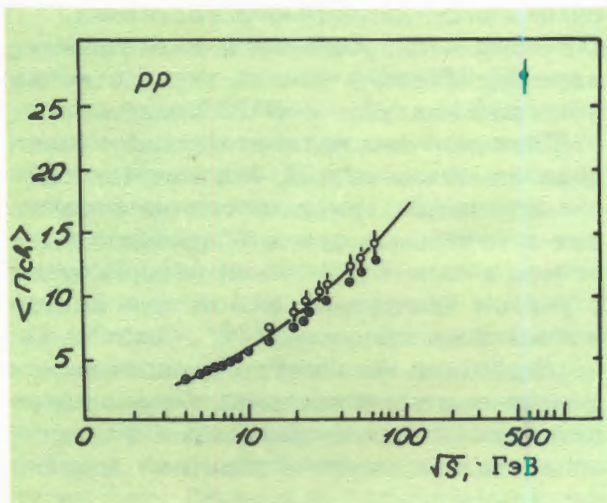


Рис.1. Средняя множественность частиц, рождающихся в неупругих pp - и π^-p -столкновениях. T - начальная энергия. Кривые - расчет, точки - эксперимент.

Рис.2. Дифференциальные распределения π^+ и π^- -мезонов в неупругих pp -столкновениях при 195 ГэВ и π^-p -столкновениях при 40 ГэВ. Гистограмма - расчет, точки - эксперимент.

зонансов, характеризующихся узкими ширинами и сечениями рождения, составляющими несколько процентов от полного сечения соответствующей реакции. Эти эффекты наблюдаются только в группе событий, характеризующихся обменом/32/.

3. Завершен анализ каскадных моделей неупругих взаимодействий частиц и ядер с ядрами. Показано, что использовавшиеся до сих пор модели, не учитывающие резонансных и кварковых эффектов, применимы лишь до энергий, не превышающих 10 ГэВ/нуклон. При столкновении ядер расхождение с опытом становятся заметными уже при энергиях в несколько ГэВ/нуклон/33/. Разработана и внедрена на ЭВМ CDC-6500 программная реализация модели, описывающей множественное рождение частиц при неупругих взаимодействиях высокоэнергетических адронов.

Проведено сравнение моделей с экспериментальными данными о процессах неупругого взаимодействия высокоэнергетических адронов, получены сведения о кварковых параметрах, важных для многих других моделей. Расчетные данные для πp^- и NN^- -взаимодействий хорошо согласуются с экспериментом (рис.1,2)/34/. Проведен анализ экспериментальных данных по адрон-ядерным столкновениям с учетом вклада соответственно жестких и мягких кварковых процессов. Разработан пакет программ для изучения процессов распространения высокоэнергетического излучения в атмосфере. Совместно с МИФИ и ИВЭ начаты расчеты влияния поля излучения на сверхпроводящие элементы проектируемого ускорителя НУКЛОТРОН.

РАЗРАБОТКА ПРИКЛАДНЫХ МЕТОДОВ ВЫЧИСЛЕНИЙ

1. Получено строгое доказательство "орбитальной устойчивости" (т.е. устойчивости формы с точностью до

сдвига и вращения) решения вида уединенной волны нелинейного уравнения Шредингера со степенной нелинейностью. Показано, что задача Коши для нелинейного модифицированного комплексного уравнения Кортевега-де Вриса имеет единственное решение в пространстве Соболева/35/. Доказана "орбитальная устойчивость" двухпараметрического решения вида уединенной волны/36/.

Разработаны пятишаговые методы типа метода Адамса, основанные на интерполяции алгебраическими, тригонометрическими и экспоненциальными полиномами, дающие повышение точности по сравнению с традиционными методами на несколько порядков. Методы использовались при расчете динамики частиц в ускорителях/37/.

Впервые предложен и реализован на ЭВМ алгоритм решения спектральной задачи для уравнения Максвелла методом граничных интегральных уравнений/38/. Проведен анализ различных математических алгоритмов для управления динамикой пучка заряженных частиц в ускорителе и выбран оптимальный алгоритм.

2. Проведены исследования интегрируемых и близких к ним нелинейных моделей квазиспиновых многокомпонентных систем (например, ядерной материи). Изучен новый тип нелинейных уравнений с некомпактной калибровочной группой и нетривиальными граничными условиями. Развита процедура вычисления эффектов кластеризации в ядерной материи/39-41/. Исследован класс анизотропных и изотропных σ -моделей в рамках калибровочной эквивалентности интегрируемых систем/39/. Получен ряд строгих результатов в связи с исследованиями интегрируемости нелинейных систем и их гамильтоновой структуры, а также устойчивости частицеподобных решений в системах с индефинитной метрикой/42/. Предложен метод, позволяющий избежать накопления ошибок при интегрировании нелинейных уравнений на ЭВМ методом быстрого преобразования Фурье (рис.3). Реализован на ЭВМ метод конечнозонного интегрирования в связи с решением периодических задач для нелинейных эволюционных уравнений/43/.

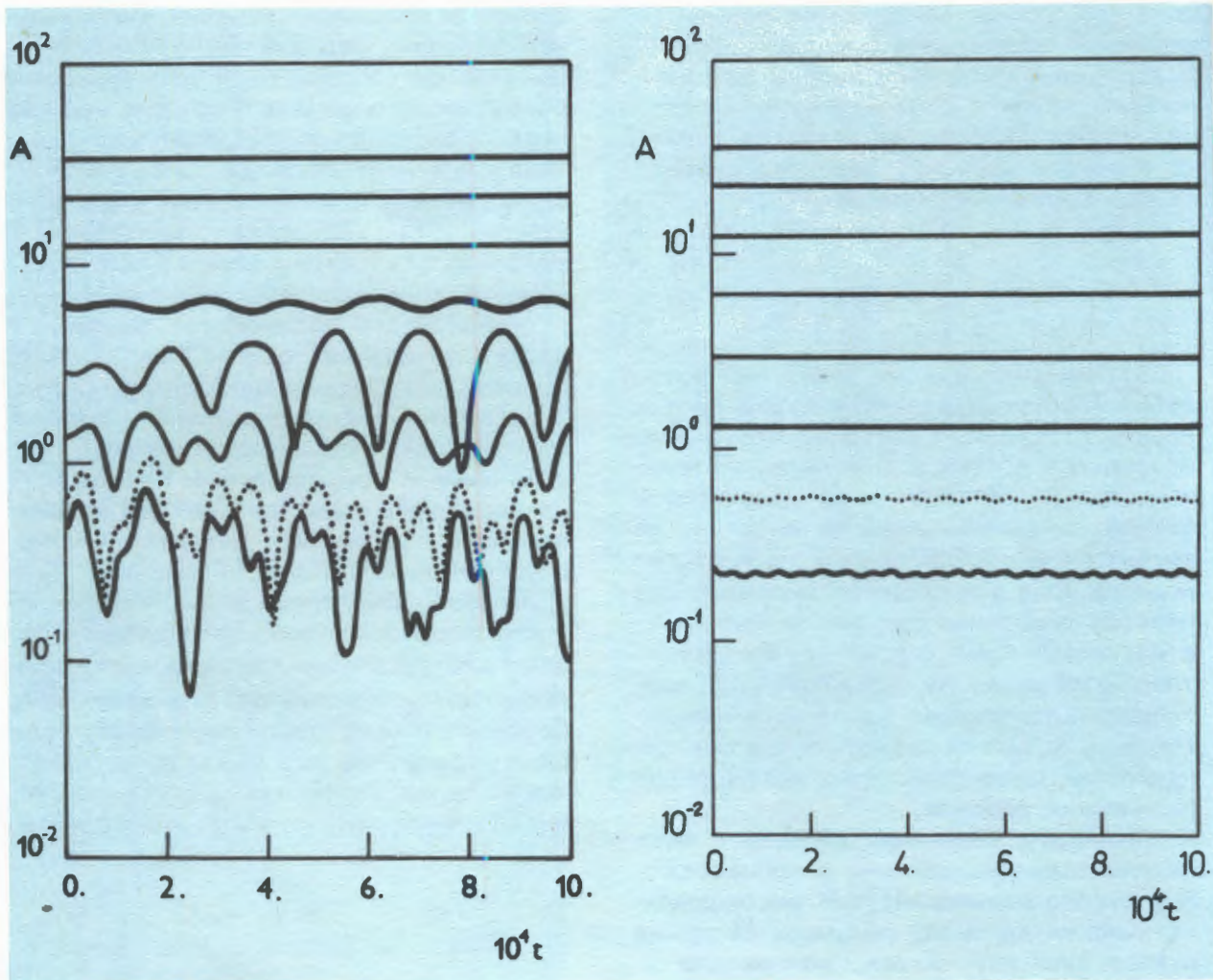


Рис.3. Амплитуды осцилляций фурье-гармоник при наличии ошибок округления (а) и без них (б) на примере решения уравнения Кортевега-де Вриса.

3. Выполнены исследования по созданию эффективных численных методов расчета краевых и спектральных задач при моделировании электрофизических установок. Сформулирован и исследован теоретически комбинированный метод решения широкого класса эллиптических уравнений. Создана программа, реализующая этот метод для ступенчатых областей. Построены экономичные методы решения граничных интегральных уравнений для некоторых специальных областей в двумерном случае. Методы основаны на блочно-теплицевом представлении соответствующих матриц. Реали-

зован алгоритм разделения областей в рамках комбинированных методов для расчета многосекционной ускоряющей структуры. Проведены расчеты сверхпроводящих магнитов и найдено решение спектральных задач методом граничных интегральных уравнений/44/. Выполнены теоретические исследования по численным методам и проведены модельные расчеты свойств ядер и ядерных реакций/45/.

4. Разработаны вычислительные схемы анализа многопараметрических спектральных задач квантовой механики/46/.

Созданы эффективные алгоритмы решения спектральных задач в неоднородных областях сложной геометрии со всеми типами граничных условий. На основе метода конечных элементов и итераций в подпространстве проведены расчеты по проблеме мюонного катализа и нелинейных полевых моделей/46,47/.

НАУЧНО-ПРИКЛАДНЫЕ РАБОТЫ

1. Выполнены работы по развитию системы автоматизации проектирования электронной аппаратуры на базе мини-ЭВМ и терминальной сети ЦВК ОИЯИ. Установлен и введен в опытную эксплуатацию фотокоординатограф "Минск-2005" и создано соответствующее математическое обеспечение. Создано программное обеспечение по запросам ЛНФ и ОП ОИЯИ в рамках системы автоматизации проектирования (САПР) "ГРАФ". Получили развитие методы автоматизации проектирования многослойных печатных плат и матричных больших интегральных схем. Проводимые работы имеют целью повышение качества изготовления электронных блоков, освоение проектирования

и производства высокоточных плат большого размера (до 500x500 мм²).

2. Разработано и внедрено в производство автоматизированное устройство на основе приборов с зарядовой связью для измерения ширины перфоленты. Разработано и передано для проведения медицинских испытаний устройство для бесфильмового съема и обработки информации о топографии роговицы глаза.

3. Получило развитие программное обеспечение АСУ ОИЯИ. Выполнен ряд работ по расширению возможностей информационных систем и систем управления базами данных, а также общесистемного матобеспечения задач АСУ ОИЯИ/48,49/.

4. Создан пульт управления сканирующим автоматом на электронно-лучевой трубке для обработки фотоизображений в прикладных задачах. Пульт включает в себя устройство с оптическим экраном, дисплей-монитор и клавиатуру. Разработано программное обеспечение и исследована возможность измерения полутоновых изображений.

ЛИТЕРАТУРА *

1. Аниховский В.Е. ОИЯИ, 11-83-179, Дубна, 1983.
2. Аниховский В.Е., Лопырев Д.Н., Маканькин А.М. ОИЯИ, 11-83-315, Дубна, 1983.
3. Хасанов А.М. ОИЯИ, 11-83-824, Дубна, 1983.
4. Lobo Z.K., Zaboу T.I. JINR, E11-83-522, Dubna, 1983.

5. Панченко Л.М. и др. ОИЯИ, 11-83-619, 11-83-620, Дубна, 1983.
6. Калмыкова Л.А. ОИЯИ, 11-83-722, Дубна, 1983.
7. Благоуравова О.В. и др. ОИЯИ, B1-11-83-99, Дубна, 1983.
8. Емелин И.А., Муратова В.В. ОИЯИ, 11-83-783, Дубна, 1983.
9. Лумпов В.И., Ростовцев В.А., Федорова Р.Н. ОИЯИ, D11-83-611, Дубна, 1983.
10. Саздович Б.Т., Тарасов О.В. Письма в ЖЭТФ, 1983, 37, с.602.

*Цитируются избранные работы.

11. Gerdt V.P., Ilchev A.S., Mitrjushkin V.K. JINR, E2-83-758, Dubna, 1983.
12. Gerdt V.P., Kostov N.A., Shvachka A.V. JINR, E11-83-750, Dubna, 1983.
13. Лайх К. и др. ОИЯИ, P10-83-7, P11-83-385, Дубна, 1983.
14. Рудалич М. В сб.: Труды конференции "Машинная графика-84". Братислава, 1983, с.152-157; Лайх Х. Там же, с.109-116; Карлов А.А., Смолякова Т.Ф. Там же, с.80-81.
15. Рудалич М. ОИЯИ, E11-83-393, Дубна, 1983; Науман Б. ОИЯИ, 11-83-321, Дубна, 1983.
16. Евсиков И.И. и др. ОИЯИ, 10-83-503, 10-83-773, Дубна, 1983.
17. Virilkov D.T. et al. *Bulgar. J.Phys.*, 1983, 10, p.49, *ibid.* p.185.
18. Иванченко И.М., Иванченко З.М. ОИЯИ, 10-83-561, Дубна, 1983.
19. Гайдамака Р.И., Никитюк Н.М., Шириков В.П. ОИЯИ, D11-83-511, Дубна, 1983.
20. Невская Н.А. и др. ОИЯИ, P11-83-473, P9-83-696, Дубна, 1983.
21. Злоказов В.Б. ОИЯИ, P10-83-345, Дубна, 1983; Нефедьева Л.С. и др. ОИЯИ, P10-83-659, Дубна, 1983.
22. Богданова Н.В. и др. ОИЯИ, 10-83-93, Дубна, 1983.
23. Баранчук М.К. и др. ОИЯИ, 10-83-538, Дубна, 1983.
24. Рубцов В.Ф., Смирнов В.Н., Хоромская В.Х. ОИЯИ, 10-83-408, Дубна, 1983.
25. Астахов А.Я. и др. ОИЯИ, P13-83-119, P13-83-120, Дубна, 1983.
26. Комов Г.М., Сороко Л.М. ОИЯИ, P10-83-527, Дубна, 1983.
27. Бондаренко О.Н., Котов В.М., Ямбуренко В.С. ОИЯИ, 10-83-500, Дубна, 1983; Ямбуренко В.С. ОИЯИ, 10-83-499, Дубна, 1983; Нэргуй Б., Ососков Г.А. ОИЯИ, P10-83-612, Дубна, 1983.
28. Emelyanenko G.A., Sujan S. JINR, E5-83-693, E5-83-694, E5-83-695, Dubna, 1983; Емельяненко Г.А., Мачавариани А.И. ОИЯИ, P11-83-572, Дубна, 1983.
29. Иванов В.В. и др. ОИЯИ, 10-83-267, Дубна, 1983.
30. Мулас Э., Словинский Б. ОИЯИ, P1-83-201, Дубна, 1983.
31. Словинский Б., Мулас Э., Вокал С. ОИЯИ, P1-83-202, Дубна, 1983.
32. Бештиу К. и др. ОИЯИ, D1-83-815, Дубна, 1983.
33. Барашенков В.С., Жереги Ф.Г., Мусульманбеков Ж.Ж. ОИЯИ, P2-83-117, Дубна, 1983; Барашенков В.С. и др. ОИЯИ, P2-83-324, Дубна, 1983.
34. Амелин Н.С., Барашенков В.С., Славин Н.В. ОИЯИ, P2-83-656, P2-83-769, Дубна, 1983.
35. Жидков Е.П., Илиев И.Д., Кирчев К.П. ОИЯИ, P5-83-771, Дубна, 1983; Жидков Е.П., Кирчев К.П. ОИЯИ, P5-83-812, Дубна, 1983.
36. Жидков Е.П., Семерджиев Х.И. ОИЯИ, P11-83-763, Дубна, 1983; Жидков Е.П., Макрелов И.В., Семерджиев Х.И. ОИЯИ, P11-83-764, Дубна, 1983.
37. Доля С.Н. и др. ОИЯИ, P5-83-505, Дубна, 1983.
38. Акоюян В.П. и др. ОИЯИ, P11-83-557, Дубна, 1983; Жидков Е.П., Михайлов В.А., Федоров А.В. ОИЯИ, P11-83-591, Дубна, 1983.
39. Makhankov V.G., Pashaev O.K. *Phys. Lett.*, 1983, 95A, p.95; Маханьков В.Г., Пашаев О.К. В сб.: Теоретико-групповые методы в физике. "Наука", М., 1983, т.2, с.349.
40. Маханьков В.Г., Пашаев О.К., Сергеев С.А. ОИЯИ, P2-83-186, Дубна, 1983; Makhankov V.G. et al. JINR, E2-83-642, E3-83-378, Dubna, 1983; *Phys.Lett.*, 1983, 98A, p.227.
41. Makhankov V.G. JINR, E2-83-642, Dubna, 1983; Kundu A., Pashaev O.K. *J.Phys.*, 1983, C16, p.L585.
42. Герджиков В.С., Яновски А.Б. ОИЯИ, P2-83-821, Дубна, 1983.
43. Kostov N.A., Shvachka A.V. JINR, E11-83-767, Dubna, 1983.
44. Жидков Е.П., Хоромский Б.Н. ОИЯИ, P11-83-261, P11-83-329, P11-83-569, Дубна, 1983; Акишин П.Г., Жидков Е.П. ОИЯИ, P11-83-427, Дубна, 1983.
45. Железнова К.М., Корнейчук А.А., Шарпова Э.В. ОИЯИ, 5-83-226, Дубна, 1983.

46. Виноцкий С.И. и др. ОИЯИ,
Р4-83-498, Дубна, 1983; Касчи-
ев М.С. и др. ОИЯИ, Р11-83-146,
Р11-83-724, Дубна, 1983.
47. Ponomarev L.I., Puzynina T.P.
JINR, E4-83-778, Dubna, 1983.
48. Ершова Т.А., Сычев П.П. ОИЯИ,
10-83-712, Дубна, 1983; Ершов А.М.
ОИЯИ, 10-83-404, 10-83-405,
Дубна, 1983.
49. Залаторюс Ю.П., Никитина В.И.,
Тентюкова Г.Н. ОИЯИ, 10-83-660,
Дубна, 1983.

ОТДЕЛ

НОВЫХ МЕТОДОВ УСКОРЕНИЯ

Основными задачами Отдела новых методов ускорения в 1983 году являлись: разработка проекта ускорительного комплекса тяжелых ионов (УКТИ), инжектором которого должен быть коллективный ускоритель тяжелых ионов (КУТИ), и частичная его реализация; проведение исследований на прототипе КУТИ; создание дрейфовых камер для "Нейтронного детектора"; работы, связанные с проектом ускорительно-накопительного комплекса (УНК).

ПРОЕКТ УКТИ

Разработан проект ускорительного комплекса тяжелых ионов, обеспечивающий эффективное проведение исследований с тяжелыми ионами вплоть до урана в диапазоне энергий от 20 МэВ/нуклон до 4 ГэВ/нуклон/1/. Этот комплекс будет состоять из инжектора - коллективного ускорителя тяжелых ионов, способного ускорять ионы элементов практически всей таблицы Менделеева до энергии 20 МэВ/нуклон (КУТИ-20); тяжело-ионного синхротрона (ТИС), который будет ускорять ионы от энергии 20 до 600-800 МэВ/нуклон, и реконструированного синхрофазотрона, в котором ионы, инжектированные из ТИСа, будут ускоряться до энергии 4 ГэВ/нуклон. Схема комплекса приведена на рис.1.

Все системы КУТИ-20 рассчитываются на работу со средней частотой циклов 20 Гц. Интенсивность ускоренных ионов при этой частоте изменяется от $8 \cdot 10^{12}$ ион/с для азота до $6 \cdot 10^{11}$ ион/с для урана. Максимальная частота следования циклов 50 Гц. Ускоренный ионный пучок после прохождения формирующего тракта, в котором осуществляется преобразование эмиттанса с уменьшением его эффективной величины до 8 псм·мрад, продольная растяжка пучка, уменьшение полного энергетического

разброса до величины меньше 1%, "обдирка" ионов с увеличением их заряда с 25 до 80 для урана и сепарация ионов по зарядам, инжектируется в ТИС. Инжекцию предполагается осуществлять на "столе" магнитного поля ТИСа, где в течение 100 мс будут захватываться с помощью специальных ударных магнитов пять импульсов ионного пучка из КУТИ. Часть пучка, не использованная для инжекции в ТИС, может быть использована для экспериментов с тяжелыми ионами при энергии 20 МэВ/нуклон.

ТИС может работать в двух режимах: с медленным выводом ускоренного пучка в экспериментальный зал, когда максимальная энергия легких, полностью "ободранных" ионов равна 600 МэВ/нукл., а ионов урана с зарядом 80 - 300 МэВ/нукл., и с быстрым выводом ускоренного пучка для его инжекции в синхрофазотрон, когда максимальная энергия легких ионов достигает

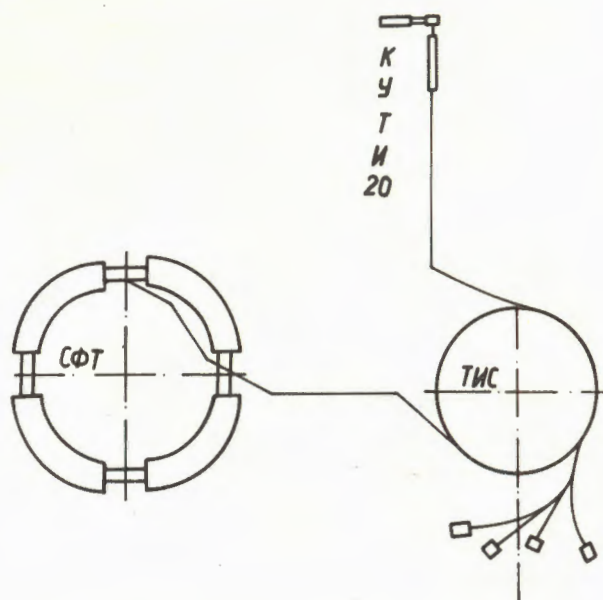
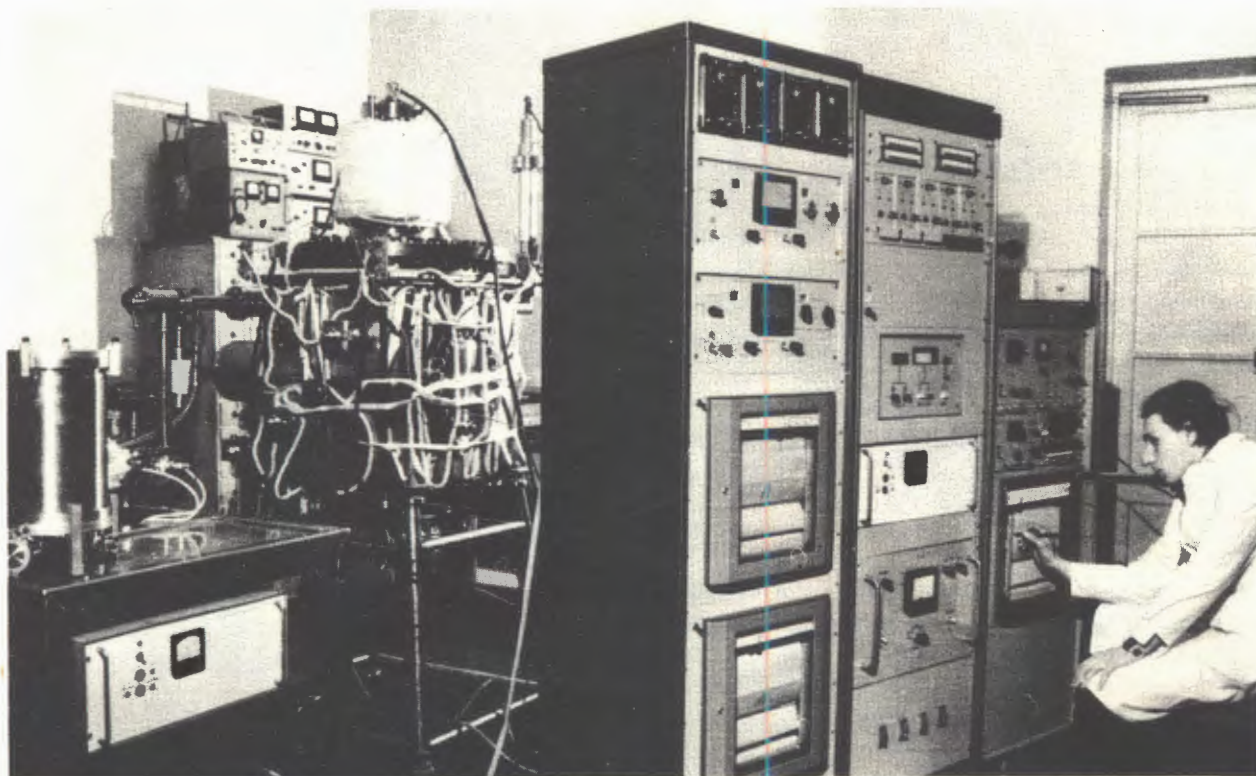


Рис.1. Расположение ускорителей КУТИ.



Одно из основных направлений деятельности ОНМУ – работы по проекту создания тяжелоионного синхротрона (ТИС). На снимке: криогенный вакуумный стенд для испытаний элементов создаваемого ускорителя.

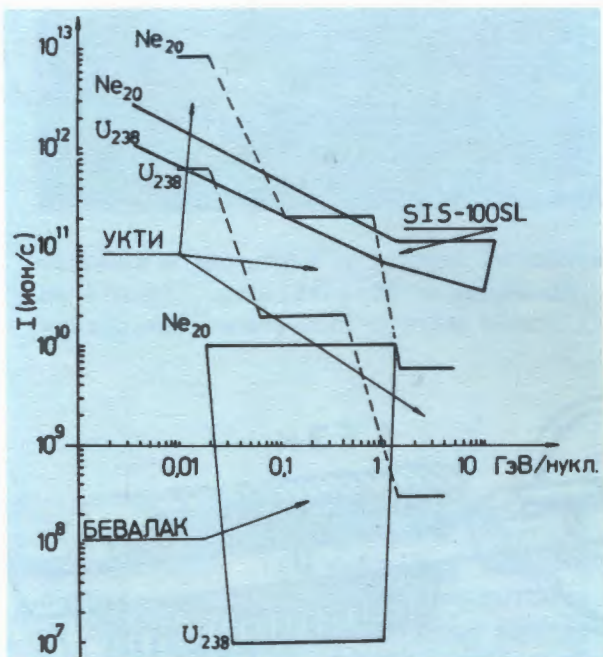


Рис.2. Интенсивность пучков трех ускорительных комплексов.

800 МэВ/нукл., а ионов урана с зарядом 80 – 430 МэВ/нукл. Частота следования циклов в ТИСе ($1 \div 3$) Гц. Интенсивность ускоренных ионных пучков на выходе ТИСа при частоте 3 Гц составляет $2 \cdot 10^{11}$ ион/с для ядер азота и $3 \cdot 10^{10}$ ион/с для ионов урана.

Реконструируемый синхрофазотрон при работе совместно с ТИСом будет давать пучки легких ядер с интенсивностью $6 \cdot 10^{10}$ ион/цикл и ядер урана с интенсивностью $3 \cdot 10^9$ ион/цикл. Максимальная энергия ионов 4 ГэВ/нуклон; частота следования циклов 0,1 Гц.

На рис.2 приведены сравнительные характеристики УКТИ с двумя похожими установками: действующей БЕВАЛАК (США) и проектируемой SIS-100SL (ФРГ).

РАБОТЫ ПО СОЗДАНИЮ КУТИ-20

Схема КУТИ-20 изображена на рис.3. Для формирования, сжатия и предварительного ускорения электронных колец создан адгезатор. При его работе в комплексе с источником ускоренных электронов СИЛУНДом проведена оптимизация параметров магнитной системы, выбраны исходные режимы. Сформированное и сжатое электронное кольцо выведено из медианной плоскости адгезатора и ускорено в спадающем магнитном поле соленоида^{/2/}.

При разработке адгезатора применен ряд новых технических решений. В связи с тем, что цикличность работы КУТИ-20 (20 Гц) в 40 раз превышает цикличность прототипа коллективного ускорителя, проведены разработки, стендовые и полномасштабные, основных узлов адгезатора. Показано, что в результате оптимизации формы и выбора материала вакуумная камера, изготовленная из титанового сплава, способна долговременно работать в условиях КУТИ-20. Вакуумная характеристика сплава позволяет получить в камере вакуум не хуже $2 \cdot 10^{-9}$ Тор^{/3/}. Конструкция стапеля и магнитной системы, обеспечивающая не-

обходимую механическую прочность, позволяет осуществить эффективное охлаждение камеры и катушек. Двухконтурная система охлаждения обеспечивает теплосъем 200 кВт и позволяет увеличить его до 300 кВт^{/4/}. В системе питания адгезатора с целью сокращения времени цикла заряд-перезаряд емкости, что важно при повышенной цикличности ускорителя, и уменьшения количества конденсаторных батарей применен в рабочем цикле принцип многократного использования энергии, запасаемой в емкостных накопителях^{/5/}.

На СИЛУНДе-20 введена в эксплуатацию система измерения центра тяжести электронного пучка вдоль его тракта. Система позволяет в пяти точках (после каждой ускоряющей секции) в каждом цикле измерять положение центра тяжести пучка с точностью ± 1 мм и прошедший заряд с точностью $\pm 5\%$. Основу системы составляют магнитно-индукционные датчики положения центра тяжести пучка, созданные на базе пояса Роговского, с четырьмя отдельными обмотками. Скорость поступления событий до 50 Гц. Обработка информации производится с помощью малой ЭВМ СМ-3, и результаты выводятся на дисплей пульта управления.

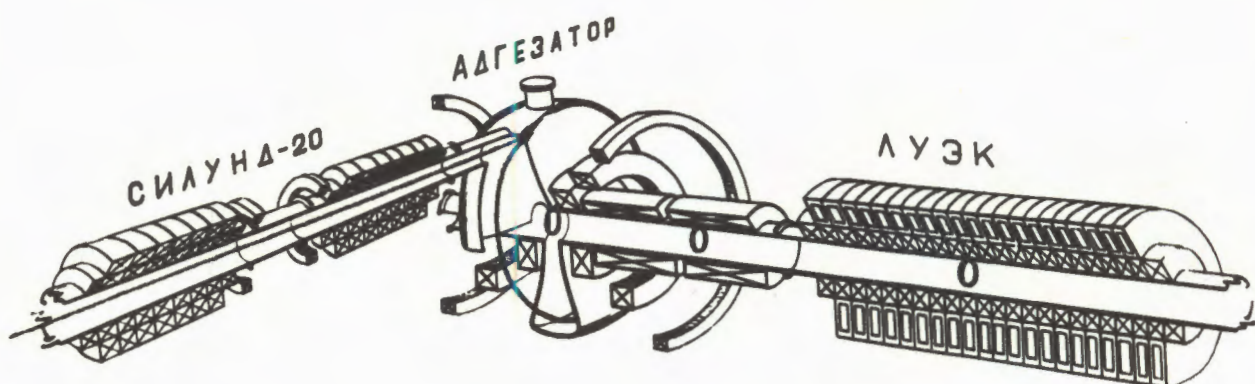
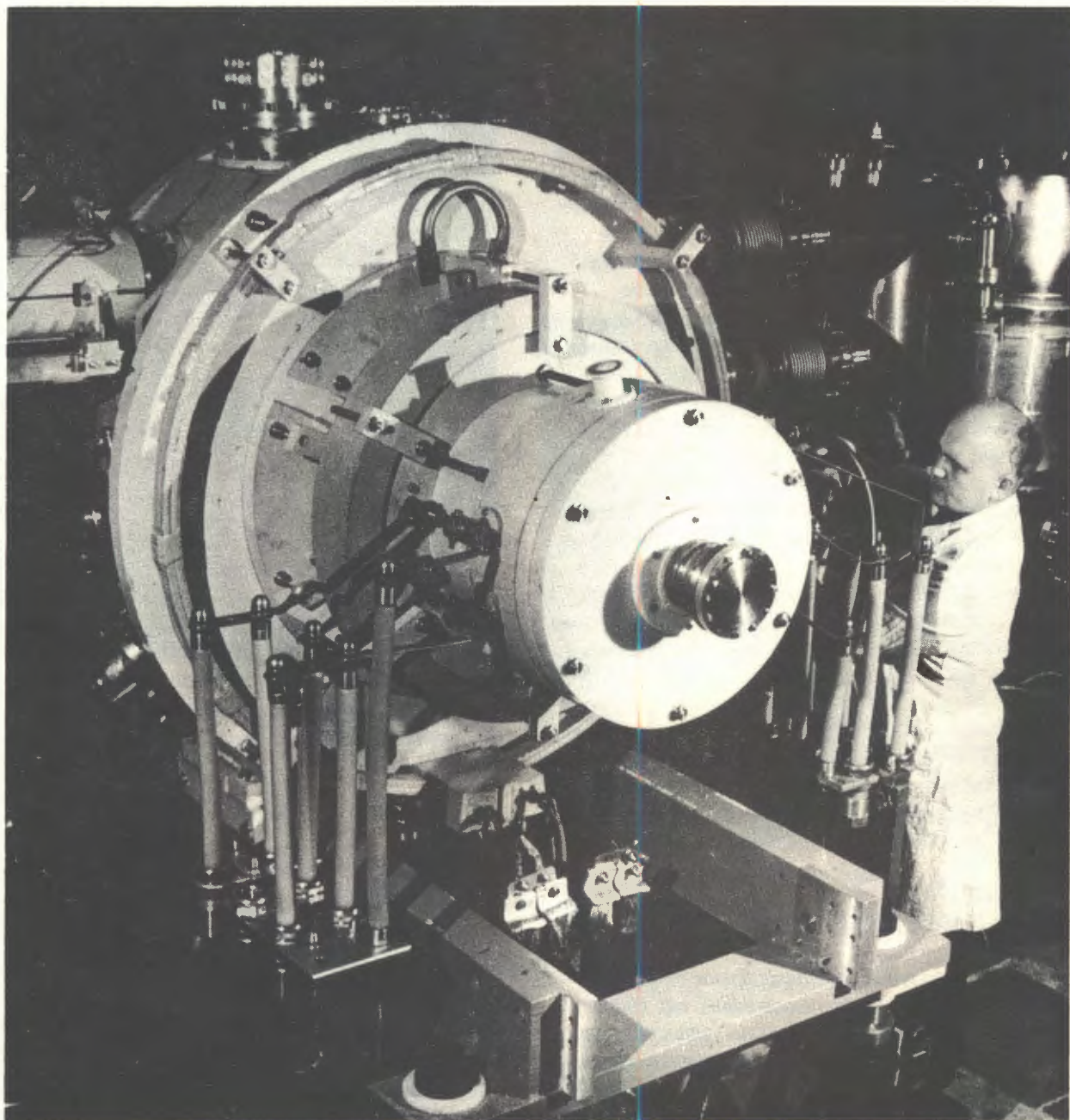


Рис.3. Принципиальная схема КУТИ-20.



Создана и испытана с пучком головная часть коллективного ускорителя КУТИ-20. На снимке: адгезатор-20 и соленоид, в котором осуществляется предварительное ускорение электронно-ионных колец.

На КУТИ-20 введена в опытную эксплуатацию 12-канальная система инфракрасных приемников синхротронного излучения/6/, позволяющая контролировать динамику сжатия колец в области их радиусов $R < 6$ см и размеры малого сечения кольца на предельно

малых радиусах. В течение одного цикла система может проводить до 10 измерений. Результаты обрабатываются с помощью ЭВМ М-6000 и выводятся на дисплей пульта управления.

С целью создания способа загрузки электронного кольца в адгезаторе ио-

нами различных элементов таблицы Менделеева вплоть до урана проведены разработки различных источников нейтральных атомов и их стендовые исследования: газоструйного для благородных газов, эффузионного для легкоплавких металлов (свинец, индий), плазменного для проводящих элементов/7/ (медь, углерод, вольфрам, алюминий и др.), лазерного для твердотельных элементов/8/. Для всех источников разработаны конструкции, позволяющие использовать их в качестве инжекторов нейтралов в сжатое электронное кольцо, в котором нейтралы ионизируются. В стендовых исследованиях определены диапазоны режимов работы, обеспечивающие требуемую загрузку электронных колец соответствующими ионами. Газовый, эффузионный и лазерный источники испытывались на прототипе КУТИ, а лазерный также и на адгезаторе КУТИ-20. Исследования показали, что для загрузки электронного кольца ионами тяжелых элементов лазерный источник является оптимальным. Реализован режим загрузки кольца ионами свинца и других элементов. Показано, что ионы свинца захватываются и удерживаются в потенциальной яме электронного кольца/9/.

ИССЛЕДОВАНИЯ НА ПРОТОТИПЕ КУТИ-20

На прототипе коллективного ускорителя проведены исследования по определению абсолютного числа электронов в кольце и калибровке на основе этих измерений других датчиков интенсивности/10/. Измерения проводились как в длинноволновой части спектра (при длинах волн, больших чем длина волны, соответствующая максимуму спектральной плотности излучения), так и коротковолновой части спектра. Последняя оказывается наиболее информативной. Измеряя одновременно спектральную плотность излучения в двух узких диапазонах коротковолновой части спектра, можно с хорошей точностью определять число электронов в кольце. Проведенные измерения дали согласующиеся результаты. Это позволило создать монитор числа электронов в кольце, способный вести измерения во время вывода электронно-ионных колец.

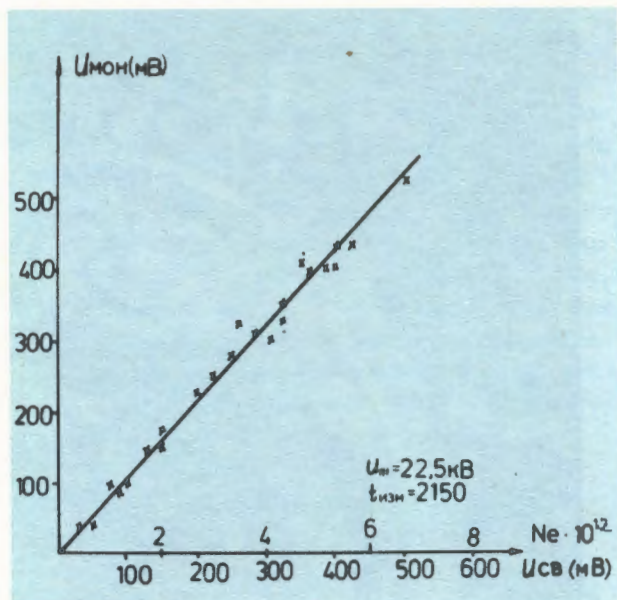


Рис. 4. Калибровочная кривая монитора, время измерения $t = 2150$ мкс после инжекции. По оси абсцисс — абсолютное количество электронов в кольце и величина сигнала с детектора синхротронного излучения на длине волны $\lambda = 2,4$ мкм.

На рис. 4 приведена калибровочная кривая монитора.

Проведен также комплекс исследований по определению параметров ускоренного ионного пучка, "очищенного" от электронов/11/. Разделение ионной и электронной компонент проводилось как в спадающем магнитном поле в точках, где градиент поля превышал допустимый и где происходил разрыв электронной и ионной компонент (электроны "убегали" от ионов), так и с помощью специальных пластин—"перехватчиков", которые поглощали вращающиеся электроны. Для полного перехвата электронной компоненты длина пластины l выбиралась из условия $l > \beta_z 2\pi R$, где β_z — продольная скорость электронов, отнесенная к скорости света, а R — радиус кольца. При меньшей длине пластин не все электроны поглощались, и по азимутальному размеру автографа оставшейся части электронного кольца определялась величина β_z (рис. 5). "Очищенная" ионная компонента, освобожденная от удерживающих сил потен-



Рис.5. Автограф электронной компоненты, частично поглощенной "перехватчиком".

циальной ямы электронного кольца, свободно расплывалась по радиусу, и на различных фиксированных расстояниях от места очистки измерялся ее радиальный размер. Измерения размера проводились двумя методами. В одном измерялась наведенная активность в азотсодержащей тонкой диэлектрической пленке (реакция $^{14}\text{N} + ^{14}\text{N} \rightarrow ^{13}\text{N} + ^{15}\text{N}$) с образованием β^+ -активного изотопа ^{13}N с периодом полураспада $T_{1/2} \approx 10$ мин и ее спад. β^+ -активность измерялась практически одновременно из различных радиальных областей активированной мишени с помощью перемещаемого по радиусу окна (рис.6). Во втором методе измерялось распределение по радиально расположенным кольцевым ламелям положительного заряда, образованного при попадании на них ионов (рис.7). Проведенные измерения согласуются между собой с точностью 30%, что соответствует точности отдельных измерений. Результаты измерений пока-

зали, что угловая радиальная расходимость ионного потока (30 ± 6) мрад при $\beta_z \approx 0,05$, что соответствует энергии ионов $E \approx 1,2$ МэВ/нуклон и относительному энергетическому разбросу в одном цикле $(6 \pm 2) \cdot 10^{-2}$. Эти результаты хорошо согласуются с теоретическими оценками.

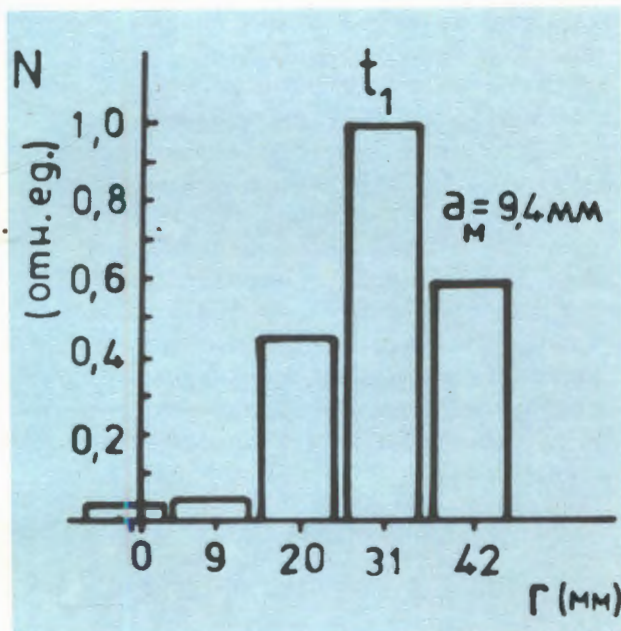


Рис.6. Распределение наведенной активности по мишени.

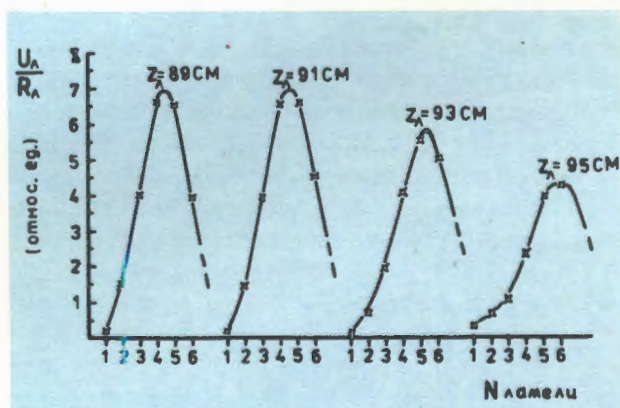


Рис.7. Распределение плотности заряда в пучке, измеренной с помощью кольцевых ламелей, при различной длине пролетного участка. Z_L - положение ламелей относительно средней плоскости адгезатора.

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ ИССЛЕДОВАНИЙ НА УКТИ

Начата подготовка физической и методической программы исследований на УКТИ. На основе разработанного в ОНМУ метода измерения заряда релятивистских ядер с помощью черенковских счетчиков с тонким радиатором, работающих в режиме полного сбора света, был предложен эксперимент по изучению взаимодействия ядерных фрагментов с веществом. Создана и смонтирована на пучке релятивистских ядер синхрофазотрона установка Аномалон, имеющая большие методические преимущества по сравнению с другими экспериментами. Совместно с ЛВЭ и СНЭО проведен первый сеанс работы с пучком ядер кислорода, неона и магния при энергии 4 ГэВ/нукл., в котором получены экспериментальные данные, подтверждающие указания на существование ядерных образований с аномально большим сечением взаимодействия с веществом.

УЧАСТИЕ В СОЗДАНИИ "НЕЙТРИННОГО ДЕТЕКТОРА"

Изготовлены и настроены 1024 канала регистрирующей аппаратуры, обеспечивающие в основном мюонный спектрометр "Нейтринного детектора". Изготовление и настройка такого объема аппаратуры стала возможной благодаря ее высокой технологичности и повторяемости/12/. Таким образом, решена проблема создания систем с большим числом (несколько тысяч) каналов регистрации, содержащих время-цифровые преобразователи (ВЦП), и достигнута плотность 64 канала ВЦП на 5 станций в системе

ВЕКТОР; это позволило разместить в пределах одного крейта 256 измерительных каналов.

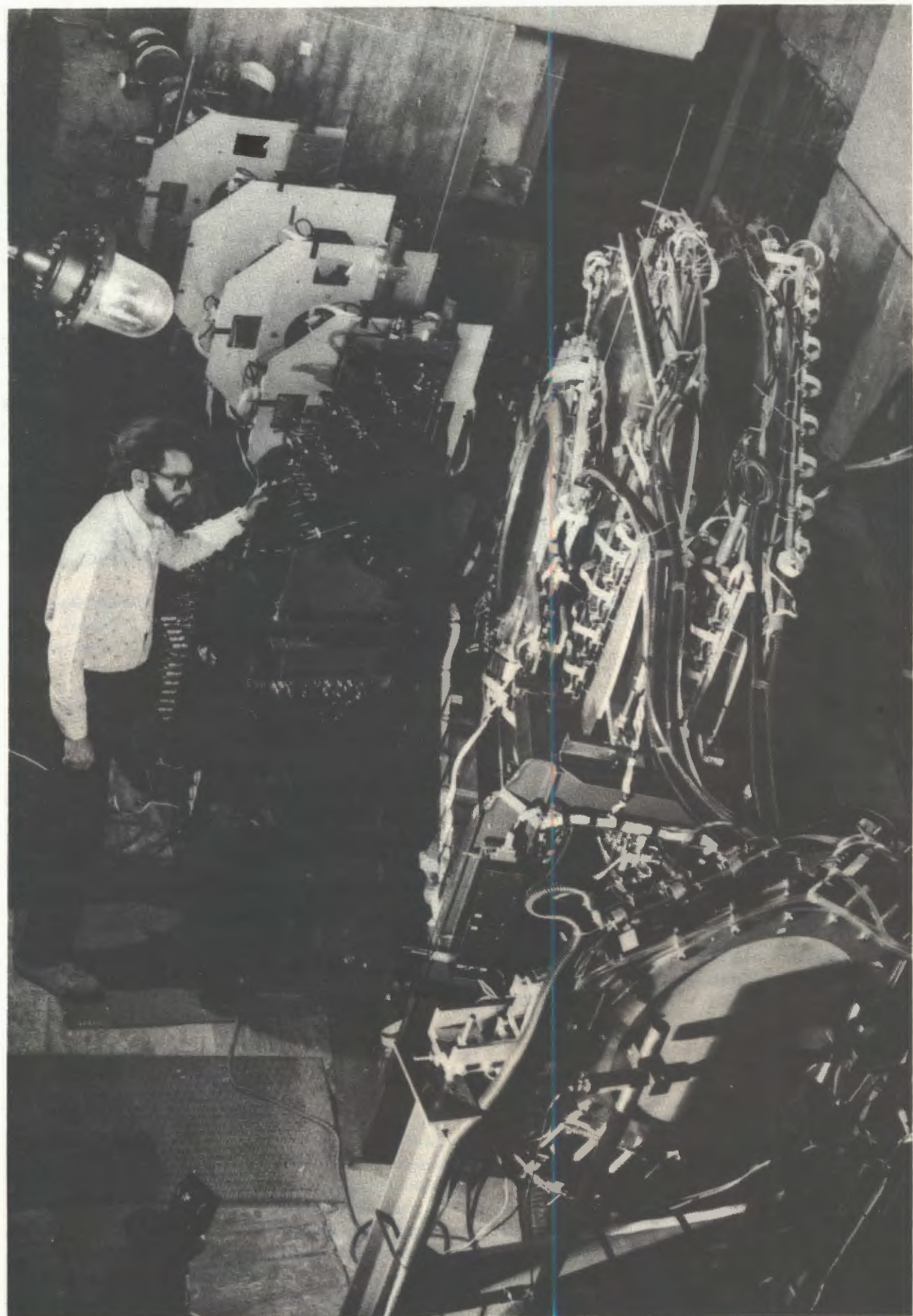
На испытательном стенде дрейфовых камер в корпусе 205 ЛВЭ один крейт аппаратуры (256 каналов) прошел опытную эксплуатацию и показал высокую надежность и соответствие предъявляемым требованиям. На этом стенде с радиоактивным источником проведены испытания десяти серийных дрейфовых камер, изготовленных на участке проводочных детекторов в опытном производстве ОИЯИ. Испытания показали правильность выбранных конструкторских и технологических решений. При разработке документации на серийные дрейфовые камеры учтен опыт создания макетов и опытной серии дрейфовых камер.

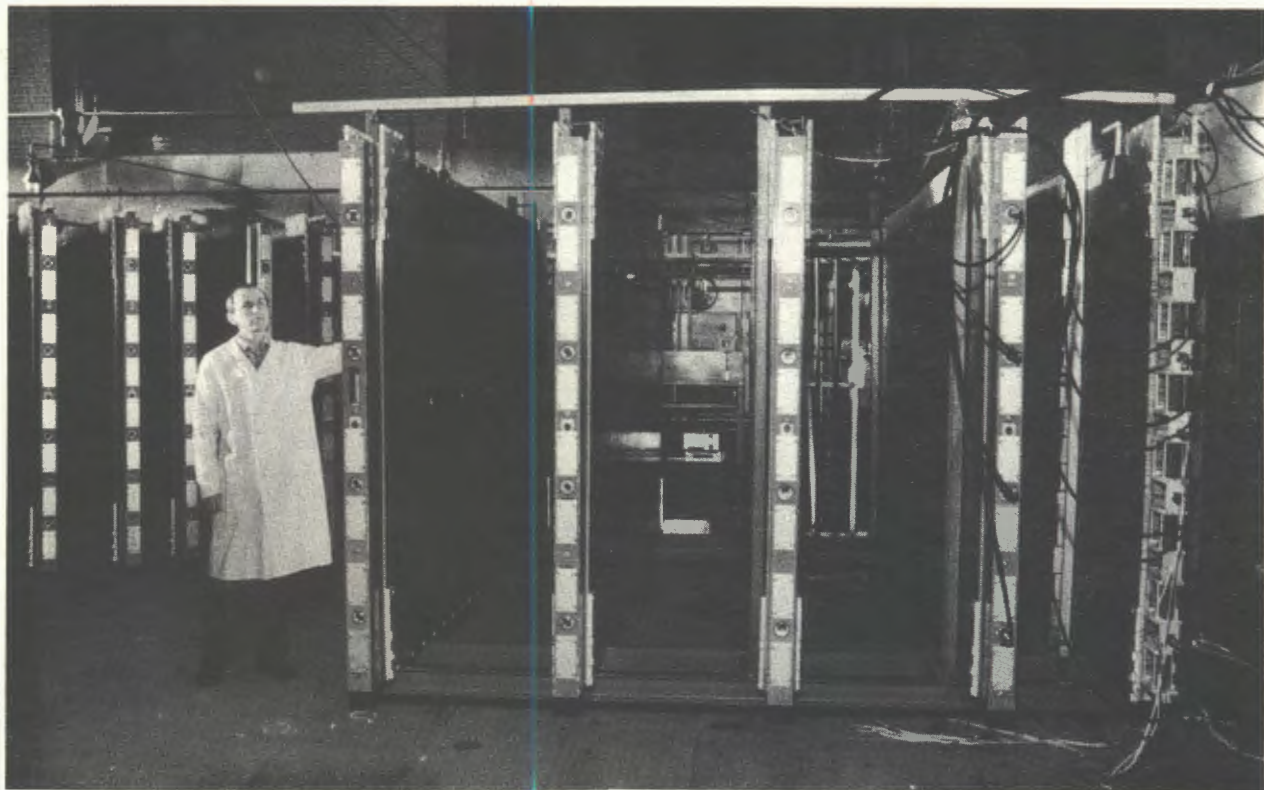
УЧАСТИЕ В ПРОВЕДЕНИИ ЭКСПЕРИМЕНТА NA-4 В ЦЕРНе

В 1983 году сотрудники отдела активно участвовали в проведении эксперимента NA-4 в ЦЕРНе. Проведено семь сеансов по набору данных, записано на магнитных лентах более 7 миллионов событий рассеяния мюонов на различных мишенях (водород, дейтерий, железо).

В процессе подготовки аппаратуры к сеансам на ускорителе проводилось ее дальнейшее совершенствование; улучшена система контроля эффективности работы детекторов и регистрирующей электроники. Проведение экспериментов с разными мишенями предъявляло жест-

Установка, предназначенная для поиска и исследования свойств ядерных фрагментов, образованных во взаимодействиях релятивистских ядер.





Большие дрейфовые камеры для "Нейтринного детектора" на испытательном стенде в корпусе 205 ЛВЭ.

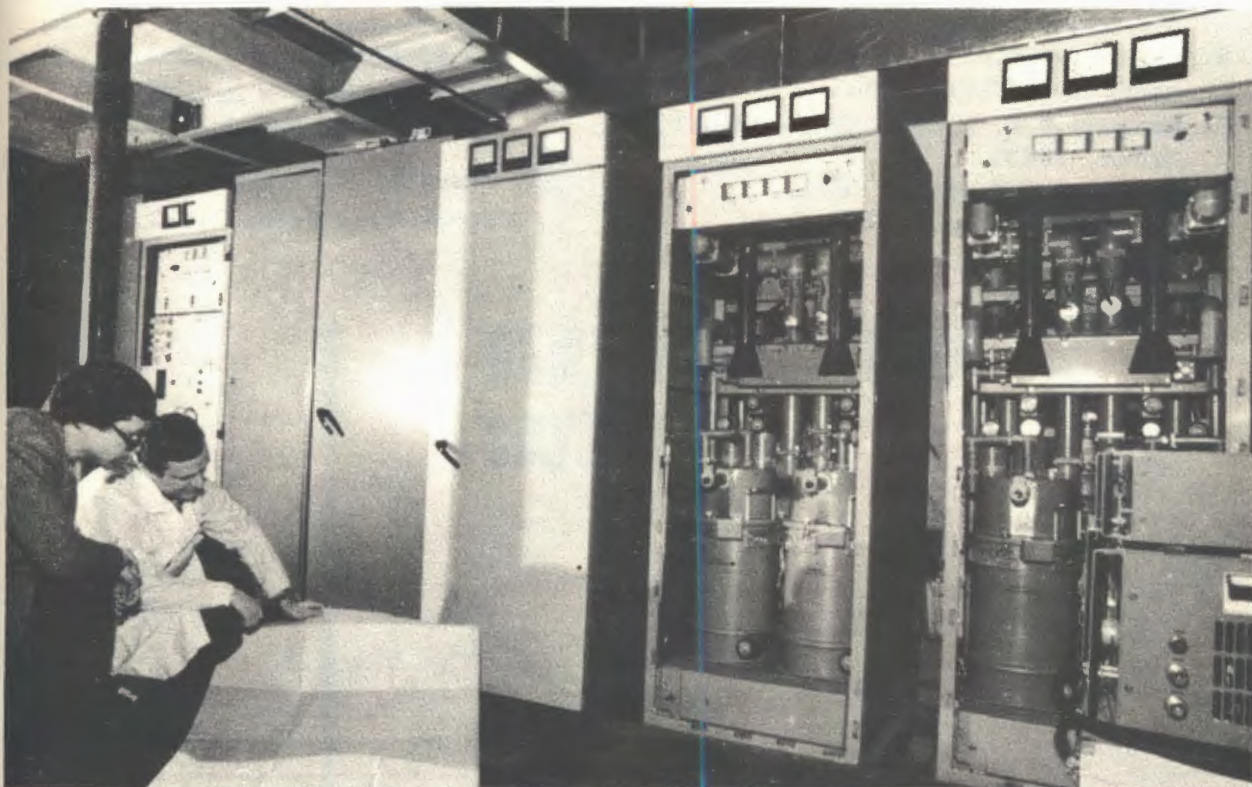
кие требования к стабильности работы всей аппаратуры и, прежде всего, координатного детектора в течение длительного периода набора данных. Постоянно проводимый экспресс-контроль информации показал, что эффективность пропорциональных камер стабильно поддерживалась на высоком уровне (отклонения не превышали нескольких десятых долей процента). Таким образом, обеспечено получение качественных экспериментальных данных.

РАБОТЫ, СВЯЗАННЫЕ С СОЗДАНИЕМ УНК

Согласно программе УНК в ОНМУ ведутся работы по созданию станции пе-

регруппировки пучка на частоте 200 МГц в протонном синхротроне ИФВЭ У-70 для последующей инжекции пучка в УНК.

Цикл работы станции состоит из двух существенно различных режимов: квазинепрерывного длительностью ~0,3 с и импульсного длительностью 150 мкс. Максимальное ускоряющее напряжение составляет 1 МВ в квазинепрерывном и 3 МВ в импульсном режимах, поэтому для уменьшения мощности ВЧ-питания в качестве ускоряющих элементов станции предполагается использовать высокооборотные цилиндрические резонаторы. При номинальном проектном токе пучка $I = 1,6$ А происходит сильная нагрузка резонаторов пучком, что приводит к их расстройке, т.е. изменению резонансной частоты системы резонатор-пучок. Величина этой расстройки изменяется в течение цикла работы станции в пределах нескольких десятков резонансных полос резонатора. Оперативно перестраивать частоту резонатора в та-



В рамках программы работ по УНК создана высокочастотная станция перегруппировки пучка синхротрона ИФВЭ (Протвино) мощностью 100 кВт. На снимке: выходные каскады станции.

ких пределах и с необходимой скоростью весьма сложно. Поэтому при создании станции перегруппировки принята такая же схема работы, как для ускоряющих станций УНК, когда система резонатор-пучок большую часть цикла расстроена и настроена лишь в одной точке - точке согласования. Для исключения влияния отраженной от резонаторов волны на работу генератора питание резонаторов осуществляется попарно через двойной согласованный Т-мост.

Путем соответствующего подбора точки согласования, шунтового сопротивления системы и коэффициента связи передающей линии с резонатором удается минимизировать величину требуемой мощности ВЧ-питания до величины 100 кВт. В этом случае в импульсном режиме требуется мощность 4 МВт. Меняя точку согласования, можно снизить величину импульсной мощности, если допустить увеличение мощности в квазинепрерывном режиме/13/.

ЛИТЕРАТУРА*

1. Александров В.С. и др. ОИЯИ, Р9-83-613, Дубна, 1983.
2. Александров В.С. и др. ОИЯИ, Р9-83-856, Дубна, 1983.

3. Аугустин А. и др. ОИЯИ, 9-83-846, Дубна, 1983.
4. Деге К. и др. ОИЯИ, 13-83-861, Дубна, 1983.
5. Александров В.С. и др. ОИЯИ, 9-83-838, Дубна, 1983.
6. Голутвин И.А. и др. ОИЯИ, 9-83-696, Дубна, 1983.
7. Новиков В.Г. и др. ОИЯИ,

*Цитируются избранные работы.

- Д9-82-664, Дубна, 1982, с.23-27.
8. Бьковский Ю.А. и др. ОИЯИ, Р9-83-501, Дубна, 1983.
 9. Миронов В.Е. и др. ОИЯИ, 9-83-837, Дубна, 1983.
 10. Долбилов Г.В. и др. ОИЯИ, 9-83-562, Дубна, 1983.
 11. Александров В.С. и др. ОИЯИ, Р9-83-862, Дубна, 1983.
 12. Голутвин И.А. и др. ОИЯИ, Р13-83-828, Дубна, 1983.
 13. Кузнецов А.Б. и др. ОИЯИ, Р9-83-836, Дубна, 1983.

**ОБЩЕИНСТИТУТСКИЕ
СЛУЖБЫ**



Отдел радиационной безопасности и радиационных исследований

Деятельность Отдела радиационной безопасности и радиационных исследований была сконцентрирована на выполнении радиационного контроля на рабочих местах сотрудников Института и в окружающей среде, а также на проведении исследований в области дозиметрии и физики защиты на ядерно-физических установках ОИЯИ.

Дозиметрический контроль радиационной обстановки выполнялся на всех действующих ядерно-физических установках Института:

- импульсном быстром реакторе ИБР-30 в бустерном и реакторном режимах на средней мощности до 20 кВт,
- импульсном быстром реакторе ИБР-2 на средней мощности 1 МВт,
- синхрофазотроне в режимах ускорения и вывода протонов и релятивистских ядер,
- циклотронах У-200, У-300, У-400 в режимах ускорения тяжелых ионов с энергиями несколько МэВ на нуклон,
- микротроне МТ-22,
- прототипе КУТИ-20, СИЛУНД-20 и ЛИУ-3000,
- электростатическом генераторе ЭГ-5,
- при производстве работ с радиоактивными веществами и другими источниками ионизирующих излучений.

Результаты радиационного контроля показали, что уровни ионизирующих излучений на рабочих местах сотрудников при выполнении установленных правил работы не превышали регламентированных величин; доза излучений в окружающей среде от ядерно-физических установок Института составляет пренебрежимо малую величину по сравнению с природной дозой радиации. Изучение радиационной обстановки на реакторе ИБР-2, который в 1983 году начал работать на физические эксперименты, показало, что установленные защиты и организационно-

технические мероприятия создают безопасные условия при работе на реакторе.

В области радиационных исследований завершены эксперименты по изучению угловых распределений потоков заряженных частиц из толстой медной мишени, бомбардируемой протонами, альфа-частицами и ядрами углерода с энергией 3,65 ГэВ/нуклон/1/. Выполнена оценка радиационной обстановки и защиты при взаимодействии релятивистских ядер с веществом/2/ с целью решения вопросов радиационной безопасности на ускорительном комплексе тяжелых ионов/3/. Исследованы эксплуатационные и дозиметрические свойства термoluminesцентных детекторов на основе фтористого лития/4/ и сульфата кальция/5/.



Автоматизированная система дозиметрического контроля установки "Ф".

Определены величины наведенной радиоактивности/6/, исследовано влияние на них борирования/7/ в условиях облучения бетонов на 680 МэВ протонном ускорителе.

Разработана программа расчета тормозных способностей и пробегов тяжелых ионов с энергиями от 1 кэВ до 10 ГэВ/нуклон/8/.

ЛИТЕРАТУРА*

1. Алейников В.Е., Тимошенко Г.Н. ОИЯИ, 16-83-359, Дубна, 1983.
2. Комочков М.М. ОИЯИ, Р16-83-190, Дубна, 1983.
3. Александров В.С. и др. ОИЯИ, Р9-83-613, Дубна, 1983.
4. Касканов Г.Я. и др. ОИЯИ, Р16-83-190, Дубна, 1983.
5. Касканов Г.Я. и др. ОИЯИ, Р16-83-190, Дубна, 1983.
6. Касьянов В.Ф. и др. АЭ, 1983, 54, с.36.
7. Касьянов В.Ф. и др. АЭ, 1983, 54, с.56.
8. Хеннигер Ю., Хорлбек Б. ОИЯИ, 10-83-366, Дубна, 1983.

*Цитируются избранные работы.

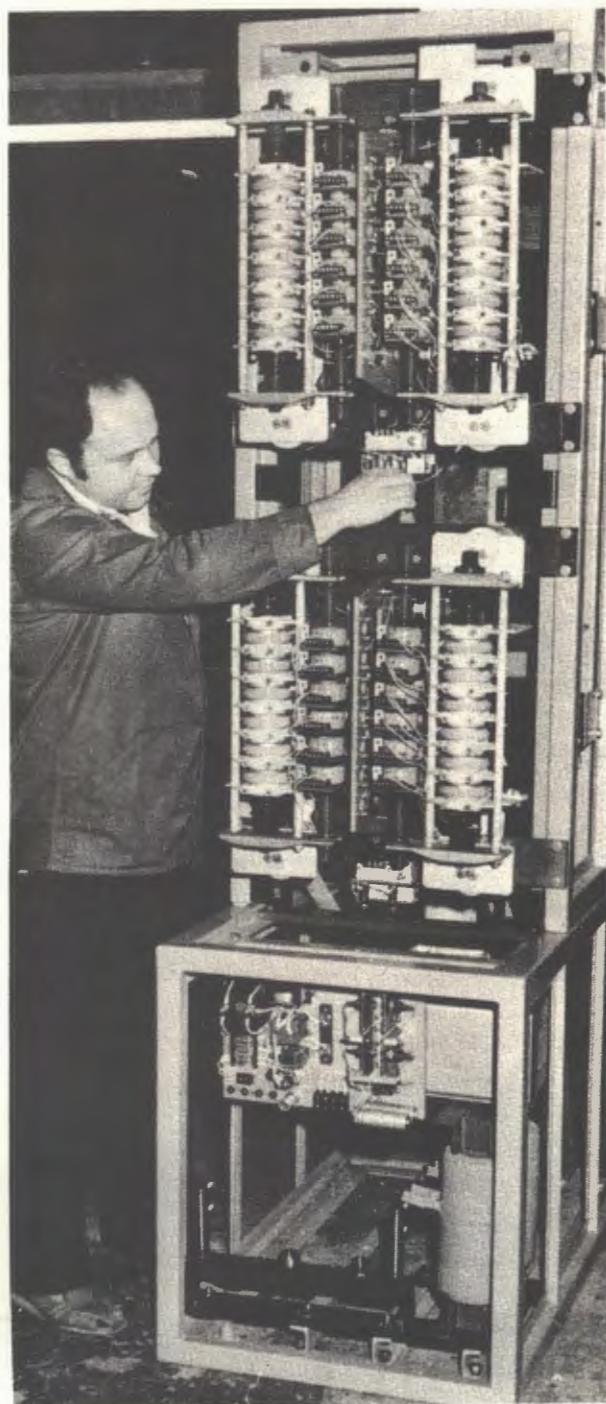
Опытное производство

В 1983 году Опытное производство Института выполнило ряд заказов лабораторий по изготовлению узлов для базовых и экспериментальных установок, обеспечивало лаборатории различной радиоэлектронной аппаратурой, в том числе в стандарте КАМАК.

Среди заказов на механические изделия следует отметить узлы установки СПИН (ЛВЭ), узлы установки "Ф" (ЛЯП), пневматические приводы пробников с цилиндром Фарадея и вертикальные источники ионов для ускорителя У-400 (ЛЯР), узлы подвижного отражателя для ИБР-2 (ЛНФ), ускоряющая индукционная секция и тиристорный ключ для КУТИ-20 (ОНМУ), рамные магниты и дрейфовые камеры для установки "Нейтринный детектор", размещаемой на нейтринном канале ускорителя в ИФВЭ (Протвино).



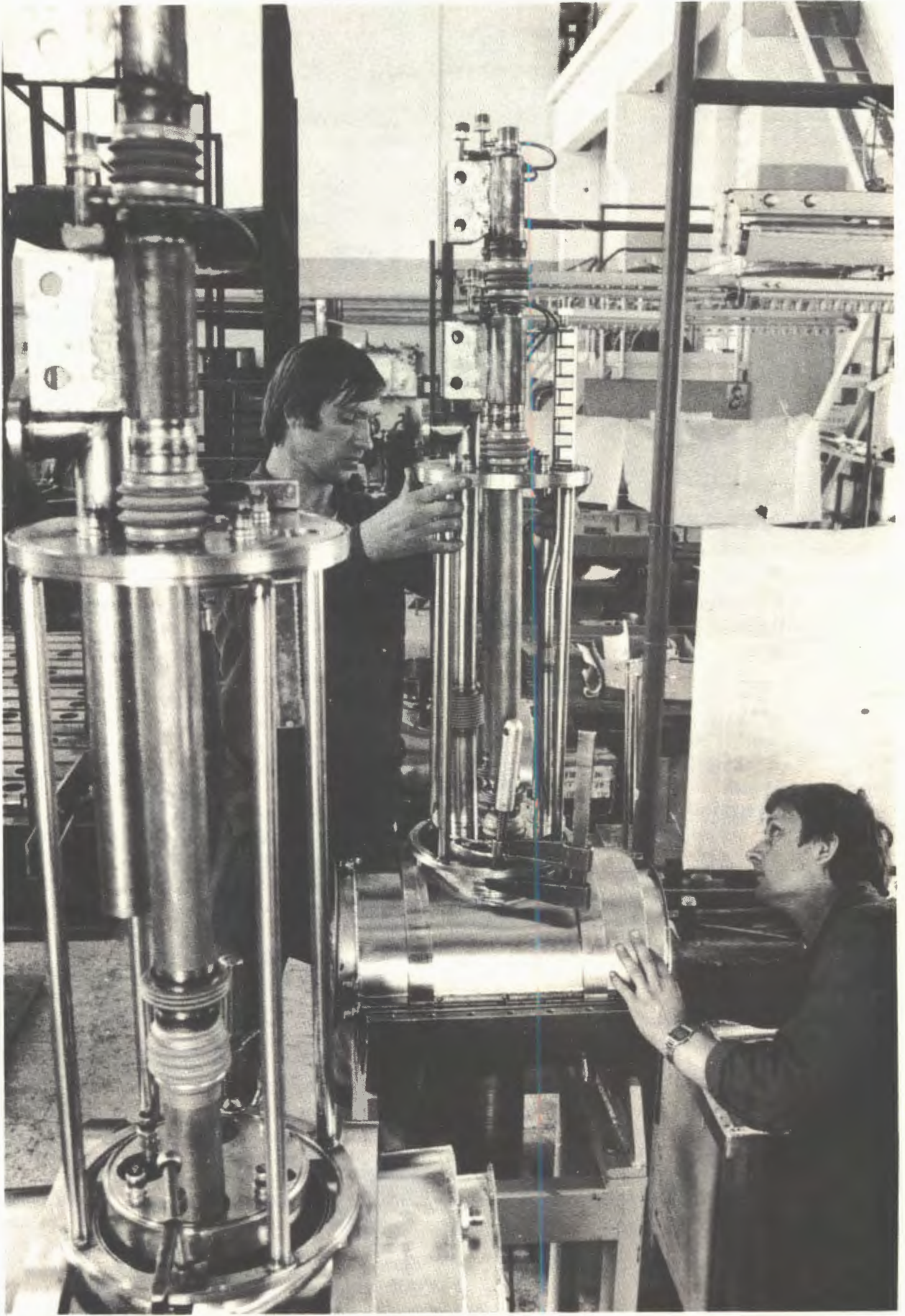
Монтаж интеллектуального терминала ИНТЕР-80.

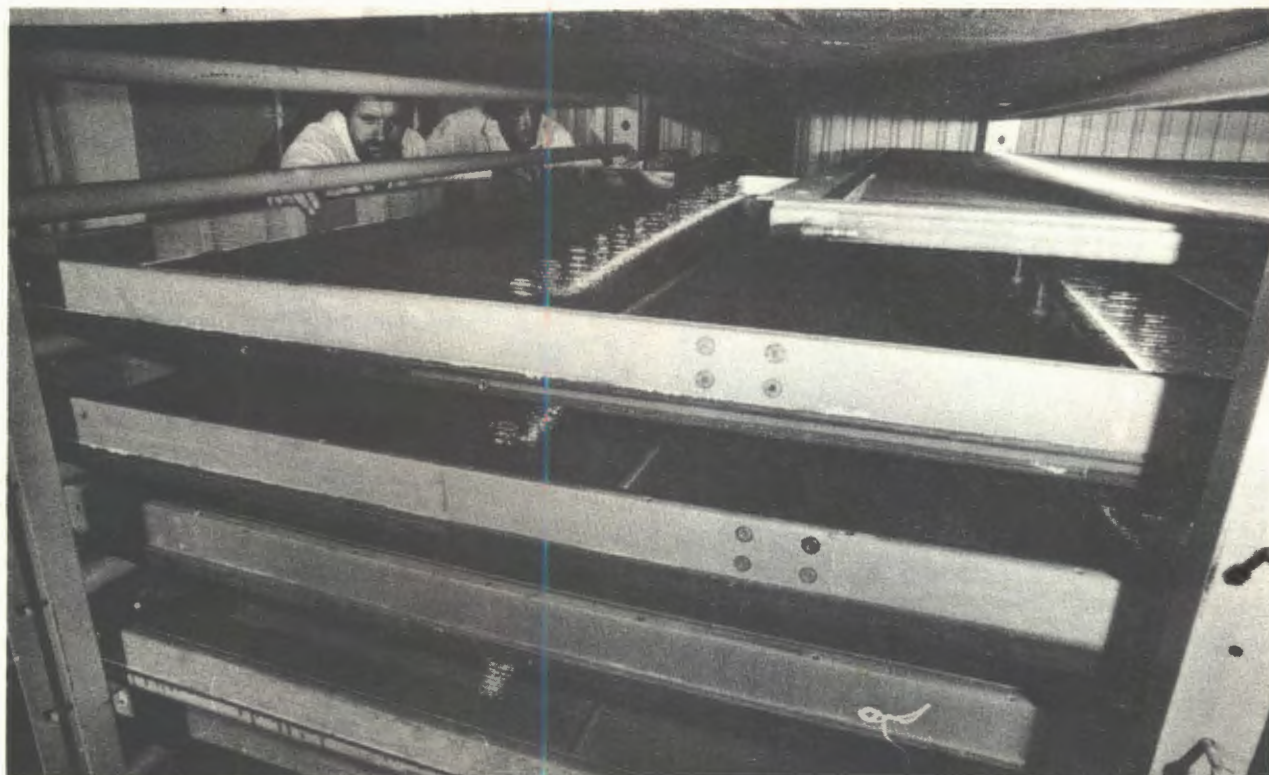


Тиристорный ключ для КУТИ-20.

В течение года освоено изготовление ряда новых радиоэлектронных изделий, в том числе интеллектуального терминала ИНТЕР-80 и 30 блоков в стандарте КАМАК. Всего для лабораторий Ин-

Большой объем работ выполнен в Опытном производстве ОИЯИ по изготовлению узлов модельного сверхпроводящего ускорителя ЛВЭ (установка СПИН). На снимке: сборка криостатов установки СПИН.





Участок изготовления дрейфовых камер для установки "Нейтринный детектор" в цехе №3 Опытного производства ОИЯИ.

ститута изготовлено около 2400 радио-электронных изделий, из них 1750 блоков в стандарте КАМАК, более 250 блоков быстрой электроники и спектрометрических блоков и более 380 различных источников питания.

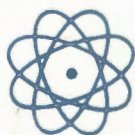
В рамках международного сотрудничества выполнен заказ на изготовление 17 секций катушек для электромагнита ускорителя У120М Института ядерной физики в г.Ржеж (ЧССР).

Большой объем работ выполнен для объектов капитального строительства,

в том числе по изготовлению для этих объектов нестандартного оборудования.

Сделаны новые шаги по развитию производственной базы Опытного производства. На механическом участке в здании №4 дополнительно установлено 20 металлорежущих станков, сдан в эксплуатацию мостовой кран грузоподъемностью 10 тонн; в здании №11 освоен новый слесарно-сварочный участок; выполнен большой объем монтажных работ по оборудованию лакокрасочного отделения гальванического отделения и станции нейтрализации; начат монтаж суппортной стойки большого карусельного станка SKJT63-140.

**МЕЖДУНАРОДНЫЕ
СВЯЗИ
И НАУЧНОЕ
СОТРУДНИЧЕСТВО**



Международное научно-техническое сотрудничество ОИЯИ имеет большое значение для выполнения программы научно-исследовательских работ Института, предусмотренных проблемно-тематическим планом. Лаборатории ОИЯИ имеют широкое традиционное сотрудничество и связи более чем с 200 институтами, университетами и организациями стран-участниц, других стран, а также с международными научными центрами.

Основными итогами 1983 года по международному научно-техническому сотрудничеству являются:

- проведены совместные исследования по 119 темам с научными центрами стран-участниц ОИЯИ и 18 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 505 специалистов, в другие страны - 57 специалистов ОИЯИ;

- для выполнения совместных работ, обмена опытом и консультаций из стран-участниц (кроме СССР) принято 1227 специалистов; из научных центров других стран и международных организаций - 67 специалистов;

- проведено четыре крупных международных школ-семинаров и симпозиумов, а также 36 научных и научно-организационных совещаний.

СОТРУДНИЧЕСТВО С НАУЧНЫМИ ЦЕНТРАМИ СТРАН-УЧАСТНИЦ ОИЯИ

Международное научно-техническое сотрудничество ОИЯИ в 1983 г. успешно осуществлялось в таких формах, как проведение совместных теоретических и экспериментальных исследований; создание новых и усовершенствование

действующих базовых экспериментальных установок, разработка экспериментальной аппаратуры, приборов и методик; обработка экспериментальных данных; разработка и освоение программ математического обеспечения ЭВМ; прикладные исследования.

Наиболее активное научное сотрудничество осуществляется с институтами Советского Союза, в частности с Институтом физики высоких энергий (Протвино). В 1983 году там работали ряд установок ОИЯИ, в том числе: бесфилъмовый искровой спектрометр (БИС-2), двухметровая водородная камера "Людмила", "Гиперон", РИСК, СИГМА-АЯКС и другие. Идет подготовка к экспериментам на МИС-2 и "Нейтронном детекторе". Об объеме этого сотрудничества и участия ОИЯИ в экспериментах в Протвино говорят такие цифры: около 40% времени ускорителя ИФВЭ используют физики ОИЯИ. ИФВЭ принимает в течение года около 150 наших специалистов из всех лабораторий Института.

Лаборатория теоретической физики, являясь ведущим научным центром стран социалистического содружества в области теоретической физики элементарных частиц, атомного ядра и конденсированных сред, осуществляла постоянные контакты с научными центрами стран-участниц. Со стороны стран-участниц в сотрудничестве с ЛТФ работает около трехсот ученых.

В 1983 году совместно с сотрудниками Софийского университета продолжены работы по изучению квантовой теории поля с фундаментальной длиной. Ученые из университета имени Гумбольдта (Берлин) и ИФВЭ (Цойтен) приняли участие в исследованиях по киральным моделям в квантовой теории поля. Совместно с учеными из НРБ проделана большая работа по развитию геометрической теории супергравитации. Ученые ЧССР приняли участие в исследованиях по

изучению поведения электрического фактора нуклона. Продолжены исследования по нелокальной модели кварков совместно с сотрудниками университета им. Я.Коменского (Братислава) и Института математики АН МНР.

В сотрудничестве с учеными ИЯИЯЭ БАН (София) выяснены основные закономерности фрагментации малоквазичастичных компонент волновых функций ядерных состояний. Совместно с учеными ЦИЯИ (Россендорф) изучены характеристики квазичастичных состояний, а также коллективных состояний отрицательной четности в актиноидах при больших значениях углового момента.

В области мезон-ядерных взаимодействий при средних энергиях продолжено многолетнее сотрудничество с учеными ИЯФ ЧСАН (Ржеж, ЧССР) и ЦИЯИ (Россендорф, ГДР).

Совместно с теоретиками ЦИЯИ (Россендорф) и университета им. Вильгельма Пика (Росток) исследован механизм образования сложных частиц в высокоэнергетических столкновениях тяжелых ионов. Совместно с учеными СРР и НРБ выполнены работы по фазовым переходам в сплавах. Подготовлено большое количество совместных публикаций с учеными из НРБ, ВНР, СРВ, ГДР, МНР, СРР, ЧССР. Всего в течение года сотрудниками лаборатории в содружестве с учеными стран-участниц ОИЯИ опубликовано около 140 научных работ.

Широкая кооперация с научно-исследовательскими организациями стран-участниц ОИЯИ является основой в выполнении практически всех работ, проводимых в Лаборатории высоких энергий.

В области релятивистской ядерной физики исследования ведутся несколькими научными группами лаборатории совместно с научными центрами стран-участниц.

В обработке снимков с двухметровой пропановой пузырьковой камеры, облученной протонами и легкими ядрами с импульсами от 1 до 10 ГэВ/с/н, принимают участие ученые 10 научных центров из семи стран-участниц ОИЯИ. В институтах ИЯИЯЭ БАН, ВМЭИ (София) и ВМЭИ (Варна) проводился просмотр снимков, измерения, расчеты на ЭВМ и анализ полученных результатов (10% общей статистики). Теоретики университета им. К.Маркса (Лейпциг) провели теоретическое моделирова-

ние и анализ ядро-ядерных взаимодействий. Сотрудники ИФТ (Улан-Батор) участвуют во всех этапах обработки снимков по релятивистским взаимодействиям (5% общей статистики). Ученые ИЯИ (Сверк, ПНР) участвуют в анализе данных по рождению странных частиц. Физики ЦИФ (Бухарест) принимают участие по изучению взаимодействий быстрых ядер с легкими и тяжелыми ядрами (18% общей статистики). Успешно работают физики Карлова университета (Прага) и ФИ ЧСАН (Братислава) (2% общей статистики). Во всех сотрудничающих центрах обрабатывается больше половины снимков, получаемых в лаборатории на пропановой камере.

Большая коллаборация ученых проводит исследования по проблеме "аномалонов", поиску короткоживущих частиц, изучению характеристик ядерных взаимодействий, используя метод ядерных фотозумм. В ИФТ (Улан-Батор), ИФВТУ (Варшава), университете и ИЯИ (Краков) ведется анализ экспериментальных данных. Аналогичные исследования ведутся в ЦИФ (Бухарест), ИЯФ ЧСАН, университетах в Праге и Кошице. Вне лаборатории высоких энергий обрабатывается до 75% экспериментальной информации по этой теме.

Продолжает успешно развиваться сотрудничество по исследованию рассеяния релятивистских ядер на малые углы с помощью установки "Альфа". Сотрудники ЦЛАНП, ВХТИ, ИЯИЯЭ БАН (София) и ЦИЯИ (Россендорф) принимали участие в техническом совершенствовании установки (введение в установку микропроцессорной системы, дисплея, годоскопических счетчиков), в программном обеспечении эксперимента.

По проблеме поиска очарованных частиц и узких барионных резонансов вместе с физиками Лаборатории высоких энергий на 70-ГэВ ускорителе (Протвино) работают ученые ряда стран-участниц. В ИЯИЯЭ и ВХТИ (София), ВМЭИ (Варна) ведется обработка и анализ информации, причем болгарские специалисты принимают участие также и в наборе экспериментального материала на ускорителе. В получении данных на установке и обработке событий принимают участие физики ИФ (Ханой). Большой вклад в обработку и анализ данных по этой теме вносят ученые ИФВЭ (Цойтен).

Большой интерес проявлен к физическим результатам, получаемым с помощью двухметровой водородной камеры "Людмила", работающей в пучке антинейтронов с импульсом 12 ГэВ/с. Болгарские ученые принимают участие в подготовке программного обеспечения и обработке данных, румынские физики из ЦИФ (Бухарест) ведут просмотр, измерения и обсчет экспериментального материала. Большой вклад по этой теме вносят чехословацкие сотрудники из ФИ ЧСАН и Карлова университета (Прага), ИЭФ САН (Братислава) по обработке и анализу антинейтрон-нейтронных событий.

Лаборатория ядерных проблем сотрудничает с научными центрами стран-участниц в области физики высоких, средних и низких энергий.

Активно участвуют в обработке экспериментальной फिल्मовой информации, полученной на установке РИСК, специалисты ЦИФИ (Будапешт), ИФВЭ (Цойтен), ФИ ЧСАН и Пражского университета. Проведены измерения более 20 тысяч триггер-треков с информацией по образованию частиц с большим поперечным импульсом.

Болгарские специалисты принимают участие в обработке данных совместного эксперимента по исследованию взаимодействий нейтрино с ядрами фотозмульсии и поиску распадов очарованных частиц. В ИЯИЯЭ БАН (София) обнаружено пять взаимодействий нейтрино. Специалисты Высшего машино-энергетического института (София) и ИЯИЯЭ БАН участвуют в совместных с ЛЯП разработках аппаратуры в стандарте КАМАК для автоматизации физического эксперимента.

В ЦИФИ (Будапешт) разработаны высоковольтные источники питания в стандарте КАМАК для установки "Нейтронный детектор".

В ИЯИ ВАН (Дебрецен) велось проектирование отдельных узлов и блоков электроники установки ЭЛГА, предназначенной для работы на комплексе ЯСНАПП-2 ОИЯИ. Из ЦИЯИ (Россендорф) регулярно поставлялись радионуклиды для медицинских целей. В Техническом университете (Дрезден) в рамках совместных работ проведены исследования по химии астата. В ИЯИ (Сверк) велась подготовка аппаратуры для абсолютной

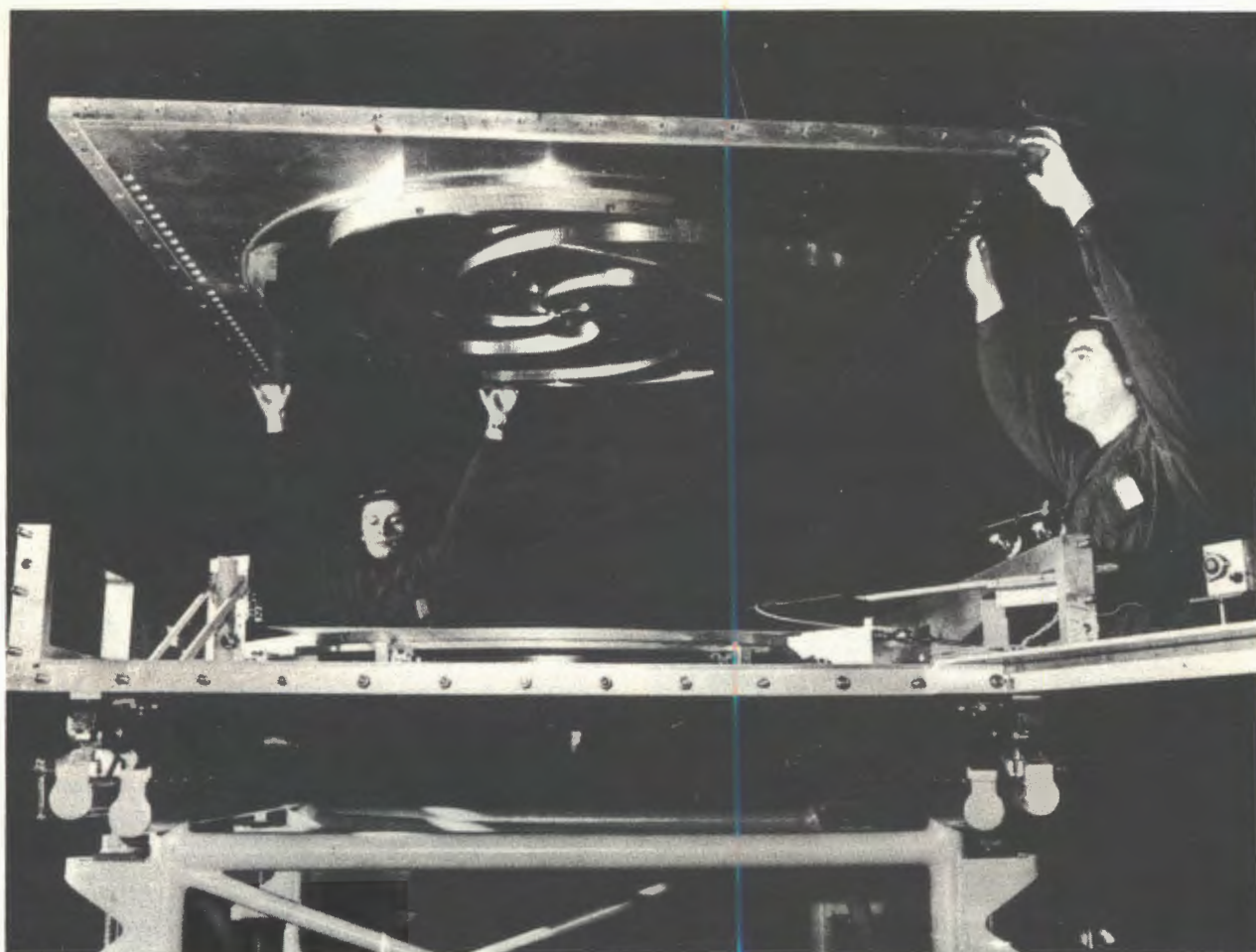
дозиметрии на медицинских протонных пучках установки "Ф". Специалисты этого института принимали участие в совместных разработках и совершенствовании технологии изготовления детекторов из сверхчистого германия.

В Институте ядерной физики (Ржеж) продолжались работы по созданию многодетекторной установки для изучения угловых корреляций гамма-излучения. В 1983 году из ИЯФ ЧСАН поставлены четыре германий-литиевых детектора объемом 40 см³ и корреляционный стол для этой установки. В университете (Кошице) начато создание комплексного математического обеспечения для обработки магнитных лент спектрометра ГИПЕРОН. Специалисты Физического института и Карлова университета в Праге участвовали в разработке и создании кольцевого спектрометра и разработке математического обеспечения для экспериментов на установке СИГМА-АЯКС.

В ЦИФ (Бухарест) на прецизионных пучках тандем-генератора проводятся методические работы с детекторами для установки ПИОН ОИЯИ.

Объединение усилий многих научно-исследовательских институтов стран-участниц в проведении исследований и создании физических установок способствовало успешному выполнению научной программы Лаборатории ядерных реакций. Большой вклад в создание базовых и экспериментальных установок, в проведение совместных экспериментов вносят физики РИ им. В. Г. Хлопина (Ленинград), ИАЗ им. И. В. Курчатова (Москва), ИЯФ АН КазССР (Алма-Ата), НИИАР (Дмитровград), ИЯИ (Киев) и многих других.

Широкое сотрудничество осуществляется в работах по поиску сверхтяжелых элементов в природе. В них принимают участие физики НРБ, ВНР, ГДР, МНР, ЧССР, ПНР и более десятка институтов СССР. В ИЯП (Сверк) ведется работа по оптимизации параметров низкофоновых нейтронных детекторов и изготавливаются новые типы пропорциональных счетчиков. В ЦИИРИ (Лейпциг) разработан и создан вариант ионного источника на основе лазера для масс-спектрометра ЛИДИА. Осуществлялось сотрудничество с ИЯИЯЭ БАН (София), МГУ (Улан-Батор) по просмотру треков в природных кристаллах земного и метеоритного происхождения с помощью диэлектрических детекторов.



В сотрудничестве Лаборатории ядерных проблем с Институтом ядерной физики (Краков, ПНР) разработан автоматический изохронный циклотрон АИЦ-144. На снимке: монтаж ускорителя в Институте ядерной физики.

В работах по синтезу новых трансфермиевых элементов сотрудничество осуществлялось с ИЯИЯЭ БАН (София). Продолжалась совместная с ЦИЯИ (Россендорф) разработка быстрых методик химического выделения новых элементов, в рамках этого сотрудничества с участием специалистов из ЧССР ведется создание установки ХИПТИ.

Интенсивно развивается сотрудничество в работах по исследованию механизма ядерных реакций со специалистами СССР, НРБ, ВНР, ГДР, ПНР, СРР и ЧССР. Благодаря совместным усилиям специалистов ЦИЯИ (Россендорф) и ЛЯР ОИЯИ в 1983 году на пучке ускорителя У-300 запущены основные узлы установки ДЭМАС - электромагнитные и время-пролетные спектрометры, спектрометр γ -множественности, на них начаты совместные эксперименты. В ГДР изго-

товлены ионизационные камеры, камеры рассеяния, элементы для измерения времени пролета, ведется разработка программного обеспечения экспериментов на ДЭМАС. Сотрудники ИЯФ (Краков) и ЛЯР ОИЯИ провели эксперименты по изучению механизма глубокоэластичных реакций передач с использованием камеры установки МС-А, изготовленной в ИЯФ. На пучке ускорителя У-200 группой физиков из ИЯП (Сверк) проведено исследование эмиссии легких заряженных частиц в тройном делении ядер.

В ЛЯР на пучке циклотрона У-300 работает электростатический спектрометр ЭСА-21, изготовленный в ИЯИ (Дебрецен) для изучения спектров электронов в ион-атомных столкновениях.

Успешно развивается сотрудничество с ЦИФ (Бухарест) по линии развития ускорительной базы лаборатории.



Завершена большая совместная работа сотрудников Лаборатории ядерных реакций и Центрального института физики в Бухаресте по созданию системы транспортировки пучков ускорителя У-400. На снимке: испытание в ЦИФ магнитных линз для системы транспортировки пучков.

В 1983 году специалисты ЛЯР произвели приемку оборудования системы транспортировки пучков У-400, изготовленного в ЦИФ (Бухарест), по последнему этапу поставки. На У-400 смонтировано 8 каналов выведенных пучков, на них начат монтаж экспериментального оборудования. В связи с созданием в НРБ многоцелевого циклотрона тяжелых ионов У-250 велась совместная разработка технического предложения о размещении циклотрона в Болгарии.

Продолжается сотрудничество с ЦИЯИ (Россендорф) с целью разработки и создания систем диагностики пучка для ускорителя У-400. Совместно с ИЯИ (Сверк) ведется создание системы автоматической подстройки частоты и фазы высокочастотной системы циклотрона У-400.

Особенное значение придавалось совместным прикладным исследованиям и разработкам научно-технических задач, имеющих важное народно-хозяйственное значение. Совместно с Политехническим институтом (Прага) и Инсти-

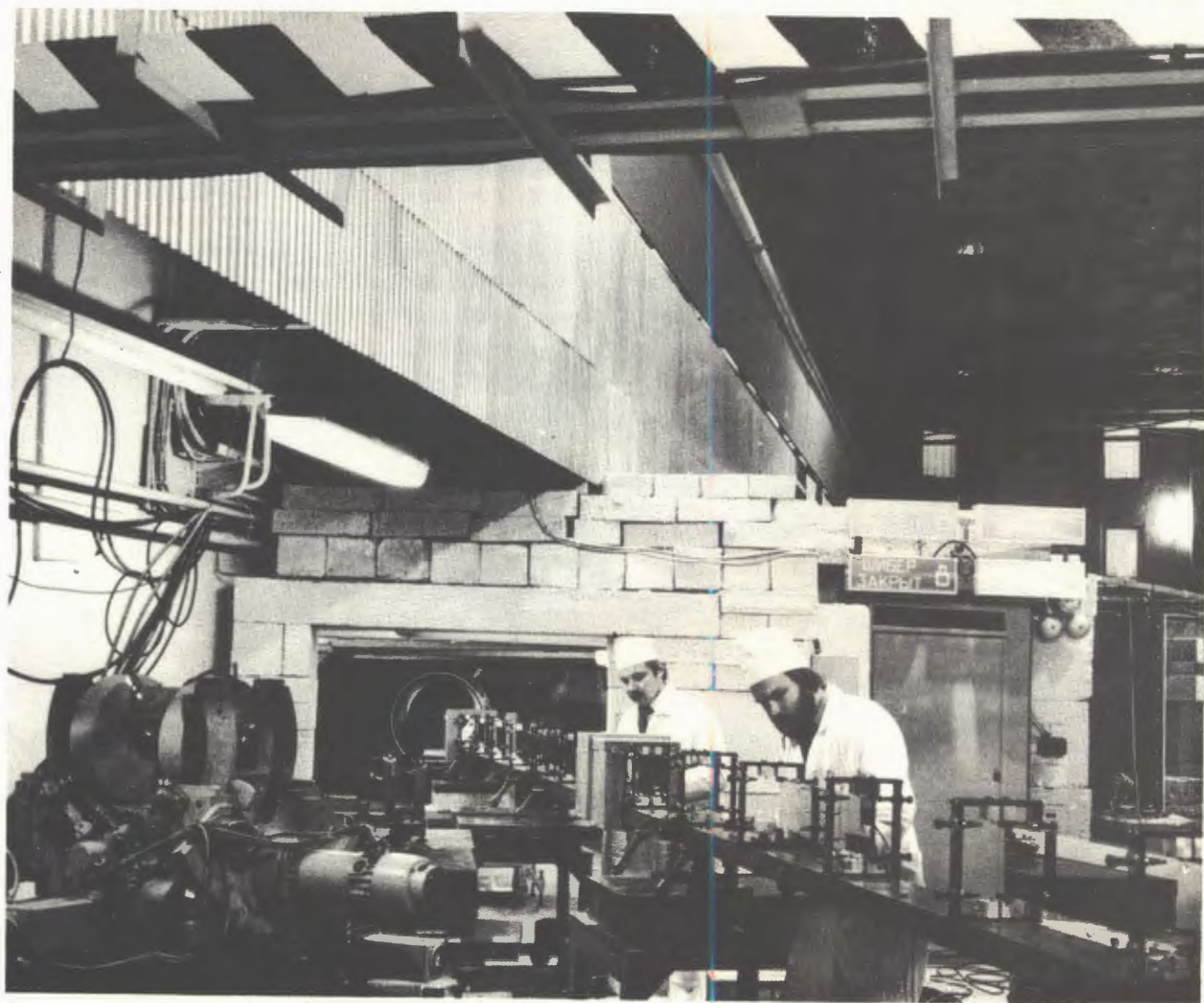
тутом физики (Ханой) проводились работы по совершенствованию конструкций и параметров микротронов МТ-17 и МТ-22. Широкое сотрудничество с ИЯИ (Гавана) и Институтом физики (Ханой) осуществляется в развитии методов активационного анализа. Запущена и успешно функционирует в ЛЯР представленная АН Кубы ЭВМ типа СМ-4, на которой обрабатываются результаты работ по активационному анализу.

Совместно с сотрудниками ИЯИ (Сверк) и университета им. П. Этвеша (Будапешт) изготовлена и установлена на пучке тяжелых ионов установка для исследования изменения свойств различных материалов при облучении их тяжелыми ионами.

Совместно с ЦИФИ ВАН и ИИВТА ВАН разработаны интерфейсы и блоки КАМАК для измерительно-вычислительного центра У-400. Эффективно развивалось сотрудничество с ИЯФ (Краков) и Варшавским университетом по разработке аппаратуры и программного обеспечения физических установок, работающих на линии с ЭВМ. Большой интерес проявляют специалисты НРБ, ГДР и СРР к использованию тяжелых ионов для производства ядерных фильтров.

В Лаборатории нейтронной физики в выполнении программы научных исследований, создании и модернизации спектрометров и их измерительных систем участвуют специалисты и научно-исследовательские организации всех стран-участниц ОИЯИ. В ЛЯИФ АН СССР на пучке ультрахолодных нейтронов совместно со специалистами ИЯИЯЭ БАН (София) начаты эксперименты по обнаружению электрического заряда нейтрона. Работающими в ЛНФ учеными из Технического университета (Дрезден) и ЦИЯИ (Россендорф) получены качественно новые результаты в измерениях химического сдвига нейтронных резонансов и внутрикристаллического электрического поля в соединениях редкоземельных металлов. На спектрометре малоуглового рассеяния нейтронов в изучении физико-химических свойств сложных органических веществ и биологических объектов участвуют сотрудники ЦИФИ (Будапешт), Института белка АН СССР (Пушино) и ИМХ (Прага). Исследование структуры атомных ядер в реакциях, вызванных нейтрона-

Активно развивается сотрудничество в области новых установок на пучках ИБР-2 с научными центрами ГДР. На снимках: а/ спектрометр высокого разрешения для исследования текстур в твердых телах методом дифракции нейтронов. Основные узлы и электроника управления спектрометра были изготовлены в ЦИЯИ АН ГДР (Россендорф) и Техническом университете Дрездена; б/ спектрометр поляризованных тепловых нейтронов, в создании которого приняли участие специалисты Высшей технической школы (Магдебург).



ми, проводится совместно со специалистами НРБ, СРВ, Кубы, ПНР и ЧССР. В выполнении программы прикладных исследований методами нейтронного активационного и рентген-флуоресцентного анализа, а также определении влияния импульсного радиационного воздействия на растительные и биологические объекты принимают участие специалисты ВНР, МНР и СРР. Специалистами ЦИЯИ (Россендорф) и ТУ (Дрезден) завершён монтаж на реакторе ИБР-2 базовой части спектрометра высокого разрешения. Успешно продолжается сотрудничество с ВТШ (Магдебург) в создании спектрометра поляризованных нейтронов СПН-1. Специалисты и организации НРБ, ГДР и ВНР активно участвуют в создании, модернизации и программном обеспечении измерительных модулей спектрометров на базовых установках лаборатории.

В 1983 году научно-техническое сотрудничество Лаборатории вычислительной техники и автоматизации с научными центрами стран-участниц осуществлялось по традиционным направлениям.

Успешно развивалось сотрудничество с НРБ в связи с оснащением ЦВК ОИЯИ накопителями на магнитных дисках и накопителями на магнитной ленте с повышенной плотностью записи информации. Сотрудничество осуществлялось также в связи с развитием терминальной сети базовых ЭВМ ОИЯИ. Совместно со специалистами из ГДР успешно ведётся разработка графической системы на основе мультимикропроцессорного интеллектуального графического терминала. Специалисты ИФВЭ ГДР активно участвуют в работах по развитию сканирующего автомата АЭЛТ-2/160 и в создании сканирующего автомата для прикладных целей АЭЛИТА-ЕВА.

Совместно со специалистами ЦИФИ ВАН успешно ведутся работы по созданию системы БПС-РИМА для обработки снимков с трековых детекторов ОИЯИ.

В работах по созданию и развитию математического обеспечения для обработки экспериментальных данных, а также в разработке численных и качественных методов решения задач математической физики и расчетах полей активно участвуют специалисты НРБ, ВНР, ГДР, ПНР и ЧССР.

В работах по оснащению приборов ПУОС-САМЕТ терминалами (проект РАПС) активно участвуют специалисты ФИ ЧСАН (Прага).

Бесфильмовая система съёма информации создаётся в ЛВТА совместно со специалистами ФИ ЧСАН, которые изготовили и смонтировали второй образец автономной калибровочной системы для телевизионных камер. Совместно со специалистами НИИИТ САН завершены исследовательские работы по сжатию данных. В работы по созданию программного обеспечения для обработки экспериментальных данных под управлением ЭВМ значительный вклад вносят специалисты ИЭФ САН и университета (Братислава).

В работах по созданию и развитию автоматических и полуавтоматических систем обработки камерных снимков активно участвуют научно-исследовательские организации ГДР, НРБ, ПНР и ЧССР. Совместными усилиями специалистов ЧССР, ГДР, НРБ и СССР выполнены работы по развитию методов использования ЭВМ на линии с экспериментальными установками.

При активном участии специалистов ГДР, ПНР, СССР, СРР, Кубы, СРВ и КНДР ведутся работы по развитию центрального вычислительного комплекса ОИЯИ и общеинститутского центра обработки камерных снимков.

Международное научно-техническое сотрудничество Отдела новых методов ускорения было направлено на решение основных задач отдела. В разработке и создании коллективного ускорителя тяжелых ионов (КУТИ-20) активное участие принимали научно-исследовательские организации НРБ, ВНР, ГДР, СРР, СССР, ЧССР. Особый вклад в создание головной части КУТИ-20 внесли специалисты Технического университета (Дрезден) и ЦИЯИ (Россендорф). В работах по проектированию тяжелоионного синхротрона (ТИС) принимали участие научно-исследовательские организации НРБ, ГДР, СССР, ЧССР. Результатом этого же сотрудничества было создание проекта УКТИ. В создании установки "Нейтронный детектор" тесное сотрудничество осуществлялось с ИФВЭ (Протвино). Существенную помощь по этой теме оказал ЦИС (ВНР). По проблеме УНК активное сотрудничество осуществлялось с ИФВЭ (Протвино).

НАУЧНЫЕ СОВЕЩАНИЯ ОИЯИ

В 1983 году ОИЯИ провел такие крупные международные мероприятия, как Международная школа-семинар по физике тяжелых ионов, Школа ОИЯИ-ЦЕРН по физике, Международный симпозиум по ядерной электронике и Совещание по проблемам математического моделирования, программированию и математическим методам решения физических задач.

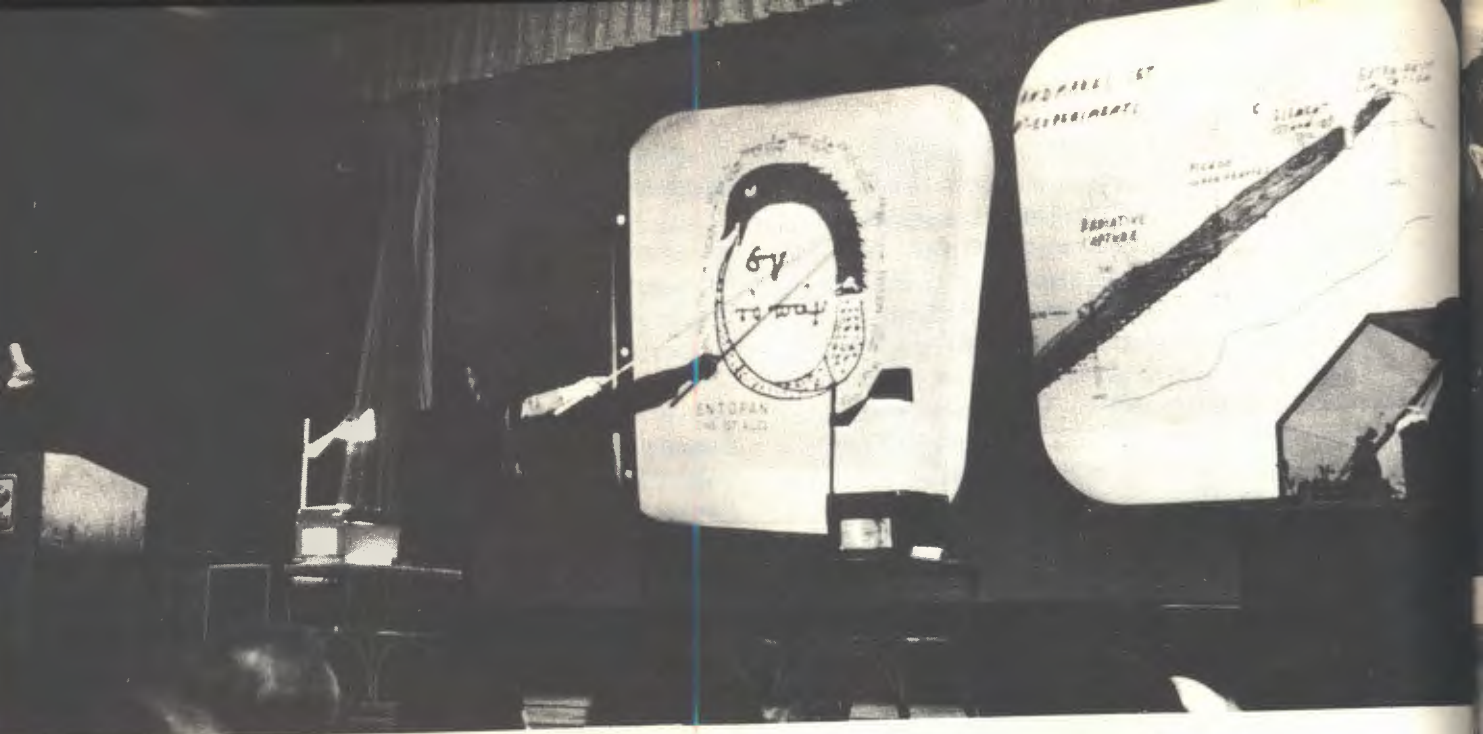
В работе Школы-семинара по физике тяжелых ионов, прошедшей в Алуште с 14 по 21 апреля, приняли участие 154 специалиста из 16 стран. Состоялось 14 пленарных заседаний, на которых было представлено 60 научных докладов. Научная программа школы открывалась обзорными докладами академика Г.Н.Флерова и академика А.М.Балдина, в которых была дана панорама современного состояния и перспектив развития физики тяжелых ионов и релятивистской ядерной физики.

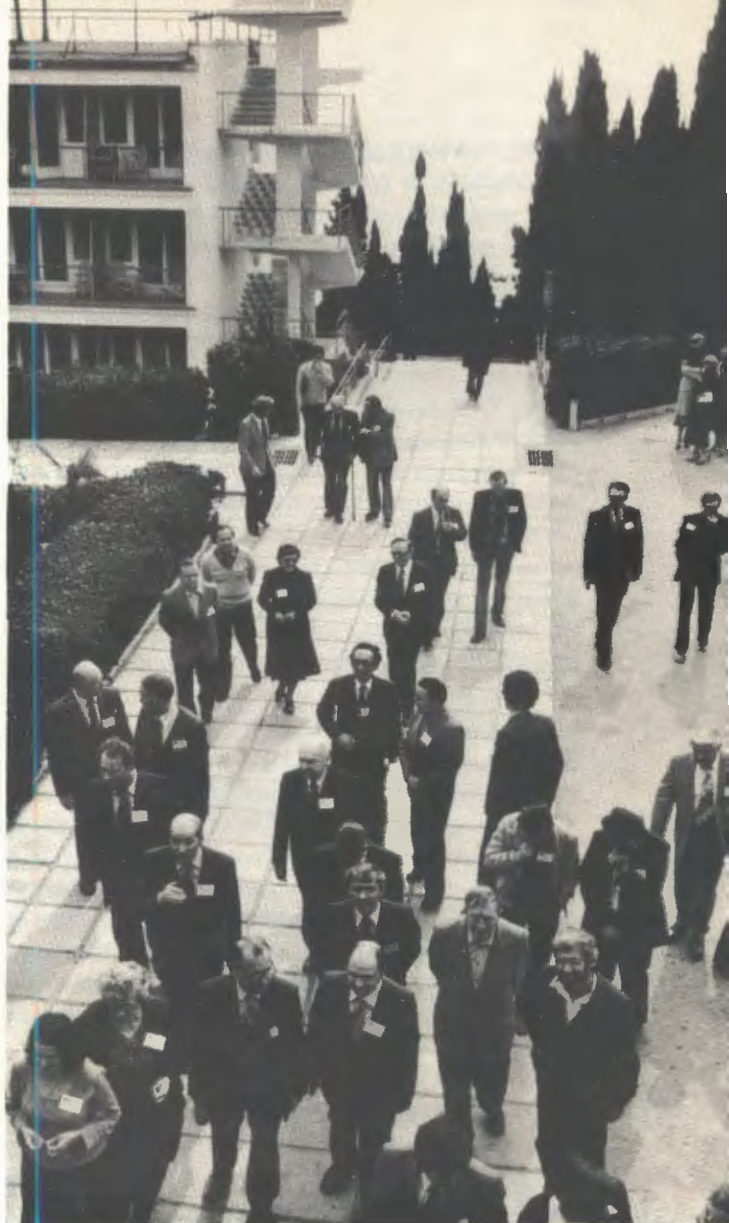
Международная школа физиков ОИЯИ-ЦЕРН проходила с 5 по 18 июня в Таборе, ЧССР. Молодые ученые познакомились с важнейшими теоретическими достижениями и экспериментальными результатами последних лет в физике высоких энергий и элементарных частиц.

XI Международный симпозиум по ядерной электронике был организован ОИЯИ совместно с Братиславским университетом им.Коменского при участии Института ядерной физики в Ржеже и Института физики в Братиславе. Симпозиум состоялся в Братиславе с 6 по 13 сентября с участием 181 специалиста. Задачей симпозиума являлось подведение итогов работы в области ядерной электроники в ОИЯИ и странах-участницах в 1980-1983 годах и определение дальнейших путей развития электронной аппаратуры для ядерных исследований. Было представлено более 100 докладов. На симпозиуме действовали следующие секции: электронная аппаратура для



Международная школа физиков ОИЯИ-ЦЕРН состоялась в июне 1983 г. в Таборе (ЧССР). Основным направлением школы, организованной Объединенным институтом ядерных исследований совместно с Европейской организацией ядерных исследований (ЦЕРН) для молодых физиков, явилось изучение различных теоретических аспектов физики высоких энергий.





С 14 по 21 апреля в Алуште проходила Международная школа-семинар по физике тяжелых ионов. В работе школы-семинара приняли участие более 150 специалистов из ОИЯИ, стран-участниц ОИЯИ, а также Англии, США, Франции, ФРГ, Югославии и Японии. Большая группа ученых из Общества по исследованию с тяжелыми ионами в Дармштадте (ФРГ) посетила после окончания школы-семинара Лабораторию ядерных реакций ОИЯИ, где ознакомилась с работами, проводимыми в области синтеза новых элементов (снимок внизу).

координатных детекторов, быстрые процессоры для отбора событий, спектрометрическая аппаратура, применение малых и микро-ЭВМ в физических исследованиях, комплексные экспериментальные установки. Большое внимание на симпозиуме уделялось вопросам стандартизации электронной аппаратуры.

В V Международном совещании по проблемам математического моделирования, программированию и математическим методам решения физических задач, проведенном в Дубне с 20 по 23 сентября, приняли участие 150 специалистов из ОИЯИ, стран-участниц и других стран. На нем были заслушаны 26 пленарных докладов и 74 оригинальных сообщения по следующим основным направлениям: математические методы решения физических задач, математическое обеспечение ЭВМ, вычислительных комплексов и локальных сетей ЭВМ, математическое обеспечение физических экспериментов и систем обработки данных. Совещание еще раз показало, что развитие физики высоких энергий и ядерной физики невозможно без широкого использования средств вычислительной техники и электроники.

В 1983 году состоялось 19 рабочих совещаний ОИЯИ по совместным с научными организациями стран-участниц исследованиям, проводимым на различных экспериментальных установках Института, а также по установке "Нейтринный детектор", полупроводниковым детекторам, совместному с ЦЕРН мюонному эксперименту, ускорительному комплексу тяжелых ионов.

В рабочем совещании по установке "Нейтринный детектор" приняли участие 58 специалистов из ОИЯИ, НРБ, ВНР, ГДР и СССР. Совещание, в частности, рассмотрело физическую программу исследований на нейтринном детекторе. В числе первоочередных намечены эксперименты по регистрации электронных нейтрино от распада очарованных частиц, образованных в протон-ядерных взаимодействиях.

Два рабочих совещания ОИЯИ проведены в НРБ и СРР. Так, Рабочее совещание по исследованиям на установке БИС-2 и двухметровой пропановой камере проходило в Варне с 23 по 28 сентября. В совещании приняли участие представители 11 научных центров из 8 стран-

участниц ОИЯИ, занимающихся совместными исследованиями. Большая часть времени была отдана обсуждению новых экспериментальных данных по ядро-ядерным взаимодействиям и рождению очарованных частиц. Заслушан также ряд обзорных докладов по материалам конференций в ЦЕРН и Брайтоне.

Кроме того, ОИЯИ провел 17 научно-организационных совещаний.

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

В 1983 году дирекция ОИЯИ направляла свои делегации и отдельных специалистов на 74 конференции, проводившиеся в странах-участницах, в том числе на 39 - в Советском Союзе. 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 физики.

В центре внимания VI Балатонской конференции по физике высоких энергий, проходившей в ВНР с 6 по 10 июня, оказались проблемы, связанные с возможным образованием нового состояния ядерного вещества - кварк-глюонной плазмы - в ядерных столкновениях, и различные аспекты глубоко неупругих ядерных реакций. Конференция показала плодотворность и перспективность исследований ядро-ядерных столкновений - нового направления, сформировавшегося на границе между традиционной ядерной физикой и современной физикой элементарных частиц. Это направление открывает широкие, а в ряде случаев уникальные возможности изучения свойств ядер и ядерной материи в экстремальных условиях.

Ядро-ядерным столкновениям и свойствам ядерной материи была посвящена и школа, проводившаяся в Москве с 27 февраля по 4 марта, в которой приняли участие 25 дубненских специалистов. Эта школа и Балатонская кон-

ференция подтвердили лидирующее положение ОИЯИ по ряду позиций в области исследований ядро-ядерных столкновений.

Как и в предыдущие годы, ОИЯИ направляет представительную делегацию (38 специалистов) на очередное, XXXIII Собрание по ядерной спектроскопии и структуре атомного ядра, которое было проведено в Москве с 19 по 22 апреля. Делегацией ОИЯИ был представлен ряд докладов, в том числе большой обзорный доклад по перспективам исследования свойств нейтрино в процессах радиоактивного распада.

Бурное развитие электроники и микроэлектроники вызвало необходимость оперативного обмена информацией, чтобы избежать дублирования работ, сократить сроки их выполнения, снизить затраты. В 1983 году специалисты ОИЯИ в этой области участвовали в Международном симпозиуме по электронной технологии в Будапеште, IV Всесоюзном семинаре по релятивистской высокочастотной электронике в Москве, III Симпозиуме по микропроцессорам, микрокомпьютерам и их применению (Будапешт).

Достижения Дубны были также представлены в странах-участницах на конференциях по нейтронной физике, физике и технике низких температур, ускорительной технике, в конференциях по другим направлениям физической науки и техники.

Специалисты ОИЯИ приняли участие в 21 конференции в странах, не являющихся членами ОИЯИ, в том числе в Международной конференции по физике высоких энергий в Брайтоне, Международной конференции по ядерной физике во Флоренции, Международной конференции по ускорителям высоких энергий в Батавии, IX Международном симпозиуме по микропроцессорам и микропрограммированию в Мадриде и других.

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

ЭКСКУРСИИ В ОИЯИ

С целью ознакомления с историей Института, основными направлениями ис-

следований, базовыми и экспериментальными установками лабораторий в 1983 г. принято 78 групп экскурсантов общей численностью 1798 чел., в том числе 71 делегация (1701 чел.) из стран-участниц ОИЯИ и 7 групп (97 чел.) из других стран.

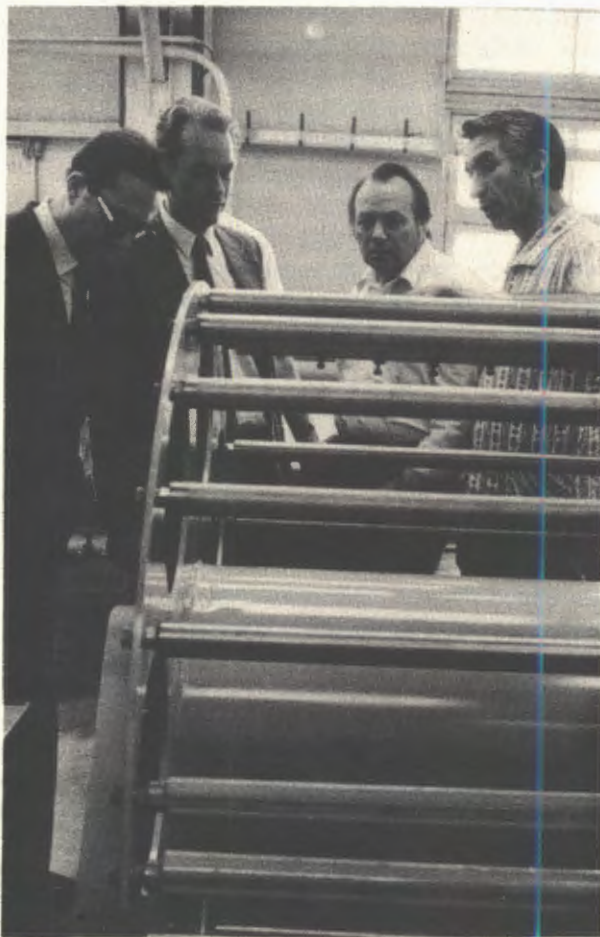
СВЯЗИ С НАУЧНЫМИ ЦЕНТРАМИ СТРАН, НЕ ЯВЛЯЮЩИХСЯ УЧАСТНИЦАМИ ОИЯИ, И МЕЖДУНАРОДНЫМИ ОРГАНИЗАЦИЯМИ

ОИЯИ имеет традиционное научное сотрудничество со странами-неучастницами Института, которое помогает развивать теоретические исследования, создавать аппаратуру для физических экспериментов, совершенствовать программное обеспечение, широко обмениваться опытом, предоставлять имеющиеся уникальные возможности базовых установок для решения актуальных научных задач.

В этом сотрудничестве особое место занимает ЦЕРН, с которым ОИЯИ имеет плодотворные научные связи более 20 лет. Уже пять лет идут исследования на ускорителе протонов ЦЕРНа. Ученые Дубны в составе международной коллаборации Болонья-ЦЕРН-Дубна-Мюнхен-Сакле (NA-4) принимают участие в изучении структуры нуклона с помощью расщепления мюонов высоких энергий. Сотрудники Института непосредственно участвовали в сеансах работы установки NA-4 в ЦЕРНе, вели в Дубне обработку и анализ данных на углеродной мишени, изучали процессы кумулятивного рождения частиц. Начат набор статистики в совместном эксперименте P-179 на пучке только что вступившей в действие в ЦЕРН "фабрики антипротонов" LEAR. В разработку и создание экспериментальной установки, а также в разработку физической программы этого эксперимента существенный вклад внесен физиками ЛЯП.

Дирекция ЦЕРН предложила ОИЯИ принять участие в крупномасштабном эксперименте на встречных пучках (ускоритель LEP) по программе ДЕЛФИ. В совместных исследованиях при создании установки примут участие около 30 специалистов Института.

Активное сотрудничество с учеными ФНАЛ (Батавия) и университета штата



В мае ОИЯИ посетила делегация ученых ЦЕРН в составе профессора У.Амальди, руководителя эксперимента ДЕЛФИ, и его заместителя доктора Г.Петруччи. Цель визита - консультации по вопросам сотрудничества между ОИЯИ и ЦЕРН в исследованиях на создаваемом ускорителе LEP.

Нью-Йорк (Олбани) проводилось в области исследования явления каналирования в кристаллах протонов с импульсом 8 ГэВ на синхрофазотроне ЛВЭ, электронов и позитронов с энергией 10 ГэВ на ускорителе ИФВЭ (Протвино). В основном закончена совместная обработка и анализ экспериментальных данных,

найлены новые особенности в излучении электронов и позитронов при каналировании, не описываемые современными вариантами теории.

Существенный вклад вносят сотрудники университета г.Хельсинки (Финляндия) в обработку материалов с двухметровой водородной камеры "Людмила", облученной в пучке антидейтронов с импульсом 12 ГэВ/с. Проведен просмотр, измерения, обсчет данных на ЭВМ (15% общей статистики) для антидейтрон-дейтронных и антинейтрон-нейтронных взаимодействий.

Продолжалось сотрудничество с ИЯФ (Орсэ, Франция). В течение 1983 года на ускорителе У-400 проводились эксперименты по синтезу 109 элемента, в которых принимали участие химики из ИЯФ. Важным этапом в развитии сотрудничества с научными центрами Франции явился визит в ЛЯР директора Национальной лаборатории проф.К.Детра, с которым обсуждались вопросы постановки совместных экспериментов в Дубне и на "ГАНИЛ"е.

Успешно развивались научные связи и с Центром ядерной спектроскопии и масс-спектрометрии в Орсэ по разработке методов изготовления сверхтонких источников для прецизионной спектрометрии низкоэнергетических электронов.

Развивалось сотрудничество и контакты ученых и специалистов с научными центрами стран-неучастниц ФРГ и СФРЮ. Обсуждение результатов исследований в области физики тяжелых ионов и вопросов постановки экспериментов по синтезу новых элементов в Дубне и Дармштадте (ГСИ, Дармштадт, ФРГ) проводилось на традиционной встрече ведущих ученых ЛЯР и ГСИ в апреле 1983 года.

Группа ученых из ЦЯИ (Страсбург) вносит существенный вклад в обработку взаимодействий релятивистских ядер с водородом, получаемых с помощью однометровой водородной камеры на

синхрофазотроне (обработано 9500 событий). Обработка событий проводится по единой схеме, принятой в сотрудничающих группах физиков. Программисты ЦЯИ вносят весомый вклад в математическое обеспечение эксперимента. В обработке взаимодействий релятивистских ядер с ядрами, получаемых с помощью двухметровой пропановой ка-

меры в уникальных ядерных пучках синхрофазотрона, принимают участие физические группы из университетов индийских городов Чандигар и Варанаси, университета (Титоград) и ИФ (Белград). Ученые этих групп ведут просмотр, измерения и обработку событий по согласованным программам (более 4% общей статистики).



Ярким выражением солидарности интернационального коллектива Объединенного института ядерных исследований с движением сторонников мира во всех странах явилось проведение Недели мира. На снимке: выступление заместителя председателя Советского комитета защиты мира академика Е.М.Примакова на встрече с учеными Института.

СПРАВКА

о развитии международного сотрудничества и связей Объединенного института ядерных исследований за период 1973-1983 гг.

№№ пп	Вид сотрудничества	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983
1.	Количество командировок специалистов из стран-участниц ОИЯИ (без совещаний, но с учетом приездов по контрактам)	684	826	1026	1079	1078	1010	1095	1216	1260	1284	1607
2.	Количество командировок специалистов ОИЯИ в страны-участницы (без учета выездных совещаний ОИЯИ)	417	426	474	508	525	502	550	558	554	486	505
3.	Количество научных, методических и научно-организационных совещаний	39	38	42	39	48	49	44	40	41	45	40
4.	Количество командировок на международные конференции и в научные центры стран-неучастниц	140	112	131	130	135	111	111	109	130	117	105
5.	Количество приездов специалистов из стран-неучастниц	157	206	250	321	226	188	164	93	121	111	108
6.	Количество стипендиатов ОИЯИ	17	8	11	13	9	9	9	7	8	7	4

ПЕРЕЧЕНЬ

научных и научно-организационных совещаний,
проведенных Объединенным институтом ядерных исследований
в 1983 году

№ пп	Название совещания	Время проведения	Место проведения	Количество участников
<i>I. Симпозиумы, школы, совещания</i>				
1.	Международная школа-семинар по физике тяжелых ионов	14-21 апреля	Алушта, СССР	154
2.	Международная школа ОИЯИ-ЦЕРН по физике	5-18 июня	Табор, ЧССР	140
3.	XI Международный симпозиум по ядерной электронике	6-13 сентября	Братислава, ЧССР	181
4.	Совещание по проблемам математического моделирования, программированию и математическим методам решения физических задач	20-23 сентября	Дубна	150
<i>II. Рабочие совещания</i>				
5.	Совещание по нейтринному калориметру	17-19 января	Дубна	58
6.	Совещание по программе экспериментов на встречных пучках	8-10 февраля	Дубна	48
7.	Совещание по созданию установки ГИБС	15-17 марта	Дубна	43
8.	Совещание по исследованиям на установке БИС-2	22-24 марта	Дубна	65
9.	Совещание по исследованиям на установке "Людмила"	29-31 марта	Дубна	44
10.	Совещание по исследованиям на 1-метровой водородной камере	10-12 мая	Дубна	22
11.	Совещание по исследованиям на 2-метровой пропановой камере	31 мая- 2 июня	Дубна	57
12.	Совещание по проблемам излучения и детектирования гравитационных волн	7-9 июня	Дубна	56
13.	Совещание по исследованию взаимодействий ядер ^{22}Ne с ядрами эмульсии	14-16 июня	Дубна	31

14. Совещание по совместному ОИЯИ-ЦЕРН мноонному эксперименту	30 июня - 2 июля	Дубна	30
15. Совещание по ускорительному комплексу тяжелых ионов	6-8 сентября	Дубна	65
16. Совещание по исследованиям на установке БИС-2 и 2-метровой пропановой камере	23-28 сентября	Варна, НРБ	59
17. Совещание по полупроводниковым детекторам	4-6 октября	Дубна	52
18. Совещание экспертов-патентоведов стран-участниц ОИЯИ	25-27 октября	Дубна	39
19. Совещание по исследованиям на установке МИС	25-27 октября	Дубна	50
20. Совещание по исследованиям на установке АЯКС-СИГМА	1-3 ноября	Дубна	40
21. Совещание по исследованию неупругих адрон-ядерных столкно- вений и поиску новых частиц	14-18 ноября	Бухарест, СРР	17
22. Совещание по исследованиям на установке РИСК	15-17 ноября	Дубна	50
23. Совещание по научным результатам исследований и развитию аппаратуры на установке ГИПЕРОН	22-24 ноября	Дубна	52

III. Научно-организационные совещания

24. 53 сессия Ученого совета ОИЯИ и его секций по физике высоких энергий, физике низких энергий и теоретической физике	11-15 января	Дубна	178
25. Комитет Полномочных Представителей стран-участниц ОИЯИ	1-3 марта	Дубна	75
26. Камерный комитет	5-7 апреля	Дубна	31
27. Фотоэмульсионный комитет	5-7 апреля	Дубна	35
28. Комитет по электронным экспериментам	5-7 апреля	Дубна	29
29. Комитет по физике тяжелых ионов	7-8 апреля	Дубна	30
30. Комитет по структуре ядра	12-14 апреля	Дубна	32
31. Комитет по нейтронной физике	12-14 апреля	Дубна	28
32. 54 сессия Ученого совета ОИЯИ и его секций по физике высоких энергий, физике низких энергий и теоретиче- ской физике	24-27 мая	Дубна	174
33. Совещание Контрольной комиссии Финансового комитета	14-17 июня	Дубна	12
34. Комитет по структуре ядра	11-13 октября	Дубна	30
35. Комитет по физике тяжелых ионов	11-13 октября	Дубна	30

36. Комитет по нейтронной физике	18-20 октября	Дубна	35
37. Камерный комитет	18-20 октября	Дубна	28
38. Фотоэмульсионный комитет	18-20 октября	Дубна	30
39. Комитет по электронным экспериментам	18-20 октября	Дубна	30
40. Заседание Финансового комитета	15-18 ноября	Дубна	20

ПЕРЕЧЕНЬ

международных и национальных конференций, симпозиумов, совещаний и школ, в которых принимали участие специалисты Объединенного института ядерных исследований в 1983 году

№ пп	Наименование	Место проведения	Время проведения	Количество участников
---------	--------------	---------------------	---------------------	--------------------------

1. В странах-участницах Института

1. Совещание по сверхвысоким энергиям и множественным процессам	Бакуриани, СССР	22-31 января	6
2. Международная школа по рассеянию нейтронов в конденсированных средах	Штадт Велен, ГДР	31 января - 4 февраля	3
3. Зимняя школа по операционным системам	Вышеград, ВНР	31 января - 5 февраля	1
4. Всесоюзная конференция "Математические методы распознавания образов"	Звенигород, СССР	7-11 февраля	1
5. II Всесоюзное рабочее совещание по избранным проблемам статистической физики	Москва, СССР	8-10 февраля	12
6. XIX Зимняя школа по теоретической физике	Карпач, ПНР	14-26 февраля	2
7. XV Международный семинар по физике низких энергий	Ржеж, ЧССР	28 февраля - 4 марта	3
8. Симпозиум по физике радиационной защиты	Гауссиг, ГДР	7-11 марта	2
9. XII Симпозиум по физике и технике низких температур	Сибенлен, ГДР	14-18 марта	3
10. Совещание по использованию ядерных методов анализа в аналитической химии	Дрезден, ГДР	11-15 апреля	2
11. Международный симпозиум "КАМАК-83"	Варшава, ПНР	12-14 апреля	2

12. Всесоюзная школа "Частицы и космология"	Баксан, СССР	15-23 апреля	2
13. Семинар "Алгоритмы и программные комплексы численного анализа"	Тбилиси, СССР	18-22 апреля	2
14. XXXIII Совещание по ядерной спектроскопии и структуре атомного ядра	Москва, СССР	19-22 апреля	38
15. XIII Симпозиум по электронной структуре металлов и сплавов	Гауссиг, ГДР	2-7 мая	2
16. XIII Симпозиум по автордиографии	Табор, ЧССР	2-5 мая	1
17. Международная школа по комплексному анализу	Варна, НРБ	2-10 мая	1
18. Всесоюзный семинар по физике и технике интенсивных источников ионов и ионных пучков	Киев, СССР	10-13 мая	4
19. V Международный симпозиум по малоугловому рассеянию рентгеновских лучей	Фитгест, ГДР	16-18 мая	1
20. Всесоюзная школа молодых ученых "Численные методы решения задач математической физики"	Львов, СССР	26 мая - 4 июня	2
21. XI Краковская школа по теоретической физике	Закопане, ПНР	29 мая - 11 июня	2
22. XIII Совещание по физике взаимодействия заряженных частиц с кристаллами	Москва, СССР	30 мая - 1 июня	4
23. VIII Всесоюзный семинар по линейным ускорителям	Харьков, СССР	31 мая - 2 июня	1
24. Международная конференция по физике высоких энергий	Балатонфюред, ВНР	6-11 июня	4
25. Семинар "Электромагнитные взаимодействия адронов в резонансной энергии"	Харьков, СССР	7-9 июня	2
26. V Европейская школа по вычислительной технике	Бехин, ЧССР	21-30 июня	3
27. V Рабочий семинар "Процессы с большими поперечными импульсами в адронных взаимодействиях"	Протвино, СССР	21-23 июня	2
28. Международная школа по машинной графике	Патинце, ЧССР	27 июня - 1 июля	3
29. II Совещание по полупроводниковым детекторам ядерного излучения на широкозонных материалах	Новосибирск, СССР	28-30 июня	1
30. III Всесоюзная конференция "Диалог человек - ЭВМ"	Протвино, СССР	5-7 июля	12
31. Международный семинар по физике высоких энергий и теории поля	Протвино, СССР	11-17 июля	15

32. Семинар "Автоматизация проектирования программ и аппаратуры микро-процессорных систем"	Минск, СССР	12-15 июля	2
33. Варшавский конгресс математиков	Варшава, ПНР	16-24 августа	1
34. Международная школа по теоретическим аспектам критических явлений	Брашов, СРР	25 августа - 7 сентября	3
35. Международная конференция по магнетизму редких земель и актинидов	Бухарест, СРР	1-4 сентября	1
36. Межрегиональные курсы МАГАТЭ по нейтронной физике и ядерным данным	Ташкент, СССР	5-16 сентября	1
37. Международная школа по ядерной физике	Миколайки, ПНР	5-17 сентября	3
38. Совещание "Квантовая гравитация и калибровочные поля"	Москва, СССР	5-7 сентября	3
39. VI Международная школа по физике атомного ядра, нейтронной физике и ядерной энергетике	Варна, НРБ	12-21 сентября	8
40. III Всесоюзное совещание по диагностике высокотемпературной плазмы	Дубна, СССР	12-16 сентября	12
41. Международный симпозиум по переходному излучению частиц высоких энергий	Ереван, СССР	13-15 сентября	4
42. Международный семинар по спиновым явлениям в физике высоких энергий	Протвино, СССР	14-17 сентября	9
43. II Международная конференция по операторным алгебрам, идеалам и их применению в теоретической физике	Лейпциг, ГДР	25 сентября - 2 октября	3
44. IV Школа по физике радиационных повреждений твердого тела	Алушта, СССР	25 сентября - 5 октября	2
45. Международная конференция по ионной имплантации	Вильнюс, СССР	26-29 сентября	2
46. Всесоюзная конференция "Физика высоких энергий и квантовая теория поля"	Орджоникидзе, СССР	27-29 сентября	5
47. Международная конференция по применению эффекта Мессбауэра	Алма-Ата, СССР	26 сентября - 1 октября	2
48. Симпозиум по электронной технологии	Будапешт, ВНР	28-30 сентября	2
49. Первый конгресс болгарских физиков	София, НРБ	28 сентября - 1 октября	7
50. Школа-семинар "Методы решения некорректных задач и их приложения"	Самарканд, СССР	29 сентября - 6 октября	2

51. VIII Школа по магнитному резонансу	Таллин, СССР	2-6 октября	1
52. Семинар по плазменной электронике	Харьков, СССР	2-5 октября	3
53. VI Конференция по нейтронной физике	Киев, СССР	2-6 октября	38
54. Всесоюзная конференция "Проблема нескольких тел в ядерной физике"	Ленинград, СССР	4-6 октября	11
55. Конференция "Интегральные уравнения в прикладном моделировании"	Киев, СССР	4-6 октября	4
56. Международный симпозиум по теории элементарных частиц	Аренсхооп, ГДР	9-15 октября	2
57. Совещание "Ядернофизические методы элементного анализа"	Москва, СССР	10-12 октября	15
58. II Совещание международной рабочей группы по нелинейным и турболинейным процессам в физике	Киев, СССР	10-25 октября	5
59. XXI Международная конференция по физике и технике низких температур	Варна, НРБ	11-14 октября	6
60. Совещание по модельным информационно-вычислительным системам	Иркутск, СССР	11-13 октября	2
61. IX Международный семинар по фактографической информации в области науки и техники	Москва, СССР	17-21 октября	1
62. III Симпозиум по микропроцессорам, микрокомпьютерам и их применению	Будапешт, ВНР	18-21 октября	3
63. Школа по когерентной оптике и голографии	Минск, СССР	5-13 ноября	1
64. Международная конференция "Структура адронов-83"	Смоленце, ЧССР	14-18 ноября	3
65. Рабочее совещание по эксперименту E-564	София, НРБ	14-19 ноября	1
66. Всесоюзная конференция "Методы и микрорезонансные средства цифрового преобразования и обработки сигналов"	Рига, СССР	15-17 ноября	2
67. I Семинар "Методы и программы расчета ядерных реакторов"	Москва, СССР	15-18 ноября	4
68. XIII Симпозиум по взаимодействию быстрых нейтронов с ядрами	Гауссиг, ГДР	21-25 ноября	4
69. Научно-техническое совещание "Разработка и применение специализированных масс-спектрометрических установок"	Москва, СССР	28 ноября - 1 декабря	3
70. Совещание "Проблемы детектирования элементарных частиц сверхвысоких энергий"	Звенигород, СССР	1-3 декабря	3
71. II Совещание по вторичному электронному излучению	Ленинград, СССР	6-8 декабря	3

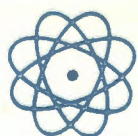
72. III Международный семинар по машинному переводу	Москва, СССР	6-8 декабря	5
73. Всесоюзный симпозиум по вычислительной томографии	Новосибирск, СССР	19-23 декабря	1
74. Международная зимняя школа по локализации в неупорядоченных системах	Ионсбах, ГДР	5-9 декабря	1

II. Конференции в странах-неучастницах

1. V Северное совещание по ядерной физике средних и высоких энергий	Гейло, Норвегия	10-14 января	1
2. Международное совещание по основным свойствам ядер и ядерным возбуждениям	Хиршегг, Австрия	17-22 января	2
3. Международный симпозиум по математическим проблемам в статистической физике	Рим, Италия	17-25 февраля	1
4. Национальная конференция по ускорителям частиц	Санта-Фе, США	21-23 марта	2
5. III Генеральная конференция по физике конденсированных сред	Лозанна, Швейцария	20-23 марта	1
6. Международный симпозиум по реакциям с легкими ионами	Осака, Япония	16-20 мая	2
7. Международная конференция по физике высоких энергий	Брайтон, Великобритания	20-27 июля	8
8. Международный симпозиум по лептон-фотонным взаимодействиям	Итака, США	4-9 августа	1
9. XII Международная конференция по ускорителям высоких энергий	Батавия, США	11-16 августа	3
10. X Международная конференция по проблемам нескольких тел в физике	Карлсруэ, ФРГ	21-27 августа	3
11. XVI Международная конференция по явлениям в ионизированных газах	Дюссельдорф, ФРГ	29 августа - 3 сентября	1
12. Международная конференция по ядерной физике	Флоренция, Италия	29 августа - 3 сентября	6
13. XI Европейская конференция по физике и химии сложных ядерных реакций	Отранс, Франция	5-9 сентября	2
14. Международный симпозиум "Высоково-возбужденные состояния и структура ядра"	Орсэ, Франция	5-8 сентября	2
15. VIII Международная конференция по магнитной технологии	Гренобль, Франция	5-9 сентября	3
16. I Международная конференция по химии и технологии лантанидов и актинидов	Венеция, Италия	5-10 сентября	1

17. IX Международный симпозиум по микропроцессорам и микропрограммированию	Мадрид, Испания	14-16 сентября	2
18. XIX Международная школа по физике элементарных частиц	Дубровник, СФРЮ	18 сентября - 2 октября	1
19. Участие в заседании Оргкомитета школы ЦЕРН-ОИЯИ 1985 года	Урбино, Италия	23 30 октября	2
20. Рабочее совещание "Фундаментальная физика на реакторах"	Гренобль, Франция	7-9 ноября	2

НАУЧНАЯ ИНФОРМАЦИЯ



Издательский отдел

Издательский отдел в 1983 году выпустил в свет 909 наименований брошюр - сообщений и препринтов ОИЯИ. Количество изданных служебных материалов составило 281 наименование. Общий объем всех изданий - 1519 учетно-издательских листов.

Увидели свет 8 сборников трудов со-вещаний и конференций, организованных Объединенным институтом.

В редакции научных журналов, на конференции, симпозиумы в 1983 году направлено 1023 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.

Научно-техническая библиотека

В 1983 году число читателей научно-технической библиотеки и ее филиалов составило 6250 человек, в том числе около 800 человек, прибывших в ОИЯИ в командировки. Количество выданной за год литературы и просмотренной на выставках новых поступлений - около 400 тысяч экземпляров. По заказам читателей получено по межбиблиотечному

В 51 страну мира рассылались публикации Дубны. 15 новых адресов появилось 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 1982 год и отчет о деятельности ОИЯИ за 1982 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 450 тысяч копий.

Выполнялись заказы на переплетные работы - переплетено около 7 тысяч томов. Для обработки экспериментальной информации и других целей изготовлено более миллиона различных бланков.

абонементу (МБА) 1956 названий книг и журналов. Выполнено 1080 читательских заявок, поступивших из библиотек Советского Союза.

По всем источникам комплектования (покупка, подписка, книгообмен) в 1983 году поступила 19065 экземпляров книг, препринтов, периодических

изданий, в том числе свыше 8 тысяч на иностранных языках. Продолжалась работа по очистке фонда от устаревшей и мало используемой литературы, списано за прошедший год более 12 тысяч экземпляров.

На 1 января 1984 года библиотечный фонд составляет 382411 единиц, из них свыше 154 тысяч на иностранных языках.

Все поступившие издания своевременно обрабатывались и отражались в центральном каталоге и в каталогах филиалов. Введено около 19 тысяч карточек на новые поступления, изъято 11638 карточек на списанную литературу из всех каталогов библиотеки. Пополнились новыми публикациями тематические картотеки - введено 32760 карточек. Картотека публикаций сотрудников Института пополнилась 5863 карточками на новые публикации. Подготовлен и издан Указатель работ сотрудников ОИЯИ за 1982 год, часть 22.

В 1983 году библиотекой подготовлены и изданы 3 указателя библиографий трудов академиков Бруно Понтекорво, Г.Н.Флерова и члена-корреспондента АН СССР В.П.Джелепова к семидесятилетию со дня их рождения.

Еженедельно выпускались экспресс-бюллетени о новых поступлениях библиотеки: "Книги", "Препринты", "Статьи", выпущено 156 номеров, включивших новую информацию на 23931 названий. Напечатано 76 списков на журналы, поступившие в библиотеку.

Еженедельно обновлялись выставки новых поступлений книг, препринтов, на которых представлено 8157 новых названий, поступивших в научно-техническую библиотеку.

Организовано 6 тематических выставок литературы, в том числе юбилейная выставка памяти чл.-корр. АН СССР Д.И.Блохинцева к 75-летию со дня рождения.

ОБМЕН ИЗДАНИЯМИ

Всего за год в научно-техническую библиотеку ОИЯИ поступило в порядке обмена 10081 публикаций из 44 стран, в том числе из ЦЕРНа 2172. В порядке обмена в НТБ бесплатно поступают научные журналы из 22 стран (132 названия), монографий 276 названий.

Конкретное количество поступлений показывает следующая таблица:

Наименование страны	Препринты	Журналы	Книги
<i>Страны-участники ОИЯИ</i>			
Болгария	4	8	4
Венгрия	168	5	2
ГДР	149	4	1
Куба		1	
Польша	95	10	3
Румыния	55	15	23
СССР	2370	32	130
Чехословакия	13	11	3
<i>Другие страны и международные организации</i>			
Австралия	41	1	
Австрия	20	3	35
Алжир	5		
Бангладеш	1		
Бельгия	22	5	1
Бразилия	167		
Великобритания	249	1	1
Венесуэла	4		
Греция	6		
Дания	66	1	3
Евратом		1	
Западный Берлин	33		
Израиль	26		
Индия	50	5	8
Ирландия	19		
Исландия	1		
Испания	28		
Италия	477	1	1
Канада	194		
Малазия	1		
Мексика	3		
Нидерланды	30		2
Норвегия	12		
Португалия	8		
США	1735	6	27
Турция	3		
Финляндия	107		
Франция	430	5	5
ФРГ	764	7	4
Чили	7		
Швейцария	84		
ЦЕРН	2172	2	18
Швеция	65		
Югославия	1	1	1
Япония	396	7	4

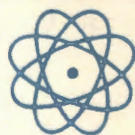
Патентный отдел

ЗАЩИТА И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЙ

РАЦИОНАЛИЗАТОРСКИЕ ПРЕДЛОЖЕНИЯ

	1983	1958-1983		1983	1958-1983
Получено положительных решений по заявкам на изобретения	57	921	Использовано ра- ционализаторских предложений	776	11315
Использовано изобретений	28	463	Экономический эффект от ис- пользования изобретений и рацпредложений (в тыс.руб.)	262,0	2324,7

**АДМИНИСТРАТИВНО-
ХОЗЯЙСТВЕННАЯ
ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ**



КАДРЫ

Численность сотрудников Объединенного института ядерных исследований на 31 декабря 1983 года составила 7361 человек.

Распределение по категориям показано в таблице:

Категория работников	Численность		Всего
	в лаборат. и управл.	в производств. подразд.	
Научные работники	1137	-	1137
Инженеры	1640	257	1897
Техники и мастера	231	156	387
Рабочие	1902	1450	3352
Служащие	275	208	483
Младший обслуживающий персонал	19	61	80
Ученики	7	18	25
Итого	5211	2150	7361

В Объединенном институте ядерных исследований работают 5 академиков: Н.Н.Боголюбов, А.М.Балдин, Б.М.Понтекорво, Г.Н.Флеров, И.М.Франк, 5 чле-

нов-корреспондентов академий наук: Н.Н.Говорун, В.П.Джелепов, И.Звара, М.Г.Мещеряков, Д.В.Ширков, 150 докторов наук, 541 кандидат наук.

В 1983 году принято 863 человека, из них: научных работников 236, инженеров 138, техников и мастеров 25, рабочих 348, учеников 32, служащих 66, младшего обслуживающего персонала 18 человек.

Уволено из ОИЯИ за этот же период в связи с окончанием срока работы и по другим причинам - 843 человека.

В течение года учеными и научно-техническими советами ОИЯИ избраны на должности на новые сроки 135 научных сотрудников. Присвоены ученые звания: младшего научного сотрудника - 29 сотрудникам, научного сотрудника - 2 сотрудникам и старшего научного сотрудника - 24 сотрудникам, профессора - 4 сотрудникам.

В течение 1983 года защитили кандидатские диссертации 33 сотрудника, докторские - 18.

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 1983 год ассигновал 46,0 млн. руб.

Наименование разделов	Ассигнование на год (в млн.руб.)	Фактические расходы	
		за год (в млн.руб.)	% к плану
I. Административно-управленческие и хозяйственные расходы	7,2	6,9	95,0
II. Расходы на научно-исследовательскую деятельность	22,9	21,9	96,4
Итого по основной научной деятельности	30,0	28,8	96,1
III. Капитальные вложения на строительство научно-исследовательских и других объектов	16,0	17,1	106,5
Всего	46,0	45,9	99,7

Фактические расходы за год составили 45,9 млн.руб., или 99,7% по отношению к годовым ассигнованиям.

Проблемно-тематический план научно-исследовательских работ за 1983 год выполнен в полном объеме, в сметной

стоимости и по номенклатуре. Фактические расходы составили 28,8 млн.руб., или 96,1% к сметной стоимости. Достигнута экономия 1,2 млн.руб.

Распределение бюджета по разделам приведено в таблице.

КАПИТАЛЬНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО

Затраты на капитальное строительство научно-исследовательских и других объектов планировалось в сумме

16,0 млн.руб. Выполнение годового плана капитального строительства показано в таблице:

Структура капитальных вложений	Годовой план (в млн.руб.)	Фактическое выполнение (в млн.руб.)	% выполнения
Всего капитальных вложений, в том числе:	16,0	17,1	106,5
1. Строительно-монтажные работы	3,2	2,4	75,0
2. Оборудование и инвентарь	12,3	14,1	115,5
3. Проектно-изыскательские и прочие затраты	0,5	0,6	120,0
Ввод в действие основных средств (фондов)	14,8	15,7	106,1

ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

В составе ОИЯИ находятся производственные, вспомогательные и обслуживающие подразделения.

Деятельность этих подразделений за 1983 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.	13,1	13,3	101,5
2. Результаты финансово-хозяйственной деятельности в млн.руб.	0,3	1,2	
3. Затраты на один рубль готовой продукции, выполненных работ и оказанных услуг (в копейках)	0-97,6	0-91,1	
4. Численность работающих	2270	2162	