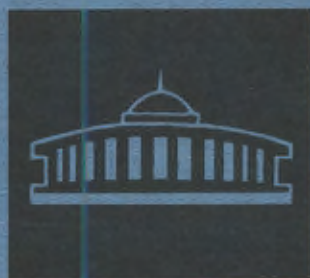


ДУБНА · 1982

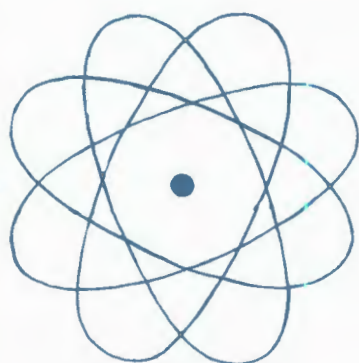
ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ



JOINT INSTITUTE FOR NUCLEAR RESEARCH

1982 · DUBNA

**ОТЧЕТ
О ДЕЯТЕЛЬНОСТИ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ**



ЕЖЕГОДНОЕ ИЗДАНИЕ

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ РУКОВОДЯЩИХ И КОНСУЛЬТАТИВНЫХ ОРГАНОВ ОИЯИ	6
Премии ОИЯИ за 1981 год	11
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЕ РАБОТЫ, ВЫПОЛНЕННЫЕ ЛАБОРАТОРИЯМИ ОИЯИ В 1982 ГОДУ	13
Лаборатория теоретической физики	14
Лаборатория высоких энергий	22
Лаборатория ядерных проблем	32
Лаборатория ядерных реакций	42
Лаборатория нейтронной физики	58
Лаборатория вычислительной техники и автоматизации	72
Отдел новых методов ускорения	82
ОБЩЕИНСТИТУТСКИЕ СЛУЖБЫ	
Отдел радиационной безопасности и радиационных исследований	90
Опытное производство	91
МЕЖДУНАРОДНЫЕ СВЯЗИ И НАУЧНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО	93
НАУЧНАЯ ИНФОРМАЦИЯ	
Издательский отдел	116
Научно-техническая библиотека	116
Патентный отдел	118
АДМИНИСТРАТИВНО-ХОЗЯЙСТВЕННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ	119

ВВЕДЕНИЕ

В 1982 году интернациональным коллективом ученых Объединенного института проведены теоретические и экспериментальные исследования в широкой области физики элементарных частиц и атомного ядра. Успешно выполнен план научно-исследовательских работ, получены новые интересные научные и научно-методические результаты.

В истекшем году Государственным комитетом по делам открытий и изобретений при Совете Министров СССР зарегистрированы два открытия, сделанные с участием сотрудников ОИЯИ: "Свойство одноэлектронных атомов в кристаллических полупроводниках быть глубокими донорами" и "Явление квантовой некогерентной диффузии положительных мю-мезонов в твердом веществе".

Теоретиками Института развит единый подход к исследованию высокоэнергетических упругих адронных процессов, позволивший впервые правильно предсказать положение дифракционного минимума в мезон-протонном рассеянии. Рассмотрены эффекты сил, приводящие к конфайнменту при прохождении быстрого адрона через ядерное вещество. В рамках такой модели объясняется кумулятивный эффект для импульсов вылетающих частиц с энергией 500 МэВ. Вскрыта общая для различных областей физики природа свойства функциональной автомодельности, лежащая в основе ренормгруппы в квантовой теории поля. Найдена еще одна суперсимметричная теория, в которой сокращаются ультрафиолетовые расходимости. Проведено дальнейшее развитие квази-частично-фононной модели ядра. Разработана теория вибрированных состояний в нечетных деформированных ядрах с учетом влияния принципа Паули. Разработана теория сильной связи нуклонного и кваркового каналов в ядрах. Развита идея о многокварковых системах в ядрах и кварк-партонная картина глубоко не-

пругого рассеяния частиц высокой энергии ядрами. Развита теория структурных и магнитных фазовых переходов в перовскитовых структурах, кинетическая теория параметрического воздействия электромагнитного излучения большой мощности на кристаллы.

В исследованиях по релятивистской ядерной физике на синхрофазотроне подробно изучены характеристики взаимодействия легких ядер с ядрами углерода и тантала при 4,2 ГэВ/с/нуклон. Выяснено, что существенная часть пионов и протонов образуется в кумулятивных процессах. При изучении π^-N -взаимодействий обнаружены данные, указывающие на увеличение вклада многокварковых взаимодействий. Из анализа фрагментации дейтрона в протон на мишени из углерода получена оценка примеси шестикварковой компоненты в волновой функции дейтрона. Исследования на синхрофазотроне и серпуховском ускорителе обширного класса систем, состоящих из частиц ядер, показали отсутствие резонансно-подобных состояний с гиперзарядом от 2 до 6. При этом обнаружены резонансные состояния в системах частиц $A_p, A_p\pi, \Sigma\pi K$ и др., подтверждающие справедливость кварковых моделей.

В экспериментах, проводимых на пучках серпуховского ускорителя, получены новые данные по ранее обнаруженному очарованному бариону Λ_c^+ . Найдена его новая мода распада $\Lambda_c^+ \rightarrow \Lambda \pi^+ \pi^+ \pi^-$. Сечение образования Λ_c^+ при серпуховских энергиях близко к величине сечения его образования при 400 ГэВ. В экспериментах по изучению комптон-эффекта на пионе обнаружено явление поляризуемости пи-мезона в электромагнитном поле и впервые измерена структурная константа поляризуемости пиона $a_\pi = (6,8 \pm 1,4) \cdot 10^{-43} \text{ см}^3$. При исследовании поляризации в обменном пион-протонном рассеянии с образованием η -мезона об-

наружена заметная поляризация $\langle p \rangle = -0,24 \pm 0,08$, что противоречит существующим теоретическим моделям. Продолжались исследования свойств ранее обнаруженных в экспериментах на установке МИС возбужденных состояний π -мезона. Определены масса и ширина возбужденного состояния пиона в волне O^-S : $m_{\pi^*} = (1208 \pm 21)$ МэВ и $\Gamma_{\pi^*} = (336 \pm 46)$ МэВ.

При анализе результатов, полученных в эксперименте NA-4 на ускорителе ЦЕРНа, обнаружена асимметрия во взаимодействии μ^+ и μ^- , предсказанная теорией электрослабых взаимодействий. Получена величина изомультиплетного заряда мюона, доказывающая, что мюон является правовинтовым синглетом.

Новые интересные данные получены о резонансном характере нарушения пространственной четности для поляризованных нейтронов. Экспериментальные результаты, полученные для четырех резонансов различных ядер, указывают на универсальность явления усиления нарушения четности в компаунд-состояниях ядер. Исследования угловой анизотропии рассеяния нейтронов в широком интервале энергий позволили надежно определить силовые функции для S - и p -нейтронов. В эксперименте на импульсном реакторе ИБР-2 получен важный результат, показывающий отсутствие в природе аксиона легкой частицы, предсказываемой в современных вариантах единой теории взаимодействий.

На пучках тяжелых ионов ускорителя У-400 в экспериментах по синтезу изотопов 108 и 109 элементов в реакции $Pb, Bi(^{58}Fe, n)$ определены граничные значения сечений, составившие $\sim 10^{-35}$ и $\sim 5 \cdot 10^{-36}$ см² соответственно. Продолжался поиск спонтанно делящихся сверхтяжелых элементов с чувствительностью 10^{-13} г/г в месторождениях редких металлов. С помощью магнитного спектрометра изучена высокоэнергетическая часть спектра заряженных частиц и показано, что во всех изученных реакциях образуются частицы с энергией, близкой к кинематическому пределу.

В области создания и развития базовых установок Института следует отметить успешное проведение работ по про-

грамме второго этапа энергетического пуска ИБР-2. Достигнута средняя мощность реактора 2 МВт. На синхрофазотроне реализовано ускорение ионов изотопа ^{22}Ne до энергии 73 ГэВ. В завершающую фазу вступили работы по реконструкции синхроциклотрона в высокоточный фазотрон. В рамках создания коллективного ускорителя КУТИ-20 проведен запуск и получены проектные параметры электронного ускорителя СИЛУНД-20, а также комплексный запуск новой камеры адгезатора. Выполнен комплекс работ по переводу У-400 с временных схем и систем обеспечения на постоянные. Полностью освоена и широко используется всеми лабораториями ОИЯИ ЭВМ ЕС-1060.

Дальнейшее развитие получили прикладные исследования. Разработаны методики γ -активационного анализа образцов на содержание ртути, таллия и ряда других элементов. Определена радиочувствительность растительных клеток к воздействию нейтронов и гамма-излучения. С помощью установки ИНСТРОН проведены эксперименты по изучению влияния дозы облучения и сорта ионов на предел текучести никеля. Совершенствовалась технология изготовления ядерных фильтров для микро- и ультрафильтрации. Проведена комплексная проверка методики повышения урожайности картофеля, использующей предпосадочную магнитную обработку посевного материала.

Объединенный институт осуществлял широкое международное научно-техническое сотрудничество с научными центрами стран-участниц ОИЯИ и других стран, а также с международными организациями. Для проведения совместных работ и участия в совещаниях Дубну посетило 1395 специалистов из многих стран. Для этих же целей выезжали в страны-участницы и другие страны 603 сотрудника ОИЯИ. Институт был организатором трех крупных научных и 42 рабочих и научно-организационных совещаний. Специалисты ОИЯИ приняли участие в работе 79 международных и национальных конференций, симпозиумах и школах, проводившихся в различных странах.



Н.Н. Боголюбов
Директор Объединенного института
ядерных исследований.

ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ РУКОВОДЯЩИХ И КОНСУЛЬТАТИВНЫХ ОРГАНОВ ОИЯИ

LI сессия Ученого совета Объединенного института ядерных исследований состоялась 14 января 1982 года. Члены Ученого совета заслушали информацию о выполнении решений XLIX и L сессий Ученого совета, доклад о ходе выполнения плана-графика создания и развития экспериментальных и базовых установок ОИЯИ, информацию о работе секций Ученого совета ОИЯИ по физике высоких энергий и по физике низких энергий; доклады о кадрах специалистов из стран-участниц ОИЯИ, об итогах международного сотрудничества и связях ОИЯИ за 1981 год и планах на 1982 год; информацию об итогах IV Совещания по использованию новых ядерно-физических методов для решения научно-технических и народнохозяйственных задач (Дубна, октябрь 1981 г.). На заседании Ученого совета ОИЯИ с научными докладами выступили академик А.А. Логунов и член-корреспондент АН СССР Д.В. Ширков. Ученый совет одобрил научно-исследовательскую деятельность лабораторий и ОНМУ в 1981 году; утвердил проблемно-тематический план научно-исследовательских работ и международного сотрудничества ОИЯИ на 1982 год, определил важнейшие научно-исследовательские задачи Института на 1982 год.

Состоялись выборы на должности директоров и заместителей директоров лабораторий и начальника ОНМУ.

Комитет Полномочных Представителей правительств стран-участниц ОИЯИ на совещании 6-7 апреля 1982 года одобрил работу Института по выполнению плана научно-исследовательских работ и международного сотрудничества в 1981 году и утвердил решения L и LI сессий Ученого совета ОИЯИ по результатам научных исследований, выполненных лабораториями и отделами Института в 1981 году, а также план научно-исследователь-

ских работ и международного сотрудничества на 1982 год, принятый LI сессией Ученого совета. Комитет утвердил решения LI сессии Ученого совета по итогам международного сотрудничества ОИЯИ в 1981 году, планам проведения научных совещаний на 1982 год и кадрам специалистов из стран-участниц ОИЯИ и отметил целенаправленную деятельность дирекции Института по комплектованию штатов ОИЯИ квалифицированными кадрами из стран-участниц.

Комитет Полномочных Представителей отметил отставание от сроков ввода установки "Ф", комплекса ИБР-2 и ЦВК (здание 134) и постановил сосредоточить усилия дирекций лабораторий и Института на ускорении ввода и освоении незавершенных экспериментальных и базовых установок ОИЯИ.

Комитет Полномочных Представителей постановил считать главными задачами Института в 1982 году:

- решение важнейших научно-исследовательских задач, определенных LI сессией Ученого совета ОИЯИ;
- проведение работ по первой очереди УКТИ;
- проведение работ по программе второго этапа энергетического пуска ИБР-2, освоение реактора для физических исследований;
- окончание монтажных работ, завершение комплексной наладки основных систем установки "Ф" и физический пуск ускорителя;
- дальнейшее освоение У-400, переход на постоянные схемы питания, работы по созданию системы каналов выведенного пучка;
- ввод в нормальный эксплуатационный режим ЭВМ ЕС-1060;
- эффективное использование экспериментальных установок ОИЯИ в проведении исследований на базовых установках ОИЯИ, в ИФВЭ (Протвино) и др.

Комитет Полномочных Представителей утвердил представленный дирекцией Института отчет об исполнении бюджета за 1980 год, протокол Финансового комитета ОИЯИ от 10-11 ноября 1981 года и принял к сведению информацию дирекции Института об исполнении бюджета Института за 1981 год. Комитет обязал дирекцию ОИЯИ усилить работу по улучшению финансово-хозяйственной деятельности Института, особенно по мобилизации внутренних ресурсов и вовлечению их в хозяйственный оборот, а также обеспечить действенный контроль за экономным расходованием средств по назначению.

ЛП сессия Ученого совета ОИЯИ (3-5 июня 1982 года) приняла к сведению проект проблемно-тематического плана научно-исследовательских работ и международного сотрудничества лабораторий ОИЯИ на 1983 год, одобрила проект планов проведения основных научных совещаний ОИЯИ и командирования специалистов ОИЯИ на международные и национальные конференции, симпозиумы, школы и совещания в 1983 году с учетом внесенных дополнений и изменений. Ученый совет одобрил деятельность секций Ученого совета по физике высоких и низких энергий, а также их комитетов.

На сессии с научными докладами выступили академик Б.М.Понтекорво, профессор А.А.Тяпкин, доктор физико-математических наук Г.В.Ефимов, главный инженер ИБР-2 В.Д.Ананьев и кандидаты физико-математических наук Э.Сокачев, В.П.Алфименков, К.Родригес, М.Ф.Лихачев, Б.А.Шахбазян.

Ученый совет утвердил решение жюри о присуждении премий ОИЯИ за лучшие работы, выполненные в 1981 году.

Состоялись выборы на должности директора и заместителей директоров лабораторий.

На заседании 15 января секции Ученого совета ОИЯИ по теоретической физике заслушан отчет о выполнении решений XIV и XV сессий секций, одобрен предложенный дирекцией ЛТФ план научно-исследовательских работ на 1982 год и отмечена успешная работа коллектива теоретиков Института. На XVI сессии секции с научными докладами выступили профессор Е.П.Жидков, доктора физико-математических наук М.К.Волков, П.С.Исаев, В.К.Лукиянов, кандидаты фи-

зико-математических наук В.В.Воронов, А.Б.Говорков, Э.М.Ильгенфриц. Участники сессии отметили высокий уровень результатов, полученных теоретиками ОИЯИ в разработке наиболее актуальных проблем физики элементарных частиц, квантовой теории поля, физики атомного ядра и теории конденсированных сред; констатировали успехи теоретиков, непосредственно связанные с экспериментальными программами ОИЯИ и других научных центров, и подчеркнули необходимость дальнейшего укрепления связи теоретических работ с экспериментальными исследованиями лабораторий ОИЯИ.

Секция Ученого совета по физике высоких энергий в 1982 году заседала дважды. На XXXIII сессии секции, состоявшейся 12 января 1982 г., были заслушаны отчеты о выполнении решений XXXII сессии секции, о деятельности специализированных комитетов, доклад о сотрудничестве ОИЯИ с ИФВЭ и о деятельности СНЭО в 1981 году. На секции обсуждались предложения по плану обработки फिल्मовой информации в ЛВТА в 1982 году и отчет о состоянии обработки в 1981 году, доклад о плане использования ЭВМ ЕС-1060 и ее математическом обеспечении, итоги работы Международной конференции по физике высоких энергий (Лиссабон, 1981 г.). Были заслушаны научные доклады об исследованиях, выполненных в лабораториях Института в 1981 году: о поляризационных явлениях в инклюзивных процессах, об источнике "Полярис" для получения пучка поляризованных дейтронов на синхрофазотроне ОИЯИ, о наблюдении комптон-эффекта на пионе и обнаружении радиально-возбужденных состояний пиона.

На XXXIV сессии секции (1-2 июня 1982 г.) были представлены отчет о выполнении решений XXXIII сессии секции, о деятельности специализированных комитетов. На сессии были заслушаны доклады о состоянии разработки сверхпроводящих магнитов УНК, о ходе разработки систем УНК в ОИЯИ и ряд докладов о научных исследованиях, проводимых в лабораториях Института. На заседании секции обсуждались предварительные результаты изучения асимметрии в сечениях глубоко-неупругого рассеяния мюонов разных знаков, доклад о развитии методики электронных координатных детекторов в ОИЯИ.

Специализированные комитеты - комитет по электронным экспериментам, камерный и фотоэмульсионный - заслушали на своих заседаниях 13-15 апреля и 13-15 октября отчеты руководителей тем о ходе работ по проектам. Был рассмотрен ряд предложений по новым экспериментам. На камерном комитете обсуждено состояние дел в сотрудничестве по обработке пленочной информации, ход выполнения плана обработки пленочной информации в ЛВТА, ход работ по развитию автоматизированной системы математической обработки событий. На заседании комитета по электронным экспериментам обсуждался ряд вопросов, связанных с проведением экспериментов на базовых установках ОИЯИ и в ИФВЭ, ход работ по изготовлению трековых детекторов в Опытном производстве ОИЯИ.

Секция Ученого совета ОИЯИ по физике низких энергий в 1982 году провела свои очередные сессии: XXXIII сессию - 13 января и XXXIV сессию - 1-2 июня. Члены секции заслушали доклады о выполнении решений XXXII и XXXIII сессий, отчеты председателей специализированных комитетов о деятельности и решениях комитетов. На заседаниях секции были обсуждены итоги конференций и совещаний по физике низких энергий, в организации и работе которых приняли участие сотрудники ОИЯИ. На XXXIII сессии были заслушаны и обсуждены научные доклады ведущих ученых из физических центров НРБ, ГДР, СРР и СССР.

На XXXIV сессии были заслушаны научные доклады о наиболее важных ре-

зультатах в фундаментальных и прикладных исследованиях с помощью нейтронов (Лаборатория нейтронной физики), по физике атомного ядра и конденсированных сред (Лаборатория теоретической физики), а также доклады о программе экспериментальных исследований на ускорителе У-400, о ходе работ по созданию коллективного ускорителя КУТИ-20 и об освоении ЭВМ ЕС-1060 в составе ЦВК Института.

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 - на своих очередных сессиях (20-22 апреля и 12-14 октября) обсудили ход выполнения планов научных исследований, международного сотрудничества, отчеты по завершению в 1982 году тематического плана на 1983 год в области физики атомного ядра и конденсированных сред. Комитеты рассмотрели ход работ по энергетическому пуску ИБР-2, совершенствованию У-400, реконструкции синхроциклотрона и сооружению комплекса установок по программе ЯСНАПП-2, по созданию КУТИ-20 и проектированию УКТИ. Значительное внимание было уделено обсуждению научных докладов о последних достижениях ученых ОИЯИ в области физики атомного ядра и конденсированных сред, а также докладов, представленных учеными из физических центров стран-участниц.

ОРГАНЫ УПРАВЛЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО ИНСТИТУТА ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

КОМИТЕТ ПОЛНОМОЧНЫХ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ

Академик Х.Христов (Народная Республика Болгария)
Член-корр. ВАН И.Ланг (Венгерская Народная Республика)
Профессор Нгуен Ван Хъеу (Социалистическая Республика Вьетнам)
Доктор Ф.Гильберт (Германская Демократическая Республика)
Пак Хон Чер (Корейская Народно-Демократическая республика)
О.Л.Кабальеро (Республика Куба)

Академик Н.Содном (Монгольская Народная Республика)
Е.Хмелевски (Польская Народная Республика)
Ш.Опарку (Социалистическая Республика Румыния)
Академик А.М.Петросьянц (Союз Советских Социалистических Республик)
Академик Б.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 И.Златев
профессор М.Совински
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
академик Х.Христов профессор Ж.Желев доцент Ц.Бончев	чл.-корр. ВАН Д.Берени чл.-корр. ВАН Д.Кис профессор Н.Кроо	профессор Дао Вонг Дык Во Дак Банг	академик К.Лянкус профессор К.-Г.Каун профессор Г.Музнопль	Пак Хен Гю профессор Пак Гван О кандидат техн. наук Ке Ен Сун	профессор М.Леонард	доцент Б.Далксурен профессор Д.Чулгэм доктор физико-математ. наук Д.Тувдэндорж	чл.-корр. ПАН Р.Соеновски академик А.Хранкевич	профессор И.Брындуш профессор Д.Барб профессор Г.Семенеску	доктор техн.-чeskих наук А.А.Васильев академик А.А.Логунов кандидат физ.-мат. наук С.И.Федотов	профессор Ю.Дубински доцент Й.Тучек профессор Ч.Шимане*

Секция Ученого совета ОИЯИ по физике высоких энергий
Председатель - профессор И.Златев
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 М.Совински
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.Лийсте

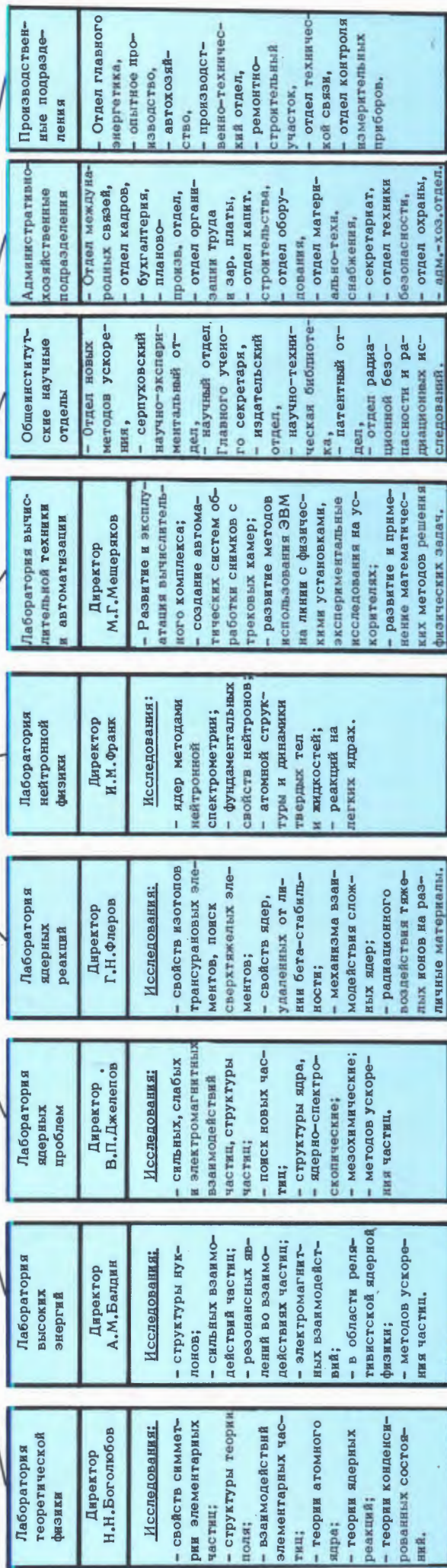
Фотоэмульсионный комитет
Председатель - кандидат физ.-мат. наук М.Хайдук

Комитет по нейтронной физике
Председатель - профессор К.Хенниг

Комитет по структуре ядра
Председатель - доктор физических наук В.Андрейчев

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

**СТРУКТУРА
ОБЪЕДИНЕННОГО ИНСТИТУТА ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ**



ПРЕМИИ ОИЯИ ЗА 1981 ГОД

На соискание премий Объединенного института ядерных исследований за 1981 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 3-5 июня 1982 года присуждены следующие премии:

ПО НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИМ ТЕОРЕТИЧЕСКИМ РАБОТАМ

Первая премия

“Равновесные и кинетические характеристики в динамических системах, взаимодействующих с бозонным полем“.

Авторы: Н.Н.Боголюбов (мл.), В.Н.Плечко, К.Родригес, В.К.Федянин.

Вторая премия

“Нелокальная модель кварков“.

Авторы: М.Динейхан, А.З.Дубничкова, Г.В.Ефимов, М.А.Иванов, Ю.Ю.Лобанов.

ПО НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИМ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫМ РАБОТАМ

Первая премия

“Экспериментальное обнаружение резонансного усиления эффекта несохранения пространственной четности при взаимодействии поляризованных нейтронов с ядрами“.

Авторы: В.П.Алфименков, С.Б.Борзак, Во Ван Тхуан, Ю.Д.Мареев, Л.Б.Пикельнер, Д.Рубин, А.С.Хрыкин, Э.И.Шарапов.

Две вторые премии

1. “Исследование антипротон-протонных взаимодействий при 22,4 ГэВ/с“.

Авторы: Б.В.Батюня, И.В.Богуславский, А.Валкарова, П.Вилланен, В.Врба, И.М.Граменицкий, Р.Ледницки, В.И.Рудь, Л.А.Тихонова, В.Шимак.

2. “Обнаружение процессов прямого взаимодействия протонов средней энергии с нейтронными и протонными парами в легких ядрах и изучение протон-кластерных соударений при высокой передаче импульса“.

Авторы: В.И.Комаров, П.Конц, Г.Е.Косарев, З.В.Крумштейн, Г.Мюллер, В.И.Петрухин, З.Шереш, Т.Штилер, З.Фодор, Я.Эре.

ПО НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИМ И НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИМ РАБОТАМ

Первая премия

“Спектрометр БИС-2 ОИЯИ“.

Авторы: А.Н.Алеев, В.А.Арефьев, В.П.Баландин, Д.Т.Бурилков, Б.Н.Гуськов, И.М.Иванченко, Н.Н.Карпенко, Д.А.Кириллов, А.Н.Максимов, А.Н.Морозов.

Две вторые премии

1. “Исследование тяжелой компоненты космических лучей в области атомных номеров $50 \leq Z < 120$ “.

Авторы: Г.Н.Флеров, В.П.Перелыгин, С.Г.Стеценко, О.Отгонсурен, М.Хайдук.

2. “Комплекс аппаратных средств и унифицированных компонентов математического обеспечения для проведения электронных экспериментов в режиме непосредственной связи с ЭВМ ЕС-1040 на ускорителях ЛВЭ и ИФВЭ“.

Авторы: В.К.Балашов, Н.В.Власов, Н.В.Горбунов, Л.Г.Ефимов, А.П.Крячко, Б.А.Морозов, В.Н.Садовников, А.Е.Сеннер, Г.М.Сусова, Э.Штрайт.

ПО НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИМ
ПРИКЛАДНЫМ
РАБОТАМ

Первая премия

“Система коллективного использования центрального вычислительного комплекса ОИЯИ на базе ЭВМ БЭСМ-6, CDC-6500 и концентратора терминалов”.

Авторы: В.Е.Аниховский, А.Г.Асмолов, С.А.Афанасьев, В.В.Галактионов, С.Г.Каданцев, Д.Н.Лопырев, Е.Ю.Мазепа, Р.К.Микушаускас, В.П.Шириков, С.А.Щелев.

Две вторые премии

1. “Комплекс магнитометрической аппаратуры и его применение при создании прототипа КУТИ”.

Авторы: Л.Н.Ахманова, В.М.Лачинов, В.К.Маковеев, А.А.Сабаев, А.М.Стариков, В.С.Швецов, В.П.Филин.

2. “Элементный анализ живых организмов по мезорентгеновскому излучению (мюонная диагностика)”.

Авторы: Р.Д.Арльт, В.С.Евсеев, А.Л.Карповский, Е.А.Красавин, Т.Н.Мамедов, А.Минкова, Х.-Г.Ортлепп, В.С.Роганов, Б.М.Сабиров, П.Экштейн.

**НАУЧНО-
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЕ
РАБОТЫ,
ВЫПОЛНЕННЫЕ
ЛАБОРАТОРИЯМИ ОИЯИ
В 1982 ГОДУ**



ЛАБОРАТОРИЯ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ

СВОЙСТВА СИММЕТРИИ ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ И ИХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ

Дальнейшее развитие получил предложенный в ЛТФ геометрический подход, в котором поля и координаты как бы равноправны. Показано, что это равноправие имеет место не только в супергравитации, но и в суперсимметричных теориях Янга-Миллса^{/1/}. В геометрическом подходе выявлена еще одна версия I-супергравитации, которая, вероятно, откроет новые возможности в объяснении шкалы теорий великого объединения^{/2,3/}.

Завершено исследование проблемы суперсимметричной размерной регуляризации. Построен пример нарушения суперсимметрии на трехпетлевом уровне при использовании регуляризации методом размерной редукции в $N=1,2,4$ суперсимметричных теориях Янга-Миллса. Из этого примера следует, что схема, которой отводилась роль инвариантной регуляризации для размерных теорий, такой роли не играет^{/4/}. Построена модель электрослабого взаимодействия без скалярных хиггсовских полей. Массы фермионов и промежуточных бозонов возникают в этой модели динамическим образом за счет перенормируемого взаимодействия фермионов с массивным нейтральным векторным бозоном^{/5/}.

Построена классическая теория релятивистской струны с использованием формализма подвижного репера и внешних дифференциальных форм в теории поверхностей. Предложена калибровка, в которой подвижный базис на траектории струны выбирается специальным образом.

Исследовалась возможность описания точного вырождения частиц по некоторой внутренней координате с помощью так называемой парастатистики и соответствующего ей параквантования полей.

Было показано, что в теории параполя можно построить единственный лагранжиан, эквивалентный янг-миллсовскому лагранжиану, максимальной калибровочной симметрией которого оказывается ортогональная группа $SO(3)$. Соответствующие ей калибровочные преобразования были сформулированы в рамках гиперкомплексного кватернионного представления параполей. Выделенность внутренней размерности 3 в теории параполя могла бы служить основанием для понимания "трехцветности" кварков, однако для включения физической цветовой $SU(3)$ -симметрии кварков требуется принципиальный выход за рамки теории параполей^{/6/}.

Таким образом, гипотеза паракварков Гринберга оказалась соответствующей лишь $SO(3)$ -внутренней симметрии и не эквивалентной цветовой $SU(3)$ -симметрии кварков, введенной Боголюбовым, Струминским и Тавхелидзе и независимо Ханом и Намбу.

СТРУКТУРА ТЕОРИИ ПОЛЯ

В результате теория струны в четырехмерном пространстве-времени в калибровке $t=r$ сводится к уравнению Даламбера для одной скалярной функции.

Для релятивистской струны с точечными массами на концах, движущейся в трехмерном и четырехмерном простран-

ве-времени, получены точные решения уравнений движения и граничных условий, содержащие одну скалярную функцию одной переменной. Эта функция удовлетворяет простому условию периодичности, что позволяет представить ее в виде ряда Фурье. Такая система рассматривается как модель мезона, где два массивных кварка удерживаются струной.

Найден новый класс нелинейных эволюционных уравнений, интегрируемых методом обратной задачи. Среди уравнений этого класса имеется несколько уравнений, описывающих взаимодействие волн на двумерной плоскости. Волны с такого рода взаимодействием встречаются в гидродинамике и в физике плазмы. Найдено также новое уравнение, интегрируемое методом обратной задачи (нелинейное эволюционное уравнение, описывающее самосогласованное поле ^{/7/}).

Изучена связь "евклидовой" формулировки квантовой теории поля с фундаментальной длиной с формализмом Швингера. Установлено, что в этой новой теории существуют "экзотические" фермионы, обладающие необычными электромагнитными свойствами. В частности, они имеют очень большой аномальный магнитный момент и электрический дипольный момент. Принципиально важно, что взаимодействие с "экзотическими" частицами должно сохраняться и в том случае, когда фундаментальной длиной можно пренебречь ^{/8/}.

Применительно к составным моделям исследован боголюбровский механизм нарушения симметрии. На основе метода разложения по среднему полю найден эффективный потенциал хиггсовских частиц для модели большого объединения с E_6 -симметрией ^{/9/}. Показано, что локальное самодействие спинорного кирального поля приводит к самосогласованному появлению кинетических членов у коллективных полей.

В модели инстантонного газа вычислен статический потенциал взаимодействия между кварками. В области до $\sim 0,4$ Фм полученный потенциал отличается от феноменологического, используемого для описания кваркония. Показано, что модель инстантонного газа и решеточный расчет дают глюонный конденсат, согласующийся с феноменологическим значением. Проведен численный решеточный расчет $SU(3)$ -коррелятора для топологического заряда. Полученное значение на два порядка меньше феноменологического значения ^{/10/}.

Продолжалось изучение топологического вырождения вакуума в калибровочных теориях поля. Показано, что топология неабелевых полей ведет к джозефсоновскому вакууму - исчезающим в основном состоянии сингулярным полям. Роль этих полей играют самодуальные глюонные поля в пространстве Минковского ^{/11/}.

ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЧАСТИЦ

Развит подход к исследованию высокоэнергетических процессов, основанный на учете эффектов мезонной "шубы" адрона, который позволил ^{/12/}:

а) впервые правильно предсказать положение дифракционного минимума в мезон-протонном рассеянии, оказавшегося при больших передачах импульса, чем ожидалось ранее;

б) объяснить наличие дифракционного минимума в pp -рассеянии при чрезвычайно низкой энергии ($P_L = 50$ ГэВ);

в) объяснить плавное изменение наклона дифракционного пика при малых передачах импульса.

Модель мезонной "шубы" обобщена на случай πN -рассеяния с учетом спинов взаимодействующих частиц. Вычислены эйкональные фазы πN -рассеяния. Пока-

зано, что модель приводит к спиновым эффектам, медленно изменяющимся с ростом энергии ^{/13/}.

В рамках квазипотенциального подхода показано, что медленно убывающие с ростом энергии вклады спиновых эффектов в дифференциальные сечения приводят к модификации эйконального представления. Следствием этого является возможность существования нового спинового механизма роста полных сечений ^{/14/}.

Ангармонический осциллятор с произвольной степенной ангармоничностью изучен с помощью $1/N$ -разложения. Получены асимптотические формулы, изучена связь с обычной теорией возмущений ^{/15/}.

В рамках простой модели, основанной на геометризованной концепции квази-

потенциала, сделаны предсказания для величин $\sigma_{\text{tot}}^{\text{p}\bar{\text{p}}}$ и $\langle n_{\text{ср}} \rangle_{\text{p}\bar{\text{p}}}$ при энергии в с.с.м. 540 ГэВ, достигнутой на $\text{p}\bar{\text{p}}$ -коллайдере в ЦЕРНе. Предсказания нашли экспериментальное подтверждение^{/16/}.

Рассмотрено влияние сил конфайнмента цвета на процесс прохождения быстрых адронов через ядерное вещество. Учет этих сил позволяет объяснить кумулятивный эффект для импульсов вылетающих адронов, больших 500 МэВ/с^{/17/}.

Вычислен вклад радиационных поправок в асимметрию глубоконеупругого рассеяния поляризованных мюонов на углероде. Учет радиационных поправок, достигающих 100% от основного эффекта, позволил из данных эксперимента NA-4 впервые получить информацию о структуре слабого нейтрального тока мюонов и подтвердить предсказания единой теории электрослабого взаимодействия^{/18/}. Высказана гипотеза о том, что в случае смешивания нейтрино с майорановскими массами амплитуда осцилляций велика. Построены схемы смешивания, реализующие аналогию между осцилляциями нейтрино и осцилляциями $K \rightleftharpoons \bar{K}^0$ и $n \rightleftharpoons \bar{n}$. Для таких схем естественны малые разности масс и большие амплитуды осцилляций. Для проверки высказанной гипотезы решающее значение имеют опыты с солнечными и космическими нейтрино^{/19/}.

В сотрудничестве с ЛЯП продолжалось участие в физической программе эксперимента АЯКС-СИГМА (ЛЯП-ИФВЭ) по изучению комптон-эффекта на пионе. Вычислен вклад от процесса перерассеяния пионов в амплитуду комптон-эффекта и определена правильная форма экстраполяции результатов измерения поляризуемости пиона^{/20/}.

В квантовой хромодинамике (КХД) разработан новый подход к эксклюзивным процессам, основанный на методе КХД правил сумм. Введением ненулевых вакуумных средних (кваркового и глюонного конденсатов) в этом методе удается учесть основные непертурбативные эффекты, ответственные за формирование адронов. Это позволило получить четкие количественные предсказания для фактора пиона в области умеренно больших $Q^2 = (1-4) \text{ ГэВ}^2/\text{с}^2$. Предсказания находятся в хорошем согласии с имеющимися экспериментальными данными^{/21/}.

На примере процесса $\gamma^* \gamma^* \rightarrow \pi^0$ произведено сравнение двух альтернативных

схем расчета: пертурбативной КХД и метода КХД правил сумм. Установлено, что при малых виртуальностях фотонов результат, полученный методом КХД правил сумм, гладко сшивается с предсказанием модели векторной доминантности, и при больших - с асимптотической формулой пертурбативной КХД^{/22/}.

Продолжалась работа по изучению спиновых явлений в КХД. Показано, что наблюдаемая экспериментально значительная вероятность нулевой проекции спина на нормаль к плоскости процесса $\text{p}\bar{\text{p}} \rightarrow \rho X$ свидетельствует о доминирующей роли механизма слияния кварка и антикварка. Предложен эксперимент для проверки механизма спонтанной радиационной поляризации кварка^{/23/}.

Для изучения кумулятивного рождения частиц проведено сопоставление данных по кумулятивному глубоконеупругому рассеянию мюонов на углероде (эксперимент NA-4) с моделью флуктонов Блохинцева и гипотезой минимального цветового возбуждения многокварковых флуктонов. Известно, что уже сам факт наблюдения этого процесса исключает используемые модели гидродинамического и каскадного типа. Показано, что модель прекрасно описывает эксперимент при радиусе флуктона (единственном подгоночном параметре модели) $r_0 = 0,71 \text{ Фм}$. Таким образом, показано, что флуктоны действительно представляют собой сверхплотные многокварковые флуктуации ядерного вещества^{/23/}.

Важным тестом для проверки единых теорий электрослабых и сильных взаимодействий (простейшая - модель Вайнберга-Салама с учетом КХД) являются эксперименты по несохранению четности в адрон-адронных взаимодействиях. Показана возможность описания, например, асимметрии в рассеянии $\bar{\text{p}}\text{p} \rightarrow \text{pp}$ ($E_{\text{p}} = 15$ и 50 МэВ) как в потенциальном, так и в кварк-ядерном подходах. Это позволяет сделать далеко идущие выводы о формировании сильных адрон-адронных взаимодействий, в частности о дуальности описания их на языке обменов векторными мезонами и на языке флуктонов^{/24/}.

Вычислена скорость реакции ядерного синтеза в мезомолекуле $\text{dd}\mu$ и показано, что измерение отношения выхода нейтронов к выходу протонов в этой реакции позволяет исследовать эффект нарушения зарядовой симметрии в низкоэнергетическом dd -взаимодействии^{/25/}.

СТРУКТУРА АТОМНОГО ЯДРА

Совершенствование квазичастично-фононной модели ядра было направлено на дальнейшее развитие формализма, приложение модели к описанию структуры ядер и предсказание некоторых качественно новых физических эффектов.

Исследование роли принципа Паули в формировании характерных свойств низколежащих неротационных состояний деформированных ядер привело к введению нового типа фононного оператора, зависящего от знака проекции спина на ось симметрии ядра. На основании детального анализа структуры низколежащих возбуждений нечетных деформированных ядер из области редких земель и актинидов предложена классификация этих состояний по степени влияния принципа Паули на их свойства и сделаны предсказания для возможных экспериментов. Показано, что слабое нарушение принципа Паули заметно не меняет свойств коллективных вибрационных состояний в нечетных ядрах, в то же время сильное его нарушение приводит к большим энергетическим сдвигам для подобных конфигураций и возможности их значительной фрагментации. Новыми расчетами подтверждено, что в четно-четных деформированных ядрах не должны наблюдаться двухфононные состояния из-за их сильной фрагментации^{/26/}.

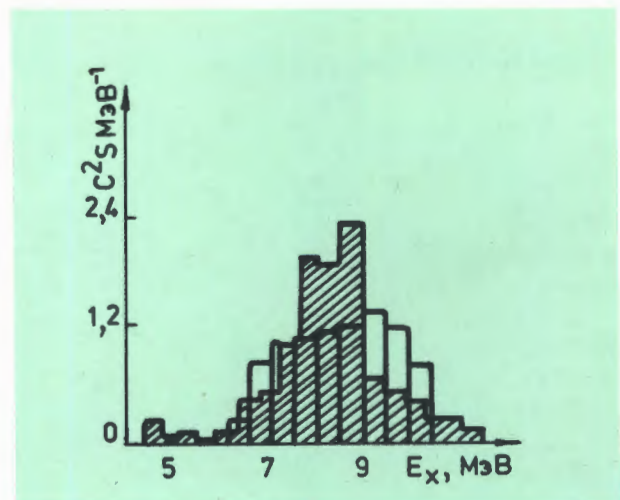
Предложен весьма общий метод построения силовых функций, описывающих распределение по уровням ядра силы произвольных по сложности компонент ядерной волновой функции. На его основе исследованы электромагнитные переходы между сложными состояниями в деформированных ядрах^{/27/}. С помощью техники функций Грина показано, что традиционно используемые в квазичастично-фононной модели приближения эквивалентны суммированию определенного класса однопетлевых диаграмм, и проанализированы корреляции, возникающие в основном состоянии четно-четного ядра из-за взаимодействия фононов^{/28/}.

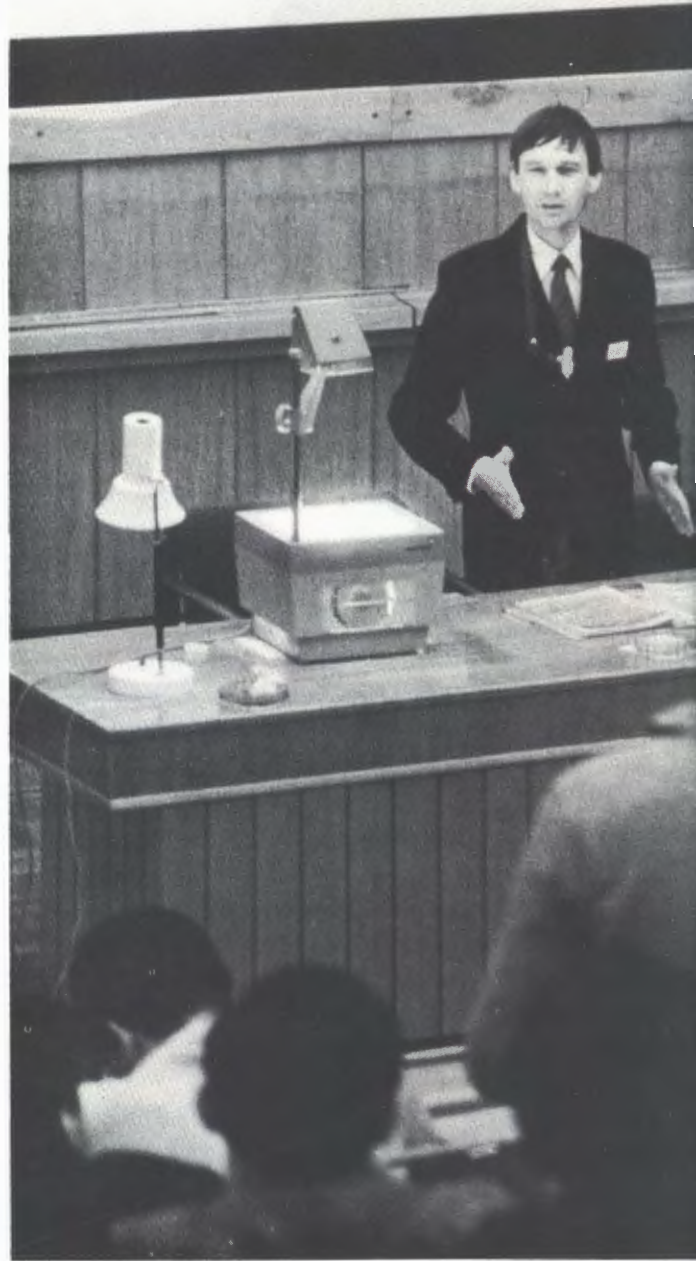
Продолжалось изучение ядерных характеристик, связанных с фрагментацией малоквазичастичных компонент в спектрах сферических ядер. С единым набором параметров удалось описать (рис. 1) широкий круг свойств ядер вблизи ^{208}Pb : фрагментацию глубоких дырочных и двух-

квазичастичных состояний, нейтронные s - и p - и d -волновые силовые функции, подструктуры в сечении фотопоглощения, изоскалярные квадрупольный и октупольный резонансы^{/29/}. Детально изучено распределение силы двухквазичастичных состояний в $2p$ - и $1f$ -подоболочек в $^{111,115}\text{Sn}$, что позволило описать экспериментальные данные.

Продолжались исследования мультипольных гигантских резонансов в сферических ядрах. Особое внимание уделялось изучению магнитных резонансов, что объясняется сложностью их экспериментального обнаружения. Исследования возбуждений магнитного типа показали, что при энергиях возбуждения $E_x \geq 15$ МэВ в средних и тяжелых ядрах должна существовать группа магнитных дипольных состояний, характеризующихся малым значением приведенной вероятности $B(M1, 0^+_{g,s} \rightarrow 1^+)$, но интенсивно возбуждающихся в неупругом рассеянии электронов на большие углы. Ширина области, в которой сосредоточены эти состояния, составляет $7\div 8$ МэВ. Однако их экспериментальное обнаружение затруднено маскирующим влиянием находящихся в этой же области энергии возбуждения и столь же интенсивно возбуждающихся 2^- - и 3^+ -состояний^{/30/}.

Рис. 1. Рассчитанное $v^{/29/}$ (заштрихованная гистограмма) и экспериментальное распределения силы подоболочек $1h_{11/2}$ в ^{207}Pb .





С 23 ноября по 2 декабря 1982 года в Дубне проходила XV Международная школа молодых ученых по физике высоких энергий. Основу научной программы составили вопросы современного развития и экспериментального статуса моделей квантовой теории калибровочных полей.



Продолжены исследования состояний атомных ядер в области больших угловых моментов вращения. На примере ротационных полос отрицательной четности в актинидах выявлены характерные особенности схемы связи нуклонов, которая возникает в условиях сильного влияния вращения на отдельные степени свободы ядра^{/31/}.

Изучены вибрационные состояния в случае, когда почти весь угловой момент определяется неколлективными вкладами угловых моментов нуклонов ядра. Показано, что в этом режиме должны появляться низкочастотные вибрационные полосы, коллективность которых растет вместе с угловым моментом^{/32/}. На рис. 2 показано положение бесфононной серии ("ираст") и однофононных серий β , γ и нутационной (α) мод. Разрешенные переходы отмечены стрелками. Параметры соответствуют ядру при значении углового момента $I = 60$. Проведенный расчет спектра квадрупольных γ -квантов из продуктов слияния тяжелых ионов с ядрами^{/33/} согласуется с данными эксперимента.

Исследование барьеров деления на самых тяжелых известных и еще не открытых элементах^{/34/} показывает на возможность существования метастабильного состояния в некоторых ядрах при больших деформациях (изомер формы). Подобное явление уже известно в актинидах (спонтанно-делящиеся изомеры), но является неожиданным в ядрах таких тяжелых элементов. Эти изомеры могут сыграть существенную роль при попытках синтезировать исследуемые ядра в реакциях с тяжелыми ионами.

Методами теории конечных ферми-систем в полном частично-дырочном конфигурационном пространстве^{/35/} исследованы свойства спин-изоспиновых переходов в ядрах $^{48}\text{Ca} \rightarrow ^{48}\text{Sc}$, $^{90}\text{Zr} \rightarrow ^{90}\text{Nb}$ и $^{208}\text{Pb} \rightarrow ^{208}\text{Bi}$. Проведено детальное сопоставление результатов расчетов с экспериментальными данными и показано, что локальный заряд квазичастиц по отношению к спин-изоспиновому полю играет важную роль в подавлении силы спин-флиповых переходов.

При исследовании реакций с тяжелыми ионами наиболее интересны вопросы, относящиеся к изучению быстрых релаксационных процессов в ядерном веществе, таких как диссипация кинетической энергии, установление равновесия N/Z и т.д., с характерными временами порядка

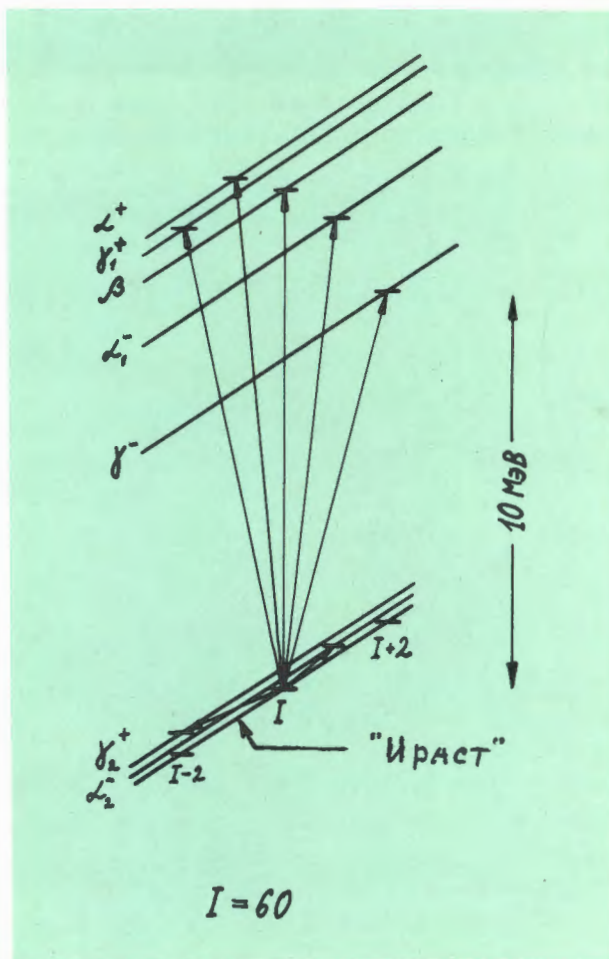


Рис. 2. Схема разрешенных электрических квадрупольных переходов между бесфононными и однофононными состояниями в модели вращающейся капли ферми-жидкости.

10^{-22} с. Короткие времена релаксации исключают применение многих подходов, таких как введение классических сил трения, применение зависящего от времени метода самосогласованного поля и т.п., поскольку время, в течение которого ядерная система помнит возмущение, и время релаксации среднего поля - величины того же порядка, что и характерные времена исследуемых релаксационных процессов. Разрабатывается новый подход к исследованию этих процессов, учитывающий конечную величину времени памяти. Этот подход позволил достичь хорошего описания процесса слияния в реакциях с такими ионами, как ^{16}O , ^{40}Ca . Хорошо описываются угловые распределения, потери кинетической энергии ионов при глубоконеупругих столкновениях.

Большинство экспериментально наблюдаемых явлений, сопровождающих глубоконеупругие столкновения тяжелых ионов, связано с изменением коллективных характеристик ядерной системы. Механизм наблюдаемых процессов может быть понят только на основе микроскопического подхода, описывающего связь коллективного движения с огромным числом одночастичных степеней свободы^{/36/}. Развиваемый подход позволил качественно объяснить появление высокоэнергетической компоненты в спектре нейтронов, испускаемых в процессе столкновения ядер, получить аналог уравнений диффузии для описания процесса много-нуклонных передач.

Показано, что существуют Λ -нуклонные потенциалы теоретико-полевого происхождения, удовлетворительно описывающие наблюдаемую разность энергий отделения Λ -частицы от гиперядер ${}^4_{\Lambda}\text{H}$ и ${}^4_{\Lambda}\text{He}$ и энергию отделения ядра ${}^4_{\Lambda}\text{He}$ ^{/37/}.

Методы решения задач радиационного захвата пионов ядрами, разработанные в ЛТФ^{/38/} в 1975-1980 гг., позволили параллельно с проектами новых экспериментальных установок приступить к решению проблем обратной реакции - фоторождения пионов на ядрах. Была создана новая теоретическая схема рассмотрения этой реакции^{/39/}, которая, в частности, позволила выявить важные релятивистские эффекты, проявляющиеся в этом процессе. Их учет качественно меняет результаты теории и позволяет объяснить экспериментальные данные в широком диапазоне энергий.

Направление этих исследований связано с выяснением главных физических закономерностей взаимодействия мезонов, ядерных частиц и ядер с ядрами, построением моделей механизма таких процессов, построением моделей структуры ядер в экстремальных условиях.

Рассчитано отношение скоростей запрещенных переходов при μ -захвате ${}^{16}\text{O} (0^+) \rightarrow {}^{16}\text{N} (0^-)$ и обратного β -распада. Показано, что ядерная среда усиливает эффекты, связанные с проявлением спонтанного нарушения киральной симметрии в сильных взаимодействиях, иными словами, в ядрах возрастает плотность слабого аксиального заряда за счет включения мезонных обменов^{/40/}.

В рамках разработанного ранее унитарного потенциального подхода выполнен анализ экспериментов по упругому

рассеянию пионов на ядре ${}^4\text{He}$ при низких температурах. Показано, что влияние канала с истинным поглощением пиона на упругое рассеяние наиболее сильно проявляется при энергиях пиона 50-70 МэВ^{/41/}.

В случае периферических соударений релятивистских тяжелых ионов с ядрами построена теория реакций перезарядки, которая позволила успешно описать соответствующие эксперименты. Показано, что в таких процессах важную роль играют как особенности структуры налетающих ядер, так и детали механизма самих реакций.

Дальнейшим развитием предложенного в ЛТФ кинетического подхода к ядроядерным реакциям при высоких энергиях явилась разработка механизмов предравновесной эмиссии и коалесценции быстрых каскадных нуклонов в сложные частицы. Учет этих эффектов позволил преодолеть имевшиеся ранее трудности в объяснении выхода вторичных частиц в зависимости от начальной энергии и комбинации сталкивающихся ядер. Это позволило отклонить как необоснованное делавшееся ранее заключение о существовании необычного механизма, приводящего к увеличению энтропии при небольших (100 МэВ/нуклон) энергиях. В случае центральных столкновений ядер кинетический подход дал качественное объяснение угловых распределений частиц, что поставило под сомнение вывод о проявлении гидродинамического сжатия ядер, сделанный ранее из анализа тех же данных на базе макроскопических подходов^{/42/}.

Впервые на основе данных с пропановой камеры ЛВЭ проведен теоретический анализ струй вторичных частиц в адрон-ядерных и ядро-ядерных реакциях. Оказалось, что в реакции $\pi^- + {}^{12}\text{C} (40 \text{ ГэВ/с})$ зависимость коллективной характеристики "сферичности" от энергии качественно отличается от ее поведения в адрон-адронных реакциях. Это явление не поддается интерпретации в рамках традиционных моделей типа "трубки", в то время как развитая в ЛТФ каскадная модель дает его объяснение. Что касается анализа реакции ${}^{12}\text{C} + {}^{12}\text{C} (4,2 \text{ ГэВ/с/нуклон})$, то здесь получено указание на возможность нового эффекта коллективного взаимодействия нуклонов, который проявляется в барионной компоненте вторичных частиц.

Разработана последовательная теория связи нуклонного и многокваркового ка-

налов в ядрах и рассчитана шестикварковая примесь в дейтроне ($\approx 6-7\%$), а также ширины шестикварковых состояний (дибарионов) в нуклон-нуклонном рассеянии^{/43/}. Рассчитан формфактор дейтрона и путем сравнения с экспериментом показано, что примесь в нем шестикварковой компоненты проявляется при передачах импульса более 2 ГэВ/с.

Завершены исследования по теории параметрического воздействия электромагнитного излучения большой мощности на кристаллы и расчету энергии основного состояния полярона, его эффективной массы и эффективного радиуса при конечных температурах^{/44/}.

В традиционном направлении теории структурных переходов можно выделить следующие результаты: а) развита микроскопическая теория структурных и магнитных фазовых переходов в кристалле $KMnF_3$ ^{/45/}, б) построена микроскопическая теория структурного перехода в несоизмеримую фазу в кристалле дифенила, в) изучено влияние дефектов на структурный фазовый переход. Применительно к исследованиям, ведущимся в ЛНФ, предсказан и экспериментально изучен эффект гибридизации фононов и квадрупольных

экситонов в металлических редкоземельных соединениях; проведен расчет ширины линий магнитных экситонов в редкоземельных металлах и на его основе объяснены экспериментальные результаты, полученные в ЛНФ^{/46/}; развита теория рассеяния нейтронов на солитонах в квазиодномерных системах^{/47/}. С помощью оригинального метода численного решения уравнения Шредингера с потенциалами реального кристалла рассчитана интенсивность излучения при плоскостном канализировании позитронов.

Существенными представляются результаты, полученные для модельных систем статистической механики. Найдено точное решение задачи о плоской доменной стенке в анизотропном ферромагнетике и получены новые результаты о характере фазового перехода в экситонное состояние в двухзонном полуметалле и металле в приближении сильной связи^{/48/}.

На основе точных решений в слоистых оптически анизотропных системах предсказаны возможности создания в пластинке явления полного внутреннего отражения и возникновения бистабильных состояний Р-поляритонов.

ЛИТЕРАТУРА *

1. Ivanov E.A. Phys. Letters, 1982, 117B, p. 59.
2. Galperin A.S., Ogievetsky V.I., Sokachev E.S. JINR, E2-82-277, Dubna, 1982.
3. Гальперин А.С., Огиевецкий В.И., Сокачев Е.С. Письма в ЖЭТФ, 1982, 35, с. 263.
4. Avdeev L.V. JINR, E2-82-288, Dubna, 1982.
Авдеев Л.В., Владимиров А.А. ОИЯИ, P2-82-872, Дубна, 1982.
5. Nošek J. JINR, E2-82-542, Dubna, 1982.
6. Говорков А.Б. ОИЯИ, P2-82-296, Дубна, 1982.
7. Мельников В.К. Труды V Международ. семинара по физике высоких энергий и квантовой теории поля. ИФВЭ, Протвино, 1982, т. 1, с. 93.
8. Донков А.Д. и др. Известия АН СССР, серия физическая, 1982, 46, №9, с. 1772.
9. Чижов М.В. ОИЯИ, P2-82-484, Дубна, 1982.
10. Mueller-Preussker M., Ilgenfritz E.-M. JINR, E2-82-473, E2-82-598, Dubna, 1982.
11. Pervushin V.N. JINR, E2-82-365, Dubna, 1982.
12. Goloskokov S.V., Kuleshov S.P., Selyugin O.V. JINR, E2-82-109, Dubna, 1982. Труды V Международ. семинара по проблемам физики высоких энергий и квантовой теории поля, ИФВЭ, Протвино, 1982, т.1, с. 189.
13. Голоскоков С.В., Кулешов С.П., Тепляков В.Г. ОИЯИ, P2-82-632, Дубна, 1982.

*Цитируются избранные работы.

14. Голоскоков С.В., Кулешов С.П., Тепляков В.Г. ОИЯИ, P2-82-450, Дубна, 1982.
15. Kouidinov A.V., Smondirev M.A. JINR, E2-82-705, Dubna, 1982.
16. Дренска С., Мавродиев С.Щ., Сисакян А.Н., Торосян Г.Т. ОИЯИ, D2-82-280, Дубна, 1982.
17. Kopeliovich B.Z., Niedermayer F. Phys.Lett., 1982, 117B, p. 101.
18. Argento A. et al. Phys.Lett., 1983, 120, p. 245.
19. Bilenky S.M., Pontecorvo V.M. JINR, E2-82-722, Dubna, 1982.
Proc.Int.Conf. "Neutrino-82", Budapest, KFKI, 1982, 1, p. 35.
20. Мицельмахер Г.В., Первушин В.Н. ОИЯИ, P2-82-361, Дубна, 1982.
21. Радюшкин А.В., Нестеренко В.А. Письма в ЖЭТФ, 1982, 35, с. 395; Phys.Lett., 1982, 115B, p. 410.
22. Радюшкин А.В., Нестеренко В.А. ОИЯИ, P2-82-691, Дубна, 1982.
23. Ефремов А.В., Теряев О.В. ОИЯИ, P2-82-832, Дубна, 1982.
Bondarchenko E.A., Efremov A.V. JINR, E2-82-927, Dubna, 1982.
24. Dubovik V.M., Zenkin S.V. JINR, E2-82-195, E2-82-370, Dubna, 1982.
25. Bogdanova L.N. et al. Phys.Lett., 1982, 115B, p. 171.
26. Соловьев В.Г. ТМФ, 1982, 53, с. 399.
Soloviev V.G., Nesterenko V.O., Bastrukov S.I. Z.Phys. A. Atoms and Nuclei, 1982, 309, p. 353.
Соловьев В.Г., Ширикова Н.Ю. ЯФ, 1982, 36, с. 1376.
27. Малов Л.А. ОИЯИ, P4-82-183, Дубна, 1982.
28. Кырчев Г. ТМФ, 1982, 53, с. 260.
Нгуен Динь Данг, Пономарев В.Ю. ОИЯИ, P4-82-740, Дубна, 1982.
29. Soloviev V.G., Stoyanov Ch., Voronov V.V. JINR, E4-82-389, Dubna, 1982.
Nguen Dinh Thao et al. JINR, E4-82-241, Dubna, 1982.
Voronov V.V., Zhuravlev I.P. JINR, E4-82-389, Dubna, 1982.
30. Ponomarev V.Yu., Stoyanov Ch., Vdovin A.I. Z.Phys. A: Atoms and Nuclei, 1982, 308, p. 157.
31. Mikhailov I.N. et al. JINR, E4-82-489, Dubna, 1982.
32. Бальбуцев Е.Б., Вайшвила З., Михайлов И.Н. ОИЯИ, P4-82-635, Дубна, 1982.
33. Swiok S. Preprint CSNSM, Orsay, 1982.
34. Цвек С. и др. ОИЯИ, P4-82-610, Дубна, 1982.
35. Фаянс С.А., Пальчик В.В., Пяттов Н.И. ОИЯИ, P4-82-85, Дубна, 1982.
Гареев Ф.А. и др. ОИЯИ, P4-82-437, Дубна, 1982.
36. Джолос Р.В., Иванова С.П. Тезисы 33 совещ. по ядерной спектроскопии и структуре атомного ядра, "Наука", М., 1983, т. 2, с. 745.
37. Беляев В.Б., Пупышев В.В. ОИЯИ, P4-82-815, Дубна, 1982.
Беляев В.Б., Мусаханов М.М., Рахимов А.М. ОИЯИ, E4-82-572, Дубна, 1982.
38. Гмитро М. и др. ЭЧАЯ, 1982, 13, с. 1230.
Gmitro M. et al. Zurich University report, July, 1982.
39. Egamzhyan R.A. et al. Preprint INR Academy of Sci. USSR, Moscow, No. 57, 1982.
40. Kirchbach M., Truhlik E. JINR, E4-82-586, Dubna, 1982.
41. Ханжасаев М.Х. ОИЯИ, E4-82-486, Дубна, 1982.
42. Тонеев V.D. et al. JINR, E2-83-Ю1, Дубна, 1983.
43. Доркин С.М., Лукьянов В.К., Титов А.И. ОИЯИ, P2-82-913, Дубна, 1982.
Виров V.V. et al. Z.für Phys., A, 1982, 306, S. 149.
44. Во Хонг Ань. ОИЯИ, P17-82-576, Дубна, 1982.
Rodrigues K., Fedyanin V.K. phys. stat. sol. (b), 1982, 110, p. 105; Physica A, 1982, 112A, p. 615.
45. Конвент Г., Плакида Н.М. ОИЯИ, P17-82-219, P17-82-238, Дубна, 1982.
Плакида Н.М., Подольска-Стрыхарска А., Сикора В. ОИЯИ, P17-82-555, Дубна, 1982.
46. Аксенов В.Л. и др. ОИЯИ, E14-82-461, Дубна, 1982.
Аксенов В.Л., Горемычкин Е.А., Фрауенхайм Т. ОИЯИ, P14-82-458, Дубна, 1982.
47. Федянин В.К. ОИЯИ, P17-82-268, P17-82-582, Дубна, 1982.
48. Ангелеску Н., Тончев Н., Ненчу Г. ОИЯИ, E17-82-798, Дубна, 1982.

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 проверены следствия, вытекающие из кварковых моделей, механизмы образования частиц, изучены новые системы частиц и их свойства при высокой энергии. Продолжено изучение особенностей кумулятивного образования частиц и легких фрагментов в реакциях взаимодействия большого набора частиц-снарядов и ядер-мишеней.

Ученые лаборатории проводили исследования на основе материалов, получен-

ных на физических установках, облученных в пучках синхрофазотрона, серпуховского ускорителя, на 400-ГэВ ускорителе ЦЕРНа.

Проведены методические разработки в области микроэлектроники, детекторов и криогенной техники для обеспечения физических экспериментов.

Усовершенствован ряд систем синхрофазотрона, достигнуты существенные успехи в исследовании сверхпроводящих магнитных систем с железным сердечником.

Деятельность Лаборатории высоких энергий осуществлялась в условиях широкого международного сотрудничества.

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЕ РАБОТЫ

МЕХАНИЗМ РОЖДЕНИЯ И РАСПАДА ЧАСТИЦ И РЕЗОНАНСОВ. ПОИСК НОВЫХ ЧАСТИЦ

1. С помощью различных детекторов (пузырьковой камеры и магнитных спектрометров) на синхрофазотроне и серпуховском ускорителе^{/1-3/} исследован обширный класс состояний систем элементарных частиц. Проанализированы спектры инвариантных масс систем частиц с экзотическими квантовыми числами с целью поиска узких мультикварковых состояний, массы которых предсказываются кварковыми моделями, в частности моделью MIT. Исследованы состояния с гиперзарядом (унитарным спином) от 2 до 6: pp , nn , $3p$, $p2n$, dp , $4p$, $d2p$, dnp , tp , α^* , $5p$, $6p$, $\Lambda 2p$, $\Lambda 3p$, $\Lambda 4p$, K^0p , ΛK^0p , $K^0 2p$, $K^0 3p$, $K^0 4p$ при небольших лабораторных импульсах частиц. В этих систе-

мах резонансно-подобных состояний не обнаружено. Но в соответствии с предсказаниями кварковых моделей найдены или подтверждены резонансные состояния в системах частиц (см. таблицу).

Связанное состояние (np) найдено при анализе относительного импульсного распределения нуклонов в с.ц.м. дейтрона в реакции фрагментации дейтрона в протон на ядре углерода при небольших импульсах нейтрона и протона.

Состояния ($\Lambda \pi^+ \pi^+$) и ($\Lambda \pi^- K^+$) интерпретируются как пятикварковые, а состояния ($K^0 p \pi^+ \pi^-$) и ($\Lambda \pi^+ \pi^+ \pi^-$) — как две моды очарованного бариона Λ_c^+ . Оценка сечения образования Λ_c^+ при энергиях до 70 ГэВ близка к аналогичной величине его образования при 400 ГэВ, что вызывает необходимость корректировки теоретических моделей по образованию частиц при энергиях до 70 ГэВ.

	Масса, МэВ	Ширина, МэВ	Значимость, ст.отклон.
$n\bar{p}$	$2140_{\pm 10}$	$80_{\pm 10}$	(только указание)
Λp	$2183_{\pm 1}$	$4_{\pm 1}$	5,6
	$2255_{\pm 1}$	$17_{\pm 2}$	8,0
	$2354_{\pm 1}$	$56_{\pm 5}$	6,3
$\Lambda p\pi$	$2495_{\pm 9}$	$205_{\pm 6}$	12,9
$\Lambda_{\pi^+\pi^+}$	$1705_{\pm 1}$	$18_{\pm 1}$	5,3
	$2072_{\pm 4}$	$173_{\pm 12}$	10,3
	$2605_{\pm 5}$	$86_{\pm 22}$	5,2
$\Lambda_{\pi^-\bar{K}^+}$	$1955_{\pm 20}$	<35	5
$K^0 p \pi^+\pi^-$			
$\Lambda_{\pi^+\pi^+\pi^-}$	$2275_{\pm 6}$	30	4

2. Изучение экспериментального материала, полученного с помощью двухметровой пропановой камеры, установки БИС-2 и ядерных фотоэмульсий на серпуховском ускорителе, позволило получить данные о новых свойствах известных элементарных частиц.

На основе анализа 5 млн. событий, зарегистрированных на установке БИС-2 в пучке нейтронов с энергией 58 ГэВ, изучено рождение странных гиперонов и резонансов Λ , $\bar{\Lambda}$, $\Sigma^\pm(1385)$, Ξ^- , $\Xi^0(1530)$, Σ^+ , Ξ^- , $\Omega^{-1/4}$. Сравнение импульсных распределений гиперонов в $n\bar{C}$ -взаимодействиях при 58 ГэВ с аналогичными распределениями в $p\bar{p}$ -взаимодействиях показало их хорошее согласие. При пересчете на нуклон получены сечения образования:

$$\begin{aligned} \sigma(\Xi^-) &= 20_{\pm 10} \text{ мкб} & \sigma(\bar{\Xi}^-) &= 5_{\pm 3} \text{ мкб} \\ \sigma(\Omega^-) &= 5_{\pm 3} \text{ мкб} & \sigma(\Xi^0(1530)) &= 7_{\pm 4} \text{ мкб} \\ \sigma(\Sigma^+(1385)) &= 20_{\pm 10} \text{ мкб} & \sigma(\bar{\Lambda}) &= 70_{\pm 30} \text{ мкб}. \end{aligned}$$

Величины этих сечений также хорошо согласуются с данными, полученными в $p\bar{p}$ -взаимодействиях при высоких энергиях.

Получены данные об образовании странных резонансов в π^-p -взаимодействиях при импульсе 40 ГэВ/с^{5/}, которые раньше отсутствовали. Определены сечения и импульсные характеристики $K^{*-}(892)$, $K^{*+}(892)$, $\Sigma^{*+}(1385)$, $\Sigma^{*-}(1385)$, $\bar{\Sigma}^{*+}(1385)$. Найдено, что странные резонансы играют существенную роль в образовании

странных частиц K^0 , Λ и $\bar{\Lambda}$. Расположение области образования странных резонансов в импульсном пространстве и параметр подавления рождения странного кварка $\lambda = 0,18_{\pm 0,04}$ согласуются с предсказаниями аддитивной кварковой модели.

На большом статистическом материале по взаимодействиям π^- -мезонов с ядрами фотоэмульсии при импульсе 50 ГэВ/с найдено 6 событий с рождением короткоживущих частиц с временем жизни от 10^{-14} до 10^{-13} с^{6/}. Оценена величина сечения их образования, равная $6_{\pm 3}$ мкб/нукл.

С помощью спектрометра БИС-2 на серпуховском ускорителе в пучке нейтронов с энергией $40_{\pm 5}$ ГэВ определена поляризация Λ -гиперонов в зависимости от величины поперечного импульса Λ -гиперонов^{7/}. Поляризация достигает величины 30% и согласуется с результатами по величине поляризации Λ -гиперонов, образованных в $p\bar{p}$ -взаимодействиях.

3. На снимках с двухметровой пропановой камеры, облученной в пучке π^- -мезонов импульсом 40 ГэВ/с на серпуховском ускорителе, был продолжен анализ особенностей интерференции двух тождественных пионов. Было выяснено^{8/}, что в центральной области при $X < 0,1$ средние пробеги ρ -мезонов и ω -мезонов равны ~ 3 и ~ 50 Фм соответственно. Для отрицательных пионов, попадающих в резонансную область для ρ -мезонов, размер области излучения составляет ~ 3 Фм, а для $(\pi^+\pi^+)$ -пар - только ~ 1 Фм.

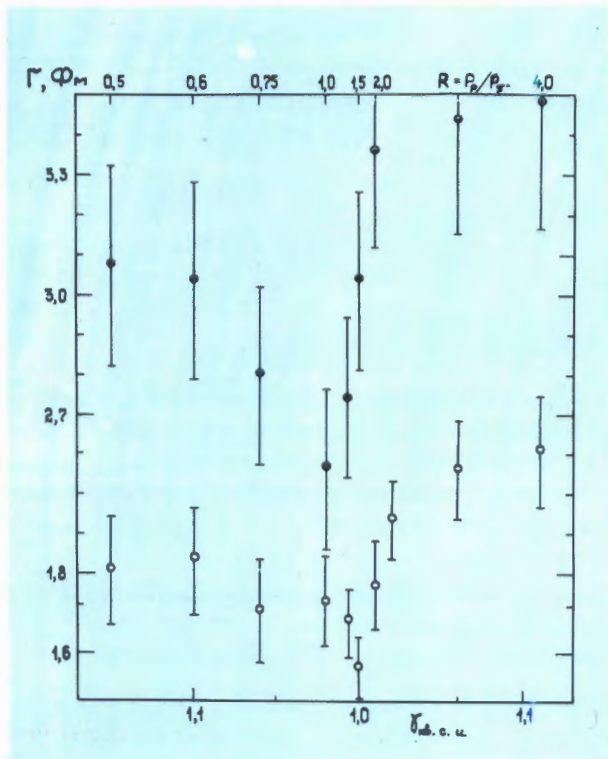


Рис.1. Зависимость размера области излучения пионов от величины лоренц-фактора движущихся систем относительно "кварковой" системы отсчета ($\gamma_{\text{кв. сист.}}=1$): \circ - для π^-p -взаимодействий, \bullet - для π^-C -взаимодействий при 40 ГэВ/с.

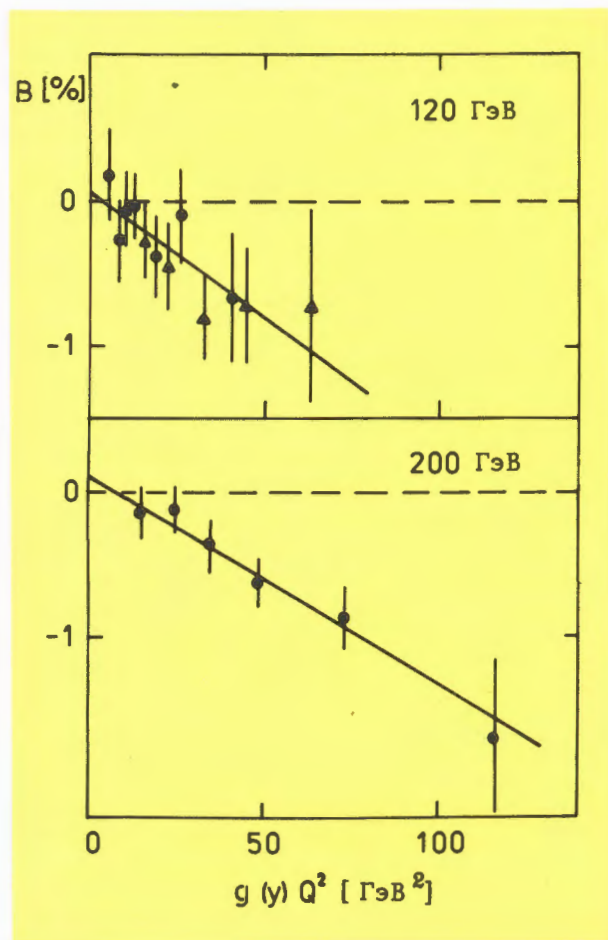
Получено указание, что пионы, рожденные при распаде ρ^0 -мезонов, интерферируют слабее, чем испущенные непосредственно в реакции π^-p -взаимодействий. Теоретически показано, что корреляционный метод измерения пространственно-временных параметров области генерации частиц можно использовать для выделения симметричной системы центра инерции сталкивающихся кварков или определения лоренц-фактора фрагментирующего кварка. Экспериментально^{/10/} такая система была обнаружена для тождественных пионов из π^-p -взаимодействий при импульсе 40 ГэВ/с. Оказалось, что в с.ц.и. двух сталкивающихся кварков продольный размер области излучения пионов имеет минимальную величину (при угле разлета пионов $\theta(\pi\pi)=60 \div 120^\circ$) (рис. 1). Таким образом, неожиданно выяснилось, что продольный размер области генерации пионов зависит от величины лоренц-фактора этой системы ($\pi\pi$). Это обстоя-

тельство является экспериментальным подтверждением ранее предложенной в ЛВЭ ОИЯИ новой формулы релятивистского преобразования длины, т.е. "формулы удлинения"^{/11/}, по которой $l = l_0(1 - \beta^2)^{-1/2}$.

ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ СТРУКТУРА ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ

На 400-ГэВ ускорителе ЦЕРНа в совместном эксперименте ОИЯИ-ЦЕРН по изучению глубоконеупругого рассеяния мюонов на углеродной мишени исследовано взаимодействие μ^+ и μ^- с углеродом^{/12/}. На статистике 2 млн. событий при энергии 120 и 200 ГэВ экспериментально обнаружено различие во взаимодействии μ^+ и μ^- . Это различие наиболее сильно выражено для величины асимметрии "В" при поляризации мюонов, равной 1,0 (рис.2).

Рис.2. Зависимости величин асимметрии "В" от квадрата переданного импульса в μC -взаимодействии.



При 120 ГэВ $V = (0,06 \pm 0,17) + (-1,47 \pm 0,07) \cdot g(y) \cdot Q^2$, при 200 ГэВ $V = (0,15 \pm 0,17) + (-1,47 \pm 0,37) \cdot g(y) \cdot Q^2$. Величина асимметрии V связана с интерференцией между слабым и электромагнитным токами в мюон-кварковом взаимодействии. Результаты по величине V совпали с предсказаниями теории объединенного электрослабого взаимодействия Вайнберга-Саллама и позволили вычислить угол смешивания

$$\sin^2 \theta = 0,23 \pm 0,07 \text{ (стат.)} \pm 0,04 \text{ (сист.)}$$

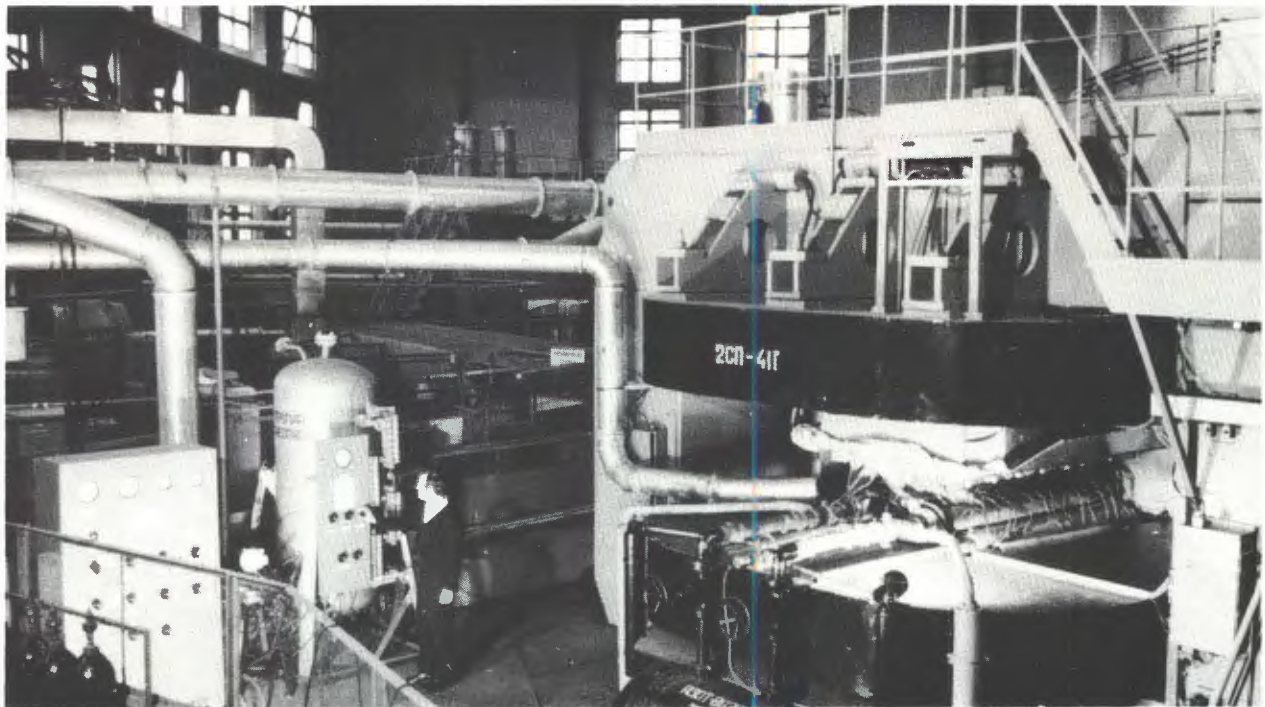
Определена величина изомультиплетного заряда мюона, равная $I_3^R = 0,00 \pm 0,06 \text{ (стат.)} \pm 0,04 \text{ (сист.)}$. Таким образом доказано, что мюон является правовинтовым синглетом. Впервые наблюдались мюонные нейтральные токи.

РЕЛЯТИВИСТСКАЯ ЯДЕРНАЯ ФИЗИКА

1. С помощью пузырьковых камер, облученных пионами и антипротонами на серпуховском ускорителе и ядрами на синхрофазотроне, изучались динамические особенности адрон-адронных и ядро-ядерных взаимодействий. Подробно исследованы характеристики пространственного расположения вторичных частиц в импульсном пространстве этих частиц в с.ц.и.-реакции. С использованием кол-

лективных переменных ("сферичность", "траст" и других) определены особенности конфигурации в событиях^{/13/}. Для π^- -взаимодействий при импульсе 40 ГэВ/с при всех множественностях заряженных частиц оказалось, что эти взаимодействия обладают в основном двухструйной структурой, причем относительно главной оси события имеется выстроенность вторичных частиц. Наблюденная струйная конфигурация в событиях по аналогии с e^+e^- или ν -взаимодействиями подтверждает образование частиц через механизм адронизации взаимодействующих кварков. Для столкновений пион-ядро^{/14/} (например, π^- -С-взаимодействия при импульсе 40 ГэВ/с) струйный характер конфигурации усложнился. Для вторичных адронов, летящих по направлению движения падающих пионов, струйные характеристики хорошо согласуются с аналогичными характеристиками для e^+e^- или ν -взаимодействий при одинаковой энергии в с.ц.и. сталкивающихся частиц. Но струйное поведение вторичных частиц, летящих в заднюю полусферу в с.ц.и.-реакции пион-ядро, не

С помощью двухметровой пропановой камеры установлен струйный характер рождения вторичных частиц, подтверждающий образование частиц через механизм адронизации взаимодействующих кварков.



противоречит каскадному механизму образования струй на ядрах. В (С+С)-взаимодействиях при импульсе 4,2 ГэВ/с/нуклон наблюдалось ^{15/} струйное рождение вторичных заряженных частиц, коллимированных в основном по направлению движения сталкивающихся ядер. Однако в многонуклонных (С+С)-взаимодействиях конфигурации частиц в событиях становятся более сферичными. Свойства частиц в (С+С) взаимодействиях не противоречат также предсказаниям, сделанным с помощью модели внутриядерного каскада и в предположении независимости нуклон-ядерных взаимодействий. Результаты изучения конфигурации $\bar{p}r$ -взаимодействий при импульсе 22,4 ГэВ/с свидетельствуют ^{16/} о многоструйной структуре событий. В связи с тем, что методически труднее выделять присущие этим событиям трехструйный или четырехструйный характеры конфигурации частиц, был выявлен преимущественно коллинеарный характер конфигурации этих событий.

2. С помощью магнитного спектрометра "Альфа" проведено уточнение результатов по импульсному спектру протонов с углами вылета меньше $0,4^\circ$ из реакции стриппинга $d + C \rightarrow p + X$ при импульсе дейтронов 4,45 ГэВ/с/нуклон на синхрофазотроне ^{17/}. Показано, что известная волновая функция дейтрона с парижским потенциалом непригодна для описания дейтрона в области больших значений относительных импульсов нуклонов в с.ц.и. дейтрона (импульсы нуклона от 0,2 до 0,6 ГэВ/с). В этой области импульсов было обнаружено превышение на 300-

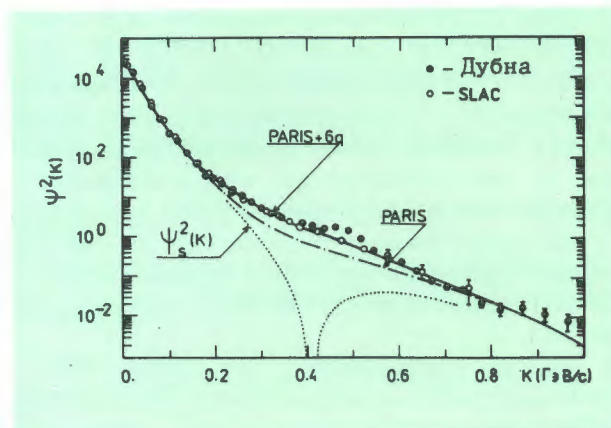


Рис. 3. Зависимость квадрата волновой функции дейтрона от величины относительного импульса нуклонов в с.ц.и. дейтрона.

400% измеренных значений над рассчитанными с учетом парижского потенциала (рис. 3). Сравнение данных на мишенях С и CH_2 исключило влияние процессов, дающих вклад Δ -изобар в промежуточном состоянии дейтрона. Наблюдавшееся превышение удалось хорошо описать с помощью добавления в волновую функцию дейтрона шестикварковой компоненты. В результате подгонки к данным на углеродной мишени определены параметры шестикварковой компоненты:

- среднеквадратичный радиус $6q$ -состояния - $0,95 \pm 0,05$ Фм;
- величина примеси $6q$ -состояния - $4,3 \pm 0,4\%$;
- относительная фаза двухнуклонной и $6q$ -компоненты - 82 ± 6 .

В результате экспериментов на установке "Альфа-3с" получена оценка примеси шестикварковой компоненты в волновой функции дейтрона.



3. Подробно изучены характеристики кумулятивного образования π^\pm , K^\pm и \bar{p} в заднюю полусферу в столкновении протонов с ядрами D, He, Al, Pb и дейтронов с ядрами Al, Cu, Pb при импульсе 8,9 ГэВ/с на синхрофазотроне^{/18/}. В области кумулятивных чисел $X = 0,25 \div 3,4$ найдено, что продольное импульсное распределение кварков с исследуемых ядер в пределах ошибок одинаково и описывается зависимостью

$$G(X) = \exp[-X/0,14].$$

Для ядер с большим массовым числом A и в случае реакций с кумулятивным числом $X > 1$ зависимость сечения образования кумулятивных частиц от A в жестких процессах имеет "объемный" характер: $\sigma \sim A^1$.

4. На установке МАССЕР-130 по программе поиска кумулятивных резонансов в пучке пионов с импульсом 3,8 ГэВ/с на синхрофазотроне получена оценка величины инвариантного сечения образования кумулятивных ω -мезонов:

$$E \frac{d^3\sigma}{dp^3} < 0,15 \frac{\text{мб} \cdot \text{ГэВ}}{(\text{ГэВ}/c)^3}$$

для кумулятивного числа $X = 2,41$ ^{/19/}. С помощью пропановой пузырьковой ка-

меры определены характеристики кумулятивного образования пионов и протонов в π^-C -взаимодействиях при импульсе 40 ГэВ/с^{/20/}. Выяснилось, что процессы кумулятивного образования пионов и протонов практически независимы (только в 12% событий имеется совместное образование кумулятивных протонов и пионов). Однако сечения их образования близки и равны ~ 12 мб. При облучении пропановой камеры ядрами углерода с импульсом 4,2 ГэВ/с/нуклон определено сечение взаимодействия вторичных фрагментов углерода с зарядом 5 и 6 в пропане^{/21/}. Было установлено, что сечения взаимодействия этих фрагментов на $(10 \pm 3)\%$ больше ожидаемой величины. Этот результат подтверждает возможное существование возбужденных фрагментов с аномально большим сечением взаимодействия и временем жизни $\tau \geq 10^{-10}$ с. Определены некоторые характеристики процесса множественного образования γ -квантов, Λ -гиперонов и K^0 -мезонов в $(d+Ta)$ - и $(C+Ta)$ -взаимодействиях при импульсе 4,2 ГэВ/с/нуклон^{/22/}. В частности, было найдено, что средние множественности γ -квантов, Λ - и K^0 -частиц при переходе от $(d+Ta)$ к $(C+Ta)$ -взаимодействиям возрастают пропорционально среднему числу провзаимодействовавших нуклонов ядра-снаряда.

РАЗВИТИЕ МЕТОДИКИ ЭКСПЕРИМЕНТА

1. В лаборатории продолжалась работа по автоматизации экспериментальных установок физики высоких энергий, стендов для проведения исследований по ускорительной технике, криогенных испытаний.

Для ускорения работы специализированных процессоров в физических установках унифицирован ряд схем процессоров. Создано несколько типов быстродействующих блоков умножения, используемых в алгоритмах отбора полезных событий^{/23/}. Предложен новый экономный способ построения быстродействующих устройств комбинаторного отбора по числу частиц, прошедших через многоканальный детектор заряженных частиц^{/24/}. На базе алгебраической теории кодирования предложен алгоритм для построения

мажоритарных схем совпадений более чем на 150 входов. Для экономии больших интегральных схем и улучшения характеристик аппаратуры создан дискриминатор точной временной привязки для последующего временного анализа в комплексе с конвертором время-амплитуда^{/25/}. Установлена связь между основными параметрами кодирующих устройств и параметрами параллельных шифраторов, применяемых в годоскопических системах^{/26/}. Это позволяет создавать кодирующие устройства с заданными свойствами.

2. Создана электронная аппаратура и материальное обеспечение для автоматизации обработки измерений параметров сверхпроводников на ЭВМ^{/27/}. Введена в экс-

платацию разработанная на основе микропроцессора MISKA система диагностики и управления большим гелиевым ожижителем высокой производительности^{/28/}. Для автоматизации управления работой установки в аperiodическом режиме разработано развитое математическое обеспечение, а число измеряемых точек доведено до 150.

3. Для повышения эффективности использования базовой ЭВМ лаборатории сданы в эксплуатацию новые версии опе-

рационной системы ЕС ЭВМ. Для автономной проверки отыскания неисправностей и наладки устройств ввода/вывода ЭВМ создан программный имитатор канала единой системы ЭВМ^{/29/}. В связи с этим отпала необходимость использовать для наладки устройств непосредственно машинное время ЭВМ. Создана система для подключения к базовой ЭВМ любых других ЭВМ (имеющих выход на магистраль КАМАК) и сети удаленных терминалов^{/30/}.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ДЕЙСТВУЮЩИХ И РАЗРАБОТКА НОВЫХ ФИЗИЧЕСКИХ ПРИБОРОВ И УСТАНОВОК

1. На ускорителе получен^{/31/} ускоренный пучок ядер изотопа ^{22}Ne . У этого ядра отношение $m/Z = 2,2$, что на 10% больше аналогичной величины для примесных ядер В, С, N, O. Закон связи частоты ускоряющего напряжения с ведущим магнитным полем был подобран для резонансного ускорения ядер с $m/Z = 2,2$. В процессе ускорения практически все ядра примеси с отношением $m/Z = 2$ быстро выбыли из ускорения. Чистым пучком ядер ^{22}Ne облучены физические установки и ядерная фотоэмульсия.

Проведены расчеты и смонтировано дополнительное оборудование на трассе быстрого вывода пучка из синхрофазотрона. Результаты опробования показали увеличение интенсивности более чем в 10 раз^{/31/}.

Для управления и контроля работы источника дейтронов "Полярис" надежно зарекомендовала себя система с волоконно-оптическими линиями связи в условиях напряжения 700 кВ (относительно земли) и мощных радиочастотных полей^{/32/}. В системе используются многоканальные линии связи с полосой пропускания от нуля до десяти мегагерц.

2. В лаборатории разработаны сверхпроводящие магнитные системы, предназначенные для накопления опыта создания сверхпроводящего ускорителя, необходимого для подготовки технического проекта нуклотрона^{/33/}. На примере из трех периодов этой магнитной системы (в каждом периоде два магнита и две линзы) определено поведение сверхпроводящей магнитной системы. Кроме магнитов и линз в каждом периоде содержится сверхвысоковакуумная камера, гелиевый и азотный криостаты со вспомогательным оборудованием. Сверхпроводящая обмотка уложена на железный сердечник магнита с поперечным размером $150 \times 140 \text{ мм}^2$, рассчитанный на магнитное поле 2,3 Т при токе 2100 А. Магнит охлаждается путем погружения в жидкий гелий. При испытаниях магнитов для них не потребовалось предварительной тренировки, а для линз критический ток достигал 100%-й величины после 5-6 переходов в нормальное состояние. Малые размеры магнитной системы позволили использовать небольшие количества сверхпроводника, что существенно снизило стоимость такого магнита и уменьшило влияние ряда нежелательных эффектов. Разработанная конфигурация магнитов и линз обеспечила вы-

сокую повторяемость параметров магнитных систем при их серийном изготовлении. Накопленный опыт показал перспективность и экономичность использования сверхпроводящих магнитов с магнитным полем, формируемым с помощью железа, в области создания ускорителей на средние и большие энергии.

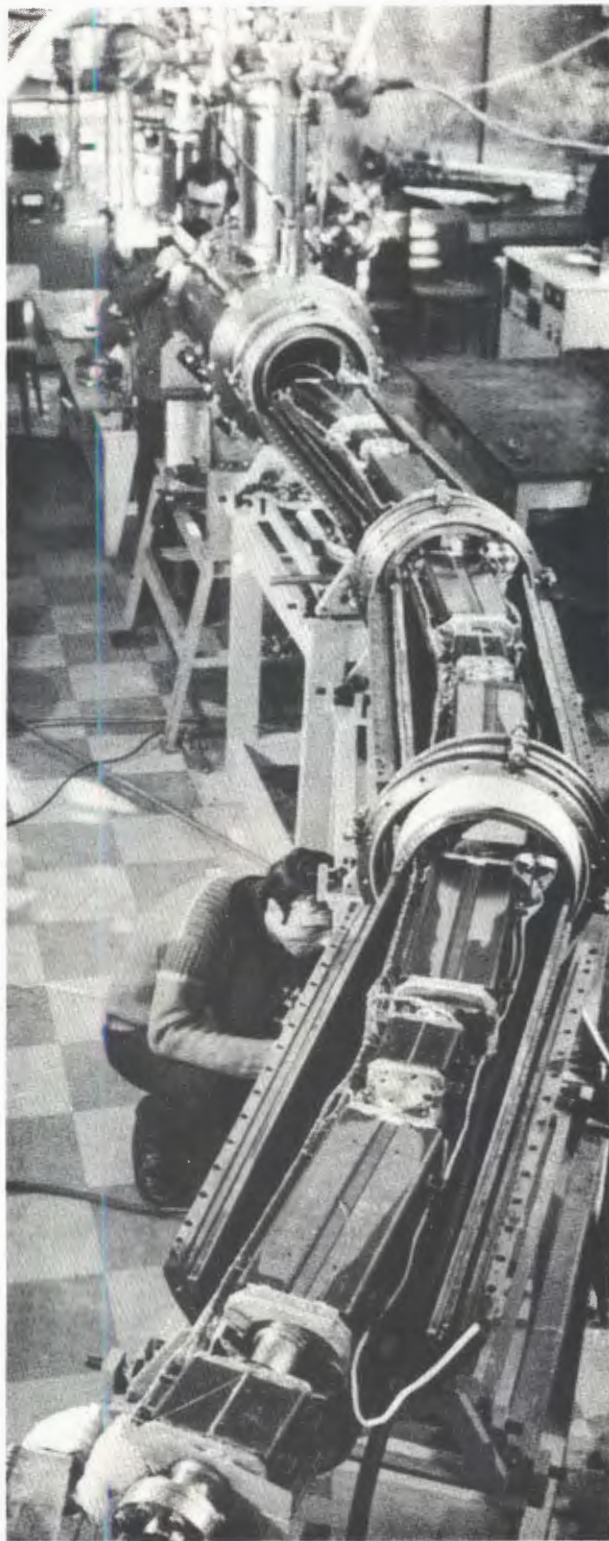
Другое направление, развиваемое в лаборатории, связано с разработками магнитов с железным сердечником, но охлаждаемых с помощью обмотки из трубчатого сверхпроводника, по которой циркулирует жидкий или двухфазный гелий^{/34/} (пар + жидкость). Получены результаты, показавшие принципиальную возможность охлаждения магнитов типа "оконная рама" с обмоткой из трубчатого сверхпроводника с охлаждением двухфазным гелием.

Проведены теоретические расчеты и экспериментально изучены энергетические потери, возникающие в сверхпроводящих магнитах при эвакуации запасенной энергии^{/35/}. Исследовано влияние энергетических потерь на стабильность и скорость перехода в нормальное состояние обмоток магнитов. Выяснено, что при определенных условиях потери могут эффективно переводить обмотки магнитов в нормальное состояние в начале процесса эвакуации.

Для определения параметров магнитного поля сверхпроводящих дипольных магнитов в "теплом" режиме усовершенствован стенд и аппаратура на линии с ЭВМ^{/36/}. Для магнитов с полями порядка 0,03 Т и линз с градиентом 2,5 Т/м обеспечено проведение прецизионных измерений с относительной точностью лучше 10^{-4} по основной гармонике магнитного поля и $0,01^\circ$ при определении ее фазы.

Для электропитания криогенных устройств разработаны и испытаны две конструкции высоковольтных многоамперных тоководов в жидкий гелий^{/37/}. Образцы тоководов успешно выдержали ток до 5,5 кА при постоянном напряжении 80 и 100 кВ.

Исследована теплопроводность сплавов ниобий-титан с большим содержанием компонент и различными структурными дефектами в интервале температур от 4,2 до 30 К^{/38/}. Выяснено, что низкие величины теплопроводности обусловлены малым значением электронной компоненты теплопроводности, а ход теплопроводности в сверхпроводящем состоянии зависит от фоновой компоненты.



Разрабатываемые в лаборатории сверхпроводящие магнитные системы предназначены для накопления опыта создания сверхпроводящего ускорителя. На снимке: три периода сверхпроводящей магнитной системы с полем, формируемым железом.

НАУЧНО-ПРИКЛАДНЫЕ РАБОТЫ



1. Для оперативного накопления и обработки двумерной рентгеновской дифракционной картины улучшен рентгеновский детектор АРД-1 с максимальным быстродействием 250 000 событий в секунду^{/39/}. Прибор используется в биологических исследованиях, в частности для изучения структуры монокристаллов белка.

2. Начиная с 1976 г. на канале медленного вывода синхрофазотрона проводятся работы по определению относительной биологической эффективности заряженных частиц и легких ядер высокой энергии^{/40/}. Для исследования глубинного распределения поглощенной дозы изготовлены фантомы (тканезквивалентная пластмасса) мелких лабораторных животных. Определены фазовые и спектральные характеристики полей радиационного воздействия на биологические объекты.

Изображение кисти руки, полученное с помощью рентгеновского детектора на основе многопроволочной камеры. Различные изображения на дисплейной системе - результат обработки на ЭВМ по различным критериям.

ЭКСПЛУАТАЦИЯ СИНХРОФАЗОТРОНА

Ускоритель работал:

а) на экспериментальные исследования по физике элементарных частиц и физике релятивистских ядер - 3156 часов с достигнутой интенсивностью $4,0 \times 10^{12}$ ускоренных протонов, $1,0 \times 10^{12}$ уско-

ренных дейтронов, 5×10^{10} ускоренных ядер гелия, $1,0 \times 10^7$ ядер углерода, 1×10^4 ядер неона-22 за один цикл ускорения;

б) на совершенствование систем ускорителя - 398 часов.

ЛИТЕРАТУРА*

1. Шахбазян Б.А. ОИЯИ, Е1-81-776, Дубна, 1981; ОИЯИ, Е1-82-446, Дубна, 1982.
2. Аблеев В.Г. и др. ОИЯИ, Е1-82-516, Дубна, 1982.
3. Алеев А.Н. и др. ОИЯИ, Д1-82-116, Дубна, 1982; ОИЯИ, Р1-82-343, Дубна, 1982.
4. Алеев А.Н. и др. ОИЯИ, Р1-82-353, Дубна, 1982.
5. Кладницкая Е.Н. и др. ОИЯИ, Р1-82-569, Дубна, 1982.
6. Али-Муса Н. и др. ОИЯИ, Д1-82-715, Дубна, 1982.
7. Алеев А.Н. и др. ОИЯИ, Р1-82-360, Дубна, 1982.
8. Ахабабян Н.О. и др. ОИЯИ, 1-81-723, Дубна, 1981.
9. Подгорецкий М.И. ОИЯИ, Р2-82-398, Дубна, 1982.
10. Ангелов Н.С. и др. ОИЯИ, Р1-82-559, Дубна, 1982.
11. Стрельцов В.Н. ОИЯИ, Р2-82-699, Дубна, 1982.
12. Арженто А. и др. ЦЕРН-ЕР, 82-149, 1982.
13. Гришин В.Г. и др. ОИЯИ, Р1-82-252, Дубна, 1982.
14. Гришин В.Г. и др. ОИЯИ, Р1-82-393, Дубна, 1982.
15. Агакишиев Г.Н. и др. ОИЯИ, Р1-82-508, Дубна, 1982.
16. Батюня Б.В. и др. ОИЯИ, 1-82-687, Дубна, 1982.
17. Аблеев В.Г. и др. ОИЯИ, Е1-82-377, Дубна, 1982.
18. Балдин А.М. и др. ОИЯИ, Е1-82-472, Дубна, 1982.
19. Архипов В.В. и др. ОИЯИ, Р1-82-614, Дубна, 1982.
20. Любимов В.Б. и др. ОИЯИ, Р1-82-363, Дубна, 1982.
21. Ахабабян Н.О. и др. ОИЯИ, Е1-82-510, Дубна, 1982.
22. Ахабабян Н.О. и др. ОИЯИ, Д1-82-445, Дубна, 1982.
23. Базиладзе С.Г. и др. ОИЯИ, 13-82-152, Дубна, 1982.
24. Гаидамака Р.И. и др. ОИЯИ, Р13-82-628, Дубна, 1982.
25. Базиладзе С.Г. и др. ОИЯИ, 13-82-148, Дубна, 1982.
26. Никитюк Н.М. ОИЯИ, Р11-81-784, Дубна, 1981.
27. Хоанг Као Зунг. ОИЯИ, 10-82-830, Дубна, 1981.
28. Агапов Н.Н. и др. ОИЯИ, Р10-82-368, Дубна, 1982.
29. Дьдзьшко В.Ф. и др. ОИЯИ, 10-82-622, Дубна, 1982.
30. Базылев С.Н. и др. ОИЯИ, 10-82-600, Дубна, 1982.
31. Безногих Ю.Д. и др. ОИЯИ, 9-82-556, Дубна, 1982.
32. Романов Ю.И. ОИЯИ, 13-82-279, Дубна, 1982.
33. Шелаев И.А. и др. ОИЯИ, Р9-82-383, Дубна, 1982.
34. Дьячков Е.И. и др. ОИЯИ, 8-82-169, Дубна, 1982.
35. Кабат Д. и др. ОИЯИ, Р8-82-218, Дубна, 1982.
36. Воеводин М.А. и др. ОИЯИ, Р9-82-609, Дубна, 1982.
37. Анищенко Н.Г. и др. ОИЯИ, 8-82-172, Дубна, 1982.
38. Херцог Р. и др. ОИЯИ, Р8-81-765, Дубна, 1981.
39. Анисимов Ю.С. и др. ОИЯИ, 10-81-815, Дубна, 1981.
40. Зиновьев Л.П. и др. ОИЯИ, 18-82-65, Дубна, 1982.

*Цитируются избранные работы.

ЛАБОРАТОРИЯ ЯДЕРНЫХ ПРОБЛЕМ

В 1982 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 совместном ОИЯИ-ЦЕРН мюонном эксперименте NA-4. 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 КВАРКОВОЙ СТРУКТУРЫ И ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ

1. В совместном с ИФВЭ эксперименте АЯКС-СИГМА детально исследован обнаруженный в 1981 г. процесс упругого рассеяния фотонов на π -мезонах, так называемый комптон-эффект на π -мезоне. Исследование спектра жестких γ -квантов показало, что π -мезон в процессе упругого рассеяния испытывает деформацию, что свидетельствует о его составной, кварковой структуре (рис. 1). Впервые измерена фундаментальная константа, характеризующая деформацию π -мезона в электромагнитном поле - его поляризуемость/1/:

$$a_{\pi} = (6,8 \pm 1,4) \cdot 10^{-43} \text{ см}^3.$$

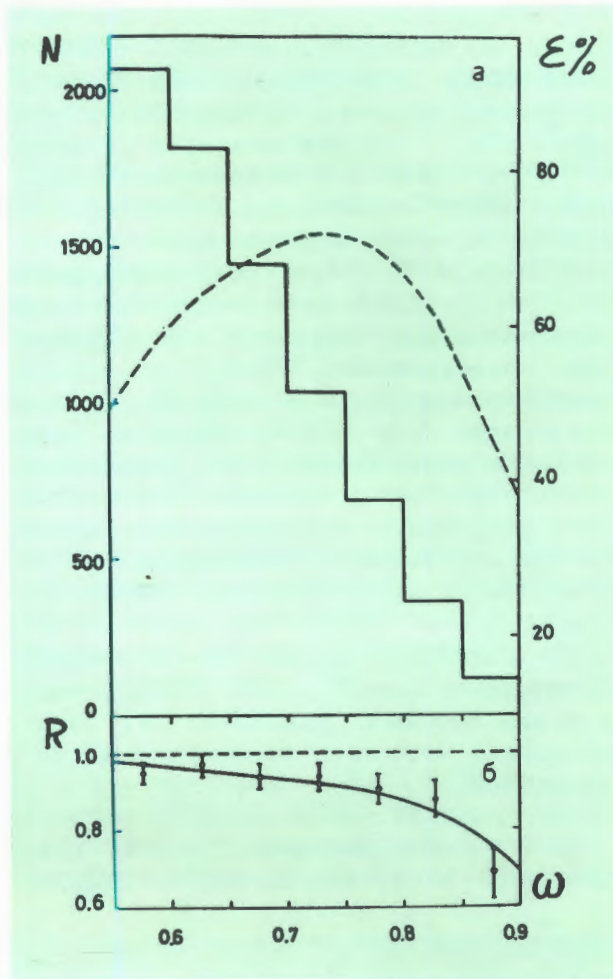
Измеренная величина существенна для проверки различных теоретических моделей, описывающих кварковую структуру пиона. В частности, сопоставление этой величины с теоретическими предсказаниями указывает на необходимость учета

при расчете поляризуемости принципа киральной симметрии. Игнорирование этого принципа приводит к резкому противоречию с экспериментом. (Киральная кварковая теория дает $a_{\pi} \sim 5 \cdot 10^{-43} \text{ см}^3$, без учета киральности - $0,24 \cdot 10^{-43} \text{ см}^3$).

Установлено также, что наивные "составные" кварковые модели, в которых делается попытка описания π -мезона как "мешка" с размерами порядка радиуса пиона, в котором заключены составляющие кварки, не соответствуют опыту. Предсказываемое в таких моделях значение поляризуемости $a_{\pi} \sim 14 \cdot 10^{-43} \text{ см}^3$ существенно больше экспериментального. По некоторым теоретическим расчетам эту величину можно свести к экспериментальной только при учете того обстоятельства, что в поляризуемость, помимо

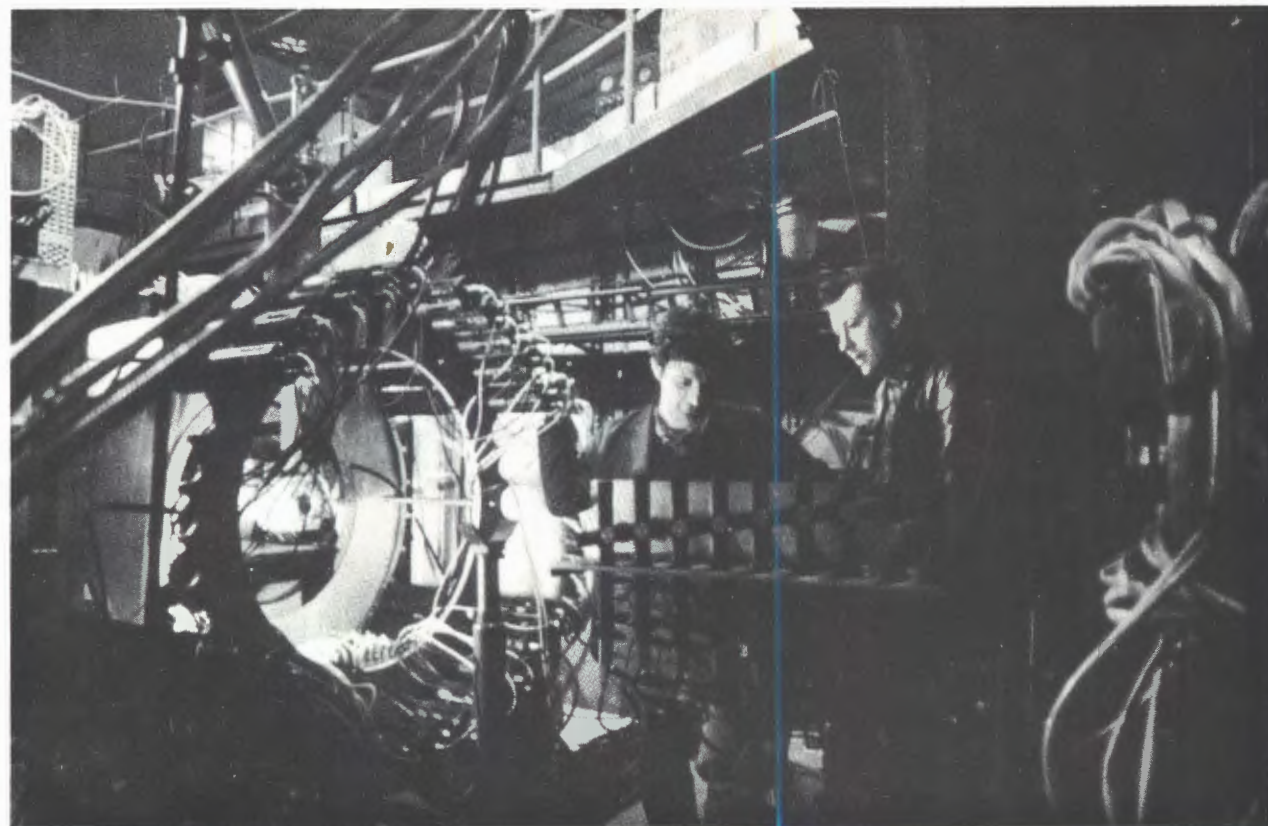
В совместном с ИФВЭ (Протвино) эксперименте АЯКС-СИГМА обнаружено явление поляризуемости π -мезона в электромагнитном поле и впервые измерена фундаментальная структурная константа поляризуемости пиона.

Рис. 1. а) Распределение событий N пионного комптон-эффекта по переменной $\omega = E_\gamma/E_0$ - энергии γ -кванта E_γ , деленной на энергию падающего π -мезона E_0 . Прерывистая линия - эффективность регистрации ϵ комптон-эффекта в зависимости от ω (правая шкала); б) отношение $R = (\frac{d\sigma}{d\omega})_{\text{exp}} / (\frac{d\sigma}{d\omega})_{\text{theor}}$ измеренного распределения к теоретически вычисленному в предположении, что поляризуемость равна нулю. Сплошная линия иллюстрирует результат аппроксимации экспериментальных данных теоретическим распределением с поляризуемостью, равной $6,8 \cdot 10^{-43} \text{ см}^3$.



составляющих кварков, вносят большой вклад "морские" кварки, вклад которых имеет отрицательный знак ^{12/}.

π -мезон - вторая после протона частица, для которой измерена поляризуемость. Это оказалось возможным благодаря реализации в опыте АЯКС-СИГМА нового метода исследования упругого рассеяния нестабильных частиц на фотонах. Этот метод может быть использован и в дальнейшем, в том числе при более высоких энергиях, чем серпуховские, и не только для π^- , но и для K^- -мезонов.

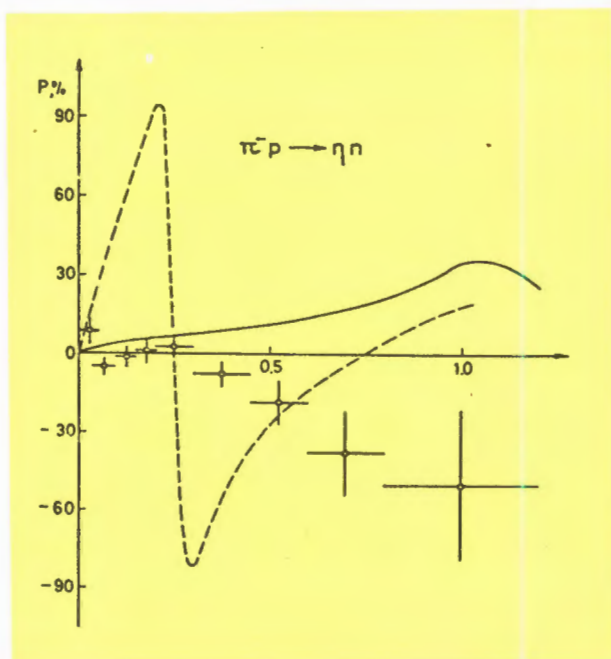


2. Интересные результаты были получены в эксперименте ЛЯП ОИЯИ-ИФВЭ-ИФВЭ ТГУ "Поляриметр-Проза". Обнаружена заметная поляризация в реакции $\pi^-p \rightarrow \eta p$ при импульсе пионов 40 ГэВ/с (рис. 2). В интервале переданных импульсов $0,5 \leq t \leq 0,1$ (ГэВ/с)² среднее значение поляризации $\langle p \rangle = -0,24 \pm 0,08$ ^{/3/}. Этот результат находится в противоречии с существующими теоретическими моделями. В прошлом году в эксперименте "Проза" при исследовании поляризации в другой реакции перезарядки $\pi^-p \rightarrow \pi^0 p$ также были получены неожиданные для теоретиков результаты. Таким образом, в совокупности результаты последних экспериментов по программе "Поляриметр-Проза" стимулируют развитие новых теоретических идей.

В настоящее время для установки "Поляриметр-Проза" в ЛЯП ОИЯИ создана новая большая (длина 40 см) поляризованная мишень с "замороженной" поляризацией.

3. В рамках эксперимента МИС продолжалась обработка данных по дифрак-

Рис. 2. Поляризация $P(t)$ в реакции $\pi^-p \rightarrow \eta p$ при 40 ГэВ/с в зависимости от квадрата t переданного нуклону импульса. Сплошная и прерывистая линии - теоретические предсказания, основанные на модели полюсов Редже.



ционной диссоциации пионов на ядрах в трехпионные системы. Проведен анализ парциальных амплитуд 1^+S , 0^-S и 0^-P в комплексной энергетической плоскости в области масс трехпионной системы 0,8-1,4 ГэВ с помощью метода паде-аппроксимации.

В результате установлены стабильные полюса в нижней энергетической полуплоскости в парциальных волнах 1^+S (A_1 -мезон) и 0^-S (π' -мезон). Положение и ширина A_1 -резонанса $m_{A_1} = (1255 \pm 23)$ МэВ и $\Gamma_{A_1} = (292 \pm 40)$ МэВ. Для π' -мезонов найдено $m_{\pi'} = (1208 \pm 21)$ МэВ и $\Gamma_{\pi'} = (336 \pm 46)$ МэВ. Параметры резонансов хорошо согласуются с параметрами, полученными ранее при другом способе обработки. Таким образом, показана высокая надежность сделанных ранее выводов о существовании указанных выше резонансов^{/4/}.

4. В совместном эксперименте ЛЯП-ЛНФ на импульсном реакторе ИБР-2 получено экспериментальное доказательство отсутствия "стандартного" аксиона-частицы, предсказываемой в некоторых современных вариантах единой теории взаимодействий. Данные этого опыта получили широкий международный резонанс и имеют большое значение для дальнейшего развития актуального направления теории элементарных частиц^{/5/}.

5. В опытах с μ^- -мезонами, останавливающимися в газообразной смеси водорода, гелия и ксенона (давление водорода около 20 атм, концентрация гелия и ксенона относительно водорода составляли соответственно $0,05 \pm 2$ и $\sim 10^{-4}$), обнаружен перехват мюонов с $p\mu$ -атомов, находящихся в основном состоянии, на атом гелия и измерена скорость перехвата: $\lambda_{He} = (3,6 \pm 1,0) \cdot 10^7$ с⁻¹. Этот результат хорошо согласуется с расчетами, учитывающими новый мезомолекулярный механизм перезарядки $p\mu$ -атомов на ядрах гелия. Измерена также зависимость вероятности образования $p\mu$ -атома в основном состоянии от концентрации гелия; анализ и сопоставление ее с соответствующими данными для π^- -мезонов указывают на существование перехвата мюонов и с возбужденных уровней атомов $p\mu$, причем более интенсивного, чем в случае $p\pi$ -атомов (константа перехвата $\Lambda_{\mu} = 3,8 \pm 0,3$ против $\Lambda_{\pi} = 1,84 \pm 0,09$)^{/6/}.

СПЕКТРОСКОПИЯ АТОМНЫХ ЯДЕР, УДАЛЕННЫХ ОТ ПОЛОСЫ β -СТАБИЛЬНОСТИ

6. Проанализированы эксперименты по измерению энергии связи дейтрона E_D в реакции захвата тепловых нейтронов водородом в предположении $(411,8 - {}^{198}\text{Hg}) = 411,8044 \pm 0,0011$ кэВ. Показано, что при использовании общей системы нормалей энергии опубликованные данные согласуются между собой. Проведена новая серия экспериментов с помощью Ge(Li)-детектора (100 см^3). Результатом новых и ранее выполненных измерений величины E_D следует считать значение $E_D = 2224,563 \pm 0,009$ кэВ.

Средневзвешенное значение опубликованных экспериментальных данных равно: $E_D = 2224,568 \pm 0,008$ кэВ.

С использованием этого значения более чем в два раза улучшена относительная погрешность измерения массы нейтрона. Уточненное значение массы нейтрона:

$$n - 1 = (8664,902 \pm 0,013) \cdot 10^{-6} \text{ а.е.м.}^{/7/}.$$

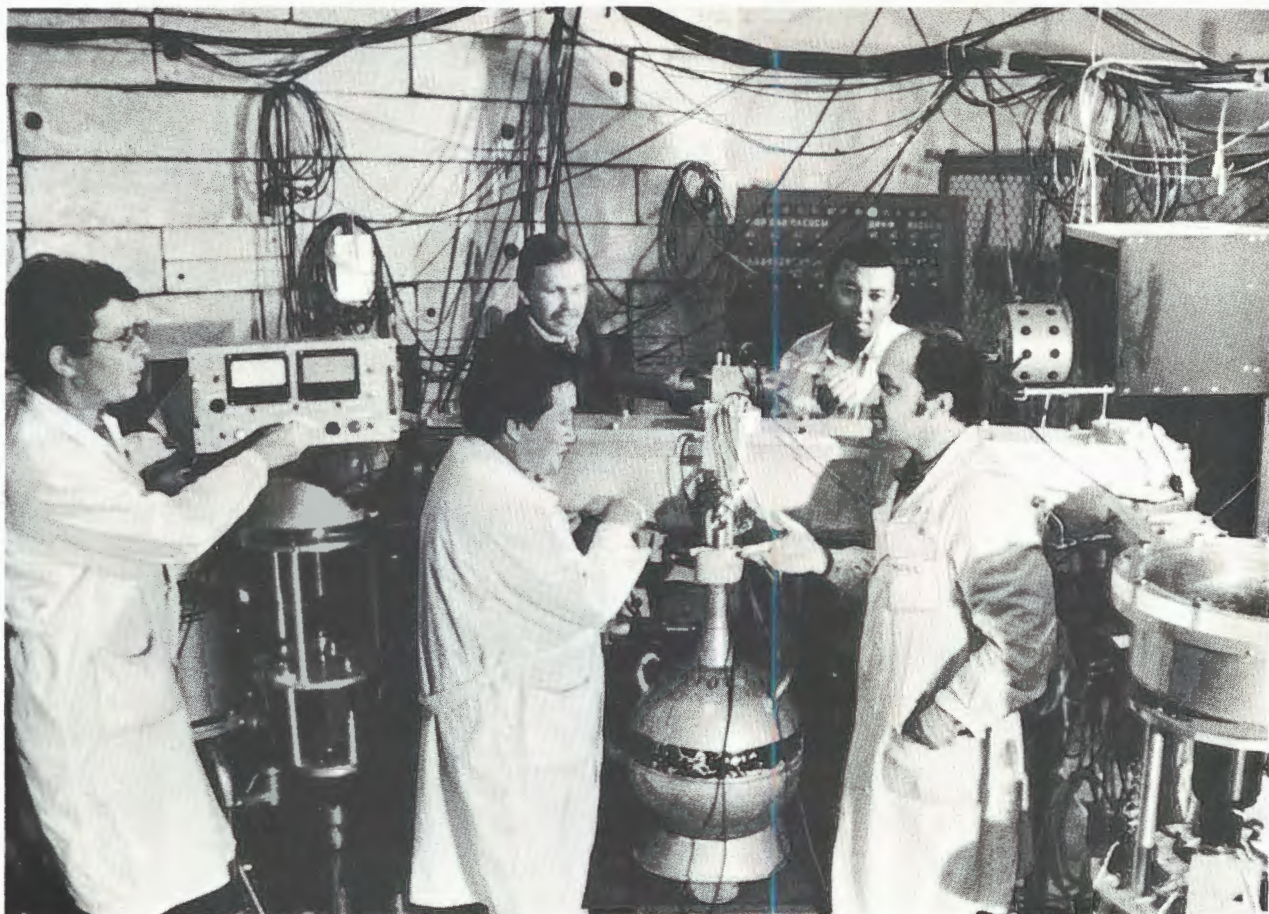
Таким образом, достигнутая относительная погрешность определения массы нейтрона в а.е.м. равна 0,015 ppm, рекомендованная же в ^{/8/} величина массы имеет погрешность 0,037 ppm.

1. На основе разработанной методики прецизионных измерений граничных энергий сплошных позитронных спектров, измеренных с использованием детектора из сверхчистого германия, и значений энергий α -частиц в цепочках α -распадов получены величины масс около 40 "удаленных" нуклидов в диапазоне массовых чисел A в области 150-180.

Впервые экспериментально определена граница протонной устойчивости нуклидов^{/9/} (рис. 3).

Идентификация положения границы протонной устойчивости проведена на основании анализа величин масс нуклидов и выявления случаев, когда энергия связи

В рамках программы ЯСНАПП-ИРИС на ускорителе ЛИЯФ АН СССР впервые экспериментально определена граница протонной устойчивости нуклидов.



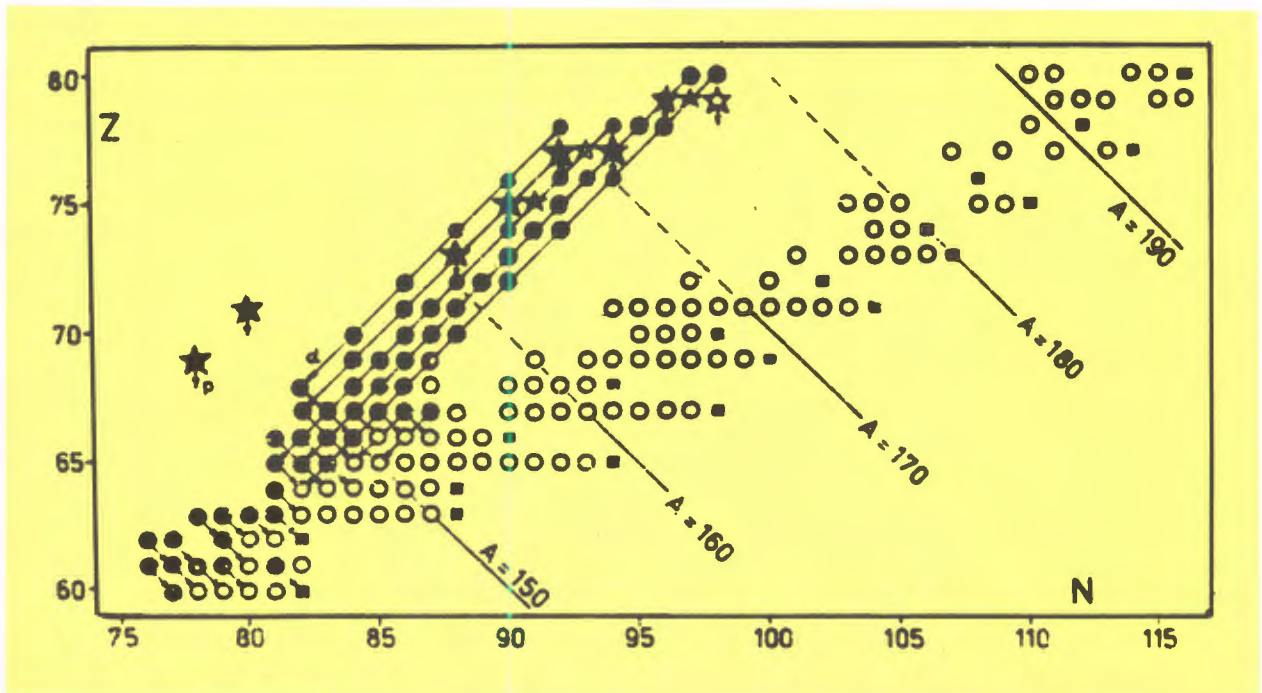


Рис. 3. Диаграмма нейтронодефицитных нуклидов. Обозначения: ● - нуклиды, массы которых определены в эксперименте ЯСНАПП-ИРИС, ○ - нуклиды, массы которых известны из литературы, ■ - стабильные нуклиды, ★ - идентифицированные протонные излучатели, ☆ - протонные излучатели, найденные по разностям масс начального и конечного состояний.

“внешнего” протона становится отрицательной. До настоящего времени такой анализ не мог быть сделан из-за отсутствия экспериментальных данных о массах ядер вблизи границы протонной устойчивости.

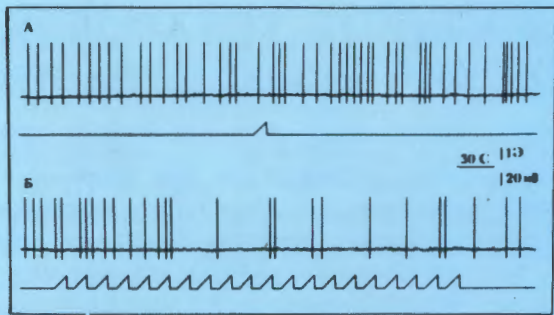
Показано, что по мере приближения к границе протонной устойчивости парная энергия протонов Δp возрастает и у нуклидов вблизи границы значения ее в ряде случаев на ~50% превышает величину Δp в области бета-стабильных ядер. Отмечена регулярность в поведении значений Δp для всех исследованных случаев.

2. Проведены исследования спектров γ -лучей, электронов внутренней конверсии, $(\gamma-\gamma)^-$ и $(e-\gamma)^-$ совпадений при распаде ^{164}Yb . В экспериментах использовались гамма-спектрометры с Ge(Li) - и Si(Li) - детекторами, бета-спектрограф и установка, созданная на базе безжелезного бета-спектрометра с тороидальным магнитным полем. Обнаружено 37 γ -переходов при распаде ^{164}Yb , для 25 из них определены мультипольности. Предлагается схема распада $^{164}\text{Yb} \rightarrow ^{164}\text{Tm}$, включающая в себя 17 возбужденных уровней ^{164}Tm , 16 из которых введены впервые ^{/10/}.

БИОФИЗИКА, ФИЗИКА КОНДЕНСИРОВАННЫХ СРЕД И ПРИКЛАДНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

1. Исследовано влияние одиночного импульса магнитного поля треугольной формы на электрическую активность нейронов моллюска *Limnaea stagnalis*. Обнаружена зависимость реакции нейрона от скорости изменения магнитного по-

ля^{/11/} (рис. 4). Эффективные значения скоростей фронтов импульса находятся в диапазоне от 1 до 100 Э/с. Пороговая амплитуда импульса магнитного поля для большинства нейронов расположена между 1 и 10 Э. При увеличении амплитуды



ходимости накопления энергии воздействия до определенной величины /12/ (рис. 5).

2. Методом прецессии спина в магнитном поле исследована температурная зависимость остаточной поляризации μ^- -мезонов в мезоатоме кислорода, образующемся в V_2O_3 , и обнаружен ее скачок при температуре Нееля. Найдена также релаксация спина μ^\pm -мезонов в V_2O_3 /13/ (рис. 6).

Рис. 4. Влияние на электрическую активность нейрона одиночного импульса (А) и серии (Б) магнитного поля с амплитудой 1 Э. Скорость нарастания поля - 0,1 Э/с, скорость спада 1 Э/с.

Рис. 6. Остаточная поляризация \bar{a}/a_c отрицательных мезонов в мезоатоме кислорода V_2O_3 в зависимости от температуры. Скачок отвечает фазовому переходу при температуре Нееля.

магнитного поля до 100 Э эффективность воздействия существенно не возрастала.

Изучена также возможность суммирования во времени воздействия малых по величине импульсов магнитного поля с амплитудой 1 Э на электрическую активность нейронов моллюска *Limnaea stagnalis*. Одиночный импульс не вызывал изменения активности нейронов. Изменения происходили при воздействии 5-8 импульсов. Реакция нейронов носила пороговый характер в зависимости от числа импульсов, что свидетельствует о необ-

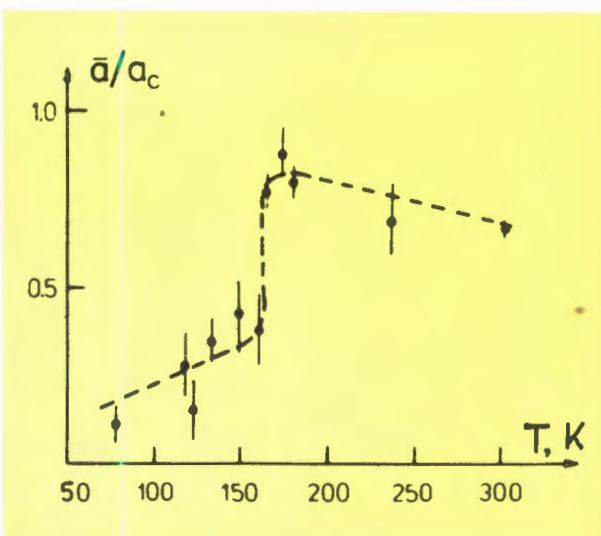


Рис. 5. Влияние на электрическую активность нейрона серии импульсов магнитного поля с амплитудой 1 Э (А) и одиночного импульса поля с амплитудой 10 Э (Б). Скорость нарастания поля - 0,1 Э/с, скорость спада - 1 Э/с.

3. Проанализирована возможность использования для накопления далеких трансплутониевых элементов нейтронного генератора на основе ускорителя дейтронов. Показана перспективность использования ускорителей дейтронов с энергией 100 МэВ и выше для накопления далеких трансплутониевых элементов. При мощности пучка 10 МВт такие установки могут успешно конкурировать с реакторами. На базе дейтронного циклотрона можно организовать также крупномасштабное производство доурановых радионуклидов, в том числе необходимых для медико-биологических применений: йода-123, брома-77, тулия-167, стронция-82, рубидия-83 и др. /14/.

СОЗДАНИЕ КРУПНЫХ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ УСТАНОВОК. МЕТОДИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

1. Совместно с ОНМУ, ОП и СНЭО ОИЯИ выполнен большой комплекс работ по созданию крупнейшей установки для исследований по физике нейтрино на ускорителе 76 ГэВ - "Нейтринного детектора" ОИЯИ-ИФВЭ.

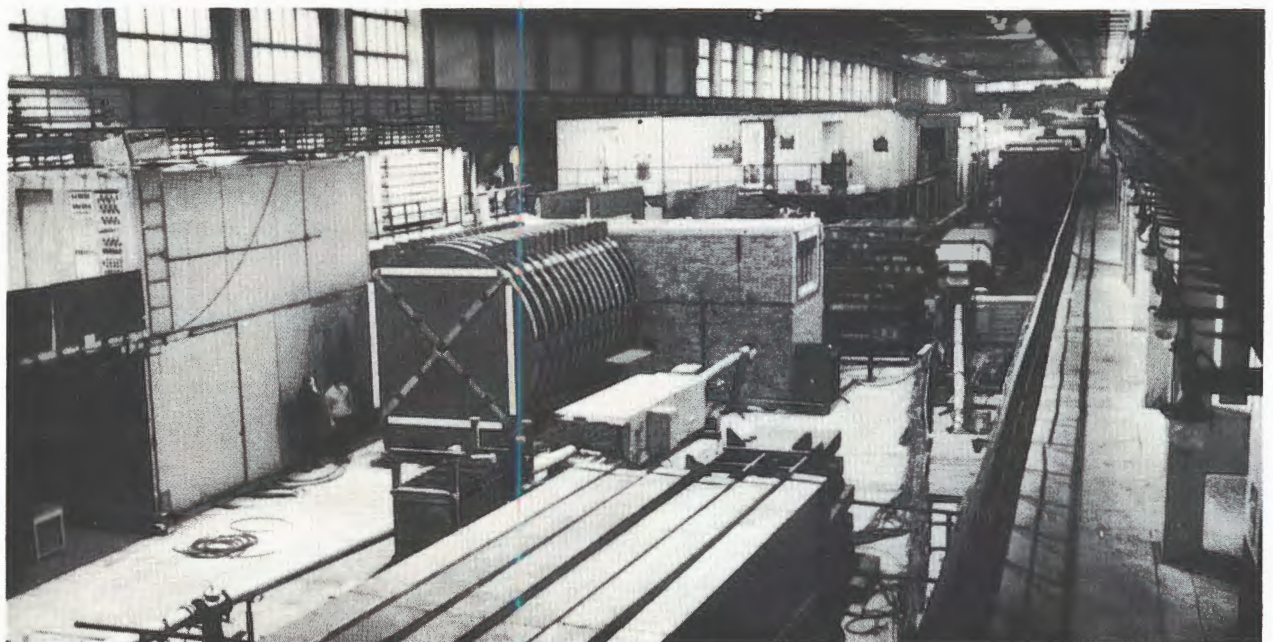
Завершены изготовление, сборка и испытание всех 18 модулей кольцевого магнита мюонного спектрометра. Проведены измерения распределения магнитной индукции в каждом модуле, достигнуты проектные параметры. Изготовлено 25 модулей (из 40 проектных) рамного магнита магнитной оболочки с обмотками возбуждений.

Продолжалась разработка физической программы исследований на нейтринном детекторе.

В 1982 г. завершен цикл работ по изучению кварк-глюонной структуры адронов. Найдены функции распределения кварков и глюонов внутри нуклонов и пионов, удовлетворяющих КХД-уравнениям как в главном логарифмическом приближении, так и в следующем порядке по КХД-константе связи $\alpha_s(O^2)$. С помощью найденных функций распределения проведен анализ экспериментальных данных по глубоконеупругому рассеянию (μ, γ, e)-лептонов на нуклонах и ядрах, рассеянию

поляризованных лептонов на поляризованных протонах и определению аксиальных формфакторов нуклона. Показано, что при теоретическом анализе экспериментальных данных важен учет вклада глюонов, следующего порядка по КХД-константе связи $\alpha_s(O^2)$, твистовых поправок, структуры ядра и порогового эффекта включения тяжелых кварков (c и b). Показано, что при описании данных по рассеянию поляризованных лептонов на поляризованной мишени необходимо принимать во внимание разное распределение u - и d -кварков по импульсам внутри нуклона. В рамках релятивистской осцилляторной модели удалось получить импульсные распределения кварков и глюонов в нуклонах, пригодные для описания в области очень малых значений скейлинговой переменной $X < 0,1$. Таким образом, полностью решена задача определения структурных функций для упругого и неупругого рассеяния лептонов (e, μ, γ) на адронах^{/15-17/}.

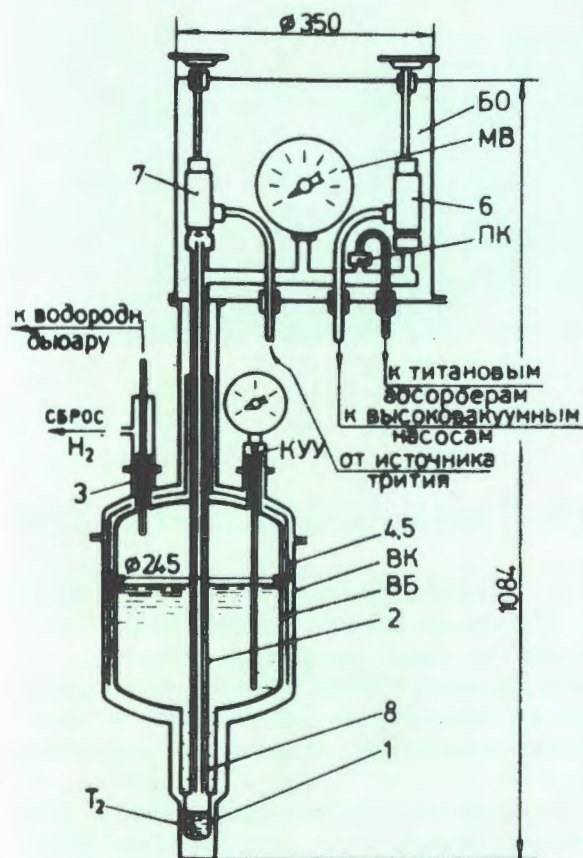
Монтаж и испытание оборудования установки "Нейтринный детектор" в экспериментальном зале серпуховского ускорителя.



Создана и успешно прошла стендовые испытания установка с жидкотритиевой мишенью для измерения скорости образования мезомолекул.

2. Продолжается программа исследования мю-катализа реакций ядерного синтеза изотопов водорода. Важным разделом этих исследований является изучение мезоатомных и мезомолекулярных процессов в смеси изотопов водорода с большой концентрацией трития. Оно включает в себя как наиболее важные измерения скоростей образования $pt\mu^-$, $dt\mu^-$ и $tt\mu^-$ молекул в области низких температур, а также скоростей ядерного синтеза в этих молекулах.

Основным узлом новой экспериментальной установки "Тритон", предназначенной для указанных исследований, является жидкотритиевая мишень и система ее газообеспечения. Использование трития в больших количествах требует тщательно продуманной конструкции мишени и методики проведения экспериментов. В 1982 г. завершено создание жидкотритиевой мишени для этих эксперимен-



тов^{18/} (рис. 7). Она имеет следующие параметры: рабочий объем мишени - 34 см^3 ; допустимая активность - $8 \cdot 10^5 \text{ Ки}$ (это обеспечивает оптимальное время экспозиций на пучке и измерение характеристик мезомолекулярных процессов с необходимой точностью); охлаждение мишени производится жидким водородом; рабочий диапазон температур составляет $20-30 \text{ К}$. Подобная мишень создана впервые в мировой практике.

Рис.7. Схематический чертеж жидкотритиевой мишени для исследования мезоатомных и мезомолекулярных процессов. 1 - мишень, 2 - конденсационная трубка, 3 - заливная горловина, 4 - экран из полированной меди, 5 - тепловой экран из многослойного металлизированного лавсана, 6, 7 - сильфонные вентили, 8 - трубка для продувки мишени водородом или гелием, ВК - вакуумный кожух, БО - балластный объем, ПК - предохранительный клапан, МВ - образцовый мановакуумметр, КУУ - конденсационный указатель уровня.

3. Совместно с Центром ядерной спектроскопии и масс-спектрометрии в Орсе (Франция) создан электростатический бета-спектрометр, состоящий из сферического замедлителя и двойного цилиндрического зеркала. Спектрометр полностью автоматизирован на основе блоков и микро-ЭВМ в стандарте КАМАК. Полученное на эксперименте наилучшее энергетическое разрешение спектрометра составляет 9 эВ для энергии 11,5 кэВ (собственная ширина линии - 5 эВ). Таким образом, спектрометр обладает рекордными в настоящее время параметрами в области энергий от 0,5 до 50 килоэлектронвольт^{/19/}.

4. Введена в строй новая эффективная аппаратура на миссинг-масс-спектрометре "Гиперон"^{/20,21/}. На установке достигнуты высокие точности измерения модулей импульсов и углов вылета частиц, обеспечившие возможность надежного вы-

деления бинарного процесса $\pi^+ p \rightarrow K^+ \Sigma^+$. В спектре недостающих масс и K^+ наблюдается пик Σ^+ -гиперона с полушириной не более 55 МэВ.

Завершается измерение дифференциальных сечений указанного процесса для $|t| \leq 0,6$ (ГэВ/с)² при 12 ГэВ и измерение поляризации Σ^+ -гиперона.

5. Разработан и испытан метод лазерной регистрации треков в самошунтирующей стримерной камере с повышенным давлением, позволяющей достигать локализации треков с точностью до десятков микрон^{/22/}.

Прецизионный электростатический бета-спектрометр, предназначенный для исследований электронных спектров малых энергий с рекордным энергетическим разрешением.



РЕКОНСТРУКЦИЯ СИНХРОЦИКЛОТРОНА

Завершается реконструкция синхроциклотрона в установку "Ф". Закончено формирование основного магнитного поля (включая гармоники и поперечную компоненту). Выполнены магнитные измерения поля элементов системы вывода пучка, получено удовлетворительное согласование с расчетами и результатами моделирования.

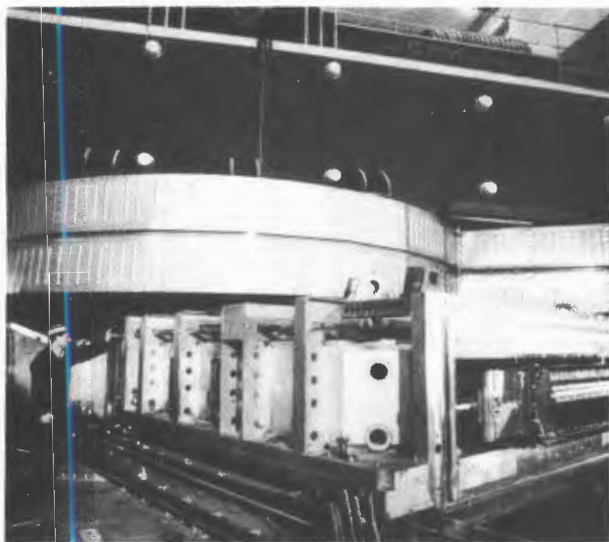
Завершена сборка узлов высокочастотной системы: вариатора частоты, дуанта, промежуточной камеры и осуществлен их монтаж на рабочем месте. Проведены стендовые испытания вариатора частоты.

Изготовлены пикап-электроды и разработана аппаратура для измерения параметров пучка при пуско-наладочных ра-

ботах ускорителя. Выполнен монтаж первой очереди автоматической системы управления вакуумной системой и ионным источником.

Произведена наладка всех узлов вакуумной системы и откачка всего ускорителя в сборе: ускорительной, промежуточной и вариаторной камер с полным комплектом внутренних узлов.

Завершается реконструкция синхроциклотрона в сильноточный фазотрон. На снимке: монтаж вариатора частоты.



ЛИТЕРАТУРА*

1. Antipov Yu.M. et al. Preprint IHEP, 82-120, Serpukhov, 1982.
2. Петрунькин В.А. ЭЧАЯ, 1981, 12, с. 692.
3. Аввакумов И.В. и др. Препринт ИФВЭ, 82-98, Серпухов, 1982.
4. Bellini D. et al. JINR, E1-82-488, Dubna, 1982.
5. Alekseev G.D. et al. JINR, E1-82-387, Dubna, 1982.
6. Быстрицкий В.М. и др. ОИЯИ, P1-82-646, Дубна, 1982.
7. Вылов Ц. и др. ОИЯИ, P6-82-108, Дубна, 1982.
8. Kessler E.G. et al. Phys. Rev. Lett., 1978, 40, p. 171.
9. Алхазов Г.Д. и др. Препринт ЛИЯФ, 820, Гатчина, 1982.
10. Адам И. и др. ОИЯИ, P6-82-127, Дубна, 1982.
11. Данилов В.И. и др. ОИЯИ, 19-82-590, Дубна, 1982.
12. Данилов В.И. и др. ОИЯИ, 19-82-617, Дубна, 1982.
13. Баландин М.П. и др. ОИЯИ, P14-82-605, Дубна, 1982.
14. Джелепов В.П., Дмитриевский В.П., Кольга В.В. ОИЯИ, P9-82-565, Дубна, 1982.
15. Бедняков В.А. и др. ОИЯИ, P2-82-408, Дубна, 1982.
16. Иванов Д.П., Исаев П.С. ОИЯИ, E2-82-794, Дубна, 1982.
17. Vednyakov V.A., Zlatev I.S. et al. JINR, E2-82-476, Dubna, 1982.
18. Быстрицкий В.М. и др. ОИЯИ, 13-82-378, Дубна, 1982.
19. Вылов Ц. и др. ОИЯИ, P6-82-918, Дубна, 1982.
20. Пиляр А.В. и др. ОИЯИ, 1-82-729, Дубна, 1982.
21. Бицадзе Г.С. и др. ПТЭ, 1982, 3, с. 56.
22. Щербаков Ю.А. и др. ОИЯИ, D13-82-417, Дубна, 1982.

* Цитируются избранные работы.

ЛАБОРАТОРИЯ ЯДЕРНЫХ РЕАКЦИЙ

В 1982 году основные усилия коллектива лаборатории были сконцентрированы на проведении физических экспериментов на У-400, работах по синтезу новых трансфермиевых элементов и поисках сверхтяжелых элементов в природе, на изучении механизма ядерных реакций. Большое внимание уделялось развитию прикладных исследований.

На У-400 получены пучки ионов $^{48,50}\text{Ti}$, $^{52,54}\text{Cr}$, $^{56,58}\text{Fe}$ с интенсивно-

стью до 10^{13} частиц в секунду, проведен цикл экспериментов по синтезу 109 элемента в реакции $^{209}\text{Bi} + ^{58}\text{Fe}$. Выполнен большой объем работ по созданию первоочередных установок для У-400: ВАСИЛИСЫ, ДЭМАС, МС-А. Запущен спектрометрический лазер с перестраиваемой частотой, являющийся основной частью установки КСИ, введена в действие испытательная машина ИНСТРОН - основной узел установки РИПС.

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЕ РАБОТЫ

СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ИЗОТОПОВ ТРАНСУРАНОВЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

1. Экспериментально установлено, что нечетные изотопы с $Z \geq 104$ вплоть до $Z = 107$ испытывают главным образом α -распад, несмотря на то, что они обладают очень большой величиной Z^2/A (для $^{262}\text{107}$ $Z^2/A=44$). Это указывает на наличие у нечетных ядер относительно высокого барьера деления, что находит объяснение в рамках теоретических представлений о значительном вкладе структурных эффектов при больших деформациях.

Чрезвычайно интересным с этой точки зрения представляется продвижение в сторону более тяжелых элементов.

В течение 1982 года в ЛЯР ОИЯИ проводились опыты по синтезу элемента 109 в ядерной реакции $^{209}\text{Bi} (^{58}\text{Fe}, \text{In}) ^{266}\text{109}$. Эта реакция привлекательна определенными преимуществами, облегчающими идентификацию нового элемента.

Если ядро $^{266}\text{109}$ испытывает α -распад ($T_\alpha < T_{sf}$), то дочерним продуктом

будет известный изотоп $^{262}\text{107}$, схема распада которого изучена в Дармштадте. Помежучным продуктом в цепочке распадов должен быть, в частности, ^{246}Cf ($E_\alpha = 6,75$ МэВ, $T_{1/2} = 36$ ч.), который может быть выделен и идентифицирован методами классической радиохимии с очень высокой степенью очистки (до 10^{10}) от всех побочных продуктов реакций.

Обнаружение ^{246}Cf в этих опытах позволило бы ответить на вопрос, с какой вероятностью образуется $^{266}\text{109}$, и установить его тип распада. С другой стороны, если $T_\alpha > T_{sf}$, то изотоп $^{262}\text{107}$ и все дочерние продукты будут отсутствовать и может наблюдаться лишь спонтанное деление с T_{sf} для $^{266}\text{109}$.

И, наконец, возможен промежуточный случай, когда $T_\alpha \sim T_{sf}$. При этом в эксперименте можно наблюдать оба типа распада.

Опыты проводились на внутреннем пучке ионов ^{58}Fe , ускоренных на изохронном циклотроне У-400.

Поскольку предельные возможности эксперимента определяются стойкостью мишени, разработана специальная уста-

новка с теплоносителем из жидкого металла для отвода тепла от мишени.

Мишень представляла собой тонкостенный цилиндр диаметром 15 см, на боковую поверхность которого наносился слой Bi толщиной 2 мг/см^2 . Испытания мишени под пучками ионов ^{40}Ar и ^{56}Fe показали, что в течение длительного сеанса облучения она выдерживает интенсивность до $2 \cdot 10^{13} \text{ с}^{-1}$ без видимого нарушения Bi-слоя. Скорость вращения мишени могла достигать 6000 об/мин. Пучок ионов попадал по касательной на мишень, атомы отдачи в данной геометрии тормозились в Bi-слое. Вокруг мишени, исключая зону облучения, располагался трековый детектор осколков деления.

Испытания метода идентификации нового нуклида и установки в целом были проведены в экспериментах по синтезу $^{253}\text{105}$ и $^{262}\text{107}$ с ионами ^{50}Ti и ^{54}Cr на Bi-мишени.

После облучения Bi-слой растворялся с целью извлечения ^{246}Cf .

В первом опыте с ионами ^{50}Ti зарегистрировано 392 события спонтанного деления и 90 α -частиц ^{246}Cf . Эффективность α -спектрометра составляла 2,5 стерадиан от 4π . Химический выход ^{246}Cf определялся по мониторинговой активности ^{249}Cf и составлял $\sim 75\%$.

Подготовка мишени, способной выдержать тепловые нагрузки более 1 кВт, к очередному эксперименту по синтезу 109-го элемента.



Аналогичная процедура использовалась при облучении ^{209}Bi ионами ^{54}Cr , где в реакции ($^{54}\text{Cr}, \text{In}$) образуется $^{262}\text{107}$. Зарегистрировано 15 осколков деления и 8 α -частиц ^{246}Cf .

С учетом ветвей α -распада $^{258}\text{105}$ и $^{262}\text{107}$ оценены сечения образования этих изотопов, равные соответственно $8 \cdot 10^{-34} \text{ см}^2$ и $\sim 10^{-34} \text{ см}^2$, что находится в хорошем согласии с данными, ранее полученными в Дубне и Дармштадте.

В последней серии опытов проведено 4 облучения $^{209}\text{Bi} + ^{58}\text{Fe}$ с интегральным потоком ионов $3 \cdot 10^{18}$. Входная энергия ионов ^{58}Fe выбрана равной 5,5 МэВ/нуклон.

В эксперименте зарегистрировано только 5 событий спонтанного деления, и не наблюдалось ни одного акта распада ^{246}Cf .

Эти данные позволяют установить верхнюю границу сечения образования изотопов элемента 109 в реакциях ($^{58}\text{Fe}, 1+2n$), которая для спонтанно делящихся изотопов с $T_{sf} > 3 \text{ мс}$ составляет $2 \cdot 10^{-36} \text{ см}^2$. В случае α -распада $^{266}\text{109}$ эта граница составляет $6 \cdot 10^{-36} \text{ см}^2$.

2. В лаборатории развиваются способы экспрессного разделения новых элементов и изучения их химических свойств в водных растворах. Продукты ядерных реакций, вылетающие за счет отдачи из относительно тонкой мишени, облучаемой тяжелыми ионами, тормозятся в газе (азот), содержащем аэрозоль KCl или NaCl с размерами частиц порядка 0,1 мкм и концентрацией частиц $\approx 10^6 \text{ см}^{-3}$. Атомы отдачи адсорбируются на поверхности частичек и благодаря высокой устойчивости аэрозоля могут транспортироваться на расстояние в несколько десятков метров в химическую лабораторию. Здесь аэрозоль извлекается в водный раствор, который подается на ионообменную или экстракционную колонку. Она служит для отделения посторонних элементов. Изучаемый элемент, наоборот, проходит через колонку и на ее выходе подается к детекторам излучения. Все эти процессы осуществляются непрерывно, что увеличивает надежность функционирования аппаратуры и максимальную эффективность детектирования синтезированных атомов. Достигнуто быстрое действие на уровне десятков секунд, что по-

зволило наблюдать новые изотопы гафния и тантала (табл. 1).

Таблица 1

	$T_{1/2}, \text{с}$	$E_{\gamma}, \text{кэВ}$
^{165}Hf	110	180
^{164}Hf	170	122; 154
^{165}Ta	35	94; 163
^{164}Ta	20	211

Экспериментальная методика может быть использована для изучения химических свойств курчатовия и нильсбория, которые являются аналогами гафния и тантала соответственно ^{/1-3/}.

ПОИСК СВЕРХТЯЖЕЛЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

1. Продолжены работы по извлечению и концентрированию неизвестного спонтанно делящегося нуклида из геотермальных рассолов полуострова Челекен (Юго-Восточный Каспий) ^{/4/}.

Использовались методы сорбции на ионитах и волокнистых сорбентах, дробной кристаллизации, соосаждения и цементации на алюминии. Получены концентраты тяжелых металлов. Из объема рассола 10 м^3 удалось получить образцы весом около 100 г, содержащие ряд возможных аналогов СТЭ (свинец, цинк, кадмий, таллий) в количествах, эквивалентных содержанию их во всем исходном рассоле ^{/5-7/}.

2. Продолжалось исследование геологических образцов с целью поиска объектов, обогащенных гипотетическим сверхтяжелым элементом по сравнению с веществом каменных метеоритов, в котором ранее был обнаружен природный спонтанно делящийся нуклид ^{/8-9/}. Более 100 образцов проанализировано с помощью нейтронного детектора, регистрирующего спонтанное деление по событиям множественной эмиссии нейтронов в низкофоновой лаборатории ЛЯР ОИЯИ (толщина защиты от космического фона - 7 м бетона). Введена дополнительная активная защита

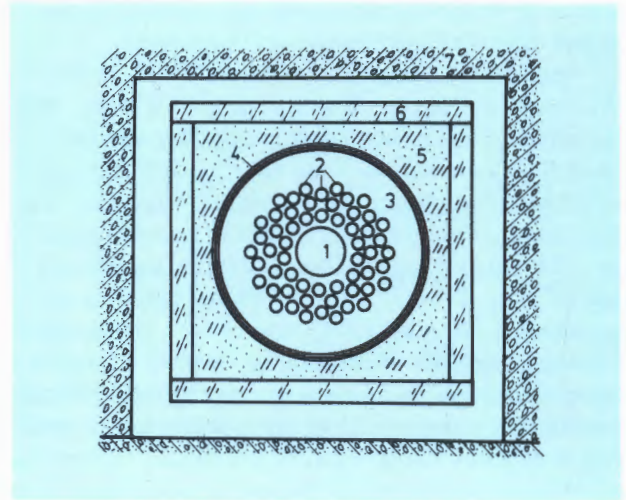


Рис.1. Схема нейтронного детектора с защитой. 1 - образец, 2 - ^3He -счетчики (56 шт.), 3 - замедлитель из оргстекла, 4 - кадмий, 5 - гранулированный полиэтилен, 6 - пластические скintилляторы, 7 - бетон.

из пластических скintилляторов и пассивная полиэтиленовая и кадмиевая защита. На рис. 1 показана схема защиты детектора. При полной защите детектора счет одиночных импульсов с 56 ^3He -счетчиков, окружающих чувствительный объем в 10 литров, составил 80 отсчетов в час, при этом фон множественных нейтронных событий составил одно событие в день. Такой фон допускает обнаружение искомого СТЭ при концентрации более 10^{-13} грамм на грамм, однако в изученных образцах СТЭ для указанной концентрации обнаружены не были.

4. Продолжались поиски треков сверхтяжелых ядер в оливинах из метеоритов Марьялахти и Игл Стейшн. В объеме 3 см^3 оливинов, просмотренных в 1982 году, найдено 220 треков ядер группы тория-урана и один трек с аномально большой длиной (в 1,5 раза больше, чем длина треков ядер Th-U). Еще один аномально протяженный трек обнаружен при просмотре оливинов, переданных из Дубны в Белград ^{/10/}.

5. Проведены эксперименты по поиску спонтанно делящихся сверхтяжелых ядер, образующихся в реакции $^{238}\text{U} + ^{48}\text{Ti}$, в диапазоне энергий ионов Ti от 260 до 300 МэВ и в интервале времен жизни от 10^{-9} до 10^{-3} с. Методика основана на

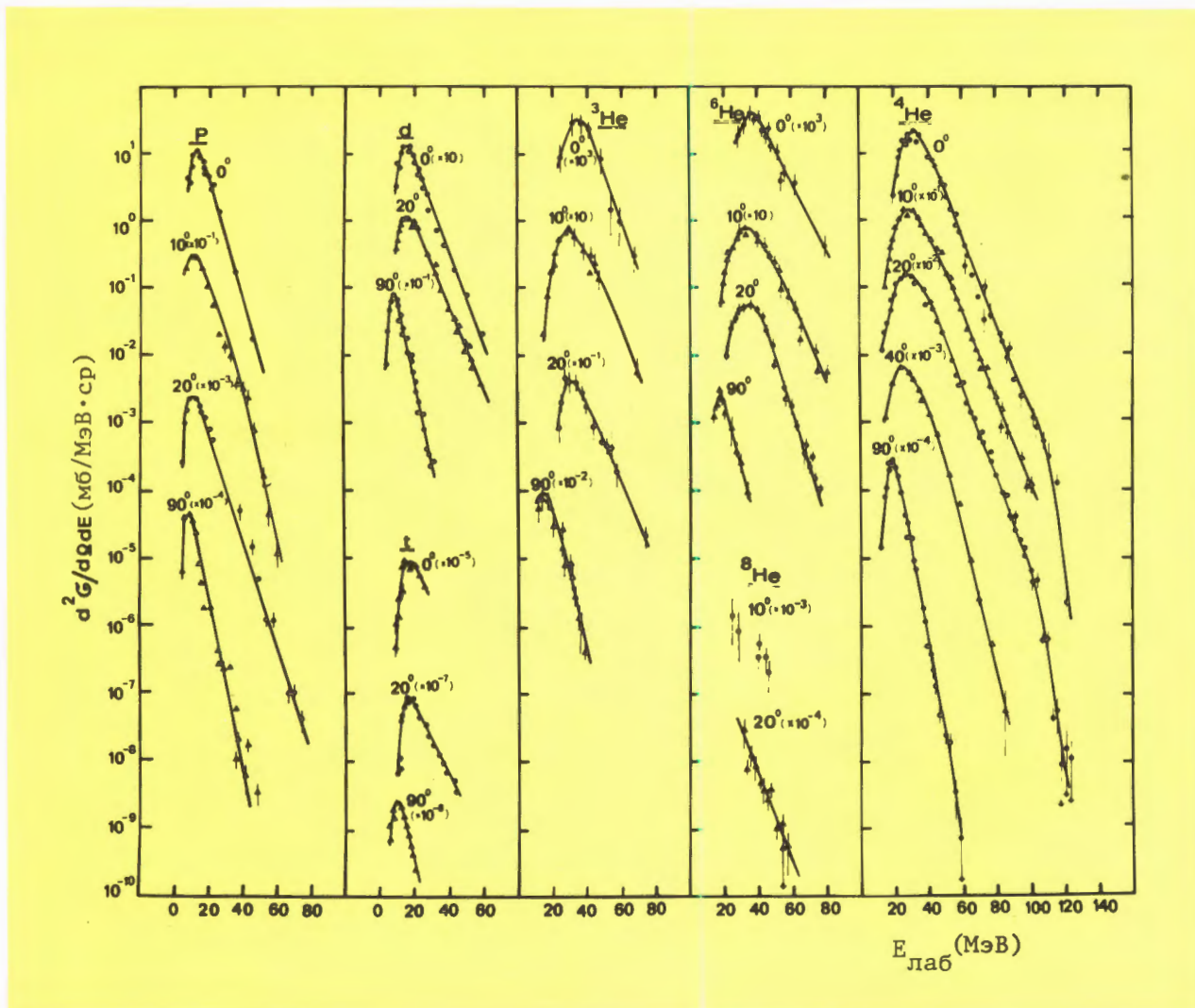
измерении времени пролета ядер отдачи от мишени до момента их спонтанного деления и регистрации осколков с помощью диэлектрических детекторов. В этих опытах спонтанно делящиеся изомеры исключались кинематикой реакций и пороговыми свойствами детекторов (энергия осколков, образующихся при делении изомера, была недостаточна для образования треков в детекторе). Не обнаружены осколки деления вплоть до сечений 10^{-34} см².

ИЗУЧЕНИЕ МЕХАНИЗМА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СЛОЖНЫХ ЯДЕР

1. Продолжались эксперименты по изучению механизма вылета высокоэнергетических частиц и ядер в реакциях с тяжелыми ионами при энергиях $E_i \leq 10$ МэВ/нуклон. Изучены спектральные угловые распределения изотопов водоро-

да, гелия, лития, бериллия, а также нейтронов в диапазоне углов $0^\circ - 165^\circ$. Измерения проводились с помощью магнитного спектрографа МСП-144. Чувствительность по сечению экспериментов была не хуже 10^{-33} см²/МэВ·ср (см. рис. 2 и 3). Показано, что в изучаемых реакциях с ионами ^{22}Ne и ^{40}Ar с относительно большой вероятностью образуются высокоэнергетические легкие заряженные частицы и ядра с энергией, близкой к максимально возможной для данной реакции, соответствующей кинетическому пределу, определяемому законами сохранения энергии. Таким образом, эффект образования высокоэнергетических α -

Рис. 2. Энергетические спектры легких заряженных частиц p, d, t, $^3,4,6,8\text{He}$, испускаемых в реакции $^{181}\text{Ta} + ^{22}\text{Ne}$ при энергии ионов Ne 178 МэВ, измеренные под разными углами (все в лабораторной системе).



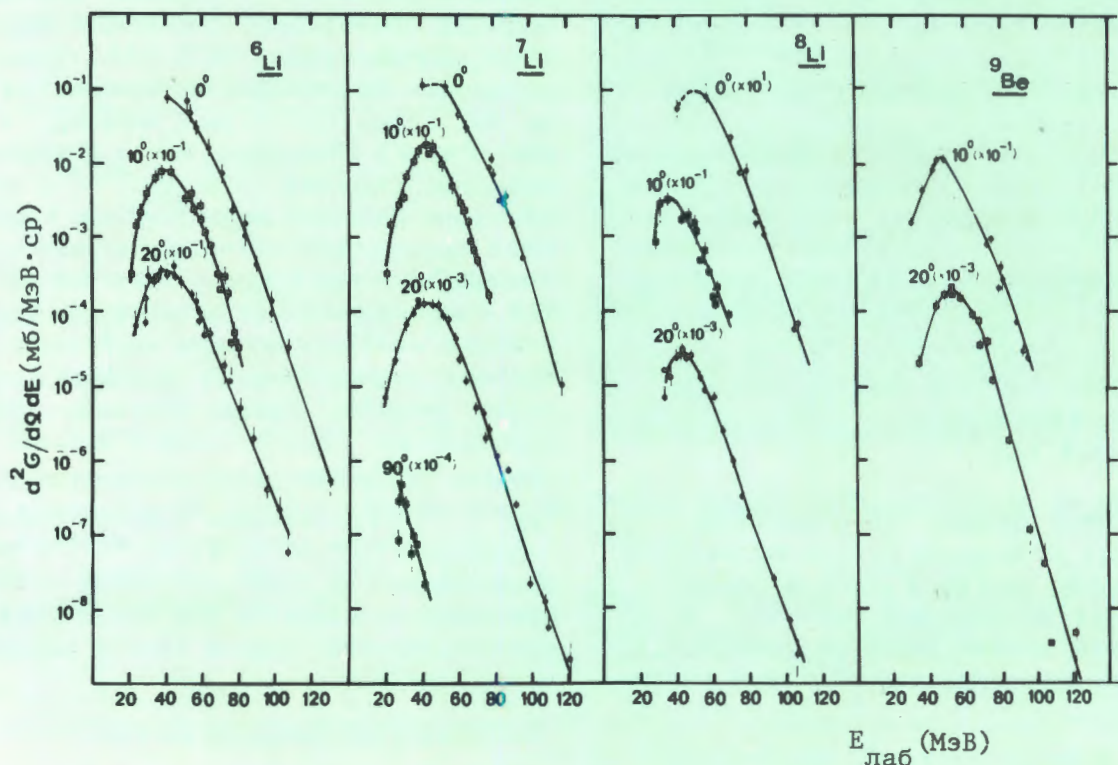


Рис. 3. То же, что и на рис. 2, для легких заряженных частиц ${}^6\text{Li}$ и ${}^9\text{Be}$.

частиц вблизи кинематического предела, обнаруженный в ЛЯР ранее, проявляется также и в случае эмиссии более тяжелых ядер (бериллия, лития)^{/11,12/}.

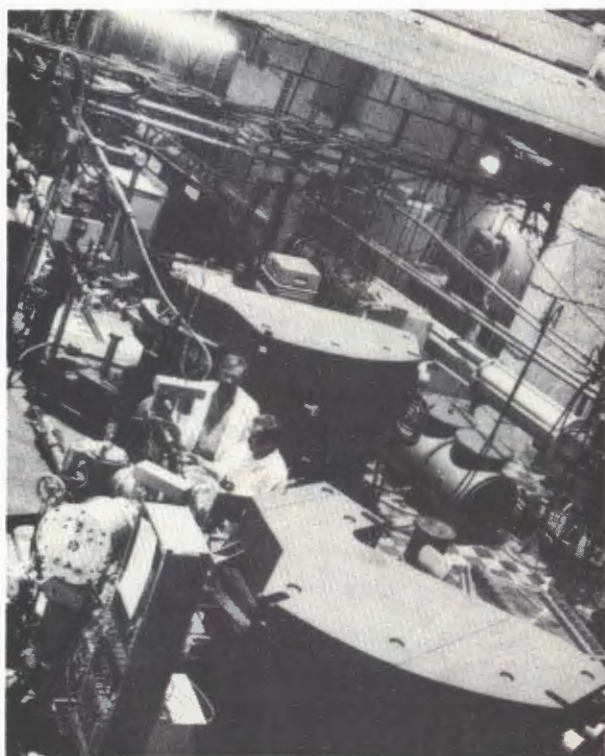
С использованием времяпролетного спектрометра измерены спектры нейтронов под разными углами. Показано, что угловое распределение предравновесных нейтронов с энергией 20-25 МэВ описывается более плавной зависимостью, чем для заряженных частиц.

В реакции ${}^{181}\text{Ta} + {}^{22}\text{Ne}$, сопровождающейся вылетом высокоэнергетических протонов, гелия-4 и лития-7, измерялась множественность γ -квантов. Показано, что множественность γ -квантов уменьшается с увеличением энергии вылетающих частиц и увеличивается с ростом угла вылета быстрых частиц^{/13/}.

Полученные данные анализировались с использованием различных моделей.

Магнитный спектрограф МСП-144, на котором проведены исследования спектральных угловых распределений высокоэнергетических частиц, образующихся в реакциях с тяжелыми ионами.

Показано, что большинство из них, и в частности модели, предполагающие "горячий" точечный источник частиц, не в состоянии описать высокоэнергетическую часть спектра. Наилучшее согла-



сие с экспериментом дает модель прямых реакций.

Продолжалось создание детектирующих систем установки ДЭМАС. Испытаны на пучке временные детекторы, в которых в качестве эмиттеров вторичных электронов используются рыхлые диэлектрики (MgO). Это позволило регистрировать легкие продукты ядерных реакций с высоким временным разрешением (~250 пс). Испытан на пучке магнитный спектрограф МСП-144 с разрешением по импульсу $\Delta p/p = 10^{-4}$.

2. В реакции $^{nat}Ag + ^{40}Ag$ (285 МэВ) изучались угловые и энергетические корреляции при вылете двух α -частиц в одной плоскости, содержащей ось пучка, и взаимно перпендикулярных плоскостях. Дифференциальные сечения совпадений α -частиц, их множественность и энергетические спектры, а также отношение сечений при расположении детекторов как в одной, так и во взаимно перпендикулярных плоскостях представлены на рис. 4, 5.

При измерениях под углами $\pm 30^\circ$, где большой вклад в инклюзивное сечение дают неравновесные α -частицы с направленным вперед угловым распределением, энергетический спектр совпадающих с ними равновесных α -частиц под углом 90° соответствовал эмиссии из составного или почти составного ядра. Это означает, что формирование неравновесных α -частиц сопровождается передачей остальных нуклонов налетающего ядра ядру-мишени. Полученные данные указывают на то, что в реакциях с ионами ^{40}Ag такие "массивные" передачи могут давать доминирующий вклад в сечение образования неравновесных α -частиц.

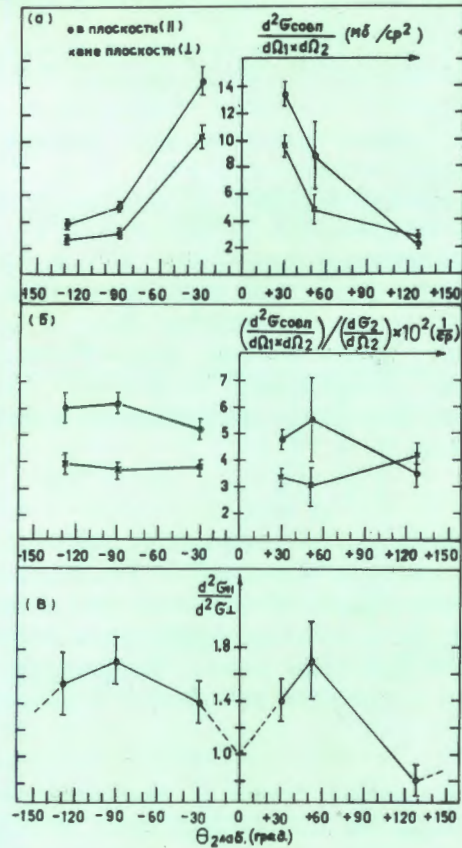
При измерениях совпадений равновесных α -частиц в плоскости реакций, когда

один из счетчиков расположен под углом 90° , а другой - под углами $+128^\circ$ или -128° , обнаружена значительная асимметрия в выходе. Вероятность совпадений при расположении обоих счетчиков по одну сторону от пучка ($+90^\circ$, $+128^\circ$) оказалась в 1,5 раза меньше, чем при их расположении по разные стороны от пучка ($+90^\circ$, -128°)^[14].

3. Исследовано радиационное повреждение монокристалла GaP под действием тяжелых ионов с энергией от 0,6 до 8 МэВ/нуклон. Наблюдение и измерение параметров эффекта теней при упругом рассеянии ионов позволило определить зависимость степени повреждения монокристалла от дозы ионов (рис. 6).

Совместно с сотрудниками Лейпцигского университета (ГДР) при использовании эффекта Косселя измерено увеличение межплоскостных расстояний $\Delta d \approx 10^{-10}$ см, происходящее в монокристалле GaP вследствие повреждения тяжелыми ионами.

Рис. 4. а - дифференциальное сечение образования двух совпадающих α -частиц при расположении телескопа 1 под углом 90° к пучку и разных положениях телескопа 2. Измерения сделаны в одной и двух взаимно перпендикулярных плоскостях; б - дифференциальная множественность совпадающих α -частиц; в - отношение дифференциальных сечений образования совпадающих α -частиц с вылетом их в одной и во взаимно перпендикулярных областях.



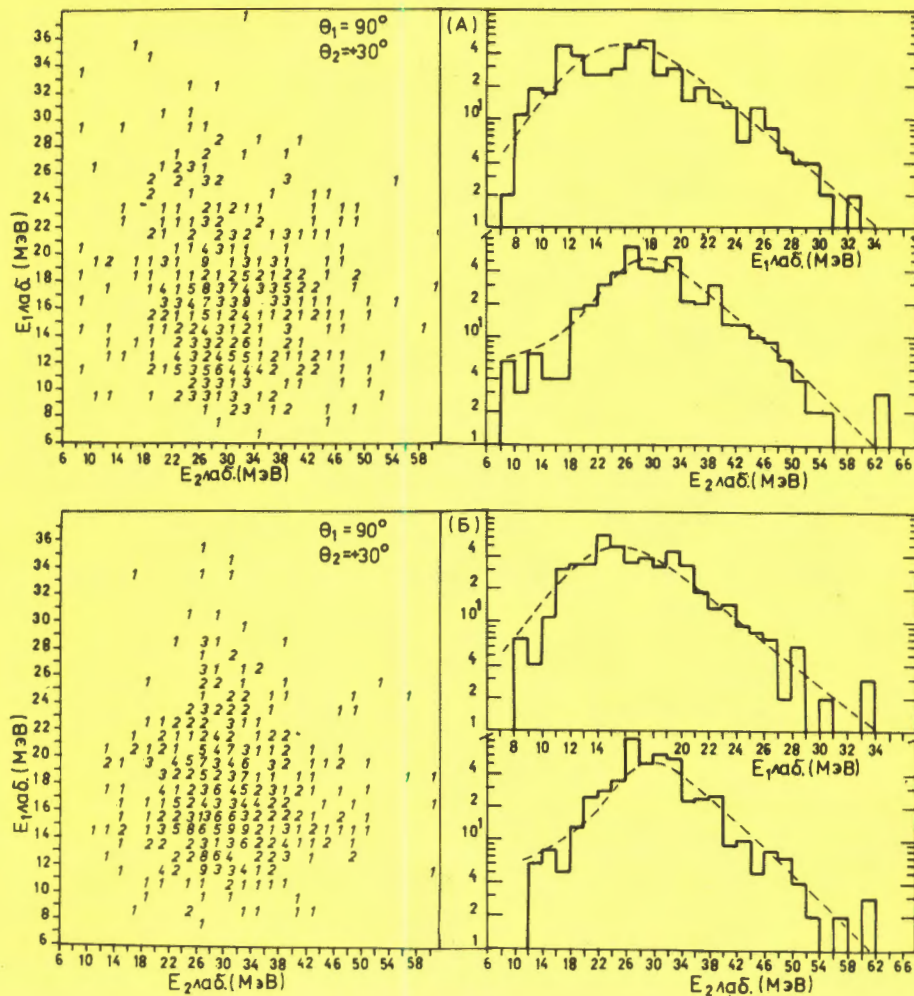
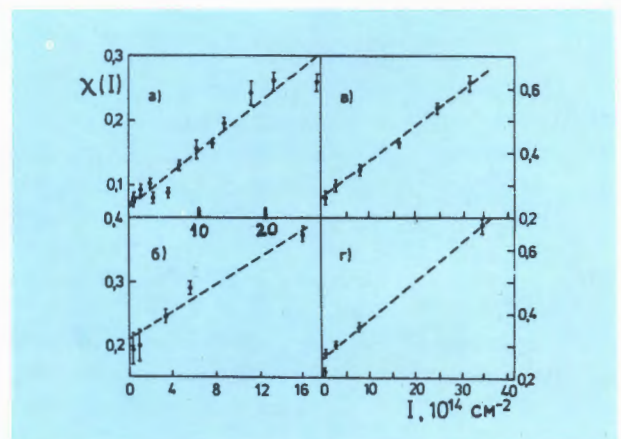


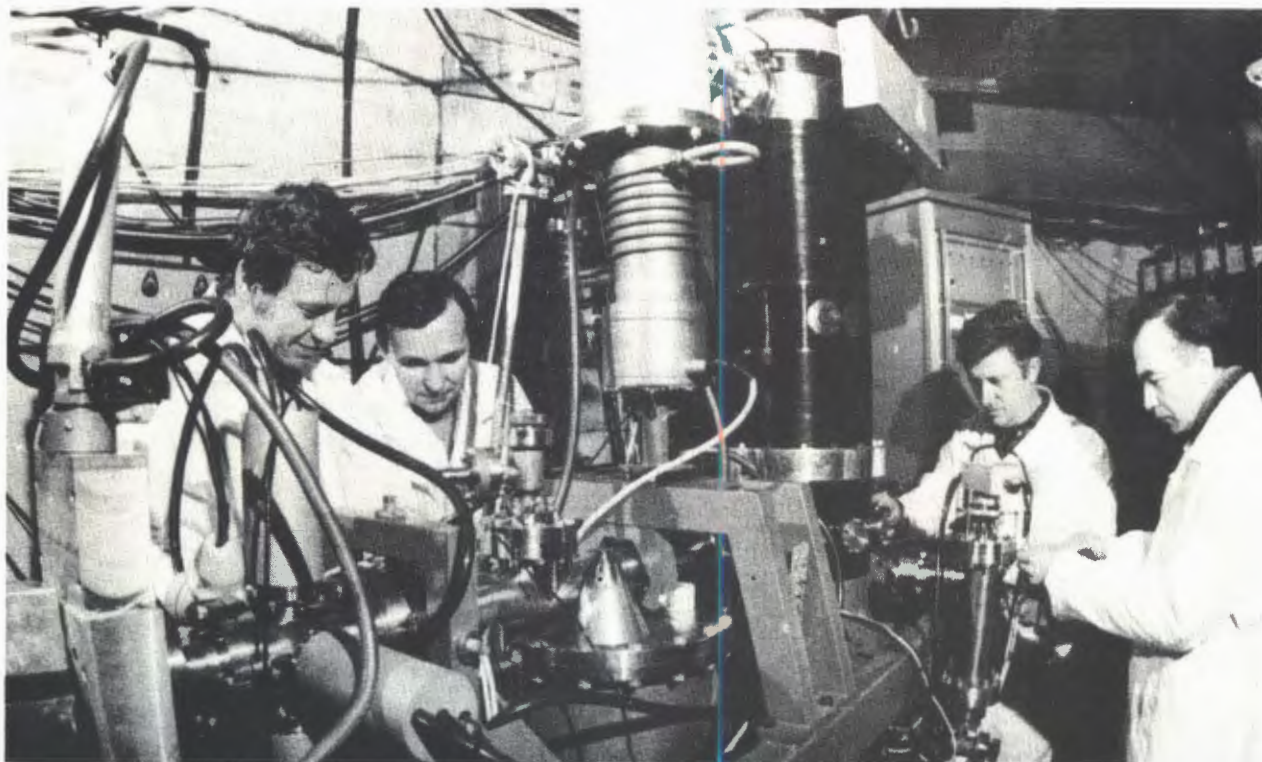
Рис.5. Энергетические спектры совпадающих α -частиц для $\theta_1=90^\circ$ и $\theta_2=30^\circ$ при расположении телескопов как в одной плоскости (А), так и во взаимно перпендикулярных плоскостях (Б). Гистограммой представлены энергетические спектры совпадающих α -частиц, пунктирными линиями - инклюзивные спектры α -частиц.

Рис.6. Зависимость измеренных значений глубины теневого минимума от плотности дозы облучения: а) монокристалла N ионами ^{40}Ar (24 МэВ), зафиксированная для осевого минимума $\langle 111 \rangle$; б) GaP + ^{31}P (31 МэВ), $\langle 110 \rangle$; в) GaP + ^{40}Ar (24 МэВ) $\langle 110 \rangle$; г) GaP + ^{40}Ar $\langle 111 \rangle$.

В результате применения эффекта тени и эффекта Косселя к исследованию монокристаллов, облученных различными ионами, установлена корреляция повреждающего действия иона с величиной его ядерной тормозной способности в веществе ^{15/}.

4. В соответствии с программой исследований по атомной физике, осуществляемой в рамках сотрудничества ЛЯР - ИЯИ ВАН, в 1982 году залущен электро-





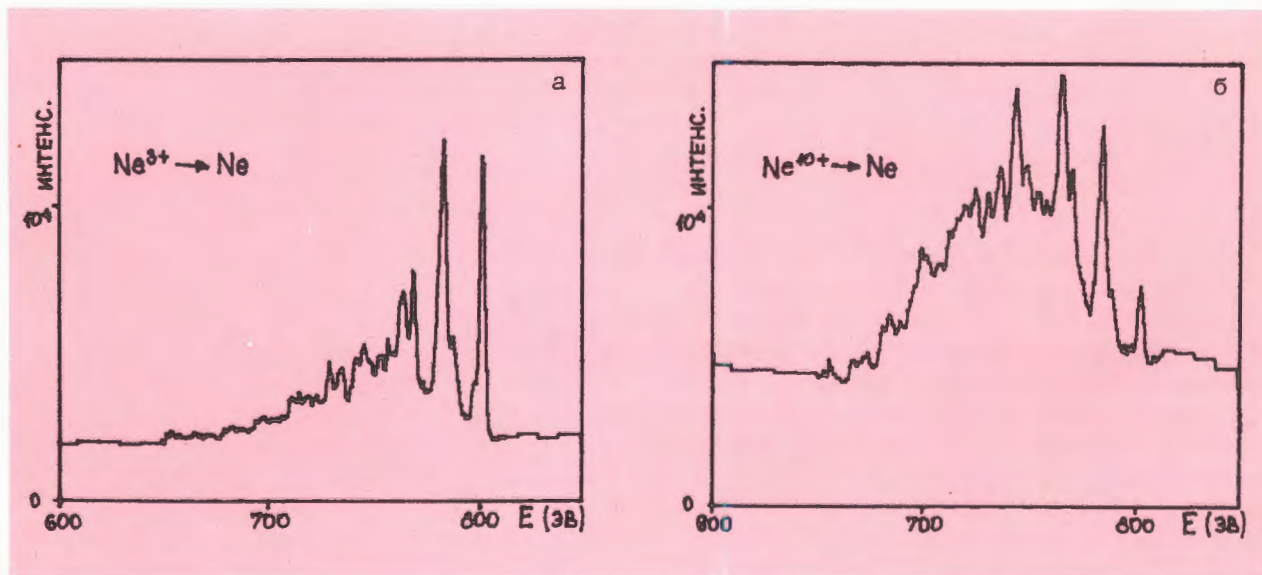
статический спектрометр ЭСА-21 на пучке тяжелых ионов ускорителя У-300.

В первых экспериментах изучались спектры KLL оже-электронов, вылетающих из газовой мишени неона при бомбардировке ионами неона разной зарядности, но одинаковой энергии (5,6 МэВ/нуклон). В случае бомбардировки ионами Ne^{+3} спектр оже-электронов (рис. 7а) подо-

Рис. 7. а - спектр оже-электронов при бомбардировке ионами Ne^{+3} ; б - то же для ионов Ne^{+10} .

На пучке ускорителя У-300 успешно запущен электростатический спектрометр ЭСА-21, изготовленный в ИЯИ ВАН и предназначенный для исследований по атомной физике.

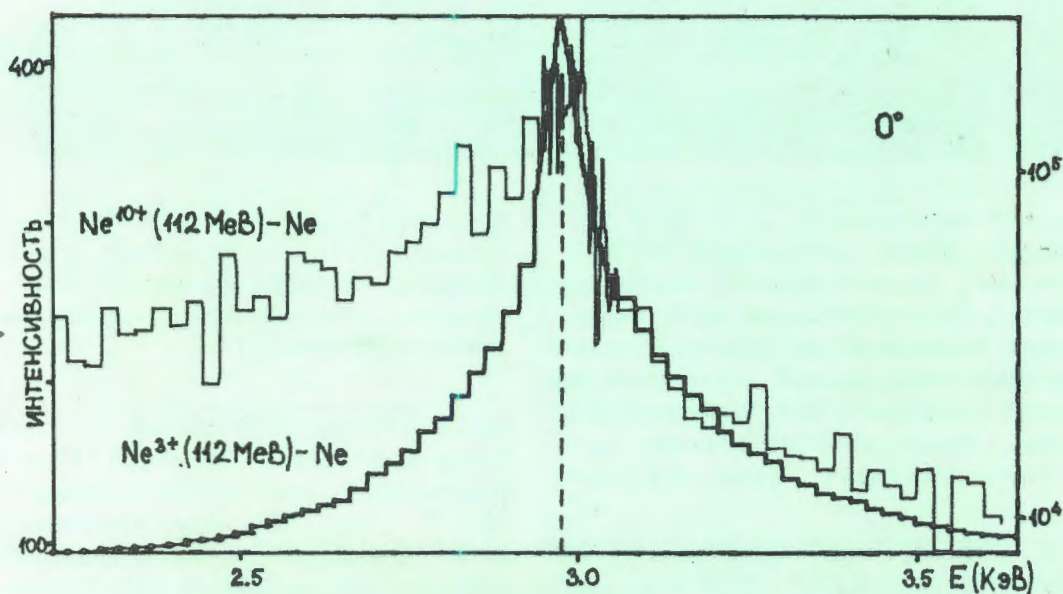
бен спектрам, полученным разными авторами в подобных условиях. Оже-спектр, полученный при использовании ионов Ne^{+10} (рис. 7б), существенно отличается от предыдущего. Сильное преобладание сателлитных линий над основными свидетельствует о том, что при образовании



К- вакансии в электронной оболочке атома мишени основными являются процессы, приводящие к образованию одновременно нескольких вакансий и на L-оболочке. Также сильно отличаются энергетические распределения электронов вблизи энергии E_0 , соответствующей равенству скоростей бомбардирующего иона и вылетающего из мишени электрона (рис. 8). В случае иона Ne^{+3} виден интенсивный симметричный пик потерянных налетающим ионом электронов, а в случае иона Ne^{+10} в чистом виде наблюдается асимметричный пик подхвата. Столкновение "голых" ядер неона с атомами неона изучено впервые.

Полученные первые результаты являются качественно новыми в электронной спектроскопии возбужденных атомов на пучке тяжелых ионов. Они открывают новый подход в изучении процессов ион-атомных столкновений. Продолжение этих исследований в области благородных газов даст ценную информацию о процессах возбуждения и перестройки атомных оболочек при высоких энергиях.

Рис. 8. Энергетические распределения электронов для реакции $Ne^{10+}(112 \text{ МэВ}) + Ne$.



РАЗРАБОТКИ В ОБЛАСТИ УСКОРИТЕЛЕЙ

1. Продолжались работы по совершенствованию ускорителей тяжелых ионов. На циклотроне У-400 получены пучки ионов, основные параметры которых приведены в таблице 2. Звездочкой помечены ионы, ускоренные на У-400 впервые.

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) смонтированы и введены в эксплуатацию закорачивающие пластины ВЧ-системы циклотрона У-400;

Тип ионов	Cr ⁺⁶ ₅₂	*Ge ⁺⁸ ₇₄	*Zn ⁺⁷ ₆₄	Ti ⁺⁵ ₅₀	Fe ⁺⁶ ₅₈	*Kr ⁺⁹ ₈₄	Ti ⁺⁵ ₄₈	Ar ⁺⁴ ₄₀	*Ni ⁺⁶ ₅₈	Ar ⁺⁵ ₄₀
Интенсивность частиц, с ⁻¹	4·10 ¹²	3·10 ¹²	1·10 ¹²	8·10 ¹²	1,7·10 ¹³	1·10 ¹²	1,4·10 ¹³	7,5·10 ¹³	1·10 ¹³	8·10 ¹²
Энергия, МэВ/нуклон	6,0	6,0	6,0	6,0	5,8	6,2	6,2	6,2	6,0	6,0

б) завершен переход на постоянную систему откачки циклотрона У-400; рабочий вакуум улучшился с $1 \cdot 10^{-6}$ до $7 \cdot 10^{-7}$ Торр, что позволило увеличить интенсивность пучков в среднем на 30%;

в) закончен монтаж двух высокочастотных генераторов типа ХРИЗОЛИТ для циклотрона У-400 и начаты наладочные работы;

г) в экспериментальном зале У-400 смонтированы и введены в эксплуатацию два канала транспортировки пучков из оборудования, изготовленного в СРР по контракту;

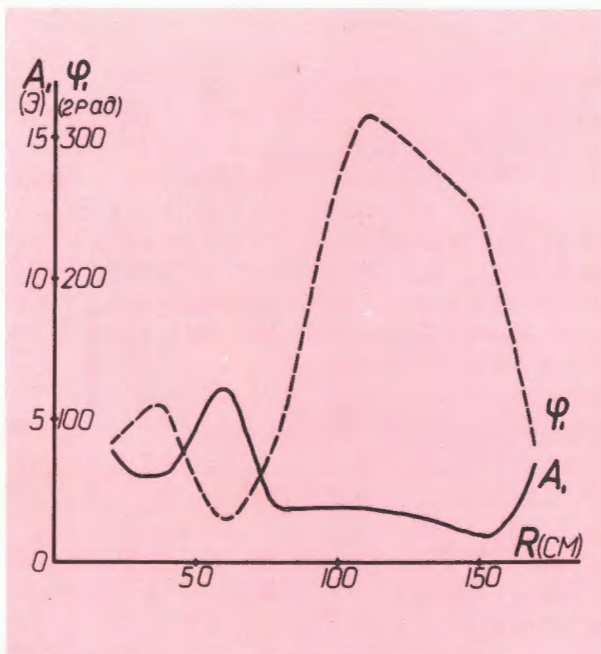
д) закончен монтаж и наладка 10 систем питания для корректирующих электромагнитных элементов каналов транспортировки пучков;

е) смонтирована, налажена и введена в эксплуатацию система подачи сжатого воздуха;

ж) смонтирована по постоянной схеме, налажена и введена в эксплуатацию система дозконтроля и блокировок помехений циклотрона У-400;

з) проведены измерения и шиммирование изохронного магнитного поля циклотрона У-400; величина первой гармоники снижена с 15 до 3 Э (рис. 9);

Рис.9. Радиальная зависимость амплитуды и фазы первой гармоники изохронного магнитного поля циклотрона У-400.



и) на циклотроне У-300 ускорены и выведены пучки ионов $^{14}\text{N}^{3+}$ с энергией 11 МэВ/нуклон и интенсивностью 10^{12} с⁻¹.

3. Продолжались работы по совершенствованию источников многозарядных ионов.

В результате отработки методов изготовления распыляемых электродов, сбора и регенерация рабочего вещества на циклотроне У-400 получены интенсивные пучки ионов разделенных изотопов металлов (табл. 3) при небольших (~30 мг/час) расходах вещества.

На циклотроне У-200 продолжены эксперименты по ускорению ионов из лазерной плазмы. Применение нового, более мощного лазера и усовершенствование конструкции ионного источника позволило увеличить интенсивность пучка ионов $^{12}\text{C}^{3+}$. Получены пучки ускоренных ионов $^{28}\text{Si}^{7+}$ и $^{40}\text{Ca}^{10+}$ с энергией 9 МэВ/нуклон и интенсивностью $5 \cdot 10^8$ и 10^8 частиц в секунду, соответственно.

Элементы, ионы которых получены из источника с катодным распылением рабочего вещества

	I	II	III	IV	V	VI	VII			
2	³ Li _{оxp}		⁵ B _{оxp}							
3		¹² Mg _{оp, огп, оc}	¹³ Al _{оp}	¹⁴ Si _{ол}		¹⁶ S _{оc}				
4		²⁰ Ca _{оp, огп, оc}	²¹ Sc _{оp}	²² Ti _{оp, огп, оc, ол}	²³ V _{оp}	²⁴ Cr _{оp, огп, оc}	²⁵ Mn _{оc, оc}	²⁶ Fe _{оc, огп, оc, оp}	²⁷ Co _{оc}	²⁸ Ni _{оc, оc, оp}
	²⁹ Cu _{оp}	³⁰ Zn _{оp, оc}		³² Ge _{ол}		³⁴ Se _{оxp, ол, ол}				
5				⁴⁰ Zr _{оc}	⁴¹ Nb _{оp}	⁴² Mo _{оp}				
		⁴⁸ Cd _{ол}	⁴⁹ In _{ол}	⁵⁰ Sn _{ол}						
6			⁵⁷ La _{оc}	⁷² Hf _{оc}	⁷³ Ta _{оc}	⁷⁴ W _{оc}	⁷⁵ Re _{оc}			
				⁸² Pb _{ол, ол, ол}	⁸³ Bi _{ол}					
7	⁹⁰ Th _{ол}									

В рамках - элементы, ионы которых ускорены на циклотронах
 ★ - использованы разделенные изотопы

Способ изготовления электрода
 p резание
 c сварка (диффузионная, точ)
 п пайка, склеивание
 л вплавление в основание
 гп горячее прессование в вакууме
 xp холодное прессование

Исходный материал
 о чистый элемент
 ● химическое соединение
 □ сплав
 Δ интерметаллид

НАУЧНО-ПРИКЛАДНЫЕ РАБОТЫ

1. Проведены исследования по изучению радиационного упрочнения и охрупчивания никеля при облучении ионами ⁴He, ¹²C, ¹³²Xe в зависимости от дозы облучения. Облученные образцы исследовались методом активной деформации с использованием испытательной машины ИНСТРОН. По полученным диаграммам $\sigma(\epsilon)$ (напряжение - деформация) определялось изменение предела текучести и относительное удлинение образцов до момента разрушения в зависимости от условий облучения.

На рис. 10 представлены зависимости прироста предела текучести до дозы, выраженной в dpa (число смещений на атом) для различных ионов. Показано, что эти зависимости описываются формулой $\Delta\sigma_{упр.} = K(dpa)^{1/2}$. Аналогичная картина имеет место и при нейтронном облуче-

нии. Показано, что зависимость $\sigma(\epsilon)$ выше предела текучести описывается формулой $\sigma = \sigma_0 \epsilon^n$, где $\sigma_0, n - const$. На рис. 11 приведена зависимость относительного удлинения образцов до момента разрушения от дозы, которая свидетельствует о значительном охрупчивании никеля под действием тяжелых ионов. Это также согласуется с результатами, полученными при нейтронном облучении.

Таким образом, полученные данные свидетельствуют о возможности использования ускоренных тяжелых ионов для имитации радиационных эффектов при нейтронной повреждаемости материалов. Дальнейшие исследования позволят найти количественные соотношения и определить границы применимости такого рода имитационных исследований^{/16/}.

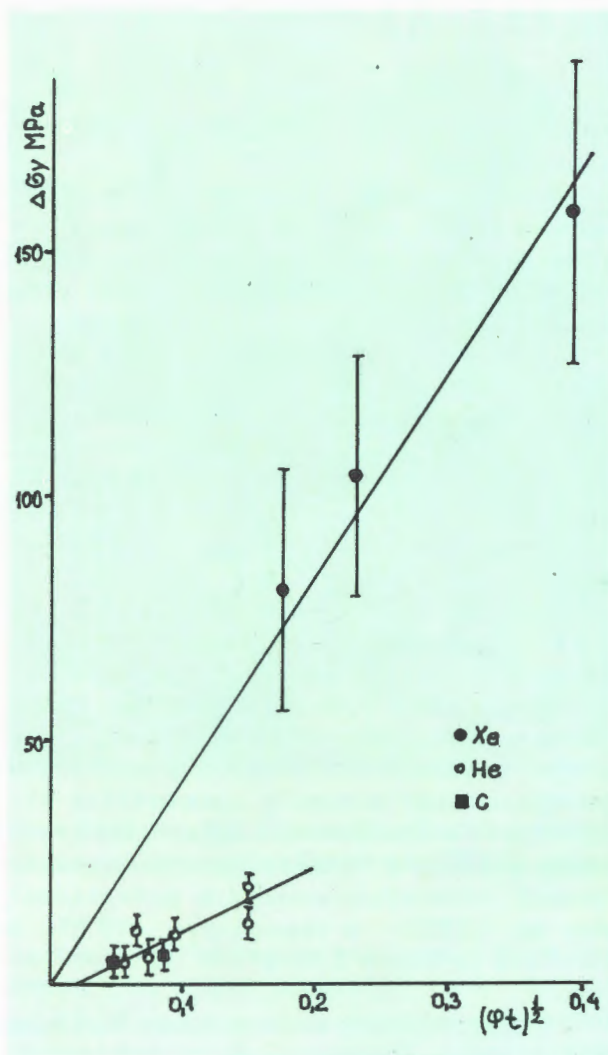


Рис. 10. Зависимость прироста предела текучести от дозы облучения для различных ионов.

2. Продолжались работы по гамма- и нейтронно-активационному анализу различных образцов с использованием микрофона МТ-22 в качестве источника излучений^{/17/}. Большой объем работ проведен по анализу геологических образцов на содержание в них золота. Проанализировано более 1000 образцов, присланных из различных организаций Советского Союза, ЧССР и СРР. Разработаны и испытаны высокочувствительные методы анализа содержания Ni и Co в железистых латеритах. Достигнутые пороги чувствительности анализов составляют $\sim 10^{-6}$ г/г.^{/18,19/}

Дальнейшее развитие получили работы по проведению нейтронно-активационного анализа на установке с сурьмяно-бериллиевым источником нейт-

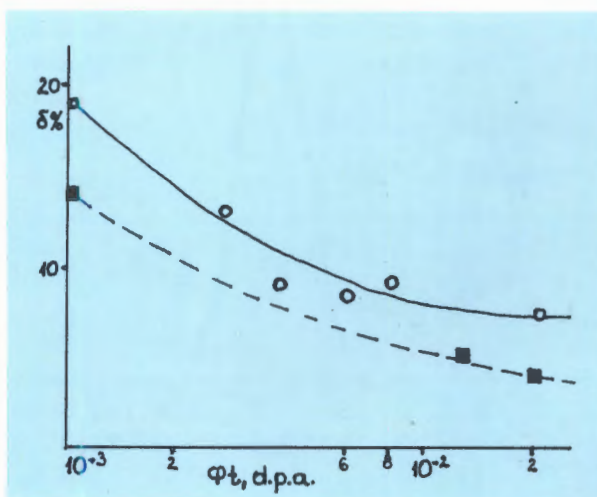
ронов высокой интенсивности (до $3 \cdot 10^{10}$ нейтр./с)^{/20/}. Показано, что с помощью такой установки можно производить анализ геологических образцов на содержание более двадцати элементов с пределом определения $10^{-5} - 10^{-7}$ г/г.

3. Аномальные концентрации радона-222, возникающие в почве, свидетельствуют о происходящих деформациях земной коры и могут служить указателем предстоящего землетрясения в данном районе. Для регистрации радона в почве (на глубине 60-100 см) и термальных водах были использованы диэлектрические альфа-чувствительные детекторы на основе нитрата целлюлозы и аллилдикарбоната. При определенных режимах обработки первый детектор регистрирует с 80%-ной эффективностью α -частицы в интервале энергий 1,5-4,3 МэВ, а второй - со 100%-ной эффективностью весь энергетический спектр радоновой эманации^{/21/}.

Для автоматизации просмотра детекторов использовался искровой метод с применением искрового счетчика, специально разработанного и изготовленного для этой цели в ВНР. Воспроизводимость результатов порядка 98% при эффективности счета 60-70%, время измерения - 10 мин.

При опробовании методики оказалось, что количество треков на детекторах, размещенных в центральной части разломов, в 2-13 раз выше плотности треков на детекторах, удаленных от центра разлома.

Рис. 11. Зависимость относительного удлинения образцов до момента разрушения от дозы облучения.



ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ АППАРАТУРА

1. Для поисков СТЭ в природе на полуострове Челекен создана новая опытно-экспериментальная установка. Основными технологическими узлами установки являются два химических реактора (рабочий объем 2 м^3 , покрытие - стекломаль) и три больших сборника аналогичного реакторам класса. На установке имеется возможность подавать в химические реакторы и сборники необходимые реагенты, исходный рассол, морскую и пресную воду при необходимом рабочем давлении, температуре. Установка достаточно универсальна и позволяет одновременно с помощью различных химических методик перерабатывать до 4 м^3 рассола.

2. Разработана система транспорта продуктов ядерных реакций с газовой аэрозольной струей и система регистрации, включающая в себя ионизационную камеру и нейтронные детекторы. Система предназначена для изучения характеристик спонтанного деления атомных ядер с $Z \geq 100$ с периодами полураспада $T_{1/2} \geq 1 \text{ с}$.

Рабочий газ струи - азот с добавлением аэрозолей KCl . Эффективность транспорта продуктов реакций $> 50\%$ при скорости переноса $\sim 5 \text{ м/с}$. Продукты реакций вместе с газом-носителем проходят внутри объема плоской формы, снабженного тонкими окнами и расположенного на месте общего катода двух ионизаци-

онных камер с плоскопараллельными электродами.

Ионизационные камеры помимо экранных сеток имеют также по одной дополнительной сетке, электрические сигналы с которых позволяют определять угол наклона траектории осколка деления по отношению к направлению электрических силовых линий. Благодаря этому достигаются приемлемые условия для измерения энергии осколков, вылетевших из мишеней конечной толщины в телесном угле до $2,5\pi$. На рис. 12 даны полученные в калибровочных опытах массовое распределение осколков деления и зависимость $\langle \text{TKE} \rangle$ от масс-асимметрии для вынужденного деления ^{235}U тепловыми нейтронами.

В реальных условиях при спонтанном делении ядер, транспортируемых в газовой струе, возможность измерения массового распределения осколков практически отсутствует из-за большой эффективной толщины источника. Однако удается с достаточной точностью измерять распределение по $\langle \text{TKE} \rangle$ и определять $\langle \text{TKE} \rangle$ с ошибкой не более $2 \text{ МэВ}^{/22,23/}$.

3. Продолжены исследования выходов ионов из лазерного ионного источника, разрабатываемого для ультрачувствительного масс-спектрометра ЛИДИА. С целью выяснения возможности использования в масс-спектрометре ионов с за-

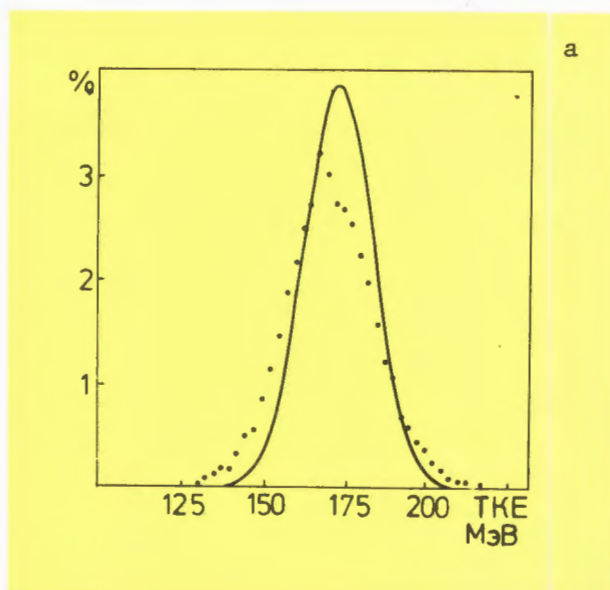
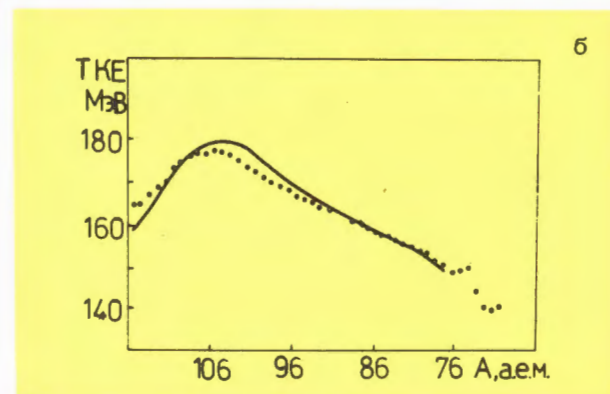
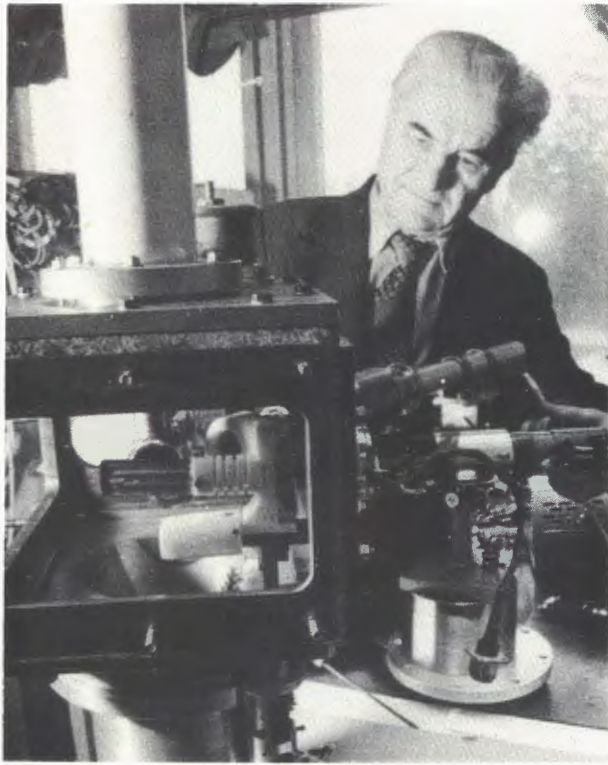


Рис. 12. а - массовое распределение осколков деления ^{235}U тепловыми нейтронами; б - зависимость $\langle \text{TKE} \rangle$ от масс-асимметрии. Точки - данные работы $^{/21/}$, сплошная линия - данные работы $^{/22/}$.





Лазерный ионный источник высокочувствительного масс-спектрометра ЛИДИА.

рядом $Z > 1$ изучены зарядовые спектры ионов для ряда мишеней (см. таблицу 4). В таблице приведен относительный выход ионов из лазерной плазмы при интенсивности излучения $3 \cdot 10^9$ Вт/см². Длина волны 1,06 мкм, диаметр пятна фокусировки $\sim 0,3$ мм.

Выход трехзарядных ионов уменьшается по мере увеличения атомного номера мишени, что объясняется влиянием процесса рекомбинации в первоначально созданном плотном сгустке лазерной плазмы. Поскольку скорость процесса рекомбинации ионов зависит от плотности и

температуры плазменного сгустка, можно ожидать изменения в зарядовом и энергетическом спектрах ионов данного элемента в зависимости от состава матрицы образца. Действительно, при работе с образцом фосфатного стекла с добавкой нескольких процентов тяжелых металлов относительные выходы трехзарядных ионов Ta и Pb увеличились в 1,5-2 раза.

На рис. 13 показан энергетический спектр однозарядных ионов серебра, который типичен также для ионов других элементов. В этом спектре содержатся три группы ионов с максимумами при энергии 100, 10 и около 2 эВ. В результате изучения зависимости выходов ионов разных групп от плотности мощности лазерного излучения и от потенциала ионизации элемента установлено, что ионы третьей группы возникают за счет вторичного взаимодействия лазерного плазменного сгустка с поверхностью мишени. Возможным механизмом образования ионов второй группы является термоионизация.

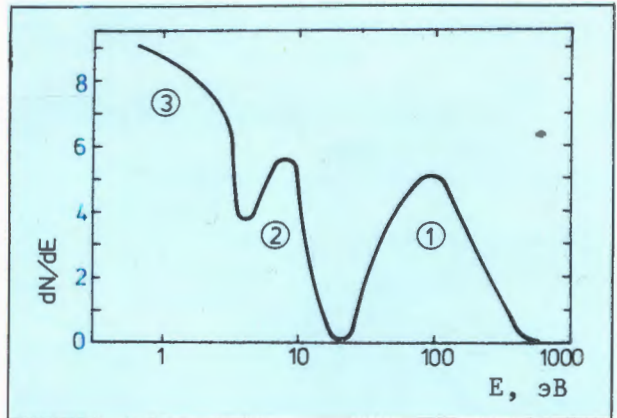


Рис. 13. Энергетический спектр однозарядных ионов серебра в плазме, рожденной под действием лазерного излучения.

Таблица 4

Заряд ионов	Материал мишеней										
	Fe	Cu	Mo	Zn	Ta	Pb	J	Cs	Br	Ag	
1 ⁺	0,35	0,39	0,70	0,80	0,68	0,85	0,73	0,75	0,81	0,79	
2 ⁺	0,53	0,50	0,23	0,16	0,26	0,13	0,22	0,20	0,15	0,16	
3 ⁺	0,12	0,11	0,07	0,04	0,06	0,02	0,05	0,05	0,04	0,05	

Лишь ионы первой группы рождены непосредственно в лазерной плазме.

В этой группе не обнаружены заряженные молекулы и радикалы на уровне $5 \cdot 10^{-6}$ от общего выхода ионов.

Благодаря тому, что заряженные молекулы и радикалы имеют энергию ≤ 30 эВ, можно уменьшить их выход по крайней мере в 10^3 раз путем введения запирающего напряжения на пути расширяющегося плазменного сгустка^{/24,25/}.

4. Продолжались работы по созданию измерительно-вычислительного комплекса лабораторий на базе СМ ЭВМ: разработана аппаратура и организована межмашинная связь ЭВМ измерительных центров У-300 и У-400, разработана аппаратура для подключения к СМ ЭВМ накопителей на магнитной ленте ЕС-5012-03, разработано и введено в эксплуатацию более 40 блоков КАМАК для измерительных модулей физических установок.

Оснащены электронной аппаратурой физические установки ДЭМАС и ЛИДИА, создан измерительный модуль на базе ЭВМ МERA-60/30 для идентификации α -

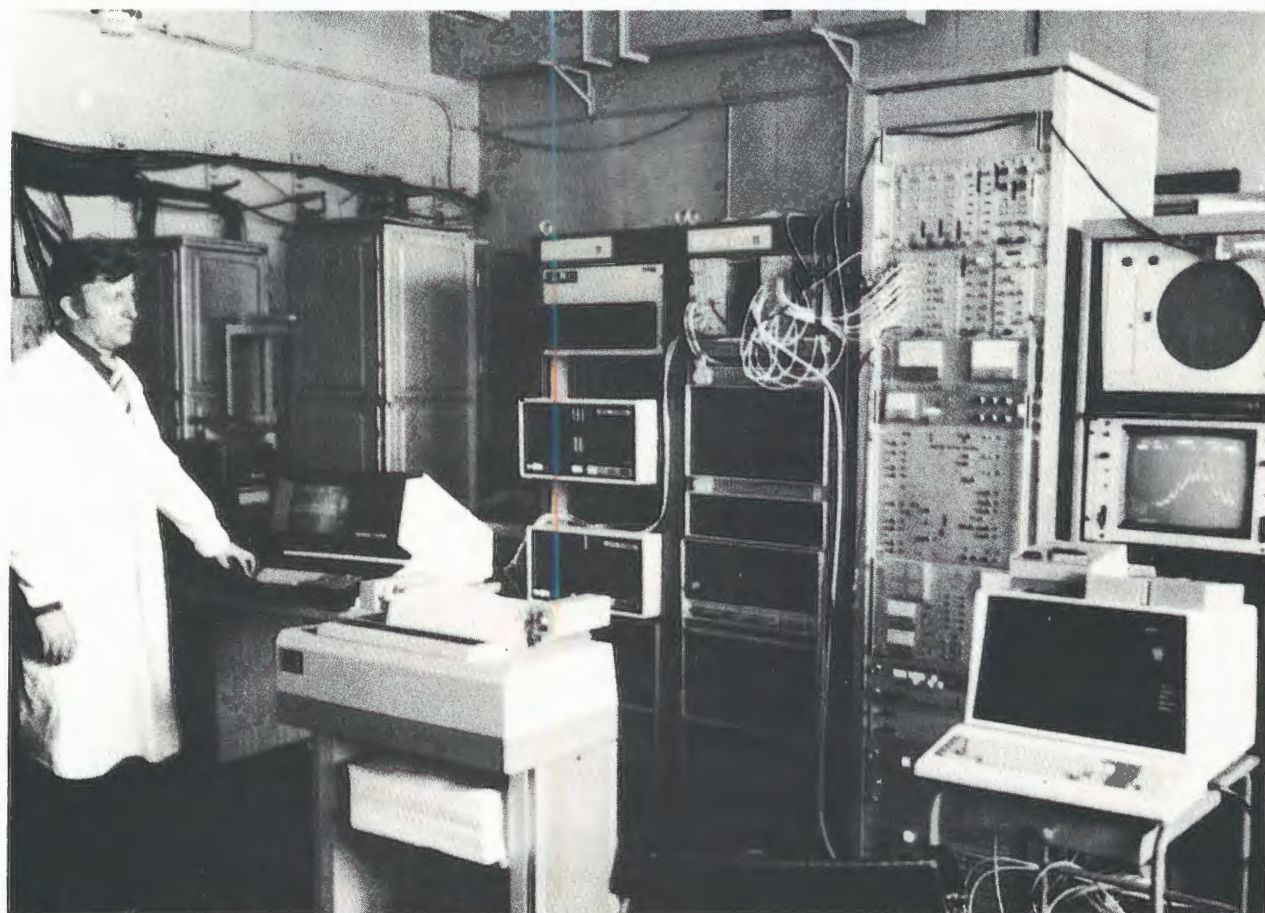
радиоактивных изотопов в опытах по синтезу 109 элемента.

На линии с ЭВМ ТРА-1140 с помощью электростатического спектрометра ЭСА-21 проводились эксперименты по электронной спектроскопии возбужденных атомов.

Произведена модернизация аппаратуры для низкофоновой лаборатории для поисков сверхтяжелых элементов в природе, организована связь аппаратуры с ЭВМ МERA-60/30, разработана техническая документация на установку НФЛ-200.

Для ускорителя У-400 разработана аппаратура диагностики пучка и системы автоподстройки частоты, на микропроцессорной аппаратуре автоматизированной системы контроля параметров ускорителя У-400 (АСКП У-400) реализован режим многоканального анализатора для измерения энергии ускоренных ионов.

В рамках сотрудничества ЛЯР-ИЯИ ВАН проводятся исследования по электронной спектроскопии с использованием ЭВМ ТРА-1140.



ЛИТЕРАТУРА*

1. Bruchertseifer H., Eichler B. Radiochem. Radioanal. Letters, 1982, 48, p. 391.
2. Eichler B. et al. Radiochem. Radioanal. Letters, 1982, 53, p. 161.
3. Bruchertseifer H. et al. Radiochem. Radioanal. Lett., 1982, 51, p. 319.
4. Flerov G.N. JINR, E6-82-32, Dubna, 1982.
5. Короткин Ю.С. и др. ОИЯИ, P12-82-529, Дубна, 1982.
6. Жуйков Б.Л. ОИЯИ, P12-82-63, Дубна, 1982.
7. Короткин Ю.С. и др. ОИЯИ, P12-82-580, Дубна, 1982.
8. Флеров Г.Н. и др. ОИЯИ, P12-82-58, Дубна, 1982.
9. Чубурков Ю.Т. и др. ОИЯИ, P12-82-228, Дубна, 1982.
10. Perelygin V.P. et al. JINR, E13-82-247, Dubna, 1982.
11. Vorsea C. et al. Nucl. Phys., 1982, A391, p. 520.
12. Оганесян Ю.Ц. и др. Письма в ЖЭТФ, 1982, 36, вып. 3, с. 104.
13. Каманин В.В. и др. ОИЯИ, 7-81-726, Дубна, 1981.
14. Артюх А.Г. и др. ОИЯИ, P7-82-707, Дубна, 1982.
15. Карамян С.А. и др. ОИЯИ, P14-82-325, Дубна, 1982.
16. Воробьев Е.Д. и др. ОИЯИ, 18-82-558, Дубна, 1982.
17. Белов А.Г. и др. ОИЯИ, P9-82-301, Дубна, 1982.
18. Рубио Д. и др. ОИЯИ, 18-82-131, Дубна, 1982.
19. Рубио Д. и др. ОИЯИ, 18-82-245, Дубна, 1982.
20. Флеров Г.Н. и др. АЭ, 1982, 53, вып. 4, с. 255.
21. Третьякова С.П., Пономаренко В.А. В кн.: IV Совещание по использованию новых ядерно-физических методов для решения научно-технических и народнохозяйственных задач. ОИЯИ, P18-82-117, Дубна, 1982, с. 307.
22. Bogdanov D.D. et al. Phys. Lett., 1982, 113B, p. 213.
23. Schmidt H.W. et al. Phys. Rev., 1966, 141, p. 1146.
24. Ter-Akopian G.M. et al. JINR, E13-82-639, Dubna, 1982.
25. Арзуманян Г.М. и др. ОИЯИ, P7-82-449, Дубна, 1982.

*Цитируются избранные работы.

ЛАБОРАТОРИЯ НЕЙТРОННОЙ ФИЗИКИ

Деятельность Лаборатории нейтронной физики в 1982 г. была направлена в основном на проведение работ по программе 2-го этапа энергетического пуска ИБР-2, освоение физических установок первой очереди на пучках ИБР-2, создание измерительного центра ИБР-2 и на исследование атомных ядер, свойств нейтронов и конденсированных сред, включая сложные соединения и биологические объекты. Уделялось большое внимание выполнению прикладных исследований с помощью нейтронов и заряженных частиц.

К важнейшим достижениям лаборатории относятся:

- успешное проведение работ по программе 2-го этапа энергетического пуска ИБР-2 с выводом реактора на мощность 2 МВт, начало физических экспериментов на ИБР-2;

- перестройка работы измерительного центра для обеспечения физических экспериментов при одновременной работе ИБР-2 и ИБР-30;

- освоение первоочередных спектрометров на выведенных пучках ИБР-2;

- выполнение экспериментов по исследованию нарушения пространственной четности в нейтронных резонансах;

- проведение эксперимента по поиску аксиона на импульсном реакторе ИБР-2;

- первые измерения плотности бозе-конденсата при температурах ниже 1 К;

- выполнение систематических измерений с геологическими, медико-биологическими и экологическими образцами с применением методов активационного и рентгенофлюоресцентного анализа.

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЕ РАБОТЫ

НАРУШЕНИЕ ЧЕТНОСТИ ВО ВЗАИМОДЕЙСТВИИ НЕЙТРОНОВ С ЯДРАМИ

На импульсном реакторе ИБР-30 продолжено исследование явления нарушения пространственной четности в нейтронных Р-резонансах. Проведены измерения полных сечений ядер брома-81 и кадмия-111 с пучком резонансных нейтронов, поляризованным вдоль и против направления их импульса в области энергий, содержащей р-волновые резонансы 0,88 эВ (^{81}Br) и 4,53 эВ и 6,94 эВ (^{111}Cd)^{1/2}. Полученные экспериментальные спектры представлены на рис. 1 и 2. Видно, что эффект нарушения четности $\epsilon = (N^+ - N^-)/(N^+ + N^-)$ имеет, подобно обычному пропусканию, резонансный характер. Определенный экспериментально матрич-

ный элемент слабого взаимодействия, нарушающего четность ядерных уровней, оказался ~1 мэВ для всех исследованных ядер. Это указывает на универсальность явления и подтверждает предсказания модели смешивающихся композитных состояний.

ПОИСК АКСИОНА НА ИБР-2

Новая частица - аксион, введенная в теории для разрешения противоречия, связанного с нарушением Р- и СР-четности при объединении теорий электрослабого и сильного взаимодействий, вызвала активный интерес. Результаты ряда экспериментальных исследований, однако, оказались несогласующимися друг с другом.

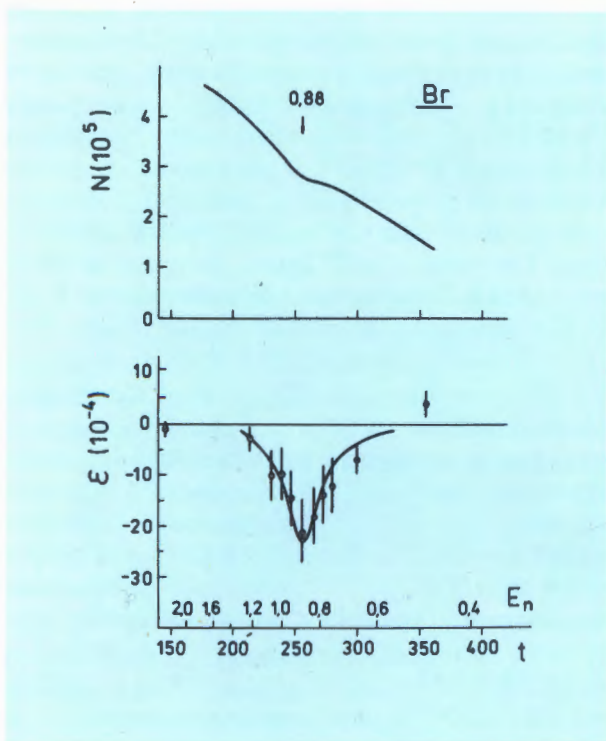
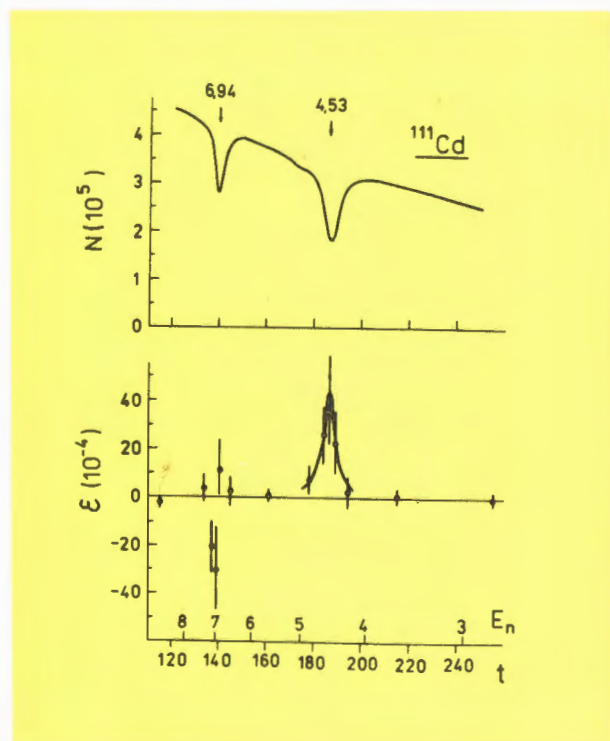


Рис. 1. Энергетическая зависимость величины пропускания образца брома (вверху) и эффекта нарушения четности (внизу) в районе резонанса 0,88 эВ.

Рис. 2. Энергетическая зависимость величины пропускания образца ^{111}Cd (вверху) и эффекта нарушения четности (внизу) для резонансов 4,53 и 6,94 эВ.



В 1982 г. в совместной работе групп ЛНФ, ЛЯП и НИИЯФ МГУ был осуществлен поиск аксиона на новом реакторе ИБР-2 с помощью пластических сцинтилляционных счетчиков^{1/2/}. Преимуществом использования импульсного реактора явилось существенное подавление космического фона и естественной радиоактивности, затрудняющих наблюдение новой частицы. Реактор работал на мощности 1 МВт при длительности вспышки 230 мкс и частоте повторений 25 Гц. Аксион искали в реакции его распада на два фотона. Было зарегистрировано 429 ± 21 сигналов совпадений с суммарным энерговыделением от фотонов ≤ 5 МэВ. Фон, измеренный в промежутках между вспышками реактора, составил 429 ± 14 . Таким образом, фотонных пар, соответствующих аксиону, обнаружено не было. В эксперименте получено ограничение на массу аксиона: $m_a < < 325$ кэВ, свидетельствующее об отсутствии в природе "стандартного" теоретического аксиона.

АЛЬФА-РАСПАД РЕЗОНАНСНЫХ СОСТОЯНИЙ ЯДЕР

1. На реакторе ИБР-30 начались исследования протонного канала распада компаунд-состояний ядер. Перспективными для этой задачи являются нейтронодефицитные ядра, обладающие малой энергией связи протона в компаунд-ядре. В качестве первых выполнены измерения с радиоактивной мишенью ^{22}Na (500 мкКи)^{1/3/}. Протоны регистрировались кремниевым полупроводниковым детектором площадью 8 см². В сечении реакции $^{22}\text{Na}(n, p)$ обнаружен резонанс с параметрами $E_0 = 147 \pm 11$ эВ, $\Gamma_n^0 = 3,4 \pm 0,9$ эВ, $\Gamma_{p1} = 90 \pm 26$ эВ, которым соответствует сплошная кривая на рис. 3. Это первый при положительных энергиях нейтронный резонанс в ядре ^{23}Na . Его обнаружение позволило объяснить большую величину ($\approx 3 \cdot 10^4$ б) сечения реакции при тепловых энергиях.

2. Выполнен анализ известных экспериментальных данных для ядер ^{144}Nd и ^{124}Te , имеющих отношение к величине радиационной силовой функции $S_\gamma(E1)$ в энергетическом диапазоне $E_\gamma = 0,1 - 20$ МэВ. Результаты представлены на рис. 4^{1/4/}. Точки в ранее исследованной области энергий $0,2 - 2$ МэВ получены

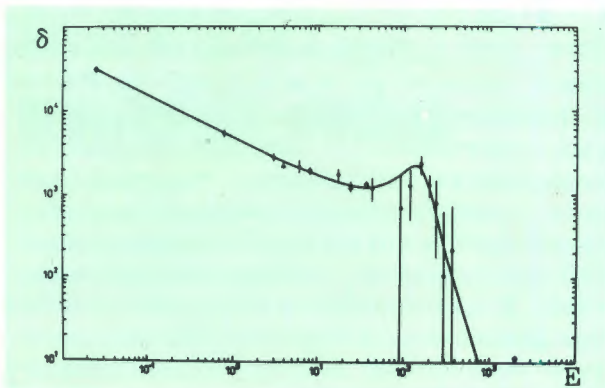


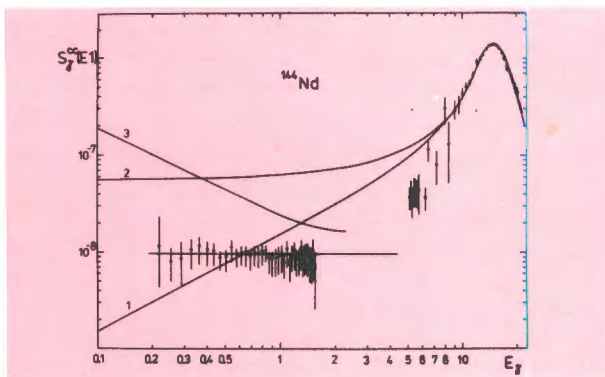
Рис. 3. Сечение реакции $^{22}\text{Na}(n,p)^{22}\text{Ne}$ (в барнах) в зависимости от энергии нейтронов (в эВ).

на основании обработки экспериментальных спектров реакции $(n, \gamma\alpha)$ из нескольких работ, включая исследования ЛНФ. Здесь 1 - кривая Лоренца для гигантского электрического дипольного резонанса, 2 - брейт-вигнеровская аппроксимация, 3 - кривая, соответствующая оболочечному подходу с учетом зависимости ширины гигантского резонанса от температуры конечного ядра. Горизонтальной кривой показан новый теоретический результат, полученный в работе^{/5/}. Согласно этому результату, при корректном учете свойств поляризационного оператора, радиационная силовая функция при энергиях ниже 3 МэВ выходит на постоянный уровень.

ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ СВОЙСТВА НЕЙТРОНА

1. В работах ряда исследовательских центров к настоящему времени достигну-

Рис. 4. Радиационная силовая функция $S_\gamma(E_1)$ для ядра ^{144}Nd в зависимости от энергии гамма-квантов E_γ (в МэВ).



ты существенные результаты в решении проблемы anomalно малого (в сравнении с теоретически ожидаемым) времени хранения ультрахолодных нейтронов (УХН) в замкнутых сосудах. Особенно полезным и простым оказался вариант проточной установки (рис. 5), созданной в ЛНФ. Здесь исследуемый сосуд 1 (из Cu или Be) имел фиксированные, постоянно открытые диафрагмы 2 и 3, через которые протекал "газ" УХН. Одновременная регистрация как прошедших УХН (детектором 10), так и нагретых, вышедших за стенки (детектором 7), позволила измерить парциальные времена хранения до нагрева и захвата в обезгаженных сосудах. Измеренное значение коэффициента захвата УХН для меди $\mu_a = (4,2 \pm 0,3) \cdot 10^{-4}$ совпало с расчетным значением. Значения коэффициентов нагрева получены равными $\mu_{ie}(\text{Cu}) = (1,68 \pm 0,15) \cdot 10^{-4}$, $\mu'_{ie}(\text{Cu}) = (0,37 \pm 0,05) \cdot 10^{-4}$ для необезгаженного и обезгаженного сосудов соответственно. На рис. 6 и 7 приведены результаты измерений отчетливо проявившейся температурной зависимости потока нагретых УХН в случае обезгаженных сосудов из меди и бериллия. Экспериментально (для Cu) показано, что поток нагретых УХН соответствует потоку (или менее его) от монослоя водородсодержащего вещества, использованного для моделирования загрязнения поверхности сосуда^{/6/}.

2. Методом многократного отражения УХН измерен коэффициент зеркального отражения ультрахолодных нейтронов от поверхности стекла типа FLOAT (ЧССР): $\eta = (98,6 \pm 0,1)\%$ ^{/7/}. Измерения проведены в связи с оптимизацией конструкции установки для определения верхней границы заряда нейтрона при помощи УХН.

3. Выполнен анализ известных экспериментальных данных по не-взаимодействию. Показано, что считающееся в настоящее время наиболее точным значение $a_{ne} = (-1,378 \pm 0,018) \cdot 10^{-3}$ Фм имеет фактическую неопределенность порядка $0,2 \cdot 10^{-3}$ Фм из-за пренебрежения при его получении поляризуемостью нейтрона. Предложена процедура обработки данных, корректно учитывающая поляризуемость^{/8/}.

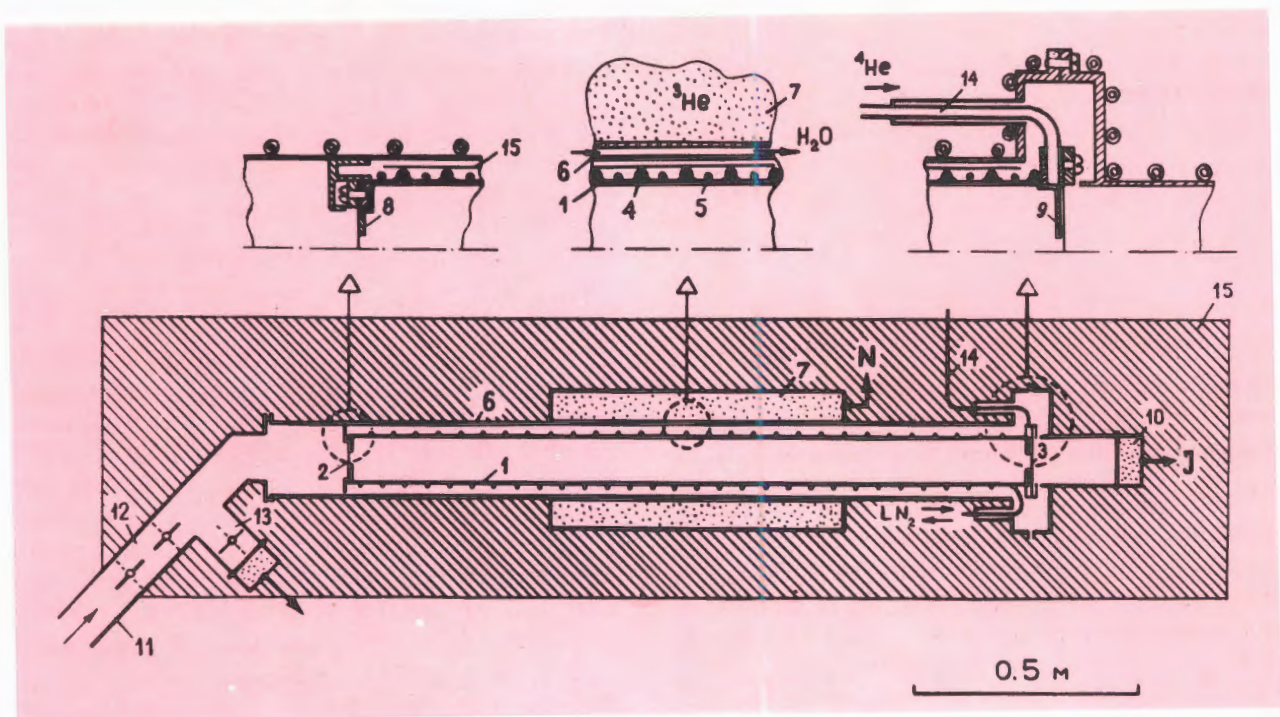


Рис.5. Схема проточного варианта установки для изучения свойств УХН.

ГАММА-РАСПАД РЕЗОНАНСНЫХ СОСТОЯНИЙ ЯДЕР

1. Для изучения на нейтронном пучке импульсного реактора каскадных гамма-переходов в ядрах создана методика суммирования амплитуд совпадающих импульсов с двух Ge(Li)-детекторов^{/9/}. Методика позволяет выделить спектр импуль-

сов одного детектора, попавших при суммировании с совпавшими импульсами другого детектора в пик полной энергии заданного каскада. Метод испытан с радиоактивными источниками и на реакторе ИБР-30 (в реакции $^{35}\text{Cl}(n, \gamma)$). На рис.8 показаны каскады с полной энергией 8579 кэВ (например, линии 788+7791 кэВ, 1165+7414 кэВ и т.д.) в компаунд-ядре

Рис.6. Зависимость интенсивности нагретых нейтронов (N) от температуры стенок (T) медного сосуда. 1 - сосуд необезгажен, 2 - сосуд обезгажен.

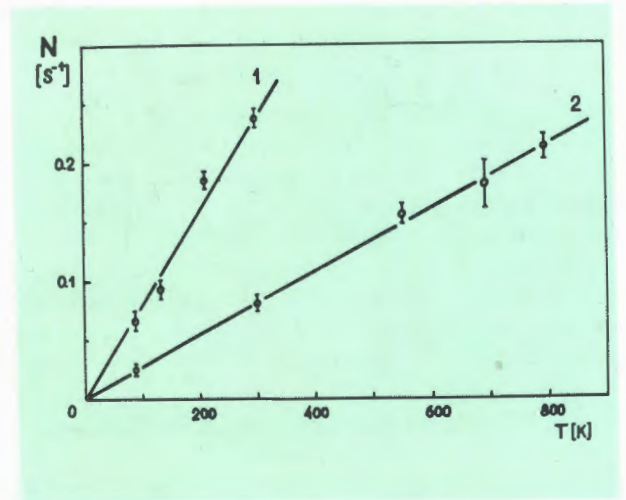
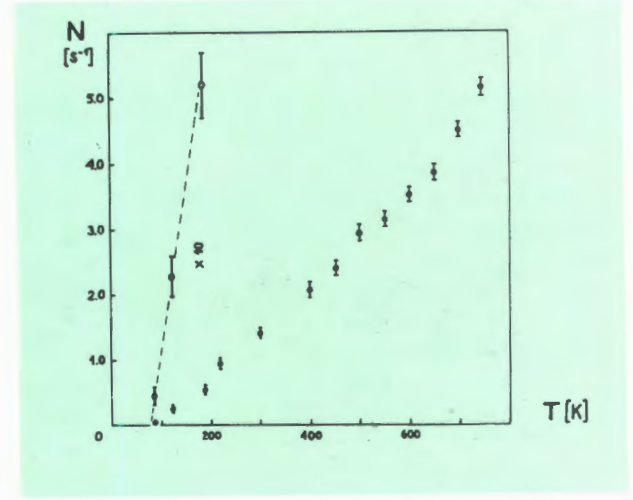


Рис.7. Температурная зависимость интенсивности регистрации нагретых нейтронов для обезгаженной поверхности бериллия.



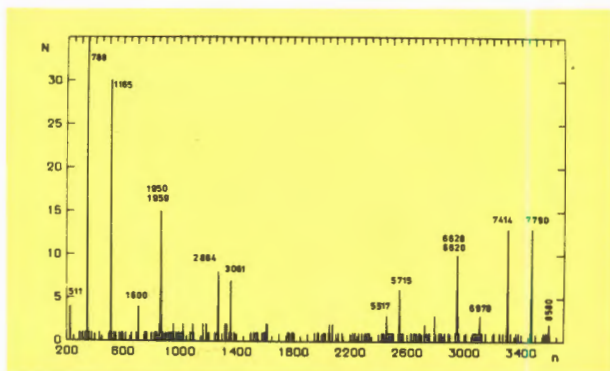
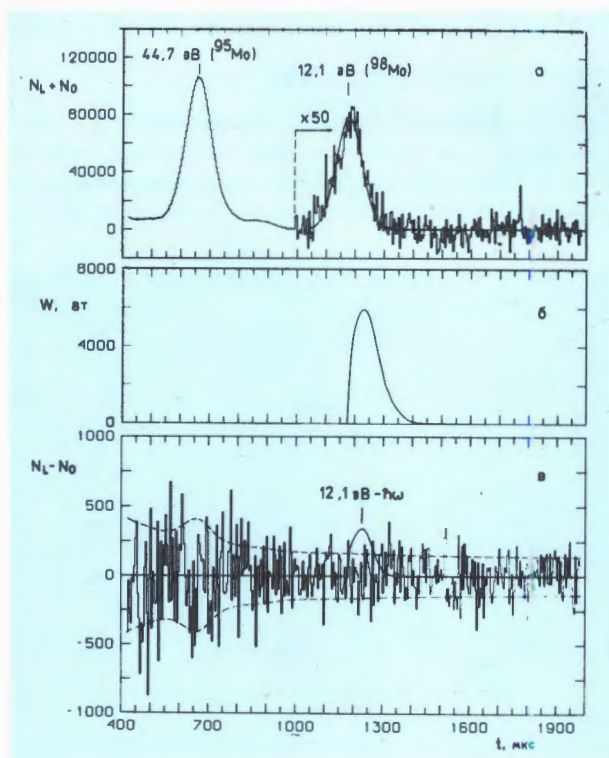


Рис. 8. Двуквантовые гамма-каскады с полной энергией 8580 кэВ в ядре ^{36}Cl .

^{36}Cl , измеренные этим методом. Полученные интенсивности каскадов согласуются с известными данными. В общем случае спектр может содержать сплошное распределение, обусловленное неразрешенными (из-за большой плотности уров-

Рис. 9. Результат экспериментов по поиску воздействия лазерной волны на гамма-распад нейтронных резонансов в молибдене: а - р-волновой резонанс 12,1 эВ, б - импульс лазерной волны, в - разность отсчетов детектора при включенном и выключенном лазере, сплошная кривая - предсказанный эффект, пунктир - коридор статистической ошибки.



ней) каскадами. Свойства таких каскадов поддаются теоретическому расчету. Их экспериментальное исследование особенно важно при изучении гамма-распада компаунд-состояний на высоколежащие уровни.

2. Выполнено экспериментальное исследование влияния электрического поля лазерной волны на гамма-распад нейтронных резонансов. В теории стимулированных радиационных переходов было предсказано появление спутных резонансов около р-волнового нейтронного резонанса в мишени, просвечиваемой лазерным светом. Экспериментально с помощью кристалла NaI(Tl) регистрировался выход γ -лучей в области резонансов 10,7 эВ в ^{127}I и 12,1 эВ в $^{98}\text{Mo}/^{10}\text{I}$. Образцы были стеклянными с соответствующими добавками исследуемых ядер. Результаты измерений для образца, содержащего молибден, показаны на рис. 9. Статистически достоверного эффекта воздействия лазерной волны на систему "нейтрон + ядро" не обнаружено, хотя чувствительность измерений превосходила уровень, необходимый для наблюдения предсказанного эффекта. Исследование проводилось совместно с Пражским политехническим институтом и Институтом радиационной дозиметрии ЧСАН (Прага).

НЕЙТРОННАЯ СПЕКТРОСКОПИЯ

1. В совместной работе с Институтом ядерных исследований АН УССР (Киев) проведено изучение анизотропии рассеяния нейтронов ядрами изотопов олова ^{11}I в области энергий до 200 кэВ. Измерения проводились на реакторе ВВР-М на нейтронном пучке, фильтрованном кремнием. Результаты для семи изотопов Sn сравнены с полученными из измерений на ИБР-30 методом времени пролета. Совпадение результатов по различным методикам свидетельствует об их надежности. Широкий энергетический диапазон данных (рис. 10) позволяет определять средние нейтронные параметры изотопов олова, включая нейтронные р-волновые силовые функции ^{12}I .

2. Продолжались работы по исследованию параметров нейтронных резонансов неделящихся ядер. Из анализа формы ре-

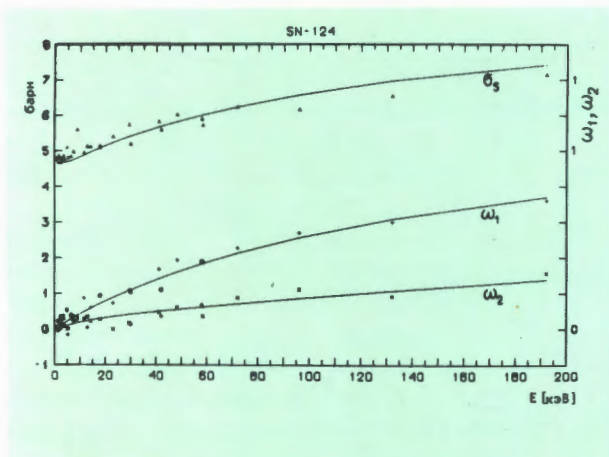
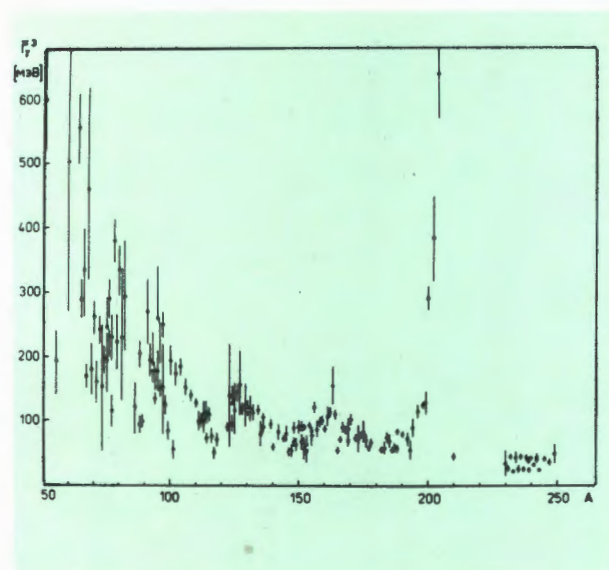


Рис.10. Энергетическая зависимость сечения рассеяния σ_S и коэффициентов асимметрии ω_1 и ω_2 для изотопа ^{124}Sn .

зонансов в кривых пропускания получены новые данные о нейтронных и радиационных ширинах резонансов ^{127}I , ^{123}Cs , $^{191,193}\text{Ir}$ в области до 200 эВ /13/.

Проведена систематика средних радиационных ширин Γ_γ по обновленной совокупности экспериментальных данных (рис. 11) /14/. Сравнение $\bar{\Gamma}_\gamma^{\text{эксп}}$ с теоретическими оценками показало, что соответствие $\Gamma_\gamma^{\text{теор}}$ экспериментальным данным улучшается, если отказаться от индивидуальных значений параметра плотности уровней и принять его пропорцио-

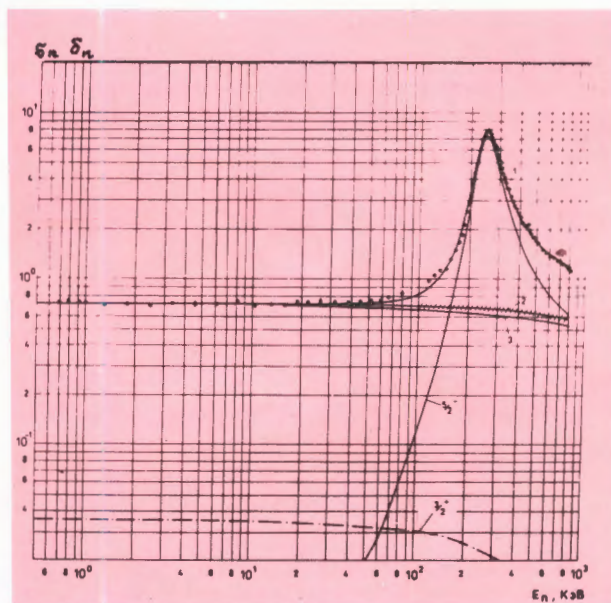
Рис. 11. Сводка экспериментальных значений средних радиационных ширин нейтронных резонансов ядер по состоянию на начало 1982 г.



нальным атомному весу. Сделан также вывод, что ни один из теоретических подходов не в состоянии дать описание относительных вариаций $\bar{\Gamma}_\gamma$ от ядра к ядру и правильную величину абсолютных значений $\bar{\Gamma}_\gamma$.

3. Измерено эффективное сечение рассеяния нейтронов изотопом ^6Li в диапазоне энергий нейтронов 0,6 - 80 кэВ с точностью 3-4% (рис. 12). Энергетический ход сечения совместно с другими данными проанализирован в R-матричном формализме для получения информации о возбужденных уровнях ядра $^7\text{Li}/15/$.

Рис. 12. Сечение рассеяния нейтронов изотопом ^6Li . 1 - полное сечение рассеяния, 2 - вклад S-волны, $5/2^-$ - вклад p-волны, $3/2^+$ - вклад S-волны со спином 3/2.



ПРОТОННЫЕ РЕЗОНАНСЫ

Изучались угловая и энергетическая зависимости процесса переворачивания спина при рассеянии протонов на ядрах. Измерялись совпадения неупруго рассеянных протонов в реакциях $^{30}\text{Si}(p, p'\gamma)$ /16/ и $^{26}\text{Mg}(p, p'\gamma)$ /17/ с гамма-квантами E2-перехода, испускаемыми перпендикулярно плоскости реакции при возбуждении в ядрах первого состояния 2^+ . На рис.13 приведены энергетические зависимости

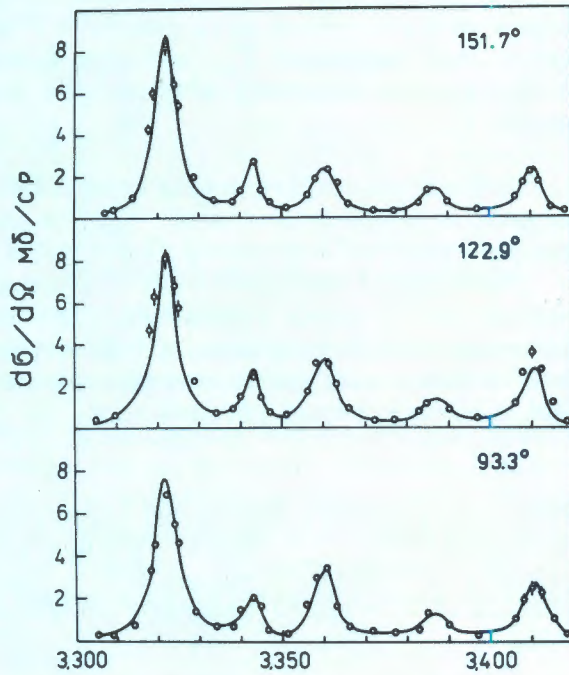
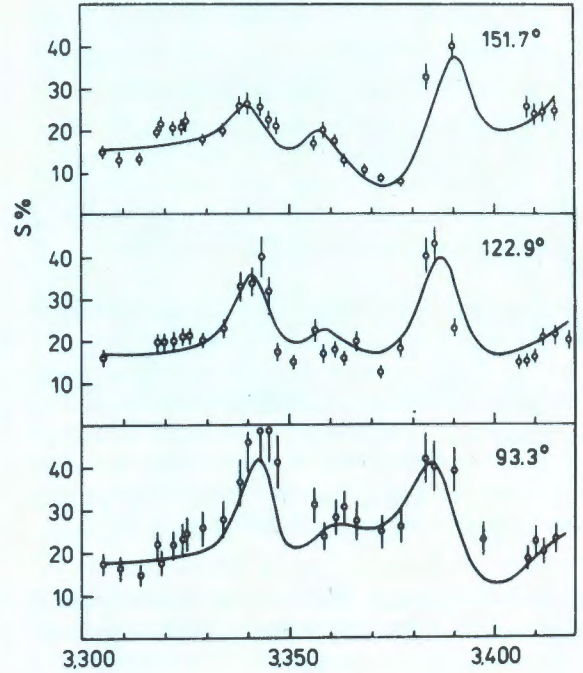


Рис.13. Энергетические зависимости угловых распределений (слева) и вероятности переворота спина (справа) в реакции $^{30}\text{Si}(p, p'\gamma)$.

этих величин, измеренные для ^{30}Si в резонансах $E_{\text{p}}^{(\text{сМ})} = 3,322; 3,342; 3,360$ и $3,387$ МэВ. Получена спектроскопическая информация о спинах и четностях резонансов и их парциальных ширинах.

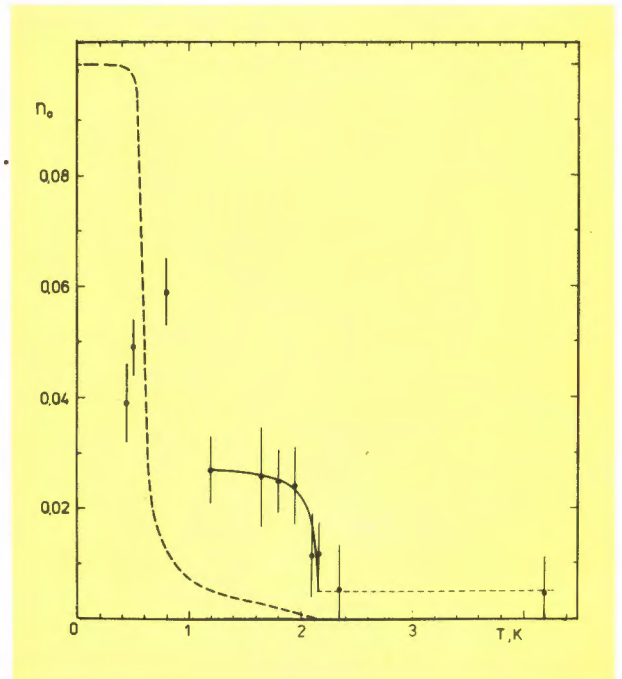
СВОЙСТВА ГЕЛИЯ-II

Новый этап исследований свойств квантовой жидкости - сверхтекучего гелия - начат в лаборатории с вводом в эксплуатацию криостата с откачкой паров гелия-3, позволившего охлаждать образец гелия объемом около 4 л ниже температуры 1 К. На спектрометре ДИН-1М впервые проведены измерения неупругого рассеяния нейтронов при температурах образца 0,45, 0,5 и 0,8 К. Исследовалась температурная зависимость плотности бозе-конденсата - фракции атомов гелия с нулевым значением импульса. Результаты представлены на рис. 14. Сплошной линией показана аппроксимация более ранних данных ЛНФ, пунктиром - предсказание одной из теоретических работ. При $T < 1$ К наблюдается возрастание плотно-



сти бозе-конденсата, качественно согласующееся с предсказанной тенденцией. Получен и ряд других характеристик квантовой жидкости, таких как средние кинетическая и потенциальная энергии на один атом гелия и их температурные зависимости ^{/18/}.

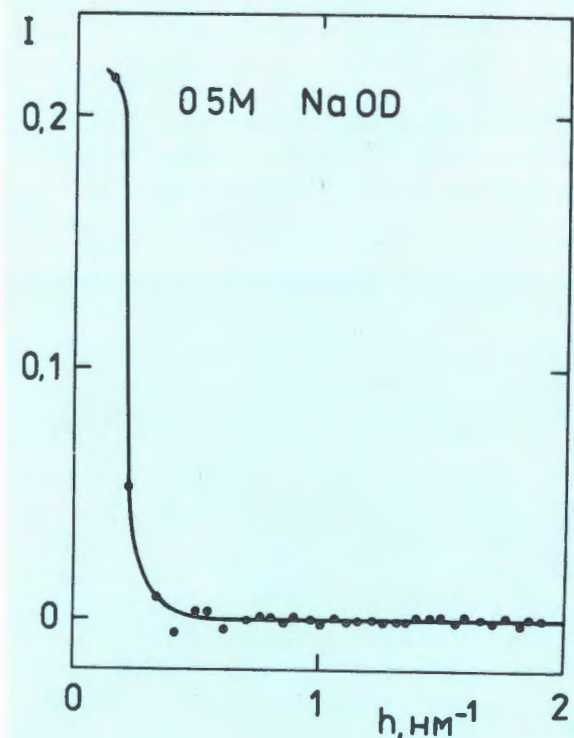
Рис. 14. Температурная зависимость плотности бозе-конденсата в гелии-4.



МАЛОУГЛОВОЕ РАССЕЯНИЕ ТЕПЛОВЫХ НЕЙТРОНОВ

На импульсном реакторе ИБР-2 проведены первые измерения на установке малоуглового рассеяния нейтронов. Исследовались параметры установки, выполнена серия экспериментов по изучению простых электролитов с помощью малоуглового рассеяния нейтронов при использовании метода вариации контраста. Наблюдено наличие существенных нейтронно-оптических неоднородностей в растворах электролита NaOH в тяжелой воде. В качестве примера на рис. 15 представлена зависимость интенсивности рассеяния тепловых нейтронов от переданного импульса для 0,5-М раствора NaOH в D₂O. Ярко выраженный максимум в области малых импульсов может соответствовать крупномасштабным кластерам с радиусом ~7 нм. Работа проводится совместно с Институтом макромолекулярной химии ЧСАН (Прага)^{/19/}.

Рис.15. Зависимость интенсивности рассеяния тепловых нейтронов от переданного импульса для 0,5-М раствора NaOH в D₂O.



ИЗУЧЕНИЕ СВОЙСТВ КОНДЕНСИРОВАННЫХ СРЕД

1. Разработанный в ЛНФ метод изучения текстур с помощью дифракции нейтронов по времени пролета применен для исследования рекристаллизации медных стержней непосредственно в ходе этого процесса. Для изучавшихся стержней весь процесс занимал 35 часов, в течение которых каждые 2 часа измерялись нейтронные спектры. Пример дифракционных спектров приведен на рис. 16. Показано, что дифракция по времени пролета обеспечивает возможность изучения главных текстурных компонент непосредственно в процессе рекристаллизации^{/20/}.

2. Исследована температурная зависимость ширины пиков магнитных возбуждений в интерметаллических соединениях PrNi_2 , PrAl_2 . Результаты для

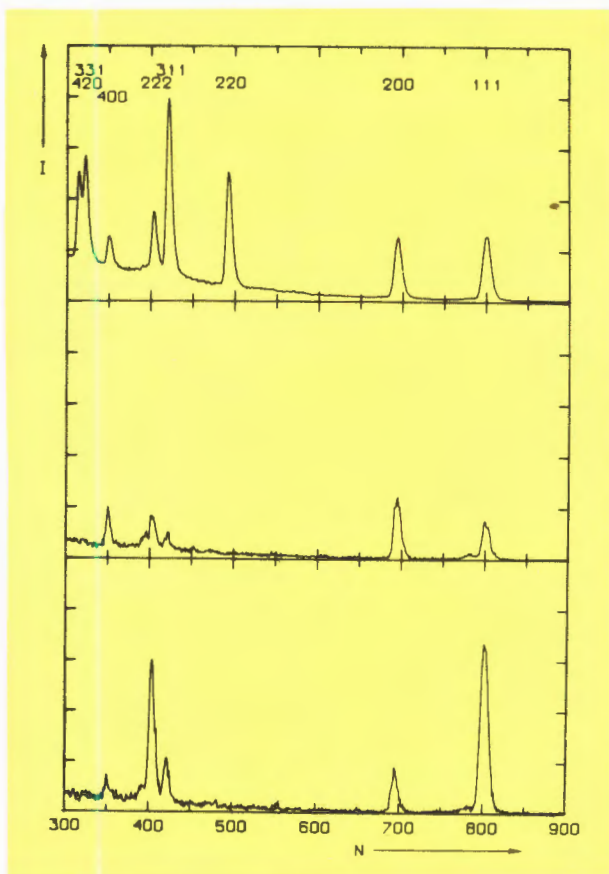


Рис. 16. Дифракционные спектры меди: внизу - стержни в холодно-деформированном состоянии, посередине - после рекристаллизации, вверху - порошок меди (образец без текстуры).

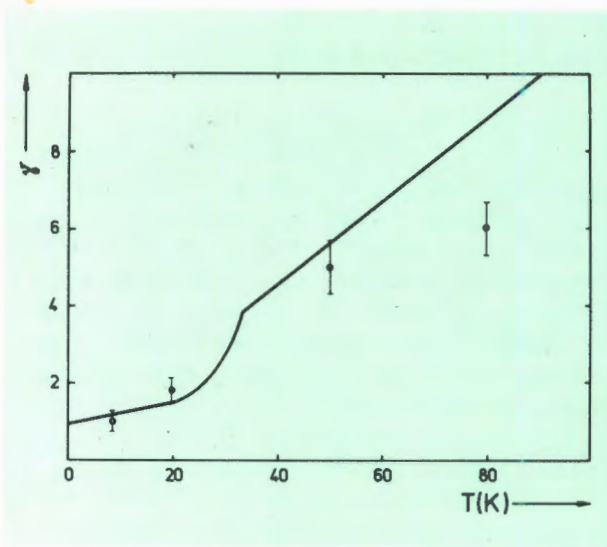
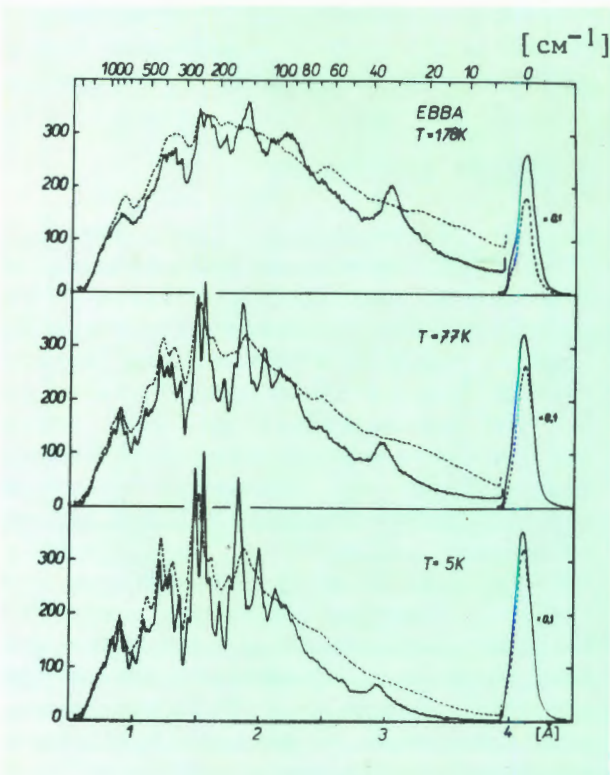


Рис. 17. Зависимость ширины линий магнитных возбуждений в PrAl_2 от температуры: точки - эксперимент, сплошная линия - экспериментальные значения ширины γ в миллиэлектронвольтах.

Рис. 18. Спектры некогерентного неупругого рассеяния нейтронов для идинокристаллического вещества ЭББА при разных температурах: пунктир - быстрозамороженная нематическая фаза, сплошная кривая - кристаллический образец.



PrAl_2 показаны на рис. 17. Экспериментальные данные (точки) и теоретические расчеты (сплошная кривая) согласуются. Согласно теории скачок в ширине линий при переходе соединения из феррофазы в парафазу (фазовый переход при $T_K \approx 33 \text{ K}$) возникает в результате полного изменения схемы уровней $4f$ -электронов в кристаллическом поле^{/21/}.

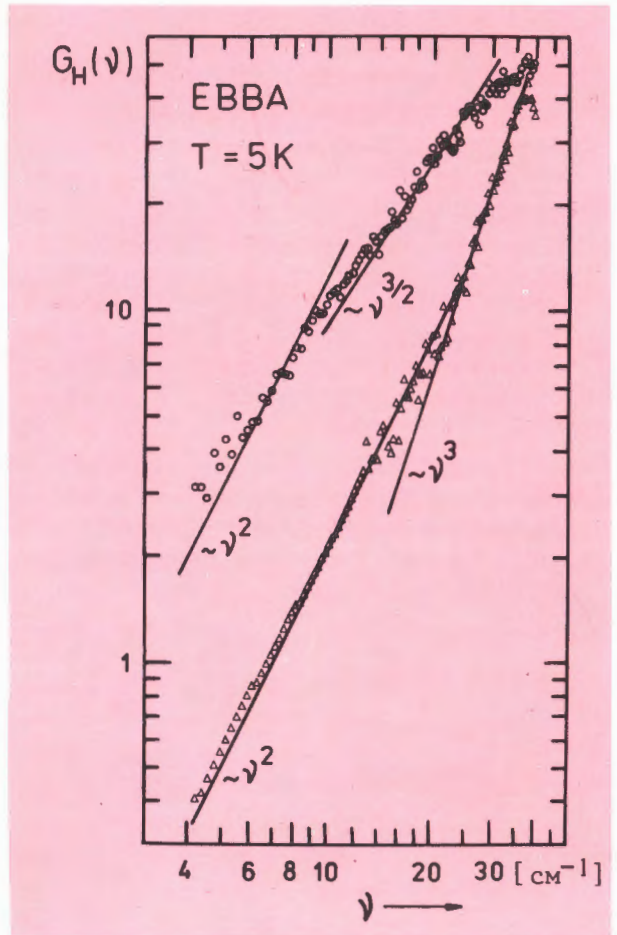


Рис. 19. Фоновый спектр аморфной (вверху) и кристаллической (внизу) модификации вещества ЭББА при температуре 5 К.

3. Выполнен цикл экспериментов по исследованию фоновых спектров аморфных жидкокристаллических веществ методом неупругого рассеяния нейтронов на установке КДСОГ-1^{/22/}. Пример спектров для вещества ЭББА показан на рис. 18. Спектр нематической фазы сохраняет общие черты, характерные для кристаллического образца. Однако в области частот $\nu < 30 \text{ cm}^{-1}$, как видно из рис. 19, про-

явились заметные отличия в фононных спектрах: с понижением температуры до 5 К низкочастотная область фононного спектра аморфного образца все больше отклоняется от закона Дебая $g(\nu) \sim \nu^2$, характерного для кристаллов. Работа проводится в сотрудничестве с Институтом физики твердого тела АН СССР, Институтом ядерной физики г.Кракова и Инсти-

тутом физики Ягеллонского университета.

Проведены расчеты фононных дисперсионных соотношений для антрацена- d_{10} ^{/23/} и спектров частот колебаний в кристалле дифенила^{/24/}, и проведено сравнение теоретических результатов с полученными ранее экспериментальными данными по изучению динамики кристаллических решеток этих веществ.

НАУЧНО-ПРИКЛАДНЫЕ РАБОТЫ

РЕНТГЕНО-ФЛЮОРЕСЦЕНТНЫЙ ЭЛЕМЕНТНЫЙ АНАЛИЗ

Метод характеристического рентгеновского излучения, возбуждаемого пучком протонов от ускорителя ЭГ-5, применен для изучения входящих в состав человеческого организма микроэлементов. Метод не требует больших количеств вещества (достаточно нескольких десятков микрограмм/см²) и обеспечивает одновременное определение концентрации нескольких микроэлементов с чувствительностью до 10^{-8} г/г. Проведены измерения с образцами спинно-мозговой жидкости пациентов клинического отделения Института неврологии г. Кельце (ПНР)^{/25/}. Типичный спектр характерис-

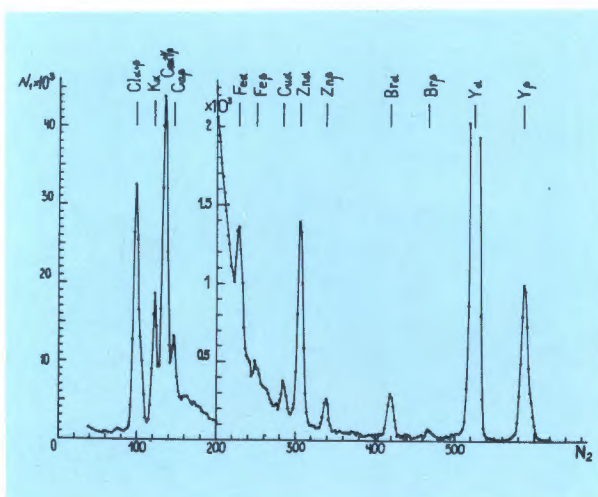
тического излучения в данном исследовании представлен на рис. 20. В составе исследованных образцов обнаружены Cl, K, Fe, Cu, Zn, Br, Ca. Представляет интерес выявление корреляций между микроэлементным составом и заболеваниями центральной нервной системы. Работа является совместным исследованием ОИЯИ с Институтом физики Высшей педагогической школы и Институтом неврологии г.Кельце (ПНР).

НЕЙТРОННО-АКТИВАЦИОННЫЙ АНАЛИЗ. РАДИАЦИОННАЯ СТОЙКОСТЬ МАТЕРИАЛОВ

1. Продолжены работы по исследованию элементного состава природных вод, горных пород, почв и воздуха для нужд гидрогеологии и экологии. Применение высокочувствительного нейтронно-активационного анализа позволило расширить круг исследуемых элементов до 35-40 вместо 10-15, определяемых обычными физико-химическими методами. Среди определяемых элементов Au, Ag, Sc, Co, Cs, As, Br, Sb, Fe, Cr, Cd, Zn, Ba, Tb, Os, W, Se, Mn и др. (чувствительность определения отдельных элементов от 10^{-6} до 10^{-11} г/г)^{/26/}. Проводимые работы позволяют повысить эффективность научно-методических разработок системы мониторинга, получить гидрогеологические данные о миграции элементов.

2. Проводились исследования радиационной стойкости ряда полупроводников

Рис.20. Спектр рентгеновского характеристического излучения, демонстрирующий микроэлементный состав спинномозговой жидкости.



при облучении быстрыми нейтронами. Определен эффект воздействия быстрых нейтронов на электропроводность $ZnS^{127/}$. Изучено радиационное воздействие быстрых нейтронов на кремниевые диффузион-

ные детекторы^{/28/}. Полученные результаты используются в проектировании кремниевых диффузионных детекторов, предназначенных для спектрометрии и дозиметрии быстрых нейтронов.

ЭКСПЛУАТАЦИЯ, СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ И РАЗВИТИЕ ОСНОВНЫХ УСТАНОВОК И АППАРАТУРЫ

РЕАКТОРЫ И УСКОРИТЕЛИ

1. В соответствии с программой 2-го этапа энергетического пуска импульсного реактора ИБР-2 его средняя мощность в апреле 1982 г. была доведена до 2 МВт при частоте импульсов 25 Гц. В этом режиме реактор проработал 1000 часов, в течение которых выполнен обширный комплекс специальных исследований его параметров и систем. Устойчивая работа реактора позволила перейти к освоению режима с частотой 5 Гц на мощности 0,4 МВт. Измерения плотности потока тепловых нейтронов на поверхности замедлителя дали величину $2 \cdot 10^{15}$ нейтрон/см²·с. Таким образом, реактор ИБР-2 превзошел по мгновенному потоку все существующие нейтронные источники. В ходе создания инжектора к ИБР-2 - ускорителя ЛИУ-30 - выполнен монтаж и наладка узлов форинжекторного, инжекторного и первого участков ЛИУ-30.

2. Реактор ИБР-30 и ускоритель-инжектор ЛУЭ-40 работали в соответствии с плановым заданием, обеспечивая науч-

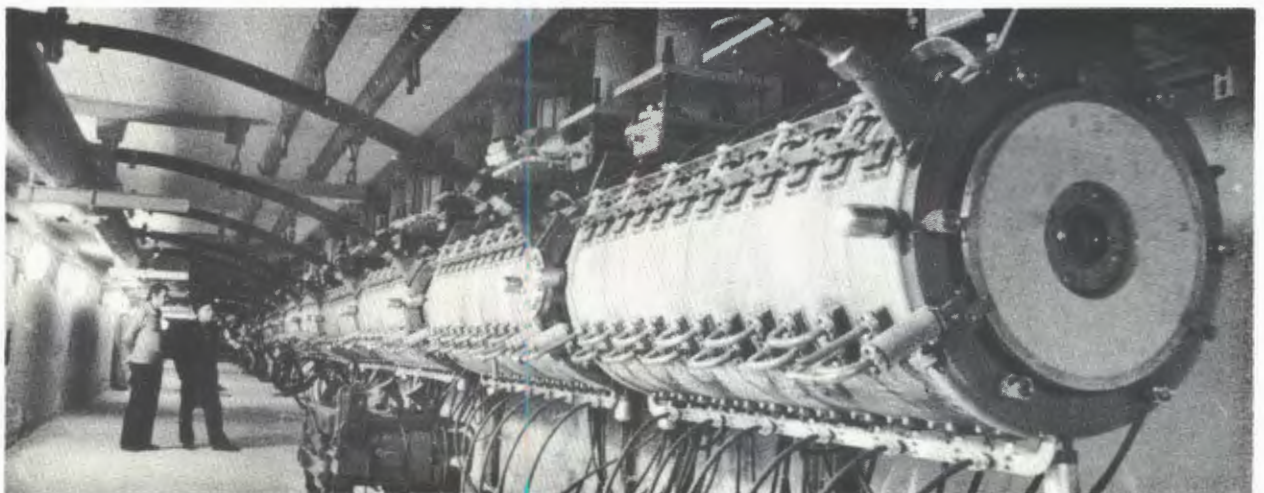
ные исследования ЛНФ в области ядерной физики. В связи с намеченной модернизацией ускоряющих секций смонтирована новая вакуумная система ускорителя ЛУЭ-40.

Ускоритель протонов ЭГ-5 работал по сокращенному графику в основном для обеспечения научно-прикладных исследований.

ПЕРВООЧЕРЕДНЫЕ ФИЗИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ НА ИБР-2

Начались плановые физические эксперименты на четырех пучках реактора ИБР-2. На физических установках первой очереди: канале ультрахолодных нейтронов, нейтронном дифрактометре, установке малоуглового рассеяния, корреляционном спектрометре проведены измерения

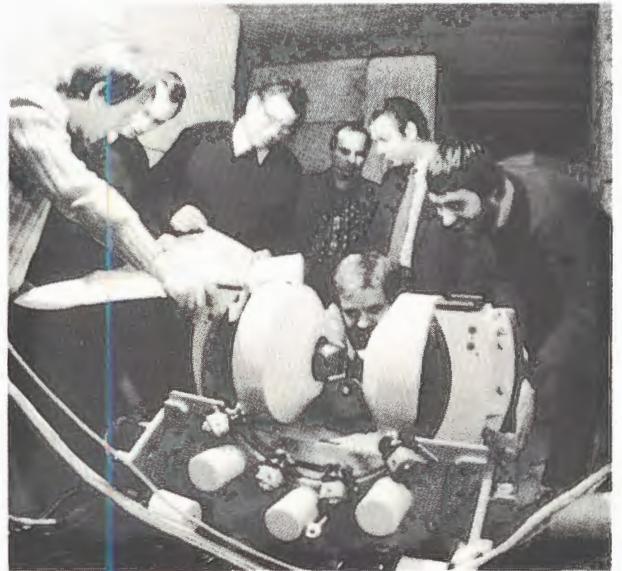
На электронном ускорителе ЛИУ-30 получены первые пучки электронов инжекторного и первого ускорительного участка.





В экспериментальном зале реактора ИБР-2 на пучках нейтронов начали работать первоочередные физические установки: канал ультрахолодных нейтронов, спектрометр малоуглового рассеяния (видны на переднем плане), корреляционный спектрометр, нейтронный дифрактометр.

В сотрудничестве со специалистами из ГДР на восьмом канале реактора ИБР-2 создается спектрометр поляризованных нейтронов. На снимке: испытания магнитного гониометра спектрометра.



Подготовка к измерениям на нейтронном дифрактометре.



параметров на нейтронных пучках. На канале УХН исследованы различные варианты замедлителей ультрахолодных нейтронов. На нейтронном дифрактометре осуществлена корректировка кривизны зеркального нейтронотода, получено значение полного потока нейтронов на образце $2 \cdot 10^5$ н/см². с в диапазоне длин волн 1,5-25 Å при мощности 0,4 МВт. В установке малоуглового рассеяния поток нейтронов на образце составил $6 \cdot 10^6$ н/см². с при мощности 0,4 МВт. Проводились работы по модернизации блоков электроники и автоматизации эксперимента.

ИЗМЕРИТЕЛЬНО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР

1. Продолжалась реконструкция измерительного центра, осуществляемая в связи с началом экспериментов на ИБР-2. Конечной ее целью является создание многомашиной единой сети ЭВМ^{/29/}, обеспечивающей все направления работ на импульсных реакторах в области ядерной физики и физики конденсированных сред. Малые ЭВМ, входящие в состав

измерительных модулей, оснащены дополнительной внешней памятью типа СМ-3101, а также динамического типа. Благодаря этому измерительный центр обеспечил в 1982 г. измерения при одновременной работе ИБР-30 и ИБР-2.

2. Велась работа по изготовлению, юстировке и доводке устройств межмашинных связей. Разработано и реализовано программное обеспечение первой очереди сети ЭВМ "SONET"^{/30/}. Начаты исследования возможностей использования волоконно-оптических линий связи для обмена информацией между ЭВМ в составе измерительного центра^{/31/}. В экспериментах использовались устройства оптической связи, разработанные в ГДР.

3. На базе малых ЭВМ СМ-3 и Электроника создано несколько измерительных систем для нейтронных спектрометров, в том числе для установки малоуглового рассеяния, дифрактометра нейтронов ДН-2, спектрометра множественности γ -квантов, системы корреляционных и спектральных измерений параметров ИБР-2^{/32/}, установки для многопараметрического исследования деления ядер^{/33/}, спектрометра неупругого рассеяния КДСОГ-М^{/34/}.

ЛИТЕРАТУРА*

1. Алфименков В.П. и др. ОИЯИ, РЗ-82-411, Дубна, 1982.
2. Алексеев Г.Д. и др. Письма в ЖЭТФ, 1982, 36, с. 94.
3. Гледенов Ю.М. и др. ОИЯИ, РЗ-82-303, Дубна, 1982.
4. Втюрин В.А., Попов Ю.П. ОИЯИ, РЗ-82-309, Дубна, 1982.
5. Кадменский С.Г., Маркушев В.П., Фурман В.И. ОИЯИ, Р4-82-210, Дубна, 1982.
6. Игнатович В.К. и др. ОИЯИ, РЗ-82-811, Дубна, 1982.
7. Кашукеев Н.Т., Чиков Н.Ф. Доклады Болгарской Академии наук, 1982, т. 35, с. 451.
8. Alexandrov Yu.A. JINR, E3-82-12, Dubna, 1982.
9. Богдзель А.А. и др. ОИЯИ, Р15-82-706, Дубна, 1982.
10. Бечварж Ф. и др. ОИЯИ, РЗ-82-224, Дубна, 1982.
11. Гребнев А.В. и др. ОИЯИ, РЗ-82-514, Дубна, 1982.
12. Николенко В.Г., Попов А.Б., Самосват Г.С. ОИЯИ, РЗ-82-436, Дубна, 1982.
13. Popov A.B., Trzeciak K., Zo In Ok. International Conf. on Nuclear Data for Science and Technology, Antwerpen, 6-10 Sept., 1982, Abstracts, p. 112.
14. Малецки Х., Попов А.Б., Тщцяк К. ОИЯИ, РЗ-82-111, Дубна, 1982.
15. Алфименков В.П. и др. ОИЯИ, РЗ-82-111, Дубна, 1982.

* Цитируются избранные работы.

16. Кангрополь Ю.В., Осетинский Г.М., Туровецки А. ОИЯИ, P15-82-519, Дубна, 1982.
17. Кангрополь Ю.В. и др. ОИЯИ, P15-82-518, Дубна, 1982.
18. Благовещенский Н.М. и др. Письма в ЖЭТФ, 1983, т. 37, в.3, с. 152.
19. Главата Д. и др. ОИЯИ, 14-82-804, Дубна, 1982.
20. Матц В., Фельдманн К. ОИЯИ, P14-82-265, Дубна, 1982.
21. Аксенов В.Л., Горемычкин Е.А., Фрауенхайм Т. ОИЯИ, P14-82-458, Дубна, 1982.
22. Dolganov V.K. et al. IV International Liquid Crystal Conference of Socialist Countries. Oct.1981, Tbilisi, v. 1, p. 84.
23. Charlot S.J. et al. phys.stat.sol. (b), 1982, v. 110, p. 445.
24. Белушкин А.В. и др. ОИЯИ, P17-82-548, Дубна, 1982.
25. Бразевич Э. и др. ОИЯИ, 18-82-313, Дубна, 1982.
26. Гундорина С.Ф. и др. В кн.: Труды IV Сессии по использованию новых ядерно-физических методов для решения научно-технических и народнохозяйственных задач. ОИЯИ, P18-82-117, Дубна, 1982, с. 289.
27. Toacsan M.I., Nazarov V.M., Cogo-saru L.N. Rev.Roum.Phys., 1981, t. 26, No. 2, p. 179-182.
28. Sachelarie D. et al. phys.stat.sol. 1981, v. 65, p. 379.
29. Вагов В.А. и др. ОИЯИ, 10-82-351, Дубна, 1982.
30. Александрова И.В. и др. ОИЯИ, 10-82-407, Дубна, 1982.
31. Вагов В.А. и др. ОИЯИ, 10-82-430, Дубна, 1982.
32. Вагов В.А. и др. ОИЯИ, P13-82-533, Дубна, 1982.
33. Бакалов Т. и др. ОИЯИ, 10-82-522, Дубна, 1982.
34. Балука Г. и др. ОИЯИ, 13-82-367, Дубна, 1982.

ЛАБОРАТОРИЯ

ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ И АВТОМАТИЗАЦИИ

В 1982 году основные усилия коллектива лаборатории были направлены на освоение ЭВМ ЕС-1060, эффективное использование и развитие ЭВМ CDC-6500 и БЭСМ-6 и систем автоматической и полу-

автоматической обработки камерных снимков. Продолжалось развитие работ по математическому моделированию физических процессов и созданию программ обработки экспериментальных данных.

РАЗВИТИЕ И ЭФФЕКТИВНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЦЕНТРАЛЬНОГО ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА ОИЯИ

РАЗВИТИЕ ЦЕНТРАЛЬНОГО ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА ОИЯИ

1. Проведены работы по освоению ЭВМ ЕС-1060. Завершено комплектование базовой библиотеки программ общего назначения (около 700 программ) и подготовлены описания программ для пользователей^{/1/}.

Созданы программные средства для автоматизации перевода программ на фортране с ЭВМ БЭСМ-6 и CDC-6500 на ЭВМ ЕС-1060^{/2/}.

Подготовлена, отлажена и включена в состав операционной системы модернизированная версия программной подсистемы обслуживания локальных терминалов, которая совместима по входному языку с подсистемой INTERCOM на ЭВМ CDC-6500 и БЭСМ-6^{/3/}. Разработан, изготовлен и автономно налажен терминальный контроллер на 16 терминалов и подготовлено системное программное обеспечение для расширенной сети терминалов на ЭВМ ЕС-1060.

2. В связи с расширением терминальной сети на ЭВМ CDC-6500 разработан

второй мультиплексор терминальных устройств. Выполнены работы по текущей модернизации операционной системы и библиотеки программ общего назначения. Разработан транслятор со структурного диалекта фортрана^{/5/}.

3. На ЭВМ БЭСМ-6 сдана в опытную эксплуатацию полупроводниковая внешняя память^{/4/}, что позволит повысить надежность и производительность этой ЭВМ. Выполнены работы по развитию операционной системы и расширению библиотеки программ общего назначения. Подготовлены к изданию подробные описания программ библиотеки для пользователей. Переведен в круглосуточный режим работы концентратор терминалов на базе ЭВМ ЕС-1010 и обеспечена надежная работа терминальной сети ЭВМ CDC-6500 и БЭСМ-6^{/6,7/}.

ВНЕДРЕНИЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИСТЕМ АНАЛИТИЧЕСКИХ ВЫЧИСЛЕНИЙ НА ЭВМ

На ЭВМ ЕС-1060 внедрены две программные системы для аналитических вы-

числений (SCHOONSCHIP и REDUCE-2), которые широко используются для решения задач теоретической физики и прикладной математики. Расширены возможности программной системы REDUCE-2 за счет включения в нее программ разложения элементарных функций на простые дроби^{/8/}, разработки алгоритма построения проблемно-ориентированных версий системы^{/9/}, а также обеспечения возможности работы с некоммутирующими выражениями.

С помощью системы SCHOONSCHIP вычислены ренормгрупповые функции в трехпетлевом приближении для безмассовых суперсимметричных теорий Янга-Миллса при $N=1,2,4$. Наряду с ($N=4$) - теорией найден еще один вариант суперсимметричной теории ($N=2$), с сокращающимися расходимостями^{/10/}. С использованием системы REDUCE-2 исследовано поведение общего решения уравнения Чу-Лоу в окрестности борновского полюса для статического r -волнового πN -рассеяния^{/11/}. В рамках работ по изучению калибровочных теорий поля на пространственно-временной решетке совместно с ЛТФ проведено исследование глюонного сектора $SU(2)$ -теории при конечной температуре^{/12/} с целью определения точки фазового перехода. Расчеты проводились методом Монте-Карло для решеток 3×7^3 в евклидовом пространстве и решеток 15×7^3 при гамильтоновом подходе. Методом Крылова-Боголюбова с использованием системы REDUCE-2 исследовано влияние нелинейного разностного резонанса на движе-

ние заряженной частицы в синхрофазогроне ОИЯИ^{/13/}. Разработаны алгоритмы вычисления с помощью системы SCHOONSCHIP некоторых многомерных несобственных интегралов, возникающих при расчетах в квантовой теории поля^{/14/}, а также решения модельной задачи на собственные значения для дифференциального уравнения второго порядка^{/15/}.

СОЗДАНИЕ И РАЗВИТИЕ СРЕДСТВ И МЕТОДОВ ВИЗУАЛЬНОЙ СВЯЗИ С ЭВМ

Завершена разработка специализированной микропроцессорной системы для построения изображений и обработки графической информации. В состав системы входят мониторный, арифметический и дисплейный специализированные процессоры, имеющие общий объем памяти 65 Кбайт. Внутренние вычислительные мощности системы позволяют выполнять достаточно сложную локальную обработку данных без привлечения ресурсов центральной ЭВМ. Указанная аппаратура и встроенное в нее программное обеспечение являются частью разрабатываемой в ЛВГА совместно с комбинатом РОБОТРОН (ГДР) мощной графической системы. Разработаны алгоритмы и библиотека графических программ для ЭВМ СМ-4. Усовершенствован диалоговый монитор на ЭВМ БЭСМ-6, позволяющий использовать алфавитно-цифровой дисплей ВТ-340 в качестве графического терминала с сенсорным управлением^{/16,17/}.

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	5000	5509	16	25886
CDC-6500	7000	7224	20,8	178256
БЭСМ-6	6000	6665	20	56159

РАЗВИТИЕ МЕТОДОВ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭВМ НА ЛИНИИ С ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫМИ УСТАНОВКАМИ ОИЯИ

1. Разработан базовый комплекс программ для двухмашинной системы управления экспериментами на ускорителях. На его основе создано и внедрено математическое обеспечение бесфильмового спектрометра БИС-2 (ЛВЭ) на линии с системой ЭВМ ТРА-ЕС-1040. Создано математическое обеспечение имитационного моделирования процессов детектирования событий, позволяющее оптимизировать методику опознавания и реконструкции многотрековых событий при настройке и контроле в реальном масштабе времени триггера системы запуска спектрометра. Разработана адаптивная подсистема передачи потоков информации с использованием мини-ЭВМ в качестве интеллектуального КАМАК-контроллера и концентратора неоднородных терминалов (алфавитно-цифровые дисплеи, графические микропроцессорные видеотерминалы и т.д.). Создана специализированная подсистема машинной графики^{/18/}. Получили дальнейшее развитие базовые пакеты программ на ЭВМ ЕС-1060 и CDC-6500 для эксперимента NA-4. Расширены функциональные возможности и повышена эффективность и экономичность использования пакетов программ статистической обработки информации и динамического управления массивами данных^{/19/}.

2. Модернизировано программное обеспечение для управления устройствами каналов транспортировки пучков на синхрофазотроне ЛВЭ. Созданы и нашли применение программы для расчетов и конструирования устройств считывания и сжатия информации с многопараметрических физических установок. Разработано программное обеспечение для создаваемого в ОНМУ кристалл-дифракционного спектрометра на линии с ЭВМ MERA-60. Созданы и внедрены программы для численного анализа параметров электронного пучка в установке СИЛУНД-20^{/20/}.

3. Завершена адаптация программных модулей системы обработки спектров на ЭВМ ЕС-1060; подготовлены описания библиотеки программ системы. Расширена библиотека программных модулей системы обработки спектров ядерных излучений^{/21-23/}. Разработан проект математического обеспечения системы обработки спектрометрической информации на ЭВМ ЕС-1060 и начаты работы по его реализации. Созданная система обработки спектров внедрена в ряде научных организаций стран-участниц ОИЯИ.

Полностью освоена и широко используется лабораториями ОИЯИ ЭВМ ЕС-1060.



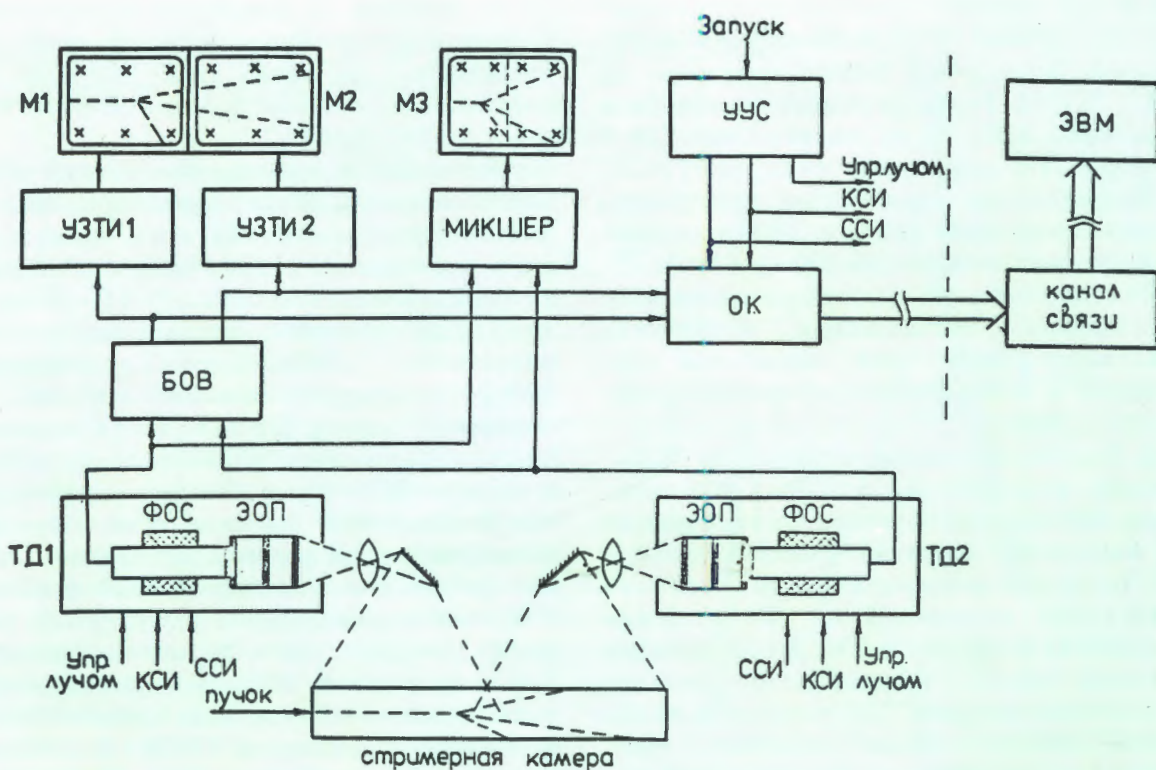


Рис.1. Блок-схема телевизионной системы контроля стримерной камеры установки РИСК.

4. Разработаны и изготовлены аппаратура управления бесфильмовой системой съема информации со стримерной ка-

меры РИСК и интерфейсные блоки для подключения телевизионных камер к ЭВМ СМ-4. Выполнена разработка и ведется изготовление узлов быстродействующего спецпроцессора для сжатия информации. Модернизирована и получила дальнейшее развитие телевизионная система контроля стримерной камеры РИСК^{/24/} (рис. 1).

СОЗДАНИЕ И РАЗВИТИЕ АВТОМАТИЧЕСКИХ И ПОЛУАВТОМАТИЧЕСКИХ СИСТЕМ ОБРАБОТКИ КАМЕРНЫХ СНИМКОВ

1. Введена в эксплуатацию система фильтрации событий на сканирующем автомате НРД в реальном времени, что позволило повысить эффективность измерений и сократить объем повторных измерений. Получило развитие математическое обеспечение системы фильтрации на ЭВМ CDC -6500. Разработана методика исследования алгоритма спецпроцессора НРД и подготовлено программное обеспечение режима минимального управления НРД-ШР в машинно-независимом варианте^{/25-26/}. Проведено исследование критических секций программы фильтрации событий.

2. Получила развитие сканирующая система АЭЛТ-2/160. Введена в эксплуатацию новая управляющая ЭВМ СМ-4 и разработана схема управления системой АЭЛТ-2/160 с помощью ЭВМ СМ-4, а также контроллер связи СМ-4 с CDC-6500. Изготовлена часть блоков этой аппаратуры и макет нового пульта управления АЭЛТ-2/160.

Получило дальнейшее развитие математическое обеспечение АЭЛТ-2/160, что позволило повысить в 2 раза производительность системы при обработке снимков с установки РИСК^{/27/}. Создано программное обеспечение, предназначенное для

обработки снимков многотрековых событий с установки МИС, и проведены методические измерения таких снимков на АЭЛТ-2/160. Развита подсистема на базе проекторов БПС-75 на линии с ЭВМ СМ-4 для обработки снимков с установки РИСК.

Разработаны диалоговые программы для автоматизации ввода в ЭВМ информации о просмотренных событиях с РИСК^{/28/}. Спроектированы и усовершенствованы действующие электронные устройства фурье-микроскопа для обработки изображений с нейтринного детектора (совместно с ИФВЭ)^{/29/}.

3. На сканирующем устройстве "Спиральный измеритель" (СИ) внедрен режим автосопровождения, обеспечивающий измерение событий сложной топологии. Проведена математическая обработка результатов измерений на СИ с целью проверки их повторяемости и определения величины шумов. В результате отладки СИ систематические погрешности стали меньше измерительных (шумовых) ошибок и не превышают систематической погрешности измерений на приборах ПУОС.

4. Введена в опытную эксплуатацию первая очередь терминальной сети (4 терминала) на базе ЭВМ ЕС-1033 для полуавтоматической измерительной системы ПУОС-САМЕТ.

Разработан и налажен опытный образец интерфейса связи измерительных устройств ПУОС и САМЕТ с ЕС-1033. Создано базовое математическое обеспечение системы ПУОС-САМЕТ-ЕС-1033.

5. При помощи полуавтоматических устройств ПУОС-САМЕТ измерено 407,7 тыс. треков сложных событий на снимках с камер ЛВЭ и ЛЯП. На сканирующем автомате НРД обеспечен ресурс в объеме 2929 часов для проведения массовой обработки снимков, что позволило полностью удовлетворить заявки лабораторий на измерение снимков с помощью НРД. На АЭЛТ-2/160 измерено 24 тыс. многотрековых событий сложной топологии с установки МИС и 3 тыс. событий очень сложной топологии и низкой контрастности с установки РИСК. В 1982 году на четырех проекторах БПС-75 просмотрено 60 тыс. событий с установки РИСК.

СОЗДАНИЕ И РАЗВИТИЕ МЕТОДОВ И ПРОГРАММ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ

1. Для экспериментов с релятивистскими ядрами создана система математической обработки камерных снимков, позволяющая вести анализ данных под управлением и контролем ЭВМ. Разработана методика программного отбора физических гипотез в процессе идентификации событий в $(^3\text{He-p})$ -эксперименте. Для анализа данных $\bar{d}d$ -эксперимента с трекочувствительной мишенью разработана методика и создана программа геометрической реконструкции событий^{/30/}. Разработан проект системы математической обработки данных с гибридного спектрометра (ЛВЭ).

2. Получены новые релятивистские уравнения, описывающие пион-дейтронное рассеяние при низких и средних энергиях. Созданы варианты программ на CDC-6500 для решения полученной системы интегральных уравнений и численного исследования асимптотического поведения структурных функций нуклонов. Предложен

новый подход к решению некорректных задач на основе принципа баланса между ошибкой решения и шагом сетки.

Выполнены теоретические исследования по математическим структурам типа $S=(T, K, X, U, Y, \Phi, \alpha, \beta)$, где T, K, \dots, Φ - пространства, описывающие систему, α и β - функции, описывающие изменения системы. Разработаны элементы алгебраической теории эквивалентных преобразований билинейных дискретных динамических систем. Получены необходимые и достаточные условия наблюдаемости, достижимости и линейной реализации билинейных дискретных динамических систем с произвольными многомерными входными и выходными пространствами. Результаты этих исследований, как и общность самого аппарата указанных структур, позволяют рассматривать с единой точки зрения задачи устойчивости, управления, синтеза и оптимизации сложных кибернетических систем^{/31/}.

ИССЛЕДОВАНИЯ ПО РЕЛЯТИВИСТСКОЙ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКЕ И ФИЗИКЕ РЕЗОНАНСОВ

1. С помощью двухплечевого магнитного спектрометра МАСПИК-2 на синхрофазотроне ЛВЭ накоплены экспериментальные данные об импульсных спектрах вторичных частиц, испускаемых под углом 140 мрад во взаимодействиях протонов, дейтронов и альфа-частиц с импульсом 4,5 ГэВ/с на нуклон с ядрами водорода, дейтерия и углерода. Предварительные результаты свидетельствуют о трехпиковой структуре верхней части импульсного спектра dd -рассеяния. Получила развитие электронная аппаратура спектрометра. Разработана система пропорциональных камер, часть которых включена и испытана в составе детектирующей аппаратуры спектрометра^{/32/}.

Проведено исследование механизма взаимодействия α -частиц с импульсом 18 ГэВ/с с ядрами ^{181}Ta и ^{209}Bi . Измерены спектры γ -лучей, испускаемых остаточными ядрами в этих взаимодействиях.

2. Совместно с физиками ЛВЭ и Бухарестского университета проведен анализ механизма реакции $pr \rightarrow pr^+\pi^-$ при 1,73; 2,23; 3,83 и 5,10 ГэВ/с модели однопионного обмена (ОРЕ), рождения $N\pi\pi$ -резонансов и однобарийонного обмена (ОБЕ)^{/33/} (рис. 2).

3. Найдена аппроксимация инклюзивных $(\pi - N)$ - и $(N - N)$ -взаимодействий в области энергий от нескольких до нескольких тысяч ГэВ на основе обобщенной оптической теоремы для неупругих про-

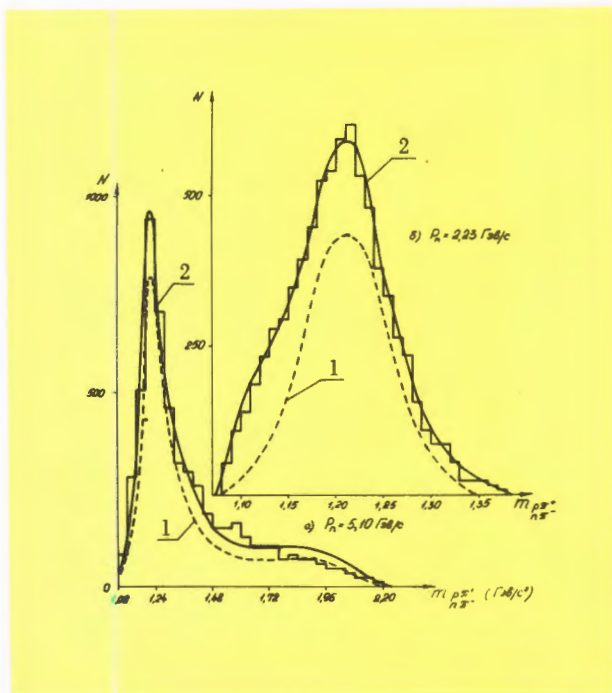


Рис. 2. Распределение по эффективной массе $\pi^+\pi^-$ -комбинаций в реакции $pr \rightarrow pr^+\pi^-$. а) при $P_0 = 5,1$ ГэВ/с; б) при $P_0 = 2,23$ ГэВ/с. 1 - вклад механизма однопионного обмена; 2 - полное описание, учитывающее основные процессы, дающие вклад в реакцию $pr \rightarrow pr^+\pi^-$.

Двухплечевой магнитный спектрометр МАСПИК-2, предназначенный для исследования фрагментации релятивистских дейтронов и альфа-частиц на ядрах.

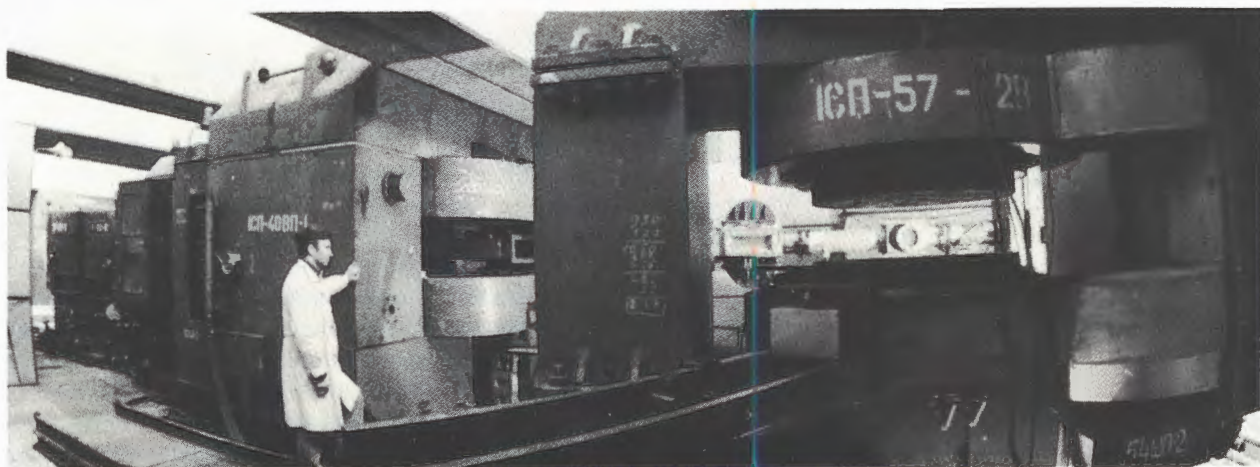
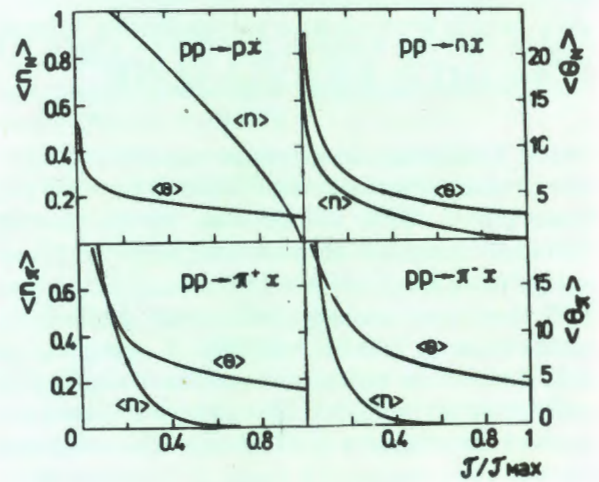


Рис. 3. Неупругое (p-p)-взаимодействие при $T=100$ ГэВ. Средняя множественность $\langle n \rangle$ и средний угол испускания $\langle \theta \rangle$ частиц, уносящих долю энергии, большую, чем τ/τ_{max} .

цессов и гипотезы ограниченного скейлинга. Промоделированы на ЭВМ и подробно изучены свойства лидирующих частиц и условия их экспериментального выделения. Разработано релятивистское обобщение теории Глаубера-Ситенко и вычислен вклад релятивистских поправок к сечениям рассеяния адронов на ядрах. В рамках аддитивной кварковой модели исследовано рождение адронов с большими поперечными импульсами в ядерных реакциях при высоких энергиях. Выделены эффекты, обусловленные жесткими и мягкими взаимодействиями кварков, и пока-



зано, что разработанная модель хорошо описывает экспериментальные инклюзивные спектры рождающихся мезонов^{/34-36/} (рис. 3).

РАЗРАБОТКА ПРИКЛАДНЫХ МЕТОДОВ ВЫЧИСЛЕНИЙ

1. Установлено существование счетного множества частицеподобных решений нелинейного дифференциального уравнения $(\phi^4 - a\phi^6)$ -теории. Показано, что существует частицеподобное решение с любым наперед заданным числом узлов^{/37/}. Показаны существование, единственность и непрерывная зависимость от начальных данных решений задачи Коши для модифицированного уравнения Кортевега-де-Вриза в пространстве, состоящем из ступенчатых функций. Кроме того, доказана устойчивость формы решения вида уединенной волны^{/38/}. Показана возможность повышения точности приближенных решений широкого класса нелинейных дифференциальных уравнений второго порядка. В частности, этот результат применим к нелинейным дифференциальным уравнениям, описывающим движение заряженных частиц в магнитных и электрических полях, а также ряда задач теоретической физики^{/39/}. С использованием техники граничных интегральных уравнений построен численный алгоритм решения задач Неймана и Дирихле для уравнения Лапласа^{/40/}. Рассмотрены внутренняя и внешняя задачи в областях с границей, состоящей из конечного числа гладких кривых. Установлены условия разрешимо-

сти возникающих интегральных уравнений и получены оценки точности их приближенных решений. Исследована устойчивость в S -метрике разностных гиперболических уравнений с липшиц-непрерывными коэффициентами^{/41/}.

2. Разработана и отлажена на базовых ЭВМ ОИЯИ система программ для исследования решеточных моделей теории поля методом функциональных интегралов Вильсона. Система опробована на некоторых задачах квантовой теории поля с калибровочной группой симметрии $SU(2)$ и числом ячеек решетки $(4 \div 8)^4$.

Исследован класс решеточных моделей теории конденсированного состояния с некомпактной изотопической группой симметрии. Найдены их континуальные аналоги и интегрируемые редукции. Показано, что различные модели этого класса могут быть связаны с помощью локальных калибровочных преобразований. С помощью этого подхода получены локализованные (солитонные) решения уравнений расширенной $(N=4)$ -супергравитации^{/42/}.

Предложена многокомпонентная модель, обобщающая спиновую цепочку Гей-

зенберга. Рассмотрены некоторые редукции этой модели, претендующие на описание магнитных свойств различных многослойных кристаллов, например таких, как SrCl_2 , CuCl_2 , RbNiCl_3 и др. При некоторых предположениях они описываются многокомпонентным нелинейным уравнением Шредингера^{/43,44/}.

Обнаружен и описан процесс кластеризации в классе релятивистских моделей нелинейной теории поля. Найдены форм-факторы и динамические структурные функции кластеров (солитонов) при низких температурах (малых энергиях возбуждений). В рассмотренный класс входят модели из различных областей физики (теории конденсированного состояния, ядерной физики, биофизики).

Разработана методика и созданы пакеты программ для исследования нелинейных эволюционных уравнений с помощью методов внешних форм Картана и Уолквиста-Эстабрука. Исследованы динамические свойства и устойчивость солитонов в рамках нелинейной модели классической теории поля^{/45,46/}.

3. Создана программа и проведено численное исследование на ЭВМ в связи с проблемой прохождения через газ релятивистских электронных пучков. Проведены совместно с ЛВЭ численные эксперименты по проблеме создания высокооднородного магнитного поля в диапазоне градиента $G = 2000 \div 12000$ Гс/см^{/47/}. Исследованы вопросы решения задач магнитостатики методом интегральных уравнений. Построен алгоритм дискретизации интегральных уравнений, учитывающий особенности решения в окрестности угловых точек^{/48/}. Исследовано совместно с ОНМУ решение самосогласованной задачи о движении плотного сгустка электронов в коаксиальном резонаторе.

4. Созданы новые программы расчетов свойств ядер в рамках квазичастич-

но-фононной и вибрационной моделей. Проведен совместно с ЛТФ анализ коллективных двухфононных состояний деформированных ядер, а также выполнены расчеты сечений рассеяния поляризованных протонов на легких и средних ядрах.

5. Разработаны новые итерационные схемы решения спектральных задач с включением возмущений оператора в ходе итераций; схемы внедрены в пакет программы для расчета с повышенной точностью характеристик мезомолекулярных процессов. Проведены с точностью, повышенной на порядок, расчеты уровней энергии связи мезомолекул, а также системы $e^-e^-e^+$ в адиабатическом представлении задачи трех тел с кулоновским взаимодействием^{/50/}. На основе рассматриваемого подхода разработан и исследован алгоритм решения нелинейного интегродифференциального уравнения основного состояния оптического полярона.

Проведены исследования свойств и построен штурмовский базис задачи трех тел с кулоновским взаимодействием, который позволяет исключить разложение волновых функций по решениям непрерывного спектра.

Разработаны вычислительные схемы решения неоднородных спектральных и нелинейных задач методом конечных элементов. Выполнено численное исследование нелинейной задачи двух центров в рамках уравнения Янга-Миллса^{/51/}. Совместно с ИФВЭ создан пакет программ для расчета спектров частот осесимметричных и продольно-однородных электромагнитных резонаторов. Дано обоснование сходимости ньютоновских схем решения систем дифференциальных уравнений, связанных спектральными параметрами^{/52,53/}. Разработан быстрый алгоритм решения задачи Штурма-Лиувилля применительно к расчетам поля акустического волновода.

НАУЧНО-ПРИКЛАДНЫЕ РАБОТЫ

1. Выполнены работы по созданию диалоговой сканирующей системы АЭЛИТА-ЕВА. Скоинструирован ряд специальных электронных узлов и лентопротяжный механизм. Разработаны и сданы в эксплуатацию два варианта управляющих

программ сканирующего автомата АЭЛТ-1М. На АЭЛТ-2/160 выполнены измерения снимков с изображением кратеров Луны^{/55/}.

2. Реализована передача данных с БЭСМ-6 на СМ ЭВМ управляющих перфо-

лент для производства печатных плат. Создано программное обеспечение в рамках системы ГРАФ для технологического оборудования Опытного производства ОИЯИ. На БЭСМ-6 создана первая очередь системы автоматизации проектирования больших печатных плат, интегральных схем и матричных БИС /56/.

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

ЛИТЕРАТУРА*

1. Федорова Р.Н., Хасанов А.М., ОИЯИ, 11-82-674, Дубна, 1982.
2. Хасанов А.М. ОИЯИ, 11-82-673, Дубна, 1982.
3. Кореньков В.В. ОИЯИ, P11-82-290, P11-82-291, Дубна, 1982.
4. Емелин И.А. и др. ОИЯИ, P11-82-750, Дубна, 1982.
5. Корнейчук А.А. ОИЯИ, 5-82-326, Дубна, 1982.
6. Галактионов В.В., Микушаускас Р.К. ОИЯИ, P10-82-319, Дубна, 1982.
7. Аниховский В.Е., Пушкина В.М. ОИЯИ, 11-82-738, Дубна, 1982.
8. Гердт В.П., Жарков А.Ю. ОИЯИ, P5-82-187, Дубна, 1982.
9. Лумпов В.И., Федорова Р.Н. ОИЯИ, P11-82-205, Дубна, 1982.
10. Avdeev L.V., Tarasov O.V. *Phys. Lett.*, 1982, v. 112B, No. 4,5, p. 356.
11. Гердт В.П., Жарков А.Ю. ОИЯИ, P2-82-721, Дубна, 1982.
12. Gerdt V.P., Mitrjushkin V.K. *JINR*, E2-82-671, Dubna, 1982.
13. Амирханов И.В. и др. ОИЯИ, P5-82-879, Дубна, 1982.
14. Жидков Е.П., Лобанов Ю.Ю. ОИЯИ, P11-82-670, Дубна, 1982.
15. Косарева З.М. ОИЯИ, 5-82-703, Дубна, 1982.
16. Лайх Х., Полянцев А.Д. ОИЯИ, E10-82-793, Дубна, 1982.
17. Лайх Х. ОИЯИ, 11-82-791, Дубна, 1982.
18. Говорун Н.Н. и др. ОИЯИ, 10-82-482, Дубна, 1982.
19. Иванченко З.М. и др. ОИЯИ, 10-82-292, Дубна, 1982.
20. Гайдамака Р.И. и др. ОИЯИ, P13-82-628, Дубна, 1982.
21. Нефедьева Л.С. и др. ОИЯИ, P10-82-217, Дубна, 1982.
22. Злоказов В.Б. ОИЯИ, P10-82-105, Дубна, 1982.
23. Рерих Т.С. ОИЯИ, P10-82-348, Дубна, 1982.
24. Байла И. и др. P10-82-653, Дубна, 1982.
25. Багинян С.А. и др. ОИЯИ, P10-82-238, Дубна, 1982.
26. Говорун Н.Н. и др. ОИЯИ, 10-82-295, Дубна, 1982.
27. Степаненко В.А. ОИЯИ, P10-82-579, Дубна, 1982.
28. Астахов А.Я., Комов Г.М. ПТЭ, 1982, №3, с. 64.
29. Рубцов В.Ф., Смирнов В.Н. ОИЯИ, P10-82-201, Дубна, 1982.
30. Глаголев В.В. и др. ОИЯИ, P10-82-211, P10-82-369, P10-82-460, Дубна, 1982.
31. Ву Суан Минь. ОИЯИ, P5-82-643, P5-82-648, P5-82-658, Дубна, 1982.
32. Ажгирей Л.С. и др. ОИЯИ, D2-82-568, Дубна, 1982. с. 83.
33. Balea E. et al. *Revue Roumaine de Physique*, 1982, v. 27, No. 8, p. 707.
34. Барашенков В.С. и др. ОИЯИ, P2-82-511, Дубна, 1982.
35. Lukasov G.I. *JINR*, E2-82-651, Dubna, 1982.
36. Лыкасов Г.И., Шерхонов Б.Х. ОИЯИ, P2-82-665, Дубна, 1982.
37. Амирханов И.В., Жидков Е.П. ОИЯИ, P5-82-246, Дубна, 1982.
38. Жидков Е.П., Кирчев К.П. ОИЯИ, P5-82-193, Дубна, 1982.

* Цитируются избранные работы.

39. Жидков Е.П., Сидорова О.В. ОИЯИ, P11-82-298, Дубна, 1982.
40. Жидков Е.П. и др. ОИЯИ, P11-82-659, Дубна, 1982.
41. Сердюкова С.И. ОИЯИ, P5-82-734, P5-82-735, Дубна, 1982.
42. Makhankov V.G., Pashaev O.K. JINR, E2-82-506, Dubna, 1982.
43. Kundu A. et al. JINR, E17-82-601, E17-82-602, E17-82-677, Dubna, 1982.
44. Маханьков В.Г. ОИЯИ, P2-82-248, Дубна, 1982.
45. Швачка А.Б., Яновски А.Б. ОИЯИ, P5-82-239, P5-82-242, E2-82-546, Дубна, 1982.
46. Sautbekov S.S., Shvachka A.B. JINR, E2-82-413, Dubna, 1982.
47. Жидков Е.П. и др. ОИЯИ, P9-82-384, Дубна, 1982.
48. Акишин П.Г., Жидков Е.П. ОИЯИ, P11-82-702, Дубна, 1982.
49. Гареев Ф.А. и др. ОИЯИ, P4-82-437, Дубна, 1982.
50. Виницкий С.И. и др. ОИЯИ, P11-82-314, P11-82-315, P11-82-428, Дубна, 1982.
51. Касчиев М. и др. ОИЯИ, P2-82-35, Дубна, 1982.
52. Баатар Д. и др. ОИЯИ, P11-82-97, Дубна, 1982.
53. Мележик В.С. и др. ОИЯИ, P11-82-842, Дубна, 1982.
54. Senchenko V.A. Compstat 1982:5th. 5th Symposium held at Toulouse 1982. Part 2: Short Communications Summaries of Posters, Viene, 1982, p. 241.
55. Коженкова З.И. и др. ОИЯИ, 10-82-371, Дубна, 1982.
56. Меламед И.И. и др. ОИЯИ, 11-82-100, Дубна, 1982.

ОТДЕЛ НОВЫХ МЕТОДОВ УСКОРЕНИЯ

Основные усилия коллектива Отдела новых методов ускорения были направлены на разработку и реализацию проекта УКТИ (ускорительного комплекса тяжелых ионов), а также на создание дрейфовых камер для нейтринного детектора и исследования, связанные с проектом УНК.

РАБОТЫ ПО СОЗДАНИЮ ТЯЖЕЛОИОННОГО СИНХРОТРОНА

Выбор в качестве инжектора для тяжелоионного синхротрона (ТИС) коллективного ускорителя тяжелых ионов на энергию 20 МэВ/нуклон (КУТИ-20) и внешнее расположение ТИСа по отношению к синхрофазотрону потребовали внесения изменений в выполненный ранее технический проект ТИСа, при этом его магнитная структура осталась неизменной. Закончена работа по физико-техническому обоснованию комплекса, согласованию всех его технических систем; ведется дальнейшее техническое проектирование его узлов.

Обоснована инжекционная система ТИСа, обеспечивающая эффективный ввод в ускоритель пяти импульсов ионов из КУТИ-20, следующих друг за другом с частотой 50 Гц, причем длина каждого импульса ~ 2 м (~ 30 нс). Это накладывает определенные условия на работу ударных магнитов системы ввода и требует создания начального плато магнитного поля в ТИСе длительностью 100 мс. Последнее вызывает необходимость обеспечения давления остаточного газа в камере ускорителя не более $2 \cdot 10^{-9}$ Торр^{1/1}.

Стендовые исследования гажения ферритовых пластин показали, что при их использовании в ударных магнитах можно получить требуемый вакуум.

РАБОТЫ ПО СОЗДАНИЮ КУТИ-20

Инжектором КУТИ-20 является линейный индукционный ускоритель СИЛУНД-20, который разрабатывался исходя из требований обеспечения следующих параметров электронного пучка:

энергия электронов - $E = 1,5 \div 2,0$ МэВ;
ток пучка - 500 А;
длительность импульса тока - ~ 15 нс;
эмиттанс электронного пучка $\xi = 100$ мрад·см;
энергетический разброс в пучке $\Delta E/E = 5\%$;
частота циклов - до 50 Гц.

Высокая частота повторения циклов потребовала проведения специальных исследований и принципиально нового подхода к решению ряда технических проблем. Запуску и наладке с пучком ускорителя СИЛУНД-20 предшествовали исследования головного образца ускорителя с новым плазменным источником электронов.

Основное отличие импульсной ускоряющей системы СИЛУНД-20 состоит в применении модулятора нового типа. Впервые в технике ЛИУ используется модулятор (генератор импульсов ускоряющего напряжения) с усилением импульсной мощности. Модулятор формирует импульсы длительностью 30 нс с амплитудами напряжения 17 кВ и тока 35 кА. Импульсная мощность $P \approx 600$ МВт. Такой мощности достаточно для запитки 24 индукторов, т.е. одной секции ускорителя.

Увеличено быстродействие схемы питания фокусирующих катушек. Длительность тока в катушках сокращена до 45 мкс при токе ~ 2 кА, что соответствует полю 4 кЭ в ускорительном тракте.

При повышенной цикличности работы ускорителя особенно опасными являются

потери электронного пучка в процессе ускорения. Поэтому основное внимание было уделено повышению коэффициента прохождения пучка вдоль ускорительного тракта. Оригинальная конструкция ускорительного тракта обеспечивает высокую однородность фокусирующего магнитного поля (неоднородность не превышает $\pm 6\%$). Вследствие жестких тепловых и радиационных условий в ускорительном тракте используются только металло-керамические конструкции. В процессе наладки ускорителя СИЛУНД-20 с пучком выяснилось, что высокий коэффициент токопрохождения обеспечивается в широком диапазоне значений магнитных полей, что свидетельствует о существенном уменьшении влияния поперечных неустойчивостей.

Ускоритель СИЛУНД-20 проработал длительное время с цикличностью $1 \div 50$ Гц. Ток на выходе ускорителя, измеренный с помощью пояса Роговского, составлял ~ 800 А, а энергия пучка, измеренная по суммарному напряжению, - 2 МэВ. Проведены исследования прохождения пучка через переходной участок. Оптимизирован режим работы ускорителя, что позволило осуществить устойчивую инжекцию пучка в адгезатор. Дальнейшие исследования пучка электронов проводились непосредственно в камере адгезатора.

Из всего многообразия методик измерения параметров пучка (E , ΔE , ξ) предпочтение было отдано измерению динамики частиц в мягкофокусирующем поле адгезатора. Траектория пучка на первом обороте и его размеры однозначно определяются параметрами пучка и условиями его инжекции. Измерения на первом обороте дают одновременно необходимую информацию для отработки режимов захвата пучка. Более того, та же самая аппаратура и устройства могут быть использованы для отладки системы захвата. Для измерения распределений плотности тока пучка в камере адгезатора используется 40-канальный поворачивающийся по азимуту детектор коллекторного типа. Специальная, охлаждаемая водой, конструкция детектора позволяет проводить измерения на частотах до 50 Гц.

Сбор и обработка экспериментальной информации осуществляется двухуровневым измерительно-вычислительным

комплексом, работающим на линии с ЭВМ. На нижнем уровне производится первичная обработка полученной информации с коллектора датчика и обслуживание электронных модулей. Эту функцию выполняет микро-ЭВМ MERA-60. На верхнем уровне, выполненном на базе мини-ЭВМ СМ-4, ведется обработка экспериментальных результатов. Для отображения графической информации используется цветной телевизионный монитор и плоттер. Все результаты эксперимента хранятся на дисках ЭВМ СМ-4 и доступны для дальнейшей обработки и обсуждения.

Исследования электронного пучка в адгезаторе показали, что при энергии электронов в пучке $E = 1,7$ МэВ и токе в камере адгезатора ~ 200 А энергетический разброс $\Delta E / E = (2,2 \pm 1,6) \%$, эмиттанс $\xi = (34 \pm 12)$ мрад·см. Следовательно, электронный пучок ускорителя СИЛУНД-20 удовлетворяет по своим параметрам требованиям, накладываемым на пучок инжектора КУТИ-20. Осуществлено формирование электронного кольца в адгезаторе и сжатие в трех ступенях магнитного поля на частотах $1 \div 10$ Гц^{1/2/}.

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ИССЛЕДОВАНИЯ УСКОРЕННЫХ ЯДЕР

Проведены разработки и изготовлена партия пропорциональных камер с малым количеством вещества на пути частиц, что является существенным для экспериментов с тяжелыми ядрами. На рис. 1 (а, б и в) показана конструкция камеры и представлены основные характеристики, полученные в результате испытаний^{1/3/}.

Изучена возможность использования тонких черенковских радиаторов, работающих на основе полного сбора света за счет полного внутреннего отражения для измерения заряда релятивистских ядер Z (амплитуда сигнала $\sim Z^2$). Особенностью такого метода идентификации ядер является его нечувствительность к медленным, сильно ионизирующим частицам, что делает его перспективным для изучения свойств фрагментов - продуктов взаимодействий. Проведена проверка счетчиков с различной толщиной радиатора на пучках ядер углерода и неона.

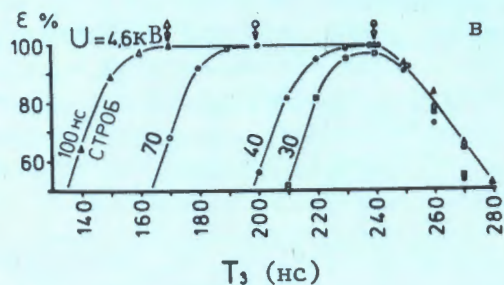
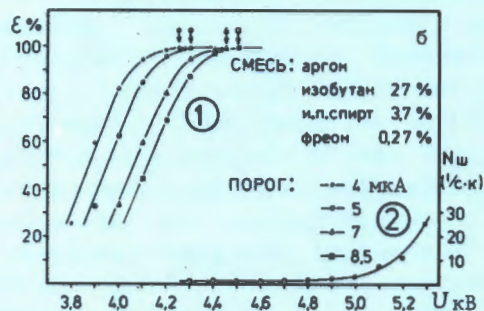
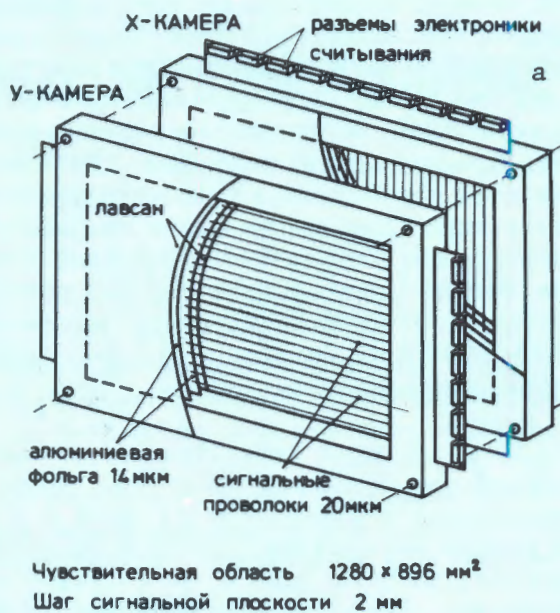
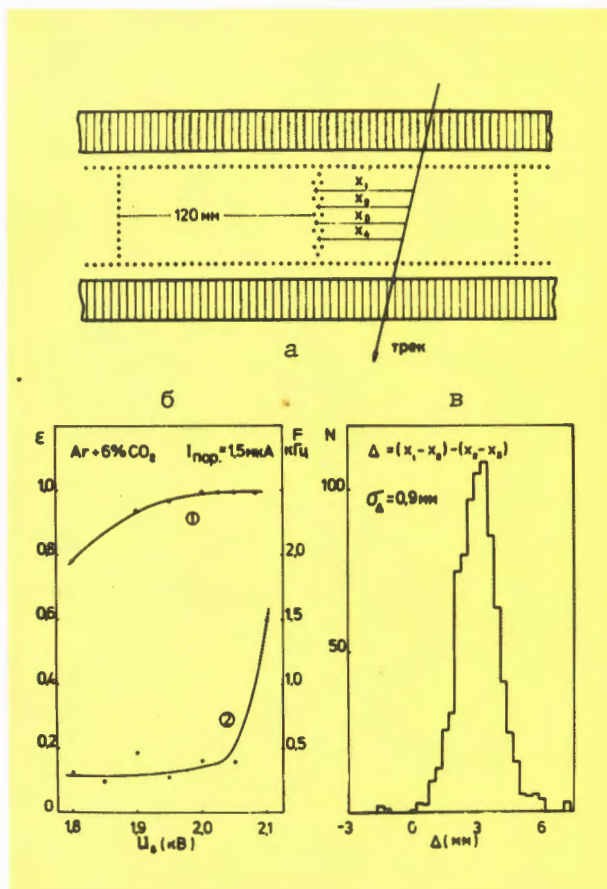


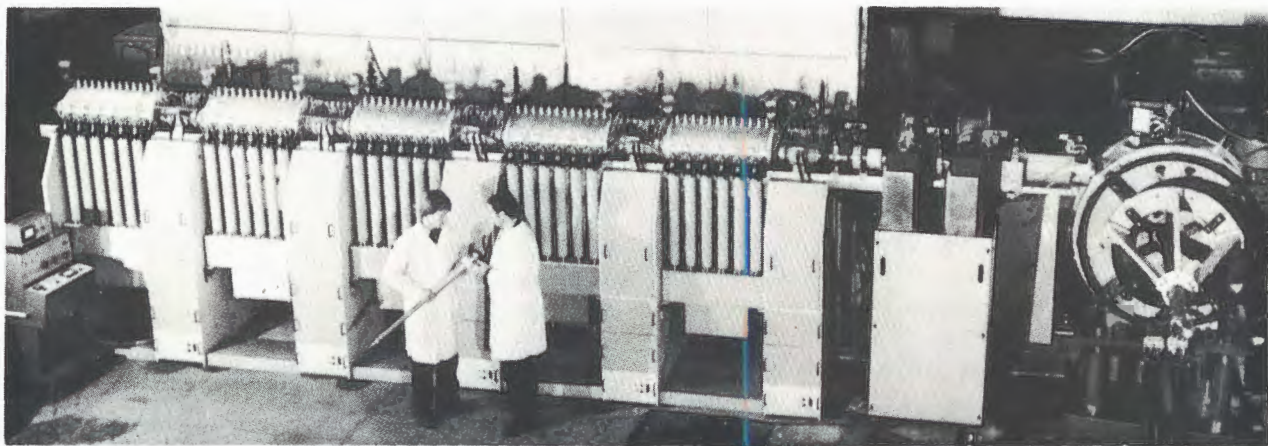
Рис. 1. Пропорциональная камера размером 0,9x1,3 м² с высоковольтными электродами из алюминиевой фольги. Шаг сигнальных проволочек 2 мм. а - Схематический вид. б - Зависимость эффективности регистрации (кривая 1) и среднего числа шумовых импульсов (кривая 2) от напряжения. в - Кривые задержанных совпадений при различных длительностях строба.

УЧАСТИЕ В СОЗДАНИИ НЕЙТРИННОГО ДЕТЕКТОРА

Завершены разработки основных систем нейтринного детектора. Проведено испытание изготовленного в ОНМУ полномасштабного макета дрейфовой камеры размером 4 x 2 м², что позволило подготовить конструкторскую документацию для изготовления опытной серии дрейфовых камер в ОП ОИЯИ. Основные результаты испытаний камеры представлены на рис. 2. Создана, настроена и запущена на стенде корпуса 205 ЛВЭ первая очередь системы мониторинговых пропорциональных камер, включающая в себя 12 плоскостей

Рис. 2. а - Геометрия размещения электродов элементарной ячейки большой дрейфовой камеры. б - Зависимость эффективности регистрации треков сигнальной проволокой (1) и шумов (2) от напряжения на сигнальном элементе. в - Распределение величины $\Delta = (X_1 - X_2) - (X_2 - X_3)$ (точность измерения координаты трека одной проволокой $\sigma_i = \sigma_{\Delta} / \sqrt{6} = 0,37$ мм).





В рамках создания коллективного ускорителя КУТИ-20 проведен запуск и получены проектные параметры ускорителя электронов СИЛУНД-20 (слева на снимке), а также комплексный запуск новой камеры адгезатора (справа).

пропорциональных камер с электроникой регистрации и соответствующим газовым обеспечением^{/4/}.

Изготовлена первая серийная партия электроники считывания, включающая в

Большие дрейфовые камеры опытной серии на испытательном стенде ОНМУ.



себя 256 каналов усилителей-формирователей. Основные параметры серийного канала: входное сопротивление - 300 Ом; порог чувствительности - 0,8 мкА; временное "гуляние" - 6 нс. Разработана и изготовлена опытная партия электроники регистрации, включающая блоки кодирования номера канала и блоки измерения времени дрейфа. Аппаратура позволяет измерять координату трека с высокой точностью ($\sigma < 0,2$ мм, что соответствует цене отсчета времени $\Delta t = 12$ нс). Максимальная длительность измеряемого интервала составляет около 100 мкс. Максимальное число измеряемых временных интервалов от группы 64 проволочек (каналов) - 256. Благодаря схемотехническим решениям полностью исключена потеря эффективности регистрации (без ухудшения точности измерения) при любых наложениях входных сигналов. Изготовлено 18 комплексов приборов, характерной особенностью которых является высокий уровень защиты камер от возможных аварийных режимов. Разработана система низковольтного питания для электроники считывания, размещенной непосредственно на камерах. Совместно с отделением электроники ИФВЭ (Протвино) проведена разработка источников питания электроники регистрации с полезной мощностью около 800 Вт.

УЧАСТИЕ В ПРОВЕДЕНИИ ЭКСПЕРИМЕНТА NA-4 В ЦЕРНЕ

Реконструкция спектрометра NA-4, проведенная в 1981 году под руководством и при участии сотрудников ОНМУ, позволила существенно увеличить интенсивность пучка мюонов и селективность регистрации событий и тем самым принци-

пально обеспечила возможность проведения экспериментов с жидководородной мишенью.

В течение 1982 года проведены запуск и окончательная отладка всего спектрометра в условиях набора данных. В процессе подготовки аппаратуры к сеансам:

- осуществлены запуск и отладка новой системы передачи информации в ЭВМ, что позволило увеличить число регистрируемых событий;

- подготовлена и введена система контроля аппаратуры и детекторов спектрометра в паузах между сбросами пучка, что позволило развить диагностику сбоев и повысить качество экспериментальной информации;

- подготовлена специальная аппаратура для ремонта электроники регистрации пропорциональных камер непосредственно в экспериментальном зале;

- произведен ремонт пропорциональных камер, запас прочности по напряжению для всех камер ОИЯИ доведен до 200 В, получена равномерная эффективность регистрации событий по всей длине спектрометра на уровне $(98 \pm 1)\%$.

Полностью завершен монтаж фронтальной части спектрометра, включающей гексагональные камеры, расширившей кинематическую область мюон-нуклонных

Рис. 3. Эффективность регистрации (отдельной плоскостью гексагональных камер во фронтальной части спектрометра NA-4) событий с малыми переданными импульсами и пучковых мюонов в зависимости от интенсивности мюонного пучка.

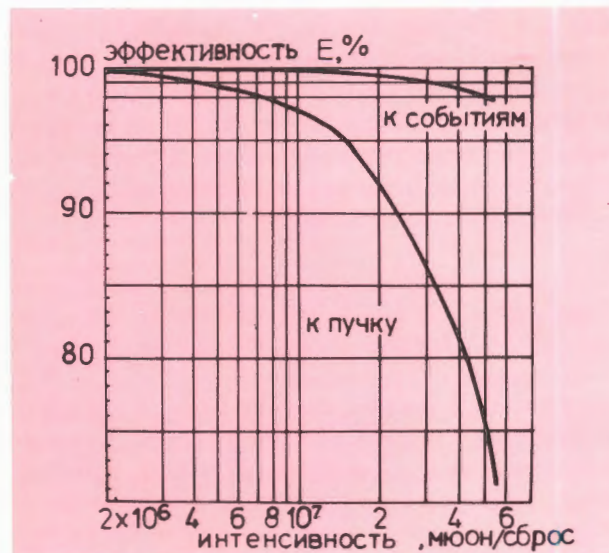
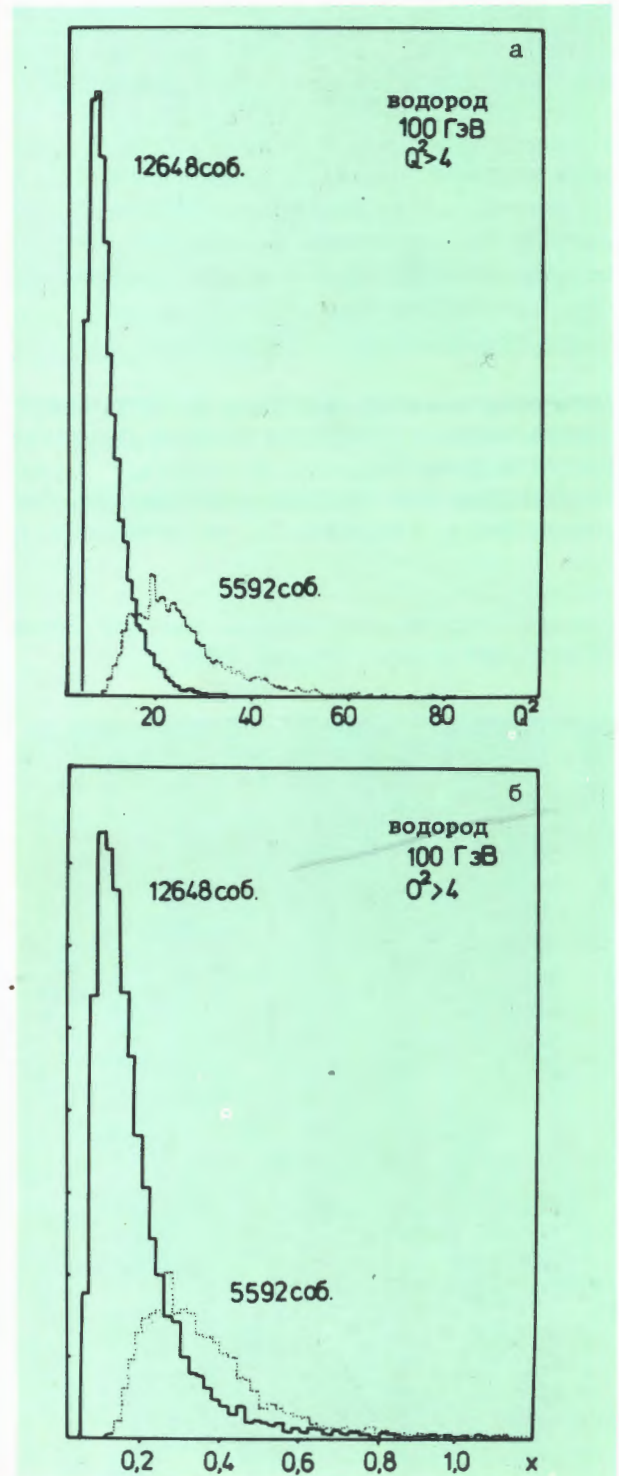


Рис. 4. Предварительное экспериментальное распределение событий с $Q^2 > 4 \text{ ГэВ}^2/\text{с}^2$ для взаимодействий, зарегистрированных только в тороидальном спектрометре (прерывистые линии), и взаимодействий, зарегистрированных и гексагональными камерами (сплошные линии): а — по квадрату переданного импульса Q^2 , б — по кинематической переменной X.



взаимодействий в сторону малых переданных импульсов. К трем камерам ОИЯИ добавлены еще 4 из Болоньи и Сакле, проведены монтажи и комплексная настройка электроники считывания и аппаратуры обеспечения, исследованы характеристики и режимы работы камер. В процессе отладочных сеансов проведена модернизация триггера фронтальной части спектрометра. В настоящее время предыстория мюона, провзаимодействовавшего в последнем восьмом модуле мишени, регистрируется фронтальной частью. В результате исследования работы гексагональных камер (рис. 3) выбран режим, в котором при интенсивности $5 \cdot 10^7$ мюонов/сброс эффективность отдельной плоскости к событиям составляет 98%, а к пучку 70%. Это открывает возможность измерения не только фазового объема пучка, но и траектории первичного мюона.

На рис. 4 показаны экспериментальные распределения квадрата переданного четырехимпульса Q^2 и бьеркановской переменной X , полученные при энергии мюонов 100 ГэВ для фронтальной и стандартной части спектрометра при обрезании Q^2 на уровне $4 \text{ (ГэВ)}^2 / c^2$.

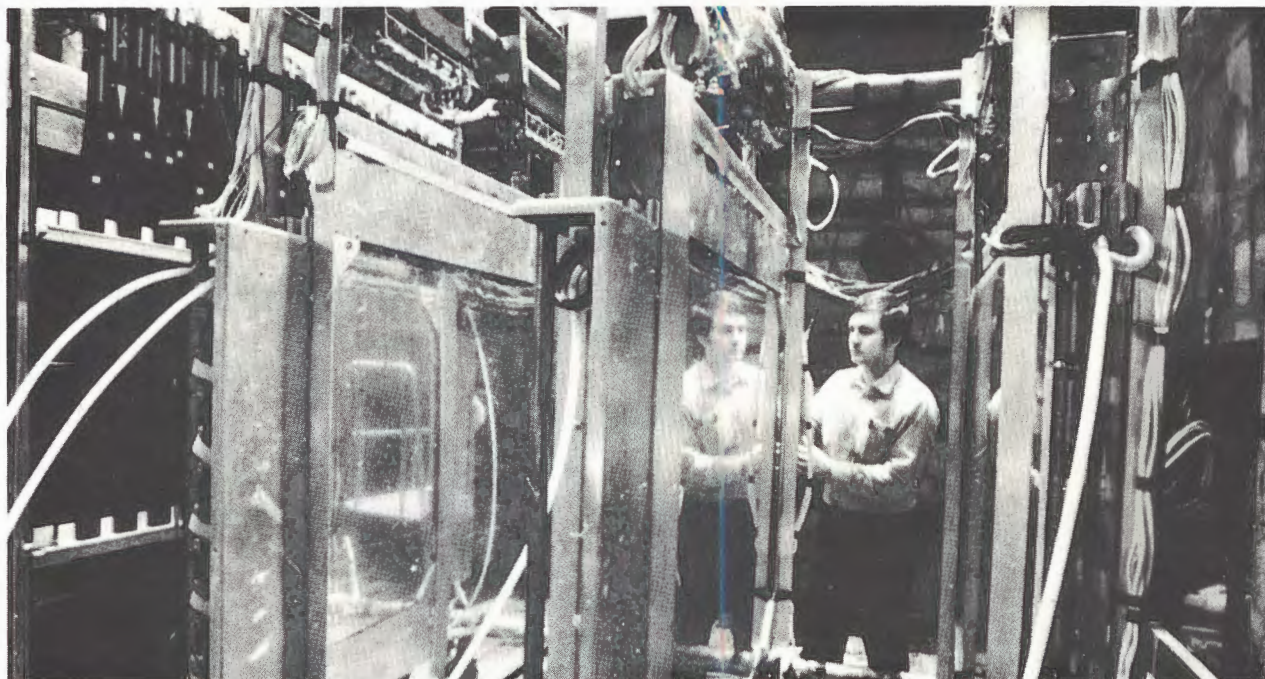
Пропорциональные камеры размером $0,9 \times 1,3 \text{ м}^2$ с высоковольтными электродами из алюминиевой фольги, работающие в составе установки СИГМА на серпуховском ускорителе.

Во время сеансов продолжено улучшение процедуры набора данных, систематически изучены фоновые процессы, предложены и внедряются способы подавления фона, симулирующего полезные события, выделение которого затруднено при обработке.

Анализ возможностей установки после реконструкции показал, что точность спектрометра NA-4 улучшена (в зависимости от типа взаимодействий) от 3 до 10 раз. Например, изучение асимметрии можно провести на качественно новом уровне точности. Таким образом, обеспечено получение качественных экспериментальных данных по глубоконеупругому рассеянию мюонов на водороде в условиях интенсивности до $5 \cdot 10^7$ мюонов/сброс при энергиях 100, 200 и 280 ГэВ.

УЧАСТИЕ В РЕКОНСТРУКЦИИ УСТАНОВКИ СИГМА ИФВЭ (ПРОТВИНО)

Проведен монтаж первой очереди координатного детектора спектрометра СИГМА, включающей 6 плоскостей ($900 \times 1300 \text{ мм}^2$) пропорциональных камер с шагом сигнальных проволочек 2 мм и 6 плоскостей ($128 \times 128 \text{ мм}^2$) пучковых камер с шагом сигнальных проволочек 1 мм. Осуществлена настройка и запуск системы на пучке в ИФВЭ. Проведенный сеанс по набору статистики в пробном эксперименте по π^-p -, K^-p - и $\bar{p}p$ -рассеянию показал возможность из-



мерения сечений в недоступной ранее области переданных импульсов^{13/}.

РАБОТЫ, СВЯЗАННЫЕ С СОЗДАНИЕМ УНК

Продолжались исследования гидродинамических характеристик горизонтальных каналов и режимов течения в них двухфазного геля, направленные на получение исходных данных для проектирования системы криогенного обеспечения УНК.

При анализе экспериментальных данных по гидравлическому сопротивлению каналов при тчении в них двухфазного геля была получена эмпирическая формула для расчета гидравлического сопротивления. При этом отклонения 54, 27 и 10% общего числа экспериментальных точек от обобщающей зависимости не превышают соответственно 10, 20 и 30%. На основе режимов течения двухфазного геля в горизонтальных каналах кругового сечения составлена карта режимов (рис. 5), подобная известной карте Т.Мандхэйна для водовоздушной смеси, но смещенная относительно последней в

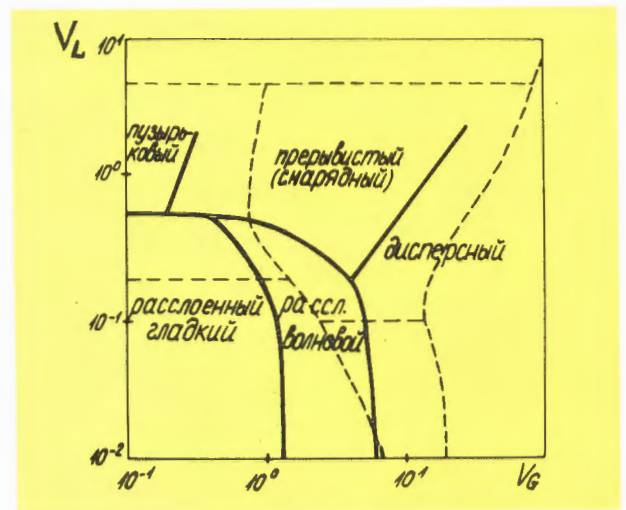


Рис. 5. Карты режимов течения по горизонтальным каналам кругового сечения: двухфазного геля (сплошные линии) и водовоздушной смеси (штриховые линии, карта Т.Мандхэйна). V_L - приведенная скорость жидкости, V_G - приведенная скорость пара.

сторону больших приведенных скоростей жидкости V_L и в сторону меньших приведенных скоростей пара V_G .

ЛИТЕРАТУРА*

1. Беляев Л.Н. и др. В кн.: Сборник аннотаций докладов на VIII Всесоюзном совещании по ускорителям заряженных частиц. ИФВЭ, Серпухов, 1982, с. 7.
2. Долбиллов Г.В. и др. В кн.: Коллективные методы ускорения. ОИЯИ, Д9-82-664, Дубна, 1982, с. 101.
3. Вишневский А.В. и др. ОИЯИ, 13-83-15, Дубна, 1983.
4. Барабаш Л.С. и др. В кн.: Труды III-го рабочего совещания по нейтринному детектору. ОИЯИ, Дубна, 1983, с. 37.

* Цитируются избранные работы.

**ОБЩЕИНСТИТУТСКИЕ
СЛУЖБЫ**



ОТДЕЛ РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ И РАДИАЦИОННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

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

- импульсном быстром реакторе ИБР-30 в бустерном и реакторном режимах,

- импульсном быстром реакторе ИБР-2 в стадии второго этапа энергетического пуска на средней мощности до 2 МВт,

- синхрофазотроне в режимах ускорения и вывода протонов, дейтронов, альфа-частиц и ядер углерода,

- циклотронах У-200, У-300, У-400 в режимах ускорения тяжелых ионов с энергиями несколько МэВ на нуклон,

- микротроне МТ-22,

- ускорителях СИЛУНД 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 не превышали установленных величин.

К концу 1982 года на индивидуальном дозиметрическом контроле в ОИЯИ состояло 2286 человек, из них 70 сотрудников, прикомандированных к ОИЯИ из сторонних организаций. В течение 1982 года не было зарегистрировано ни одного случая превышения установленных для каждого подразделения ОИЯИ контрольных уровней годовых доз внешнего облучения. Годовая доза облучения у 99,3% сотрудников ОИЯИ, работающих в радиационно-вредных условиях труда, составила величину менее 15 мЗв (1,5 бэр).

Введены в эксплуатацию стационарные средства дозиметрического контроля на ускорителе У-400 и автоматизированная система дозиметрического контроля установки "Ф" в объеме пускового минимума.

В области радиационных исследований завершена серия экспериментов по изучению радиационной обстановки и дифференциальных выходов вторичных частиц при бомбардировке медной мишени протонами с энергией 3,65 ГэВ^{1/1}. Создана программа расчета дифференциальных характеристик адронов, образующихся при взаимодействии релятивистских ядер с веществом с учетом межядерного каскада и разработан метод оценки радиационной обстановки и защиты при взаимодействии релятивистских ядер с ядрами^{2/}. Разработаны спектрометры нейтронов высокой энергии методом спектрометрирования по времени пролета и с помощью изменения энергетического порога регистрации частиц^{3/}. Закончены исследования функций чувствительности нового дозиметра-потокомера нейтронов высокой энергии^{4/}. Выполнена аппроксимация дозиметрических характеристик нейтронов и протонов в широком диапазоне энергий^{5/}. Создана низкофоновая установка для измерения малых активностей γ -радиоактивных образцов.

Результаты радиационных исследований^{1,2,6/}, а также созданные средства дозиметрического контроля^{7-9/} положены в основу расчетов защиты от излучений и определения объема и средств радиационного контроля на создаваемых в ОИЯИ циклотронном комплексе ЛЯР^{10/} и УКТИ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алейников В.Е. и др. ОИЯИ, Р16-82-466, Дубна, 1982.
2. Комочков М.М., ОИЯИ, Р16-82-432, Дубна, 1982.

3. Алейников В.Е. и др. ОИЯИ, Р16-82-444, Дубна, 1982.
4. Алейников В.Е. и др. ОИЯИ, Р16-82-419, Дубна, 1982.

5. Алейников В.Е., Бескровная Л.Г. ОИЯИ, 16-82-89, Дубна, 1982.
6. Цовбун В.И. ОИЯИ, Р16-82-629, Дубна, 1982.
7. Сидоров В.Т., Шишкин А.Л. ОИЯИ, Р16-82-25, Дубна, 1982.
8. Сидоров В.Т., Шишкин А.Л. ОИЯИ, 10-82-61, Дубна, 1982.
9. Будяшов Ю.Г., Шишкин А.Л. ОИЯИ, 13-82-743, Дубна, 1982.
10. Оганесян Ю.Ц. и др. ОИЯИ, 9-82-756, Дубна, 1982.

ОПЫТНОЕ ПРОИЗВОДСТВО

1982 год завершил второе десятилетие существования Опытного производства Института. В течение этого года, как и во все предыдущие, Опытное производство изготавливало различные узлы базовых и крупных экспериментальных установок, радиоэлектронные блоки для систем автоматизации экспериментов и другие изделия по заказам лабораторий Института.

Изготовлено 22 ложемента, 36 компенсаторов и 4 токоввода для нуклотрона, 13 секций криогенной откачки для УКТИ (ЛВЭ); вертикальный источник ионов, мишенная станция, система индукционных датчиков и 200 высоковольтных разъемов для установки "Ф", 25 рамных магнитов с катушками для магнитной системы нейтринного детектора (ЛЯП); закорачивающие пластины, вакуумная и измерительная камеры, 3 электромагнита СП-184 для системы разводки пучков ускорителя У-400 (ЛЯР); 170 корпусов индукторов и 7 модуляторов для ЛИУ-30 (ЛНФ); детали для высокочастотного источника питания "Хризолит", индукционная секция для КУТИ, оборудование и оснастка для изготовления дрейфовых камер нейтринного детектора, 30 комплектов закладных деталей для панелей к этим камерам и 4 опытные камеры (ОНМУ) и т.д.

Для нужд лабораторий изготовлено более 620 источников питания различных типов для радиоэлектронной аппаратуры (БСУ, БС-24, БС-50, ППН, БП-6-25, БСВ-5, ИПС-31) и более 2000 различных функциональных блоков, в том числе около 90 спектрометрических блоков, порядка

250 блоков быстрой электроники и более 1500 блоков в стандарте КАМАК. Налажено серийное изготовление модернизированных источников питания БП-6-25 и комплектных крейтов в стандарте КАМАК ВБЦ-33 (с источником питания и вентблоком).

Всего произведено продукции на сумму около 3 млн. рублей.

Наиболее сложными как в техническом, так и в организационном отношении явились работы по изготовлению рамных



Монтаж в ИФВЭ (Протвино) рамных магнитов установки "Нейтринный детектор", изготовленных в Опытном производстве ОИЯИ.

магнитов и дрейфовых камер для нейтринного детектора, так как для выполнения этих работ необходимо было освоить новые технологические процессы (намотка и пропитка катушек; склейка деталей из текстолита; зачистка панелей с покрытием из стеклоткани; намотка и распайка проволочных электродов; очистка, промывка и герметизация камер и др.). Кроме этого, изготовлено большое количество нестандартного оборудования и оснастки, проведена реконструкция помещений второго этажа главного корпуса (здание №4) под участок проволочных камер, организован и укомплектован кадрами участок проволочных камер.

Примечательным является налаживание серийного изготовления модернизированных источников питания БП-6-25 и комплектных крейтов КАМАК ВБЦ-33, техническая документация на которые полностью разработана в Опытном производстве.

Важным моментом является сдача в эксплуатацию в 1982 году слесарно-сварочного участка в здании №11, с вводом которого существенно выросли возможности Опытного производства по сборке крупногабаритных и тяжеловесных изделий. Общая площадь участка составляет примерно 1200 м², он оснащен краном грузоподъемностью 32 т.

**МЕЖДУНАРОДНЫЕ
СВЯЗИ
И НАУЧНОЕ
СОТРУДНИЧЕСТВО**



В 1982 году Объединенный институт осуществлял широкое сотрудничество с научно-исследовательскими организациями стран-участниц Института и других стран, а также международными научными организациями. Международное научно-техническое сотрудничество ОИЯИ в 1982 году отражено в следующих итоговых данных:

- совместные работы и научно-технические связи осуществлялись по 123 темам проблемно-тематического плана ОИЯИ с 220 научно-исследовательскими организациями стран-участниц, исследования по 15 проблемам выполнялись совместно с 22 научными центрами других стран и международными организациями;

- по вопросам научно-технического сотрудничества и для участия в научных совещаниях в страны-участницы (кроме СССР) командировано 486 специалистов, в другие страны - 117 специалистов ОИЯИ;

- из стран-участниц (кроме СССР) принято 1106 специалистов для выполнения совместных работ, обмена опытом и консультаций; из научных центров других стран и международных организаций принято 115 специалистов;

- проведено 45 научных и научно-организационных совещаний, в которых приняли участие около 2 тысяч ученых и специалистов стран-участниц и других стран.

СОТРУДНИЧЕСТВО С НАУЧНЫМИ ЦЕНТРАМИ СТРАН-УЧАСТНИЦ ОИЯИ

Широкая кооперация и многостороннее сотрудничество со странами-участницами явилось важным фактором успешного выполнения научных работ, проводимых лабораториями Института. Совместные экспериментальные и теоретические иссле-

дования развивались в таких формах, как подготовка и проведение совместных экспериментов, создание и внедрение в практику новой аппаратуры, получение и обработка с помощью ЭВМ экспериментальных данных, разработка и совершенство-



вание программного обеспечения экспериментов, анализ полученных результатов.

Обширное сотрудничество осуществляет Объединенный институт с научными центрами Советского Союза. Сотрудничество имеет различные формы, и в первую очередь - это использование установок советских институтов для проведения экспериментальных исследований. В Институте физики высоких энергий (Протвино) находятся 9 крупных экспериментальных установок ОИЯИ, предназначенных для проведения актуальных исследований в области физики высоких энергий. В области низких энергий поддерживаются взаимовыгодные связи с ленинградским Институтом ядерной физики им. Б. П. Константинова, с которым активно сотрудничает Лаборатория ядерных проблем. Большой вклад в обработку и анализ экспериментального материала, получаемого с установок ОИЯИ в Дубне и ИФВЭ, вносят физики Москвы, Тбилиси, Ташкента, Алма-Аты, Еревана, Минска, Баку и других городов СССР.

Лаборатории Института активно сотрудничают с научными центрами других стран-участниц ОИЯИ. В области релятивистской ядерной физики Лаборатория высоких энергий сотрудничает с институтами НРБ, ВНР, ГДР, МНР, СРР, ЧССР. Большой вклад в создание установки "Альфа-3с", проведение на ней экспозиций и в анализ данных внесли физики ИЯИ (Сверк). Сотрудники Университета им. К. Маркса (Лейпциг) проводят разработку теоретических моделей адрон-ядерных взаимодействий для сравнения их с экспериментальными результатами, полученными на однометровой пропановой камере. Эффективно ведется обработка событий с двухметровой пропановой камеры в МНР, ПНР, СРР и ЧССР. В Институте физики Варшавского университета, Институте физики Ягеллонского университета (Краков) ведется просмотр снимков с ксеноновой камеры. Обработано и измерено 3 тыс. событий пион-ксено-

За большой вклад в развитие физической науки в Болгарии, подготовку высококвалифицированных научных кадров группа ученых ОИЯИ награждена болгарскими орденами Кирилла и Мефодия I степени. На снимке: вручение наград послом НРБ в СССР Д. Жулевым.

нового взаимодействия. Совместно с сотрудниками ИЯИЯЭ БАН, ВХТИ (София), ВМЭИ (Варна), ИФВЭ (Цойтен), ЦИФИ (Будапешт), ФИ (Прага), ИФ (Ханой) велась подготовка и проводились сеансы на установке БИС-2, разрабатывалось программное обеспечение, обрабатывалась и анализировалась полученная информация по поиску новых узких резонансов. Так, в ИФВЭ (Цойтен) обработано около 2 млн. событий по программе геометрической реконструкции треков.

Совместно с ЦИФ (Бухарест) подготовлена система программ обработки снимков, полученных на установке "Людмила". Большое участие в осуществлении научной программы на этой установке принимают сотрудники ФИ, Карлова университета (Прага), ИЭФ (Кошице). Вклад ЧССР в общую инклюзивную ленту суммарных результатов составляет 12 тыс. событий.

Сотрудники ИФТ (Улан-Батор), ИЯФ (Краков), ИЯФ (Прага), университета в Кошице принимали участие в работе по исследованию взаимодействий ^{22}Ne с ядрами фотоэмульсий с целью поиска аномалонов.

В целом, больше половины научной информации, получаемой с экспериментальных установок ЛВЭ, обрабатывается в научных центрах стран-участниц ОИЯИ.

Совместно с Софийским университетом проводились исследования по имитации радиационного нагрева обмотки сверхпроводящего дипольного магнита. Исследованы импульсные нагреватели различной геометрии и мощности. В ИЯФ (Пхеньян) разработано аппаратное обеспечение для контроля источника питания сверхпроводящих магнитов. Совместно с рядом научных учреждений ПНР завершается разработка проекта АСУ секций сверхпроводящего инжектора. Разработано матобеспечение для контроля источника питания сверхпроводящих магнитов. Специалисты ИФТМ и ЦИФ (Бухарест) участвовали в отладке устройств для изучения электрического сопротивления и энергетических потерь в образцах сверхпроводников. Совместно со специалистами из ЧССР разработан опытный образец уникального измерителя паросодержания двухфазного гелия. Завершено создание установки для измерения потерь энергии в образцах сверхпроводников электрическим способом.

Лаборатория ядерных проблем ведет сотрудничество с 52 институтами и организациями стран-участниц ОИЯИ. В ИЯИЭ БАН (София) в 1982 году проведены работы по разработке технологии изготовления линейных радиальных позиционно-чувствительных кремневых детекторов с использованием метода ионного легирования.

В ЦИФИ ВАН (Будапешт) продолжались разработки нового варианта специализированного быстрого процессора для фильтрации событий (установка АРЕС), а также совместные работы по химии астаторганических соединений, велась обработка फिल्मовой информации, полученной на установке РИСК, идет разработка электроники для нейтринного детектора.

ИФВЭ (Цойтен) принимает участие в исследованиях на установке РИСК. В этом же институте ведется обработка फिल्मовой информации с установки РИСК. Продолжаются работы по созданию ливневого детектора электронов для нейтринного детектора.

С Техническим университетом (Дрезден) продолжались работы по радиохимии спалогенных продуктов при облучении тантала протонами, велись консультации со специалистами этого института по постановке экспериментов по определению подвижностей ионов раднонуклидов.

В Монгольском государственном университете (Улан-Батор) продолжались работы по созданию аппаратуры для исследований монополюсного возбуждения ядер при распаде связанного мюона.

В Институте ядерной физики (Краков) продолжался просмотр фотоэмульсий с целью поиска новых очарованных частиц, проводилась обработка экспериментальных данных, полученных в сеансах на ускорителе ЛИЯФ (Гатчина) по программе ЯСНАПП-ИРИС.

В ИЯФ (Краков) продолжались работы по конструированию и изготовлению узлов установки, предполагаемой для наработки радиоактивных изотопов для медицинских и других прикладных целей на установке "Ф".

В Университете им. Я.Коменского (Братислава) велись разработки электроники для пропорциональных камер, а также разработка и исследование цилиндрических пропорциональных камер для спектрометра АРЕС, велись работы по проектированию систем установки ГИПЕ-

РОН, проводились расчеты процессов адрон-нуклонного рассеяния.

В сотрудничестве с ИЯФ ЧСАН и Политехническим институтом в Праге создан специальный криостат для комптоновского поляриметра, создана и испытана специальная спектрометрическая электроника для поляризационных спектрометров установки СПИН, продолжались работы по созданию измерительного модуля этой установки.

В ЦИФ (Бухарест) проведено испытание двухслойных сцинтилляционных детекторов для идентификации частиц по длине пробега. По результатам измерений, проведенных с помощью пучка протонов тандем-генератора ЦИФ, проводится калибровка и настройка детекторов и электроники установки ПИОН ОИЯИ. Продолжались исследования гиперядер и поиск суперядер в фотоэмульсиях, облученных протонами высоких энергий.

Объединение усилий многих научно-исследовательских институтов стран-участниц в проведении исследований и создании физических установок способствовало успешному выполнению научной программы Лаборатории ядерных реакций.

Широкое сотрудничество осуществлялось в работах по поиску сверхтяжелых элементов в природе. В ЦИИРИ (Лейпциг) создается лазерный источник для масс-спектрометра ЛИДИА; с использованием большой ионизационной камеры, изготовленной в Университете им. Я.Коменского (Братислава), ведется поиск α -радиоактивных сверхтяжелых элементов. В рамках работ по развитию трековых методик поиска сверхтяжелых элементов в оливинах из метеоритов в ИЯИ ВАН (Дебрецен) изготовлена аппаратура для автоматического поиска, счета и измерений параметров треков в кристаллах; сотрудниками Монгольского государственного университета в Улан-Баторе проведен просмотр $0,3 \text{ см}^3$ оливинов из ряда метеоритов, просмотр оливинов осуществлялся также в Институте радиационной дозиметрии в Праге и ИЯИЭ БАН (София).

В работах по синтезу новых трансфермиевых элементов сотрудничество в разработке мишенного узла на большие токи и ряда узлов установок для синтеза ядер осуществлялось с ИЯИЭ БАН. Группой специалистов-радиохимиков из ЦИИРИ (Лейпциг) создана экспрессная



Вручение монгольского ордена "Полярная звезда" академику Г.Н.Флерову за большой вклад в развитие сотрудничества ученых Монголии и Советского Союза и подготовку высококвалифицированных кадров для МНР. Награду вручает посол МНР в СССР Дахын Готов.

методика выделения трансураниевых элементов с высокой степенью очистки от соседних элементов. Эта методика эффективно использовалась в работах по синтезу 109 элемента. Совместно с сотрудниками ЦИЯИ (Россендорф) и ЦИИРИ ведется разработка термохроматографических и аэрозольных методик для работ по синтезу и изучению свойств новых трансформиевых элементов. Интенсивно развивалось сотрудничество в работах по исследованию механизма ядерных реакций со специалистами НРБ, ВНР, ГДР, ПНР, СРР и ЧССР. Большое значение для координации совместных усилий стран-участниц в создании экспериментальной аппаратуры для У-400 и проведении совместных экспериментов имело проведен-

ное в Дрездене Совещание по экспериментальным установкам У-400 и физической программе первоочередных экспериментов на них.

Особенно нужно отметить сотрудничество, осуществляемое с ЦИЯИ (Россендорф) по созданию установки ДЭМАС. Созданы все узлы время-пролетной системы этой установки, в ЦИЯИ изготовлена камера рассеяния, а также ряд электронных блоков и программное обеспечение для экспериментов на линии с ЭВМ. Эффективно развивается сотрудничество с ИЯИ (Сверк) - изготовлены позиционно-чувствительные пропорциональные счетчики для спектрометра МСП-144, подготовлено электронное и программное обеспечение экспериментов по эмиссии заряженных частиц.

Успешно развивается сотрудничество по линии развития ускорительной базы лаборатории. В соответствии с контрактом с ЦИФ (Бухарест) изготовлена, испытана и передана в ЛЯР очередная партия оборудования системы транспортировки выведенных пучков циклотрона У-400. Совместно со специалистами ИЯИЯЭ БАН (София) ведется разработка отдельных узлов по проекту изохронного циклотрона тяжелых ионов У-250. Сотрудники ЦИЯИ (Россендорф) оказывают помощь в разработке и создании систем диагностики пучка для ускорителя У-400. Совместно со специалистами ИЯИ ВАН (Дебрецен) начаты исследования по атомной физике на пучках ионов ускорителя У-300 с использованием прецизионного электростатического спектрометра ЭСА-21, созданного в ВНР.

Особенное значение придавалось совместным прикладным исследованиям и разработкам научно-технических задач, имеющих важное народнохозяйственное значение.

На созданной в ИЯИЯЭ БАН аппаратуре для мессбауэровской спектроскопии в лаборатории проведены эксперименты по влиянию облучения тяжелыми ионами на фазовый состав различных сплавов. Совместно с сотрудниками Университета им. Лоранда Этвеша (Будапешт) начаты эксперименты по изучению радиационного воздействия на пластические свойства различных материалов. Работы проводятся с использованием испытательной машины ИНСТРОН. Продолжается сотрудничество с Университетом им. К.Маркса (Лейпциг) по исследованию радиацион-

ных повреждений монокристаллов под действием тяжелых ионов. В ИЯИ (Сверк) изготовлена установка для определения изменения внутреннего трения металлов под действием облучения тяжелыми ионами. Совместно со специалистами СРР и КНДР отрабатываются методики изготовления ядерных фильтров. Широкое сотрудничество осуществляется в развитии методов активационного анализа. Сотрудничество с ИЯИ АН Кубы (Гавана) позволило усовершенствовать рентгено-флюоресцентный анализ для определения ряда элементов в геологических образцах.

Лаборатория нейтронной физики ведет сотрудничество более чем с 90 научно-исследовательскими организациями всех государств-членов ОИЯИ.

Специалистами из НРБ подготовлен эксперимент по обнаружению электрического заряда нейтрона. Эти измерения будут проведены на пучке ультрахолодных нейтронов в ЛИЯФ АН СССР. Совместно со специалистами ИЭ БАН (София) проведены измерения параметров элементов волоконно-оптической линии связи для измерительно-вычислительного центра. Успешно продолжается сотрудничество с Техническим университетом (Дрезден) по измерению химических сдвигов нейтронных резонансов и ЦИЯИ (Россендорф) - по определению параметров кристаллического поля в редкоземельных соединениях. В сотрудничестве со специалистами ЦИФИ (Будапешт) разработана, изготовлена и запущена в эксплуатацию микропроцессорная система управления корреляционным спектрометром "КОРА". В изучении свойств гамма- и альфа-распада ядер в реакциях с нейтронами принимают участие специалисты НРБ, СРВ, Кубы, ПНР и ЧССР. Исследования физико-химических свойств сложных органических веществ методом малоуглового рассеяния нейтронов ведутся совместно с сотрудниками ИМХ (Прага). В подготовке и проведении дифракционных экспериментов и исследовании фазовых переходов в импульсном магнитном поле участвуют специалисты СРВ, КНДР, ПНР, СРР и ЧССР.

В лаборатории продолжается создание физических установок на реакторе ИБР-2. Для нейтронного спектрометра высокого разрешения в ЦИЯИ (Россендорф) и ТУ (Дрезден) завершается создание основных узлов спектрометра и электронной

аппаратуры. В Карловом университете (Прага) изготавливается экспериментальное оборудование для совместных экспериментов на спектрометре СНИМ-2. Специалисты ЦИЯИ (Россендорф) активно ведут работы по химическому определению содержания углерода в натрии и разработку непрерывного электрохимического контроля содержания кислорода в теплоносителе реактора ИБР-2.

В работах Лаборатории вычислительной техники и автоматизации по развитию центрального вычислительного комплекса ОИЯИ активно участвуют специалисты НРБ, ГДР, МНР, ПНР и ЧССР. Совместные работы велись по линии изучения и консультаций с целью использования устройств внешней памяти с повышенной плотностью записи для оснащения ЭВМ ЦВК ОИЯИ, а также оснащения ЭВМ новыми устройствами ввода-вывода, развития терминальной сети базовых ЭВМ и повышения эффективности их использования. Выполнены совместные разработки в области создания системного математического обеспечения и развития методов аналитических вычислений с помощью ЭВМ.

В работах по развитию автоматических и полуавтоматических систем обработки камерных снимков приняли участие научно-исследовательские организации НРБ, ВНР, ГДР, СССР и ЧССР. Выполнены совместные исследования с целью создания и развития автоматических и полуавтоматических устройств, а также соответствующего программного обеспечения. В создании мультимикропроцессорной системы для обработки графической информации активно участвуют специалисты ГДР и ЧССР; совместно со специалистами ЦИФИ ВАН (Будапешт) создается система БПС-РИМА для обработки снимков с трековых детекторов ОИЯИ. Специалисты ЧССР активно участвуют в развитии просмотрово-измерительной аппаратуры и программного обеспечения. Совместно со специалистами ИИИТ САН (Братислава) завершены работы по созданию программного имитатора спецпроцессора для сжатия данных и проведено его испытание. Выполнены работы по созданию аппаратуры управления бесфильмовой системой и интерфейсов для подключения телевизионных камер к ЭВМ СМ-4. Совместными усилиями специалистов НРБ, ВНР,

СССР и ЧССР выполнены работы по созданию и развитию математического обеспечения для экспериментов на линии с ЭВМ, что позволило унифицировать средства технологии программирования, сократить сроки создания математического обеспечения и повысить его эффективность. В создании программ обработки данных с жидководородных камер и гибридных систем участвуют специалисты ГДР, МНР, СССР и ЧССР.

В исследованиях по релятивистской ядерной физике и физике резонансов активно участвуют специалисты МНР, ПНР, СРР и ЧССР. Совместными усилиями осуществляется обработка и анализ экспериментальных данных, а также развитие экспериментальных установок.

Методы прикладных вычислений развиваются совместными усилиями специалистов НРБ, ВНР, ГДР, СССР и ЧССР. Разработанные совместно алгоритмы и пакеты программ широко используются для решения нелинейных задач физики и прикладной математики в странах-участницах Института, в том числе для расчета электромагнитных полей в ускорителях.

Активное научное сотрудничество с ведущими научными центрами стран-участниц ОИЯИ ведет Лаборатория теоретической физики. Всего в сотрудничестве с ЛТФ со стороны стран-участниц ОИЯИ участвует около 300 ученых. В 1982 году были продолжены работы по изучению квантовой теории поля с фундаментальной длиной, в которых со стороны НРБ участвуют сотрудники Софийского университета.

Совместно с сотрудниками Университета им. Гумбольдта (Берлин) и ИФВЭ (Цойтен) продолжены работы по киральным моделям в квантовой теории поля.

Совместно с сотрудниками Университета им. Я.Коменского (Братислава) проведены исследования формфакторов в нелокальной модели кварков, поведения пион-пионного рассеяния в области средних энергий. Получен ряд важных результатов по квантовой теории поля и теории взаимодействий элементарных частиц, по теории атомного ядра. Ряд сотрудников выезжал в НРБ и СРВ по приглашению стран для выполнения совместных исследований и чтения лекций, что свидетельст-

вует о большом авторитете ученых лаборатории и вкладе ЛТФ в развитие теоретической физики в странах-участницах ОИЯИ.

Подготовлено большое количество совместных публикаций с учеными из стран-участниц ОИЯИ. Так, совместные работы по структуре ядерных состояний подготовлены с учеными НРБ, ГДР, МНР; по теории коллективного движения в атомных ядрах - с учеными ЧССР; по теории взаимодействия частиц и ядер с ядрами при средних и низких энергиях - с учеными ЧССР, ГДР; по ядерным взаимодействиям при средних и высоких энергиях - с учеными ЧССР. Всего в течение года сотрудниками лаборатории совместно с учеными стран-участниц ОИЯИ опубликовано около 130 научных работ.

Международное научно-техническое сотрудничество Отдела новых методов ускорения было направлено на выполнение главной задачи отдела - создание КУТИ-20. Выполнен большой комплекс работ по созданию и исследованию отдельных узлов КУТИ-20, разработке диагностической аппаратуры и системы управления КУТИ-20 на основе современных достижений науки и техники. Существенный вклад в эти работы внесли Технический университет (Дрезден), ЦИФИ (Будапешт), ЦИФ (Бухарест), а также ЦИФИ (Россендорф) и ИЯИ (Сверк). Проведение этих работ способствовало тому, что в ОНМУ осуществлен комплексный запуск СИЛУНДа-20 и Адгезатора-20 с тремя ступенями сжатия на частоте 10 Гц. Успешно проводились совместные работы с ВЦФ (НРБ) по расчету коррекции орбиты в ТИС. Активно велись работы по теме "Применение двухфазного гелия в системах криостатирования протяженных сверхпроводящих объектов и измерение их параметров" с ЭИ (Братислава).

В мае 1982 года в ОНМУ проведено рабочее совещание по проблемам коллективного метода ускорения, в работе которого приняли участие специалисты из ОИЯИ и стран-участниц. Проведение рабочего совещания способствовало закреплению приоритета Объединенного института в области коллективного метода ускорения.

НАУЧНЫЕ СОВЕЩАНИЯ ОИЯИ

В 1982 году ОИЯИ провел 3 крупных научных совещания, 25 рабочих и 17 научно-организационных совещаний.

Успешно прошла IV Международная школа по нейтронной физике, которая состоялась в Дубне с 8 по 18 июня. В ее работе приняли участие физики 10 стран. Главная цель школы - подготовка к проведению экспериментов на ИБР-2. Лекции, представленные на школе, включали сведения о последних экспериментах в области нейтронной физики и их результатах, о новых интересных методиках и идеях. Школа проводилась в юбилейный для нейтронной физики год. 50-летию открытия нейтрона было посвящено специальное заседание, на котором выступили с докладами Полномочный Представитель СССР в ОИЯИ академик А.М.Петросьянц, академик Б.М.Понтекорво, был представлен доклад академика И.М.Франка "50 лет нейтронной физики".

IV Международная школа по нейтронной физике. О первых экспериментах с нейтронами, выполненных Э.Ферми, рассказывает академик Б.М.Понтекорво. Дубна, июнь, 1982.

С 29 июня по 2 июля в Дубне прошло Международное совещание по взаимодействиям ядер и ядерным возбуждениям, в котором приняли участие 110 ученых и специалистов из ОИЯИ, научных учреждений стран-участниц ОИЯИ и других стран. Большое внимание на совещании было уделено изучению механизма взаимодействия ядер при релятивистских энергиях. С интересом были встречены доклады об экспериментальных результатах, полученных на синхрофазотроне ОИЯИ. Всего в программе совещания было 42 доклада.

С 23 ноября по 2 декабря в Дубне проходила очередная Международная школа молодых ученых по физике высоких энергий, посвященная вопросам развития и экспериментального статуса калибровочных моделей квантовой теории поля.

ОИЯИ провел 22 рабочих научных совещания в Дубне и 3 - в других городах. Совещание по исследованиям на установке "Людмила" состоялось в Хельсинки. Представительное совещание по экспериментальным установкам для У-400 и физической программе первоочередных экспериментов на этих установках проведено в Дрездене при содействии Центрального института ядерных исследований ГДР.





В работе совещания ОИЯИ по исследованиям в области релятивистской ядерной физики приняли участие более 50 специалистов из ведущих научных центров стран-участниц. Доклад делает академик А.М.Балдин. Дубна, май, 1982.

Совещание по исследованиям на установке "СПИН" состоялось в Бехине в Чехословакии, большое содействие в его проведении оказали Политехнический институт и Карлов университет в Праге.

На рабочих совещаниях были поставлены основные задачи перед сотрудничающими организациями на ближайший период и предложены мероприятия, необходимые для их решения.



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

В 1982 году специалисты ОИЯИ приняли активное участие более чем в 60 международных и национальных конференциях, симпозиумах и школах, проводившихся в странах-участницах: в 38 научных совещаниях в Советском Союзе, в 9 - в ГДР, в 7 - в Чехословакии, в 5 - в Болгарии, в 3 - в Венгрии, в 2 - в Румынии. Делегации ОИЯИ направлялись, в частности, на Международную конференцию по нейтрину в Балатонфюреде, X Международную радиохимическую конференцию в Праге, Совещание по ядерной спектроскопии и структуре ядра в Киеве, Международную школу по автоматизации научных исследований в Пуццино. Полезным для ОИЯИ было участие в IV Международной школе по теории вероятностей и математической статистике в Варне, позволившее познакомиться с последними достижениями в этих областях науки в социалистических странах, установить непосредственные контакты с ведущими специалистами и обсудить с ними вопросы конкретных приложений вероятностей и статистики в ОИЯИ, в частности в работах по созданию бесфильмовой системы съема информации со стримерных камер. Участие в V Международной конференции по надежности в электронике в Будапеште дало возможность познакомиться с большим количеством методов расчетов надежности электронных систем. Целый ряд результатов исследований в области радиационно-химического поведения неорганических и органических соединений,

сообщенных на V Тиханьском симпозиуме по радиационной химии, будет учтен при разработке мишенных устройств на установках ЯСНАПП-2 и КОБРА и методов радиохимического выделения ультрамикрочастиц радионуклидов из сложных смесей продуктов ядерных реакций. Получено немало и другой полезной научной информации. Высокую оценку получили доклады и сообщения ученых, представлявших ОИЯИ на международных конференциях в странах-участницах.

В 1982 году специалисты ОИЯИ приняли участие в 19 конференциях и симпозиумах в других странах, в том числе в XXI Международной конференции по физике высоких энергий в Париже, Международной конференции по структуре ядра в Амстердаме, Международной конференции "Нейтрон и его применение" в Кембридже (Англия), Международной конференции по ядро-ядерным столкновениям в Ист-Лансинге (США), Международном симпозиуме по методам получения и физике высокозарядных ионов в Стокгольме, Международной конференции по магнетизму в Киото. На эти и другие конференции ОИЯИ направил 51 специалиста с докладами о результатах теоретических и экспериментальных исследований, выполненных в Институте. Участие наших ученых в этих конференциях было очень полезным для получения ценной научной информации о развитии отдельных научных направлений, для оценки перспективности исследований, проводимых в ОИЯИ.

ЭКСКУРСИИ В ОИЯИ

В 1982 году в Объединенном институте ядерных исследований было принято 105 групп экскурсантов (1656 человек), из них 101 группа (1597 человек) - из стран-участниц, 4 группы (59 человек) - из других стран. Среди ознакомившихся с историей Института, основными направ-

лениями исследований и экспериментальными установками в ОИЯИ были послы Венгрии, Польши и Румынии в Советском Союзе, делегация Ядерного исследовательского центра Ирака, студенты из Бангладеш, Голландии, Колумбии, Мексики и другие.

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

В 1982 году ОИЯИ поддерживал научные связи с 26 национальными научными центрами Франции, ФРГ, Италии, США, Швейцарии, Индии, Дании, Финляндии, Югославии и других стран в форме совместного участия в экспериментах и обработке физических данных, создания аппаратуры, обмена материалами, проведения консультаций, участия в научных конференциях и семинарах. В порядке осуществления плана обмена учеными в 1982 году в научные центры этих стран направлено 66 сотрудников ОИЯИ для выполнения совместных работ и обмена опытом.

Объединенный институт принял в течение года 115 ученых этих стран, в том числе 41 ученого для участия в совместных исследованиях.

С учеными Сассекского университета (Великобритания) продолжались совместные исследования радиоактивного распада ориентированных ядер. Установлены научные контакты с лабораторией в Дзресбери и исследовательским центром по атомной энергии в Харуэлле.

Осуществляется сотрудничество с университетом в Каире, специалисты которого принимают участие в работах по генерации короткоживущих частиц и исследованию взаимодействия адронов и легких ядер с ядрами фотозмульсии.

Обработка и анализ данных, полученных на двухметровой пропановой камере ЛВЭ, проводится также в Индии: в университетах Чандигара, Джаму и Бенареса.

В сотрудничестве с Институтом физики Туринского университета (Италия) подготовлена для экспонирования в пучках антипротонов в ЦЕРНе установка для изучения взаимодействия антипротонов низких энергий с ядрами. Центральным элементом установки является самодантирующаяся стримерная камера, принцип работы которой разработан в ОИЯИ. Успешно продолжалась обработка данных совместного с итальянскими физиками эксперимента на установке МИС-1. В 1982 году завершён парциально-волновой анализ данных по изучению процесса коге-

рентного образования трехпионных систем на ядрах при импульсе налетающих частиц 25 и 40 ГэВ/с.

Сотрудничество с научными институтами США осуществлялось в рамках соглашения по эксперименту E507-2, в котором участвовали ФНАЛ (Батавия) и Университет штата Нью-Йорк (Олбани). В 1982 году проведены обсуждения вопросов обработки данных по излучению каналированных электронов и позитронов с энергией 10 ГэВ.

В течение десятилетия ОИЯИ сотрудничает с Национальным институтом физики ядра и физики элементарных частиц Франции и входящими в его состав центрами ядерных исследований.

В исследованиях, проводимых на однометровой водородной камере ЛВЭ, принимает участие группа из ЦЯИ в Страсбурге, где проводится полный цикл обработки данных: просмотр, измерения, обработка по единой системе программ, включая подготовку магнитной ленты суммарных результатов. Лаборатория Страсбурга существенно помогает сотрудничеству в совершенствовании системы программ обработки.

Совместно с Центром ядерной спектроскопии и масс-спектропии (Орсэ) создан в ЛЯП ОИЯИ и запущен в эксплуатацию электростатический бета-спектрометр, предназначенный для измерения спектров электронов в области энергий от 0 до 50 кэВ с рекордным энергетическим разрешением.

В результате совместных теоретических работ с французскими учеными удалось сформулировать заключение об эффектах выстраивания внутреннего углового момента вдоль направления оси вращения ядра и продемонстрировать их на примере актуальных вибрационных полос в актинидах.

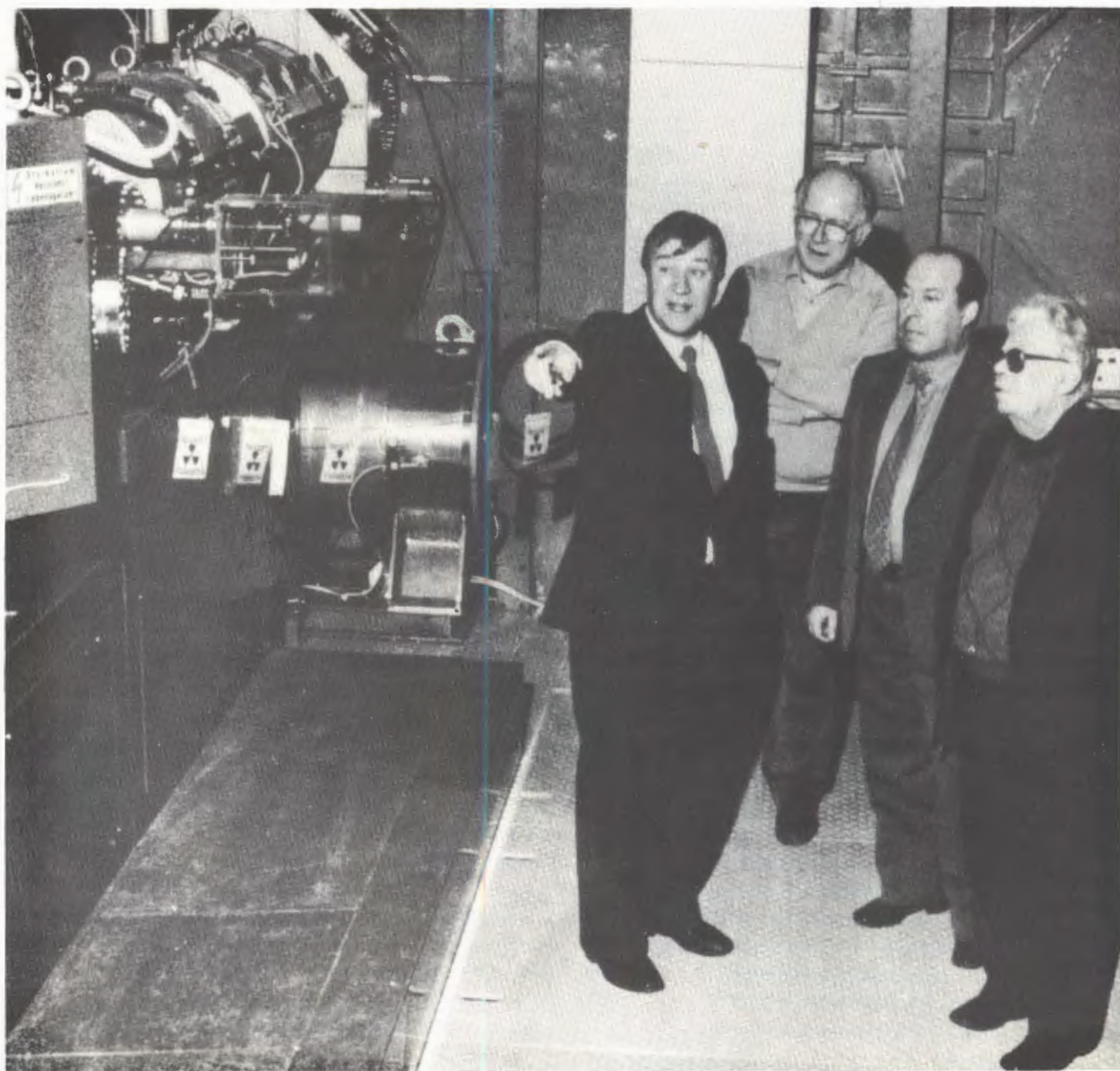
В экспериментах по синтезу 109 элемента, проводимых на У-400, участвовали французские химики из ИЯФ (Орсэ), разработавшие экспрессную методику выделения трансурановых элементов с высокой степенью очистки от соседних эле-

ментов. Эта методика позволила достигнуть рекордных чувствительностей (вплоть до 10^{-36} см²).

Продолжались научные контакты с учеными Общества по исследованиям с тяжелыми ионами (ГСИ) в Дармштадте (ФРГ). Во время визитов в ФРГ директора ОИЯИ академика Н.Н.Боголюбова и директора ЛЯР академика Г.Н.Флорова были обсуждены состояние и перспективы дальнейших исследований в области физики тяжелых ионов, особенно в области синтеза новых трансфермиевых элементов. Обсуждение программы контактов и вопросов постановки экспериментов в Дубне и Дармштадте проводилось на ставшей уже традиционной встрече ведущих ученых ОИЯИ и ГСИ в начале 1982 года в Дубне.

В обработке материалов, полученных с водородной камеры "Людмила", принимает участие Отдел физики высоких энергий Хельсинкского университета, вклад которого в общую ленту суммарных данных (ЛСД) $\bar{p}p$ -эксперимента составляет 10 тыс. событий. В Хельсинки проведен просмотр, измерения и обсчет данных $\bar{p}p$ -эксперимента, результаты которого (≈ 2000 событий) включены в ЛСД.

Визит директора ОИЯИ академика Н.Н.Боголюбова в Дармштадт (ФРГ). Директор Общества по исследованиям с тяжелыми ионами профессор Г. цу Путлитц (слева) рассказывает об исследованиях, проводимых учеными этого центра (фото ГСИ).





В октябре 1982 года Объединенный институт ядерных исследований посетили Генеральный директор Европейского центра ядерных исследований (ЦЕРН) профессор Х.Шоппер и помощник Генерального директора ЦЕРНа профессор Д.Фидекаро. На снимке: встреча в дирекции ОИЯИ.

Научно-техническое сотрудничество с институтами СФРЮ осуществляется на основе Протокола о сотрудничестве между ОИЯИ и югославскими научными центрами. В Институте физики и Университете в Белграде, а также Институте физики и математики (Университет, Титоград) проводился просмотр снимков дейтронного и углеродного облучения двухметровой пропановой камеры, найдено и включено в общую статистику около 2500 событий. Начаты измерения событий углеродного облучения. Проведен анализ кумулятивных характеристик.

В 1982 году ОИЯИ поддерживал научные связи и развивал контакты с рядом международных организаций (СЭВ, МАГАТЭ, ЦЕРН, МЦТФ в Триесте, ИЮПАП, ИЮПАК, Европейское физическое общество и др.).

Осуществлялись плодотворные связи ОИЯИ с СЭВ и МАГАТЭ в форме взаимного участия в научных и научно-орга-

низационных мероприятиях, регулярного обмена публикациями.

Продолжалось сотрудничество с МАГАТЭ в рамках пользования международной системой ядерной информации (ИНИС). В результате обработки магнитных лент, присылаемых из МАГАТЭ, банк данных ОИЯИ в 1982 году достиг 270 тыс. документов.

Сотрудничество с ЦЕРНом развивалось в форме командирования ученых для участия в совместных экспериментах и научных совещаниях, обмена опытом и публикациями. Продолжались исследования на установке NA-4, которые ОИЯИ проводит в составе кооперации Болонья - ЦЕРН - Дубна - Мюнхен - Сакле. Сотрудники лабораторий ОИЯИ участвовали в работах по модернизации установки, подготовке и запуску тороидального спектрометра, набору данных с водородно-дейтериевой мишени и анализу экспериментального материала. Физики ОИЯИ приняли активное участие в обработке 1,8 млн. событий, полученных в эксперименте NA-4 по измерению параметра асимметрии электрослабого взаимодействия мюонов при энергии 200 ГэВ. Определен параметр асимметрии, который согласуется с моделью Вайнберга-Салама. Сотрудничество в рамках NA-4 эксперимента обеспечило уникальные возможности для разработки и использования унифицированных пакетов прикладных про-

грамм, отвечающих самым высоким современным требованиям. Результаты разработок нашли широкое применение в ОИЯИ и странах-участницах.

Ученые ЛТФ вносят существенный вклад в сотрудничество с ЦЕРНом: ими проведены совместные исследования по киральной теории поля и квантовой хромодинамике на решетке, постановка на ЭВМ ЦЕРНа программ вычисления вкладов высших порядков электрослабого взаимодействия в глубоконеупругое мюон-нуклонное рассеяние (эксперимент NA-4).

В октябре 1982 года в Дубне проведено совещание с целью обсуждения хода анализа экспериментальных данных и получения физических результатов по исследованию когерентного образования бозонных систем на ядрах пионами, проводимого в рамках пятого совместного эксперимента с ЦЕРНом на установке МИС ОИЯИ. Отмечена большая перспективность и научная значимость продолжения исследований когерентного образования бозонных систем на ускорителе ИФВЭ (Протвино).

СПРАВКА

о развитии международного сотрудничества и связей Объединенного института ядерных исследований за период 1972-1982 гг.

№№ п/п	Вид сотрудничества	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982
1.	Количество командировок специалистов из стран-участниц ОИЯИ (без совещаний)	503	684	826	1026	1079	1078	1010	1095	1216	1260	1284
2.	Количество командировок специалистов ОИЯИ в страны-участницы	431	417	426	474	508	525	502	550	558	554	486
3.	Количество научных, методических и научно-организационных совещаний	29	39	38	42	39	48	49	44	40	41	45
4.	Количество командировок на международные конференции и в научные центры стран-участниц	132	140	112	131	130	135	111	111	109	130	117
5.	Количество приездов специалистов из стран-участниц	226	157	206	250	321	226	188	164	93	121	111
6.	Количество стипендиатов ОИЯИ	15	17	8	11	13	9	9	9	7	8	7

ПЕРЕЧЕНЬ
научных и научно-организационных совещаний,
проведенных Объединенным институтом ядерных исследований
в 1982 году

№№ пп	Название совещания	Время проведения	Место проведения	Количество участников
<i>I. Симпозиумы, школы, совещания</i>				
1.	IV Школа по нейтронной физике	8-18 июня	Дубна	160
2.	Совещание по взаимодействию ядер и ядерным возбуждениям	29 июня - 2 июля	Дубна	110
3.	Международная школа молодых ученых по физике высоких энергий	23 ноября - 2 декабря	Дубна	83
<i>II. Рабочие совещания</i>				
4.	Совещание по нейтринному детектору	18-20 января	Дубна	50
5.	Совещание по эксперименту E-564	26-28 января	Дубна	16
6.	Совещание пользователей ЭВМ класса ЕС-1040	9-11 февраля	Дубна	40
7.	Совещание по исследованию взаимо- действий релятивистских ядер с яд- рами с помощью фотоэмульсий	16-18 февраля	Дубна	20
8.	Совещание по исследованиям на установке БИС-2	10-12 марта	Дубна	39
9.	Совещание по исследованиям на установке "Людмила"	16-18 марта	Дубна	35
10.	Совещание по созданию спектрометра гибридного типа /ГИБС/	23-25 марта	Дубна	38
11.	Совещание по исследованиям на 2-м пропановой камере	30 марта - 1 апреля	Дубна	50
12.	Совещание по исследованиям на 1-м водородной камере	11-13 мая	Дубна	20
13.	Совещание по исследованиям на установке РИСК	11-13 мая	Дубна	39
14.	Совещание по совместному ОИЯИ-ЦЕРН мюонному эксперименту	12-14 мая	Дубна	40
15.	Совещание по проблемам коллектив- ного метода ускорения	18-20 мая	Дубна	47
16.	Совещание по исследованиям в обла- сти релятивистской физики	25-27 мая	Дубна	50
17.	Совещание по исследованиям на установке "Людмила"	8-14 августа	Хельсинки, Финляндия	30
18.	Совещание по исследованиям на установке БИС-2	7-9 сентября	Дубна	40

19. Совещание по исследованиям на 2-м пропановой камере	7-9 сентября	Дубна	48
20. Совещание по установке СПИН	13-16 сентября	Прага, ЧССР	49
21. Совещание по системам и методам аналитических вычислений на ЭВМ и их применению в теоретической физике	21-23 сентября	Дубна	47
22. Совещание по экспериментальным установкам для У-400 и физической программе первоочередных экспериментов на этих установках	30 сентября - 4 октября	Россендорф, ГДР	40
23. Совещание по программе ЯСНАПП	19-21 октября	Дубна	50
24. Совещание по исследованиям на установке МИС	20-22 октября	Дубна	45
25. Совещание по установке АРЕС	2-4 ноября	Дубна	30
26. Совещание по исследованиям на 1-м водородной камере	10-12 ноября	Дубна	20
27. Совещание по исследованиям на установке РИСК	10-12 ноября	Дубна	45
28. Совещание по исследованиям на установке ГИПЕРОН	30 ноября - 2 декабря	Дубна	46

III. Научно-организационные совещания

29. 51 сессия Ученого совета ОИЯИ и его секций по физике высоких энергий, физике низких энергий и теоретической физике	12-15 января	Дубна	100
30. Комитет Полномочных Представителей правительств стран-участниц ОИЯИ	6-8 апреля	Дубна	80
31. Камерный комитет	13-15 апреля	Дубна	30
32. Фотоэмульсионный комитет	13-15 апреля	Дубна	29
33. Комитет по электронным экспериментам	13-15 апреля	Дубна	27
34. Комитет по структуре ядра	20-22 апреля	Дубна	30
35. Комитет по нейтронной физике	20-22 апреля	Дубна	28
36. Комитет по физике тяжелых ионов	20-22 апреля	Дубна	30
37. 52 сессия Ученого совета ОИЯИ и его секций по физике высоких энергий и физике низких энергий	25-28 мая	Дубна	100
38. Совещание Контрольной комиссии Финансового Комитета	22-24 июня	Дубна	20
39. Комитет по структуре ядра	12-14 октября	Дубна	27
40. Комитет по нейтронной физике	12-14 октября	Дубна	30
41. Комитет по физике тяжелых ионов	12-14 октября	Дубна	29
42. Камерный комитет	2-4 ноября	Дубна	29

43. Фотозмульсионный комитет	2-4 ноября	Дубна	30
44. Комитет по электронным экспериментам	2-4 ноября	Дубна	26
45. Заседание Финансового Комитета	16-18 ноября	Дубна	17

ПЕРЕЧЕНЬ
международных и национальных конференций, симпозиумов,
совещаний и школ, в которых принимали участие специалисты
Объединенного института ядерных исследований
в 1982 году

№№ пп	Наименование мероприятия	Время проведения	Место проведения	Количество участников
<i>I. Конференции в странах-участницах</i>				
1.	Школа по неупругим взаимодействиям	20-30 января	Бакуриани, СССР	12
2.	Всесоюзная школа молодых ученых по теме: "Теоретические и прикладные проблемы вычислительной математики и математической физики"	20 января - 4 февраля	Юрмала, СССР	2
3.	XVII Зимняя школа по физике ядра и элементарных частиц	4-15 февраля	Гатчина, СССР	12
4.	IX Бакурианская школа по радиационной физике металлов и сплавов	17-18 февраля	Бакуриани, СССР	1
5.	III Всесоюзный симпозиум по проблеме модульных ЦВС	15-18 февраля	Москва, СССР	2
6.	Международная школа по теме: "Исследование текстур материалов. Рассеяние нейтронов"	1-5 марта	Штадт Велен, ГДР	3
7.	Школа по физике элементарных частиц	1-12 марта	Москва, СССР	2
8.	Симпозиум по физике и технике низких температур	8-12 марта	Гауссиг, ГДР	1
9.	Школа молодых специалистов по прикладной сверхпроводимости	15-19 марта	Протвино, СССР	4
10.	XXXII Совещание по ядерной спектроскопии и структуре ядра	16-19 марта	Киев, СССР	33
11.	Конференция по теме: "Алгоритмы и программные комплексы численного анализа"	22-28 марта	София, НРБ	1
12.	II Всесоюзный семинар по физике сегнетоэластиков	31 марта - 3 апреля	Воронеж, СССР	2
13.	Симпозиум по теме: "Нуклон-нуклонные и пион-нуклонные взаимодействия при промежуточных энергиях"	12-14 апреля	Гатчина, СССР	12
14.	IV Всесоюзный симпозиум по сильно-точной электронике	31 марта - 2 апреля	Новосибирск, СССР	2

15. I Всесоюзная школа по пикосекундной технике	5-10 апреля	Ереван, СССР	2
16. Международная школа по программным и аппаратным средствам модульных систем в стандарте КАМАК	13-23 апреля	Варна, НРБ	1
17. II Всесоюзное совещание по теме: "Ядерно-физические методы анализа в контроле окружающей среды"	20-22 апреля	Юрмала, СССР	3
18. X Международная конференция по теме: "Научные успехи электронной технологии и точного приборостроения"	19-23 апреля	Дрезден, ГДР	2
19. X Международная радиохимическая конференция	26-30 апреля	Прага, ЧССР	5
20. Всесоюзный семинар "Кварки-82"	5-7 мая	Сухуми, СССР	20
21. Семинар по теоретической физике	11-16 мая	Лейпциг, ГДР	3
22. I Всесоюзная школа по физике много-частичных и кварк-адронных систем	26 мая - 1 июня	Калинин, СССР	10
23. XII Совещание по физике взаимодействия заряженных частиц с кристаллами	31 мая - 2 июня	Москва, СССР	7
24. II Всесоюзная конференция по теме: "Диалог "Человек - ЭВМ"	31 мая - 5 июня	Ленинград, СССР	7
25. Международный семинар по теме: "Проблемы информатики и ее применения в управлении, обучении и научных исследованиях"	6-12 июня	София, НРБ	1
26. Научно-технический семинар "Машинная графика"	9-10 июня	Москва, СССР	3
27. Международная конференция по физике нейтрино	14-20 июня	Балатонфюред, ВНР	7
28. III Международный симпозиум по реакциям, вызванным нейтронами	21-25 июня	Смоленице, ЧССР	4
29. IX Семинар по теме: "Эффект Джозефсона в науке и технике"	26 июня - 2 июля	Киев, СССР	4
30. Научная конференция Чешского политехнического института /к 275-летию со дня основания/	28 июня - 1 июля	Прага, ЧССР	1
31. II Всесоюзный семинар по автоматизации научных исследований в ядерной физике и смежных областях	29 июня - 2 июля	Новосибирск, СССР	15
32. Международный симпозиум по теории цепей	12-16 июля	Прага, ЧССР	1
33. V Международный семинар по физике высоких энергий и теории поля	12-18 июля	Протвино, СССР	18

34. I Всесоюзный биофизический съезд	3-8 августа	Москва, СССР	8
35. Международная школа по ядерной физике	26 августа - 8 сентября	Брашов, СРР	4
36. Международная конференция по теме: "Лазеры и их применение"	30 августа - 12 сентября	Бухарест, СРР	2
37. Школа по проблемам ядерной физики и физики твердого тела, изучаемым посредством сверхтонких взаимодействий	1-12 сентября	Бехине, ЧССР	10
38. I Всесоюзное совещание по теме: "Неклассические кристаллы"	9-20 сентября	Ереван, СССР	1
39. Международная школа и конференция по методам дифференциальной геометрии в математической физике"	12-21 сентяб- ря	Варна, НРБ	6
40. Совещание по микроканальным пластинам	14-17 сентяб- ря	Москва, СССР	2
41. Международное совещание по вопросам применения многопроволочных детекторов в прикладных исследованиях	14-17 сентяб- ря	Прага, ЧССР	4
42. V Тиханьский симпозиум по радиационной химии	19-24 сентяб- ря	Шиофок, ВНР	1
43. Всесоюзная школа по теме: "Неупругие взаимодействия адронов и ядер при высоких энергиях"	21-30 сентяб- ря	Алма-Ата, СССР	16
44. I Международная школа по автоматизации научных исследований	25 сентября - 2 октября	Пушино, СССР	4
45. I Всесоюзная школа молодых ученых по методам расчета электронно-оптических систем	25-30 сен- тября	Винница, СССР	5
46. Всесоюзная школа по физике плазмы	26 сентября - 4 октября	Харьков, СССР	3
47. II Рабочее совещание по применению радиоизотопов и радиационных процессов в промышленности	28 сентября - 1 октября	Лейпциг, ГДР	1
48. Совещание по теме: "Высокоэнергетические процессы в КХД"	1-5 октября	Новороссийск, СССР	16
49. Конференция по ядерно-физическим исследованиям	4-5 октября	Харьков, СССР	8
50. Всесоюзная конференция по квантовой теории поля и физике элементарных частиц	8-12 октября	Орджоникидзе, СССР	5
51. Всесоюзная школа по вопросам взаимодействия ускоренных частиц с веществом	11-25 октября	Ташкент, СССР	3
52. Всесоюзная конференция по физике полупроводников	12-15 октября	Баку, СССР	2

53. Всесоюзный семинар по теме: "Квантовая теории солитонов"	18-21 октября	Ленинград, СССР	1
54. Международный семинар по поляризационным исследованиям в физике твердого тела	18-24 октября	Магдебург, ГДР	4
55. VIII Всесоюзное совещание по ускорителям заряженных частиц	19-21 октября	Протвино, СССР	36
56. XXII Всесоюзное совещание по физике низких температур	20-23 октября	Кишинев, СССР	6
57. IV Международная школа по теории вероятностей и математической статистике	25 октября - 6 ноября	Варна, НРБ	1
58. V Международный симпозиум по надежности электроники	25-29 октября	Будапешт, ВНР	1
59. Международный симпозиум по теории элементарных частиц	31 октября - 5 ноября	Аренсхооп, ГДР	5
60. Международная конференция "Структура адронов-82"	1-5 ноября	Смоленице, ЧССР	4
61. XII Международный симпозиум по ядерной физике	22-26 ноября	Гауссиг, ГДР	6
62. Рабочее совещание по теме: "Исследования спиновых явлений в физике высоких энергий"	23-26 ноября	Протвино, СССР	10
63. II Международный семинар по теме: "Теоретико-групповые методы в физике"	24-26 ноября	Звенигород, СССР	25
64. Семинар по повышению интенсивности использования высокоомощной вычислительной техники	29 ноября - 3 декабря	Эрфурт, ГДР	3

II. Конференции в странах-неучастницах

1. I Международная конференция по непотенциальным взаимодействиям и их Ли-допустимой трактовке	5-7 января	Орлеан, Франция	2
2. Международная конференция по избранным аспектам реакций с тяжелыми ионами	3-7 мая	Сакле, Франция	3
3. IX Международная конференция по криогенной технике	11-14 мая	Кобе, Япония	1
4. Международный симпозиум по методам получения и физике высокозарядных ионов	1-5 июня	Стокгольм, Швеция	4
5. Международная конференция "Физика столкновения: ee/ep/рр взаимодействия при высоких энергиях"	2-4 июня	Стокгольм, Швеция	2
6. Международный симпозиум по много-частичной динамике	5-12 июня	Амстердам, Нидерланды	1

7. XXI Международная конференция по физике высоких энергий	26-31 июня	Париж, Франция	8
8. Международная конференция по атомной физике	1-17 августа	Гетеборг, Швеция	1
9. Арктическая школа по физике	1-13 августа	Акасломполо, Финляндия	3
10. Международная конференция по солитонам	22-27 августа	Эдинбург, Великобритания	2
11. Международная конференция по структуре ядра	30 августа - 4 сентября	Амстердам, Нидерланды	6
12. IX Международная конференция по рассеянию нейтронов конденсированными средами	1-4 сентября	Токио, Япония	3
13. Международная конференция по магнетизму	6-10 сентября	Киото, Япония	3
14. Международная конференция по ядерным данным для науки	6-10 сентября	Антверпен, Нидерланды	2
15. Международная конференция "Нейтрон и его применение"	13-17 сентября	Кембридж, Великобритания	4
16. V Международный симпозиум по физике высоких энергий с поляризованными пучками и мишенями	16-22 сентября	Брукхейвен, США	1
17. Международная конференция по ядроядерным взаимодействиям	26 сентября - 1 октября	Ист-Лансинг, США	3
18. Международная школа по физике элементарных частиц	19 сентября - 3 октября	Купари, Югославия	2
19. Междисциплинарная конференция по обратным задачам	30 ноября - 3 декабря	Монпелье, Франция	2

НАУЧНАЯ ИНФОРМАЦИЯ



ИЗДАТЕЛЬСКИЙ ОТДЕЛ

Издательский отдел в 1982 году выпустил в свет 900 наименований брошюр-сообщений и препринтов ОИЯИ. Количество изданных служебных материалов составило 241 наименование. Общий объем всех изданий - 1431,86 учетно-издательских листов.

Увидели свет 4 сборника трудов соещаний и конференций, организованных Объединенным институтом.

В редакции научных журналов, на конференции, симпозиумы в 1982 году направлено 1160 статей и докладов, содержащих результаты теоретических, экспериментальных и методических работ, выполняемых в Институте в соответствии с его проблемно-тематическим планом.

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

В 56 стран мира рассылались публикации Дубны. 75 новых адресов появилось в списке рассылки публикаций.

В обмен на информацию о работах, выполняемых в Дубне, научно-техническая библиотека Института получила 8991 препринт, 130 наименований журналов и 283 монографии.

Для оперативного информирования читателей научно-технической библиотеки о новых поступлениях продолжался выпуск экспресс-бюллетеней НТБ и патентного отдела. Вышел в свет ежегодный библиографический указатель работ сотрудников ОИЯИ за 1980 год и отчет о деятельности ОИЯИ за 1981 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 442286 копий.

Выполнялись заказы на переплетные работы - переплетено около 10 тысяч томов. Для обработки экспериментальной информации и других целей изготовлено около миллиона различных бланков.

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БИБЛИОТЕКА

В 1982 году число читателей научно-технической библиотеки и ее филиалов составило 6156 человек, в том числе 810 человек, прибывших в ОИЯИ в командировки. Количество выданной за год литературы и просмотренной на выставках

новых поступлений превышает 400 тысяч печатных единиц. По заказам читателей получено по межбиблиотечному абонементу (МБА) 1650 названий книг и журналов. Выполнено 894 читательских заявки, поступивших из библиотек СССР.

По всем источникам комплектования (покупка, подписка, книгообмен) в 1982 году поступило 17710 экземпляров книг, препринтов, периодических изданий, в том числе 7591 на иностранных языках. Проведена большая работа по очистке фонда от устаревшей и мало используемой литературы, списано в прошедшем году 15170 экземпляров.

На 1 января 1983 года библиотечный фонд составляет 375540 единиц, из них свыше 152 тысяч на иностранных языках.

Все поступившие издания своевременно обрабатывались и отражались в сводных каталогах центральной библиотеки и в каталогах филиалов. Введено свыше 18 тысяч карточек на новые поступления, изъято 13560 карточек на списанную литературу. Пополнились новыми сведениями о публикациях тематические картотеки журнальных статей и препринтов, введено 25447 карточек. Картотека публикаций сотрудников Института пополнилась 5269 карточками на новые публикации.

Подготовлен и сдан в печать библиографический указатель работ сотрудников ОИЯИ (ч. 21) за 1981 год.

Еженедельно выпускались экспресс-бюллетени о новых поступлениях библиотеки: "Книги", "Препринты", "Статьи". Всего за прошедший год выпущено 156 номеров бюллетеней, включивших новую информацию о 24053 наименованиях. Напечатано 76 списков на журналы, поступившие в библиотеку.

Еженедельно обновлялись выставки новых поступлений книг, препринтов, на которых было представлено 7917 новых названий, поступивших в НТБ.

Было организовано 8 тематических выставок литературы к совещаниям, школам, проходившим в Институте, к 60-летию образования СССР.

ОБМЕН ИЗДАНИЯМИ

Всего за 1982 год в научно-техническую библиотеку ОИЯИ поступило в порядке обмена 8991 публикация из 44 стран, в том числе из ЦЕРНа 1748. В порядке обмена в НТБ бесплатно поступают научные журналы из 22 стран (130 названий).

Конкретное количество поступлений показывает следующая таблица:

Страны-участницы ОИЯИ

Наименование страны	Препринты	Журналы	Книги
Болгария		8	2
Венгрия	103	5	5
ГДР	138	4	6
Куба		1	
МНР			15
Польша	34	10	5
Румыния	44	15	24
СССР	2285	30	140
Чехословакия	19	11	3

Другие страны

и международные организации

Наименование страны	Препринты	Журналы	Книги
Австралия	27	1	
Австрия	22	3	24
Алжир	2		
АРЕ	16		
Бельгия	16	5	
Бразилия	113		
Великобритания	271	1	2
Венесуэла	5		
Греция	3		
Дания	59	1	
Евратом		1	
Западный Берлин	25		
Израиль	25		
Индия	116	3	5
Индонезия	1		
Ирландия	18		
Исландия	1		
Испания	29		
Италия	469	1	1
Канада	153		
Колумбия	3		
Мексика	3		
Нидерланды	46		
Новая Зеландия	1		
Норвегия	20		
Пакистан	1		
Португалия	7		
США	1356	6	22
Турция	3		
Финляндия	88		
Франция	372	6	4
ФРГ	760	7	6
Чили	1		
Швейцария	95		
ЦЕРН	1748	3	12
Швеция	85		
Югославия	2	1	3
Япония	406	7	4

ПАТЕНТНЫЙ ОТДЕЛ

В 1982 году в СССР зарегистрировано два открытия, сделанных с участием сотрудников Объединенного института ядерных исследований:

- "Свойство одноэлектронных атомов в кристаллических полупроводниках быть глубокими донорами" (диплом №259). Авторы открытия: В.С.Роганов и др.

ПРАВОВАЯ ОХРАНА ОТКРЫТИЙ

- "Явление квантовой некогерентной диффузии положительных мю-мезонов в твердом веществе" (диплом №268). Авторы открытия: В.Г.Гребинник, В.А.Жуков и др.

Всего за 1958-1982 гг. в СССР зарегистрировано 29 открытий, сделанных с участием сотрудников ОИЯИ.

ЗАЩИТА И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЙ

	1982	1958- 1982
Получено положительных решений по заявкам на изобретения	47	864
Использовано изобретений	42	435

РАЦИОНАЛИЗАТОРСКИЕ ПРЕДЛОЖЕНИЯ

	1982	1958- 1982
Использовано рационализаторских предложений	761	10539
Экономический эффект от использования изобретений и рационализаторских предложений (в тыс.руб.)	205,9	2062,7

**АДМИНИСТРАТИВНО-
ХОЗЯЙСТВЕННАЯ
ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ**



КАДРЫ

Численность сотрудников Объединенного института ядерных исследований на 31 декабря 1982 года составила 7319 человек.

Распределение по категориям показано в таблице:

Категория работников	Численность		
	в лаборат. и управл.	в производств. подразд.	Всего
Научные работники	1098	-	1098
Инженеры	1598	245	1843
Техники и мастера	240	155	395
Рабочие	1901	1460	3361
Служащие	286	215	501
Младший обслуживающий персонал	22	61	83
Ученики	5	33	38
Итого	5150	2169	7319

В Объединенном институте ядерных исследований работают 5 академиков: Н.Н.Боголюбов, А.М.Балдин, Б.М.Понтекорво, Г.Н.Флеров, И.М.Франк, 5 членов-корреспондентов академий наук: Н.Н.Говорун, В.П.Джелепов, И.Звара, М.Г.Мещеряков, Д.В.Ширков, 137 докторов наук, 524 кандидата наук.

В 1982 году принято 859 человек, из них: научных работников 194, инженеров 147, техников и мастеров 43, рабочих 354,

учеников 49, служащих 57, младшего обслуживающего персонала 15 человек.

Уволено из ОИЯИ за тот же период в связи с окончанием срока работы и по другим причинам 726 человек.

В течение года учеными и научно-техническими советами ОИЯИ избраны на должности на новые сроки 174 научных сотрудника. Присвоены ученые звания младшего научного сотрудника - 32 сотрудникам, научного сотрудника - 4 сотрудникам и старшего научного сотрудника - 24 сотрудникам, профессора - 4 сотрудникам.

В течение 1982 года защитили кандидатские диссертации 23 сотрудника, докторские - 12.

ФИНАНСОВАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

Комитетом Полномочных Представителей правительств государств-членов Объединенного института ядерных исследований для проведения научно-исследовательских работ, капитального строительства и других мероприятий, связанных с деятельностью Института, на 1982 год ассигновано 45750 тысяч рублей.

Фактические расходы за год составили 39513 тысяч рублей, или 86,4% по отношению к годовым ассигнованиям.

Проблемно-тематический план научно-исследовательских работ в 1982 году в сметной стоимости выполнен на 100,0%. Фактические затраты составили 28945 тысяч рублей, или 97,3%. Достигнута экономия 805 тысяч рублей.

Распределение бюджета по разделам приведено в таблице:

Наименование разделов	Годовые ассигнования / тыс.руб./	Фактическое выполнение / тыс.руб./	в % к плану
I. Административно-управленческие и хозяйственные расходы	7044	6976	99,0
II. Расходы на научно-исследовательскую деятельность	22706	21969	96,8
Итого по основной деятельности:	29750	28945	97,3
III. Капитальные вложения на строительство научно-исследовательских и других объектов	16000	10568	66,0
Всего:	45750	39513	86,4

КАПИТАЛЬНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО

Затраты на капитальное строительство научно-исследовательских и других объектов в 1982 году планировались

в размере 16000 тысяч рублей. Выполнение годового плана капитального строительства показано в таблице:

Структура капитального строительства	Годовой план /тыс.руб./	Фактическое выполнение /тыс.руб./	% выполнения
Всего капитальных вложений, в том числе:	16000	10568	66,0
1. Строительно-монтажные работы	3697	1554	42,0
2. Оборудование и инвентарь	11551	8599	74,4
3. Прочие капитальные работы и затраты /в т.ч. проектно-изыскательские работы/	752	415	55,2
Ввод в действие основных средств /фондов/	14428	12104	83,9

ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

В составе ОИЯИ находятся производственные, вспомогательные и обслуживающие подразделения.

Деятельность этих подразделений за 1982 год характеризуется основными показателями, приведенными в таблице:

Показатели	Годовой план	Фактическое выполнение	% выполнения
1. Объем готовой продукции, выполненных работ и оказанных услуг в тыс.руб.	11950	12460	104,3
2. Результаты финансово-хозяйственной деятельности в тыс.руб.	175	1285	
3. Затраты на один рубль готовой продукции, выполненных работ и оказанных услуг /в копейках/	0-98,5	0-89,7	
4. Численность работающих	2051	1976	