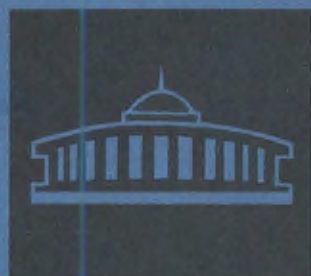


ДУБНА·1990

ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

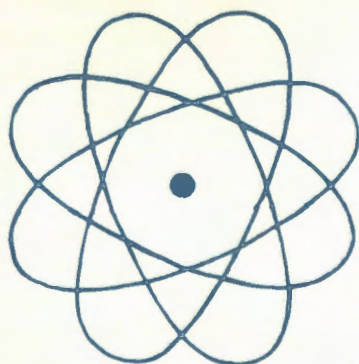


JOINT INSTITUTE FOR NUCLEAR RESEARCH

1990·DUBNA

Экз. чит. зб.

**ОТЧЕТ
О ДЕЯТЕЛЬНОСТИ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ**



ЕЖЕГОДНОЕ ИЗДАНИЕ

Объединенный институт
ядерных исследований
БИБЛИОТЕКА

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
РУКОВОДЯЩИЕ И КОНСУЛЬТАТИВНЫЕ ОРГАНЫ ОИЯИ	
Деятельность руководящих и консультативных органов	8
Премии	21
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЕ РАБОТЫ, ВЫПОЛНЕННЫЕ ЛАБОРАТОРИЯМИ ОИЯИ В 1990 ГОДУ	
Лаборатория теоретической физики	24
Лаборатория высоких энергий	36
Лаборатория ядерных проблем	51
Лаборатория ядерных реакций	64
Лаборатория нейтронной физики	80
Лаборатория вычислительной техники и автоматизации	94
Лаборатория сверхвысоких энергий	102
МЕЖДУНАРОДНЫЕ СВЯЗИ И НАУЧНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО	114
ОБЩЕИНСТИТУТСКИЕ СЛУЖБЫ	
Отдел радиационной безопасности и радиационных исследований	140
Опытное производство	141
НАУЧНАЯ ИНФОРМАЦИЯ	
Издательский отдел	144
Научно-техническая библиотека	144
Патентный отдел	145
АДМИНИСТРАТИВНО-ХОЗЯЙСТВЕННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ	148

ВВЕДЕНИЕ

Минувший год был для нашего Института достаточно сложным. Положение его в мировом научном сообществе представлялось неопределенным. Но на внеочередном совещании Комитета Полномочных Представителей правительств государств — членов Объединенного института ядерных исследований представители всех стран-участниц заявили о намерении продолжать научную деятельность в рамках ОИЯИ. Так, Румыния, которая по известным причинам была вынуждена в последние годы свести до минимума планы сотрудничества, снова полнокровно участвует в работе Института, а долевой взнос вышедшей из ОИЯИ ГДР сделала объединенная Германия в конвертируемой валюте.

В то же время всем стало совершенно ясно, что сотрудничество должно обрести качественно новый характер, быть взаимовыгодным, базироваться на реальных возможностях стран-участниц ОИЯИ. Стратегия деятельности Института, перспективы его развития, приоритетные направления исследований должны быть определены на основе этих концепций, а также нацелены на упрочение международного статуса Объединенного института ядерных исследований.

Большинство стран-участниц в числе приоритетных научных направлений для ОИЯИ назвали первой ядерной физику, второй — физику конденсированного состояния вещества и, наконец, физику элементарных частиц, исследова-

Вице-директор ОИЯИ профессор Д.Эберт и Полномочный Представитель правительства СССР в ОИЯИ министр атомной энергетики и промышленности СССР В.Ф.Коновалов на совещании КПП в октябре 1990 года





Президент Академии наук СССР Г.И.Марчук и вице-президент АН СССР А.А.Логунов встретились в Дубне с научной общественностью Объединенного института ядерных исследований. На снимке (слева направо): сидят – А.Н.Сисакян, А.А.Логунов, Д.Киш, Г.И.Марчук, Н.Н.Боголюбов, М.Г.Мещеряков, А.А.Васильев, В.П.Джелепов; стоят – И.А.Савин, Ю.Н.Денисов, Д.В.Ширков, А.И.Романов, А.М.Балдин, С.И.Федотов, Г.Н.Флеров, Р.Позе, Ю.Ц.Оганесян, В.Г.Кадышевский, В.Г.Калинников, В.Л.Аксенов, Ц.Вылов

ния по которой надо ориентировать на ЦЕРН и ИФВЭ (Протвино). Дирекция ОИЯИ, в свою очередь, предложила перейти от сложившейся практики пятилетнего планирования к составлению перспективной программы развития Института с указанием научных тем, их финансирования и сроков выполнения, с ежегодным утверждением финансирования на следующий год. С целью концентрации сил и средств был закрыт ЛИУ-30, полностью демонтирован У-300, сворачиваются работы на пузырьковых камерах. Сделаны первые шаги по привлечению на работу в ОИЯИ специалистов из Советского Союза на контрактной основе.

В 1990 году исследовательские работы проводились по 40 научным проблемам, включающим 91 тему. По всем темам осуществлялось сотрудничество с заинтересованными организациями стран-участниц Института, а по 24 темам – с международными и национальными научными организациями других стран. Главные приоритеты, как и в прошлом 1989 году, имели работы по созданию ускорительного комплекса У-400+У-400М, совершенствованию реактора

ИБР-2, развитию ЦВК ОИЯИ, проекту “Нуклотрон”. Наиболее важные физические результаты были получены в исследовании механизма релятивистских ядерных взаимодействий; в экспериментах по поиску изотопов новых элементов; в реакциях по синтезу новых нейтроноизбыточных нуклидов; получены новые данные о структуре, динамике, электромагнитных и теплофизических свойствах высокотемпературных сверхпроводников.

Состоялся первый большой сеанс на ускорителе LEP, в ходе которого на установке DELPHI в совместном ЦЕРН-ОИЯИ эксперименте набрано около 100 тысяч событий с Z^0 -бозонами. Определены масса и ширина Z -бозона, число поколений легких нейтрино, эффективный угол слабого смешивания (угол Вайнберга) и др.

В ИФВЭ (Протвино) на пучке ускорителя У-70 осуществлен пуск первой очереди комплекса “Меченые нейтрино”, проведена комплексная наладка спектрометра СВД и начат набор статистики по поиску очарованных частиц. В эксперименте на установке “Позитроний” осуществлено наблюдение и исследование эф-

фекта кулоновского взаимодействия в системе $\pi^+\pi^-$ -мезонов. Показано, что экспериментальные данные хорошо описываются формулой Сахарова.

В совместных с ЛИЯФ (Гатчина) экспериментах была достигнута рекордная точность (0,3%) в измерении времени жизни нейтрона.

В составе центрального вычислительного комплекса ОИЯИ запущены в эксплуатацию две ЭВМ ЕС-1066 и вторая ЭВМ ЕС-1037. Создан многомашинный комплекс ЕС ЭВМ на базе общей дисковой памяти. Все ЭВМ комплекса работают под управлением операционной системы виртуальных машин.

С чувством глубокого сожаления нужно отметить, что в прошедшем году ушли из жизни видные ученые, стоявшие у истоков деятельности Объединенного института, — академики И.М.Франк и Г.Н.Флеров (СССР), Х.Христов (РБ), а также много сделавшие для развития

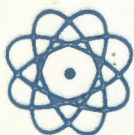
ОИЯИ член-корреспондент АН ЧСФР М.Гмитро и Г.И.Колеров (СССР).

Довести все начатое до конца — вот главная задача в новом году. В 1991 году должен состояться пуск нуклотрона и ускорителя У-400М, определиться положение с созданием ст-фабрики. К важнейшим событиям, с которыми связывается будущее Института, надо отнести и определение статуса Германии по участию в ОИЯИ. Дирекция готовит проект программы развития Объединенного института ядерных исследований. Начата сложная и ответственная работа: пересмотр Устава ОИЯИ, Положения о персонале ОИЯИ, Соглашения между ОИЯИ и правительством СССР и т.д. Планируя нашу научную политику, мы должны помнить, что мы включаемся в систему мировых научных связей, что наука интернациональна, не признает границ и должна служить на благо человечества.

Vincent

Д.Киш
Директор Объединенного института
ядерных исследований

**РУКОВОДЯЩИЕ
И КОНСУЛЬТАТИВНЫЕ
ОРГАНЫ ОИЯИ**



ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ РУКОВОДЯЩИХ И КОНСУЛЬТАТИВНЫХ ОРГАНОВ ОИЯИ

13 – 14 марта в Дубне состоялось совещание Комитета Полномочных Представителей правительств государств-членов Объединенного института ядерных исследований. По докладу дирекции о деятельности ОИЯИ в 1989 году и задачах на 1990 год Комитет Полномочных Представителей отметил, что Объединенный институт добился определенных успехов в различных областях исследований структуры элементарных частиц и атомного ядра, изучении их взаимодействий, исследовании структуры конденсированных сред, разработке методов проведения экспериментов и анализа данных. Получены важные результаты как фундаментального, так и прикладного характера.

Комитет Полномочных Представителей одобрил работу Объединенного института по выполнению плана научно-исследовательских работ и международного сотрудничества в 1989 году, утвердил решения 66 и 67 сессий Ученого совета ОИЯИ, а также план научно-исследовательских работ и международного сотрудничества на 1990 год, планы проведения научных совещаний, командирования специалистов ОИЯИ на международные и национальные конференции, симпозиумы, совещания и школы в 1990 году.

В качестве главных задач Института в 1990 году отмечены следующие:

- дальнейшее развитие современных теоретических методов физики элементарных частиц и атомного ядра, конденсированных состояний, в том числе исследования свойств высокотемпературных сверхпроводников, а также проведение экспериментальных исследований в этих направлениях на базовых установках ОИЯИ, ускорителях ИФВЭ и ЦЕРНа в соответствии с задачами, поставленными в решениях 67 сессии Ученого совета ОИЯИ;

- работы по завершению создания систем нуклотрона, совершенствование систем реактора ИБР-2, работы по физическому пуску У-400М;

- развитие и эффективное использование центрального вычислительного комплекса Института;

- участие в разработке совместно с ИФВЭ отдельных систем УНК и подготовка первоочередных экспериментов на нем;

- работы в области прикладных исследований;

- разработка физического обоснования эскизного проекта, включая технико-экономическое обоснование, комплекса накопителей ионов, электронов и позитронов в Объединенном институте, подготовка международной экспертизы проекта.

Заслушав доклад дирекции о проекте пятилетнего плана развития ОИЯИ на 1991 – 1995 годы, Комитет Полномочных Представителей признал необходимость развития ОИЯИ как международного научного центра с собственной конкурентоспособной научной базой. КПП поручил дирекции ОИЯИ доработать проект плана как программы, выводящей ОИЯИ на качественно новый уровень, и просил правительства стран-участниц с пониманием рассмотреть вопрос финансирования ОИЯИ в 1991 – 1995 годах с контрольными цифрами по бюджету в размере 340–350 млн.руб. В проекте пятилетнего плана предложено предусмотреть создание в Институте комплекса накопителей ионов, электронов и позитронов.

Комитет Полномочных Представителей одобрил работу Финансового комитета и Контрольной комиссии по рассмотрению и анализу финансово-хозяйственной деятельности Института, утвердил отчет Объединенного института ядерных исследований об исполнении бюджета за 1988 год, принял к сведению сообщение дирекции ОИЯИ об исполнении бюджета Института за 1989 год, утвердил бюджет ОИЯИ на 1990 год, долевые взносы государств-членов Института, план капитального строительства на 1990 год. КПП согласился с предложением о финансировании работ по созданию физических установок начиная с 1991 года по разделу “Основная деятельность”. По предложению дирекции Института КПП утвердил изменения и дополнения Положения о персонале ОИЯИ (раздел “Отпуска”), а также подчеркнул целесообразность проведения регулярных сове-



Внеочередное Совещание Комитета Полномочных Представителей правительств государств – членов ОИЯИ



щений Комитета Полномочных Представителей начиная с первого вторника марта каждого года. Внеочередное совещание КПП решено провести в конце сентября 1990 года.

Внеочередное совещание Комитета Полномочных Представителей правительств государств-членов ОИЯИ проходило в Дубне 2 – 4 октября. Заслушав доклады дирекции Института о проекте пятилетнего плана развития ОИЯИ на 1991 – 1995 годы, а также о проекте накопительного комплекса электронов, позитронов и ионов (ст-фабрики), КПП отметил, что за период с марта по октябрь 1990 года в Объединенном институте проведена определенная работа по совершенствованию проекта плана на 1991 – 1995 годы. При доработке пятилетнего плана произведено перераспределение финансирования в пользу собственной экспериментальной базы Института и наиболее конкурентоспособных в мировой науке направлений и проектов.

Комитет Полномочных Представителей принял постановление, в котором, в частности, говорится:

Считать приоритетной задачей в течение 1991 года всестороннее рассмотрение перспек-

тивы дальнейшего развития Объединенного института ядерных исследований как современной международной организации, его участия в крупных международных научных программах, новых форм международной кооперации, эффективности научно-исследовательских работ, условий труда и быта сотрудников ОИЯИ. В связи с этим создать из представителей стран-участниц и ОИЯИ рабочую группу для пересмотра и подготовки концепции новых основных нормативных актов Института с целью их обсуждения на совещании КПП в марте 1991 года. Окончательные проекты таких нормативных актов должны быть представлены для утверждения Полномочным Представителям стран-участниц не позднее конца августа 1991 года.

Продолжить в 1991 году работы по проектированию накопителей электронов, позитронов и ионов. Представить КПП не позже мартовского совещания 1992 года согласованный с исполнительными организациями план-график работ и их смету.

Согласиться с распределением финансирования по направлениям научной деятельности Объединенного института в соответствии с решением Ученого совета ОИЯИ, в основу которого закладываются предложения стран-участниц

26 – 27 мая в Дубне проходило очередное заседание Международной консультативной комиссии по научной политике ОИЯИ



по финансированию тем и проектов, а также с контрольными цифрами по бюджету Института на 1991 год.

Заслушав доклад административного директора Объединенного института профессора Ю.Н.Денисова "О финансировании деятельности ОИЯИ" и обсудив проблемы, стоящие перед Институтом в этой области, Комитет Полномочных Представителей принял к сведению следующее предложение дирекции по их решению: долевые взносы всех стран-участниц Объединенного института ядерных исследований на финансирование его деятельности определяются и оплачиваются в двух видах валют: свободно конвертируемой и рублях СССР.

9 – 11 января в Дубне состоялась 67 сессия Ученого совета ОИЯИ. Ученый совет одобрил мероприятия дирекции Института и дирекций лабораторий по выполнению решений 65 и 66 сессий Ученого совета ОИЯИ.

Были приняты к сведению рекомендации научно-координационных советов ОИЯИ. В связи с этим Ученый совет предложил дирекции Института при подготовке Проблемно-тематического плана на 1991 год руководствоваться новым подходом к планированию и

финансированию, учитывающим заинтересованность стран-участниц. Проекту КОКОС рекомендовано присвоить общеполитинститутский статус.

Ученый совет рекомендовал дирекции ОИЯИ и дирекции Лаборатории высоких энергий закрыть синхрофазотрон после запуска нуклотрона и получения его пучков, ускорить работу по созданию проекта инжекционного комплекса. Дирекции ОИЯИ и дирекциям ЛЯП, ЛНФ и ЛЯР рекомендовано рассмотреть возможность перенесения исследований с фазотрона и ИБР-30 на другие базовые установки в ОИЯИ и вне Института, в частности на Московскую мезонную фабрику.

В качестве одной из важных задач общеполитинститутского значения Ученый совет отметил программу развития библиотечно-информационных служб. Ученый совет поддержал инициативу дирекции Лаборатории теоретической физики о проведении ежегодных школ для студентов по проблемам теоретической физики и придании им международного статуса. Ученый совет счел абсолютно необходимым организацию в ОИЯИ международной автоматической телефонной связи, предложил упростить процедуру отправки любой корреспонденции, с тем чтобы обмен информацией между Объединен-





Участники заседаний 68 сессии Ученого совета ОИЯИ академик А.Н.Скринский, директор ЛНФ доктор физико-математических наук В.Л.Аксенов, доктор физико-математических наук Э.А.Перельштейн и заместитель директора ЛНФ доктор физико-математических наук Ю.П.Попов обсуждают проблему создания комплекса накопителей электронов, позитронов и ионов в Дубне

ным институтом и другими научными центрами через почту, телефакс и телекс соответствовал международным нормам.

Ученый совет одобрил представленный дирекцией Института доклад о кадрах специалистов из стран-участниц ОИЯИ и предложил дирекции продолжить работу по привлечению молодых специалистов в ОИЯИ. Совет выразил заинтересованность в развитии сотрудничества с учеными Румынии и просил дирекцию установить контакты с руководством Румынии с целью активизации участия румынских специалистов в работе Института. Утвердил план проведения научных совещаний ОИЯИ на 1990 год и план участия ОИЯИ в международных и национальных конференциях, симпозиумах, совещаниях, школах в 1990 году.

Ученый совет принял к сведению представленный дирекцией проект пятилетнего плана развития ОИЯИ на 1991 – 1995 годы, предложил доработать его с учетом замечаний и рассмотреть его на очередном совещании Комитета Полномочных Представителей. Для реализации задач пятилетнего плана, выводящих Институт на качественно новый уровень, Совет считает желательным установить финансирование на 1991 – 1995 годы в размере 340 млн.руб. и обращается с этой просьбой к КПП. Ученый совет решил создать Комиссию экспертов для выработки предложений о сокращении отдельных

научный направлений и тем с целью концентрации усилий и повышения эффективности научной работы в Институте. В качестве перспективных в новой пятилетке отмечены следующие базовые установки Объединенного института: накопитель электронов и позитронов (ст-фабрика с возможным развитием в источник синхротронного излучения), У-400+У-400М и накопитель тяжелых ионов, нуклотрон, ИБР-2.

Состоялись выборы на должности директора и заместителей директоров ряда лабораторий ОИЯИ.

Ученый совет утвердил решение жюри о присуждении премий ОИЯИ за лучшие работы, выполненные в 1989 году.

5 – 7 июня в Дубне состоялась 68 сессия Ученого совета ОИЯИ. Ученый совет принял к сведению информацию председателей научно-координационных советов профессоров А.Н.Сисакяна, Д.Эберта и В.Г.Кадышевского. Рекомендовал более четко определять приоритеты обсуждаемых НКС проектов, обеспечивая независимое рецензирование. Совет просил дирекцию Института представить на сессии научно-координационных советов в 1991 году контрольные цифры распределения валютного финансирования, включая международное со-

трудничество, с целью выработки рекомендаций по приоритетам.

Был принят к сведению представленный дирекцией проект проблемно-тематического плана научно-исследовательских работ и международного сотрудничества ОИЯИ на 1991 год. Странам-участницам предложено направить до 1 октября 1990 года в дирекцию Института замечания и предложения в проект плана. Совет поддержал позицию дирекции о необходимости повышения эффективности деятельности Института и дальнейшей концентрации усилий на главных направлениях. Одобрил с поправками проект плана научных совещаний ОИЯИ на 1991 год.

Ученый совет заслушал информацию директора Института академика Д.Киша о проекте пятилетнего плана развития ОИЯИ на 1991 – 1995 годы. После обсуждения представленного (третьего) варианта проекта Совет одобрил его основные положения. Принципиально поддержано предложение о создании комплекса накопителей ионов, электронов и позитронов (ст-фабрика с возможным развитием в большой синхротронный источник), направленного на развитие собственной базы, выводящей Объединенный институт на передовые рубежи.

В целях концентрации научных исследований Ученый совет посчитал необходимым

ограничить число развиваемых в Институте базовых установок, в связи с этим решено:

- прекратить работы по сооружению ускорителя ЛИУ-30 в 1990 году;
- закрыть синхрофазотрон после запуска нуклотрона и начала экспериментов на нем (не позднее начала 1992 года);
- перевести частично на самоокупаемость фазотрон начиная с 1992 года;
- закрыть установку ИБР-30 с ЛУЭ-40 не позднее 1993 года по мере создания НИВР;
- сократить с 1992 года работы на пузырьковых камерах, связанные с самостоятельными экспериментами на них, предусмотрев возможность перевода этих работ на договорную основу.

Ученый совет выразил благодарность Комиссии экспертов Совета и Международной комиссии экспертов за проведенную работу и предложенные рекомендации. Совет присоединился к обращению КПП от 13 – 14 марта 1990 года к правительствам стран-участниц ОИЯИ с просьбой поддержать научную программу Института на 1991 – 1995 годы и выделить на ее реализацию 350 млн.руб. (в ценах 1989 года).

Ученый совет заслушал доклад директора Лаборатории сверхвысоких энергий профессора И.А.Савина “Основные итоги NA-4”. Состоялись выборы на должности.

4 СЕССИЯ НАУЧНО-КООРДИНАЦИОННЫХ СОВЕТОВ

СЕССИЯ НАУЧНО-КООРДИНАЦИОННОГО СОВЕТА ПО ФИЗИКЕ НИЗКИХ И ПРОМЕЖУТОЧНЫХ ЭНЕРГИЙ, 3 – 5 апреля

Обсудив отчет председателя о выполнении решений третьей сессии, члены НКС приняли отчет к сведению и обратились к Ученому совету и дирекции ОИЯИ с просьбой организовать в ближайшее время разработку проекта нового Устава Объединенного института, а также отметили недостаточные совместные усилия лабораторий по содействию работе созданных при НКС комиссий.

В основу работы НКС было положено рассмотрение второго варианта проекта пятилетнего плана развития ОИЯИ на 1991-1995 годы, а также новых проектов, не рассмотренных на третьей сессии НКС, и возможностей их реализации в следующем пятилетии.

Научно-координационный совет поддержал предложение о контрольных цифрах по бюджету ОИЯИ на 1991 – 1995 годы в размере 340–350 млн. руб., а также предложение о разработке проекта комплекса накопителей ионов, электронов и позитронов как новой базовой установки ОИЯИ. НКС подтвердил рекомендации третьей сессии НКС по работе базовых установок в области физики низких и промежуточных энергий. С учетом принятых на третьей сессии десяти проектов предложены к реализации дополнительно следующие проекты: накопитель ионов, нейтронный источник высокого разрешения НИВР (с возможностью его реализации в рамках проекта комплекса накопителей ионов, электронов и позитронов), МЕЗОН, ФРЕД, УГРА, ОБЕЛИКС (при сокращении объема финансирования на приобретение вычислительной техники), проект ERIS. Проекты КАСКАД и ПЭГАС были рекомендованы при условии изыскания дирекциями ЛНФ и ЛЯР средств для их реализации в рамках соответ-

ОРГАНЫ УПРАВЛЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО ИНСТИТУТА ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

КОМИТЕТ ПОЛНОМОЧНЫХ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ

И. Ванков (Народная Республика Болгария)
И. Лаит (Венгерская Республика)
Дао Вонг Дык (Социалистическая Республика Вьетнам)
В. Вак (Германская Демократическая Республика)
Ким Хи Мун (Корейская Народно-Демократическая Республика)
Х. Росалес (Республика Куба)

В. Далксурэн (Монгольская Народная Республика)
Р. Меллзны (Республика Польша)
М. Онческу (Румыния)
А. А. Васильев (Союз Советских Социалистических Республик)
М. Семан (Чехо-Словацкая Федеративная Республика)

Финансовый комитет
По одному представителю от
каждой страны-участницы
ОИЯИ

УЧЕНЫЙ СОВЕТ ОБЪЕДИНЕННОГО ИНСТИТУТА ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Председатель - Д. Ким (ВР)
А. Н. Сисакян (ОССР)
Д. Эберт (ГДР)
Главный ученый секретарь - Г. И. Колеров (ОССР)

Народная Республика Болгария	Венгерская Республика	Социалистическая Республика Вьетнам	Германская Демократическая Республика	Корейская Народно-Демократическая Республика	Республика Куба	Монгольская Народная Республика	Республика Польша	Румыния	Союз Советских Социалистических Республик	Чехо-Словацкая Федеративная Республика
Н. Ангелов Т. Русков	Т. Фенеш Я. Эре	Нгуен Ван Хьеу Нгуен Тхи Хонг Нгуен Ван Вьонг	К.-Г. Каун А. Майер Г. Музиоль	Ким Чел Хо Ли Ен Ха Пах чан Мо	Э. Педреро	Н. Ганбаатар Р. Торгоо Д. Чултэм	Р. Сосновски А. Хрынкевич Е. Яник	Д. Бэлли А. Михул М. Петрашку	С. Т. Белиев А. А. Васильев И. В. Чувило	Р. Мах М. Семан

Научно-координационный совет ОИЯИ
по физике высоких энергий
Председатель - А. Н. Сисакян
Ученый секретарь - М. Г. Шафранова

Научно-координационный совет ОИЯИ
по физике низких и промежуточных энергий
Председатель - Д. Эберт
Ученый секретарь - Н. К. Скобелев

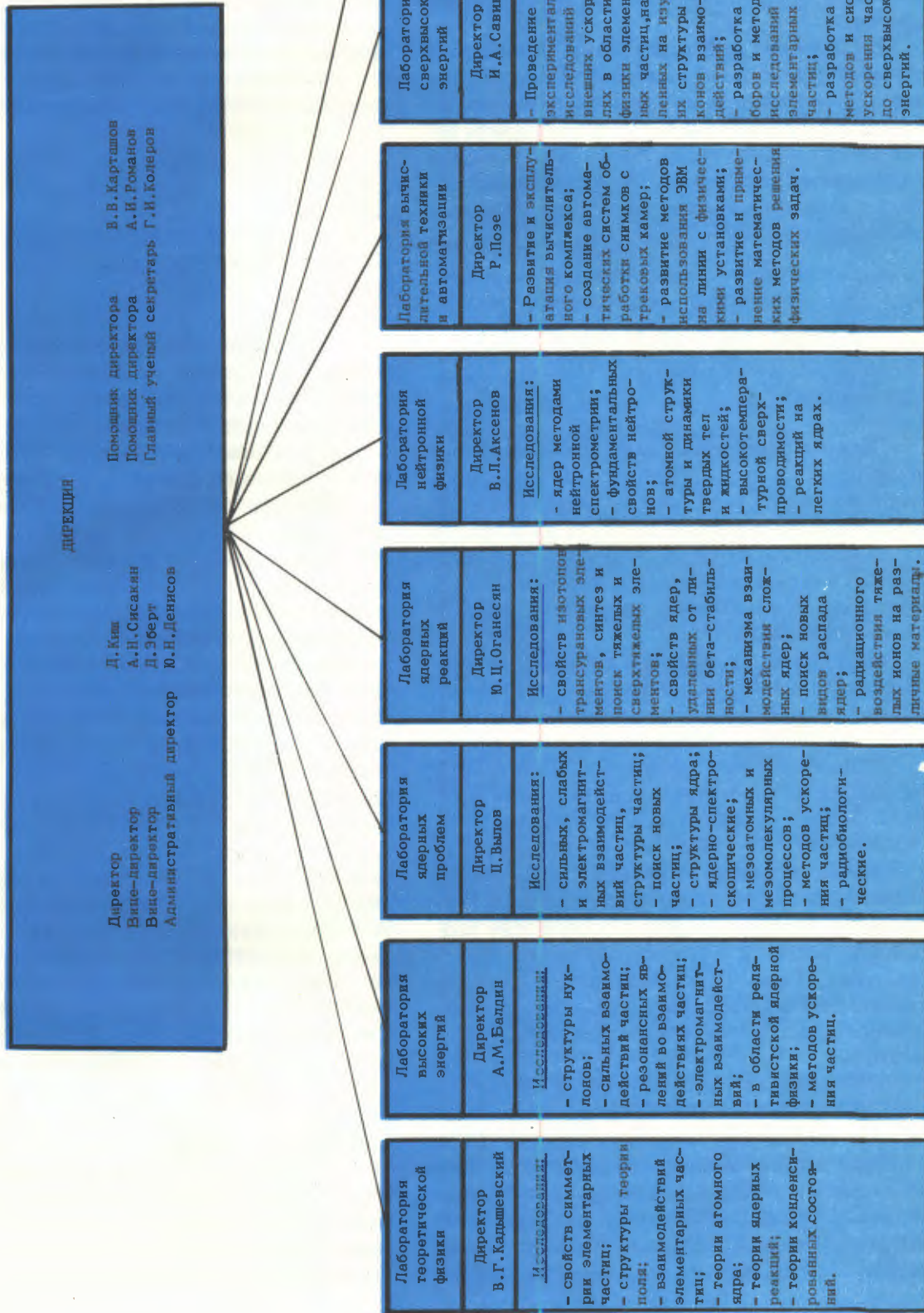
Научно-координационный совет ОИЯИ
по теоретической физике
Председатель - В. Г. Карамевский
Ученый секретарь - М. А. Смондырев

Научно-координационный совет ОИЯИ
по исследованию конденсированных
сред ядерными методами

Председатель - Д. Эберт
Ученый секретарь - А. Б. Кунченко

Научно-координационный совет ОИЯИ
по единой технической политике

Председатель - А. Н. Сисакян
Ученый секретарь - Б. А. Шестаков



вующих направлений. С учетом обсуждения проектов ИВЦ ЛНФ, ИВЦ ЛЯР и проекта АФИНА НКС по единой технической политике рекомендовал приступить к их реализации начиная с 1991 г.

Научно-координационный совет обратился к дирекциям ЛНФ, ЛЯП и ЛЯР с просьбой представить на осеннюю сессию предложения в план-график реализации одобренных на НКС проектов, уточнив общее и валютное финансирование.

НКС просил дирекцию ОИЯИ реализовать новый подход к планированию и финансированию тем при подготовке проекта Проблемно-тематического плана на 1991 год и представить такой проект на осеннее заседание НКС с учетом высказанных замечаний. На заседании был обсужден доклад о планах конференций и рабочих совещаний по тематике НКС.

СЕССИЯ НАУЧНО-КООРДИНАЦИОННОГО СОВЕТА ПО ФИЗИКЕ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ, 10 – 12 апреля

Обсудив отчет председателя НКС о выполнении решений предыдущей сессии, члены НКС одобрили его. На заседании был заслушан и обсужден доклад о втором варианте пятилетнего плана развития ОИЯИ на 1991 – 1995 годы. Члены НКС высказали пожелание дирекции ОИЯИ продолжить дальнейшую проработку проекта пятилетнего плана.

Была принята к сведению информация о состоянии дел по сооружению нуклотрона и отмечено, что темп работ необходимо ускорить. НКС в основном одобрил уточненный вариант проекта "Инжекционный комплекс нуклотрона". Рассмотрен ряд проектов, представленных ЛВЭ. НКС одобрил проект ДИСК, а проекты УПК, ГАММА, ФОТОН – МАССЕР – КОНУС принял к сведению и просил дирекции ОИЯИ и ЛВЭ рассмотреть вопрос о возможности их финансирования с учетом экспертных оценок этих проектов и реальной заинтересованности стран-участниц. Члены НКС поддержали решение Ученого совета Объединенного института о разработке проекта ст-фабрики, включая детекторы для нее.

НКС одобрил создание центра обработки данных с установки ДЕЛФИ, проведение тестового сеанса в ЦЕРНе по проекту СРВ. Одобрил предложение по разработке и промышленному внедрению электроники в стандартах FASTBUS, VXI и VME и обеспечению соответствующими блоками экспериментов ОИЯИ. Члены Научно-координационного со-

вета высказались в поддержку проекта ЭЛЕКТРОНИКА и ЦЕНТР, поддержали проект разработки технологии изготовления и создания участка по производству пластиковых волоочных газовых детекторов, одобрили предложение по развитию комплекса средств обработки filmовой информации с трековых установок на 1991 – 1995 годы.

НКС рассмотрел Проблемно-тематический план на 1991 год и просил дирекцию Института реализовать новый подход к планированию и финансированию на 1991 год.

Участникам сессии были представлены научные доклады, направленные на международные конференции.

СЕССИЯ НАУЧНО-КООРДИНАЦИОННОГО СОВЕТА ПО ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ФИЗИКЕ, 17 – 18 апреля

В.Г.Кадышевский выступил на сессии с докладом "О проекте проблемно-тематического плана теоретических исследований на 1991 – 1993 годы", который подвел итог длительному процессу изменения структуры ЛТФ. НКС утвердил предложенный план.

Заслушав информацию А.В.Сидорова о международном сотрудничестве ЛТФ, члены НКС высказались за принятие ряда дополнительных мер по повышению эффективности международного сотрудничества и внесли свои предложения. В частности, в случае уменьшения числа сотрудников штата дирекции необходимо предусмотреть увеличение числа краткосрочных командировок в ОИЯИ ученых из стран-участниц с более гибким планированием и регулированием их продолжительности и последующим контролем качественной стороны сотрудничества.

На заседании НКС был заслушан доклад дирекции Института "О пятилетнем плане развития ОИЯИ на 1991 – 1995 годы". НКС поддержал предложение о контрольных цифрах по бюджету ОИЯИ на 1991 – 1995 годы в размере 350 млн.руб. в действующих ценах и подчеркнул необходимость сохранения ОИЯИ как международного центра.

С научными докладами, посвященными проекту комплекса накопителей электронов, позитронов и тяжелых ионов и физической программе ст-фабрики, выступили А.Н.Сисакян и С.М.Биленький. НКС поддержал решение Ученого совета ОИЯИ о разработке проекта ст-фабрики и детекторов для нее и отметил, что сооружение ст-фабрики создаст новые возможности для изучения физических свойств квар-

ков второго поколения и лептонов третьего поколения. НКС подчеркнул, что сооружение фабрики и детекторов для нее к 1995 – 1996 годам возможно лишь при широкой кооперации с западными научными центрами и институтами СССР.

Заслушав информацию Л.Г.Ткачева о возможности включения ОИЯИ в Европейскую компьютерную сеть EARN, члены НКС указали на необходимость срочно начать финансирование проекта КОКОС, включая инвалютные затраты, и обратились к дирекции Объединенного института с просьбой уже с апреля 1990 года предпринять шаги по неотложной реализации проекта.

СЕССИЯ НАУЧНО-КООРДИНАЦИОННОГО СОВЕТА ПО ИССЛЕДОВАНИЮ КОНДЕНСИРОВАННЫХ СРЕД ЯДЕРНЫМИ МЕТОДАМИ, 19 – 21 апреля, Дрезден, ГДР

Заседания Научно-координационного совета были посвящены, главным образом, обсуждению пятилетнего плана развития ОИЯИ и международного сотрудничества между научными центрами Германской Демократической Республики и ОИЯИ.

НКС заслушал руководителей одобренных проектов, которые представили планы-графики их реализации, и рекомендовал дирекциям лабораторий доработать их с целью окончательного установления приоритетов. Отметил, что реализация в полном объеме проекта развития ИБР-2 как одной из конкурентоспособных на мировом уровне базовых установок ОИЯИ, а также полное оснащение его экспериментальных установок необходимым оборудованием является одной из первоочередных задач Института.

НКС еще раз подчеркнул важность последовательной реализации нового подхода к финансированию научно-исследовательских работ из фонда коллабораций по предложениям стран-участниц. Внимание Ученого совета и дирекции ОИЯИ было обращено на необходимость закрепления на НКС финансирования, включая валютное, а также ресурсов ОИЯИ, в том числе ОП ОИЯИ.

Обсуждая вопросы политики развития ОИЯИ в следующем пятилетии, члены НКС отметили, что особенно необходима в настоящий момент консолидация сил научной общественности ОИЯИ для выработки научной программы, обеспечивающей перспективное развитие Института как международного центра. НКС

обратился к дирекции ОИЯИ с просьбой привести в соответствие Устав и структуру ОИЯИ с задачами развития Института на современном этапе.

Один из дней сессии был полностью посвящен научным докладам о результатах и перспективах исследований в области физики конденсированных сред и радиобиологии, проводимых в ОИЯИ и научных центрах Германской Демократической Республики.

СЕССИЯ НАУЧНО-КООРДИНАЦИОННОГО СОВЕТА ПО ЕДИНОЙ ТЕХНИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКЕ, 19 – 20 апреля

Заслушав доклад А.Н.Сисакяна “О пятилетнем плане развития ОИЯИ на 1991 – 1995 годы”, выводы и рекомендации Комиссии экспертов Ученого совета ОИЯИ, члены НКС поддержали предложение дирекции ОИЯИ о контрольной цифре бюджета Института в следующей пятилетке в размере 350 млн.руб. и предложили продолжить работу над пятилетним планом с учетом рекомендаций Ученого совета.

НКС поддержал решение Ученого совета о разработке проекта комплекса электронов, позитронов и ионов, отметив при этом необходимость увеличения обмена специалистами ОИЯИ и других научных центров по этой тематике.

Значительная часть времени работы НКС была посвящена обсуждению проектов развития ЦВК ОИЯИ на следующую пятилетку. Было рекомендовано обсудить проекты развития ЦВК на НТС лабораторий и на НКС по направлениям. Особо были выделены вопросы развития сетей связи в ОИЯИ и создания мощной международной линии связи. Отмечена также важность проекта компьютерной космической связи КОКОС, рассмотрен ход его реализации. При обсуждении проекта СПЕКТР по созданию сети персональных ЭВМ для теоретических работ в ЛТФ была отмечена высокая эффективность концепции этого проекта.

НКС заслушал и одобрил предложения о развитии Отдела радиационной безопасности и радиационных исследований. Был поддержан также проект создания участка по производству пластиковых проволочных газовых детекторов в Опытном производстве ОИЯИ.

Научно-координационный совет принял к сведению предложения ЛВТА, ЛЯП, ЛВЭ и ЛСВЭ в Проблемно-тематический план Института на 1991 – 1995 годы по тематике НКС.

**СЕССИЯ
НАУЧНО-КООРДИНАЦИОННОГО СОВЕТА
ПО ФИЗИКЕ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ,
20 – 22 ноября**

Обсудив отчет председателя НКС о выполнении решений предыдущей сессии, совет одобрил его. По докладу о разработке проекта ст-фабрики НКС принял информацию к сведению и рекомендовал дирекции ОИЯИ продолжить работы по проекту накопителя электронов, позитронов и ионов, а также детектора для ст-фабрики.

На сессии НКС были заслушаны и одобрены отчеты о завершающихся в 1990 году темах, в соответствии с планом развития ОИЯИ на 1986 – 1990 годы. НКС рекомендовал дирекции ОИЯИ и дирекции ЛВТА в 1991 – 1992 годах сосредоточить усилия на комплектовании ЭВМ ЦВК, измерительных центров и экспериментальных установок средствами обмена информации, на расширении сети рабочих станций. Рекомендовал дирекции ОИЯИ оказать необходимую поддержку программе работ на пучках релятивистских ядер и поляризованных дейтронов ЛВЭ.

НКС принял к сведению информацию о проекте Проблемно-тематического плана на 1991 год и новом подходе к планированию и финансированию, информацию о сооружении УНК. Отметил перспективность исследований на установке ДЭЛФИ (доклад Г.В.Мицельмахера) и научного сотрудничества в рамках ОИЯИ – INFN, Италия (доклад К.Гуаральдо).

Членам НКС была дана информация об итогах некоторых международных конференций и совещаний по физике высоких энергий.

**СЕССИЯ
НАУЧНО-КООРДИНАЦИОННОГО СОВЕТА
ПО ФИЗИКЕ НИЗКИХ
И ПРОМЕЖУТОЧНЫХ ЭНЕРГИЙ,
27 – 29 ноября**

В отчете председателя НКС наряду с информацией о выполнении решений предыдущей сессии были обсуждены проблемы обеспечения ресурсами проектов и тем. Рассматривая возникшую ситуацию по финансированию тем как временную трудность, члены НКС выразили надежду, что в дальнейшем будет большая определенность в распределении всех ресурсов по направлениям.

НКС заслушал отчеты по темам, выполнявшимся в 1986 – 1990 годах. Представленный Лабораторией ядерных реакций доклад включал информацию о ходе работ по сооружению циклотрона У-400М, в докладе Лаборатории нейтронной физики сообщалось о прекращении работ по сооружению линейного индукционного ускорителя ЛИУ-30. НКС поддержал решение о переводе частично на самоокупаемость установки “Ф” начиная с 1992 года, а также решение о закрытии установки ИБР-30 с ЛУЭ-40 не позднее начала 1993 года по мере реализации проекта НИВР.

Значительное внимание на сессии было уделено вопросам формирования программы развития ОИЯИ на 1991 год в области физики низких и промежуточных энергий. Был сформирован приоритетный список тем, входящих в компетенцию НКС. В составе этих тем будут реализовываться 26 новых проектов или программ исследований. Сформулированы основные задачи исследований по направлениям в 1991 году, которые будут утверждаться на зимней сессии Ученого совета ОИЯИ.

На сессии НКС рассмотрены итоги международного сотрудничества в 1990 году и программа экспериментов на 1991 год с широким международным участием. Была проведена дискуссия о перспективах развития ОИЯИ и перестройке его работы.

**СЕССИЯ
НАУЧНО-КООРДИНАЦИОННОГО СОВЕТА
ПО ИССЛЕДОВАНИЯМ
КОНДЕНСИРОВАННЫХ СРЕД
ЯДЕРНЫМИ МЕТОДАМИ,
4 – 5 декабря**

НКС принял к сведению отчет председателя о выполнении решений 4 сессии, о решениях 68 сессии Ученого совета ОИЯИ и внеочередного совещания Комитета Полномочных Представителей.

НКС заслушал отчеты руководителей по темам, выполненным в 1986 – 1990 годах, а также выработал приоритетный список проектов, рекомендуемых для реализации начиная с 1991 г. Заслушав информацию о Проблемно-тематическом плане развития ОИЯИ на 1991 год, НКС отметил необходимость предоставить руководителям тем в лабораториях большую финансовую самостоятельность в оперативном распределении средств.

Научно-координационный совет с удовлетворением отметил рост масштабов и эффективности международного сотрудничества со странами-участницами и западными научными центрами по следующим направлениям: исследования высокотемпературной сверхпроводимости; исследования с помощью рассеяния нейтронов суперионных проводников, систем с тяжелыми фермионами; исследования по радиационной генетике. Вместе с тем был отмечен недостаточный уровень затрат в свободно конвертируемой валюте на международное сотрудничество по тематике НКС.

Состоялась дискуссия о проблемах и перспективах развития ОИЯИ и перестройке его работы. НКС отметил, что перспектива развития ОИЯИ как современного международного научного центра должна основываться на совершенствовании и эффективном использовании собственной конкурентоспособной научной базы и тематики.

Осенние сессии научно-координационных советов по теоретической физике и единой технической политике в 1990 году не проводились в связи с перегруженностью плана совещаний.

ЗАСЕДАНИЕ ФИНАНСОВОГО КОМИТЕТА ОИЯИ

13 – 14 декабря в Дубне проходило заседание Финансового комитета ОИЯИ, на котором был заслушан доклад дирекции Института о выполнении рекомендаций Финансового комитета, принятых в прошлом году, и предложений Контрольной комиссии, выработанных летом 1990 года.

Заслушав доклад “Об ожидаемом исполнении бюджета ОИЯИ за 1990 год, о проекте бюджета на 1991 год, о проекте контрольных цифр на 1992 год”, Финансовый комитет принял к сведению информацию об ожидаемом исполнении бюджета за 1990 год и утвердил бюджет Института на 1991 год в рублях СССР (в ценах

Заседание Финансового комитета ОИЯИ



1990 года) с общей суммой расходов 53,6 млн. руб. Принимая к сведению рекомендации совещания представителей финансовых органов стран-участниц ОИЯИ от 11 – 12 декабря 1990 года, Финансовый комитет поручил дирекции Объединенного института ядерных исследований пересчитать бюджет ОИЯИ на 1991 год в долларах США и подготовить предложения о порядке ведения бухгалтерского учета и отчетно-

сти при формировании бюджета в долларах США.

Финансовый комитет утвердил представленный дирекцией ОИЯИ план капитального строительства на 1991 год и предложил дирекции рассмотреть вопрос об увеличении заработной платы сотрудников ОИЯИ на 80-100% без увеличения объема финансирования деятельности Института.

ПРЕМИИ

Профессор И.М.Граменицкий удостоен серебряной медали Академии наук Чехо-Словацкой Федеративной Республики "За заслуги перед наукой и человечеством".

Профессор И.А.Савин удостоен золотой медали Академии наук Чехо-Словацкой Федеративной Республики "За заслуги в развитии физических исследований".

ПРЕМИИ ОИЯИ

На соискание премий ОИЯИ за 1990 год были выдвинуты лучшие научно-исследовательские, научно-методические и научно-технические работы, выполненные сотрудниками Института. Решением Ученого совета ОИЯИ от 8 января 1991 года присуждены следующие премии:

ПО НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИМ ТЕОРЕТИЧЕСКИМ РАБОТАМ

Первая премия

"Квантовая хромодинамика спиновых процессов".

Авторы: А.В.Ефремов, О.В.Теряев.

ПО НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИМ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫМ РАБОТАМ

Первая премия

"Исследование эффектов экранирования цвета в адрон-ядерных взаимодействиях".

Авторы: Ю.А.Будагов, В.Б.Виноградов, Б.З.Копелиович, Ю.А.Кульчицкий, Л.Б.Литов, Ю.Ф.Ломакин, Н.А.Русакович, С.Токар, В.Б.Флягин, Р.Ценов.

Две вторые премии

"Наблюдение узких бариониев в экспериментах БИС-2".

Авторы: А.И.Зинченко, И.М.Иванченко, Н.Н.Карпенко, В.Д.Кекелидзе, Д.А.Кириллов, М.Ф.Лихачев, А.Л.Любимов, В.В.Пальчик, Г.Т.Татишвили, Е.А.Чудаков.

"Экспериментальные и теоретические исследования по физике ультрарелятивистских атомов позитрония".

Авторы: Л.Г.Афанасьев, О.Е.Горчаков, В.В.Карпухин, В.И.Комаров, В.В.Круглов, А.В.Куликов, А.В.Купцов, Л.Л.Неменов, А.В.Тарасов, С.В.Трусов.

ПО НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИМ И НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИМ РАБОТАМ

Первая премия

"Газонаполненный магнитный сепаратор продуктов ядерных реакций на пучке тяжелых ионов".

Авторы: В.В.Бехтерев, Б.Н.Гикал, Г.Г.Гульбекян, Ю.В.Лобанов, В.Н.Мельников, Ю.Ц.Оганесян, А.Г.Попеко, Х.Риголь, Ю.П.Харитонов, Ю.С.Цыганов.

Три вторые премии

"Динамика срыва и восстановления интенсивных тепловых режимов в нормальном и сверхтекучем гелии".

Авторы: А.И.Алексеев, В.М.Микляев, В.Ф.Минашкин, С.В.Романов, И.А.Сергеев, А.В.Скрыпник, Ю.П.Филиппов.

"Установка для облучения ядерных фотоэмulsionов в сильном магнитном поле".

Авторы: Н.Т.Буриев, М.А.Воеводин, А.Ш.Гайтинов, Ю.В.Гусаков, В.И.Каплин, А.Д.Коваленко, А.Г.Мурызин, Ш.З.Сайфулин, В.В.Смирнов, В.Кита.

“Экспериментальный комплекс для получения ядер, удаленных от полосы бета-стабильности, – ЯСНАПП-2”.

Авторы: В.Р.Калинников, М.Яницки, Ю.В.Юшкевич, М.Яхим, В.А.Быстров, В.П.Афанасьев, Н.Ю.Котовский, С.В.Евтисов, И.В.Мирохин, С.А.Густов.

ПО НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИМ ПРИКЛАДНЫМ РАБОТАМ

Первая премия

“Применение трековых мембран в системах очистки воздуха и жизнеобеспечения чистых производственных помещений”.

Авторы: Е.Д.Воробьев, В.В.Овчинников, И.А.Белушкина, В.Д.Шестаков.

Две вторые премии

“Применение резонансных фильтров нейтронов для элементного анализа и радиографии элементов”.

Автор: Ю.Г.Тетерев.

“Создание, исследование и применение высокотемпературных квантовых интерферометров”.

Авторы: В.Ф.Бобраков, Б.В.Васильев, А.Г.Лихачев, В.Н.Полушкин, С.В.Учайкин, С.П.Штанько.

Поощрительные премии

“Экспериментальное исследование релятивистских гиперядер”.

Авторы: С.А.Авраменко, А.И.Голохвастов, Ю.Лукстиньш, В.Т.Матюшин, С.В.Мухин, Л.С.Охрименко, В.Б.Радоманов, И.С.Саитов, С.А.Седых, С.А.Хорозов.

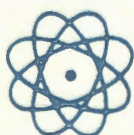
“Изучение химических свойств элемента 104-курчатовия в водных растворах”.

Авторы: И.Звара, Ю.Ц.Оганесян, З.Щегловски, Х.Брухертзайфер, М.Юссонуа, В.П.Доманов, Б.Глайсберг, Л.Н.Гусева, Г.С.Тихомирова, Ю.С.Короткин.

“Структурные исследования высокотемпературных сверхпроводников на нейтронном дифрактометре ДН-2”.

Авторы: А.М.Балагуров, А.И.Бескровный, С.Вратислав, М.Длоуга, З.Ирак, Г.М.Миринова.

**НАУЧНО-
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЕ
РАБОТЫ,
ВЫПОЛНЕННЫЕ
ЛАБОРАТОРИЯМИ ОИЯИ
В 1990 ГОДУ**



ЛАБОРАТОРИЯ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ

ТЕОРИЯ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ

В теории суперсимметрии выяснено, что в основе преобразований дуальности при редукции по числу измерений возникают изометрии, которые светоподобны. Найден и исследован новый класс суперконформных сигма-моделей, содержащий $N = 3$ модели Весса – Зумино – Новикова – Виттена^{/1/}. Развита суперсимметричная квантовая механика^{/2/}. Дана интерпретация действия для суперструны Грина – Шварца. Обнаружен новый вид моделей суперструны – неабелевы $N = 2$ суперструны^{/3/}. Установлены важные аналогии между гамильтоновой механикой и самодействием $N = 2$ материальных полей. Открыты возможности определения кватернионной аналитичности и расширения конформных теорий на 4-мере (на основе подхода гармонического пространства). Предложен механизм спонтанного нарушения $N = 2$ суперсимметрии посредством неминимального взаимодействия калибровочных супермультиплетов^{/4/}. По этой теме сотрудничество осуществлялось с институтами Советского Союза, а также Италии (Фраскати), Соединенных Штатов Америки (Иельский университет), Чехо-Словацкой Федеративной Республики и др.

Привлечение неассоциативных схем квантования полей позволяет включить лептоны и кварки в единое параполе, построенное на неассоциативных постоктонионных алгебрах. Незбежным результатом такого включения оказывается предсказание существования четвертого кварк-лептонного поколения (с тяжелым – более 40 ГэВ/с² – нейтрино?). Требование инвариантности трилинейной формы для единого параполя относительно фазовых преобразований отдельных его компонент объясняет целочисленность значений (0, -1) зарядов лептонов и дробность значений (2/3, -1/3) зарядов кварков. Цветовая симметрия кварков объясняется тоже как ненарушенная подгруппа нарушенной группы автоморфизмов постоктонионов (вклю-

чая и сами октонионы) – исключительной картановской группы^{/5/}.

Дана математическая формулировка принципа действия на расстоянии для системы двух точечных масс, соединенных релятивистской струной, когда динамические переменные струны исключены и уравнения содержат только переменные, характеризующие траектории частиц, связанных струной. В электродинамике Уилер и Фейнман проводили процедуру исключения переменных электромагнитного поля из уравнений движения зарядов с помощью запаздывающих и опережающих функций поля. Для релятивистской струны, связывающей две массы, на таком пути удалось получить ряд физически важных решений полученных нелинейных уравнений и восстановить мировую поверхность струны, соответствующую этим движениям масс^{/6/}.

В рамках гамильтонова подхода были исследованы дискретные калибровочные модели, имеющие многие характерные свойства бозонных струн. Детально была проанализирована дискретная система с калибровочной группой $T \circ SL(2, \mathbb{R})_L \circ SL(2, \mathbb{R})_R$, для которой был вычислен пропагатор и найден спектр физических возбуждений^{/7/}.

На основе модели конфайнмированных кварков рассмотрен широкий круг низкоэнергетических эффектов адронной физики и показана важность учета кварковой структуры адронов^{/8/}. В теории барионов предложена кварк-дикварковая аппроксимация трехкварковой структуры^{/9/}. В рамках этого приближения вычислены электромагнитные и сильные формфакторы бариона и получены фазы NN -рассеяния^{/10/}.

Главный вывод состоит в том, что учет механизма конфайнмента не является существенным при описании статических адронных характеристик – таких, как ширина распадов, магнитные моменты, но определяет импульс-



Участники IV Международного совещания по аналитическим вычислениям на ЭВМ и их применению в физических исследованиях на берегу Волги

ную зависимость физических матричных элементов – таких, как формфакторы, фазы рассеяния и т.д.

При исследовании спиновой структуры нуклона удалось более ясно осознать причину расхождения партонной модели и локального операторного разложения как следствие дополнительного непертурбативного вклада духового полюса с массой, связанного с $U(1)$ -проблемой в КХД, в матричный элемент глюонного аксиального тока (оператора глюонного спина). Вклад именно этого полюса определяет через обобщение соотношения Гольдберга – Треймана долю кваркового спина в спине нуклона^{/11/}. Результаты означают не малость глюонного вклада, а компенсацию его с вкладом духа (непертурбативных глюонов)^{/12/}. Все работы выполнены в сотрудничестве с Центром теоретической физики в Марселе и Университетом в Хельсинки.

Получен вклад инстантонов в правила сумм КХД для нуклона. Показано, что именно этот вклад обеспечивает стабилизацию правил сумм и ведет к возникновению нуклона как связанного состояния кварков в поле инстантонов^{/13/}.

В кварковой модели, в которой учитывается взаимодействие валентных кварков с вакуумом КХД, вычислен спектр масс QQ -мезонов. В отличие от MIT-модели спектр и свойства распадов мезонов сильно зависят от ароматового представления кварковых систем. Впервые в

рамках кварковой модели получено согласованное описание $A(980)$ - и $F(975)$ -мезонов как четырехкварковых состояний^{/14/}.

В теории со смешиванием нейтрино получена нижняя граница на число типов нейтрино, измеряемое в Z^0 -пике^{/15/}.

Рассмотрена возможность измерения числа типов нейтрино на ст- и В-фабриках^{/16/}.

Показано, что в будущих опытах по регистрации солнечных нейтрино может быть получена информация о стерильных нейтрино^{/17/}.

По научной программе ст-фабрики сделан доклад на "треугольном" семинаре ОИЯИ – ЦЕРН – ИФВЭ. Сотрудники ЛТФ приняли участие в организации Международной школы по физике нейтрино низких энергий в ОИЯИ.

Продолжались прецизионные расчеты различных наблюдаемых величин для экспериментов на LEP^{/18/} и HERA^{/19/} в рамках стандартной теории электрослабых взаимодействий с целью ее проверки. Создана программа ZFITTER для фита данных LEP на Z^0 -резонансе по определению основных параметров Z^0 -пики. Программа широко используется коллаборациями, работающими на ускорителе LEP в ЦЕРНе. Исследования велись в тесном сотрудничестве с физиками Болгарии, Германии и Чехословакии. Положено начало новому международному сотрудничеству с учеными DESI (Гамбург, ФРГ) по проработке физической программы экспериментов на ускорителе HERA.

Дано доказательство существования связанных состояний в искривленном квантовом волноводе^{/20/}.

Показано, что вектор-потенциал электромагнитного поля имеет физическую наблюдае-

мую поперечно-продольную компоненту, для которой электрическое и магнитное поля равны нулю^{/21/}. Детекторами ее могут быть либо квантовая частица, либо (макро) когерентный квантовый эффект.

ФЕНОМЕНОЛОГИЯ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ

На основании аналитических свойств амплитуды pp -упругого рассеяния вперед в области низких энергий получено описание полного сечения и отношения действительной и мнимой частей амплитуды рассеяния. Сделан вывод о существовании квазиядерного состояния в pp -системе^{/22/}.

Вычислена вероятность распада $\tau \rightarrow \nu \pi \gamma$ ^{/23/} и предложен эксперимент по определению массы a_1 -мезона на будущей ст-фабрике. Вычислена ширина распада $K_L \rightarrow \pi^0 \gamma \gamma$ ^{/24/}, недавно получившая экспериментальное подтверждение в ЦЕРНе.

Завершен КХД-анализ структурных функций водорода, измеренных в эксперименте NA-4.

Отмечено, что ожидаемые значения оператора магнитного момента, определенного через векторную часть слабого нейтрального тока, для нуклонов и особенно для изоскалярных ядер весьма чувствительны к примеси странных кварков в основном состоянии нуклона. Дипольный момент слабого нейтрального "магнетизма" дейтрона равен

$$\mu^{NC}(d) = (-0,38 - 1,3\lambda_m) \text{ яд. магн.},$$

где константа

$$\lambda_m = 2 \langle N | S S | N \rangle / \langle N | \bar{u} u + \bar{d} d | N \rangle$$

характеризует степень нарушения правила Окубо - Цвейга - Иизуки для матричных элементов нейтральных векторных токов по состоянию нуклона. Измерение этой величины явилось бы критичным способом проверки кварковой и спиновой структуры нуклонов.

Показано, что диаграммы с кварковыми петлями в КХД на больших расстояниях могут приводить к амплитудам^{/25/} с переворотом спина, растущим, как S при $S \rightarrow \infty$, $|t|$ - фиксировано. Обсуждены физические механизмы, приводящие к такому поведению амплитуды с переворотом спина. Сделан вывод о том, что померон имеет сложную спиновую структуру.

Исходя из вычисленных амплитуд с изменением спиральности, определяемых вкладами



Б.Мурзахметов (ИЯФ, Алма-Ата), А.Чижев и В.Хмеловски (ОИЯИ) за проверкой теоретической модели на ПЭВМ

нуклона и Δ_{33} -изобары в промежуточном состоянии, найдено самосогласованное описание поляризационных эффектов различных адронных процессов, в том числе упругого мезон-нуклонного рассеяния и процесса перезарядки $\pi^- p \rightarrow \pi^0 n$. Получены предсказания для поведения дифференциальных сечений, поляризации и для поляризационных параметров R и R^0 при высоких энергиях^{/26/}.

На основе модельного анализа амплитуды высокоэнергетического протон-протонного и

протон-антипротонного упругого рассеяния получено объяснение поведения дифференциальных сечений и поляризации в области дифракционной структуры. Предсказан ряд новых эффектов, зависящих от поведения вещественной части амплитуды рассеяния по t и s ^{/27/}.

Исследованы состояния мезомолекул изотопов водорода с аномальной четностью с орбитальным моментом $J \geq 2$. Вычислены средние расстояния между частицами в мезомолекуле для всех систем. Полученный набор связанных состояний исчерпывает спектр мезомолекул изотопов водорода^{/28/}. Эти исследования согласованы с программой международного сотрудничества по мюонному катализу (Университет

Гейнсвилл, США, и Институт атомной энергии им. И.В.Курчатова, Москва).

Предложена классификация состояния динамической задачи двух центров (адиабатического базиса в задаче трех тел), которая связана с поведением точного решения в особых точках уравнения Шредингера. Построен алгоритм вычисления базиса.

Развита теория ядерного $d\mu$ -синтеза, не использующая приближения внезапных возмущений. Коэффициент прилипания мюона в реакции $d\mu \rightarrow {}^4\text{He} + n$ оказался в два раза меньшим, чем в стандартной теории. Это означает, что мюон более эффективен для реакции синтеза, чем ожидалось^{/29/}.

ТЕОРИЯ АТОМНОГО ЯДРА И ЯДЕРНЫХ РЕАКЦИЙ

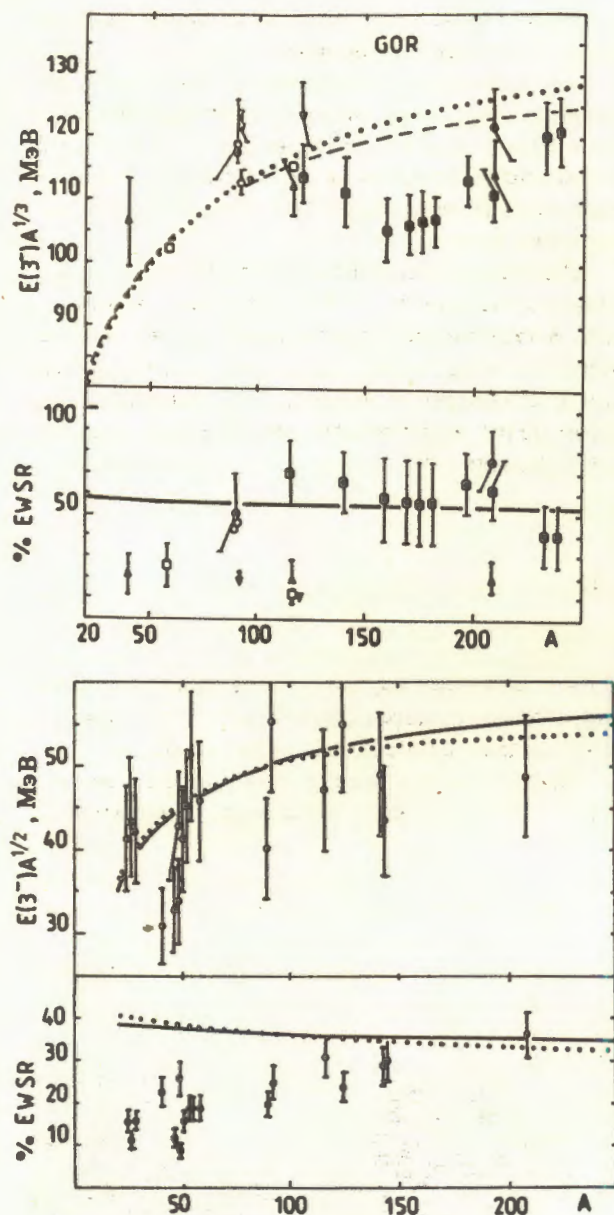
Разработано единое описание электрических и магнитных возбуждений в деформированных ядрах в рамках квазичастично-фононной модели. Модель обобщена на случай нечетно-нечетных ядер. Рассчитаны вибраци-

онные состояния ряда изотопов урана и плутония, получено хорошее описание экспериментальных данных и сделаны предсказания^{/30/}.

Предложен алгебраический подход к микроскопическому обоснованию модели взаимодей-

Е.Вжещонко и В.Беляев работают над проблемой взаимодействия лептонов, адронов и ядер с ядрами





ствующих бозонов (МВБ). Для ряда ядер проведены расчеты параметров МВБ. Найден способ вычисления их перенормировки, возникающей из-за учета неколлективных степеней свободы. Показана важная роль остаточных взаимодействий в канале частица-частица для описания указанных параметров в области изотопов платины^{/31/}.

Исследован гамма-распад резонансов различной мультипольности на низколежащие состояния в ^{90}Zr и ^{208}Pb и дано объяснение экспериментально наблюдаемого усиления ряда $E1$ -переходов. Рассчитаны переходные плотности низколежащих состояний ряда сферических и деформированных ядер для интерпретации экспериментов $(l, l')^{32/}$.

Показано, что внутриядерный барьер в ионном потенциале для очень тяжелых ядер оп-

ределяет энергетический сдвиг и наклон в сечениях полного слияния в околобарьерной области энергий. Исследованы дыхательные моды легких ядер ($A \leq 12$) в $SU(2)$ -модели Скимма^{/33/}.

Создан новый метод исследования ядерной динамики, связанной с построением уравнений для моментов функции Вигнера. Метод дал возможность бипараметрического описания "гросс-структуры" силовых функций переходов различной мультипольности^{/34/} (см. рисунок).

На основе самосогласованного метода построения остаточного взаимодействия сепарабельного типа для вращающегося осциллятора рассмотрены случаи изоскалярных квадрупольных и октупольных сил^{/35/}.

Рассмотрены электромагнитные свойства тороидального соленоида и их практические применения^{/36/}.

В результате расчетов формфакторов дейтрона установлена важность роли эффектов запаздывания при больших переданных импульсах. Учет вклада мезообменных токов и кварковых примесей в дейтроне позволяет объяснить формфактор в широкой области переданных импульсов, вплоть до 8 (ГэВ/с)^2 ^{/37/}. Разрабатывалась ядерная модель киральных солитонов, которая предсказывает существование компаунд-ядерных состояний с антинуклонами, изомеры форм легких ядер и высоколежащие ветви 0^+ -состояний в них^{/38/}.

С целью получения обоснованных выводов о роли многокварковых примесей в процессах глубоконеупругого рассеяния на ядрах разработаны теоретические методы учета ядерных и мезообменных эффектов. Выяснено, что эти эффекты существенны при извлечении отношения констант g_A/g_V из данных по зеркальным ядрам^{/39/}, они также приводят к качественному изменению хода тензорной поляризации дейтрона в процессах его электрорасщепления^{/40/}.

Проведен учет процессов формирования и взаимодействия вторичных адронов в ядерной среде, что позволило объяснить одночастичные характеристики по множественному рождению, полученные во ФНАЛе. Даны предсказания соответствующих распределений по множественности^{/41/}.

В рамках каскадной модели кварк-глюонных струн сделаны предсказания для поиска проявлений экстремальных состояний ядерного вещества в адрон-ядерных взаимодействиях при высоких энергиях^{/42/}. Построены и проанализированы различные формы уравнений состояния ядерной материи с возможностью перехода к деконфайнменту^{/43/}.

Разработана полуклассическая модель для описания динамики одночастичного движения в реакциях с тяжелыми ионами и деления. Рас-

считываются амплитуды перехода в связанные состояния и непрерывный спектр. Показано, что в процессе деления нестатистическая эмиссия частиц в области разрыва незначительна.

Развит метод расчета зарядовых и массовых распределений продуктов реакций с тяжелыми ионами^{/44/}, позволяющий учитывать влияние оболочечных эффектов. Ширины распределений находятся в качественном согласии с экспериментом.

Предложен механизм, объясняющий усиление выхода легких частиц в реакциях слияния при увеличении массы налетающего ядра. Предложена модель, качественно объясняющая усиление выхода легких частиц в реакциях с тяжелыми ионами, обнаруженное экспериментально группой В.В.Волкова в ЛЯР (ОИЯИ).

Развит метод, позволяющий преобразовывать гамильтониан многофермионной системы к выражению, явно зависящему от коллективных и внутренних переменных. Метод применим к описанию низкоэнергетических столкновений тяжелых ионов и деления.

Построен гамильтониан ядра, позволяющий рассчитывать свойства связанных коллективных квадрупольных и квазидвухчастичных возбуждений. На его основе объяснены аномалии в структуре основных квазиротационных полос изотопов молибдена.

Теоретиками ЛТФ, Института Н.Бора, Университета г.Бергена и экспериментаторами из Института атомной энергии им.И.В.Курчатова и Института ядерных исследований АН КазССР дана интерпретация^{/45/} радужно-подобных эффектов, обнаруженных в упругом рассеянии ионов ^3He и зарядово-обменных реакциях ($^3\text{He}, t$) на легких ядрах, позволяющая понять динамику ядро-ядерного взаимодействия на расстояниях меньших, чем радиус сильного поглощения. Обнаруженная новая $V-W$ неопределенность в определении оптического потенциала инициировала проведение новых экспериментальных исследова-

ний упругого рассеяния ионов ^3He на свинце (Университет г.Тюбингена, ФРГ). По данной тематике начато сотрудничество с физиками из GSI, Дармштадта и Института Хана – Мейтнера, Берлин.

Проведены расчеты взаимодействия нуклонов с ядрами ^6Li при промежуточных энергиях^{/46/}. Показано, что микроскопические расчеты в приближении одноступенчатого механизма реакции позволяют с 20-процентной точностью описывать упругое, неупругое рассеяния нуклонов и реакции перезарядки.

На примере деформированного ядра ^{156}Sm показано, что разработанный в ЛТФ вариационный подход дает хорошее описание как основной, так и бета- и гамма-полос.

Построена модель, включающая как коллективные квадрупольные, так и двухквазичастичные степени свободы. Рассмотрено смешивание коллективных и двухквазичастичных полос в изотопах Кг. Показано, что модель достаточно хорошо описывает аномалии в ротационных полосах, связанные с их пересечением.

В ЛТФ проведен Международный семинар по ядерным реакциям при низких энергиях и радиоактивным пучкам.

Совместно с физиками из ЧСФР при анализе μ -захвата на ^{12}C показано большое (в 2,5 раза) усиление индуцированного псевдоскалярного взаимодействия^{/47/}.

Обнаружено большое расхождение между предсказаниями оболочечной модели и экспериментальными измерениями векторной поляризации T_{11} в упругом рассеянии пионов на ядре азота^{/48/}.

Предложена новая интерпретация механизма эмиссии γ -квантов из гиперядер (измерения проведены в Брукхейвене). Результат важен для определения спиновой структуры ΛN -взаимодействия^{/49/}.

Ученые ЛТФ приняли участие в организации и проведении международной конференции по холодному синтезу в Прово (США).

МЕТОДЫ И ПРИЛОЖЕНИЯ СТАТИСТИЧЕСКОЙ МЕХАНИКИ

На основе приближенной оценки корреляционных эффектов установлены основные динамические уравнения для сверхпроводящей фазы модели Хаббарда. Найдена критическая температура сверхпроводящего перехода^{/63/}.

Совместно с немецкими теоретиками вычислено электросопротивление в двухзонной полярной модели металла с сильными электрон-

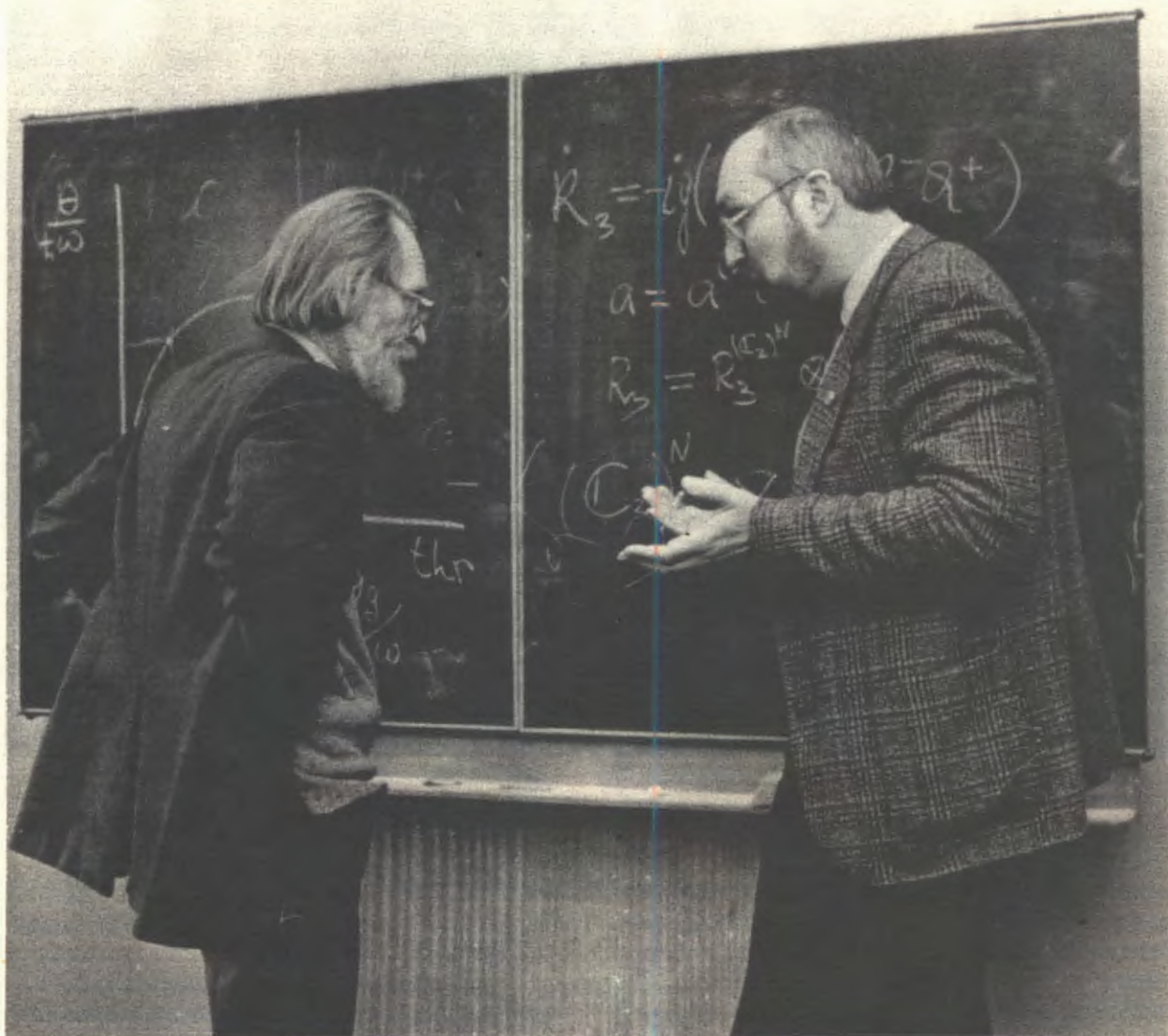
ными корреляциями и показано, что наблюдаемая в экспериментах линейная температурная зависимость может быть объяснена магнитным рассеянием электронов^{/50/}.

В модели с сильными электронными корреляциями вычислены спектры ЯМР и исследовано магнитно-обменное спаривание сверхпроводящего типа. Показано, что сильные корреляции электронов запрещают S-волновое



Международный семинар по теории и механизмам высокотемпературной сверхпроводимости





Физический эксперимент и научная теория дополняют друг друга. У доски — Б.Неганов и А.Шумовский

спаривание как в однозонной, так и в двухзонных моделях^{/51/}.

Исследован переход металл — диэлектрик в двухзонной модели оксидного металла^{/52/}.

Построена модель структурного фазового перехода (СФП) в купрате лантана, на основе которой исследовано неупругое рассеяние нейтронов^{/53/} и зависимость изотопического эффекта от СФП.

Исследования по теме проводились совместно с сотрудниками Института ядерных наук им.Б.Кидрича (СФРЮ, Белград), Технического университета в Дрездене, Университета в Лейпциге, Вроцлавского университета и др.

В ОИЯИ проведен Международный семинар по теории высокотемпературной сверхпроводимости, в котором приняло участие 80 человек, из них — 20 ученых из западных научных центров (США, Франции, Италии, Швейца-

рии, ФРГ). Труды семинара публикуются в ОИЯИ.

Проведено исследование фазовых переходов в жидкокристаллических полимерах и вычислено сечение рассеяния нейтронов^{/54/}. Результаты использованы для интерпретации экспериментов, проводимых на реакторе ИБР-2 в ЛНФ ОИЯИ.

Получено численное решение системы уравнений анзаца Бете для обобщенного антиферромагнетика Гейзенберга. Описана структура вакуумных состояний и вычислен центральный заряд^{/55/}.

Построено обобщение 6-вершинной модели в статистической механике, допускающее точное решение на ограниченной решетке. Вычислена удельная энтропия.

Развит новый подход к описанию систем в состоянии, далеком от равновесия. Это потребо-



В вычислительном центре ЛТФ

вало существенно модифицировать теорию линейного отклика Кубо на внешнее воздействие. Предложенный метод, использованный для интерпретации поведения высоковозбужденных полупроводников, оказался эффективным и для расчета отклика на внешнее воздействие металлов при учете (в определенном приближении) их зонной структуры^{/56/}; рассчитана функция Грина плотность-плотность. Общие формулы применены для описания свойств благородных металлов в импульсном поле лазера, они хорошо воспроизводят имеющиеся экспериментальные данные. Обсуждена постановка новых прецизионных экспериментов по измерению функций отражения $R(\omega)$ и поглощения $\alpha(\omega)$. Работы выполнены немецкими теоретиками.

Намечен путь построения реалистической теоретической модели двухатомного полимера при учете легирования: потенциалы, создаваемые дефектами, являются "ловушками" для избыточных электронов или дырок^{/57/}. В наиболее общем виде диссипация энергии в ДНК учтена в модели ДНК, предложенной в^{/58/}.

Продолжены исследования по устойчивости распространения нелинейных волновых мод.

Построено $1/N$ -разложение в теории полярона, дающее новый метод приближенных расчетов. Исследованы связанные состояния поля-

ронов в кристалле – мультиполяроны Фрелиха. Получен ряд точных и приближенных результатов для одномерных поляронов.

В двухатомной одномодовой модели с многофотонными переходами исследовалось явление сжатия квадрата амплитуды поля. Были рассчитаны зависящие от времени параметры сжатия и выявлены условия оптимального сжатия^{/59/}.

С точки зрения нового фазового формализма Пегга – Барнетта обсуждены фазовые свойства самосжимающихся состояний, генерируемых в процессе эволюции ангармонического осциллятора. Для эрмитового фазового оператора получены распределения фазы, ее средние значения и дисперсии. Рассчитаны средние значения и дисперсии операторов косинуса и синуса фазы^{/60/}.

Получены точные выражения для средних значений произведений операторов поля и атомных операторов в случае хаотического, когерентного и сжатого начальных состояний поля, что позволяет исключать полевые переменные из динамических уравнений^{/61/}.

Установлена зависимость квантовых флуктуационных и статистических свойств поляритонов от приготовления начальных условий и параметров взаимодействия^{/62/}.

СОЗДАНИЕ СЕТИ ПЕРСОНАЛЬНЫХ КОМПЬЮТЕРОВ

В результате работ по проекту КРАСТ распределенная вычислительная мощность на ПК в ЛТФ составила примерно 45 млн. операций "ветстоунов" с двойной точностью в секунду (45 млн. оwdт/с). Для сравнения приведем мощность машин ЕС-1061 – 1,5 млн. оwdт/с, ЕС-1066 – 3,0 млн. оwdт/с, CDC-6500 –

0,7 млн. оwdт/с. Суммарная производительность ВЦ КРАСТ, не имеющего аналогов в странах-участниках, составила 22 млн. оwdт/с. При этом максимальная мощность на одном ПК составила 17 млн. оwdт/с. Создана локальная сеть из 9 ПК с возможностью расширения до 10 ПК.

ПРОЕКТ КОКОС

В 1990 г. шло интенсивное обсуждение проектов международной сети с использованием спутников связи (КОКОС). В итоге окончательный проект прошел экспертизу. Велись перегово-

ры со специалистами из Федеративной Республики Германии о возможной реализации связи через "Furstenwalde". Продолжается разработка теории спутниковых антенн.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ivanov E.A. et al. – JINR, E2-90-506, Dubna, 1990.
2. Ivanov E.A. et al. – JINR, E2-90-431, Dubna, 1990.
3. Ivanov E.A., Isaev A.P. – Preprint IC/90/97, Trieste, 1990.
4. Galperin A.S., Ogievetsky V.I. – Nucl.Phys., 1990, v.B15, p.93.
5. Govorkov A.B. – JINR, E2-90-379, Dubna, 1990.
6. Barbashov B.M., Chervyakov A.M. – JINR, E2-90-488, Dubna, 1990.
7. Filippov A.T., Gangopadhyay D., Isaev A.P. – Univ. of Minnesota Preprint TPI-MINN-90, 1990.
8. Avakyan E.Z. et al. – Fortschr. Phys., 1990, v.38, p.611.
9. Efimov G.V. et al. – Z.Phys.C. – Part. and Fields, 1990, v.47, p.583.
10. Ефимов Г.В. и др. – ЯФ, 1990, т.51, с.190.
11. Efremov A.V., Soffer J., Tornqvist N. – Phys.Rev.Lett., 1990, v.64, p.1495.
12. Efremov A.V., Soffer J., Tornqvist N. – Preprint CPT-90, p.2451, Marceille, 1990.
13. Dorokhov A.E., Kochelev N.I. – Zeit.Phys.C, 1990, v.46, p.28.
14. Дорохов А.Е., Кочелев Н.И. – ЯФ, 1990, т.52, с.214.
15. Bilenky S.M., Grimus W., Neufeld H. – Preprint Univ.Wien, UWThPh-1990-26, Wien, 1990.
16. Bilenky M.S., Bilenky S.M. – JINR Preprint E2-90-308, Dubna, 1990.
17. Bilenky S.M. – In: Proc.Int.Worksh. "Neutrino Telescopes", Venice, 1990.
18. Bardin D.Yu. et al. – Comp.Phys.Comm., 1990, v.59, p.303; IHEP Preprint, Berlin – Zeuthen, 1990.
19. Akhundov A.A. et al. – Z.Phys.C., 1990, v.45, p.645.
20. Exner P., Šeba P. – Phys.Lett., 1990, v.A144, p.347.
21. Dubovik V.M., Shabanov S.V. – J.Phys.A., 1990, v.23, p.3245.
22. Быковский Б.В., Мещеряков В.А., Мещеряков Д.В. – ЯФ, 1990, т.52, с.1983.
23. Volkov M.K. – Phys.Lett., 1990, v.B242, p.498.
24. Volkov M.K. – In: JINR Rapid Comm., № 6[45]-90, Dubna, 1990, p.26.
25. Голоскоков С.В. – ЯФ, 1990, т.52, с.246.
26. Goloskokov S.V., Selyugin O.V. – JINR, E2-90-40, Dubna, 1990.
27. Goloskokov S.V., Selyugin O.V. – JINR Rapid Communications, № 4[43]-90, Dubna, 1990, p.31.
28. Korobov V.I., Puzynin I.V., Vinitsky S.I. – JINR, E4-90-436, Dubna, 1990.
29. Rudai J. et al. – Preprint KFKI-1990-33/A, Budapest, 1990.
30. Soloviev V.G. – JINR, E4-90-119, Dubna, 1990; Kvasil J. et al. – JINR, E4-90-437, Dubna, 1990; Соловьев В.Г., Сушков А.В., Ширикова Н.Ю. – ЯФ, 1991, т.53, с.101.

31. Karadjov D. et al. – JINR, E4-90-98, Dubna, 1990; Voronov V.V. et al. – In: Nucl. Structure in the Nineties, Oak Ridge, 1990, v.1, p.210.
32. Воронов В.В., Марио Пирес Сильвера, Пономарев В.Ю. – ЯФ, 1990, т.51, с.79; Nesterenko V.O., Sushkov A.V. – J.Phys.G, 1990, v.16, p.L111.
33. Тараканов А.В., Шилов В.М., Шмидт Р. – Ядерная спектроскопия и структура атомного ядра, Тезисы докладов 40 совещания. Л., Наука, с.433; Nikolaeva R. et al. – JINR, E4-90-375, Dubna, 1990.
34. Бальбуцев К.Б., Молодцова И.В., Пиперова Й. – ЯФ, 1991, т.53, в.2.
35. Назмитдинов Р.Г., Квасил Я. – ЯФ, 1990, т.52, с.900.
36. Afanasiev G.N., Shilov V.M. – Journ.Phys., 1990, v.A23, p.4185.
37. Буров В.В., Достовалов В.Н., Суськов С.Э. – ОИЯИ, P2-90-432, Дубна, 1990.
38. Николаев В.А., Ткачев О.Г. – ЭЧАЯ, 1990, т.21, с.1500; Изв. АН СССР, сер.физ., 1990, т.54, с.1850.
39. Kaptari L.P. et al. – Nucl.Phys., 1990, v.A512, p.84; Phys.Lett., 1990, v.240B, p.203.
40. Гой А.А. и др. – ЯФ, 1990, т.51, с.1273; JINR, E2-90-524, Dubna, 1990.
41. El-Naghy A., Eliseev S.M. – J.Phys.G, 1990, v.16, p.39.
42. Пенке Г. и др. – ЭЧАЯ, 1990, т.21, с.364.
43. Kampfer B., Pavlenko O.P. – Preprint CERN-TH.5774/90, 1990.
44. Antonenko N.V., Jolos R.V. – Physica Scripta, 1990, v.32, p.27.
45. Demyanova A.S. et al. – Physica Scripta, 1990, v.32, p.89.
46. Danilin B.V. et al. – Invited Talk at 3rd Intern. Spring Seminar on Nuclear Physics, Ischia, Italy, 1990.
47. Gmitro M. et al. – Nucl.Phys., 1990, v.A507, p.707.
48. Mach R., Kamalov S.S. – Nucl.Phys., 1990, v.A511, p.601.
49. Mailing L. et al. – Subm. to Z.Phys.A.
50. Ihle D., Kasner M., Plakida N.M. – Subm. to Zeitschrift fur Physik C.
51. Lovitsov S.V., Plakida N.M., Yushankai V.Yu. – Physica B, 1990, v.165-166, p.1007.
52. Hayn R. – Physica C, 1990, v.167, p.359.
53. Plakida N.M., Stamenkovic S. – Subm. to Int. Jour. Phys.B.
54. Svetogorski D.A. – J.Appl.Cryst., 1990, v.23, p.79.
55. Avdeev L.V. – J.Phys.A: Math.Gen., 1990, v.23, p.L485.
56. Wenschuh V., Heiner E. – phys.stat.sol., 1990, v.160, p.225.
57. Osipov V.A. – Phys.Lett.A, 1990, v.146, N 1,2; JINR, E17-90-71, Dubna, 1990.
58. Fedyanin V.K., Lisy V. – JINR, E17-90-77, Dubna, 1990.
59. Bashkirov E.K., Shumovsky A.S. – Int. J. Mod. Phys.B., 1990, v.4, p.1579.
60. Gantsog Ts., Tanaš R. – JINR, E17-90-340, Dubna, 1990.
61. Knoll L., Shumovsky A.S. – Int.J.Mod.Phys.B, 1990, v.4, p.151.
62. Назмитдинов Р.Г., Чижов А.В. – Письма в ЖЭТФ, 1990, т.52, с.993.
63. Боголюбов Н.Н., Москаленко В.А. – В сб.: Краткие сообщения ОИЯИ, № 5[44]-90, Дубна, 1990.

ХРИСТО ХРИСТОВ 1915 – 1990

20 марта 1990 г. в Софии скончался видный болгарский ученый академик Христо Христов.

Х.Христов окончил Софийский университет в 1938 г. по двум специальностям – физика и математика. С университетом связана его многолетняя деятельность: он работал здесь ассистентом на кафедре, доцентом, деканом физико-математического факультета, профессором и, наконец, ректором.

Х.Христов был крупным организатором научных исследований. Его профессионализм, глубокая эрудиция и научная интуиция позволяли определять перспективные направления развития науки, найти единомышленников, заинтересовать специалистов. У него всегда было

много учеников. Х.Христов был вице-президентом Болгарской академии наук, президентом Ассоциации физиков Болгарии, директором Института ядерных исследований и ядерной энергетики БАН.

Многие годы деятельность Х.Христова была связана с Объединенным институтом ядерных исследований. Он был Полномочным Представителем правительства Болгарии в ОИЯИ, членом Ученого совета ОИЯИ, избирался вице-директором Объединенного института.

Научные труды и общественная деятельность академика Х.Христова принесли ему заслуженный авторитет и признание.

МАРИАН ГМИТРО
1940 – 1990

10 октября в Дубне скоропостижно скончался член-корреспондент Академии наук ЧСФР сотрудник Лаборатории теоретической физики ОИЯИ Мариан Гмитро.

М.Гмитро провел значительную часть своей жизни в нашей стране. Он учился в Ленинградском и Московском университетах и после окончания учебы в 1964 году начал работать в Институте ядерных исследований Чехословацкой АН в Ржеже под Прагой. В 1972 году М.Гмитро стал заведующим отделом теоретической физики в своем институте. Он вел и плодотворную педагогическую деятельность, читая лекции для студентов Карлова университета в Праге.

В 1975 году Мариан Гмитро опять приехал в нашу страну и начал работать в Лаборатории теоретической физики ОИЯИ. На этот раз темой его исследований стали фундаментальные взаимодействия в ядерных реакциях с участием элементарных частиц. Эта в то время совершенно новая область теоретической физики была тесно связана с развитием новой эксперимен-

тальной техники. С 1979 г. по 1985 г. М.Гмитро совместно с другими сотрудниками ЛТФ провел глубокие теоретические исследования процессов радиационного захвата мюонов протонами и ядрами. Работы эти получили широкое международное признание.

Интенсивные научные исследования не мешали Мариану столь же успешно заниматься и научно-организационной работой, что способствовало развитию международного сотрудничества в нашем Институте. Он активно способствовал международному сотрудничеству между ИЯФ ЧСАН и советскими институтами – ФИАН СССР и ИЯИ АН СССР, а также ЦЕРН и СИН (Швейцария), участвовал в организации международных школ и конференций, а в 1986 году был избран на должность вице-директора ОИЯИ. На этом посту он принимал деятельное участие в разработке научных программ Института.

Трудно смириться с мыслью, что уже нет среди нас этого жизнерадостного, отзывчивого и доброго человека.

ГЕНРИХ ИВАНОВИЧ КОЛЕРОВ
1936 – 1990

15 июля 1990 г. скоропостижно скончался главный ученый секретарь ОИЯИ кандидат физико-математических наук Генрих Иванович Колеров.

Г.И.Колеров после окончания аспирантуры Саратовского университета с 1962 года работал в Дубне, в Лаборатории теоретической физики ОИЯИ. Его научные интересы лежали в области квантовой теории поля. Долгое время он плодотворно работал вместе с Д.И.Блохинцевым над построением нелокальной квантовой теории поля, над развитием метода элементарной матрицы рассеяния. В последующие годы он с увлечением занимался использованием геометрических, алгебраических и функциональных методов математической физики для решения нелинейных задач квантовой механики и квантовой теории поля. Эти работы характеризуют большая оригинальность в постановке за-

дачи и нестандартность подхода. Они получили широкое признание в мировой науке и удостоены первой премии Объединенного института.

Творческую работу Г.И.Колеров успешно сочетал с научно-организационной административной деятельностью. С 1977 г. он – заместитель ученого секретаря ОИЯИ, затем – ученый секретарь по научно-организационной работе, в 1989 г. Г.И.Колеров назначается главным ученым секретарем Института. Подготовка материалов и проведение сессий Ученого совета и его секций, НТС ОИЯИ, участие в подготовке совещаний Комитета Полномочных Представителей – только часть многих выполнявшихся им обязанностей.

Большая эрудиция, высокая профессиональная подготовка отличали всю деятельность Генриха Ивановича Колерова.

ЛАБОРАТОРИЯ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

В 1990 году главными задачами ЛВЭ, определенными 67 сессией Ученого совета ОИЯИ и решением КПП, являлись работы по завершению создания систем нуклотрона, развитие инжекционного комплекса, подготовка и проведение актуальных исследований кварковых систем на синхрофазотроне, ускорителях ИФВЭ и ускорителях других центров, а также повышение эффективности работы основной базовой установки – синхрофазотрона и прикладные исследования.

Коллектив Лаборатории высоких энергий успешно справился с выполнением утвержденной программы работ. Начат монтаж магнитной системы нуклотрона в тоннеле, испытан с пучком канал инжекции из линейного ускорителя ЛУ-20 в нуклотрон, на двух установках КГУ-1600/4,5 получен жидкий гелий. Выполнены работы по моделированию ряда систем инжекционного комплекса.

Большим спросом физиков-экспериментаторов пользовались пучки релятивистских ядер и поляризованных дейтронов синхрофазотрона. Облучения проведены по запросам двадцати групп (сотрудничеств), представляющих более 100 научных организаций 15 стран.

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЕ РАБОТЫ

МЕХАНИЗМ РОЖДЕНИЯ И РАСПАДА ЧАСТИЦ. ПОИСК НОВЫХ ЧАСТИЦ, МУЛЬТИКВАРКОВЫХ СОСТОЯНИЙ И УЗКИХ РЕЗОНАНСОВ

1. Из анализа данных эксперимента на установке БИС-2, который проводился на нейтронном пучке серпуховского ускорителя, получена оценка верхней границы относительной вероятности распада $\Lambda_c^+ \rightarrow \Sigma^0 \pi^+ \pi^+ \pi^-$ [1]:

$$\text{Br}(\Lambda_c^+ \rightarrow \Sigma^0 \pi^+ \pi^+ \pi^-) \leq 0,006,$$

На пучке синхрофазотрона введен в действие безмагнитный вариант переднего детектора спектрометра СФЕРА, на котором впервые получена оценка сечения рождения мюонных пар с малой инвариантной массой.

Сотрудники ЛВЭ активно участвовали в подготовке и проведении экспериментов на установке ДЕЛФИ. Интересные данные получены при обработке материалов с установки БИС-2.

На крупных международных конференциях по физике элементарных частиц и атомного ядра, поляризационным исследованиям, методике, криогенике и ускорительной технике сотрудничествами, использующими базу ЛВЭ, представлено более 30 докладов, содержащих новые экспериментальные результаты.

Развивалось международное сотрудничество Лаборатории как в проведении совместных экспериментов на пучках синхрофазотрона, так и в вопросах методики, разработки аппаратуры, средств обработки данных.

Большая работа проведена коллективом Лаборатории и сотрудничающими с ЛВЭ организациями по подготовке к реализации Программы развития исследований на 1991 – 1995 гг.

на уровне 90-процентной достоверности. Оценка получена из анализа распределения инвариантных масс систем $\Lambda^0 \pi^+ \pi^+ \pi^-$, в которых выделены распады $\Lambda_c^+ \rightarrow \Lambda^0 \pi^+ \pi^+ \pi^-$ (57 ± 14 событий) и оценен вклад событий от распадов $\Lambda_c^+ \rightarrow \Sigma^0 \pi^+ \pi^+ \pi^-$.

2. Продолжался анализ экспериментального материала, полученного коллаборацией БИС-2 с целью уточнения данных по наблюдению бариониев U/M_s и $M_\phi^{1/2}$.

Барионии наблюдаются в спектрах эффективных масс $\Lambda \bar{p}(\Lambda p)$ + пионы вблизи массы

3060 МэВ/с² и в спектрах эффективных масс $\Lambda\bar{p}K^+\pi^+$, $\Lambda pK^-\pi^+$, $\Lambda\bar{p}K^+$, ΛpK^- , $K_S^0 p\bar{p}K^+$ вблизи массы 3260 МэВ/с².

3. Получены новые данные о рождении очарованных D^0 -мезонов в pr -, pC -, pAl -взаимодействиях при энергии нейтронов 40–70 ГэВ^{3/}. Наблюдались 119 ± 10 событий распада $D^0 \rightarrow K^+\pi^-\rho^0$. Определены масса $M(D^0) = (1866 \pm 8)$ МэВ/с², параметры, характеризующие A -зависимость сечения рождения D^0 ($\sigma_A = k_c \sigma_p A^\alpha$): $k_c = 1,47 \pm 0,36$; $\alpha_c = 0,73 \pm 0,16$, а также $\sigma \cdot Bg$ в области импульсов $\bar{D}^0$ -мезонов: $p_L = (30 \pm 55)$ ГэВ/с и $p_T < 1$ ГэВ/с.

При этом найдено, что

$\sigma_H \cdot Bg = (0,21 \pm 0,05 \pm 0,03)$ мкб на нуклон;
 $\sigma_C \cdot Bg = (1,8 \pm 0,5 \pm 0,3)$ мкб на ядро углерода;
 $\sigma_{Al} \cdot Bg = (3,3 \pm 0,8 \pm 0,5)$ мкб на ядро алюминия.

Следует отметить, что распад $D^0 \rightarrow K^-\pi^+\rho^0$ не наблюдался.

4. В 1989 г. сотрудничеством БИС-2 были представлены также результаты по исследованию инклюзивного рождения ϕ -мезонов в pr -взаимодействиях. Анализ, продолженный в 1990 г., позволил выяснить A -зависимость сечения рождения этих частиц. Показано^{4/}, что зависимость описывается степенным законом $\sigma_A = A^\alpha$ с показателем $\alpha = 0,81 \pm 0,06$. В пределах регистрируемой кинематической области $x_F > 0$, $p_T < 1$ ГэВ/с зависимости величины α от продольного и поперечного импульса ϕ -мезонов не наблюдалось.

5. В течение последних лет интерес к исследованию узких адронных резонансов, содержащих u - и d -кварки, резко возрос. Появился ряд теоретических подходов, объясняющих возможность существования аномально узких резонансов в pp -системах. Один из них (Б.А.Арбузов и др. – НИИЯФ МГУ, 89-1/78, М., 1989) заключается в использовании релятивистского кулоновского квазипотенциала с поглощающей частью при положительных энергиях. Соответствующие расчеты дают серию узких (порядка электромагнитных) особенностей в спектрах эффективных масс двух протонов. В этой связи были проанализированы данные по измерению энергетической зависимости относительного дифференциального сечения упругого pp -рассеяния в интервале 116–199 МэВ, проведенные с шагом $\sim 0,4$ МэВ^{5/}. Авторы^{5/} пришли к заключению, что обнаруженные ими особенности при массах 1936, 1951, 1958, 1971 МэВ/с², имеющие наблюдаемые ширины $\Gamma \approx 0,14 \pm 0,04$ МэВ/с², близки к

наблюдаемым в других экспериментах. Исследованы также спектры эффективных масс двух протонов в реакциях $pr \rightarrow pr\pi^+$ и $pr \rightarrow pr\pi^-\pi^0$ при импульсах нейтронов $p_n = 1,43; 1,72; 2,23$ и $3,83$ ГэВ/с^{6/}. Материал получен с помощью одномоетровой жидководородной камеры. Суммарная статистика составила 20644 события. Наблюдены особенности при массах 1836, 1937, 1965, 1981, 2017, 2047, 2083, 2105, 2337, 2278 МэВ/с².

6. А.М.Балдиным высказана гипотеза, что частица с массой около трех электронных масс, введенная Д.В.Скобелевым для объяснения аномального рассеяния электронов β -распада, является резонансом, состоящим из двух электронов и позитрона (e^-, e^-, e^+)^{7/}. Предполагается, что существует большой спектр частиц – релятивистских атомов, в который входят также (e^+e^-)-резонансы, обнаруженные в GSI (Дармштадт), и резонансы (e^+e^-), (e^-e^-), обнаруженные в непертурбативной квантовой электродинамике.

7. Продолжался поиск мультикварковых связанных и резонансных состояний с отличной от нуля странностью. Впервые обнаружено событие внутриядерной конверсии A -дибариона ($S = -3$):



Гипероны распадаются на расстояниях 3, 5 и 170 мм от вершины звезды. Получена оценка массы A -дибариона:

$$M_A = (2479 \pm 35) \text{ МэВ/с}^2.$$

Наблюдены два события, интерпретируемые как распад N -дигиперона ($S = -2$)^{8/}. Предложена модель типа MIT-мешка, включающая ди-кварк и хромомангнитные вклады, применительно к дибарионным резонансам с $S = -1$ ^{9/}.

АСИМПТОТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА АДРОННОЙ МАТЕРИИ. СТРУИ, КЛАСТЕРЫ В ПРОСТРАНСТВЕ ОТНОСИТЕЛЬНЫХ СКОРОСТЕЙ

В столкновениях адрон-ядро и ядро-ядро обнаружен ряд явлений, которые рассматриваются как указания на возникновение коллективных эффектов, идущих на кварк-глюонном уровне. Изучение кумулятивного рождения частиц показало, что структурные функции ядер не являются простой суммой структурных функций отдельных нуклонов. Непосредственным

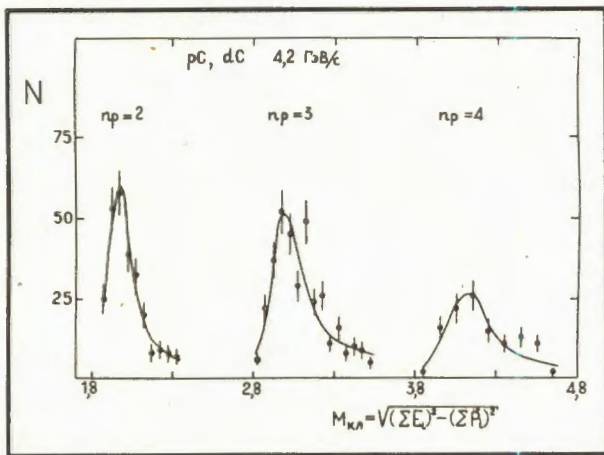


Рис. 1. Распределение протонных кластеров с разной множественностью p_r по эффективным массам $M_{кл}$ кластеров в pC- и dC-столкновениях

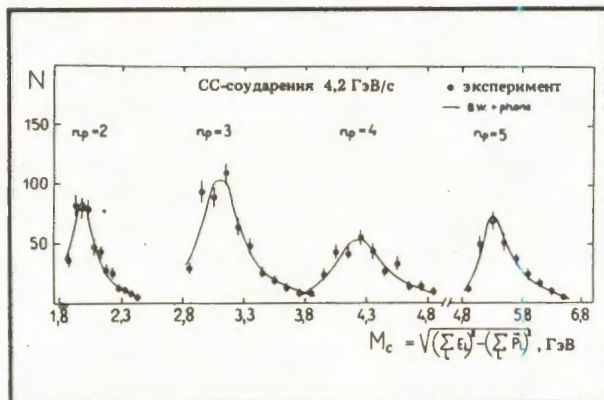


Рис. 2. Распределение протонных кластеров с разной множественностью p_r по эффективным массам $M_{кл}$ в CC-столкновениях

методом наблюдения цветовых степеней свободы является изучение образования струй, а для ядер особое значение имеет исследование кумулятивных струй.

В последние годы большое распространение получил предложенный в ЛВЭ метод анализа множественных процессов, основанный на представлении сечений в виде функций от релятивистских инвариантов $b_{ik} = -(u_i - u_k)^2$. Величины b_{ik} имеют смысл относительных расстояний в пространстве 4-скоростей: $u_i = p_i/m_i$, $u_k = p_k/m_k$, где p_i , p_k — четырехимпульсы частиц i и k , а m_i , m_k — их массы. Представление сечений различных процессов посредством b_{ik} позволило ввести классификацию множественных процессов, основанную на двух общих принципах, проверяемых экспериментально, — принципе ослабления корреляций и принципе автономности второго рода. Принципы отражают общее свойство адронов: с увеличением расстоя-

ния b_{ik} между любыми точками u_i , u_k взаимодействие между частицами i и k монотонно и достаточно быстро ослабляется. При $b_{ik} \gg 1$ взаимодействие адронов i и k выходит на кварк-глюонный уровень. Введение понятия расстояний в пространстве 4-скоростей позволило дать определение и обнаружить четырехмерные кластеры в этом пространстве. Под кластером понимается группа точек u_i (каждая точка соответствует частице), расстояние b_{ik} между которыми много меньше, чем среднее расстояние между всеми точками множества b_{ik} в анализируемом взаимодействии. Алгоритм выделения кластеров, нахождение его центра, а также основные определения и ряд результатов применения описанного подхода суммированы в обзоре, опубликованном в 1990 г.^{/10/}.

1. Дальнейшее развитие метод получил при исследовании возможности образования квазистационарных состояний при столкновении релятивистских ядер^{/11/}. В цитируемой работе предложена процедура рассмотрения кластеров как резонансных состояний с измерением соответствующих ширин, а следовательно, и времен жизни этих состояний. Анализировалось образование барионных кластеров в pC-, dC- и CC-соударениях при импульсе 4,2 ГэВ на нуклон. Для изучения вопроса о возможности образования квазистационарных состояний были построены спектры эффективных масс протонных кластеров с различной множественностью (рис. 1, 2). Полученные в данном эксперименте распределения аппроксимировались зависимостью

$$F(M) = \frac{\alpha^2}{(M - M_0)^2 + \frac{\Gamma^2}{4}} + \frac{2\alpha\beta(M - M_0)}{(M - M_0)^2 + \frac{\Gamma^2}{4}} + \beta^2,$$

где первое слагаемое — функция Брейта — Вигнера, β^2 — фоновый член, учитывающий множественное рождение частиц при энергиях, близких к резонансным, а второе слагаемое — функция, описывающая интерференцию резонансного и нерезонансного рождения частиц. Соответственно M_0 и Γ — масса и ширина резонанса. Полученные значения ширин соответствуют времени жизни состояния $\tau \sim \hbar/\Gamma < 0,7 \times 10^{-23}$, что по порядку величины сравнимо с временем пролета одного ядра сквозь другое. Тем самым в данном случае кластеры не являются квазистационарными состояниями, их можно интерпретировать как результат распада многонуклонных резонансов. Не противоречит получен-

ным данным и гипотеза о том, что выделенные кластеры являются мультиизобарными ядрами.

2. В рамках подхода с использованием переменных b_{ik} исследованы корреляции протонов в pC - и π^-C -взаимодействиях при импульсах налетающих частиц 8 ГэВ/с и 4 ГэВ/с соответственно. Получены указания на испускание барионных кластеров из высоковозбужденного источника. Из аппроксимации экспериментальных данных экспоненциальной зависимостью получены две корреляционные длины: $b_1 = 0,01 \pm 0,04$ и $b_2 = 0,1 \pm 0,2^{12/}$.

3. Методика выделения кластеров, основанная на переменных

$$b'_{ik} = \left(\frac{m_i m_k}{m_0^2} \right) b_{ik},$$

использована при анализе энергетических характеристик распада кластеров в π^-C - и π^-p - ($P_\pi = 40$ ГэВ/с), pC - ($P_p = 10$ ГэВ/с), а также pC -, dC -, αC - и CC - ($P_p = 4,2$ ГэВ/с на нуклон) взаимодействиях^{13/}. Отдельно рассмотрена кластеризация в событиях, сопровождающихся испусканием кумулятивных адронов (π -мезонов и протонов). Отмечено, что (25+35)% π -мезонов и (35+50)% протонов в кумулятивной области образуется через кластеры и только этим пионам соответствуют структуры фрагментирующих систем с универсальным параметром наклона спектра $\sim 0,14$. Для кумулятивных пионов, не связанных с кластерами, этот параметр больше (примерно на 50%).

Наибольшие температуры связаны с кластерами, образующимися в центральной области по шкале быстрот кластеров. В этой же области для π^-C -взаимодействий наиболее четко проявляются два значения температуры. В адрон-адронных столкновениях этот эффект не наблюдается.

В работе^{14/} исследован процесс кластеризации вторичных частиц в π^-C -, π^-p -, pC - и CC -взаимодействиях при $P_\pi = 40$ ГэВ/с, $P_p = 10$ ГэВ/с с испусканием K^0 -мезонов и Λ^0 -гиперонов. При этом использовались переменные b'_{ik} , то есть нормированные к одинаковой массе относительные 4-скорости. Оказалось, что доля странных частиц, связанных с кластерами, составляет (70+84)%, что больше, чем для нестранных адронов. По распадным характеристикам заметных отличий в процессах кластеризации не наблюдается.

Исследовано рождение барионных кластеров, содержащих Λ^0 -гиперон и протоны во взаимодействиях нейтронов ($P_n = 8$ ГэВ/с) и π^- -мезонов ($P_\pi = 4$ ГэВ/с) с ядрами углерода^{15/}.

4. Получены новые результаты по развитию метода интерференционных корреляций. При исследовании парных корреляций тождественных пионов обычно предполагается, что интерференционный член, описывающий эти парные корреляции, положителен. В теоретической работе, выполненной в ЛВЭ, показано, что это предположение не является обязательным. Выявлен класс моделей, в рамках которых интерференционный член может принимать отрицательные значения, и указаны условия для экспериментального обнаружения этого эффекта.

5. С целью экспериментального обнаружения кварк-глюонной плазмы проанализированы инклюзивные спектры π^- -мезонов с кумулятивным числом $n_k > 0,35$, образованных в dC -, αC - и CC -взаимодействиях при импульсе 4,2 ГэВ/с на нуклон^{16/}, и спектры кумулятивных π^- -мезонов в π^-C -взаимодействиях при 40 ГэВ/с^{17/}. Представленные в работе^{17/} данные относятся к неизученному ранее диапазону больших импульсов вторичных π -мезонов (до 7 ГэВ/с). Показано, что эффективная температура вторичных π^- -мезонов растет с увеличением n_k и достигает значения $T_0 (755 \pm 56)$ МэВ для $n_k > 1$.

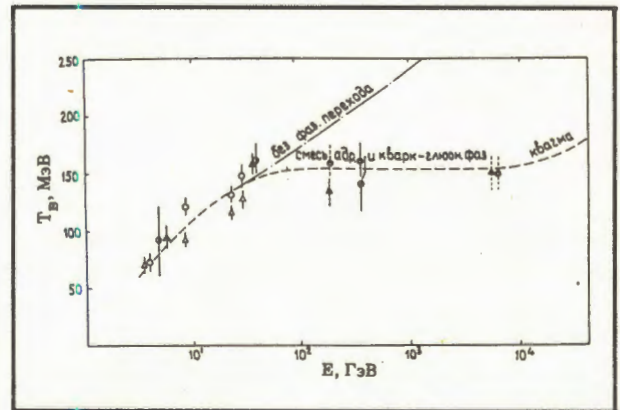


Рис. 3. Значения больцмановской температуры, полученные в различных экспериментах из характеристик каонов и Λ -гиперонов: $\circ$, Δ — ТПК-500, $\oplus$, Δ — СКМ-200, $\oplus$, $\ominus$ — Е-802 (K^+ и K^-), $\bullet$, $\blacktriangle$ — NA-35 (предварительные данные)

6. Проведен сравнительный анализ характеристик K_s^0 -мезонов и Λ -гиперонов, образующихся в CC -, CNe -, ONe -взаимодействиях при энергии $E_p \approx 3,4+3,7$ А·ГэВ^{18/}. Показано, что с увеличением числа нуклонов — участников на-

летающего ядра (Q), то есть с повышением их общей энергии ($E = E_p \cdot \langle Q \rangle$), угловые распределения $dN/d\cos\theta^*$ и $dE^*/d\cos\theta^*$ для K_s^0 -мезонов (как и для Λ -гиперонов) становятся более равномерными, приближаясь к изотропным при $E \sim 30$ ГэВ. При этом растет средний поперечный импульс $\langle P_T \rangle$ – бoльцмановская температура, достигая при $E \sim 30$ ГэВ значений, близких к критическим: $T_K \cong T_\Lambda \cong 150+160$ МэВ. При дальнейшем увеличении энергии величина $T_{K,\Lambda}$ остается в пределах ошибок постоянной вплоть до $E \sim 5000$ ГэВ, а относительный выход странных частиц ($s/P_T > 0,4+0,5$ ГэВ/с) заметно растет (рис.3).

7. Получены новые данные о фрагментации ядер кислорода с импульсом 3,1 ГэВ/с на нуклон на водороде^{/19/}. Работа выполнялась на однометровой жидководородной камере. Полученные данные сопоставлялись с предсказаниями каскадно-фрагментационно-испарительной модели протон-ядерных реакций при средних энергиях. Показано, что в эксперименте множественное образование двухзарядных частиц происходит значительно чаще, чем предсказывает модель. Авторы цитируемой работы полагают, что это расхождение связано с особенностями структуры ядра кислорода, в частности с кластеризацией нуклонов в α -частицы.

8. На установке ГИБС продолжалось изучение рождения и распада релятивистских гиперядер. В пучках ядер ^3He , ^4He , ^6Li , ^7Li с импульсом 4,5 ГэВ/с на нуклон исследовано образование гиперядер $^3_\Lambda\text{H}$ и $^4_\Lambda\text{H}$. В 1990 году в ЛВЭ проведен эксперимент по оценке энергетической зависимости сечения рождения $^4_\Lambda\text{H}$.

9. В работах^{/20,21/} была развита модель ядерных столкновений при высоких энергиях, основанная на представлении массивного ядра-мишени в виде набора плоских дисков. Проведено сравнение предсказаний такой модели с экспериментально наблюдаемыми характеристиками вторичных частиц, в частности π^0 -мезонов, в реакции $\pi^- + \text{Xe}$ при импульсе 3,5 ГэВ/с^{/22/}.

10. Для анализа характера флуктуаций плотности вторичных частиц, которые наблюдались в экспериментах с фотоэмульсиями, использован метод факториальных моментов F_i . Факториальный момент порядка i определяется как

$$\langle F_i \rangle =$$

$$= \frac{1}{\langle \bar{n}_m \rangle^i} \left\langle \frac{1}{M} \sum_{m=1}^M n_m (n_m - 1) \dots (n_m - i + 1) \right\rangle,$$

где

$$\langle \bar{n}_m \rangle = \left\langle \frac{1}{M} \sum_{m=1}^M n_m \right\rangle,$$

n_m – множественность частиц в m -м интервале ($m = 1, 2, \dots, M$) по быстрой (псевдобыстрой) $\Delta u = \Delta y/M$. При этом, если флуктуация имеет чисто статистический характер, то с увеличением M ожидается насыщение функции $\langle F_i \rangle$, а если флуктуация имеет динамический характер, то $\langle F_i \rangle \sim M^{\beta_i}$ ($\beta_i > 0$). Этот эффект обычно называют интермиттенсом.

Изучение флуктуаций плотности релятивистских частиц по псевдобыстрой во взаимодействиях ядер неона-22 с ядрами фотоэмульсий описанным методом, показало, что наблюдаемые в эксперименте флуктуации не являются статистическими. Плотность релятивистских частиц в быстрой интервалах оказывается для выделенной группы взаимодействий больше и доля плотных групп больше, чем следует из расчетов по каскадно-испарительной модели^{/23/}.

Предложена простая аналитическая модель для описания испускания g -частиц во взаимодействиях ядер высоких энергий с ядрами фотоэмульсий^{/24/}.

11. Продолжался анализ эффектов, наблюдаемых в ядро-ядерных столкновениях, методом γ -спектроскопии. Проведены сеансы облучений набора медных мишеней релятивистскими ядрами углерода.

12. Совместно с Университетом в Зигене (ФРГ) проведены облучения пластиковых трековых детекторов CR-39 ядрами кислорода и фтора. В рамках сотрудничества получены новые результаты по измерению сечений фрагментации ядер кислорода в диапазоне энергий от 1 до 200 ГэВ/нуклон.

13. Выполнен ряд работ по изучению следствий и установлению их связи с наблюдаемыми в экспериментах эффектами в рамках концепции релятивистской длины^{/25/}. В этих работах обсуждались: релятивистское преобразование электромагнитного дипольного момента, результаты трактовки опыта Майкельсона – Морли, парадокс прямоугольного рычага Льюиса – Толмена, скорость распространения сильного взаимодействия, основанная на локационном

методе измерения расстояний, интерпретация теории относительности.

С этой же точки зрения рассмотрена модель релятивистского нуклона^{/26/}. Высказано мнение, что определенный вклад в рост сечений взаимодействия при высоких энергиях обусловлен увеличением поперечных размеров нуклона, вытекающим из концепции релятивистской длины.

КУМУЛЯТИВНЫЙ ЭФФЕКТ. НЕНУКЛОННЫЕ СТЕПЕНИ СВОБОДЫ

1. На установке ДИСК-3 изучено проявление индивидуальных особенностей ядер при кумулятивном рождении частиц в нуклон-ядерных и ядро-ядерных взаимодействиях. Измерена A -зависимость сечений рождения вторичных частиц ($\pi^\pm$, $K^\pm$, p , d) в dA -, αA -, SA -взаимодействиях. Фрагментирующими ядрами (A) являлись D , He , 6Li , 7Li , C , Al , Si , ${}^{58}Ni$, ${}^{64}Ni$, ${}^{64}Zn$, ${}^{114}Sn$, ${}^{124}Sn$, Pb . Показано, что A -зависимость сечений подобна, она детально воспроизводится для различных снарядов, демонстрируя устойчивый изотопический эффект (рис.4). Установлено, что эффект сохраняется при переходе от импульса первичных протонов 4,5 ГэВ/с к импульсу 8,9 ГэВ/с в интервале импульсов вторичных частиц (0,3+0,7) ГэВ/с и обусловлен корреляцией сечений с плотностью нуклонов в ядрах.

2. На установке ФОТОН – МАССЕР впервые измерено сечение инклюзивного образования π^0 -мезонов в реакции ${}^{12}C + {}^{12}C \rightarrow \pi^0 + \dots$ при импульсе 4,5 ГэВ/с на нуклон в зависимости от кумулятивного числа X и $p_\perp^{2/27/}$.

Экспериментальные данные параметризовались функциями $E \frac{d\sigma}{dp} \sim \exp(-X/X_0)$ и $d\sigma/dp^2 \sim \exp(-ap_\perp^2)$. Для величин X_0 и a найдены значения: $X_0 = 0,151 \pm 0,005$; $a = (6,0 \pm 0,4) \text{ ГэВ}^{-2} \text{ с}^2$ в интервале $0 < p_\perp^2 < 0,4$ и $a = (9,0 \pm 0,3)$ в интервале $0,4 < p_\perp^2 < 0,8$.

Таким образом, полученное в этом эксперименте значение X_0 совпадает с хорошей точностью со значением $\langle X_0 \rangle = 0,14$ для кумулятивных процессов.

Зависимость сечения от атомного номера налетающей частицы параметризовалась функцией $E \frac{d^3\sigma}{dp^3} \sim A^m$. Величина m для ядер углерода и гелия (ранее проведенный эксперимент) оказалась равной $m = 1,2 \pm 0,1$ для $X \approx 1$, а с увеличением X она растет, достигая значения $m = 2,4 \pm 0,2$ при $X \approx 1,7$. Это существенно отличается от данных, полученных в Беркли (США) при импульсах налетающих частиц 1,8 и 2,9 ГэВ/с (рис.5).

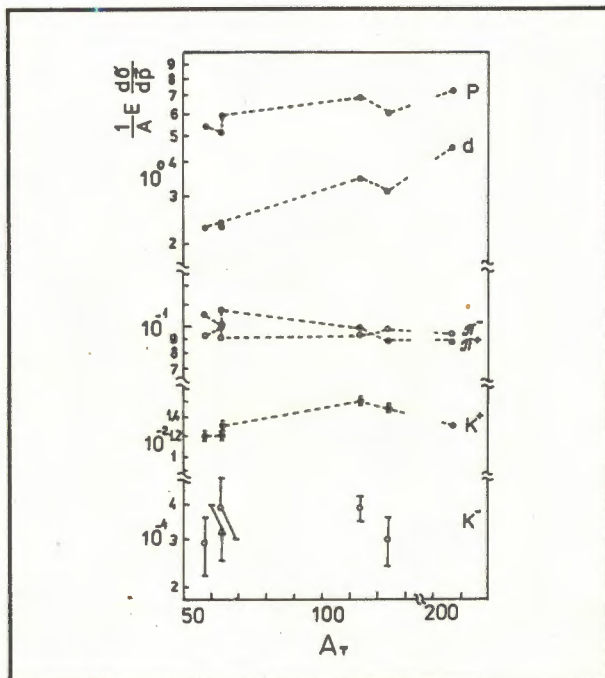


Рис. 4. A -зависимость сечений кумулятивного рождения частиц, измеренная на установке ДИСК-3

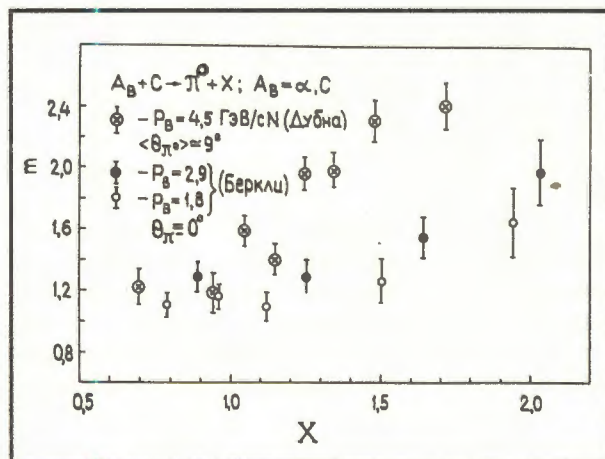


Рис. 5. Зависимость показателя m в параметризации сечений $E \frac{d^3\sigma}{dp^3} \sim A^m$ кумулятивного рождения π^0 -мезонов

3. Завершен анализ экспериментальных данных, полученных в опытах по перезарядке ядер гелия-3 в тритоны, выполненных на установке "Альфа-3С". Исследована реакция (${}^3He, t$) перезарядки на ядрах углерода и на протонах с возбуждением Δ -изобар в мишени при импульсах пучка 4,4-18 ГэВ/с.

Показано, что эффекты связанности нуклонов и ферми-движения не могут объяснить наблюдаемые особенности рождения Δ -изобар в ядре-мишени.

Проведенный анализ позволил получить характеристики процесса Δ -возбуждения ядра, не

искаженные процессом квазисвободного рождения Δ -изобар на нуклонах ядра-мишени.

На основе предположения о квазисвободном рождении невозможно объяснить особенности рождения Δ -изобар в инклюзивной реакции $C(^3\text{He}, t)$, и для описания реакции необходим учет коллективных эффектов, связанных с влиянием ядра на этот процесс.

ПОЛЯРИЗАЦИОННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

1. На установке "Альфа-3С" с использованием пучков поляризованных дейтронов на синхрофазотроне проведены повторные измерения анализирующей способности T_{20} реакции $^{12}\text{C}(d, p)^{28}\text{Al}$. Постановка эксперимента с улучшенной геометрией позволила расширить область статистически достоверных измерений в сторону больших значений импульсов протона-спектатора и проверить ранее полученные экспериментальные данные по $T_{20}(k)$, обнаружившие серьезные отклонения от расчетов в рамках импульсного приближения для большинства волновых функций дейтрона с "реалистическим" NN-потенциалом. Результаты эксперимента показаны на рис.6. Видно, что при весьма хорошей статистической значимости данных вплоть до значений внутреннего импульса $k \approx 750$ МэВ/с поведение $T_{20}(k)$ отличается от рассчитанных по описанной выше модели.

Был выполнен совместный анализ данных по сечениям и тензорной анализирующей способности $T_{20}^{1/29}$. В рамках импульсного приближения получено два вида параметризации s - и d -волн в дейтроне, на основании которых сделаны предсказания о поведении коэффициента передачи поляризации k от дейтрона k протону – наблюдателю в реакции $\bar{d} \rightarrow p$ фрагментации. Получены первые данные по измерению k .

МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТА.

СОЗДАНИЕ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ УСТАНОВОК

1. *Совершенствование установки ДЕЛФИ.* Одной из проблем в установках, использующих в большом количестве пластиковые трубки с резистивным покрытием в качестве катода, является проблема выбора рабочей газовой смеси. Газовая смесь должна обеспечить стабильную и надежную работу детекторов длительное время, а также быть пожаробезопасной. В работе^{/31/} опубликованы результаты исследований ряда

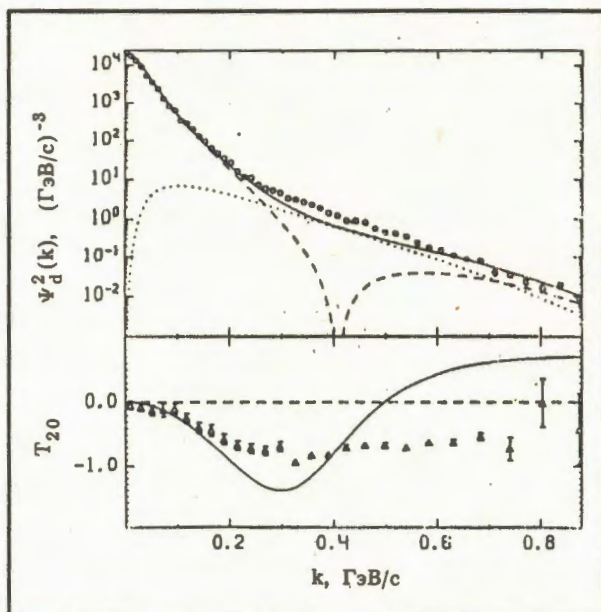


Рис. 6. Распределение нуклонов в дейтроне $\Psi_d^2(k)$ и $T_{20}(k)$ в зависимости от "внутреннего импульса". Сплошные кривые – расчеты для парижского NN-потенциала. Штриховая и точечные – квадраты s - и d -волн соответственно

2. Создана установка с большим телесным углом регистрации для изучения корреляционных эффектов, связанных с выходом кумулятивных протонов в реакции $d+C \rightarrow px$. Проведена экспозиция на пучке, ведется обработка экспериментального материала.

ЭКСПЕРИМЕНТ ДЕЛФИ

Сотрудники Лаборатории принимали участие в сеансах работы установки ДЕЛФИ в ЦЕРНе, в получении и обработке данных^{/30/}. (О результатах см. раздел "Международные связи и научное сотрудничество").

негорючих газовых смесей, выполненных в связи с созданием адронного калориметра установки ДЕЛФИ. Сделан вывод о возможности применения смесей типа $\text{Ar}:\text{CO}_2:\text{Isb}$ с долей изобутана (Isb) $\approx 9\%$ и аргона от 0% до 5% при работе детекторов в насыщенном пропорциональном режиме. Показано, что самогасящийся стримерный режим предъявляет повышенные требования к качеству изготовления и условиям



В начале октября 1990 года состоялся визит в ОИЯИ руководителей эксперимента СДК (соленоидальный детектор) на супер-коллайдере в США во главе с профессором Дж.Триллингом. Этот эксперимент был утвержден Программным комитетом Лаборатории ССК в конце 1990 года. Во время посещения ОИЯИ американская делегация выразила заинтересованность в участии физиков ОИЯИ в создании установки СДК и проведении исследований на ней. На снимке: на встрече с физиками ЛВЭ и ЛЯП был сделан обзор методических разработок, выполненных в ОИЯИ по мюонным тороидам, микростриповым детекторам и калориметрии с учетом их использования при создании установки СДК

эксплуатации пластиковых трубок. Исследован также процесс растекания зарядов в модуле адронного калориметра и продемонстрирована возможность удовлетворительного описания этого процесса с помощью одномерного уравнения диффузии. Данные предполагается использовать при модернизации установки ДЕЛФИ для работы на комплексе LEP с повышенной светимостью.

2. *Универсальный детектор для УНК.* Ряд работ был выполнен в связи с разработкой универсального детектора для работы на пучках УНК. В частности, на основе моделирования $p\bar{p}$ -взаимодействий при энергии $E_{\text{см}} = 6$ ТэВ исследована эффективность двухтрекового разрешения вершинного детектора^{/32/}. Для этого были сгенерированы с помощью программы ISAJET события, в которых образуются струи от s -, b - и t -кварков. Проанализированы углы между частицами в струях с импульсами от 300 до 3000 ГэВ/с. Показано, что при импульсе меньше 500 ГэВ/с ширина струи $\Delta\theta = (180 \pm 20)$ мрад, а при импульсе больше 1000 ГэВ/с $\Delta\theta = (50 \pm 10)$ мрад. Рассмотрена возможность разделения

двух треков из одной высокоимпульсной струи с помощью вершинного микрострипового детектора. Показано, что при двухтрековом разрешении 100 мкм можно разделить $\sim 85\%$ всех пар частиц, попадающих в детектор. Однако при измерении второй координаты с той же точностью удастся разрешить 98% треков в собитии.

Исследованы опытные партии микрополосковых кремниевых детекторов, изготовленных совместно с научно-техническим центром в Зеленограде^{/33/}. Детекторы имели следующие размеры: длина – 48 мм, ширина (полоски) – 10 мкм, шаг – 25 мкм. Показано, что координаты частиц могут быть восстановлены с точностью ~ 3 мкм. Отработан технологический процесс производства таких детекторов, включающих 12 технологических операций.

3. *Создание 4 π -спектрометра СФЕРА.* Для изучения множественного кумулятивного рождения частиц в 4 π -геометрии на пучках нукло-трона в ЛВЭ совместно с рядом организаций стран-участниц ОИЯИ создается новый спектрометр, который состоит из трех основных ком-

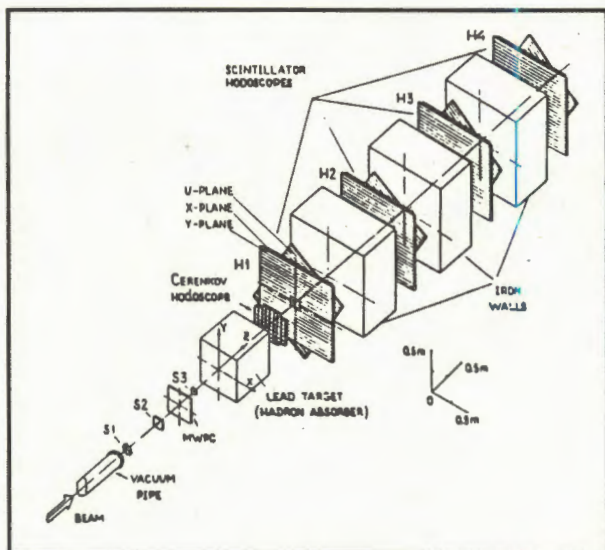


Рис. 7. Схема эксперимента по измерению кумулятивных $\mu^+\mu^-$ -пар с использованием переднего детектора установки СФЕРА

понтент: центрального детектора для регистрации частиц в области фрагментации ядра-мишени, переднего спектрометра, перекрывающего область фрагментации ядра-снаряда, и мишени для генерации мюонных пар с поглотителем пучка. В 1990 г. создан, отлажен и введен в действие на пучке в корпусе 205 безмагнитный вариант переднего детектора установки СФЕРА (рис.7).

Проведен физический эксперимент, в результате которого впервые наблюдается образование кумулятивных $\mu^+\mu^-$ -пар в области инвариантных масс $400 \leq M \leq 800$ МэВ/ c^2 и кумулятивных чисел $0,9 \leq X \leq 1,2^{1/34}$. Эксперимент выполнялся на пучке дейтронов с импульсом 4,5 ГэВ/с на нуклон. Свинцовая мишень размерами 0,5х0,5х0,5 м являлась также поглотителем вторичных адронов. Пучок мониторировался телескопом из трех сцинтилляционных счетчиков S1, S2, S3 размерами 90х90х5 мм, 120х120х10 мм и 50х50х3 мм соответственно. Мюонные пары, вылетающие из мишени, детектировались сцинтилляционными годоскопами H1+H4, между плоскостями которых располагались железные поглотители толщиной 0,5 м. Каждый годоскоп состоял из трех плоскостей (X, Y, U), а плоскость – из 20 детекторов размерами 1000х40х5 мм и 6 детекторов размерами 440х40х50 мм. Черенковский годоскоп, выполненный в виде матрицы из 56 плексигласовых радиаторов размерами 50х50х25 мм, использовался для более точного определения координат точки рождения мюонных пар.

Общий поток дейтронов, пропущенных через мишень, составил $4,0 \times 10^{10}$, суммарная ста-

тистика зарегистрированных событий ~ 9000 , а после отбора оставлено 43 события, удовлетворяющих всем критериям. Полученная оценка сечения образования кумулятивных $\mu^+\mu^-$ -пар согласуется с универсальной закономерностью образования кумулятивных частиц. По сравнению же с выходом кумулятивных пионов сечение образования $\mu^+\mu^-$ -пар в той же кинематической области на четыре порядка меньше.

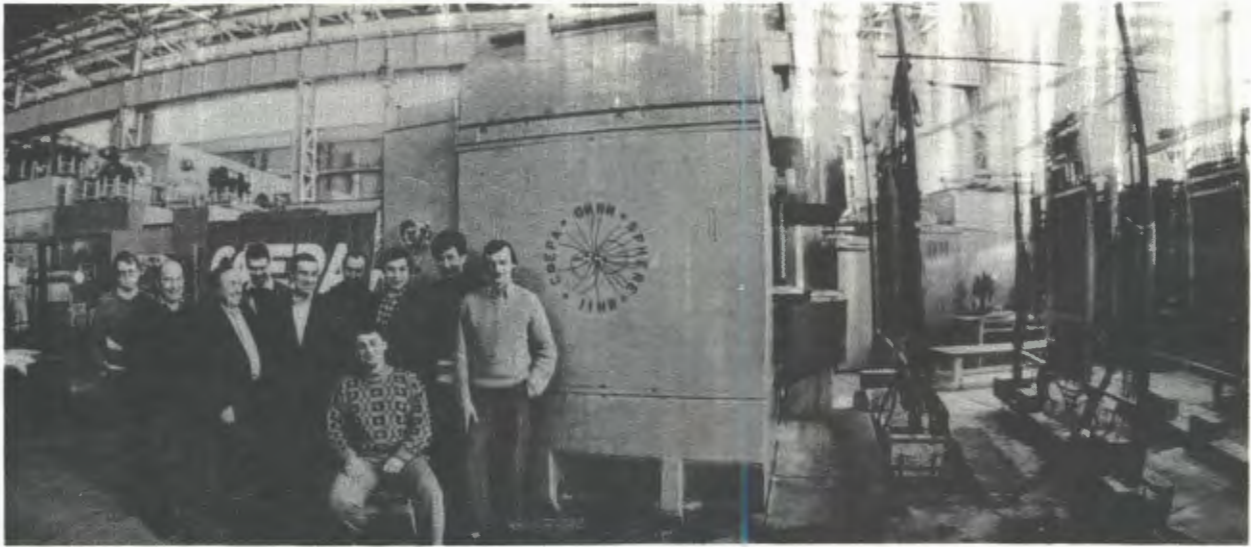
4. Установка "Слон". Проведено три сеанса работы установки "Слон" на пучке, в которых исследовались характеристики пучка, возможности укорочения длительности его сброса на фотоэмульсию с помощью имеющегося на канале № 34 кикер-магнита, управляющего облучением 2-метровой пропановой камеры. Усовершенствован один из наиболее уязвимых с точки зрения разрушения мегаамперными токами узлов установки – переходник, осуществляющий связь между коаксиальным кабельным коллектором и импульсным магнитом. Достигнута устойчивая работа всех систем формирования поля на уровне 30 Тл в многоцикловом режиме. Проведены расчеты механической прочности импульсного магнита, подтвердившие возможность увеличения поля до 60 Тл. Отработан алгоритм оптимизации формы полюсов магнита для получения поля с заданной неоднородностью в рабочей области с учетом резкого скин-эффекта и нелинейной диффузии магнитного поля в материале.

Введена в действие система для диагностики профиля и положения пучка, состоящая из сцинтилляционного экрана, цифровой телевизионной камеры на основе охлаждаемой ПЗС-матрицы, электронно-оптического преобразователя и соответствующей аппаратуры обработки и представления информации с использованием ПЭВМ "Правец-16".

5. Проведены исследования и изготовлены черенковские детекторы активной мишени и другая аппаратура спектрометра ПАМИР на канале в корпусе 16. Спектрометр подготовлен к набору статистики по поиску аномальной фрагментации.

Выполнен ряд конструкторских работ по установке с внутренней мишенью на пучках нуклонов.

6. Изучены флуктуации ионизационных потерь в электронно-фотонных ливнях, вызываемых гамма-квантами с энергией $E_\gamma \approx 100-3500$ МэВ в жидком ксеноне. Получены распределения среднеквадратичного отклонения σ_A от среднего значения доли A ионизационных потерь, выделяемой как вдоль оси развития лив-



Участники эксперимента по исследованию кумулятивного рождения мюонных пар на синхрофазотроне (проект СФЕРА)

ней, так и в перпендикулярном к ней направлении. Обнаружено, что при $E_\gamma \geq 500$ МэВ σ_A как функция A практически не зависит от E_γ , если ее соответственно отнормировать в случае поперечного развития ливней. Исходным экспериментальным материалом были снимки со 180-литровой ксеноновой пузырьковой камеры ИТЭФ (Москва), облученной в пучке π^- -мезонов с импульсом 3,4 ГэВ/с^{/35/}.

7. Исследованы сцинтилляционные характеристики кристаллов BaF_2 большого объема ($\sim 100-200$ см³).

Определены оптические свойства, содержание примеси ионов Rb^{2+} и зависимость

энергетического разрешения от температуры^{/36/}.

8. Разработан трековый детектор адронов на основе пороговых детекторов деления и фрагментации^{/37/}. Автоматический съем информации с трековых детекторов позволяет проводить экспрессные исследования полей вторичного адронного излучения с помощью десятков детекторов. Исследована эффективность регистрации для детекторов фрагментации в интервале энергий 0,2-4 ГэВ. Проведено тестирование метода в эксперименте с толстой свинцовой мишенью, облучаемой протонами с энергией 3,17 ГэВ.

ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА, АСУ, ОБРАБОТКА ДАННЫХ, ЭЛЕКТРОНИКА

1. Обеспечена работа измерительно-вычислительного центра Лаборатории высоких энергий в плановом объеме. Введены в эксплуатацию ЭВМ ИЗОТ-1055С, графическая станция ИЗОТ-1040, улучшено программное обеспечение, в частности адаптировано прикладное обеспечение ЦЕРН для пользования на ряде ЭВМ типа VAX в ОИЯИ^{/38/}.

В рамках темы "Суперкомпьютер модульный для обработки данных спектрометров физики высоких энергий" создан модуль на основе трех процессорных плат МС 68000 производительностью 1 Моп/с каждая. Изучен механизм взаимодействия центрального вычислителя системы с периферийными модулями на уровне протокола шины VME и создано математиче-

ское обеспечение для организации этого взаимодействия в рамках операционной системы VERSADOS.

2. Изучались некоторые новые алгоритмы обработки данных. Так, для оценки координат экстремумов применен численный вариант асимптотического метода Лапласа^{/39/}. Метод является интегральным эквивалентом статистического метода взвешенных средних. В отличие от методов оптимизации нулевого, первого и второго порядков данный метод можно применять также для оптимизации разрывных целевых функций, он особенно высокоэффективен в тех случаях, когда стандартные процедуры оптимизации не срабатывают из-за плохих анали-

тических свойств целевых функций вблизи экстремальных точек.

Проведено сравнительное тестирование вариантов алгоритма с переменной метрикой^{/40/}.

3. В работе^{/41/} описана автоматизированная система контроля триггера установки ГИБС, с помощью которой выполняются эксперименты по исследованию гиперядер. Система состоит из трех основных групп детекторов:

- группа А – отбор ядра, идентификация его по заряду, отбраковка по минимальному временному интервалу между частицами;
- группа В – точное определение заряда ядра-фрагмента, образовавшегося в результате взаимодействия первичного ядра с мишенью;
- группа С – точное измерение заряда ядра-фрагмента за распадным объемом.

Система построена на базе микроЭВМ "Электроника-60", работающей на линии с ЭВМ ЕС-1055, которая осуществляет оперативную обработку данных и их запись на магнитную ленту.

Информация с детекторов, записанная по триггерному сигналу, используется при анализе фотоснимков.

4. Для расширения контроля информации, поступающей со спектрометра "Альфа", работающего на линии с мини-ЭВМ ЕС-1010, в состав системы введена персональная ЭВМ "Правец-16". Это позволило использовать ПЭВМ в качестве "интеллектуального терминала" мини-ЭВМ.

Разработана схема дальнейшего развития системы автоматизации спектрометра, учитывающая планируемое увеличение информационных каналов с детекторов до 6000, с использованием транспьютеров^{/42/}.

РАЗВИТИЕ УСКОРИТЕЛЬНОЙ БАЗЫ ЛАБОРАТОРИИ

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ И РАБОТА СИНХРОФАЗОТРОНА

Обеспечена работа ускорителя на физический эксперимент и совершенствование систем в плановом объеме (~4000 ч). Проведены эксперименты по перезахвату пучка, позволившие найти способ значительного уменьшения потерь частиц и тем самым повышения эффективности работы синхрофазотрона в режиме совмещения бесструктурного медленного вывода на низких и средних энергиях с повторным захватом оставшейся части в последующее ускорение для экспериментов при более высоких энергиях.

Велись работы по развитию источников многозарядных ионов. Создан новый ионизатор КРИОН-2М для получения водородоподобных ионов тяжелых элементов. В этом ионизаторе получен электронный пучок с энергией 100 кэВ. Изготовлена система измерения эмиттанса пучка на выходе лазерного источника.

Проведены уточненные расчеты ускоряющих структур и конструкторская проработка двух ускорительных секций (типа Альвареса), предложен и рассчитан предускоритель нового типа, основанный на переменнo-фазовой фокусировке. Выполнен ряд работ по подготовке к проектированию бустера нуклотрона.

В 1990 году на физический эксперимент ускорительный комплекс синхрофазотрона отработал 3280 часов, из которых 25% – в режиме

ускорения протонов, 18% – поляризованных дейтронов и более 40% общего времени – в режиме ускорения ядер (d, He, C, Li, F, O, Mg). Весь спектр пучков, имеющийся в настоящее время на ускорительном комплексе синхрофазотрона, активно используется физиками-потребителями из более чем 100 научных организаций стран-участниц и неучастниц ОИЯИ. В прошедшем году на пучках синхрофазотрона облучалось 20 физических установок. Уникальными продолжают оставаться пучки поляризованных дейтронов (векторно и тензорно) синхрофазотрона. Комплекс устройств, созданных в связи с программой развития поляризованных исследований в ЛВЭ, описан в работе^{/43/}.

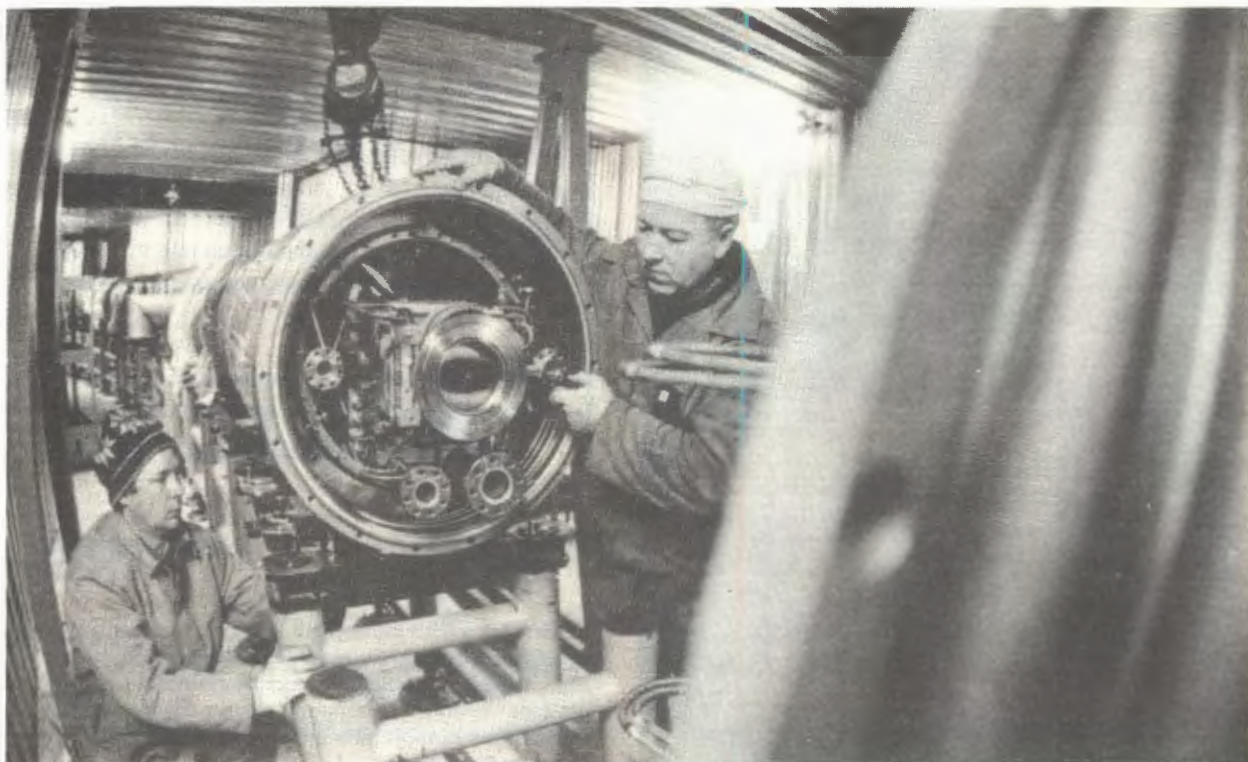
СОЗДАНИЕ НУКЛОТРОНА

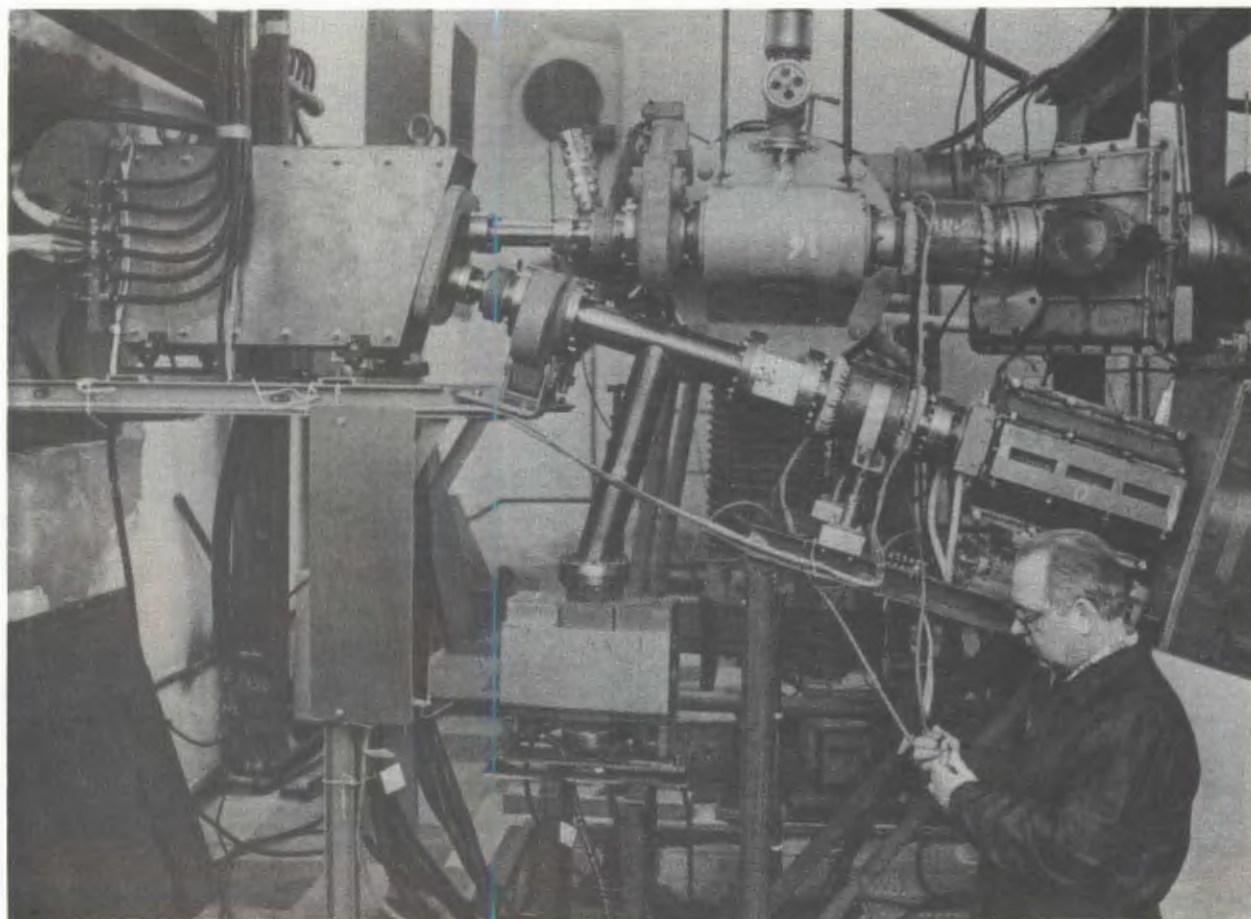
В декабре 1990 г. начат монтаж модулей магнитной системы нуклотрона в тоннеле. Этому этапу в создании нового сверхпроводящего ускорителя релятивистских ядер предшествовал комплекс стендовых испытаний дипольных, квадрупольных и мультипольных корректирующих магнитов в рабочих условиях, определение основных характеристик магнитных полей в каждом из них с точностью на уровне 10^{-4} , оптимизация расстановки магнитов на основании данных магнитных измерений. Были завершены также основные испытания элементов системы



Зал управления ускорительным комплексом синхрофазотрона. На заднем плане – консоли управления и контроля системами нуклотрона в стадии монтажа и наладки

Монтаж магнитной системы нуклотрона в тоннеле





Канал инжекции пучка от линейного ускорителя ЛУ-20 в нуклотрон



Созданный в ЛВЭ двумерный детектор медленных нейтронов. Слева – общий вид детектора. Вверху – снимок с дисплея, характеризующий пространственные разрешения прибора: точки, с помощью которых изображены буквы, соответствуют отверстиям диаметром 2 мм, выполненным в кадмиевой пластине

ввода пучка из тракта инъекции на орбиту нуклотрона, устройств диагностики пучка.

К концу году в тоннеле было смонтировано более двух десятков модулей, проведена их юстировка с точностью $\sim 0,1$ мм.

Крупным этапом в создании криогенной системы нуклотрона явилась наладка второй установки для ожижения гелия мощностью 1600 Вт.

В ближайшее время усилия Лаборатории будут концентрироваться на полном завершении монтажа первого квадранта ускорителя и его наладке. Опубликован ряд работ, связанных с разработкой и созданием отдельных систем нуклотрона. Среди них: "Система криогенного обеспечения нуклотрона"^{/44/}, "Результаты испытаний головного образца гелиевого винтового компрессорного агрегата "Каскад-80/25"^{/45/},

"Моделирование коррекции замкнутой орбиты нуклотрона"^{/46/}, "Расчет канала инъекции от ЛУ-20 в нуклотрон"^{/47/}, "Система транспортировки пучков от синхрофазотрона и нуклотрона к экспериментальным установкам корпуса № 205"^{/48/}. Для исследования переходных процессов в сверхпроводящих магнитах создан 10-канальный регистратор^{/49/}. Прибор позволяет фиксировать аварийный переход обмотки СП-магнита в нормальное состояние и дать сигнал на включение систем защиты. Созданы и исследованы принудительно охлаждаемые тоководы на ток до 2,5 кА с электрической прочностью изоляции 2,5 кВ^{/50/}. Удельный теплоприток составляет ~ 1 Вт кА^{-1} при максимальном токе, гидравлическое сопротивление при оптимальном расходе охлаждающего газа ~ 10 кПа.

ПРИКЛАДНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

Координатные детекторы. Создан детектор "изображений" медленных нейтронов на основе многопроволочной камеры, заполняемой газовой смесью ^3He и пропана под давлением до 4 атм для изучения малоуглового рассеяния нейтронов в интервале углов до 5° ^{/51/}. Чувствительная площадь детектора 256×128 мм². Прибор работает на линии с компьютером АТ-286.

Работа выполнялась в сотрудничестве со специалистами ФИАН (Москва) и ГНИИМ (Прага). Детектор успешно испытан на пучке нейтронов реактора ИБР-2 ЛНФ ОИЯИ. Пространственное разрешение оказалось на уровне 2,6 мм, эффективность регистрации нейтронов $\sim 80\%$ ($l = 6$ Å) при высокой степени однородности эффективности по чувствительной площади. Прибор с указанными параметрами создан в странах-участницах ОИЯИ впервые. Его применение даст возможность в десятки раз увеличить скорость набора экспериментальных данных.

Исследования высокотемпературных сверхпроводников. Показано, что облучение реляти-

вистскими ядрами углерода ВТСП-образцов (в том числе монокристаллов) приводит к росту критических токов. Подготовлена методика для облучения ВТСП-образцов при комнатных температурах тяжелыми ионами низких энергий. Собрана установка для низкотемпературных облучений высокотемпературных сверхпроводников.

Проведен анализ $\rho(T)$ для ВТСП-керамик, пленок и монокристалла с точки зрения определения эффективной размерности системы в период перехода.

Выполнены измерения релаксации остаточной намагниченности B_i -монокристалла в зависимости от намагничивающего поля.

Приборы, устройства, системы. Разработана и испытана 50-метровая моноволоконная световодная система для симплексного обмена информацией при работе на электрофизических установках в условиях особо сильных помех^{/52/}. Отработана технология соединений моноволоконных световодов методом электродуговой сварки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алеев А.Н. и др. – ОИЯИ, P1-90-128, Дубна, 1990.
2. Aleev A.N. et al. – JINR, E1-90-305, Dubna, 1990.

3. Алеев А.Н. и др. – ОИЯИ, P1-90-595, Дубна, 1990.
4. Алеев А.Н. и др. – ОИЯИ, P1-90-168, Дубна, 1990.

5. Троян Ю.А. и др. – ОИЯИ, P1-90-79, Дубна, 1990.
6. Троян Ю.А. и др. – ОИЯИ, P1-90-78, Дубна, 1990.
7. Балдин А.М. – В сб.: Краткие сообщения ОИЯИ, № 3[42]-90, Дубна, с.4.
8. Shahbazian B.A. et al. – Phys.Lett., 1990, B235, p.208.
9. Popa L. et al. – In: JINR Rapid Communications, № 6[45]-90, Dubna, p.14.
10. Baldin A.M., Didenko L.A. – Fortschritte der Physik, 1990, v.38, № 4, p.261-332.
11. Балдин А.М. и др. – ОИЯИ, P1-90-263, Дубна, 1990.
12. Кечечан А.О., Шахбазян Б.А. – В сб.: Краткие сообщения ОИЯИ, № 1[40]-90, Дубна, с.5.
13. Ангелов Н., Любимов В.Б., Тогоо Р. – В сб.: Краткие сообщения ОИЯИ, № 4[43]-90, Дубна, 1990, с.20.
14. Ангелов Н., Любимов В.Б., Тогоо Р. – В сб.: Краткие сообщения ОИЯИ, № 2[41]-90, Дубна, с.4.
15. Кечечан А.О., Шахбазян Б.А. – В сб.: Краткие сообщения ОИЯИ, № 3[42]-90, Дубна, с.11.
16. Баатар Ц. и др. – ОИЯИ, P1-90-26, Дубна, 1990.
17. Баатар Ц. и др. – ОИЯИ, P1-90-202, Дубна, 1990.
18. Йовчев К. и др. – В сб.: Краткие сообщения ОИЯИ, № 7[46]-90, Дубна, 1990, с.27.
19. Ботвина А.С. и др. – ОИЯИ, P1-90-560, Дубна, 1990.
20. Strugalski Z. et al. – JINR, E1-90-17, Dubna, 1990.
21. Mulas E. et al. – JINR, E1-90-460, Dubna, 1990.
22. Strugalski Z. et al. – JINR, E1-90-459, Dubna, 1990.
23. Третьякова М.И. и др. В кн.: Труды X Международного семинара по проблемам физики высоких энергий (тезисы докладов). ОИЯИ, Д1,2-90-456, Дубна, 1990, с.37.
24. Hegab M.K. et al. – In: JINR Rapid Communications, №7[46]-90, Dubna, 1990, p. 36.
25. Стрельцов В.Н. – ОИЯИ, P2-90-101, E2-90-102, E2-90-275, P2-90-426, D2-90-476, P2-90-484, Дубна, 1990.
26. Belyakov V.A., Strel'tsov V.N. – JINR, E2-90-309, Dubna, 1990.
27. Абрамян Х.У. и др. – В сб.: Краткие сообщения ОИЯИ, № 7[46]-90, Дубна, 1990, с.19.
28. Аблеев В.Г. и др. – В сб.: Краткие сообщения ОИЯИ, № 4[43]-90, Дубна, 1990, с.5.
29. Пенчев Л., Ситник И.М., Строковский Е.А. – В сб.: Краткие сообщения ОИЯИ, № 4[43]-90, Дубна, 1990, с.10.
30. Abreu P. et al. – CERN-PPE/90-118, 90-122, 90-123, 90-173, 90-174, Geneva.
31. Водопьянов А.С. и др. – ОИЯИ, P1-90-200, Дубна, 1990.
32. Водопьянов А.С. и др. ОИЯИ, P1-90-32, Дубна, 1990.
33. Astakhov V.I. et al. – In: JINR Rapid Communications, № 1[40]-90, Dubna, 1990, p.45.
34. Afanasiev S.V. et al. – In: JINR Rapid Communication, № 7[46]-90, Dubna, 1990, p.6.
35. Słowski B. – JINR, E1-90-274, Dubna, 1990.
36. Kozma P. et al. – JINR, E13-90-80, Dubna, 1990.
37. Воробьев И.Б. и др. – ОИЯИ, P13-90-194, Дубна, 1990.
38. Балашов В.К., Трофимов В.В. – ОИЯИ, P11-90-108, Дубна, 1990.
39. Iyushchenko V.I. – JINR, E10-90-410, Dubna, 1990.
40. Iyushchenko V.I. – JINR, E10-90-503, Dubna, 1990.
41. Базылев С.Н. и др. – ОИЯИ, P10-90-533, Дубна, 1990.
42. Запорожец С.А., Черных Е.В. – ОИЯИ, P10-90-216, Дубна, 1990.
43. Ershov V.P. et al. – JINR, E13-90-331, Dubna, 1990.
44. Агапов Н.Н. и др. – ОИЯИ, P8-90-481, Дубна, 1990.
45. Агапов Н.Н. и др. – ОИЯИ, 8-90-304, Дубна, 1990.
46. Акишин П.Г. и др. – ОИЯИ, 9-90-485, Дубна, 1990.
47. Безногих Ю.Д. и др. – ОИЯИ, 9-90-107, Дубна, 1990.
48. Бартенева Н.А. и др. – ОИЯИ, P1-90-75, Дубна, 1990.
49. Дацков В.И., Малиновски Х. – ОИЯИ, 8-90-66, Дубна, 1990.
50. Бартенева В.Д. – ОИЯИ, 8-90-186, Дубна, 1990.
51. Zanevsky Yu.V. et al. – In: 2nd London Conf. on Positron-Sensitive Detectors, 4-7 Sept. 1990, Abstracts, p.71.
52. Романов Ю.И. – ОИЯИ, P13-90-473, Дубна, 1990.

ЛАБОРАТОРИЯ ЯДЕРНЫХ ПРОБЛЕМ

Научная программа Лаборатории в 1990 году определялась задачами по проведению экспериментальных исследований в области физики элементарных частиц и атомного ядра на базовых установках ОИЯИ, ускорителях ИФВЭ и ЦЕРНа, разработке физического обоснования и эскизного проекта комплекса накопителей ионов, электронов и позитронов, участию в разработке совместно с ИФВЭ отдельных узлов УНК и подготовке первоочередных экспериментов на нем, проведению работ в области прикладных исследований.

Выполненный большой объем научно-исследовательских и методических работ позволил получить по каждому из направлений ряд важных экспериментальных результатов.

На ускорителе ЛЕР в ЦЕРНе успешно запущена установка ДЕЛФИ. Первый большой сеанс продемонстрировал надежную работу всех детекторов, включая созданный с участием сотрудников ЛЯП адронный калориметр.

В экспериментах на ускорителе У-70 в ИФВЭ впервые осуществлено наблюдение эффекта кулоновского взаимодействия $\pi^+\pi^-$ -мезонов на установке "Позитроний", проведено исследование дважды дифференциальных сечений образования K^0 -мезонов в реакциях взаимодействия K^+ -мезонов с ядрами Be, Cu и Pb на установке "Гиперон", обнаружено аномальное рождение димюонов в области масс $0,28 \pm 0,35$ ГэВ/с² в π^- С-взаимодействиях при 38 ГэВ/с, установлена верхняя граница на существование дибариона в π^+d и двухпротонной моде распада на установке СИГМА – АЯКС в π^- А-взаимодействиях при 40 ГэВ/с.

Широкий круг экспериментальных исследований проведен на фазотроне ОИЯИ. На комплексе ЯСНАПП-2 продолжено изучение свойств короткоживущих изотопов редкоземельной области: тулия, иттербия и лютеция, по программе исследований мю-катализа измерены параметры процесса перезарядки d-атомов на ядрах ^4He , завершена обработка данных и определены верхняя граница относительной вероятности распада $\mu \rightarrow 3e$ и оценка относительной ве-

роятности распада $\pi \rightarrow 3e\nu$, μSR -методом исследованы свойства кристаллов азота и окиси углерода.

Продолжены работы по совершенствованию систем фазотрона ОИЯИ. Спроектирован электростатический дефлектор и разработана головная секция системы вывода пучка, с помощью широкоугольной магнитной линзы приблизительно в 10 раз увеличена интенсивность вторичных пионных и мюонных пучков.

Активно велись работы по совершенствованию действующих установок "Позитроний – димезоатомы", "Гиперон", СИГМА – АЯКС на У-70 и подготовке к проведению экспериментов "Нептун" и МЧС на УНК.

Вновь созданными в середине года рабочими группами проделана большая работа, связанная с проработкой физического и технико-экономического обоснования проектов накопителя электронов и позитронов (ст-фабрики), детектора для него и разработкой программ исследований на ст-фабрике и накопителе ионов.

Интересные результаты получены по научно-прикладной тематике в области использования пучков заряженных частиц в биологических исследованиях и для радиотерапии на медико-биологическом комплексе.

Расширились международные контакты и сотрудничество специалистов ЛЯП с западноевропейскими и американскими научными центрами. Завершены работы по монтажу гамма-калориметра и успешно осуществлен запуск установки ОБЕЛИКС на накопителе антипротонов LEAR в ЦЕРНе, для совместного эксперимента по поиску переходов мюоний-антимюоний ведутся работы по совершенствованию системы регистрации установки SINDRUM (PSI), начат совместный эксперимент по поиску редких распадов η -мезона на ускорителе SATURNE (CNRS), ведется подготовка эксперимента на накопительном кольце протонов COSY (Jülich), на спектрометрах комплекса "Мю-спин" вместе со специалистами из PSI и ФИ ЧСАН проводятся исследования свойств высокотемпературных сверхпроводников.

Со времени успешного запуска в августе 1989 года на установке ДЕЛФИ зарегистрировано около 137000 случаев адронного распада Z^0 -бозонов. Все задействованные в установке детекторы, включая созданный совместно с ОИЯИ адронный калориметр, работали надежно. Анализ величины поперечного сечения рождения Z^0 -бозона в зависимости от энергии производился с помощью программ, разработанных в ЛТФ и ЛЯП, как в адронном, так и во всех трех лептонных модах распада, см. рис.1. В результате с высокой точностью измерены^{/1/} основные параметры Z^0 -бозона.

В ходе поисков нейтрального хиггс-бозона, предсказываемого минимальной версией Стандартной модели, на 95-процентном уровне достоверности исключены значения малых масс в диапазоне от 210 МэВ до 14 ГэВ^{/2/} и установлен нижний предел для больших масс: $m_H \geq 34$ ГэВ^{/3/}.

В эксперименте на установке "Позитроний" впервые осуществлено наблюдение и исследование эффекта кулоновского взаимодействия в системе $\pi^+\pi^-$ -мезонов, генерированных в (p , Ta)-взаимодействиях при энергии протонов 70 ГэВ^{/4/}. Пионы с импульсом от 0,8 до 2,4 ГэВ/с детектировались под углом $8,4^\circ$ к пучку в телесном угле 4×10^{-5} ср. Измерена двухчастичная корреляция пионов в зависимости от их относительного импульса q в системе центра масс $\pi^+\pi^-$ -пары в ранее неизученной области $q < 40$ МэВ/с. Наблюдаемый при уменьшении q ниже 10 МэВ/с быстрый рост корреляционной функции качественно соответствует кулоновскому фактору, получаемому из решения уравнения Шредингера. Полученные экспериментальные данные хорошо описываются формулой Сахарова. По обработанным данным идентифицировано (49 ± 15) $\pi^+\pi^-$ -пар, которые интерпретируются как пары от развала атомов, образованных π^+ - и π^- -мезонами (A_{27}).

На установке "Гиперон" измерены дважды дифференциальные сечения образования K^0 - и K^{*0} -мезонов на ядрах в реакции $K^+ + A \rightarrow K^0$, $K^{*0}(892) + X$ при энергии 11,2 ГэВ/с ($A = \text{Be, Cu, Pb}$) в области фрагментации пучка^{/5,6/}. Получены параметрические описания сечений, исследована зависимость параметров от продольного и поперечного импульсов и атомного веса мишени. Показано, что лундская FRITIOF модель не описывает полученные экспериментальные данные.

Инвариантные сечения $F(X)$ процессов инклюзивного образования $K^{*0}(892)$ - и K^0 -мезонов

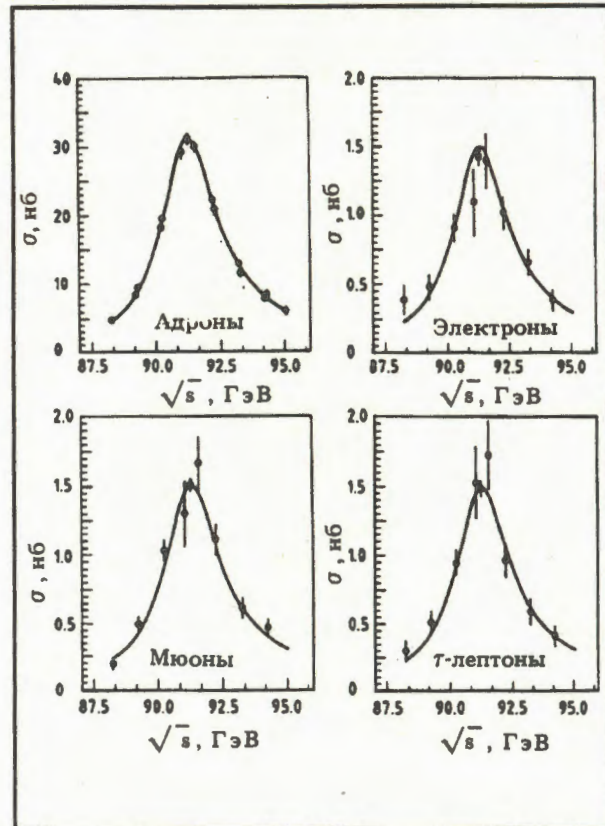


Рис. 1. Сечения образования адронов и лептонов (e, μ, τ) в e^+e^- -взаимодействиях как функции $\sqrt{s}$ в области Z^0 -пика. Сплошные линии – результат 4-параметрического фитирования

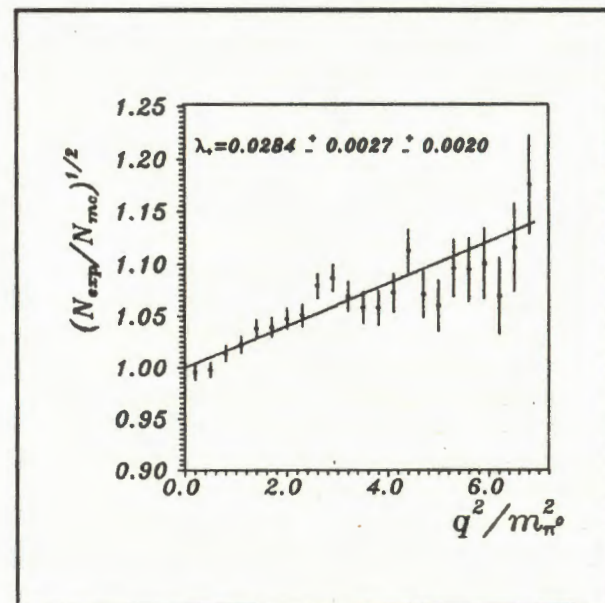


Рис. 2. Результат фита экспериментальных данных по распаду $K^+ \rightarrow \pi^0 e^+ \pi^+$ при линейной параметризации (коэффициент λ) формфактора в зависимости от q^2

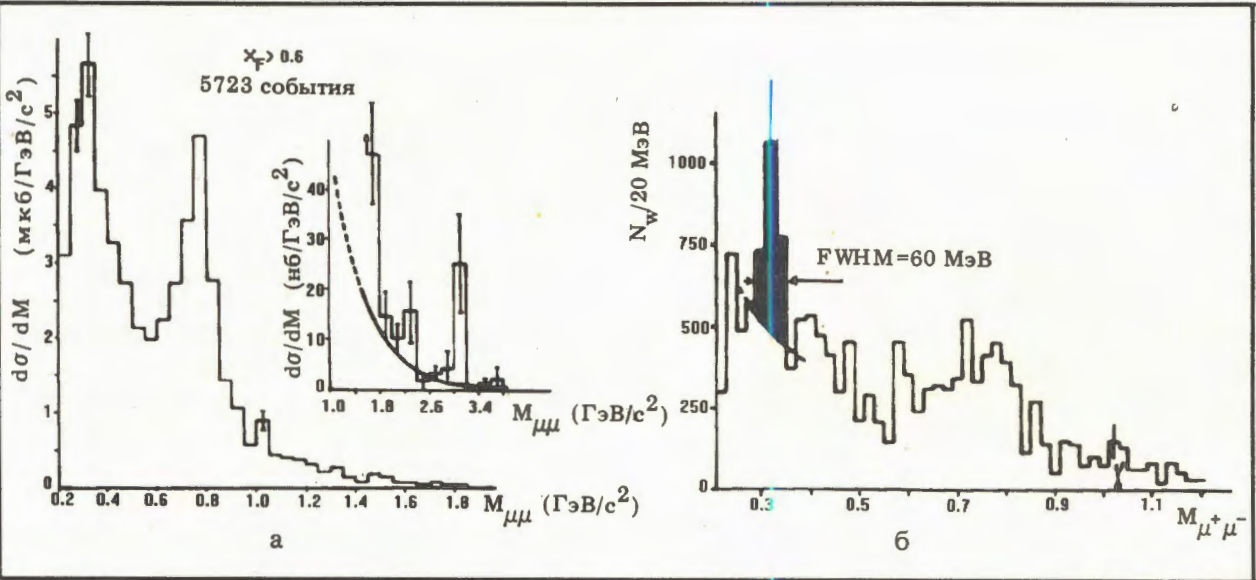


Рис. 3. Спектр масс мюонных пар: а - $M_{\mu\mu} < M_{J/\psi}, X_F > 0,4$ (сплошная линия - предсказание модели Дрелла - Яна); б - $X_F \leq 0,5$

в K^+A -взаимодействиях описаны с использованием кварк-глюонной модели, учитывающей эффекты экранирования цвета и длины формирования.

Исследована зависимость формфактора от переданного импульса для распада $K^+ \rightarrow \pi^0 e^+ \nu^{*}/\gamma$. Обычная линейная параметризация (рис.2)

$$f_+(q^2) = f_+(0) (1 + \lambda_+ + q_2^2/m_{\pi^0}^2)$$

приводит к величине $\lambda_+ = 0,0284 \pm 0,0027_{\text{стат.}} \pm 0,0020_{\text{сист.}}$, совпадающей с мировой средней $\lambda_+ = 0,0280 \pm 0,004$. В эксперименте получены также наиболее точные из имеющихся сегодня оценок скалярного и тензорного формфакторов на основе анализа распределения Далицца (погрешности статистические):

$$f_s/f_+(0) = 0,070^{+0,015}_{-0,014} \text{ и } f_t/f_+(0) = 0,53^{+0,08}_{-0,09}.$$

Данный результат выходит за рамки принятой V-A теории, при этом не обнаруживается очевидного источника ошибок, которые могли бы изменить полученный результат (обратить в нуль f_s и f_t), в частности, выполненный расчет радиационных поправок не меняет сделанных выводов.

В эксперименте по изучению реакции $\pi^- C \rightarrow \mu^+ \mu^- + X$ при 38 ГэВ/с (ПСИ) число измеренных событий на порядок величины превысило статистику других электронных экспериментов, регистрирующих лептонные пары (при

$X_F \geq 0,4, M_{\mu\mu} < M_{J/\psi}, p_T \leq 1,5$ ГэВ/с) вместе с сопровождающими их заряженными частицами и γ -квантами. Определено сечение образования мюонных пар: $\sigma = 426 \pm 50$ нб/нукл., и для масс $M_{\mu\mu} < 0,6$ ГэВ/с² - $\sigma = 227 \pm 30$ нб/нукл. ($X_F > 0,4$). Результирующий спектр масс $\mu^+ \mu^-$ -пар приведен на рис.3а. Прямое наблюдение распадов резонансов $\eta \rightarrow \mu \mu \gamma, \eta' \rightarrow \mu \mu \gamma$ в спектре масс $\mu \mu$ и $\rho \rightarrow \mu \mu$ в спектре масс $\mu \mu$ позволило заключить, что известные резонансы $\eta, \omega, \eta', \rho$ являются доминирующим источником димюонов малой массы ($0,2 < M_{\mu\mu} < 0,6$ ГэВ/с²). Вклад более тяжелых резонансов ($a_2^{\pm}(1320) \rightarrow \pi^{\pm} \mu^+ \mu^-$ и др.) составляет $\approx 10\%$. Получена верхняя граница сечения аномального рождения мюонных пар: $(\sigma_{\text{ан}}/\sigma_{M_{\mu\mu} < 0,6}) < 0,3$, на уровне достоверности 90%. Результат не подтверждает выводов предыдущих экспериментов $((\sigma_{\text{ан}}/\sigma_{M_{\mu\mu} < 0,6}) = 0,36 \pm 0,12)$.

Однако в области масс $M_{\mu\mu} \approx 3m_{\mu}$ ($0,28 \pm 0,35$ ГэВ/с², рис.3б) с $X_F < 0,5$ обнаружено аномальное рождение димюонов (38 ± 10 событий), которое невозможно объяснить с помощью распадов известных резонансов и внутренней конверсии виртуальных фотонов, рожденных в нерезонансных процессах ($q\bar{q} \rightarrow \gamma^* + \gamma, q\bar{q} \rightarrow \gamma^* + g$ и др.)^{8/}. Сечение аномального рождения, которое имеет пиковый характер, оценено как $\sigma = 17 \pm 5$ нб/нукл. и соответствует $\sim 10^{-6} \cdot \sigma_{\text{неупр.}}$. Природа наблюдаемого эффекта непонятна, так как существующие термодинамические и кварковые модели предсказывают плавное поведение спектра масс. В

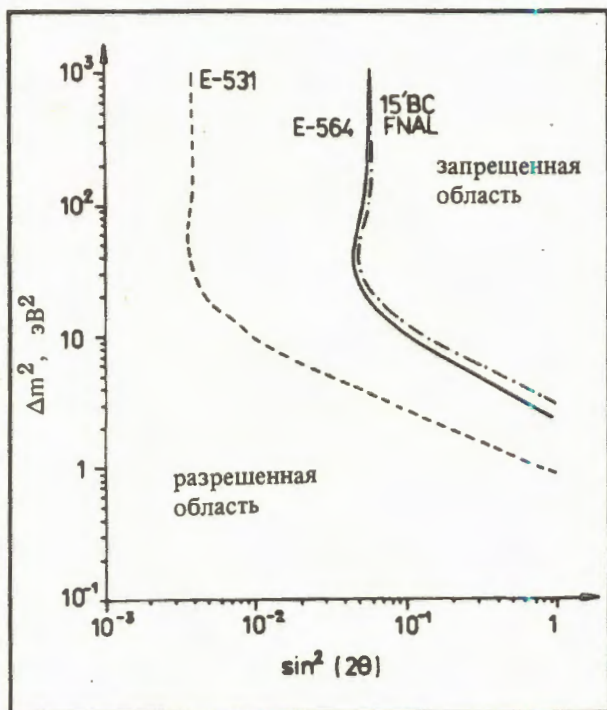


Рис. 4. Ограничения на параметры осцилляций $\nu_\mu \leftrightarrow \nu_\tau$: сплошная линия – данный эксперимент, штриховая – данные эксперимента E-531, штрихпунктирная – результаты, полученные на 15-футовой пузырьковой камере ФНАЛ

эксперименте СИГМА-АЯКС, проводимом совместно ИФВЭ, ОИЯИ, ИФ АН ГрССР, ИНФН (Милан), были измерены инклюзивные сечения образования кумулятивных протонов в π^-A -, K^-A -, $\bar{p}A$ -взаимодействиях ($A = Be, Al, Cu, Pb$) при импульсе 40 ГэВ/с в интервале углов 150° – 165° и диапазоне изменения их кинетических энергий 0,1–0,3 ГэВ. Обнаружено, что отношения инвариантных сечений для различных типов пучковых частиц не зависят от величины кинетической энергии и типа ядра^{/9/}:

$$\langle f_{K^-}/f_{\pi^-} \rangle = 0,87 \pm 0,03_{\text{стат.}} \pm 0,03_{\text{сист.}},$$

$$\langle f_{\bar{p}}/f_{\pi^-} \rangle = 1,82 \pm 0,10_{\text{стат.}} \pm 0,05_{\text{сист.}}$$

Завершена обработка статистической информации, набранной в эксперименте по поиску дибарионов с разделенным цветом, пред-

сказываемых в модели цветных струн. Установлена верхняя граница на существование дибариона в диапазоне масс 2,3–4,1 ГэВ/с² в $\pi^\pm d$ и двухпротонной моде распада, в частности, для $\pi^- Be$ -взаимодействия она составляет 0,5–12 мкб в зависимости от моды распада, массы и ширины резонанса^{/10,11/}.

Обработаны результаты beam-dump эксперимента на установке “Нейтринный детектор” по поиску “мгновенных” нейтрино от распада очарованных частиц методом полного поглощения протонного пучка с первичной энергией 70 ГэВ. Уточнение фоновых процессов и более детальное их моделирование позволили получить самую низкую верхнюю границу сечения образования очарованных частиц при взаимодействии протонов с энергией 70 ГэВ с нуклонами^{/12/}:

$$\sigma_{\text{charm}} \leq 2,6 \text{ мкбарн/нуклон.}$$

Показана возможность получения ограничений на массу легких бозонов Хиггса в beam-dump эксперименте и обработаны данные с целью поиска легких нейтральных бозонов Хиггса, образованных в протон-ядерных взаимодействиях при энергии 70 ГэВ (на мишень из железа было сброшено $1,1 \times 10^{18}$ протонов). Анализ данных проводился по двум каналам распада: $H^0 \rightarrow e^+e^-$ и $H^0 \rightarrow \gamma\gamma$, которые должны быть зарегистрированы в “Нейтринном детекторе” как изолированные электромагнитные ливни со средней энергией ~ 15 ГэВ без адронного сопровождения. В рамках стандартной $SU_{2L} \times U_1$ -модели на 95-процентном уровне достоверности эксперимент исключает существование бозонов Хиггса в интервале масс от 1 до 80 МэВ^{/13/}.

Получены ограничения на параметры $\nu_\mu \leftrightarrow \nu_\tau$ осцилляций в гибридном эксперименте E-564^{/14/} (рис.4):

$$\Delta m^2 < 2,7 \text{ эВ}^2 \text{ и } \sin^2(2\theta) < 6,0 \times 10^{-2} \text{ (90\% CL).}$$

Возможность прямого наблюдения распадов t -лептонов в эмульсионном вершинном детекторе позволила значительно повысить по сравнению с пузырьковыми камерами чувствительность эксперимента к параметрам осцилляций.

ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ФИЗИКЕ НИЗКИХ И ПРОМЕЖУТОЧНЫХ ЭНЕРГИЙ

Проведена окончательная обработка данных, полученных в эксперименте по исследованию редких распадов пионов и мюонов с

помощью установки АРЕС. Определена верхняя граница относительной вероятности распада $\mu \rightarrow 3e$ на уровне достоверности 90%^{/15/}:

$$R_{\mu \rightarrow 3e} \leq 3,6 \times 10^{-11},$$

что улучшает сделанную ранее в Дубне оценку в ~ 50 раз и является вторым по точности известным сегодня результатом.

Найдено 7 случаев распада $\pi^+ \rightarrow e^+ \nu_e e^+ e^-$, обусловленного электрослабыми взаимодействиями; полученная относительная вероятность распада $\pi \rightarrow e \nu e e$ в регистрируемой кинематической области составляет $R_K = 1,6 \times 10^{-9}$ и находится в согласии с теоретической оценкой.

Разработана новая методика изучения спин-нейтринных угловых корреляций^{/16/}, основанная на измерении доплеровского сдвига γ -излучения, вызываемого анизотропным испусканием нейтрино при распаде поляризованных ядер. Проверка методики на ядрах ^{56}Co (рис.5), поляризованных магнитным полем при сверхнизкой температуре, показала ее работоспособность и возможность исследовать достаточно широкий круг ядер. Полученное значение корреляционного коэффициента для ^{56}Co $B = -0,83 \pm 0,12$ хорошо согласуется с полученными ранее результатами и имеет сравнимую с ними точность, которая в дальнейшем может быть значительно улучшена, так как данная методика не имеет тех принципиальных ограничений на точность, которые присутствовали в предыдущих экспериментах. Кроме того, попутно был измерен ранее не известный знак магнитного момента ядра ^{56}Co , а также продемонстрирована возможность этой методики для изучения сверхтонких взаимодействий и в случае ядер со спином $1/2$, которые традиционными методами (по асимметрии γ -излучения) принципиально изучаться не могут.

В настоящее время ведется проработка этой методики для измерения спиральности мюонного нейтрино и для изучения бета-нейтринных корреляций в короткоживущих ядрах.

На экспериментальном комплексе Лаборатории ЯСНАПП-2^{/17/} проведено 6 сеансов исследований нейтронодефицитных ядер.

В исследованиях α -распада короткоживущих ядер лутетия и тулия впервые обнаружен изотоп ^{157}Yb в основном состоянии ($T_{1/2} = 9,6$ с, $E_\alpha = 4925$ кэВ). Показано, что квантовые характеристики этого состояния — $S_{1/2}$ ^{/18/}. Подтверждены сведения о распаде изомеров ядра ^{156}Lu : $T_{1/2} = 179$ мс, $E_\alpha = 5563$ кэВ и $T_{1/2} = 730$ мс, $E_\alpha = 5449$ кэВ^{/19/}, и о распаде ядра ^{155}Lu с $T_{1/2} = 70$ мс. В измерениях $\alpha\gamma$ -совпадений при распаде ядра ^{154}Tm обнаружена тонкая структура α -спектра — распад на возбужденное состояние дочернего ядра ^{150}Ho ^{/20/} (рис.6).

Проведен поиск тонкой структуры α -спектра ^{155}Tm . Установлен верхний предел интенсив-

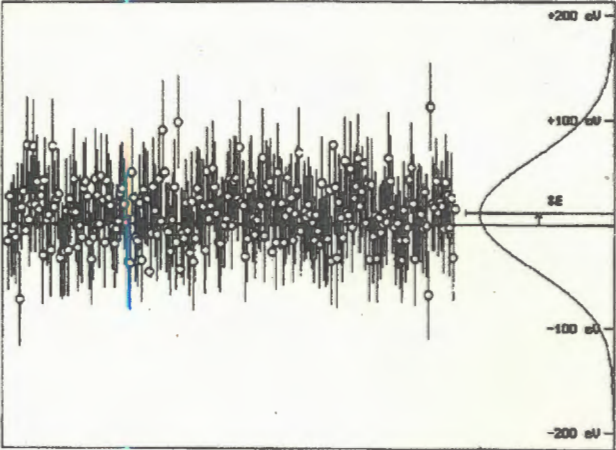


Рис. 5. Доплеровские сдвиги γ -излучения с энергией 2598 кэВ, связанные с анизотропным испусканием нейтрино при распаде поляризованных ядер ^{56}Co (отдельная точка соответствует разности энергии γ -линии, измеренной под углами $\phi = 0^\circ$ и $\phi = 180^\circ$ к направлению поляризующего магнитного поля в течение 15 мин)

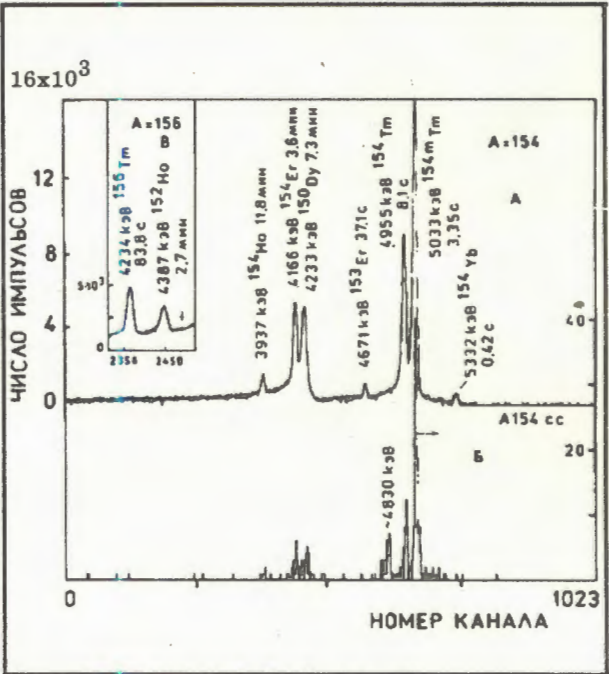
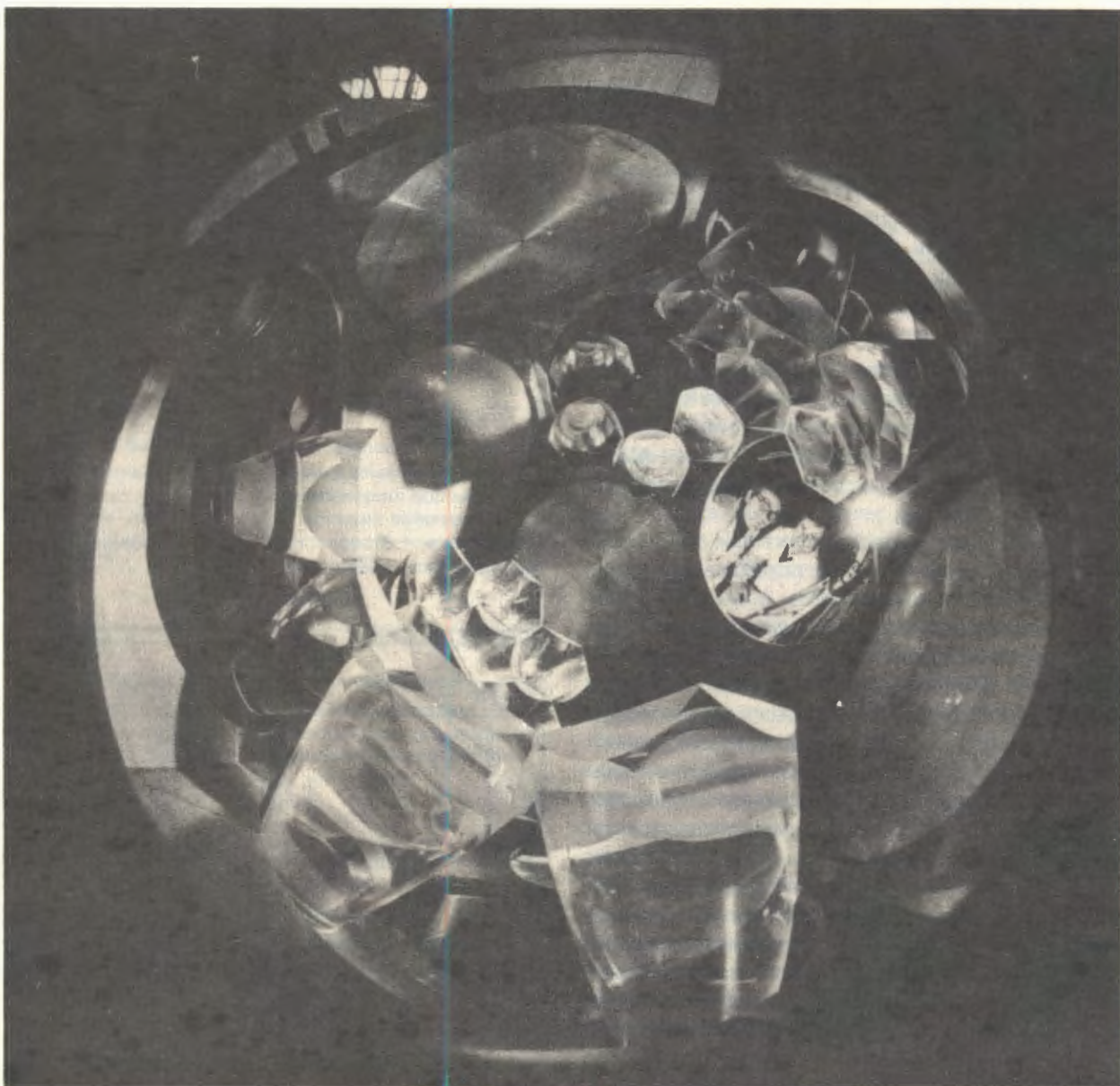


Рис. 6. Экспериментальные спектры α -частиц и $\alpha\gamma$ -совпадений при распаде ядра ^{154}Tm , полученные в измерениях на комплексе ЯСНАПП-2

ности α -распада этого ядра на возбужденные состояния ^{151}Ho : 0,05% интенсивности α -распада ^{155}Tm ^{/21/}.

На многодетекторной корреляционной установке МУК изучались спектры γ -лучей и $\gamma\gamma$ -совпадений при распаде изотопов ^{159}Yb ($T_{1/2} = 84$ с) и ^{157}Yb ($T_{1/2} = 36$ с). Измерены времена жизни возбужденных состояний дочерних ядер тулия. Впервые построена сложная схема



Установка ФАЗА для исследования процесса множественной эмиссии ядерных фрагментов на пучках релятивистских ядер синхрофазотрона ЛВЭ

распада ядра $^{159}\text{Yb}^{22/}$ и предложена схема распада $^{157}\text{Yb}^{23/}$.

В экспериментах, выполненных по программе исследований мю-катализа, измерены параметры процесса перезарядки μ -атомов на ядрах ^4He при давлении дейтерий-гелиевой смеси 1350 ат.^{/24/} Получены скорость перехвата мюонов от μ -атомов, находящихся в основном состоянии, к ядрам гелия $(2,75 \pm 0,22) \times 10^8 \text{ c}^{-1}$ и граничные оценки вероятности перезарядки мезоатомов дейтерия в возбужденном состоянии.

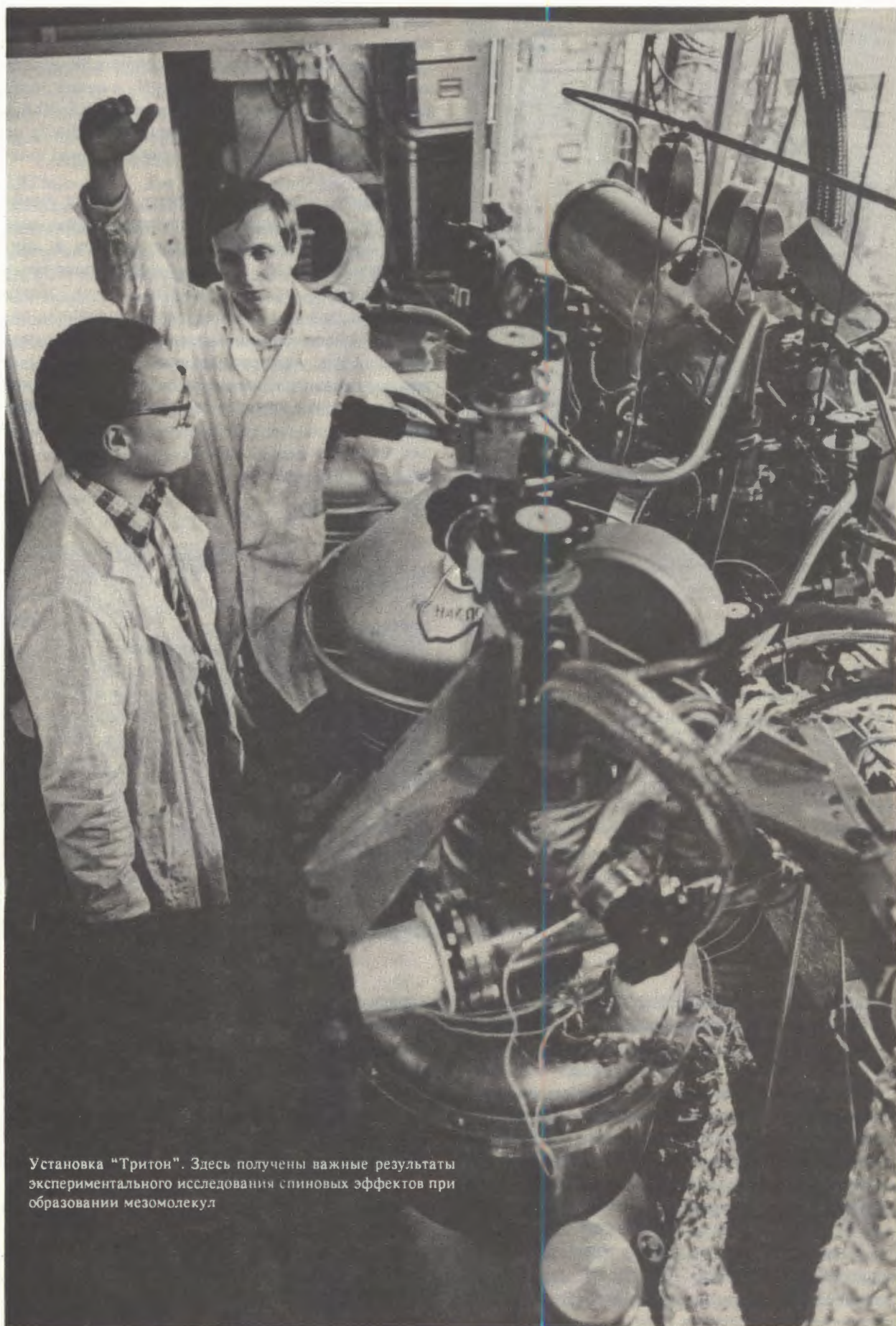
В эксперименте PS-179 на накопителе LEAR (ЦЕРН) в исследовании аннигиляции покоящихся антипротонов в гелии-3 определены выходы Λ -гиперонов и K_s^0 -мезонов^{/25/}:

$$Y_{\Lambda} = (0,55 \pm 0,11) \times 10^{-2},$$

$$Y_{K_s^0} = (1,59 \pm 0,20) \times 10^{-2}.$$

Показано, что абсолютные выходы странных частиц, а также распределения по множественности событий с нейтральными странными частицами объясняются механизмом рождения Λ -гиперонов при перерассеянии мезонов – продуктов аннигиляции на нуклонах.

Измерены дифференциальные сечения и определено полное сечение $\sigma_{el} = (120,9 \pm 2,5) \text{ мб}$ упругого $\bar{p} \text{ } ^4\text{He}$ -рассеяния при 600 МэВ/с. Угловая зависимость $d\sigma/d\Omega$ обнаруживает поведе-



Установка "Тритон". Здесь получены важные результаты экспериментального исследования спиновых эффектов при образовании мезомолекул

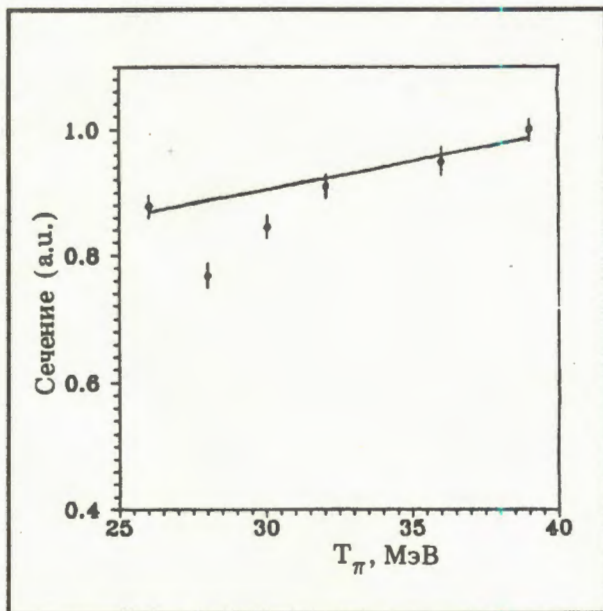


Рис. 7. Энергетическая зависимость полного сечения реакции $^{12}\text{C}(\pi^+, pp)X$

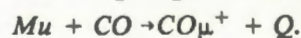
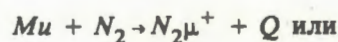
ние, типичное для дифракции на сильно поглощающем диске^{/26/}. Учет размытости края черного диска обеспечивает хорошее согласие расчетов с экспериментальными данными.

В эксперименте на пучке пионов ускорителя Ленинградского института ядерной физики АН СССР в области энергий $T_\pi = 25\text{--}50$ МэВ получены систематические данные об энергетической зависимости полного сечения поглощения π^+ -мезонов ядрами с испусканием двух протонов. В энергетической зависимости полного сечения реакции $^{12}\text{C}(\pi^+, pp)X$ при энергии пионов $T_\pi \approx 30$ МэВ (рис. 7) обнаружена особенность в виде минимума ($\Gamma \leq 3$ МэВ)^{/27/}. Явление вызывает интерес с точки зрения возможного

проявления ненуклонных степеней свободы в ядрах.

На пучках фазотрона методом μSR исследовались кристаллы азота N_2 и окиси углерода CO ^{/28-32/} в диапазоне температур 8–80 К в продольных (0+4 кЭ) и поперечных (0+1 кЭ) по отношению к направлению спина мюона магнитных полях.

Анализ экспериментальных данных показал, что установленный экспериментальный факт быстрой деполяризации мюонов в конденсированных N_2 и CO за ненаблюдаемое в эксперименте время ($< 10^{-8}$ с) можно объяснить потерей по крайней мере половины начальной поляризации за счет образования мюония (μ^+e^-) в синглетном состоянии и последующим вступлением атома мюония в химическую реакцию ("медленная" деполяризация):



Найдено, что начальная фаза вращения спина мюона в CO и N_2 в магнитном поле 100 Э во всем измеренном диапазоне температур не превышает $0,1\text{--}0,15$ радиан, что соответствует набеганию этой фазы на мюониевой частоте за время жизни мюония до вступления в химическую реакцию $\tau < 10^{-10}$ с. На основе анализа зависимостей начальной фазы ϕ от величины поперечного магнитного поля оценен борковский радиус мюония в кристалле азота, который составил $\sim 0,46$ Å (для изолированного атома мюония в $1S$ -состоянии $r_B = 0,5$ Å). Этот результат подтверждает предположение о вступлении мюона в химическую реакцию в возбужденном состоянии (например, в $2P$ -состоянии с временем жизни $1,6 \times 10^{-9}$ с).

СОЗДАНИЕ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КРУПНЫХ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ УСТАНОВОК

Изготовлен спектрометрический магнит М2 подвижного спектрометра-поляриметра (ПСП) установки "Нептун". Завершаются работы по изготовлению спектрометрического магнита М3 и платформ для установки магнитов М2 и М3. Изготовлены пропорциональные камеры размером 1412×980 мм (24 шт.) и 512×380 мм (12 шт.), изготовлены и оттестированы 500 блоков накамерной электроники РПК-32. Продолжается разработка и создание триггерной электроники и электроники контроля приема данных. Прове-

дены расчеты характеристик ПСП и оценен вклад фоновых реакций при регистрации упругого pp -рассеяния, что позволило оптимизировать организацию триггера.

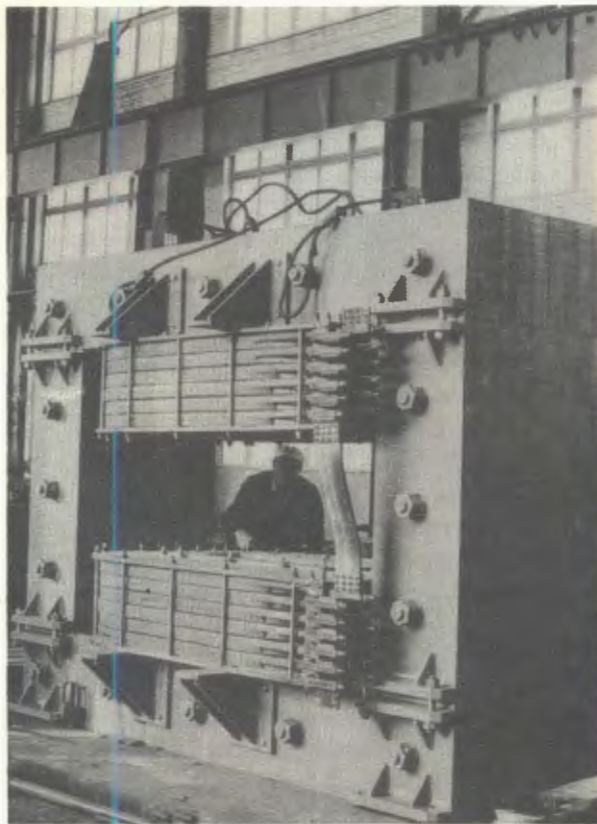
Завершена разработка технического проекта многочастичного спектрометра (МЧС). Продолжается изготовление большого спектрометрического магнита установки в ОП ОИЯИ. Разработаны и исследованы на пучках У-70 прототипы новых детекторов: мини-дрейфовых камер с длиной дрейфа 3 мм, блоков дрейфовых

трубок диаметром 10 мм с избыточным давлением до 3 атм, электромагнитного газового ионизационного калориметра. Выполнен большой объем работ по моделированию установки, разработке схемы оптимального триггера, системе фильтрации и сбора данных.

Создана новая конфигурация установки СИГМА-АЯКС для исследования редких эксклюзивных процессов с образованием частиц с большими поперечными импульсами и корреляций этих частиц. В состав установки включены двухплечевой магнитный спектрометр, адронный и электромагнитный калориметры. Дополнение Fe-сцинтилляционного годоскопического адронного калориметра относительно простым электромагнитным калориметром, содержащим 60 счетчиков на основе свинцового стекла при полной апертуре $2,4 \text{ м}^2$, позволило создать комбинированный детектор, сохраняющий энергетические и координатные характеристики адронного калориметра и обеспечивающий разделение электронов ($E \approx 25 \text{ ГэВ}$) и π^- -мезонов ($E \approx 43 \text{ ГэВ}$) на уровне 10^{-3} при эффективности регистрации одной из частиц 0,9. Показано, что и для частиц с другими энергиями (в диапазоне $5+50 \text{ ГэВ}$) уровень разделения будет примерно таким же^{/33/}.

Завершен первый этап создания установки "Позитроний – димезоатомы", которая имеет разрешение по относительному импульсу в с.ц.и. двух пионов $\delta q = 1,5 \text{ МэВ/с}$. Разрешение установки по поперечной составляющей импульса может меняться от 0,7 МэВ/с на мишени из тантала ($d = 10 \text{ мкм}$) до 0,2 МэВ/с на мишени из углерода ($d \sim 1 \text{ мкм}$).

В Лаборатории завершены работы по созданию экспериментального комплекса "Мю-



Продолжается создание узлов установки "Нептун". На снимке: спектрометрический магнит МЗ

спин" для проведения μSR -исследований твердого тела в диапазоне температур от сверхнизких до комнатных и в различных внешних (продольных и поперечных по отношению к направлению спина мюона) магнитных полях, до 0,7 тесла.

СОЗДАНИЕ ДЕТЕКТИРУЮЩИХ И ЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ

Для эксперимента по поиску нарушающих закон сохранения лептонного числа переходов мюоний-антимюоний по технологии, разработанной в ОИЯИ, изготовлена цилиндрическая пропорциональная камера для установки SINDRUM ($\varnothing 640 \text{ мм}$, длина 800 мм, анодных проволочек – 1024, катодных стрипов – 640), разработана электроника пропорциональных камер. Камера и 32 канала новой электроники доставлены в PSI, где проведены испытания, продемонстрировавшие их высокую работоспособность^{/34/}.

Продолжались работы по созданию аппаратуры и программного обеспечения для автома-

тизации процессов накопления и анализа экспериментальных данных в физических исследованиях. Создан контроллер для ПЭВМ, работающий по последовательной линии связи на расстоянии до 1000 м со скоростью 1,25 Мбит/с, и универсальный интерфейс для подключения малогабаритных носителей на магнитных лентах к ПЭВМ IBM PC. Создан малощумящий спектрометрический тракт для полупроводниковых детекторов с повышенной (до 10^5 имп./с) загрузочной способностью.

Завершается работа по подключению ЭВМ измерительного центра ЛЯП к общепитутской сети ETHERNET.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМ ФАЗОТРОНА. РАЗРАБОТКА И МОДЕЛИРОВАНИЕ УСКОРИТЕЛЕЙ ЦИКЛОТРОННОГО ТИПА

При существующей интенсивности выведенного протонного пучка фазотрона ОИЯИ 2,0+2,5 мкА с помощью широкоугольной магнитной линзы были достигнуты интенсивности мезонных пучков $\approx 10^8 \text{ с}^{-1}$ для положительных π -мезонов и $\approx 3 \times 10^7 \text{ с}^{-1}$ — для отрицательных. Кроме того, получен пучок так называемых "поверхностных" мюонов (энергия около 4 МэВ) с интенсивностью $\approx 10^6 \text{ с}^{-1}$. Достигнутые значения интенсивности для мезонных пучков в 5 раз больше аналогичных параметров синхроциклотрона ЛИЯФ АН СССР^{/35/}.

На фазотроне ОИЯИ осуществлялась опытная эксплуатация автоматизированной системы измерения и установки токов магнитных элементов трактов пучков. Введены в эксплуатацию новые источники стабилизированного тока для питания основной и корректирующей обмоток железно-токового канала системы вывода пучка фазотрона. Величины нестабильности тока и пульсаций составляют $\sim 10^{-3}$ при рабочих токах 11 и 3,1 кА соответственно^{/36/}. В источниках используются магнитомодуляционные датчики тока, включенные на первичной стороне силовых преобразователей.

Рассчитан и спроектирован электростатический дефлектор системы вывода пучка, разрабо-

тана электростатическая головная секция системы и изготовлен выпрямитель для питания дефлектора. Спроектирован ионный источник горизонтального ввода с холодным полым катодом. Восстановлен пробник для облучения мишеней на внутреннем пучке протонов, позволяющий проводить облучения мишеней для получения радиоизотопов, используемых в офф-лайн исследованиях и для калибровки спектрометров.

Фазотрон проработал на физический эксперимент 3340 часов.

Продолжались работы по совершенствованию систем ускорителей циклотронного типа. Изготовлен стенд для автоматизации измерений на криогенной установке с использованием персонального компьютера. Изготовлен мощный ВЧ-генератор и осуществлено возбуждение резонатора на промежуточном уровне мощности.

Предложен специализированный изохронный циклотрон У-120И для наработки медицинских изотопов. Проведено измерение топографии магнитного поля на созданной модели магнитной системы циклотрона У-120И^{/37/}. Завершена разработка технического проекта циклотрона для Республики Куба^{/38,39/}.

ПРИКЛАДНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

На спектрометрах комплекса "Мю-спин" совместно с сотрудниками PSI (Швейцария), ИАЭ (СССР) и ФИ ЧСАН (ЧСФР) проведены исследования глубины проникновения магнитного поля λ и их температурные зависимости для высокотемпературных сверхпроводников с различными температурами сверхпроводящего перехода T_c ^{/40-42/}. Экстраполированные к нулевой температуре величины $\lambda(T=0)$ представлены в таблице.

По μSR -методу величина λ определяется через скорость релаксации спина мюона σ , связанную с распределением магнитного поля $\langle \Delta B^2 \rangle$ в смешанном состоянии сверхпроводника, как $\sigma^2 \sim \langle \Delta B^2 \rangle \sim 1/\lambda^4$. Представление полученных данных в виде зависимости T_c от σ ($T=0$) показывает, что для большинства образцов в пределах экспериментальных ошибок в основном между ними выполняется линейное соотношение. Это не может быть объяснено в рамках обычной фоновой теории БКШ в приближении

Таблица

Вещество	$T_c, \text{ K}$	$\lambda(T=0), \text{ \AA}$
$\text{La}_{1,9}\text{Sr}_{0,1}\text{CuO}_4$	30	3200 ± 70
$\text{La}_{1,85}\text{Sr}_{0,15}\text{CuO}_4$	37	2420 ± 60
$\text{ErBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_x$	95	1600 ± 50
Bi-Sr-Ca-Cu-O (35% фазы 80 K)	70,7	2300 ± 100
$\text{Bi-(Pb)-Sr-Ca-Cu-O}$ (в основн. фаза 110 K)	106,1	2030 ± 100

слабой связи и свидетельствует в пользу модели Уемура и др.^{/43/}, из которой следует пропорциональная зависимость между T_c и скоростью ре-



Визит Полномочного Представителя правительства СССР в ОИЯИ В.Ф. Коновалова в Дубну. На снимке: почетный директор ЛЯП член-корреспондент АН СССР В.П. Дзелепов (справа) знакомит В.Ф. Коновалова с клиничко-физическим комплексом для исследования онкологических заболеваний

лаксации спина мюона σ для образцов с малой концентрацией носителей, принимающих участие в образовании куперовских пар.

Выполнено сравнительное исследование обычного низкотемпературного сверхпроводника Nb и ВТСП $\text{La}_{1,9}\text{Sr}_{0,1}\text{CuO}_4$ методом $\mu\text{SR}^{44/}$. Анализ полевых зависимостей ширины распределения и среднего значения магнитных полей на мюоне при намагничивании образцов выявил качественное отличие в поведении ширины распределения магнитных полей в образцах Nb и LaSrCuO . В то время как данные по Nb хорошо описываются в рамках модели критического состояния, применение аналогичного подхода в ВТСП не дало удовлетворительного описания экспериментальных результатов.

Полученные данные по обычному сверхпроводнику Nb подтвердили высокую надежность μSR -метода при определении таких характеристик сверхпроводников второго рода, как кри-

тической температуры T_c , первого (H_{c1}) и второго (H_{c2}) критических магнитных полей, глубины проникновения магнитного поля $\lambda(0)$, плотности критических токов J_c .

Для повышения эффективности проведения радиологических исследований на широкоугольной магнитной линзе медико-биологического комплекса были получены детальные физико-дозиметрические данные о глубинных дозных распределениях и составе мезонных пучков в зависимости от импульса, знака заряда и типа мишени^{45/}.

Проведены радиобиологические эксперименты по определению относительной биологической эффективности пучка отрицательных π -мезонов и кислородного отношения на медицинском нейтронном пучке^{46/}. Результаты могут быть использованы для расчетов распределений эквивалентных доз при радиотерапевтических процедурах.

В 1990 году в 14 сеансах общей продолжительностью 230 часов курс лучевого лечения на широком протонном пучке завершили шесть пациентов с онкологическими заболеваниями.

В биофизических исследованиях по проекту РИТМ изучены закономерности и механизмы индукции прямых и обратных генных мутаций у микроорганизмов при действии ионизирующих излучений с разной линейной передачей энергии (ЛПЭ). Установлено, что специфика мутагенного действия излучений разного каче-

ства определяется факторами физической и биологической природы. Относительная роль биологического фактора (СОС-репарация) в мутационном процессе зависит от ЛПЭ излучений. Установлена роль процессов репарации ДНК в индукции структурных мутаций у клеток млекопитающих при действии ускоренных тяжелых ионов. Показано, что решающую роль в частоте выявления хромосомных нарушений играет радиационно-индуцированная задержка митотического цикла, зависящая от ЛПЭ ускоренных ионов^{/47,48/}.

ЛИТЕРАТУРА

1. Abreu P. et al. - *Phys. Lett.*, 1990, B241, p.425.
2. Abreu P. et al. - *Nucl. Phys.*, 1990, B342, p.1.
3. Abreu P. et al. - *Phys. Lett.*, 1990, B245, p.276.
4. Афанасьев Л.Г. и др. - *ЯФ*, 1990, т.51, с.1040.
5. Акименко С.А. и др. - *Препринт ИФВЭ 90-10*, Протвино, 1990.
6. Акименко С.А. и др. - *ЯФ*, 1990, т.52, с.1397.
7. Русакович Н.А. - Доклад на Международной конференции по физике высоких энергий. Сингапур, 1990.
8. Bahm J. et al. - In: *Proc. of the Pittsburgh Workshop on Soft Lepton Pair and Proton Production. Pittsburgh, USA, 6-8 September 1990.*
9. Антипов Ю.М. и др. - *Препринт ИФВЭ 90-51*, Протвино, 1990.
10. Антипов Ю.М. и др. - *Препринт ИФВЭ 90-167*, Протвино, 1990.
11. Антипов Ю.М. и др. - *Препринт ИФВЭ 90-168*, Протвино, 1990.
12. Сотрудничество Берлин - Будапешт - Дубна - Серпухов. Доклад на Международной конференции "Нейтрино-90", Женева, 10-15 июня 1990 г.
13. Сотрудничество Берлин - Будапешт - Дубна - Серпухов. Доклад на Международной конференции "Нейтрино-90", Женева, 10-15 июня 1990 г.
14. Batusov Yu.A. et al. - *Zeitschrift fur Physik*, 1990, C48, p.209.
15. Баранов В.А. и др. - Сообщение ОИЯИ P1-90-464, Дубна, 1990.
16. Egorov V.G. et al. - *Preprint JINR D6-90-358*, Dubna, 1990.
17. Калинин В.Г. и др. - *Препринт ОИЯИ D13-90-185*, Дубна, 1990.
18. Левандовски М. и др. - В сб.: Тезисы докладов Всесоюзного совещания "Ядерная спектроскопия и структура ядра", Минск, 16-19 апреля 1991 г. Л.: "Наука", 1991.
19. Потемпа А.В. и др. - В сб.: Тезисы докладов Всесоюзного совещания "Ядерная спектроскопия и структура ядра", Минск, 16-19 апреля 1991 г. Л.: "Наука", 1991.
20. Ваврыщук Я. и др. - В сб.: Тезисы докладов Всесоюзного совещания "Ядерная спектроскопия и структура ядра", Минск, 16-19 апреля 1991 г. Л.: "Наука", 1991.
21. Ваврыщук Я. и др. - В сб.: Тезисы докладов Всесоюзного совещания "Ядерная спектроскопия и структура ядра", Минск, 16-19 апреля 1991 г. Л.: "Наука", 1991.
22. Глусты П. и др. - В сб.: Тезисы докладов Всесоюзного совещания "Ядерная спектроскопия и структура ядра", Минск, 16-19 апреля 1991 г. Л.: "Наука", 1991.
23. Ваврыщук Я. и др. - В сб.: Тезисы докладов Всесоюзного совещания "Ядерная спектроскопия и структура ядра", Минск, 16-19 апреля 1991 г. Л.: "Наука", 1991.
24. Bystriytsky V.M. et al. - *JINR Preprint E1-90-322*, Dubna, 1990.
25. Batusov Yu.A. et al. - *JINR Preprint E1-90-118*, Dubna, 1990.
26. Batusov Yu.A. et al. - *JINR Preprint E1-90-328*, Dubna, 1990.
27. Акимов Ю.К. и др. - В сб.: Краткие сообщения ОИЯИ № 6[45]-90, ОИЯИ, Дубна, 1990, с.5.
28. Гребинник В.Г. и др. - Письма в ЖЭТФ, 1990, 51, с.7.
29. Сторчак В.Г. и др. - Письма в ЖЭТФ, 1990, 52, с.1173.
30. Duginov V.N. et al. - *Preprint IAE-5030/9*, Moscow, 1990.
31. Storchak V.G. et al. - *Preprint IAE-5207/10*, Moscow, 1990.

32. Storchak V.G. et al. – Preprint IAE-5214/10, Moscow, 1990.
33. Антипов Ю.М. и др. – Препринт ОИЯИ P13-90-218, Дубна, 1990.
34. JINR – PSI Collaboration “TEST REPORT of the Dubna MWPC and the Dubna Anode Wire Electronics”, PSI, November 27, 1990.
35. Абазов В.М. и др. – Сообщение ОИЯИ 9-90-289, Дубна, 1990.
36. Ахманов В.В. и др. – Сообщение ОИЯИ P13-90-420, Дубна, 1990.
37. Аленицкий Ю.Г. и др. – В сб.: Тезисы докладов XII Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц. Москва, 3 - 5 октября 1990 г. ИТЭФ, М., с.69, 241.
38. Онищенко Л.М. и др. – Технический проект циклотрона У-120К, Дубна, 1990.
39. Борисов О.М. и др. – В сб.: Тезисы докладов XII Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц. Москва, 3-5 октября 1990 г. ИТЭФ, М., с.157.
40. Grebinnik V.G. et al. – *Hyperfine Interactions*, 1990, 61, p.1081.
41. Grebinnik V.G. et al. – *Hyperfine Interactions*, 1990, 61, p.1093.
42. Grebinnik V.G. et al. – JINR Preprint E14-90-279, Dubna, 1990.
43. Uemura Y.J. et al. – *Phys.Rev.Lett.*, 1989, 62, p.2317.
44. Grebinnik V.G. et al. – JINR Preprint E14-90-254, Dubna, 1990.
45. Абазов В.М. и др. – Сообщение ОИЯИ 9-90-68, Дубна, 1990.
46. Зельчинский М. и др. – Сообщение ОИЯИ 16-90-265, Дубна, 1990.
47. Kozubek S. et al. – *Mutation Res.*, 1990, 230, 1, p.1.
48. Bonev M., Kozubek S., Krasavin E.A. – *Int. J. Radiat. Biol.*, 1990, 57, 5, p.993.

ЛАБОРАТОРИЯ ЯДЕРНЫХ РЕАКЦИЙ

В 1990 году основные усилия коллектива Лаборатории ядерных реакций были сосредоточены на работах по комплексной сборке ускорителя У-400М и подготовке к физическому запуску ускорителя. На У-400 существенно расширен диапазон ускоряемых частиц, на пучках ионов Ag и Ne получены предельные интенсивности выведенных треков 2×10^{13} л/с и 2×10^{14} л/с. На У-200 созданы условия для проведения многодневных экспериментов на пучках α -частиц с энергией 36 МэВ при средней интенсивности $\sim 10^{14}$ л/с. Проведен цикл работ по синтезу и изучению свойств радиоактивного распада новых изотопов тяжелых элементов, по исследованию механизма ядерных реакций, синтезу и исследованию свойств нейтроноизбыточных изотопов легких элементов. Активно велись ра-

боты по прикладной тематике. Развивалось международное сотрудничество. Проведены совместные эксперименты в национальной лаборатории ГАНИЛ (Франция) и Институте Гана-Мейтнер (ФРГ) по синтезу и исследованию свойств новых нейтроноизбыточных изотопов легких элементов. Велась подготовка и проведены совместно с учеными LLNL (Ливермор, США) модельные эксперименты на У-400 с использованием газонаполнительного сепаратора по синтезу новых изотопов тяжелых элементов. Завершаются работы по созданию 4 π -газового спектрометра множественных событий – установки ФОБОС, в создание которой помимо ученых Лаборатории большой вклад внесли ученые ЦИЯИ (Россендорф, ФРГ) и базы развития БАН (София, Болгария).

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЕ РАБОТЫ

СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ИЗОТОПОВ ТЯЖЕЛЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

1. В Лаборатории на кинематическом сепараторе "Василиса" проведен цикл исследований по измерению абсолютных значений сечений реакций слияния с испарением нейтронов, протонов и α -частиц при взаимодействии ионов Ne, Mg, Ar, Ca с ядрами Tb, Eu, Ta, Au, Tl, Pb, Th и U. Использовался метод α - α корреляционного анализа. Сечения χ и $\rho\chi$ каналов реакций измерены вплоть до испарения $\chi = 10$ нейтронов. Показано, что в области нейтронодефицитных компаунд-ядер с $Z = 82-90$ сечения испарительных реакций достаточно хорошо описываются в стандартных статистических моделях, в то время как при переходе к $Z \geq 92$ наблюдается скачкообразность в поведении сечений, которая может быть связана с существованием различий в механизме образования продуктов полного слияния в этой области (рис.1)^{1-3/}.

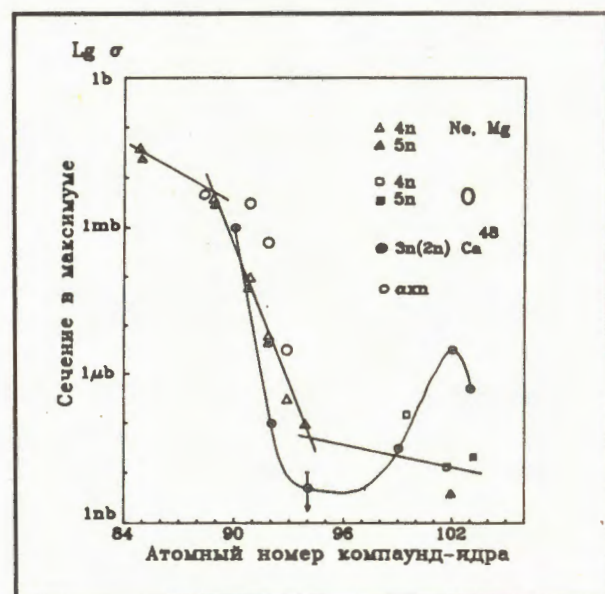


Рис.1. Зависимость сечения образования нейтронодефицитных ядер от Z компаунд-ядра в реакциях с испарением нейтронов либо α -частицы и нейтронов

Таблица 1

	E_α , кэВ	I_α	$T_{1/2}$, мс
^{223}U	8780 ± 40	100	$0.018^{+0.01}_{-0.005}$
^{224}U	8470 ± 15	100	$0.7^{+0.5}_{-0.2}$
^{225}Np	8630 ± 20	100	
^{226}Np	8000 ± 20	50 ± 15	
	8060 ± 20	50 ± 15	
^{227}Np	7600 ± 20	100	(EC < 25%)

Использование кинематического сепаратора "Василиса" и метода α - α корреляций позволило идентифицировать ряд новых нейтронодефицитных изотопов урана с массой $A = 223, 224$, нептуния с $A = 225, 226, 227$, а также уточнить характеристики α -распада ряда изотопов протактиния в районе оболочки $N = 126^{4,5/}$ (см. табл.1).

2. Продолжалось развитие и совершенствование газонаполненного сепаратора (ГНС) как физической установки, предназначенной для экспериментов по синтезу и изучению свойств

радиоактивного распада новых ядер в области $Z > 90$. Для долговременного использования в этих экспериментах высокоинтенсивных пучков ионов $(2-4) \times 10^{13}$ 1/с введены в строй новые важные узлы установки – вращающееся входное окно, синхронно вращающаяся мишень, измеритель тока. Успешно осуществляется создание нового комплекса детектирующих систем сепаратора, в состав которого входят сборка из позиционно-чувствительных полупроводниковых детекторов с высоким пространственным и энергетическим разрешением, а также газовые детекторы для измерения времени пролета, удельных потерь энергии и пространственного распределения пучка ядер отдачи, проведен широкий круг модельных экспериментов, детально изучены физические характеристики сепаратора^{6,7/}.

В табл.2 приводятся данные об эффективности собирания "полезных" событий и коэффициентах очистки от фоновых продуктов.

Проведена подготовка и осуществлены совместно с учеными LLNL (Ливермор, США) модельные эксперименты на ГНС-сепараторе по синтезу новых изотопов тяжелых элементов. Первоочередными задачами на 1991 год являются работы по синтезу нейтроноизбыточного изотопа $^{266}_{106}$ в реакциях $^{248}\text{Cm} + ^{22}\text{Ne}$ и $^{244}\text{Pu} + ^{26}\text{Mg}$ и нейтронодефицитного изотопа $^{258}_{106}$ в реакции $^{206}\text{Pb} + ^{54}\text{Cr}$.

Таблица 2

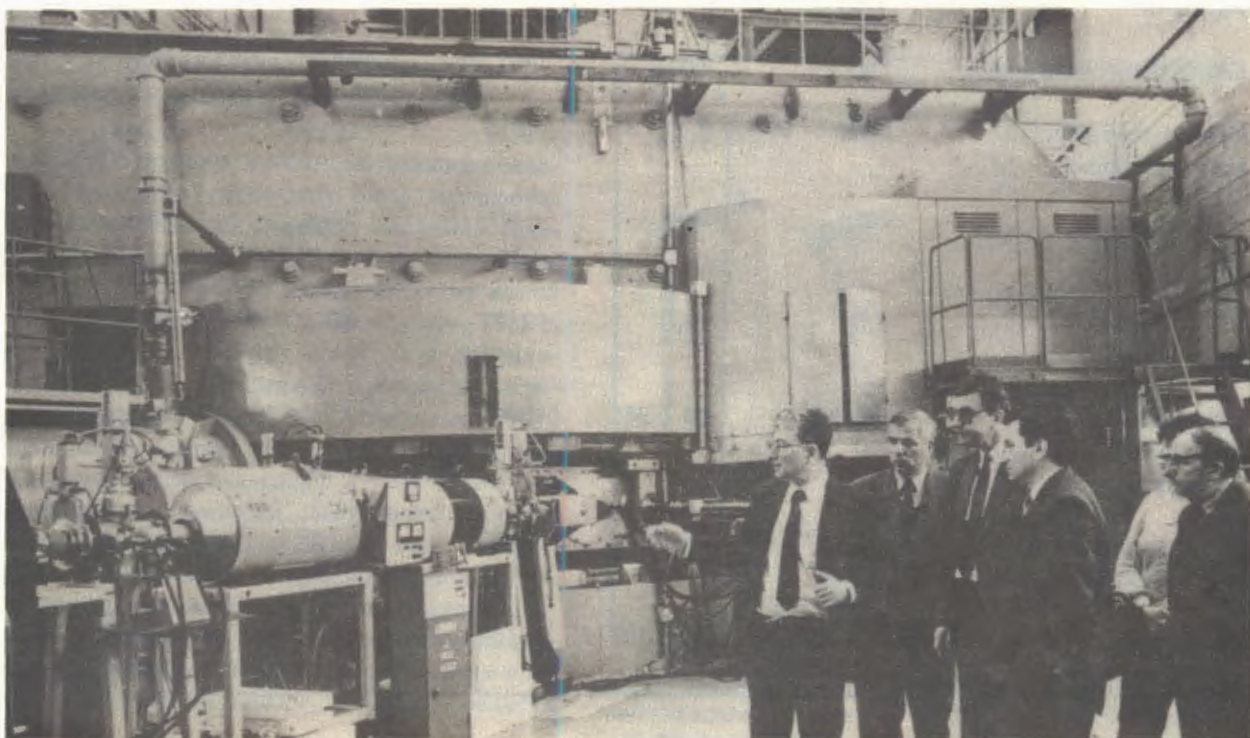
	^{238}U	ест. W	^{236}U	^{207}Pb	^{164}Dy
Мишень					
Бомбардирующий ион	^{18}O	^{22}Ne	^{40}Ar	^{40}Ar	^{40}Ar
Отношение масс иона и мишени	0,08	0,12	0,17	0,19	0,24
Ядро-продукт реакции	^{252}Fm	^{199}Po	$(^{272}_{110})$	^{244}Fm	^{199}Po
Энергия (МэВ) ядра-продукта	6,0	12,0	28*	30	40
Эффективность собирания ядер-продуктов	$3 \pm 1\%$	$19 \pm 3\%$	30*	$35 \pm 5\%$	$65 \pm 5\%$
Подавление мишенеподобных продуктов	$>5 \times 10^3$	$>5 \times 10^3$	$>10^5$	$>10^5$	$>10^5$
Подавление пучка полной энергии	$>5 \times 10^{16}$	$>5 \times 10^{16}$	$>10^{17}$	$>10^{16}$	$>10^{15}$

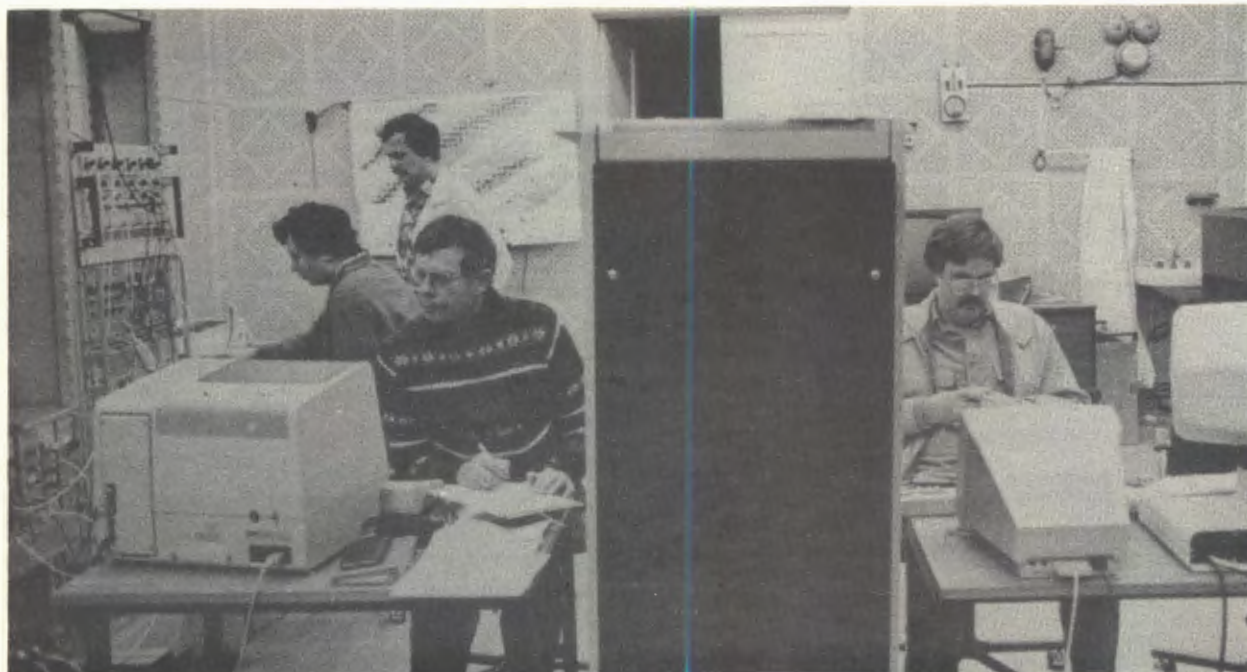
* Расчетные значения



С 12 по 16 февраля в Лаборатории ядерных реакций находилась рабочая группа по трансформированным элементам, состоявшая из представителей Международных союзов чистой и прикладной физики (ИЮПАП) и химии (ИЮПАК). На снимке: перед членами рабочей группы выступает почетный директор ЛЯР академик Г.Н.Флеров

ОИЯИ посетили генеральный директор Института атомной физики (Бухарест, Румыния) профессор Г.Паскович и его заместитель профессор М.Онческу. На снимке: директор ЛЯР член-корреспондент АН СССР Ю.Ц.Оганесян рассказывает о перспективах сотрудничества





Проведена подготовка и осуществлены совместно с учеными LLNL (Ливермор, США) модельные эксперименты на установке ГНС по синтезу изотопов тяжелых ионов. На снимке: американские ученые ведут обработку полученной информации

Таблица 3

	^{252}Cf	^{254}Cf	^{248}Cm	^{256}Fm	^{259}Md
$\bar{\nu}_\gamma$	6,58	5,33	6,19	6,45	5,3
σ_γ^2	3,80	4,70	4,30	3,03	5,0
Γ_2	1,01	1,09	1,01	1,04	1,1
$E_{\text{полн.}}, \text{МэВ}$	9,6	7,80	8,80	9,51	6,4
$\bar{E}_\gamma, \text{МэВ}$	1,46	1,46	1,42	1,47	1,2

3. На экспериментальной установке, состоящей из восьми сцинтилляционных детекторов из германата висмута, измерены характеристики γ -квантов деления для ядер ^{248}Cm , ^{252}Cf , ^{254}Cf , ^{256}Fm и ^{259}Md . Гамма-лучи детектировались в течение 4 мкс после регистрации осколков деления в интервале от 0,32 до 5,12 МэВ. В результате реконструкции были получены на акт деления: средняя энергия (E_γ), уносимая в акт деления γ -лучами, среднее число γ -квантов ($\bar{\nu}_\gamma$), средняя энергия на фотон ($\bar{E}_\gamma$). Были также получены σ_γ^2 и Γ_2 параметры формы распределения по множественности γ -квантов, испущенных при спонтанном делении (табл.3)^{/8/}.

4. Проведены исследования химических свойств элемента 105-нильсбория^{/9/}. Методом термохроматографии измерена относительная летучесть бромистых и хлористых соединений Ns, Ta, Nb и Hf. Впервые опыты по газовой химии проведены с изотопом $^{262}\text{105}$, что позволило довести число зарегистрированных атомов до нескольких сотен. Поведение Ns близко к Ta и довольно существенно отличается от поведения Nb. Подготовлена методика для изучения ионообменных свойств нильсбория в растворах плавиковой кислоты.

5. Определены некоторые химические свойства менделевия, фермия и других тяжелых ак-



Полномочный Представитель правительства СССР в ОИЯИ В.Ф. Коновалов посетил Лабораторию ядерных реакций, где ознакомился с проводимыми там исследованиями

тиноидов. Впервые синтезированы летучие гексафторацетонаты фермия и менделевия и изучено их термохроматографическое поведение. Методом ионообменной хроматографии определен ионный радиус менделевия (II) – 1,15 Å. Изучены экстракционные свойства менделевия (III) и комплексообразование менделевия в сопоставлении с другими трансплутониевыми элементами и лантаноидами, в частности комплексообразование с диэтилентриаминопентауксусной кислотой и 1,2-динаминоциклогексантетрауксусной кислотой (при помощи электромиграции и ионного обмена). Анализ функциональной зависимости констант устойчивости от ионного радиуса привел к выводу о более сильной гидратации самых тяжелых актиноидов по сравнению с элементами до калифорния. Определены коэффициенты распределения для Md, Fm при экстракции триоктилфосфиноксидом и ди-2-этилгексилфосфорной кислотой^{10,11/}.

Рассмотрено действие ряда катионов на экстракцию актиноидов и РЗЭ с использованием понятия вязкости гидратационных сфер катионов.

6. Для переработки актинидных мишеней, облученных тяжелыми ионами, была применена новая методика. На основе экстракционной хроматографии разработан новый метод извлечения и разделения актиноидов (с использова-

нием ТОФО и ДЭГФК). Эти методы применялись для радиохимического анализа продуктов реакций $^{232}\text{Th} + \text{Ca}$ и $\text{U} + ^{40}\text{Ar}$, нацеленных на синтез элемента 110, а также взаимодействий $\text{U} + ^{22}\text{Ne}$, $^{242}\text{Pu} + ^{22}\text{Ne}$, $^{248}\text{Cm} + ^{22}\text{Ne}$ и т.д.

Методики могут быть использованы для определения РЗЭ, Th, Pa, U, Np в геологических образцах.

7. Создана аппаратура для облучения растворов тяжелыми ионами на пучке У-400. Измерены радиационные выходы при облучении растворов сульфата железа (дозиметр Фрике) и малахитового зеленого на пучке ускоренных ионов бора.

ИЗУЧЕНИЕ МЕХАНИЗМА ЯДЕРНЫХ РЕАКЦИЙ

1. Пучки вторичных частиц из реакций взаимодействия ионов ^{11}B и ^{20}Ne с энергией 20 МэВ/А от ускорителя У-400 с ядрами мишени были сформированы по описанной в работе^{12/} методике. На основании данных по упругому рассеянию ^6He , ^8He и ^9Li на ядрах свинца-208 были получены эффективные радиусы взаимодействия. Показано, что угловое распределение упругого рассеяния ^9Li отличается от рассчитанного по дифракционной модели, в то

время как для ${}^6\text{He}$, ${}^6\text{Li}$ и ${}^7\text{Li}$ наблюдается хорошее согласие. Эффективный радиус рассеяния для ${}^9\text{Li}$ равен $\sim 1,9$ фм, в то время как для ${}^6\text{He}$, ${}^6\text{Li}$ и ${}^7\text{Li}$ $r_0 \sim 1,45$ фм (рис.2). Одно из объяснений такого различия может быть связано с большим сечением кулоновской диссоциации ${}^9\text{Li}$ в поле ядра Pb.

2. Массы 39 нейтронообогащенных ядер в области $A = 17-37$ были измерены на установке SPEG в ГАНИЛе в совместном ЛЯР – ГАНИЛ эксперименте с использованием прямой время-пролетной методики для продуктов реакции фрагментации ${}^{48}\text{Ca}$ с энергией 55 МэВ/нуклон на мишени ${}^{137}\text{I}$ (рис.3). Проведено сравнение между измеренными энергиями связи двух нейтронов и расчетами по WBHV-методу^[14]. Хорошее согласие получено для всех изотопов Si и Al и для легких изотопов Mg, Ne, Na вплоть до $N = 20$. Наиболее нейтронообогащенные изотопы ${}^{31-33}\text{Na}$ и ${}^{34,35}\text{Mg}$ оказались менее связаны, чем предполагалось ранее. Получены указания на существование области деформации в районе $A \sim 32$.

3. Исследована нуклонная стабильность изотопов ${}^{26}\text{O}$ и ${}^{32}\text{Ne}$, синтезированных в реакции ${}^{48}\text{Ca} + \text{Ta}$ при энергии 44 МэВ/нуклон в совместном эксперименте ЛЯР – ГАНИЛ при участии ученых из Московского инженерно-физического института, Орсе (Франция) и Университета в Геттингене (ФРГ). Показано, что ${}^{32}\text{Ne}$ в отличие от ${}^{31}\text{Ne}$ является нуклоностабильным изотопом (синтезирован впервые), в то время как ${}^{26}\text{O}$ является нестабильным относительно нуклонной эмиссии. Энергия отделения нейтронов для сильнонейтронообогащенных изотопов рассчитана в различных моделях и протабулирована^[15,16].

Из данных по измерению полных сечений реакций получены радиусы взаимодействия радиоактивных ядер, образовавшихся с большим выходом в реакциях фрагментации ${}^{48}\text{Ca}$ ^[17]. Показано, что для известных стабильных ядер полученные значения радиусов хорошо согласуются с данными измерений другими методами. Для экзотических ядер ${}^9\text{Li}$, ${}^{11}\text{Li}$ и ${}^{10}\text{Be}$, ${}^{12}\text{Be}$ наблюдается сильное увеличение радиусов по мере возрастания нейтронного избытка. Этот эффект наблюдался ранее в измерениях, выполненных с использованием других методов, и может рассматриваться как указание на существование нейтронного гало, образующегося вокруг остова у слабосвязанных ядер на границе нуклонной стабильности.

4. На ускорителе VICSI (Берлин) с помощью Q3D-магнитного анализатора проведены совме-

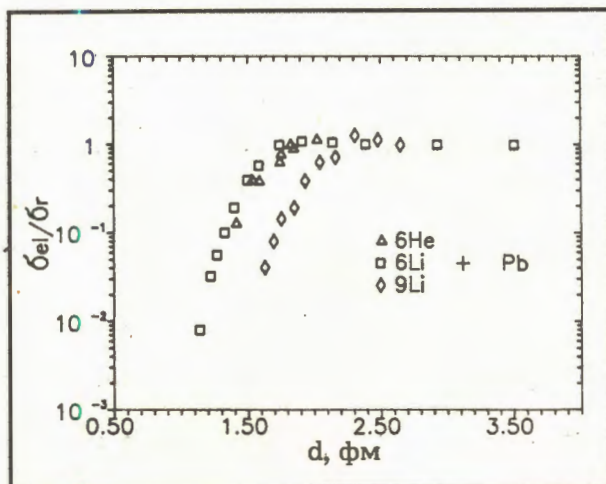


Рис. 2. Зависимость отношения $r_{\text{eff}}/\sqrt{A}$ от эффективного радиуса в случае рассеяния ${}^6\text{He}$, ${}^6\text{Li}$ и ${}^9\text{Li}$ на свинце

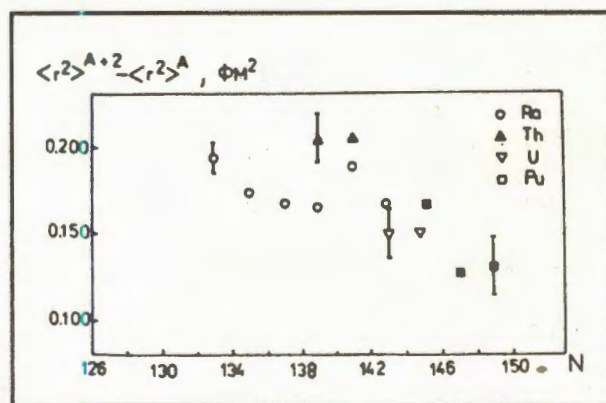


Рис. 3. Зависимость разницы среднеквадратичных радиусов между соседними четно-четными изотопами для широкого круга ядер

стные НМИ (Берлин) – ЛЯР (Дубна) – ИАЭ (Москва) – КЕК (Токио) эксперименты по изучению экзотического ядра ${}^{11}\text{Li}$ в реакции двойной перезарядки ${}^{11}\text{B}$ (${}^{13}\text{C}$, ${}^{13}\text{O}$) ${}^{11}\text{Li}$ при энергии ${}^{13}\text{C}$, равной 380 МэВ. Согласно теории гигантский дипольный резонанс (ГДР) ${}^{11}\text{Li}$ в случае наличия у него нейтронного гало должен быть двухкомпонентным. Ведутся поиски мягкой моды ГДР с энергией 0,4–1,0 МэВ выше основного состояния.

5. Методом резонансной флуоресценции измерены изотопические сдвиги и сверхтонкая структура в оптических спектрах больших цепочек изотопов Zr, Ce, Nd, Eu, Sm, Gd, U, Am. Получены значения разностей зарядовых радиусов ядер соседних изотопов в районе замкнутых оболочек из 50 и 82 нейтронов, а также в районе изменения формы ядра от сферической к сфероидальной. Получены также отношения

Таблица 4

Реакция	Q_{α} МэВ	B_{α} МэВ	$Q_{\alpha} + B_{\alpha}$ МэВ	Y $10^3 (\text{моль.Р})^{-1}$	$\sigma_{\text{инт.}}$ МэВ.мкб
$^{51}\text{V}(\gamma, \alpha)$	10,3	6,2	16,5	$8,9 \pm 0,8$	3200 ± 900
$^{65}\text{Cu}(\gamma, \alpha)$	6,8	7,4	15,2	$19,0 \pm 2,0$	6500 ± 1000
$^{71}\text{Ga}(\gamma, \alpha)$	5,3	7,8	15,1	$2,2 \pm 0,2$	900 ± 200
$^{76}\text{Ge}(\gamma, \alpha)$	7,5	8,0	15,5	$1,8 \pm 0,1$	550 ± 100
$^{96}\text{Zr}(\gamma, \alpha)$	4,9	9,7	15,6	$2,1 \pm 0,2$	470 ± 100
$^{93}\text{Nb}(\gamma, \alpha)$	1,8	9,9	11,8	$1,8 \pm 0,2$	710 ± 200
$^{92}\text{Mo}(\gamma, \alpha)$	5,6	10,1	15,7	$1,6 \pm 0,2$	430 ± 100
$^{115}\text{In}(\gamma, \alpha)$	3,7	11,5	15,2	$0,27 \pm 0,05$	64 ± 20
$^{143}\text{Nd}(\gamma, \alpha)$	-0,5	13,7	13,2	$0,38 \pm 0,05$	74 ± 21
$^{145}\text{Nd}(\gamma, \alpha)$	-1,6	13,7	12,1	$0,24 \pm 0,04$	46 ± 15
$^{148}\text{Nd}(\gamma, \alpha)$	-0,6	13,7	13,1	$0,64 \pm 0,06$	100 ± 30
$^{170}\text{Er}(\gamma, \alpha)$	-0,5	15,3	14,8	$0,94 \pm 0,20$	180 ± 80
$^{181}\text{Ta}(\gamma, \alpha)$	-1,5	16,4	14,9	$0,18 \pm 0,05$	40 ± 15
$^{207}\text{Pb}(\gamma, \alpha)$	-0,4	18,2	17,8	$0,082 \pm 0,016$	26 ± 12

магнитных дипольных и электрических квадрупольных моментов нечетных ядер указанных элементов. На рис.3 представлена зависимость разности среднеквадратичных радиусов (СКЗР) между соседними г-г изотопами широкого круга ядер^{/18,19/}.

6. На микротроне МТ-25 ЛЯР проведено измерение (γ, α) -фотоядерных реакций в области

энергий гигантского резонанса γ -квантов для ядер ^{51}V , ^{65}Cu , ^{76}Ge и ^{170}Er . В табл. 4 приведены выходы и интегральные сечения для исследуемых реакций (γ, α) . Проведено сравнение измеренных сечений с результатами расчета по статистической модели^{/20,21/} и экспериментальными данными, полученными для этих ядер в реакциях с тепловыми нейтронами^{/22/}.

РАЗРАБОТКИ В ОБЛАСТИ УСКОРИТЕЛЕЙ

1. На циклотроне У-400 проведена техническая модернизация системы вывода пучка ионов, позволившая проводить длительные облучения мишеней пучками с высокой интенсивностью, для чего создана конструкция перезарядной фольги, выдерживающая мощность внутреннего пучка ≈ 10 кВт. Получены пре-

дельные значения для интенсивности выведенных пучков $\text{Ar} \approx 1,2 \times 10^{13}$ ионов в секунду, $\text{Ne} \approx 1,2 \times 10^{14}$ ионов в секунду.

2. С целью получения изомеров $^{178\text{m}}\text{Hf}$ ($I = 16$) на циклотроне У-200 была проведена модернизация узлов циклотрона, позволившая ста-

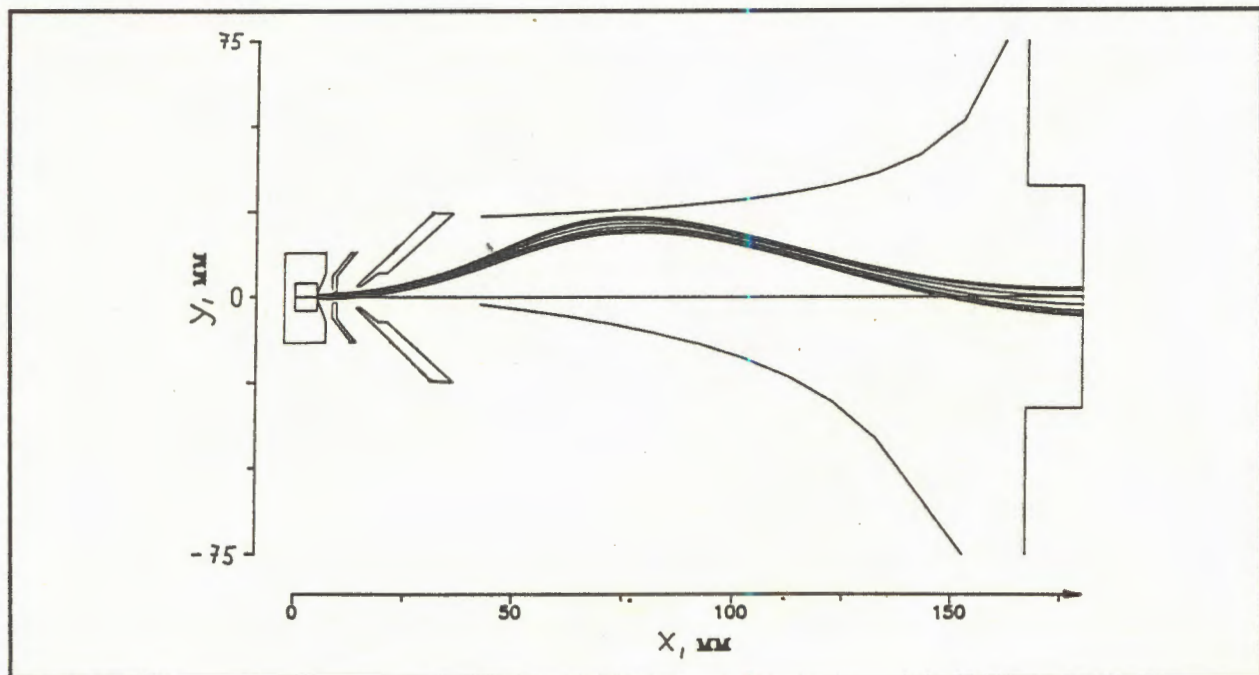


Рис. 4. Расчетные траектории ионов ($A/Z = 3$) и профиль пластин электростатического компенсатора

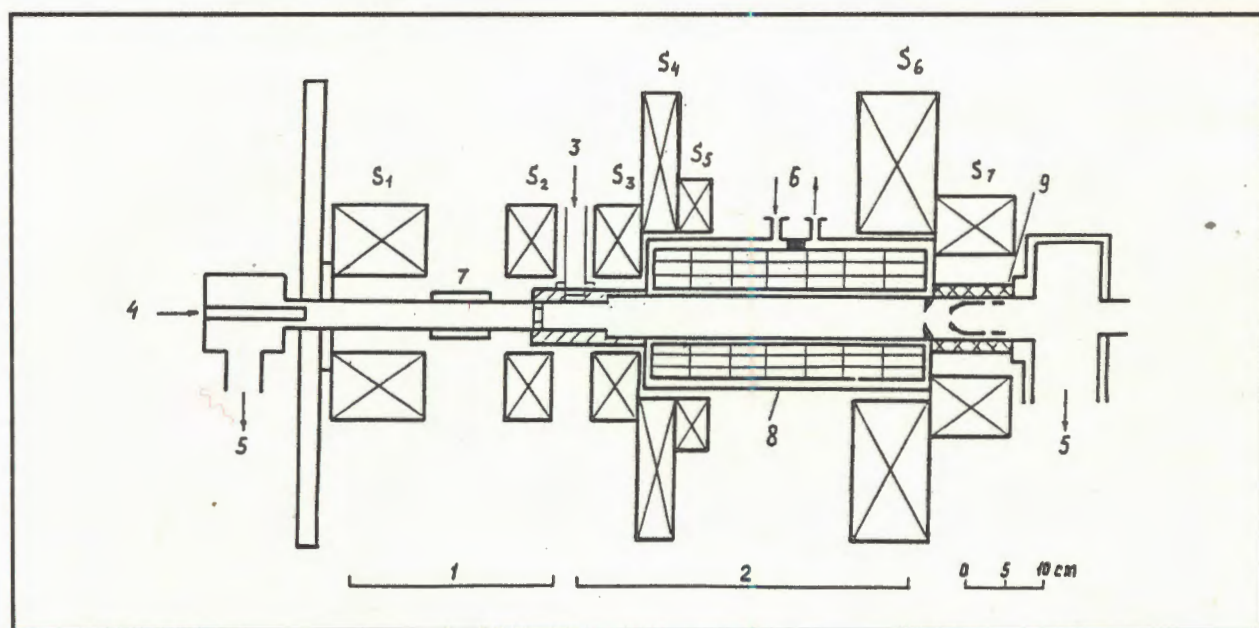


Рис. 5. Кинематическая схема магнитометра: 1 – держатель датчика Холла, 2 – винт, 3 – мальтийский механизм, 4 – прерыватель, 5 – передаточный механизм, 6 – двигатель, 7 – держатель

бильно получать на мишени интенсивность α -частиц с энергией 36 МэВ до $\approx 10^{14}$ в секунду. Интегральный поток α -частиц на физической мишени составил 3×10^{20} частиц в месяц.

После длительных облучений, проведенных в Лаборатории в конце 1990 года с использованием реакции $^{176}\text{Yb}(\alpha, 2n)^{178\text{m}}\text{Hf}$, был получен образец, содержащий 2×10^{14} ядер $^{178\text{m}}\text{Hf}$.

3. На циклотроне У-200 проведено исследование формирования пучка ионов от источника дугового типа в канале внешней инжекции^[23]. Изучены характеристики пучка на выходе электромагнита источника ионов. Создан электростатический компенсатор пучка в магнитном поле ионного источника с гиперболическим распределением электрического поля (рис.4).

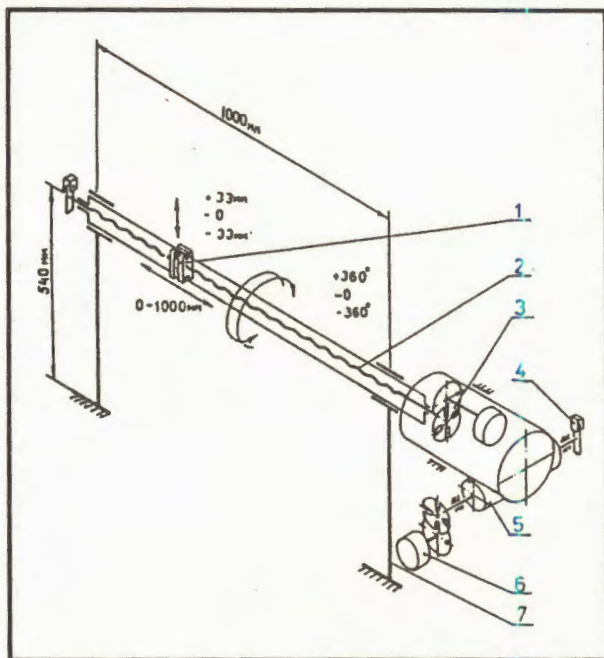


Рис. 6. Схема модели ЭЦР-источника на частоте 14,5 ГГц: 1 - первая ступень, 2 - вторая ступень, 3 - ввод СВЧ, 4 - подача рабочего вещества, 5 - откачка, 6 - система охлаждения гексаполя, 7 - элементы конструкции.

4. Для проведения пуско-наладочных работ на циклотроне У-400М Лаборатории ядерных реакций создан источник дугового типа для аксиальной инжекции пучка ионов в циклотрон У-400М.

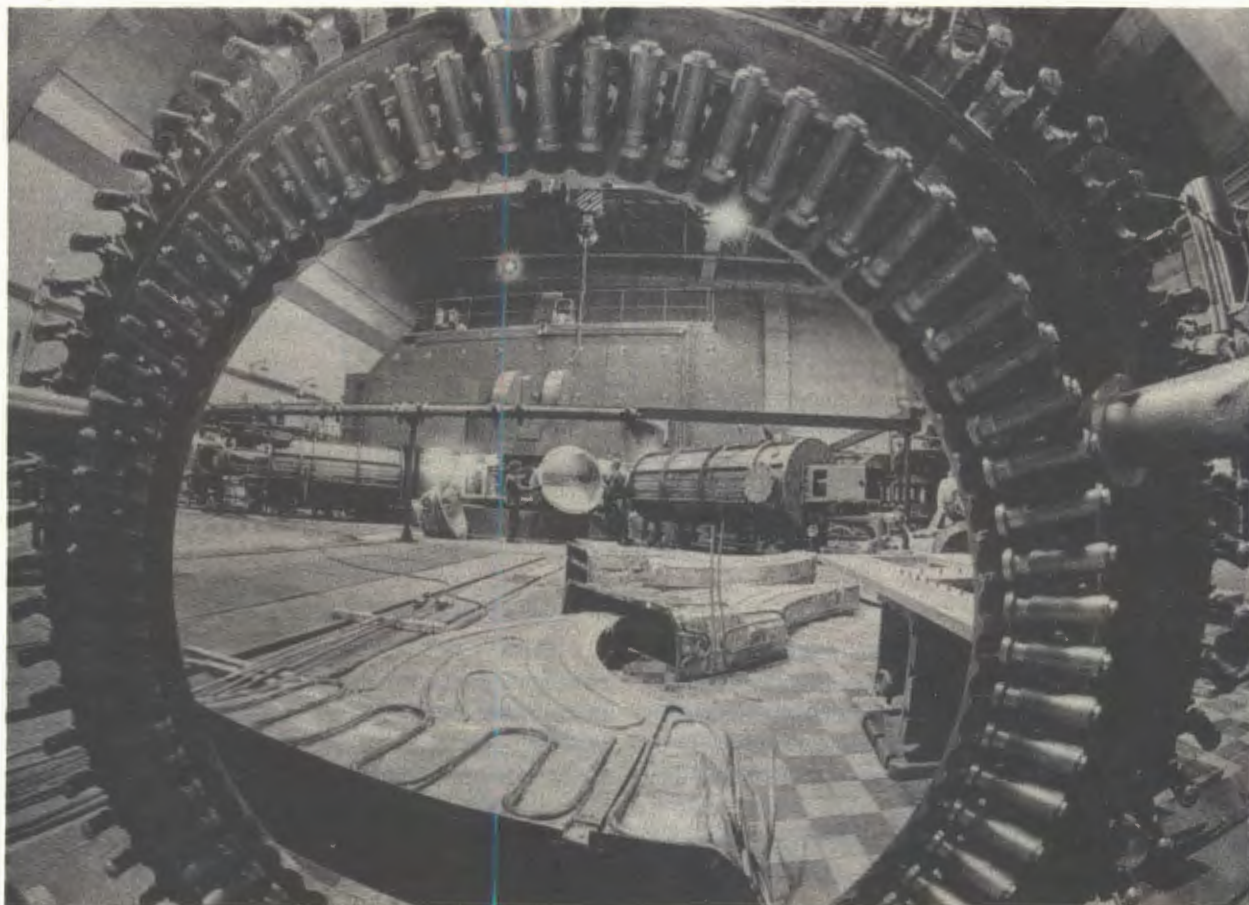
Проведены испытания ионного источника, схем питания и управления.

5. Проведены исследования по разработке модели ионного источника с электронно-циклотронным резонансом на частоте 14,5 ГГц^{24/} (рис.5).

Для измерения магнитного поля в источнике с электронно-циклотронным резонансом разработан и создан комплекс аппаратуры^{25/} (рис.6).

6. На циклотроне У-400М проведено полномасштабное формирование магнитного поля. Сформированное магнитное поле обеспечит ускорение ионов с $A/Z=2$ до энергии 100 МэВ/нуклон, ионов с $A/Z=12$ до энергии 3,5 МэВ/нуклон. Созданы основные узлы циклотрона У-400М Лаборатории ядерных реакций, ведется их монтаж и наладка.

Монтаж нового циклотрона ЛЯР У-400М



1. Исследовалось изменение механических свойств материалов, облученных тяжелыми ионами. Показано, что рост предела текучести $\Delta\sigma$ чистых металлов Zn, Ni, Zr с увеличением дозы облучения D уменьшается и описывается соотношением $\Delta\sigma = A(1 - e^{-BD})^{1/2}$ (A и B — параметры, определяемые свойствами металлов). Этот результат противоречит современным представлениям о пропорциональном изменении $\Delta\sigma$ в зависимости от концентрации радиационных дефектов. Разработана модель, объясняющая это явление^{/26/}.

2. Проведены эксперименты, в ходе которых исследовалось изменение предела текучести меди $\Delta\sigma$ при увеличении дозы облучения D при двух различных плотностях дозы. В первом случае образцы толщиной 30 мкм простреливались пучком ионов неона ($E = 11,5$ МэВ/нуклон) насквозь. Во втором посредством изменения толщины поглотителей перед образцом проводилось сканирование толщины образца пиком Брэгга, в котором величина dE/dx в десятки раз превышает dE/dx в начале пробега иона. В результате получено, что зависимости $\Delta\sigma \sim f(D)$ и в том, и в другом случае идентичны по форме, но во втором случае те же величины $\Delta\sigma$ достигаются при дозе в 12 раз меньшей, чем в первом.

Полученный результат является важным для выяснения механизма передачи энергии кристаллической решетке через электронное торможение, которое согласно имеющимся представлениям не должно было бы иметь существенного значения.

3. Разработана методика исследования люминесценции кристаллов под действием тяжелых ионов. Изучены спектральный состав и температурная зависимость люминесценции нескольких кристаллов, облученных ионами ^{11}B и ^{40}Ar с энергиями 1 МэВ/нуклон^{/27/}.

4. Расширен круг данных о радиационном повреждении монокристаллов. Методом теневой рефлексографии изучено^{/28,29/} воздействие ионов Хе на монокристаллы Si, GaP, Ge и W при комнатной и азотной температурах. Степень повреждения GaP, в отличие от Si и Ge, при охлаждении не увеличивается (см. рис.7). Выяснено, что переход от диэлектрика (алмаз) к классическим полупроводникам (Si, GaP, Ge) и металлу (W) сопровождается существенным изменением темпа накопления дефектов и его зависимости от ионизирующей способности частиц. Эти различия объясняются макро- и микро-

скопическими свойствами монокристаллической среды. В частности, важное значение могут иметь особенности спектра электронных возбуждений и степень связи их с фотонной ветвью. Вид спектра элементарных возбуждений кристалла влияет на профиль и амплитуду теплового пика, формирующегося при эволюции первичных возбуждений. В конечном итоге преобладающим становится либо фиксация френкелевских пар, созданных заряженной частицей, либо рекомбинация дефектов и рекристаллизация среды, либо образование протяженных дефектных областей.

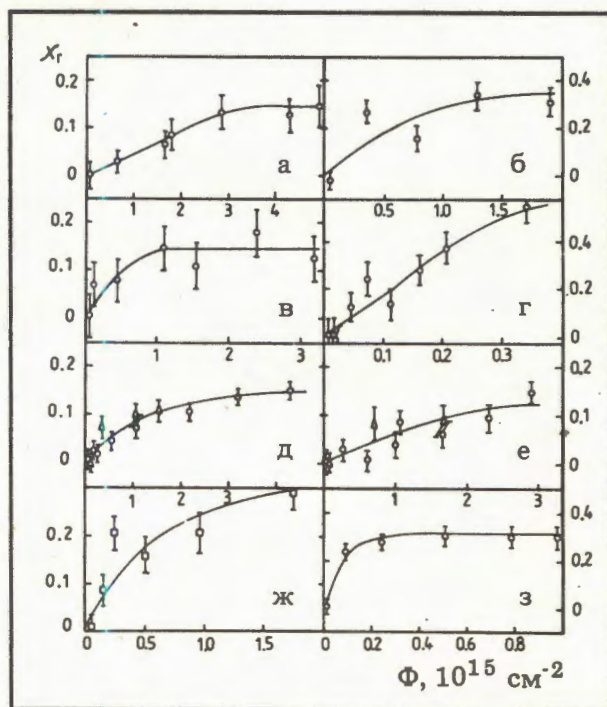
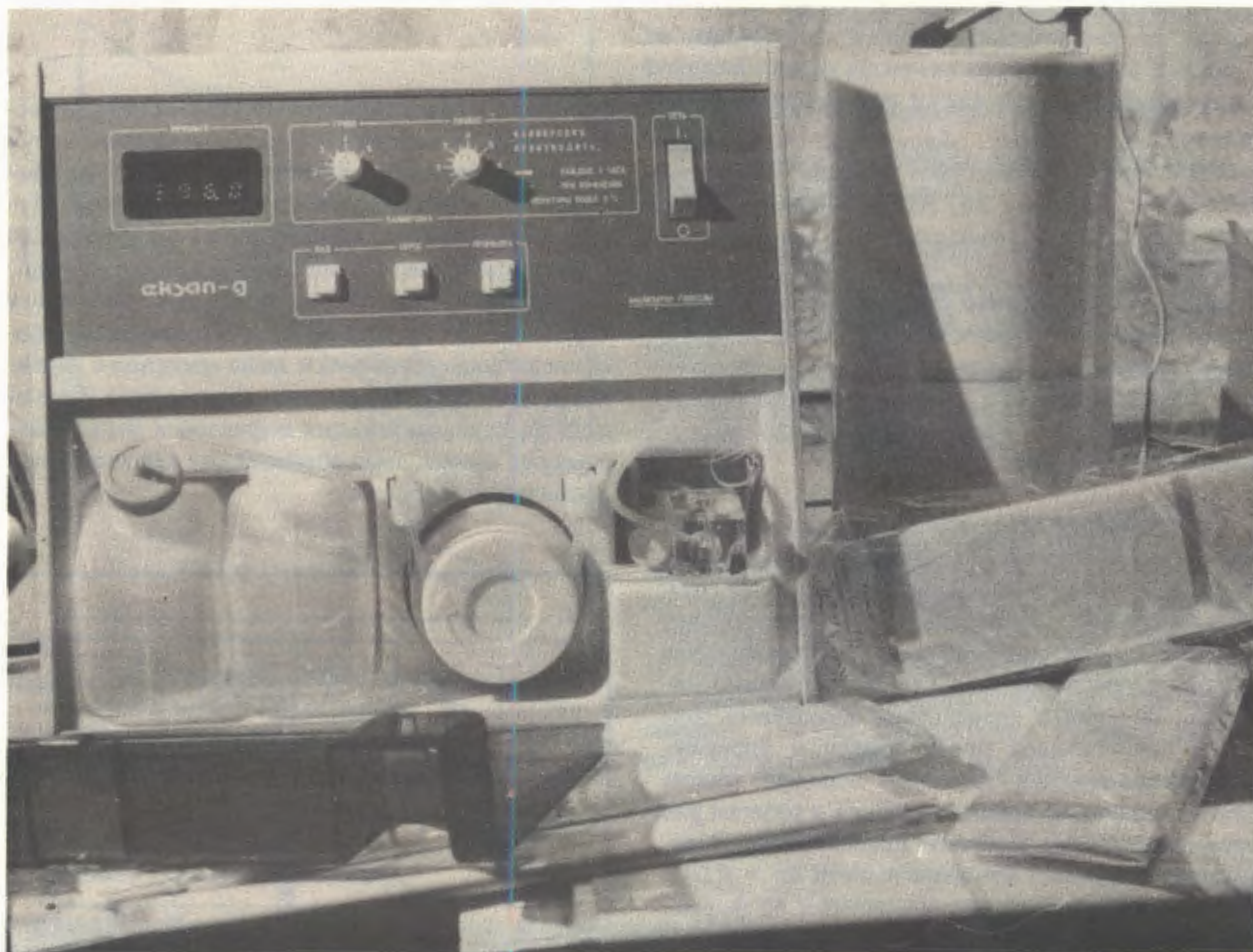


Рис. 7. Рост разупорядочения кристаллов от флюенса ионов Хе (энергия 0,9 МэВ/нуклон), измеренный с помощью теневых рефлексов $\langle 111 \rangle$ для Si (а, б), Ge (в, г), GaP (д, е) соответственно при комнатной и азотной температурах. Для GaP приведены также результаты, полученные с помощью рефлекса $\langle 311 \rangle$ (ж и з) при энергии ионов Хе 0,5 МэВ/нуклон и интегральном потоке 10^{15} ионов см^{-2}

5. Исследована термическая стабильность треков осколков деления ^{238}U и ^{244}Pu в кристаллах апатита и витлокита земного и метеоритного происхождения. Установлено, что регрессия треков осколков деления приводит к уменьшению возраста кристаллов, определяемого трековым методом. Проведенные исследования позволили уменьшить влияние этого эффекта при определении возраста кристаллов апатита и



• "ЭКРАН-Г" – прибор для определения сахара в крови, созданный в Институте биологии ЛитССР на основе ядерных мембран

витлокита, избавиться от фона треков ядер группы железа, в кристаллах из метеоритов^{/30/}.

6. Разработана методика определения содержания урана и тория с использованием пучков γ -квантов и нейтронов, получаемых на микротроне МТ-25. Применение методики диэлектрических трековых детекторов позволило снизить предел совместного определения содержания урана и тория^{/31/} соответственно до 1×10^{-8} г/г и $2,2 \times 10^{-8}$ г/г.

7. Продолжались исследования по сорбции и экстракции тяжелых микроэлементов из растворов сложного состава. Изучено влияние кислотности, исходной концентрации микроэлементов и температуры на коэффициент распределения Au, Pt, Zn, Pb и Zs и определены оптимальные условия их группового и селективного выделения^{/32/}. Предложена методика концентрации золота из различных геологических объектов, в том числе из природных вод^{/33/}. Изучалось поведение золота и металлов

платиновой группы в геохимических процессах, разработана методика селективного выделения золота из порошковых проб^{/34/}.

8. Продолжались работы по использованию ядерных (трековых) мембран для практических приложений. Предложен метод рециркуляционного восстановления воздуха в замкнутых аппаратах и помещениях при помощи устройств с использованием ядерных мембран. Метод основан на диффузионном газообмене воздуха и может быть применен в системах жизнеобеспечения персонала чистых помещений или в биотехнологии^{/35/}.

Исследована возможность применения ядерных мембран для финишной очистки воздуха в чистых производственных помещениях^{/36/}. Отсутствие собственных пылевыведений выгодно отличает ядерные полимерные мембраны от волокнистых фильтрационных материалов. Это свойство ядерных мембран позволяет достичь степени очистки воздуха, соответствующей помещением класса 10 и 1.

9. Создана экспериментальная установка^{/37/}, позволяющая изучать динамику сбоев в больших интегральных микросхемах при воздействии на них тяжелых ионов. Изучены вре-

менные зависимости накопления сбоев и энергетические зависимости чувствительности ячеек памяти, облученных ионами ^{11}B , ^{16}O , ^{22}Ne с энергией ионов 1 МэВ/нуклон.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ АППАРАТУРА

1. Продолжались работы по созданию установки ФОБОС. В сентябре 1990 г. механическая часть установки была смонтирована в зале циклотрона У-400М. Проведены вакуумные испытания камеры с шестью измерительными модулями (из тридцати). На пучке циклотрона У-400 создан стенд – мини-ФОБОС, на котором проходят испытания газовые детекторы. На рис.8 показана разрешающая способность полной сборки измерительного модуля, включающего в себя плоскопараллельный позиционно-чувствительный лавинный счетчик, брэгговскую ионизационную камеру и систему времени пролета в измерениях спектра кинетических энергий осколков спонтанного деления ^{248}Cf . Обе группы осколков четко разделяются, видно, что в максимуме отношение асимметричной и симметричной мод деления равно 12. Ведется разработка газо-вакуумной системы установки, идет серийное изготовление детекторной и триггерной электроники, методические работы по сцинтилляционной части измерительных модулей. Разработан пакет программ для ПЭВМ для анализа и управления работой газодинамической системы наполнения счетчиков, анализа информации, получаемой с газовых детекторов^{/38/}.

2. Двухплечевой времяпролетный спектрометр, используемый в работах по изучению деления возбужденных ядер, был оснащен новой детектирующей аппаратурой. Каждое плечо состоит из плоскопараллельного лавинного стартового детектора и позиционно-чувствительного, большой площади параллельно-решетчатого лавинного стоп-детектора. Полученные основные параметры спектрометра приведены в табл.5.

3. На газонаполненном сепараторе изучены зависимости средних зарядов различных тяжелых ионов ($61 < Z < 101$) от их скорости ($5 \text{ МэВ} < E < 100 \text{ МэВ}$), образующихся в результате обдирки в гелии и водороде при давлении газа ~ 1 Торр. Было показано, что выбор наполняющего сепаратор газа оказывает значительное влияние на степень очистки от мешающих продуктов. Обоснованы преимущества заполне-

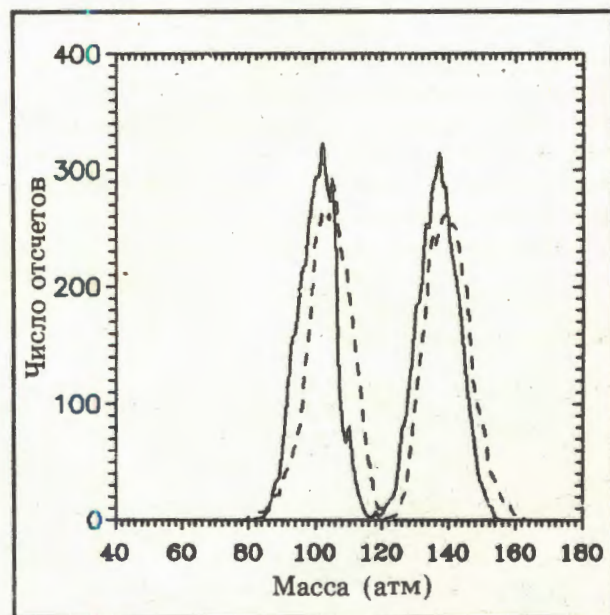


Рис. 8. Массовое распределение осколков спонтанного деления ^{248}Cf , измеренное с помощью одной сборки измерительного модуля установки ФОБОС

Таблица 5

Захват по углу от 15° до 165° :	
– в плоскости реакции	$\pm 20^\circ$
– вне плоскости	$\pm 7^\circ$
Телесный угол каждого плеча, мср	185
Угловое разрешение	$0,2^\circ$
Временное разрешение, пс	230
Массовое разрешение, $\Delta M/M$	2%

ния камеры сепаратора водородом при изучении асимметричных реакций. Предложены эмпирические формулы, позволяющие предсказывать средние заряды ионов с точностью 3-5%^{/39/}.

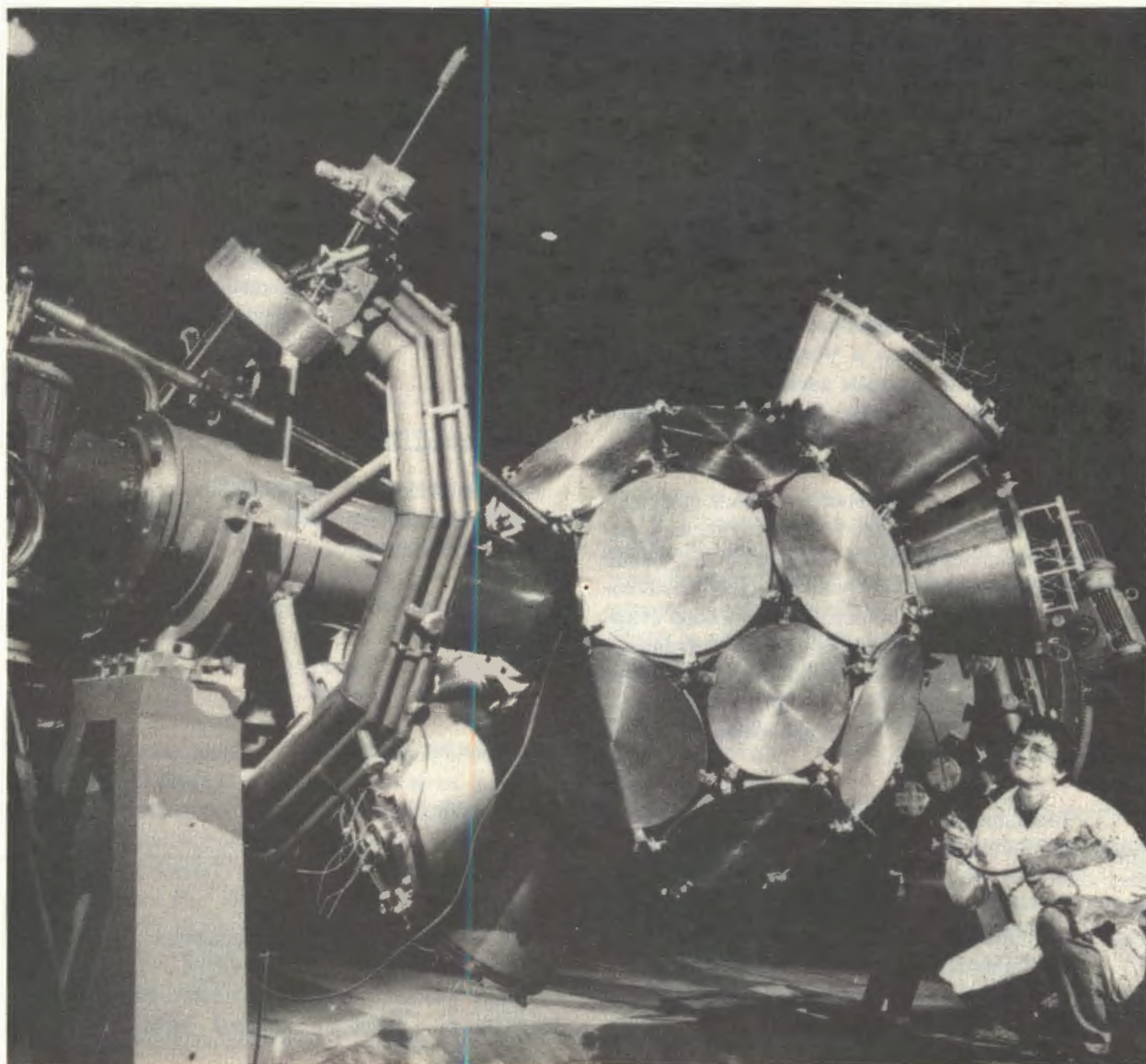
4. Завершено создание нового детектирующего модуля и электронной системы регистрации сепаратора "Василиса". Детектирующее устройство представляет собой модуль, включающий в себя два времяпролетных (старт- и стоп-) детектора и полупроводниковый детектор, изготовленный методом планарной технологии и разделенный на восемь независимых полос при охлаждении во время работы до 265 К. Энергетическое разрешение каждой полосы детектора для α -частиц с энергией 6-8 МэВ составляет 25 кэВ. Общая эффективная площадь детектора 35 см². В качестве детектора в отдельных опытах использовалась также двойная ионизационная камера, представляющая собой систему плоскопараллельных электродов. Продукты реакций имплантировались в газовый объем первой камеры, а энергия α -частиц измерялась вто-

рой камерой, которая свободна от фона ядер отдачи. Энергетическое разрешение составляет ~45 кэВ/^{40-42/}.

5. Создан пакет программ для спектрометрии тяжелых ионов и продуктов ядерных реакций на установке ГНС в режиме он-лайн. Возможен вариант использования пакета, когда наряду со сбором спектрометрической информации будет осуществляться управление циклотроном У-400. Пакет программ является первым программным продуктом для многодетекторных полупроводниковых спектрометров на базе ПЭВМ в ОИЯИ/^{43/}.

6. На пучке циклотрона У-400 создана установка ТЕТРА, позволяющая сепарировать вторичные пучки, образующиеся в реакциях с тя-

Завершается создание первой очереди установки ФОБОС



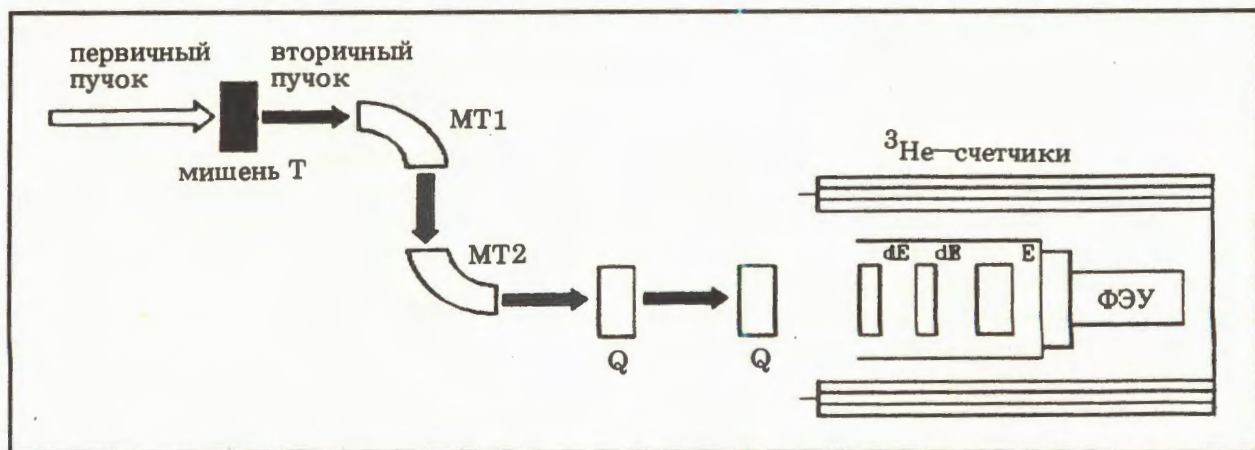
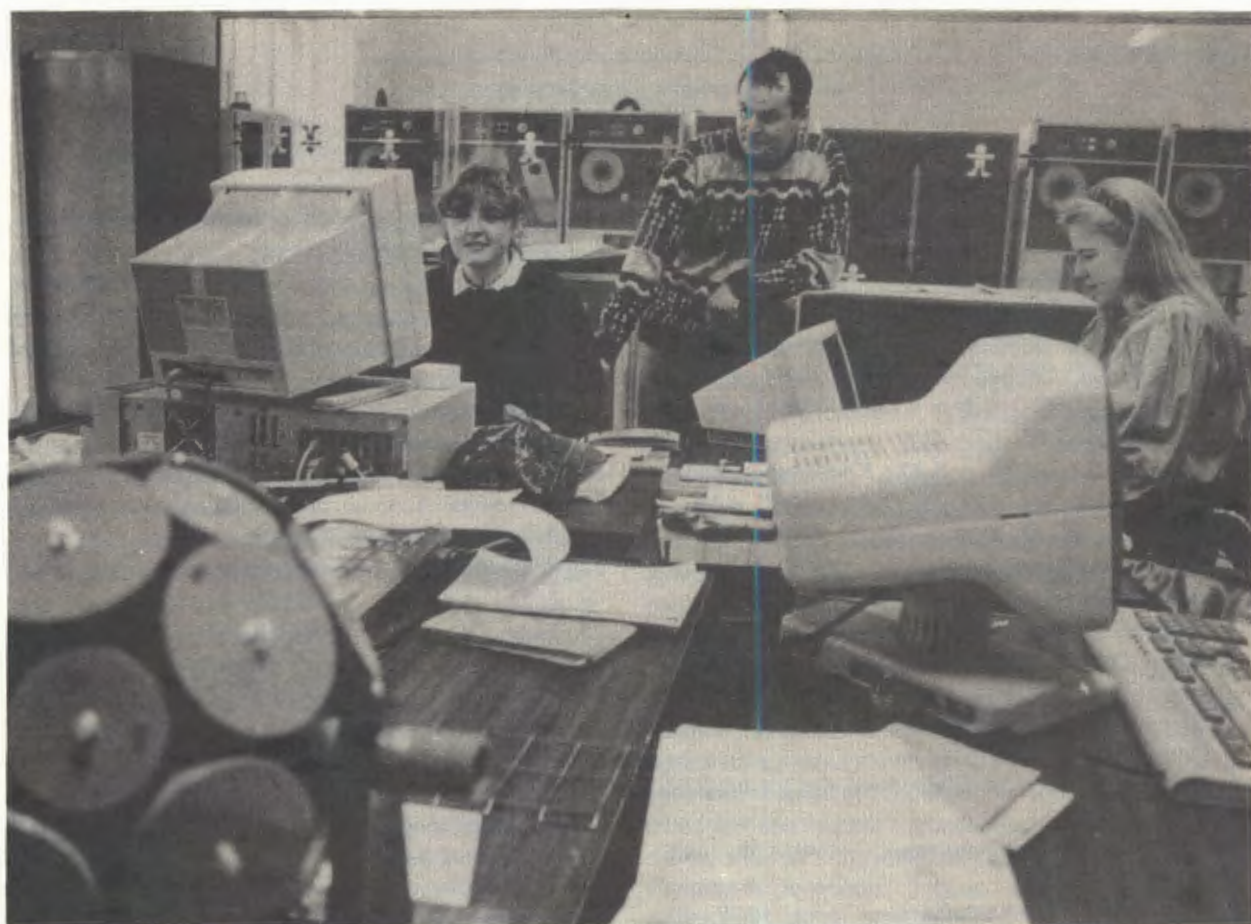


Рис. 9. Схема экспериментальной установки ТЕТРА



Немецкие студенты в ИВК ЛЯР готовятся к участию в будущих экспериментах на установке ФОБОС

желыми ионами с энергией ~ 20 МэВ/нуклон (рис.9). В установку входит: магнитный сепаратор продуктов реакции, система детекторов для регистрации и электронная измерительно-вычислительная система. Установка предназначена для получения и исследования свойств распада легчайших нейтроноизбыточных ядер. Уста-

новка позволяет измерять периоды β -распада легчайших ядер, вероятность β -задержанной эмиссии нейтронов и множественность испускаемых при этом нейтронов. Эффективность регистрации β -частиц составляет 0,95, а нейтронов – 0,315. Проведены модельные измерения для ^8He , ^9Li .

7. Проведены работы по усовершенствованию микротрона ЛЯР и изготовлению новых микротронов для стран-участниц ОИЯИ. В 1990 г. изготовлен и передан в Монголию микротрон МТ-22, оказана помощь в монтаже и запуске микротрона МТ-22 в г.Кутна Гора (ЧСФР), изготовлены узлы микротрона МТ-25 для Кубы, оказана помощь в проектировании микротронных лабораторий в Болгарии, Монголии, Кубе, Институте метрологии в Кишиневе (СССР), а также в подготовке персонала для 10 научных центров.

8. Получил дальнейшее развитие ИВК Лаборатории. Он оснащен микроЭВМ VAX-II с терминалом и дисплейными станциями на базе

ПЭВМ-386. Измерительные центры и модули основных экспериментальных установок объединены в единую систему на базе сети ETHERNET.

Разработано 80 типов новых электронных блоков и интерфейсов. Закончено создание измерительного модуля системы контроля параметров ускорителя У-400 (АСКП). Всего оснащено электронными блоками, связью с ПЭВМ и программами 40 крейтов КАМАК.

Производственный участок ОНЭР на базе 5 ПЭВМ "Правец-16", АТ-286 обеспечивает производство разрабатываемых блоков, он оснащен дисплейными средствами, ПЭВМ управляют ФОТОАДМАПом и сверлильным станком.

ЛИТЕРАТУРА

1. Андреев А.Н. и др. – В сб.: Труды Международной школы-семинара по физике тяжелых ионов. Дубна, ОИЯИ, Д7-90-142, 1990, с.499-519.
2. Yeregin A.V. et al. – JINR Preprint E15-90-347, Dubna, 1990.
3. Андреев А.Н. и др. – В сб.: Краткие сообщения ОИЯИ, №6[45]-90, Дубна, 1990, с.60.
4. Андреев А.Н. и др. – ЯФ, 1990, т.52, вып.3(9), с.640.
5. Андреев А.Н. и др. – В сб.: Краткие сообщения ОИЯИ, №6[45]-90, Дубна, 1990, с.66.
6. Оганесян Ю.Ц. и др. – В сб.: Труды Международной школы-семинара по физике тяжелых ионов. Дубна, ОИЯИ, Д7-90-142, 1990, с.44.
7. Oganessian Yu.Ts. – In: Proc. of the Robert A. Welch Foundation Conference on Chemical Research XXXIV "Fifty Years with Transuranium Elements". Houston, Texas, USA, 22-23 October, 1990.
8. Sokol E.A. et al. – JINR Preprint E7-90-238, Dubna, 1990.
9. Zvara I. – Isotopenpraxis, 1990, 26, №6, p.251-258.
10. Rosch F. et al. – Radiochim. Acta, 1990, 49, №1, p.29.
11. Gorski B. et al. – Isotopenpraxis, 1990, 26, №5, p.233.
12. Скобелев Н.К. и др. – Известия АН СССР, сер. физ., 1990, т.52, с.2218.
13. Lukjanov S.M. et al. – Nucl. Instr. Meth. Phys. Res.B, 1990, 47, №1, p.102.
14. Guillemaud-Mueller D. et al. – Phys.Rev., 1990, 41, №3, p.937.
15. Lewitowicz M. et al. – Z.Phys.A, 1990, 513, №1, p.117.
16. Mueller A.C. et al. – Nucl.Phys.A, 1990, 513, №1, p.1.
17. Mittig W. et al. – In: Proc. of the Conf. on Secondary Beam (in press).
18. Гангрский Ю.П. и др. – В сб.: Труды Международной школы-семинара по физике тяжелых ионов. Дубна, ОИЯИ, Д7-90-142, 1990, с.499-519.
19. Гангрский Ю.П. и др. – Известия АН СССР, сер. физ., 1990, т.54, №5, с.830.
20. Антонов А.Д. и др. – ЯФ, 1990, т.51, с.305.
21. Антонов А.Д. и др. – Препринт ОИЯИ P15-90-10, Дубна, 1990.
22. Balabanov N.P. et al. – Particles & Nuclei, 1990, 21(2), p.3173.
23. Бирн Ш. и др. – ОИЯИ, P9-90-187, Дубна, 1990.
24. Кутнер В.Б. и др. – В сб.: XII Всесоюзное совещание по ускорителям заряженных частиц. Тезисы докладов. ИТЭФ, Москва, 1990, с.166.
25. Ефремов А.А. и др. – В сб.: XII Всесоюзное совещание по ускорителям заряженных частиц. Тезисы докладов. ИТЭФ, Москва, 1990, с.106.
26. Хаванчак Х., Сенеш Д., Щеголев В.А. – ОИЯИ, P14-90-297, Дубна, 1990.
27. Акинъшин Д.В., Дидык А.Ю., Скуратов В.А. – В сб.: Краткие сообщения ОИЯИ, №4[43]-90, Дубна, 1990, с.48-55.
28. Карамян С.А., Бугров В.Н. – В сб.: Труды Международной конференции по радиационному материаловедению. ХФТИ, Харьков, 1990, т.4, с.142.
29. Бугров В.Н., Карамян С.А. – ОИЯИ, P14-90-352, Дубна, 1990.

30. Перелыгин В.П. и др. – В сб.: Труды Международного совещания “Твердотельные трековые детекторы ядер и их применение”. ОИЯИ, Д13-90-479, Дубна, 1990, с.102.
31. Отгонсурен О. и др. – В сб.: Труды Международного совещания “Твердотельные трековые детекторы ядер и их применение”. ОИЯИ, Д13-90-479, Дубна, 1990, с.135.
32. Shishkina T.V., Dmitriev S.N., Shishkin S.V. – *Annal. Chim. Acta.*, 1990, 236, p.483-486.
33. Dmitriev S.N., Shishkina T.V., Zhuravleva E.L. – *Chimeg Zh.*, *Annal. Chim. Acta* (in press).
34. Dmitriev S.N., Krasnov A.V., Lebedev V.Ya. – *Annal. Chim. Acta* (in press).
35. Ovchinnikov V.V. et al. – *JINR Preprint E18-90-222, Dubna, 1990.*
36. Овчинников В.В. и др. – Препринт ОИЯИ Д18-90-443, Дубна, 1990.
37. Акиншин Д.В. и др. – ПТЭ, 1990 (в печати).
38. Ortlepp H.-G. et al. – *Nucl. Instr. Meth.*, 1988, A273, p.536.
39. Oganessian Yu.Ts. et al. – In: *Proc. Int. Conf. on the Phys. of Highly-Charged Ions. Giessen, 10 Sept., 1990, BRD.*
40. Yereimin A.V. et al. – *Nucl. Instr. Meth.*, 1989, A274, p.528.
41. Зейналов Ш.С. и др. – Сообщение ОИЯИ P15-90-513, Дубна, 1990.
42. Andreyev A.N. et al. – *JINR Communication E15-90-347, Dubna, 1990*
43. Жучко В.Е., Цыганов Ю.С. – Сообщение ОИЯИ P7-89-451, Дубна, 1989.

ГЕОРГИЙ НИКОЛАЕВИЧ ФЛЕРОВ 1913 – 1990

19 ноября 1990 года скоропостижно скончался выдающийся советский физик и организатор науки, ученый с мировым именем, лауреат Ленинской и Государственных премий СССР академик Георгий Николаевич Флеров.

Ему принадлежат основополагающие экспериментальные работы в ряде фундаментальных и практических исследований физики атомного ядра, в том числе открытие спонтанного деления ядер.

С 1941 по 1952 год Г.Н.Флеров совместно с И.В.Курчатовым принимал самое активное участие в работах по развитию атомной науки и техники, непосредственно связанных с укреплением оборонной мощи Советского Союза и созданием основ ядерной энергетики.

С именем Г.Н.Флерова связано становление нового научного направления – физики тяжелых ионов. Он был директором Лаборатории ядерных реакций в Объединенном институте ядерных исследований, создателем большого научного коллектива.

В Государственном реестре СССР зарегистрировано 10 открытий, сделанных Г.Н.Флеровым с сотрудниками. Наряду с решением ключевых фундаментальных проблем физики ядра Г.Н.Флеров на протяжении всей своей жизни много сделал для практического использования

достижений ядерной физики в народном хозяйстве. Много сил Георгий Николаевич отдавал развитию и укреплению международного научного сотрудничества, научно-организаторской работе. Им воспитаны десятки крупных ученых, плодотворно работающих в Советском Союзе и других странах. В течение многих лет он был председателем Научного совета АН СССР по приложению методов ядерной физики в смежных областях, являлся членом ряда Советов АН СССР и редколлегий научных журналов. Авторитет Георгия Николаевича был очень высоким как в нашей стране, так и за рубежом, его доклады на крупнейших международных конференциях встречали неизменное внимание. Он был избран почетным членом ряда иностранных академий, являлся почетным доктором ряда зарубежных университетов. За выдающиеся научные достижения Г.Н.Флеров многократно был отмечен высокими правительственными наградами, в 1949 году ему присвоено звание Героя Социалистического Труда, он был награжден орденами и медалями СССР и ряда других стран.

Светлая память о Георгии Николаевиче навсегда останется в сердцах людей, имевших счастье встречаться и сотрудничать с ним, учиться у него.

ЛАБОРАТОРИЯ НЕЙТРОННОЙ ФИЗИКИ

В 1990 году коллективом Лаборатории нейтронной физики проводились научно-исследовательские работы по изучению свойств конденсированных сред, по нейтронной ядерной физике, а также в области прикладных исследований.

В области физики конденсированных сред исследования были направлены на изучение структуры кристаллических, жидких и аморфных систем, структурной и магнитной динамики, а также свойств поверхностей и пленок. Эта программа была ориентирована главным образом на выяснение природы высокотемпературной сверхпроводимости. Работы по физике конденсированных сред проводились в основном на реакторе ИБР-2 ЛНФ и частично на источниках нейтронов Лаборатории Резерфорда-Эпплетона (Великобритания), Института Лауэ-Ланжевена (Гренобль, Франция), Лаборатории Леона Бриллюэна (Сакле, Франция).

Нейтронная ядерная физика в ЛНФ ориентирована на изучение свойств нейтрона как элементарной частицы и исследование свойств атомных ядер в реакциях с медленными нейтронами. Работы в этой области проводились на импульсном бустере-размножителе ИБР-30 ЛНФ, на реакторах ЛИЯФ АН СССР (Гатчина), ИЛЛ (Гренобль, Франция), Мюнхенского технического университета (Гархинг, ФРГ), а также на мезонной фабрике Лос-Аламосской национальной лаборатории (США).

Прикладные исследования были сосредоточены в основном на применении методик нейтрон-активационного и рентген-флюоресцентного анализа, а также на разработке приборов на основе сквидов из высокотемпературных сверхпроводников.

Научная программа Лаборатории нейтронной физики выполнялась интернациональным коллективом физиков. Из 148 научных сотруд-

Визит Полномочного Представителя правительства СССР в ОИЯИ В.Ф.Коновалова в Дубну. На снимке: с исследованиями электромагнитных и термодинамических свойств ВТСП В.Ф.Коновалова (в центре) знакомят директор ЛНФ В.Л.Аксенов (слева) и Б.В.Васильев



ников в Лаборатории работают 84 ученых из СССР и 64 – из других стран-участниц Объединенного института.

Продолжалось активное научное сотрудничество с институтами стран-участниц ОИЯИ, а также с Лабораторией Резерфорда-Эпплетона (Великобритания), Институтом Лауэ-Ланжевена (Гренобль, Франция), Лабораторией Леона Бриллюэна (Сакле, Франция), Лос-Аламосской

лабораторией (США), Реакторной лабораторией в Гархинге (ФРГ).

Крупным событием явилось проведение в Алуште VI Международной школы по нейтронной физике, посвященной памяти академика И.М.Франка, лауреата Нобелевской премии по физике за 1958 год, долгие годы бывшего директором Лаборатории. В работе Школы приняли участие более 250 физиков из 18 стран.

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЕ РАБОТЫ

ФИЗИКА КОНДЕНСИРОВАННЫХ СРЕД

1. На реакторе ИБР-2 (совместно с Физическим институтом АН ЧСФР и Политехническим институтом, Прага) продолжены исследования атомной структуры керамики и монокристалла высокотемпературного сверхпроводника "2-3-2" на основе оксида висмута^{1,2/}. Существенной чертой этого соединения является присутствие в атомной структуре избыточного (несколько атомн. %) (по сравнению с формальной валентностью) кислорода. Локальные искажения структуры, порождаемые избыточными атомами кислорода, взаимодействуют между собой кооперативным образом с помощью упругих сил, образуя при этом сверхструктуру, которая модулирует основную кристаллическую решетку. Исследование характеристик этой сверхструктуры представляло значительный научный интерес, так как ряд исследователей, исходя из чувствительности явления ВТСП к содержанию кислорода, связывали существенные черты наступления сверхпроводимости в оксидных материалах с наличием и свойствами сверхструктур. Выполненные в ЛНФ исследования, во-первых, позволили установить количественные характеристики (период и смещение всех атомов, рис.1), описывающие сверхструктуру, и, во-вторых, показали, что температурная зависимость этих характеристик (исследования в диапазоне от 8 до 920 К) не обнаруживает каких-либо особенностей, коррелирующих со сверхпроводящими свойствами этого материала.

2. Совместно с НИИ АП и ИМ (Москва) проведены эксперименты по изучению процесса взаимодействия Y123 с водородом в ходе медленного нагрева образца от комнатной температуры до 450°C^{3/}. Дифракционные спектры измерялись в широком интервале межплоскостных расстояний (1-20 Å) через каждые 3 мин. Результаты были обработаны по методу Рит-

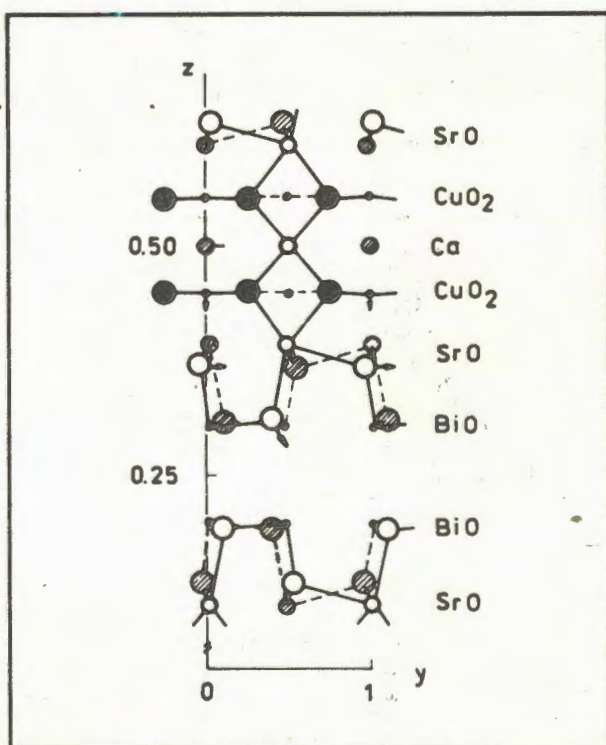
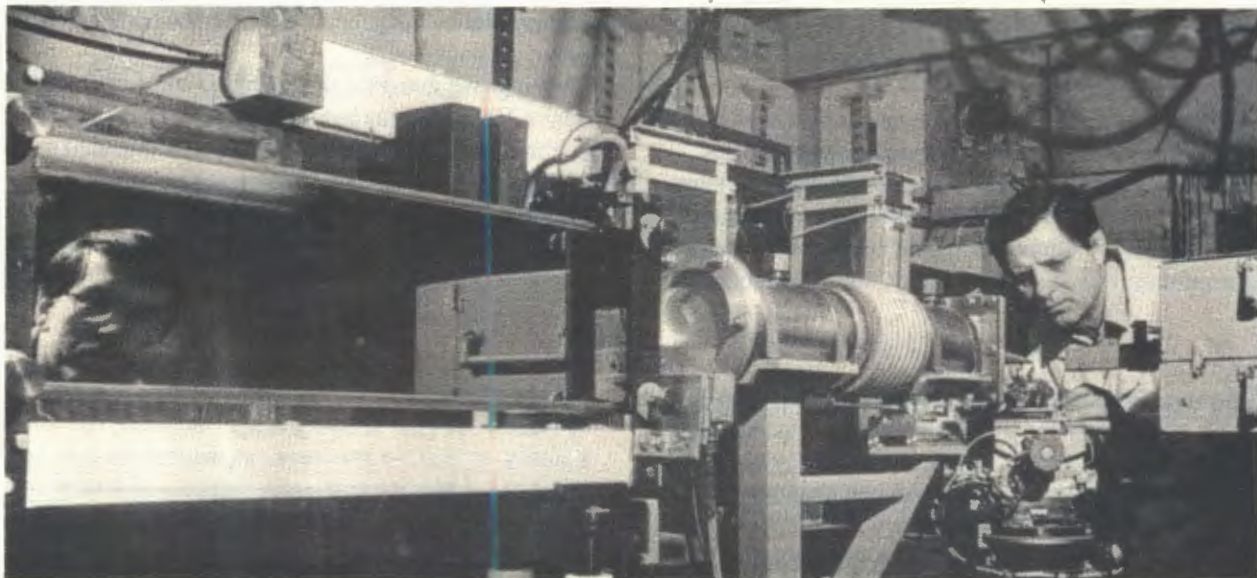


Рис. 1. Структура высокотемпературного сверхпроводника $\text{Bi}_2(\text{Sr}, \text{Ca})_3\text{Cu}_2\text{O}_{8+\delta}$ в плоскости b-c. Стрелками указаны смещения атомов при низких температурах. Атомы при $x \approx 0,5$ заштрихованы, кислород при $x = \pm 0,25$ показан черными кружками

вельда с целью получения структурных параметров в зависимости от температуры. До 220°C обработка дала хорошо известную структуру 1-2-3 без заметных признаков уменьшения орторомбичности. По достижении 220°C в образце начинаются сильные изменения: выделение новой кристаллической фазы, идентифицированной как металлическая медь, резкое увеличение фона и ширины дифракционных пиков, уменьшение заселенности 04+05 до значения 0,6. Явных признаков формирования твердого раствора водорода в структуре 1-2-3 не наблюдалось.



Установка образца на нейтронном дифрактометре ДН-2

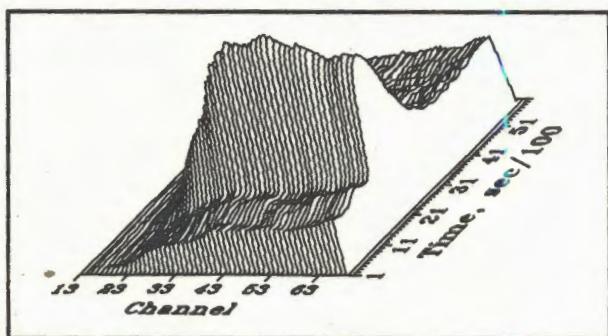


Рис. 2. Поведение интенсивности малоуглового рассеяния нейтронов на первом этапе отжига Вi-керамики. В начале шкалы времени температура комнатная, в конце – около 500°C. Каналы вдоль другой оси соответствуют переданному импульсу от 0,06 до 0,02 Å⁻¹ в начале и конце шкалы. Резкое увеличение интенсивности наблюдается при образовании фазы 2-2-0-1

3. В ходе отжига быстрозакаленного расплава соединения $\text{BiSrCaCu}_2\text{O}_8$ определялись условия, необходимые для получения однофазных соединений $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CuO}_6$ (2201) и $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_8$ (2212). Первое из них является полупроводником и характеризуется периодом повторения 24 Å вдоль оси c кристалла, второе – сверхпроводник с $T_c = 80$ К, его период вдоль c – около 30 Å. В этом эксперименте было выяснено, что процессы образования 24 Å- и 30 Å-фаз существенно различаются^{/4/}. На рис.2 показаны изменения интенсивности малоуглового рассеяния при появлении в образце фазы 2-2-0-1. Эта картина типична для образования новой фазы путем возникновения и роста зародышей. Фаза 2-2-1-2 образуется из 2-2-0-1 в результате структурной перестройки.

4. Продолжались исследования механизмов сверхпроводимости в высокотемпературных сверхпроводниках. Дальнейшее развитие получила ангармоническая модель, позволяющая объяснить усиление связи носителей в результате структурных аномалий^{/5/}. Фононный механизм в настоящее время является, по-видимому, наиболее соответствующим имеющимся экспериментальным данным. Однако при этом остается проблема учета сильных корреляций носителей^{/6/}.

5. Для объяснения необычного поведения высокотемпературных сверхпроводников в магнитном поле предложено динамическое описание модели сверхпроводящего стекла^{/7/}. Показано, что, в отличие от моделей скольжения магнитного потока, эта модель дает иерархию законов долговременной релаксации. Предсказания модели исследуются в экспериментах с поляризованными нейтронами, а также с помощью сквид-магнитометра.

В рамках модели сверхпроводящего стекла получено наблюдаемое экспериментально поведение вольт-амперной характеристики^{/8,9/} и предложено описание флуктуационного диамагнетизма в критической области, где предсказано появление кроссовера между двух- и трехмерным поведением^{/10/}.

6. Благодаря высокой светосиле реактора ИБР-2 в 1990 г. удалось выполнить (существенные для физики растворов) эксперименты по наблюдению малоуглового рассеяния нейтронов в растворах весьма малых молекул. В водном растворе тетраметилмочевины (ТММ) были вы-

полнены три типа экспериментов, в которых изучались зависимость закона рассеяния от температуры и концентрации, вариация контраста с помощью изменения изотопного состава растворителя, проводились также измерения одночастичного формфактора с помощью специально выбранной смеси протонированных и дейтерированных ТММ. Благодаря малым размерам растворенной молекулы (радиус инерции $R_g \sim 3,5 \text{ \AA}$) в опытах проявился ряд весьма тонких эффектов, наиболее ярким из которых является преимущественная ориентация молекул растворителя (воды) вблизи поверхности растворенной молекулы. Исследование выполнено совместно с ЦИФИ ВАН (Будапешт)^{/11/}.

На рис.3 показаны результаты опытов по вариации контраста Н- и D-модификаций ТММ. Наблюдаемое отклонение точек пересечения наклонных прямых с осью абсцисс от ожидаемых (показаны стрелками) является симметричным относительно пунктирной линии (8,3% H_2O в растворителе), которая относится к наиболее изотропному распределению амплитуды рассеяния в молекуле воды.

7. На спектрометре поляризованных нейтронов реактора ИБР-2 продолжается развитие методики исследований тонких ($\sim 1000 \text{ \AA}$) пленок и поверхностей различных веществ с по-

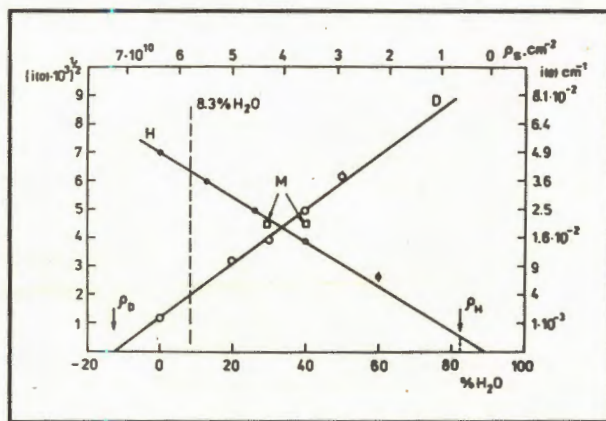
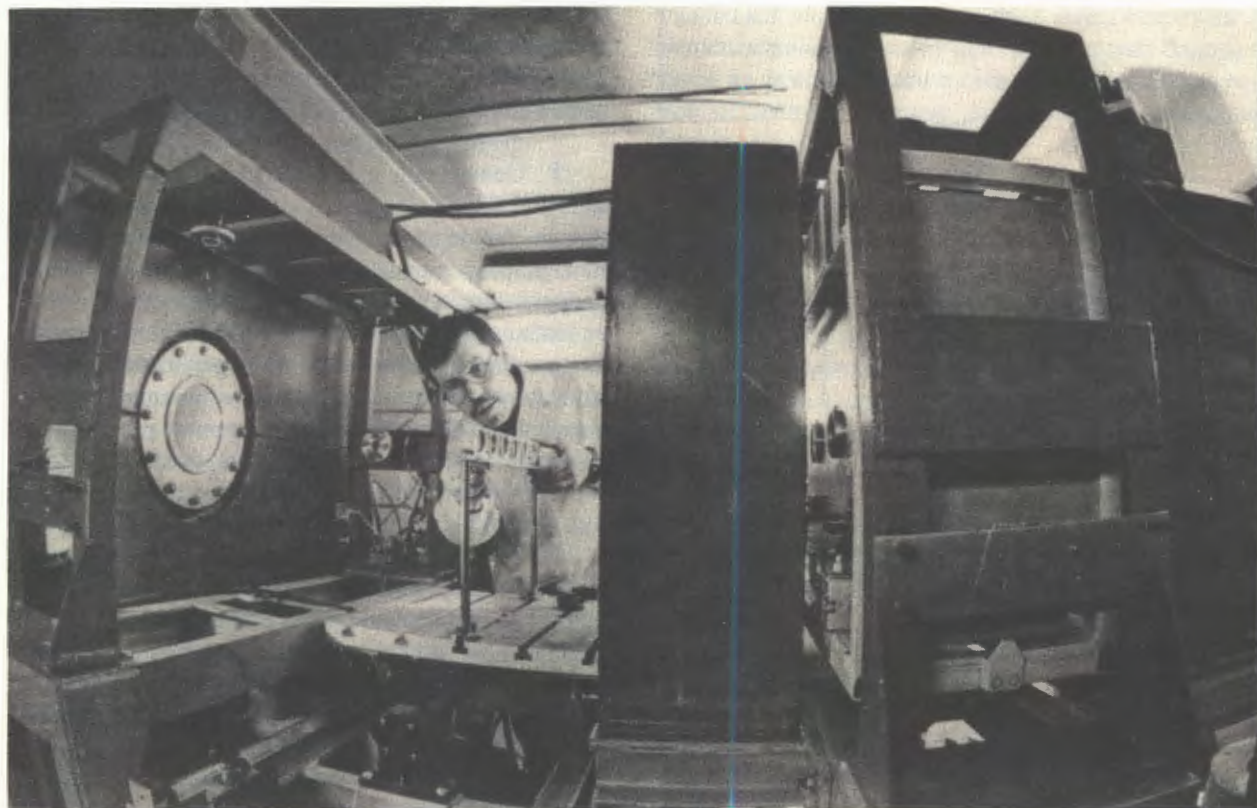


Рис. 3. Зависимость квадратного корня интенсивности рассеяния вперед от содержания легкой воды (нижняя ось) или от плотности амплитуд рассеяния (верхняя ось) в растворе для растворов Н-ТМУ (●), D-ТМУ (○) и их смесей (□), $c = 1,0$ моль/л. Стрелками ρ_H, ρ_D показаны ожидаемые точки компенсации для Н- и D-ТМУ соответственно, штрихпунктирная линия соответствует составу "изотропного" растворителя

мощью явления зеркального отражения нейтронов. Исследования ряда материалов (стекло "float", золотая пленка толщиной $1620 \text{ \AA}$, окисленная пленка металлического титана толщиной $1630 \text{ \AA}$) показали, что за время экспозиции ~ 12 часов удается измерить кривые отражения

Смена образцов на спектрометре малоуглового рассеяния нейтронов МУРН



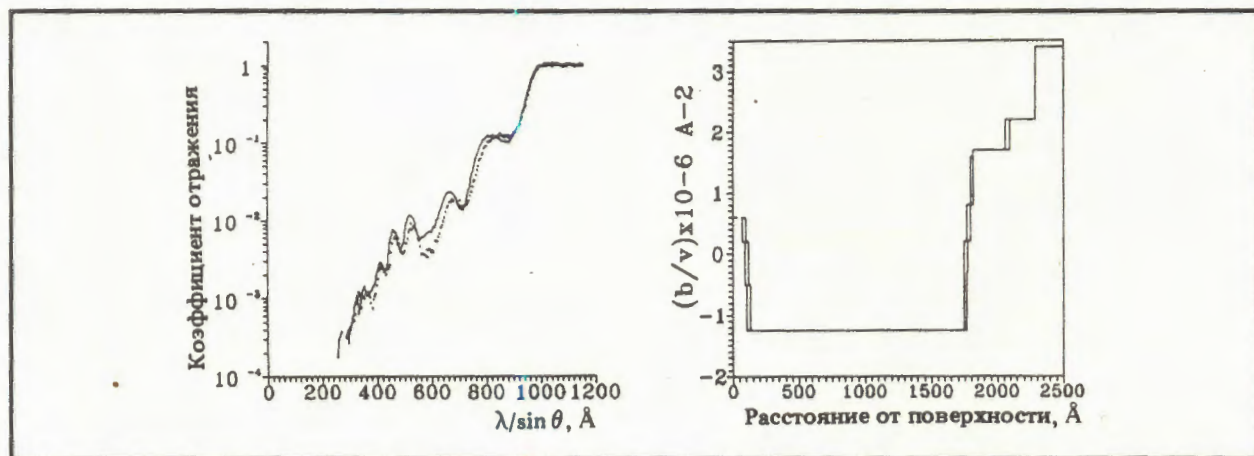


Рис. 4. Наблюдаемые кривые отражения от пленки металлического титана (1630 Å) на стекле "float" (левый график) и модельные потенциалы, их описывающие (правый график). Кривые на левом графике получены на одной и той же пленке, экспонированной на воздухе в течение двух недель (точки) и двух лет (сплошная кривая). Плотность амплитуд рассеяния (правый рисунок) на расстояниях 100 Å от поверхности имеет ярко выраженный подъем, отражающий проникновение кислорода в титан при его окислении. Толщина окисленного слоя со временем изменилась от 90 до 120 Å. Наблюдаемые изменения плотности при глубинах более 1600 Å отражают особенности плотности стеклянной подложки

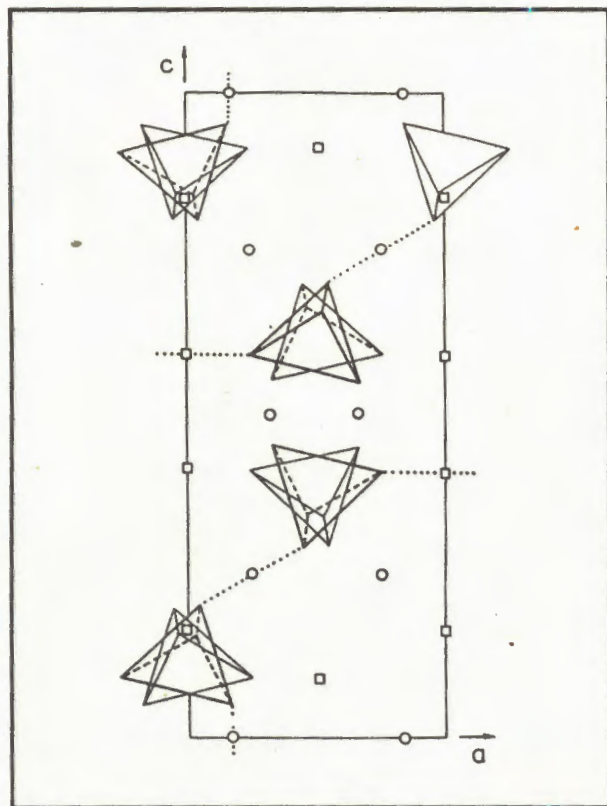


Рис. 5. Кристаллическая структура суперионной фазы CsHSO_4 (проекция на плоскость a - c кристалла). Для ясности показаны только позиции кислородных и водородных атомов. Пунктиром обозначена одна из возможных систем водородных связей. Показаны две возможные ориентации SO_4 тетраэдра

в интервале коэффициентов отражения R : $1 \geq R \geq 10^{-4}$. Путем адекватного моделирования удастся описывать весьма сложные профили зави-

симости плотности когерентной амплитуды рассеяния от глубины в материале, возникающей, например, вследствие окисления (рис.4). Исследования в этой области представляются весьма интересными для физики поверхностей раздела и физики тонких пленок. Для расширения этих исследований совместно с ЦИФИ ВАН (Будапешт) предложен проект спектрометра "Рефлекс", реализация которого позволит по крайней мере в 10 раз снизить нижний предел наблюдаемого коэффициента отражения R при одновременном повышении светосилы. Работа выполнена совместно с Горно-металлургической академией (Краков, РП)^{12/}.

8. Совместно с Институтом кристаллографии АН СССР (Москва) и Лабораторией Резерфорда-Эпплетона (Великобритания) методом нейтронной порошковой дифракции высокого разрешения определена структура суперионного проводника CsDSO_4 при 300 К (низкопроводящая фаза) и при 448 К (суперионная фаза). С помощью метода Ритвельда проведен полный структурный анализ и определены ранее неизвестные положения атомов, заселенности кристаллографических атомных позиций и тепловые факторы для легких атомов.

За 8-летнюю историю существования феномена суперионной проводимости в мировой литературе накопилось много противоречивых взглядов на микроскопическую природу этого явления. Выполненные прецизионные нейтронографические исследования показали, что переход в суперионное состояние вызывается разупорядочением взаимных ориентаций тетраэдров SO_4 (рис.5) и достаточно частыми

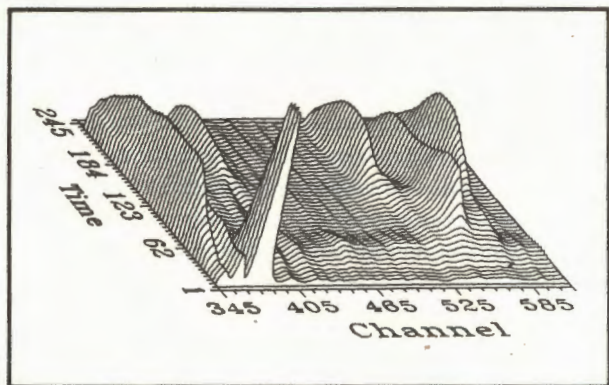


Рис. 6. Последовательность дифракционных спектров, измеренная при нагревании тяжелого льда D_2O , закаленного под давлением до температуры 80 К. Температура изменяется вдоль оси времени от 94 до 290 К. Горизонтальная ось соответствует шкале межплоскостных расстояний

переходами (прыжками) между состояниями с различной ориентацией. Реориентация тетраэдров сопровождается образованием новых водородных связей и тем самым существенно облегчает транспорт протонов, что, в свою очередь, обуславливает макроскопически наблюдаемую ионную проводимость^{/13/}.

9. На рис.6 показана серия дифрактограмм, отражающих фазовые превращения тяжелого льда VIII при его нагревании от 94 до 240 К, наблюдавшаяся с временным разрешением 5 мин. Установлена следующая последовательность переходов: фаза высокого давления (лед VIII) – аморфная фаза высокой плотности – аморфная фаза низкой плотности – кубический лед I_c – гексагональный лед I_h . Переход из фазы VIII в аморфное состояние наблюдался впервые.

ФИЗИКА ЯДРА

1. Эффекты несохранения пространственной четности были впервые измерены в P -волновых нейтронных резонансах реакции (n, γ) . С использованием продольно-поляризованных нейтронов источника LANSCE, США, в совместном эксперименте Дубна – Лос-Аламос из реакции $^{117}Sn(n, \gamma)$ получены результаты^{/14/} для трех уровней компаунд-ядра ^{118}Sn .

2. На пучке холодных поляризованных нейтронов ЛИЯФ АН СССР проведены измерения^{/15/} P -нечетной асимметрии в реакции $^6Li(n, \alpha)^3H$. Точность измерения коэффициента P -нечетной асимметрии $a_{NP} = -(6,4 \pm 5,5) \times 10^{-8}$ на порядок лучше, чем в прежних аналогичных измерениях. Полученное значение a_{NP} существенно меньше теоретической оценки, учитыва-

ющей хорошо развитую кластерную структуру ядер 6Li и 7Li .

3. Для интерпретации результатов исследований нарушения пространственной четности в P -волновых резонансах со спином $1 \pm 1/2$, проводившихся в ЛНФ ОИЯИ в последние годы, необходима информация о парциальных нейтронных ширинах таких резонансов в каналах с полным моментом нейтрона $1/2$ и $3/2$. Значения этих ширин можно получить из исследований угловых распределений γ -квантов радиационного захвата нейтронов, испускаемых компаунд-ядром при переходе из состояния, соответствующего данному резонансу, в какое-либо другое состояние с известными характеристиками. Такие исследования были проведены в Лаборатории для прямых переходов из P -резонансов 1,3 эВ $^{117}Sn^{16-18/}$ и 7 эВ $^{113}Cd^{19/}$ в основные состояния ядер ^{118}Sn и ^{114}Cd . Были исследованы асимметрия “вперед-назад” при захвате неполяризованных нейтронов и “право-левая” (по отношению к спине нейтрона) асимметрия при захвате поперечно-поляризованных нейтронов. Значения парциальных нейтронных ширин, полученные из этих экспериментов как для ^{117}Sn , так и для ^{113}Cd , оказались различными, причем это различие не удается объяснить возможными экспериментальными ошибками. Необходима проверка этих результатов в независимых экспериментах, поскольку такое расхождение указывает на неполноту наших представлений о радиационном захвате нейтрона, а они базируются на основополагающих принципах квантовой механики, которые до сих пор ни у кого не вызывали сомнений.

4. В совместной работе^{/20/} ЛНФ–ЛИЯФ были измерены P -нечетные коэффициенты асимметрии α_{ng} вылета интегрального спектра γ -квантов в реакциях $^{113}Cd(n, \gamma)^{114}Cd$ и $^{56}Fe(n, \gamma)^{57}Fe$ на тепловых нейтронах, полученные оценки матричных элементов смешивания по четности в компаунд-состояниях ядер ^{114}Cd и ^{57}Fe , даны предсказания величин α_{ng} для ряда тяжелых ядер.

5. Благодаря существенным методическим усовершенствованиям в исследовании реакции $(n, 2\gamma)$ удалось выйти на новый уровень – впервые появилась возможность прямым образом определять радиационную силовую функцию дипольных первичных γ -переходов в диапазоне энергий γ -квантов $0,5 \text{ МэВ} \leq E_\gamma \leq B_n$ для любых четно-четных ядер-мишеней. На рис.7 приведен один из результатов проведенных на нейтронном источнике ИБР-30 исследований^{/21-25/}.

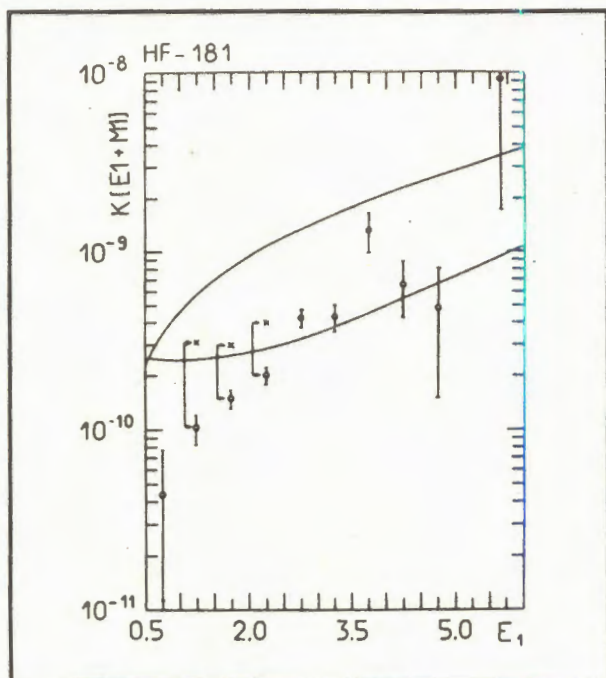


Рис. 7. Зависимость дипольной фотонной силовой функции от энергии первичного γ -кванта E_1 , полученная из анализа данных по $(n, 2\gamma)$ -реакции

Экспериментальные точки для γ -переходов между высоковозбужденными состояниями ($E_\gamma \leq 3,5$ МэВ) удовлетворительно согласуются с зависящей от температуры моделью гигантского дипольного резонанса, предложенной ранее в ЛНФ, и расходятся со стандартной моделью Акселя – Бринка.

6. Проведен^{/26/} поиск пар γ -квантов равной энергии, излучаемых под углом 180° при α -распаде ^{239}Pu . Эти пары могли бы возникать, если бы при α -распаде рождалась новая частица или объект, подобный тем, которые наблюдаются при столкновении тяжелых ядер при энергиях ниже кулоновского барьера. Подобные явления безуспешно искали в процессах деления и β -распада. Относительная вероятность появления пар γ -квантов равной энергии в α -распаде оказалась меньше 1×10^{-11} при инвариантной массе $m \sim 1$ МэВ и меньше 3×10^{-12} при $m \sim 2$ МэВ.

7. Установлен^{/27/} экспериментальный предел на вероятность излучения γ -квантов в диапазоне энергий $20 \div 160$ МэВ при спонтанном делении ^{252}Cf . Полученный верхний предел более чем на порядок ниже полученного ранее в работе японской группы, что ставит под сомнение ее результат. Изучение жестких ($E_\gamma \geq 20$ МэВ) γ -квантов, сопровождающих деление, чрезвычайно важно для понимания динамики процесса.

8. Для теоретической интерпретации полученных в ЛЯР (с участием ЛНФ) данных по кластерной радиоактивности тяжелых ядер была развита^{/28/} микроскопическая модель формирования в родительском ядре испускаемого кластера, которая позволяет наиболее естественным и универсальным образом описать^{/29/} всю совокупность экспериментальных результатов, включая четно-нечетные эффекты и тонкую структуру кластерного распада, что указывает на его аналогию с хорошо изученным α -распадом.

ФИЗИКА НЕЙТРОНА

1. Прецизионные измерения времени жизни нейтрона до β -распада τ_n дают дополнительную возможность проверки стандартной V-A-модели слабого взаимодействия. Физиками Лаборатории нейтронной физики ОИЯИ совместно с учеными из Ленинградского института ядерной физики АН СССР на реакторе ВВРМ в Гатчине проведены исследования^{/30,31/} времени жизни нейтрона методом удержания УХН в ловушках с гравитационным затвором (установка КОВШ). Использование гравитационного затвора в сочетании с ловушками, изготовленными из материалов, слабо поглощающих нейтроны и охлажденных до температуры ~ 15 К, позволяет снизить утечку нейтрона из ловушки до величины $\sim 3\%$ от потерь, обусловленных распадом нейтронов в ловушке (рис.8). Это существенно снижает экспериментальную ошибку, связанную с внесением поправок на утечку. Полученное значение $\tau_n = 888,4 \pm 2,9$ с является на сегодня одним из самых точных в мире и хорошо согласуется с результатами других измерений. В рамках V-A-модели из этого значения τ_n может быть получено отношение аксиальной и векторной констант слабого взаимодействия, которое более чем на 3 стандартные ошибки отличается от той же величины, полученной в экспериментах по исследованию электрон-спиновой асимметрии β -распада нейтрона. Если считать такое различие значительным, то оно указывает на неполноту стандартной V-A-модели слабого взаимодействия. Для выяснения этого вопроса необходимо повысить точность в измерениях времени жизни нейтрона, что и предполагается сделать в дальнейших экспериментах.

2. Проводились дальнейшие исследования электрической поляризуемости нейтрона α_N на основе прецизионного измерения энергетической зависимости полного сечения взаимодействия нейтрона с ядром ^{208}Pb методом резонанс-

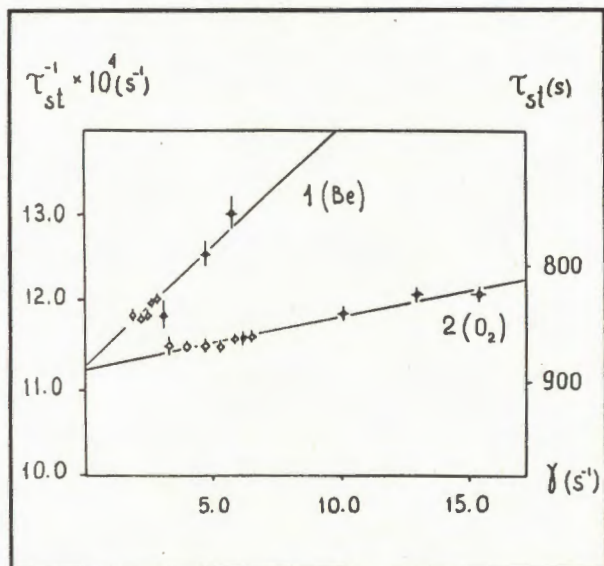


Рис. 8. Зависимости времени хранения УХН τ_{st} в сферической (○) и цилиндрической (●) ловушках со стенками из Be и кислорода от величины γ , определяемой характеристиками ловушки и энергией нейтронов. $\tau_{st}^{-1} = \tau_{st}^{-1} + \eta \gamma(E, R, E_{пред.})$

ных детекторов на нейтронном источнике в Гархинге, ФРГ^{/32/}. Удалось понизить верхний предел α_N до уровня $1,5 \times 10^{-42} \text{ см}^3$. Набор статистики продолжается.

3. Полученные ранее в ЛНФ экспериментальные результаты по измерению среднеквадратичного зарядового радиуса нейтрона получили теоретическую интерпретацию^{/33/} на основе модели кирального мешка СВМ, модифицированной^{/34/} с учетом термодинамических флуктуаций пионного поля в ядре с конечной температурой. В этой же модели иссле-

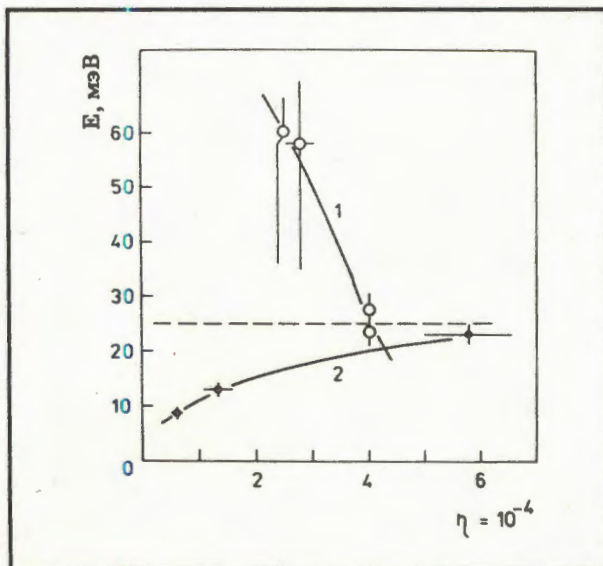


Рис. 9. Зависимость энергии нагретых УХН на поверхности меди от параметра поглощения η ($\eta = \text{Im}b/\text{Re}b$, b — когерентная длина рассеяния на ядрах Cu). 1 — данные НИИАР (Ю.Ю. Косвинцев и др. — АЭ, 1983, т.55, вып.5, с.288); 2 — данные /36/

довано^{/35/} изменение размеров нуклона в ядерной среде.

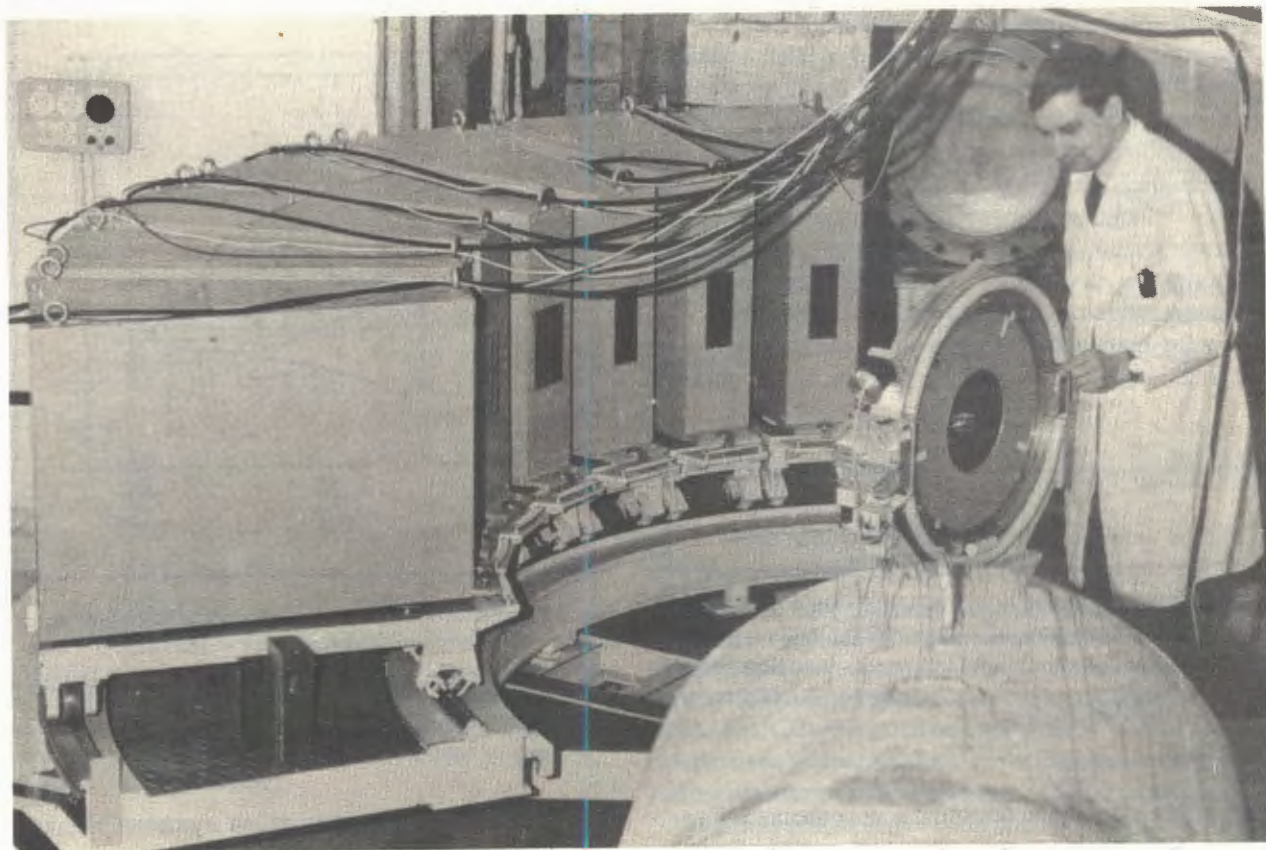
4. На реакторе НИИАР, Димитровград, проведены эксперименты^{/36/} по изучению взаимодействия УХН с поверхностью меди. Получен результат, опровергающий ряд предыдущих измерений, по нагреву УХН поверхностными водородсодержащими примесями. По мере уменьшения их концентрации средняя энергия неупруго рассеянных (нагретых) УХН уменьшается (рис.9). Этот результат получил теоретическое объяснение.

МЕТОДИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

1. На реакторе ИБР-2 в Лаборатории нейтронной физики ОИЯИ продолжается развитие методов исследования переходных процессов с помощью скоростной нейтронной дифрактометрии. Этими методами исследованы кинетика образования ряда ВТСП-материалов, кинетика диффузии кислорода в сверхпроводниках "1-2-3", кинетика взаимодействия этих материалов с водородом (реакции восстановления) и др. Минимальное время съемки одной дифрактограммы при исследовании процесса релаксации метастабильной фазы Σ -TiH при нагревании образца от 80 до 293 К составило

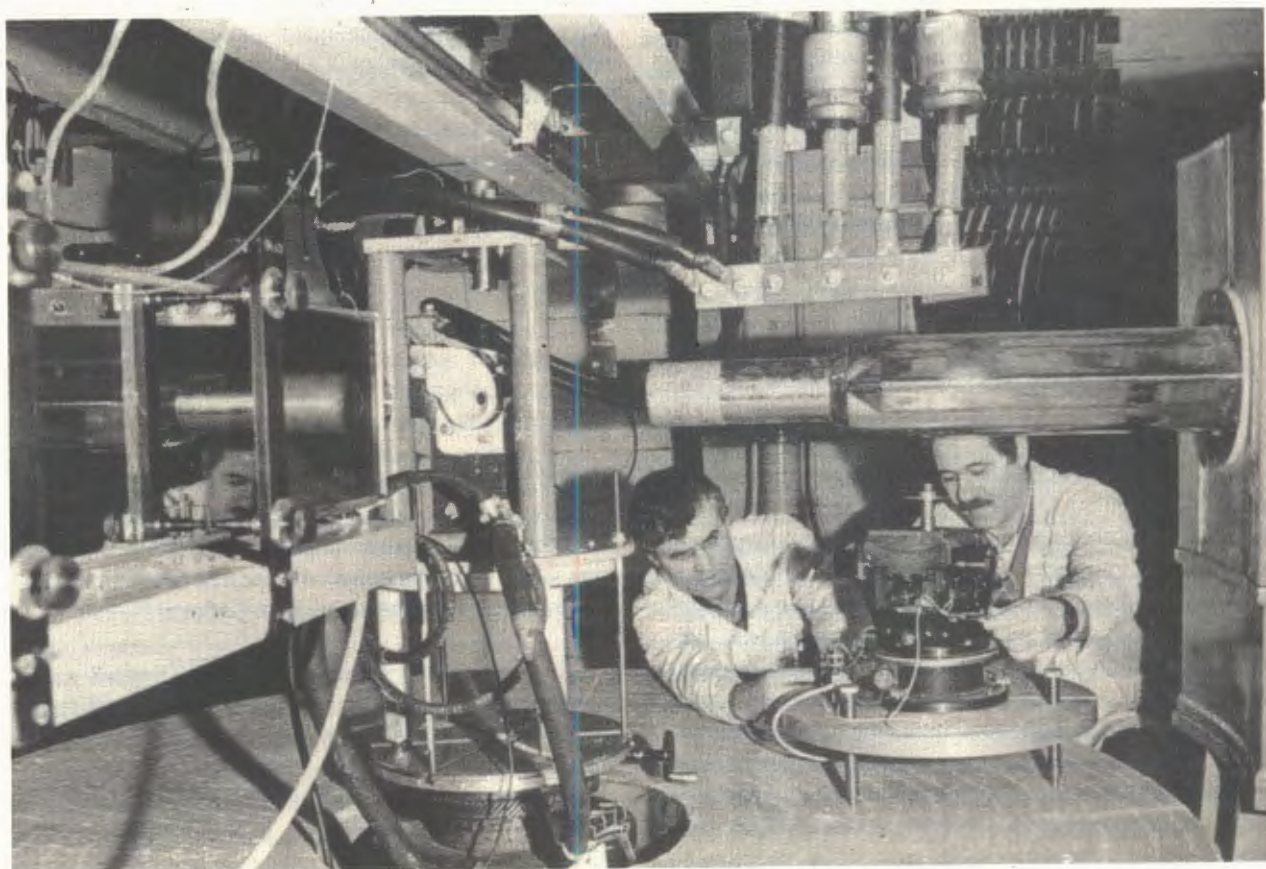
30 секунд, что на сегодняшний день является одной из наиболее быстрых съемок в мире. Обзор исследований, выполненных на ИБР-2 в реальном масштабе времени, и перспективы дальнейшего развития метода даны в работе^{/37/}.

2. Предложен и реализован^{/37/} новый ядерно-физический метод исследования магнитной структуры высокотемпературных сверхпроводников, основанный на измерении резонансного сечения захвата поляризованных нейтронов редкоземельными ядрами, входящими в состав ВТСП. Величина этого сечения непосредствен-



Спектрометр НСВР для нейтронографического текстурного анализа материалов, минералов и горных пород

Проверка систем гониометра на спектрометре с импульсным магнитным полем



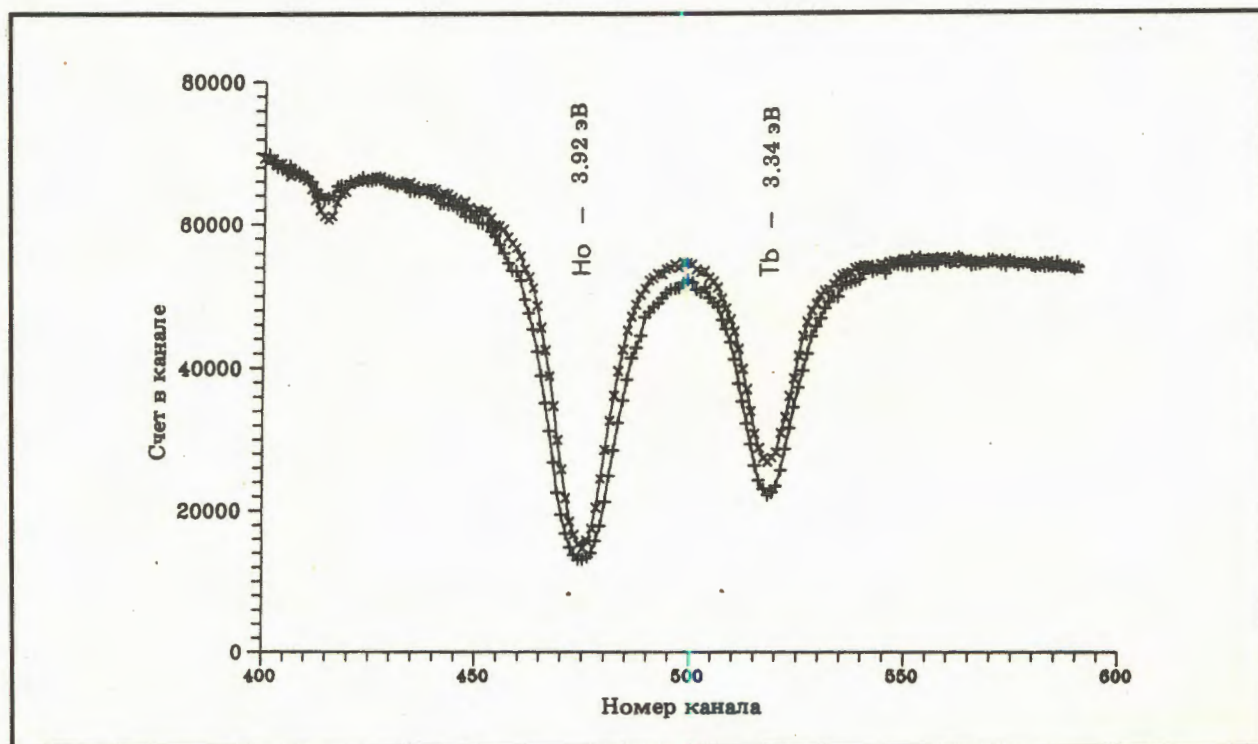


Рис. 10. Кривые пропускания при параллельной (+ +) и антипараллельной (- x -) взаимной ориентации спинов нейтронов и ядер для сверхпроводящего образца $\text{Ho-Ba}_2\text{-Cu}_3\text{-O}_x$ и парамагнитной соли $\text{Tb}_2\text{-Mg}_3\text{-(NO}_3\text{)}_{12}\text{-(H}_2\text{O)}_{24}$

но связана со степенью поляризации ядер, которая, в свою очередь, за счет сильного сверхтонкого взаимодействия зависит от магнитного состояния ионов в кристаллической решетке высокотемпературных сверхпроводников. Эксперименты были выполнены на поляризационном комплексе на бустере ИБР-30. Наблюдавшаяся значительная (до 50%) ядерная поляризация гольмия в сверхпроводящем образце $\text{Ho-Ba}_2\text{-Cu}_3\text{-O}_x$ свидетельствует о сохранении парамагнитной восприимчивости ионов гольмия вплоть до температуры 0,03 К (рис.10) наряду с антиферромагнитным упорядочением ниже 0,14 К, наблюдавшимся на аналогичных образцах в экспериментах по нейтронной дифракции.

Поляризационные эффекты наблюдались также на ядрах тербия в образцах состава $\text{Tb}_{0.2}\text{-Y}_{0.8}\text{-Ba}_2\text{-Cu}_3\text{-O}_x$.

НАУЧНО-ПРИКЛАДНЫЕ РАБОТЫ

1. Важным результатом явилось экспериментальное доказательство существования внутри высокотемпературной сверхпроводящей керамики межзеренных контактов с размерами порядка длины когерентности в ВТСП. Основа-

3. Проведено^{/38/} теоретическое рассмотрение экспериментальных исследований рассеяния нейтронов в резонансах, когда к s -волне подмешивается d -волна, и показана перспективность таких исследований.

Разработана методика и проведены первые измерения рассеяния килоэлектронвольтных нейтронов на газообразных мишенях кислорода, криптона и ксенона.

4. Ультрахолодные нейтроны поляризуются путем пропускания их через магнитные пленки. Величина поляризации определяется свойствами пленки, для её исследования проводятся специальные эксперименты. В работе^{/39/} проведено исследование для выявления полного числа параметров, характеризующих магнитную пленку в экспериментах по пропусканию ультрахолодных нейтронов в самом общем случае.

нием для этого вывода были результаты эксперимента, показавшего, что характеристическое напряжение контакта из ВТСП-керамики, то есть произведение критического тока на нормальное сопротивление контакта, примерно

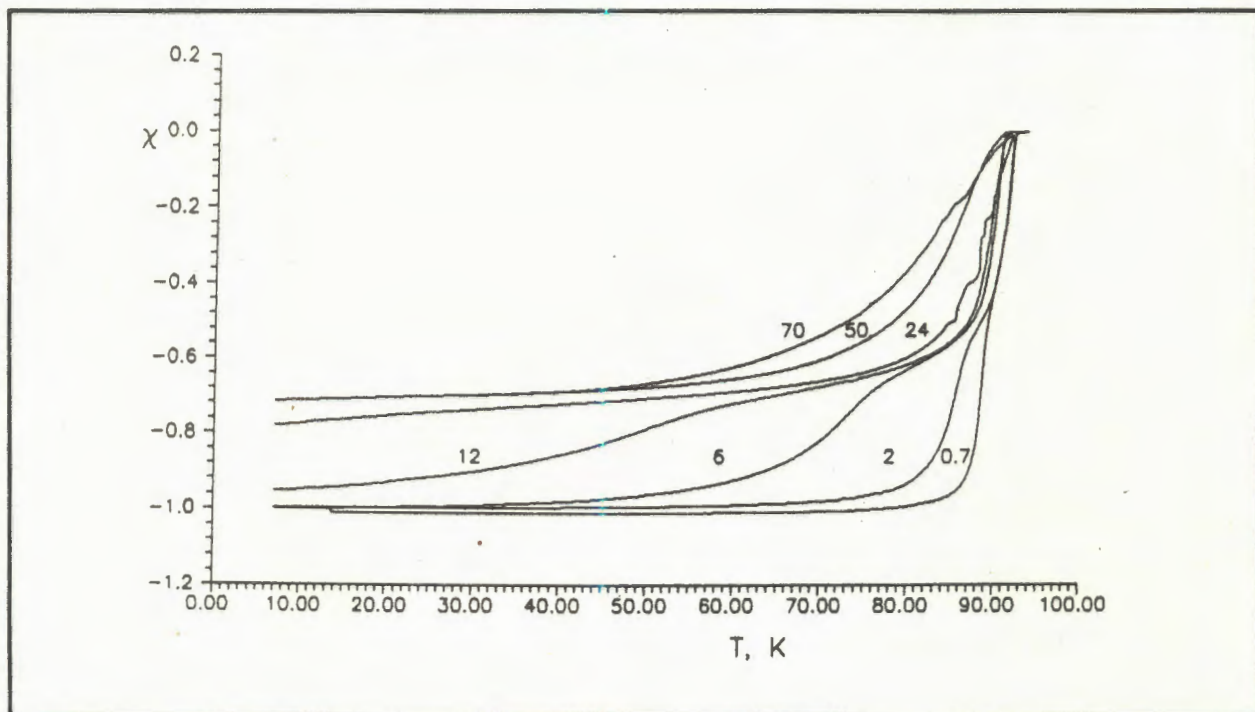


Рис. 11. Температурная зависимость магнитной восприимчивости ВТСП-керамики, охлажденной в нулевом магнитном поле, для различных значений напряженности магнитных полей (значения в эрстедах показаны около кривых)

равно 20 мкВ. Постоянство характеристического напряжения объясняется существованием между зернами мостиков преимущественно с размерами порядка одной элементарной ячейки, а значит, порядка длины когерентности. Этот вывод важен для создания измерительных приборов на основе высокотемпературных сверхпроводников.

2. Измерения магнитной восприимчивости с помощью сквид-магнитометра показали наличие двух областей изменения восприимчивости ВТСП-керамики в плоскости H, T . Эти изменения можно связать с процессом разрыва междугранульных связей и проникновением магнитного поля внутрь зерен. Первый процесс начинается в полях величиной в несколько эрстед и заканчивается в поле, примерно равном 20 Э. Второй механизм существенен в полях, которые больше 20 Э, и при температурах, относительно близких к температуре перехода (рис.11). Измерение восприимчивости таким методом дает возможность получить значение концентрации сверхпроводящей фазы в образце.

3. На основе ВТСП-сквида создан гальванометр, который является первым в мире прибором такого типа. Внутреннее сопротивление гальванометра – примерно 20 Ом, чувствительность по току – на уровне 10^{-11} А/Гц^{1/2}, чувствительность по напряжению – на уровне

10^{-10} В/Гц^{1/2}. Гальванометр предполагается использовать, в частности, в качестве чувствительного прибора для измерения теплоемкости ВТСП-материалов.

4. На электростатическом ускорителе ЭГ-5 методом обратного рассеяния ионов гелия исследован глубинный профиль распределения элементов в пленках $Y-Ba_2-Cu_3-O_x$ (рис.12). Для определения профиля и содержания кислорода использован резонанс в упругом рассеянии при энергии 3,045 МэВ с калибровкой по эталону SiO_2 . Точность определения элементного состава равна нескольким процентам, что позволяет проводить неразрушающий контроль качества сверхпроводящих пленок.

5. Совместно с ВНИИ зерна (Москва) продолжались работы по анализу влияния аварии на Чернобыльской АЭС на распределение продуктов деления, включая ^{137}Cs и ^{90}Sr , в зерновых культурах урожая 1986 – 1990 гг. в некоторых районах Белорусской ССР, Брянской и Киевской областей. В течение времени наблюдения обнаружено постепенное из года в год возрастание соотношения активности ^{90}Sr к активности ^{137}Cs почти во всех зерновых культурах (пшеница, ячмень, просо и др.).

6. Закончены работы по модификации приборов "Азот", предназначенных для экспресс-

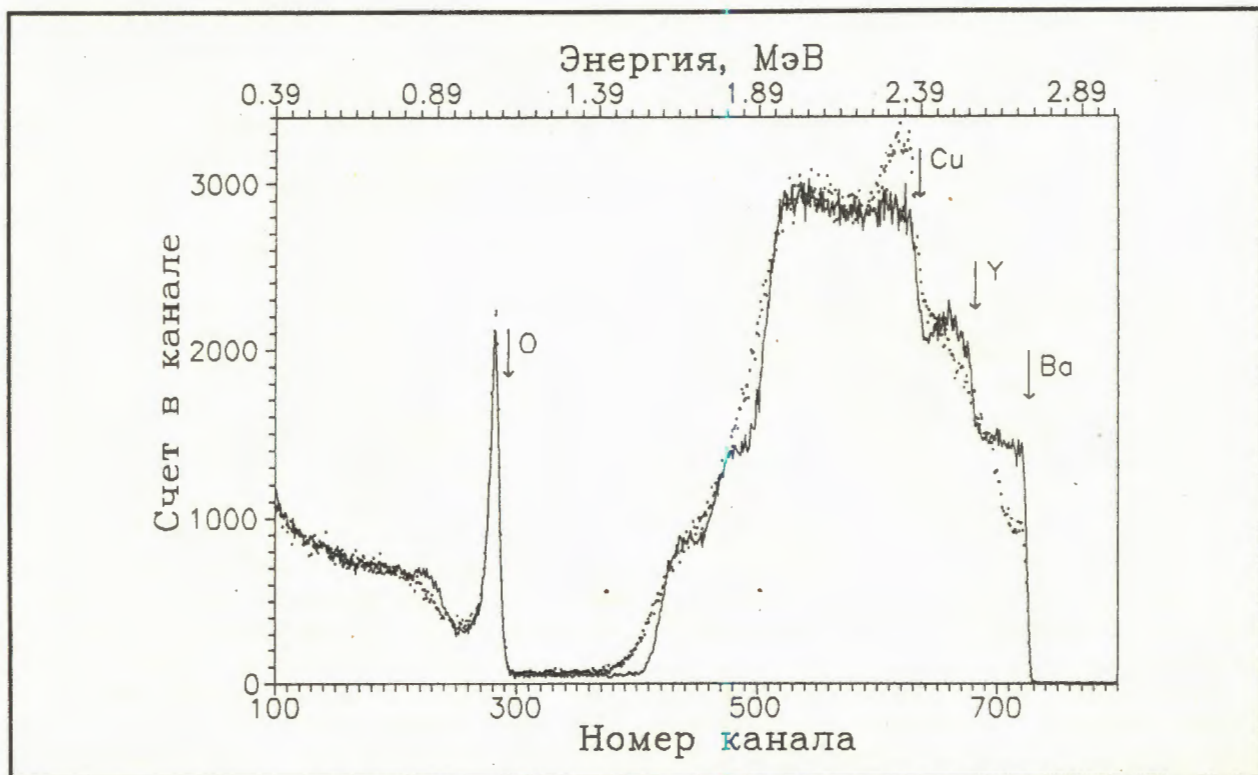


Рис. 12. Спектры обратного рассеяния ионов гелия с энергией 3,055 МэВ от неотожженной (сплошная линия) и отожженной (точки) пленок Y-Ba-Cu-O на подложке из сапфира. Видны значительные изменения в распределении элементов на внешней и внутренней границах пленки после отжига, а также некоторое увеличение содержания кислорода на поверхности

ного определения белка в зерновых культурах и продуктах их переработки с помощью Cf-источника нейтронов. Модификация заключалась в отказе от системы КАМАК с переводом всей детекторной и измерительно-вычислительной электроники в конструктив непосредственно персональной ЭВМ типа IBM PC.

В таком виде прибор "Азот" передан для планируемого серийного производства. Сотрудники Лаборатории нейтронной физики, участвовавшие в разработке прибора, удостоены золотой и серебряной медалей ВДНХ СССР.

БАЗОВЫЕ УСТАНОВКИ

Реактор ИБР-2 работал в плановом режиме на физические эксперименты (10 циклов на ядерной мощности 2 МВт, 2600 часов в год). С целью дальнейшего повышения уровня безопасности эксплуатации реактора и изучения его динамических свойств была реализована "Программа измерений мощностного эффекта реактивности реактора ИБР-2". В ЦИФИ ВАН начата реализация проекта АСИ ИБР-2, который

7. По результатам совместных ЛНФ-ФЗИ-ИАЭ измерений полных и парциальных (методом самоиндикации) пропусканий нейтронов через массивную мишень ^{238}U рассчитаны [40,41] значения групповых полных сечений ^{238}U , факторов резонансного самоэкранирования сечений σ_{tot} и σ_{γ} , а также средних резонансных параметров в области неразрешенных резонансов до 200 кэВ, которые необходимы для конструирования нового поколения реакторов, эффективных и удовлетворяющих современным требованиям экологической безопасности.

позволит существенно повысить надежность контроля реактора. Изготовлено оборудование подсистемы контроля технологических параметров и подсистемы сбора и представления информации. В рамках проекта создания криогенного замедлителя нейтронов полностью выполнены проектные и конструкторские работы, изготовлена метановая камера и проведены ее вакуумные и прочностные испытания.

Крупным достижением явился пуск бустера ИБР-30 после плановой замены модулятора реактивности, выработавшего свой ресурс, и замены одного треснувшего твэла в активной зоне. После проведения всех необходимых испытаний Государственная комиссия выдала паспорт на

установку, гарантирующий ее безопасную эксплуатацию в течение 10 лет. В настоящее время установка работает на мощности около 10 кВт с частотой нейтронных импульсов 100 Гц. Физические эксперименты на обновленном бустере ведутся на 7 выведенных пучках.

ИЗМЕРИТЕЛЬНО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР И РАЗРАБОТКИ ЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЫ

В 1990 году ЭВМ центрального процессора ЛНФ PDP-11/70, микроЭВМ VAX-II и часть измерительных модулей объединены локальными вычислительными сетями (ETHERNET+SONET-II). Начато подключение персональных компьютеров к SONENT-II и проведены тестовые испытания элементов советского производства для расширения сети ETHERNET.

Существенно модернизированы измерительные модули и разработано программное обеспечение для ряда экспериментальных установок, разработаны новые электронные блоки в

стандарте КАМАК, необходимые для проведения физических экспериментов.

Большое внимание уделялось разработке систем контроля базовых установок ЛНФ, повышающих их эксплуатационную надежность и расширяющих экспериментальные возможности. В частности, были завершены системы измерения шумов ИБР-2, система измерения параметров бустера ИБР-30, система фазировки прерывателей нейтронного пучка.

Создан комплекс аппаратуры для научно-прикладных работ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Beskrovnyi A.I. et al. - *Physica*, 1990, C166, p.79.
2. Beskrovnyi A.I. et al. - *Physica*, 1990, C171, p.19.
3. Balagurov A.M. et al. - *JINR*, E14-90-246, Dubna, 1990.
4. Балагуров А.М., Миронова Г.М. - ОИЯИ, P14-90-372, Дубна, 1990.
5. Flach S., Plakida N.M., Aksenov V.L. - *Mod.Phys.B*, 1990, v.4, p.1955.
6. Bogolubov N.N., Aksenov V.L., Plakida N.M. - In: *Selected Topics in Statistical Mechanics*, World Scientific, 1990.
7. Aksenov V.L. - In: *Winter School on Theoretical Physics (Karpach)*, World Scientific, 1990.
8. Sergeenkov S.A. - *phys.stat.sol.(b)*, 1990, v.160, p.K137.
9. Sergeenkov S.A. - *Physica C*, 1990, v.167, p.339.
10. Sergeenkov S.A. - *Physica C*, 1990, v.171, p.438.
11. Беззаботнов В.Ю. и др. - ОИЯИ, P14-90-419, Дубна, 1990.
12. Korneev D.A., Pasyuk V.V., Petrenko A.V. - In: *Proc. of XXV Zakopane School on Physics*, 1990 (Ed. by J.Stanek and A.T.Pedziwiatr).
13. Belushkin A.V. et al. - *JINR*, E14-90-272, Dubna, 1990.
14. Sharapov E.I. et al. - *VII Int. Symp. on Capture Gamma-Ray Spectroscopy and Related Topics. Asilomar, USA, 1990, Ed. by R.Hoff.*
15. Весна В.А., Гледенов Ю.М. - *Письма в ЖЭТФ*, 1990, 52, с.660.
16. Ляпин Д.И. и др. - ОИЯИ, P3-90-125, Дубна, 1990.
17. Ской В.Р., Шарапов Э.И. - ОИЯИ, P3-90-126, Дубна, 1990.
18. Skoy V.R., Sharapov E.I. - *VII Int. Symp. on Capture Gamma-Ray Spectroscopy and Related Topics. Asilomar, USA, 14-19 Oct., 1990, Ed. by R.Hoff.*
19. Алфименков В.П. и др. - *ЯФ*, 1990, 52, с.927.
20. Весна В.А. и др. - *ЯФ*, 1990, 52, с.620.
21. Бонева С.Т. и др. - *Изв. АН СССР, сер.физ.*, 1990, т.54, №5, с.836.
22. Бонева С.Т. и др. - *Изв. АН СССР, сер.физ.*, 1990, т.54, №9, с.1287.
23. Бонева С.Т. и др. - *Изв. АН СССР, сер.физ.*, 1990, т.54, №5, с.822.
24. Boneva S.T. et al. - *JINR*, E3-90-307, Dubna, 1990.

25. Popov Yu.P. – VII Int. Symp. on Capture Gamma-Ray Spectroscopy and Related Topics. Asilomar, USA, 1990, Ed. by R.Hoff.
26. Борзаков С.П. и др. – ЯФ, 1990, 52, с.355.
27. Покотиловский Ю.Н. – ЯФ, 1990, 52, с.942.
28. Кадменский С.Г. и др. – ЯФ, 1990, 51, с.50.
29. Замятин Ю.С. и др. – ЭЧАЯ, 1990, т.21, с.537.
30. Алфименков В.П. и др. – Препринт ЛИЯФ №1624, Гатчина, 1990.
31. Алфименков В.П. и др. – Письма в ЖЭТФ, 1990, 52, с.984.
32. Alexandrov Yu.A. et al. – JINR Rap. Comm., №6[45]-90, Dubna, 1990, p.48.
33. Бунатян Г.Г. – ЯФ, 1990, 51, с.995.
34. Бунатян Г.Г. – ЯФ, 1990, 51, с.1243.
35. Bunatyan G.G. – Nucl.Phys., 1990, A509, p.736.
36. Калчев С.Д., Стрелков А.В., Терехов Г.И. – ОИЯИ, РЗ-90-120, Дубна, 1990.
37. Алфименков В.П. и др. – ОИЯИ, РЗ-90-54, Дубна, 1990.
38. Мицына Л.В., Самосват Г.С. – ОИЯИ, РЗ-90-234, Дубна, 1990.
39. Игнатович В.К. – ЯФ, 1990, 52, с.1234.
40. Григорьев Ю.Р. и др. – Препринт ФЭИ №2072, Обнинск, 1990.
41. Украинцев В.Ф., Сираков И.А. – ОИЯИ, Р10-90-130, Дубна, 1990.

ИЛЬЯ МИХАЙЛОВИЧ ФРАНК 1908 – 1990

22 июня 1990 года скончался выдающийся советский физик, ученый с мировым именем, почетный директор Лаборатории нейтронной физики академик Илья Михайлович Франк.

Вся сознательная жизнь Ильи Михайловича – со времени учебы в Московском университете до последних дней жизни – была посвящена беззаветному служению науке. Уже в начале своей научной карьеры молодой Франк утверждает себя как талантливый теоретик – вместе с И.Е.Таммом он создает теорию только что открытого излучения Вавилова – Черенкова. Эта работа впоследствии была удостоена Нобелевской премии. В области физической оптики Ильей Михайловичем было сделано еще немало значительных работ, например, предсказано переходное излучение движущегося заряда. 30-е и 40-е годы характеризуются бурным развитием ядерной физики, и Илья Михайлович Франк включается в эту новую область науки. Вскоре он в Физическом институте им.П.Н.Лебедева АН СССР возглавил программу исследований по уран-графитовым размножающим системам.

В 1956 году, когда создавался Объединенный институт ядерных исследований, было решено построить в Дубне исследовательский реактор нового типа – ИБР, предназначенный для работ по ядерной физике с использованием спектроскопии нейтронов по времени пролета. И.М.Франк был приглашен возглавить Лабораторию нейтронной физики ОИЯИ.

Более тридцати лет И.М.Франк был руководителем большого международного коллек-

тива Лаборатории. За эти годы спроектировано, построено и успешно развито целое семейство уникальных импульсных источников нейтронов для исследований в области физики ядра и конденсированных сред. Эти работы И.М.Франка и руководимого им коллектива были удостоены в 1971 году Государственной премии СССР.

Руководимая Ильей Михайловичем Франком Лаборатория нейтронной физики ОИЯИ стала одним из крупнейших в мире центров нейтронных исследований, диапазон которых очень широк: он охватывает физику ядра, элементарных частиц, конденсированных сред, прикладные исследования.

Высокая научная репутация И.М.Франка, его глубокое и ясное мышление, доброжелательность и терпимость привлекали к нему молодых ученых. В течение нескольких десятилетий он заведовал кафедрой и читал лекции на физическом факультете МГУ. И.М.Франк был блестящим популяризатором физики, автором многих статей и публичных лекций об истории науки, физики ядра и атомной энергии.

Много сил академик И.М.Франк отдавал научно-общественной деятельности. Он был председателем Научного совета АН СССР по физике атомного ядра, участником Пагуошского движения ученых и Ассоциации Нобелевских лауреатов.

Илья Михайлович Франк пользовался глубоким и искренним уважением коллег, многих жителей Дубны как мудрый и скромный человек, готовый помочь людям и делом, и советом, и просто добрым словом.

ЛАБОРАТОРИЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ И АВТОМАТИЗАЦИИ

В 1990 году усилия коллектива Лаборатории были направлены на качественные улучшения параметров центрального вычислительного комплекса Института, локальных сетей и терминалов. Выполнены работы по развитию и эффективному использованию персональных ЭВМ

и систем обработки камерных снимков. Исследованы методы и созданы программы решения нелинейных задач математической физики в связи с разработками, проводимыми в ОИЯИ. Разработаны и внедрены комплексы программ для анализа экспериментальных данных.

РАЗВИТИЕ И ЭФФЕКТИВНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЦЕНТРАЛЬНОГО ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА, ЛОКАЛЬНЫХ СЕТЕЙ И ПЕРСОНАЛЬНЫХ ЭВМ

В составе ЦВК ОИЯИ запущены в эксплуатацию две ЭВМ ЕС-1066 и вторая ЭВМ ЕС-1037. Создан многомашинный комплекс ЕС ЭВМ на базе общей дисковой памяти. ЭВМ ЕС-1037 подключены к сети JINET через телепроцессор ЕС-8371, и они выполняют функции терминальных ЭВМ. Только в диалоговом режиме с комплексом может работать более 100 пользователей одновременно. Суммарная производительность ЕС ЭВМ составляет 16 млн. операций в секунду (MIPS) на базовых ЭВМ и дополнительно 24 млн. операций в секунду (MFLOPS) на специализированных матричных процессорах. Все ЭВМ комплекса работают под управлением операционной системы виртуальных машин (СВМ). Для перехода в СВМ и объединения ЕС ЭВМ разработаны новые и усовершенствованы имеющиеся программы телеобработки данных и межмашинной связи, монитор пакетной обработки, программное обеспечение для матричного процессора, графическая система, адаптирована библиотека общего назначения DUBNA.

Предложена методика оценки эффективности функционирования операционных систем для ЕС ЭВМ. Оценка основывается на анализе статистических данных о работе ЭВМ и ОС, собираемых стандартными средствами ОС^{1-3/}.

На комплексе машин VAX-8350, объединенных общей дисковой памятью, введена в эксплуатацию операционная система VMS 5.2, совместимая с применяемой в ЦЕРНе. В гра-

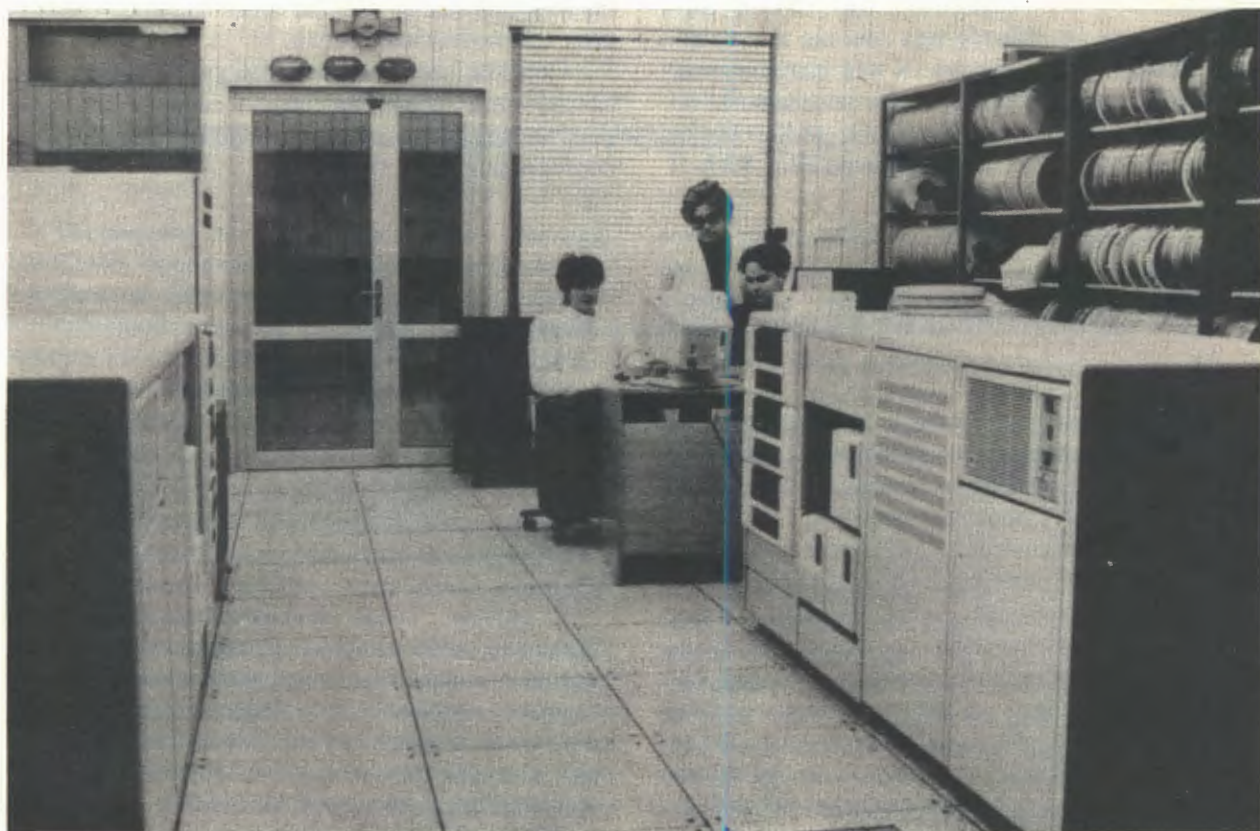


Узел связи сети JINET



Многомашинный комплекс ЕС ЭВМ

Отладка математического обеспечения новой ЭВМ VAX-8350



ЭВМ	Полезное время, ч	Среднее время между перезагрузками ОС, ч	Коэффициент загрузки ЦП, %
ЕС-1061	6718	9	75
ЕС-1037	7142	38	30
ЕС-1066(А)*	3800	34	78
ЕС-1066(В)	3780	30	69
CDC-6500**	7652	—	—
VAX-8350**	7979	—	—

*Информация на ЭВМ ЕС-1066 (А), (В) за вторую половину 1990 года.

**На ЭВМ CDC-6500 и VAX-8350 в настоящее время учитывается только показатель "Полезное время".

фическом центре общего назначения (микро-ЭВМ VAX-II, станции типа MEGATEK и др.) внедрены графические пакеты GKS – 3 и WAND, а также распределенная система для анализа данных физического эксперимента (PAW).

Введена в производственную эксплуатацию подсистема электронной почты для пользователей ПЭВМ в сети JINET^{4,5/}. На площадке ЛЯП реализована скоростная локальная компьютерная подсеть типа ETHERNET с пропускной способностью до 10 Мбит/с при обмене информацией между ее абонентами. К ней подключены: сеть JINET (по 16 асинхронным последовательным каналам), кластер ЭВМ VAX-8350, графический центр ЛВТА, четыре микроЭВМ VAX-II

в ЛЯР и ЛНФ, PDP-11/70 в ЛНФ, ЭВМ типа СМ-1700 и ИЗОТ в ЛЯП. ЭВМ типа ИЗОТ в ЛВЭ и ЛСВЭ подключены по асинхронным линиям к мультиплексору VAX-8350 и, таким образом, имеют выход в сеть ETHERNET. Внедрен универсальный программный пакет PSI, обеспечивающий одновременное проведение до 16 сеансов связи, режимы электронной почты и электронного телефона при обеспечении доступа из общепитутских сетей к международным компьютерным сетям.

Переход на новую технику и системное обеспечение, развитие средств связи и периферии повысили надежность и эффективность использования ЦВК ОИАИ.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИСТЕМ АНАЛИТИЧЕСКИХ ВЫЧИСЛЕНИЙ НА ЭВМ

Разработаны алгоритмы симметричного анализа интегрируемости широкого класса полиномиально-нелинейных эволюционных уравнений с одной пространственной и одной временной переменной и линейной зависимостью от старшей пространственной производной зависимой переменной. Алгоритмы позволяют исследовать необходимые условия существования высших симметрий в виде локальных канонических законов сохранения высоких порядков. При условии существования таких законов сохранения их плотности вычисляются явно. Разработанные алгоритмы реализованы в виде эффективной программы, напи-

санной на внутреннем языке системы аналитических вычислений REDUCE, и позволяют не только проверить необходимые условия существования высших симметрий, но и, в случае их выполнения, находить явный вид таких симметрий.

В случае, когда исходное эволюционное уравнение либо система уравнений содержат числовые параметры, последние должны удовлетворять системе нелинейных алгебраических уравнений, эквивалентной необходимым условиям существования высших симметрий. Для исследования и решения последних на основе разработанных универсальных алгоритмиче-

ских методов, основанных на так называемой технике полиномиальных базисов Гребнера, создана программа на языке REDUCE, позволяющая полностью автоматизировать весьма трудоемкий процесс анализа условий совместности и числа решений нелинейных алгебраических систем общего вида (в том числе с параметрами). В случае же алгебраических систем, получающихся из симметричного анализа нелинейных эволюционных уравнений, созданная программа позволяет находить все решения^{/6,7/}.

С помощью систем аналитических вычислений SCHOONSCHIP и FORM в Лаборатории проведен двухпетлевой анализ влияния калибровочной зависимости на поведение эффективной константы связи в квантовой хромодинамике^{/8/}.

Разработан алгоритм, реализованный в виде программы на языке REDUCE, для генерации на ЭВМ четырехпараметрических семейств обыкновенных линейных дифференциальных уравнений второго порядка, допускающих построение общего решения полностью аналитическим путем, что важно для научно-технических и инженерных задач^{/9/}.

Разработаны оригинальные алгоритмы и программа на языке REDUCE для построения алгебр Ли, заданных набором порождающих элементов и коммутационных соотношений. Помимо применения в чисто алгебраических задачах, например идентификации алгебр Ли, эта

проблема имеет важное значение для исследования интегрируемых нелинейных эволюционных уравнений^{/10/}.

С помощью метода погружения в пространство фазовых моментов исследована динамика пучка заряженных частиц в магнитном поле с плоскостью симметрии. Суть метода состоит в том, что систему нелинейных дифференциальных уравнений, описывающих динамику частиц в фазовом пространстве (x, x', y, y') , можно приближенно записать как систему линейных дифференциальных уравнений в пространстве фазовых моментов n -го порядка, для которой находится точное аналитическое решение с помощью компьютерной алгебры. На базе полученного аналитического решения (в виде матрицанта) создана программа расчета динамики частиц в процессе всего цикла ускорения в изохронном циклотроне^{/11/}.

Предложена методика применения системы аналитических вычислений REDUCE для исследования устойчивости модельных разностных краевых задач на ЭВМ. Разработан алгебраический алгоритм вычисления спектров, позволяющий для практически важного класса разностных краевых задач свести сложную задачу вычисления точек спектра к нахождению корней многочленов от одной переменной. Предложенный алгоритм реализован на ЭВМ в виде программы SPECTR, использующей систему аналитических вычислений REDUCE и язык FORTRAN^{/12/}.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭЛЕКТРОННЫХ ЭКСПЕРИМЕНТОВ

Расширена и усовершенствована система UNICOM, включающая в себя эффективные программы межмашинного обмена и средства программирования распределенных гетерогенных комплексов. В Лаборатории разработаны и исследованы алгоритмы обработки экспериментальных данных с применением параллельных матрично-конвейерных вычислительных устройств, взаимодействующих со скалярной универсальной ЭВМ. На задачах распознавания траекторий скорость параллельной программы в 4-7 раз превышает скорость скалярной.

Созданы подсистемы математического обеспечения координатных детекторов установок "Нейтринный детектор" и "Меченые нейтрино".

Создана и внедрена на многомашинном комплексе ЕС ЭВМ графическая система ИРИС-90, интегрированная с системами мо-

делирования и статистической обработки экспериментальных данных. Верхний уровень совместим с графическими пакетами NPLLOT, ГРАФОР, GEANT.

Для модели вершинного детектора, находящегося вне магнитного поля в эксперименте с фиксированной мишенью, когда пробеги короткоживущих вторичных частиц сравнимы с размерами мишени, а их разлет ограничен узким конусом ($<30^\circ$), предложен алгоритм быстрой фильтрации одновременных событий. Алгоритм основан на пороговой процедуре, требующей не более 50 арифметических операций на трек, что делает его пригодным для применения в триггере высокого уровня. Теоретические и численные расчеты эффективности алгоритма для модельного вершинного детектора дают вероятность потери многовершинного события около 2%, а вероятность ошибочного пропуска одновершинного события - не менее 1%^{/13/}.

Исследован класс комбинированных постановок основной задачи магнитостатики, характерной особенностью которого является необходимость только одной граничной матрицы при численной реализации. Изучена проекционная формулировка одной из постановок этого класса относительно полного скалярного потенциала. Доказана однозначная разрешимость и сходимость приближенных решений, полученных методом Галеркина, к точному. Получены данные численных экспериментов для двумерного случая, в том числе для нелинейной зависимости магнитной проницаемости ферромагнетика^{/14/}.

Метод приближенного континуального интегрирования применен для описания многомерных систем в квантовой и статистической физике. Для кратных континуальных интегралов по гауссовым мерам в полных сепарабельных метрических пространствах получены новые приближенные формулы, точные на классе функциональных многочленов заданной суммарной степени. Полученные формулы использованы для расчета функции Грина и энергии основного состояния в многомерной модели Калоджеро. Сравнение численных результатов с данными, полученными методом Монте-Карло с применением итерационных алгоритмов, свидетельствует о том, что новые формулы обеспечивают высокую эффективность вычислений^{/15/}.

Для исследования поведения заряженной частицы в циклическом ускорителе разработан комплекс программ, реализующий алгоритм метода усреднения Крылова – Боголюбова в третьем приближении. Впервые удалось построить усредненные системы уравнений в окрестности свыше трех десятков резонансов и провести исследование полученных уравнений.

Найдена простая модель для неадиабатического движения частиц в дипольном поле, которая обобщает общеизвестную адиабатическую теорию движения заряженных частиц на явно неадиабатический случай. Численным методом исследованы спектротрические возможности сверхпроводящего солитоида с дискретным распределением тока для измерения релятивистских электронов^{/16/}.

Построены и изучены нелинейные интегрируемые модели Гейзенберга на супералгебре $Spl(2/1)$. Показано, что существуют две такие модели, связанные с компактной супералгеброй $SU(2/1)$. Одна из них калибровочно эквивалентна $U(2)$ нелинейному уравнению Шредингера (НУШ) в грассмановых переменных, дру-

гая – суперНУШ. Построена некомпактная версия псевдомagnetика на алгебре $osp(1,1/1)$, содержащая нелинейности более высокого порядка. Описана гамильтонова структура этих модулей, найдены некоторые частные решения. Существование разных версий псевдомagnetиков в рамках исходной $spl(1/1)$ -модели связано с наличием нескольких каналов нарушения исходной симметрии. Каждому такому каналу соответствует возможная физическая фаза. Установлена связь полученных моделей с соответствующими пределами модели Хаббарда в высокотемпературной сверхпроводимости.

На основе обобщенных когерентных состояний группы $SU(3)$ получена система уравнений, описывающая квазиклассическое поведение ферромагнетика Гейзенберга со спином $S=1$. Для случая легкой оси в 4-мерном спиновом фазовом пространстве системы с помощью численного эксперимента обнаружен 2-мерный аттрактор, представляющий собой сферу S^2 , на которой лежит классический вектор намагниченности. Таким образом, поведение квантовой системы асимптотически стремится к классическому по сценарию аттрактора^{/17,18/}.

Решена классическая задача построения максимально простой нормальной формы аналитических матриц, степени которых образуют ограниченную полугруппу. Такая задача возникает при исследовании устойчивости систем дифференциальных и разностных уравнений. С помощью построенной квазитордановой нормальной формы впервые доказано необходимое и достаточное условие устойчивости в пространстве C полубесконечных разностных краевых задач гиперболического типа^{/19/}. Исследованы распределения и перенос электрического заряда в однородной двумерной структуре туннельных переходов сверхмалой площади. Статика и динамика заряда могут быть адекватно описаны в терминах топологических солитонов с зарядом $\pm e$. Вычислены распределение поля солитона, его собственная энергия, а также энергия взаимодействия солитонов друг с другом и с краем структуры. Проведено сравнение с одномерной цепочкой. Численное моделирование показало, что солитоны стремятся сформировать вигнеровский кристалл, который при определенных условиях может двигаться вдоль структуры без “плавления”. Такой коррелированный перенос заряда приводит к узкополосным “одноэлектронным” колебаниям. Установлены условия экспериментального наблюдения



Графический центр общего назначения

этого эффекта и проведено сравнение с одномерной цепочкой^{/20/}.

Выполнена разработка алгоритмов и программных модулей и проведен многопараметрический численный анализ ряда задач теоретической физики. Исследованы связанные состояния мезомолекул изотопов водорода с аномальной четностью. Численно обнаружены 4 новых состояния с полным орбитальным моментом $J \geq 2$, что исчерпывает весь спектр возможных состояний^{/21/}.

В рамках уравнений Швингера – Дайсона проведены вычисления конstituентной массы ряда кварков нелокального конденсата, мезонов и их волновых функций, а также констант распадов. Показано, что выбранная модель КХД дает единое описание спектрометрии мезонов и их радиальных возбуждений для произвольных масс токовых кварков^{/22/}.

Численно исследованы нелинейные модели, описывающие процессы в бозе-конденсате и режимы с обострением в неоднородных средах^{/23-25/}. Разработаны и исследованы алгоритмы для задачи рассеяния с использованием итерационных ньютоновских схем и вариационных принципов^{/26-28/}.

Методом Монте-Карло рассчитаны дифференциальные и интегральные характеристики электроядерного процесса в урановом реакторе

с натриевым теплоносителем и свинцовой мишенью различных размеров^{/29/}.

Программный комплекс “Каскад” использован для моделирования γ -излучения наведенной активности, возникающей в мишенях из вольфрама и свинца под действием высокоэнергетических протонов. Расчетные данные сопоставимы с результатами измерений при энергиях 1,0 – 1,1 ГэВ. Определен выход ряда радионуклидов, изучено глубинное распределение радионуклидов в массивной свинцовой мишени. Различия расчетных и экспериментальных величин в среднем не превышают 20-35%^{/30/}.

Промоделированы изменения режима высокотемпературных сверхпроводящих болометров в пучках протонов и высокоэнергетических ионов^{/31/}.

На ЭВМ CDC-6500 создан электронный справочник сечений взаимодействий протонов, нейтронов и π -мезонов различных знаков заряда с атомными ядрами. Сечения получаются путем интерполяции заложенного в память ЭВМ “атласа сечений”, составленного с учетом мировой базы экспериментальных данных^{/32,33/}.

Создан генератор криволинейных координат на произвольных поверхностях в связи с исследованием кинематической устойчивости тонких пленок^{/34/}.

РАЗВИТИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ РЕГИСТРАЦИИ И ОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Предложена методика измерения оптической плотности треков на автомате АЭЛТ-2/160 и представления измеренных данных на ЭВМ. На реальных данных полутонного сканирования фотографий стримерных треков с установки РИСК проведено сравнительное исследование различных алгоритмов подсчета ионизационной плотности треков, позволившее выбрать в качестве оптимального алгоритм, основанный на подсчете числа треков в одномерном массиве, полученном из исходного массива путем построчного суммирования с последующей медианной фильтрацией^{/35/}.

Разработан и реализован метод измерений распределения плотности электронного кольца по синхротронному излучению. В качестве датчика используется телевизионная камера на матрице приборов с зарядовой связью K1200ЦМ1. Камера через интерфейсный блок в стандарте КАМАК подключена к ЭВМ СМ-4. Временная экспозиция осуществляется с помощью электрооптического затвора. Изображение кольца регистрируется матрицей ПЗС, оцифровывается и вводится в ЭВМ для последующей обработки. Одновременно его можно наблюдать на ТВ-мониторе. Ошибка в определении размеров кольца не превышает 10% и может быть уменьшена до 2% за счет использования высокоразрешающих объективов и более совершенных калибровочных приборов^{/36/}.

Разработан модуль видеопамати, который является частью системы обработки изображений, получаемых с телевизионной камеры на матрице ПЗС. Память рассчитана на запоминание четырех картин с размерностью 256×256 точек и разрешением 8 бит. Любая из четырех областей памяти может использоваться как часть оперативной памяти ПЭВМ. Быстрый канал позволяет записывать оцифрованную картину со скоростью 15 М байт/с. Модуль содержит также служебную плоскость $256 \times 256 \times 1$ бит^{/37/}.

Рассмотрена методика цифровой обработки сигналов, а также структура сигнальных про-



В ЛВТА разработан интерфейс связи ПЭВМ с ЕС ЭВМ. На снимке: наладка программного обеспечения линий связи

цессоров с целью создания систем триггирования, сбора и обработки данных в экспериментах физики высоких энергий^{/38/}. Исследована эффективность работы автомата НРД на линии с ЭВМ ЕС-1061 в режиме управления операционными системами СВМ и ОС ЕС. Завершено изготовление в ОП ОИЯИ столов АИСТ, необходимых для просмотра сложных снимков с различных установок. Повышена производительность системы ПУОС-САМЕТ-ЕС-1033 за счет организации индивидуального учета количества и качества измерений.

При помощи полуавтоматических устройств ПУОС-САМЕТ измерено 420,4 тыс. трековых событий на снимках с камер Лаборатории высоких энергий и Лаборатории ядерных проблем.

На АЭЛТ-2/160 обеспечен ресурс в объеме 1600 ч для измерений треков со сложной топологией в полутонном режиме с установки МИС.

НАУЧНО-ПРИКЛАДНЫЕ РАБОТЫ

В Лаборатории выполнены расчеты матричных элементов от волновых функций мезомолекулярных комплексов для уточнения модели резонансного образования мезомолекул $d\pi$ ($J = 1$, $V = 1$).

Создан ряд программных комплексов и организована обработка фотоизображений на сканирующей системе АЭЛТ-2/160 по измерению сосудов глазного дна и опухолевых образований в клетках глаза.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кореньков В.В. и др. – ОИЯИ, P11-90-2, Дубна, 1990.
2. Галактионов В.В. и др. – ОИЯИ, P11-90-56, Дубна, 1990.
3. Федорова Р.Н., Широкова А.И. – ОИЯИ, P11-90-465, Дубна, 1990.
4. Бахуэлос А.Л. и др. – ОИЯИ, P11-90-408, Дубна, 1990.
5. Бахуэлос А.Л. и др. – ОИЯИ, P11-90-442, Дубна, 1990.
6. Gerdt V.P., Zharkov A.Yu. – JINR, E5-90-47, Dubna, 1990.
7. Gerdt V.P. – JINR, E5-90-48, Dubna, 1990.
8. Тарасов О.В., Ширков Д.В. – ЯФ, 1990, т.51, вып.5, с.1380.
9. Berkovich L.M. et al. – JINR, E5-90-509, Dubna, 1990.
10. Akselrod I.R. et al. – JINR, E5-90-508, Dubna, 1990.
11. Иванов Э.Л. и др. – ОИЯИ, 9-90-217, Дубна, 1990.
12. Мазепа Н.Е. – ОИЯИ, 11-90-244, Дубна, 1990.
13. Ососков Г.А. и др. – ОИЯИ, P10-90-367, Дубна, 1990.
14. Жидков Е.П. и др. – ОИЯИ, P11-90-180, Дубна, 1990.
15. Lobanov Yu.Yu. et al. – JINR, E11-90-393, Dubna, 1990.
16. Амирханов И.В. и др. – ОИЯИ, P9-90-153, P9-90-154, Дубна, 1990.
17. Абдуллоев Х.О. и др. – ОИЯИ, P17-90-298, Дубна, 1990.
18. Makhankov V., Pashaev O. – In: Solitons & Applications. Proc. of the IV Intern. Workshop. World Scientific, Singapore, 1990, p.31.
19. Сердюкова С.И. – ДАН, 1990, т.311, №4, с.801-806.
20. Bakhvalov N.S. et al. – JINR, E11-90-177, Dubna, 1990.
21. Korobov V.I. et al. – JINR, E4-90-436, Dubna, 1990.
22. Amirkhanov I.V. et al. – JINR, E2-90-414, Dubna, 1990.
23. Жанлав Т., Пузынин И.В. – ОИЯИ, P11-90-213, Дубна, 1990.
24. Varashenkov I.V. et al. – JINR, E17-90-31, Dubna, 1990.
25. Иванова Д.И. и др. – ОИЯИ, P11-90-11, Дубна, 1990.
26. Вилицкий С.И. и др. – ЯФ, 1990, 52, 4(10), с.1176-1189.
27. Жанлав Т., Пузынин И.В. – ОИЯИ, P11-90-381, P11-90-382, Дубна, 1990.
28. Жанлав Т. – ОИЯИ, P11-90-49, Дубна, 1990.
29. Барашенков В.С. и др. – ОИЯИ, P2-90-349, Дубна, 1990.
30. Varashenkov V.S. et al. – JINR, E2-90-258, Dubna, 1990.
31. Астапов А.А. и др. – ОИЯИ, P7-90-241, Дубна, 1990.
32. Барашенков В.С. – ОИЯИ, P2-90-158, P2-90-257, Дубна, 1990.
33. Барашенков В.С. и др. – ОИЯИ, P2-90-159, Дубна, 1990.
34. Нефедьев В.О. – Математическое моделирование, 1990, №3.
35. Баранчук М.К. и др. – ОИЯИ, P11-90-9, Дубна, 1990.
36. Дамшиш Ю. и др. – ОИЯИ, 9-90-114, Дубна, 1990.
37. Krušinsky D., Sudek J. – JINR, E10-90-487, Dubna, 1990.
38. Приходько В.И., Судек Я. – ОИЯИ, P10-90-515, Дубна, 1990.

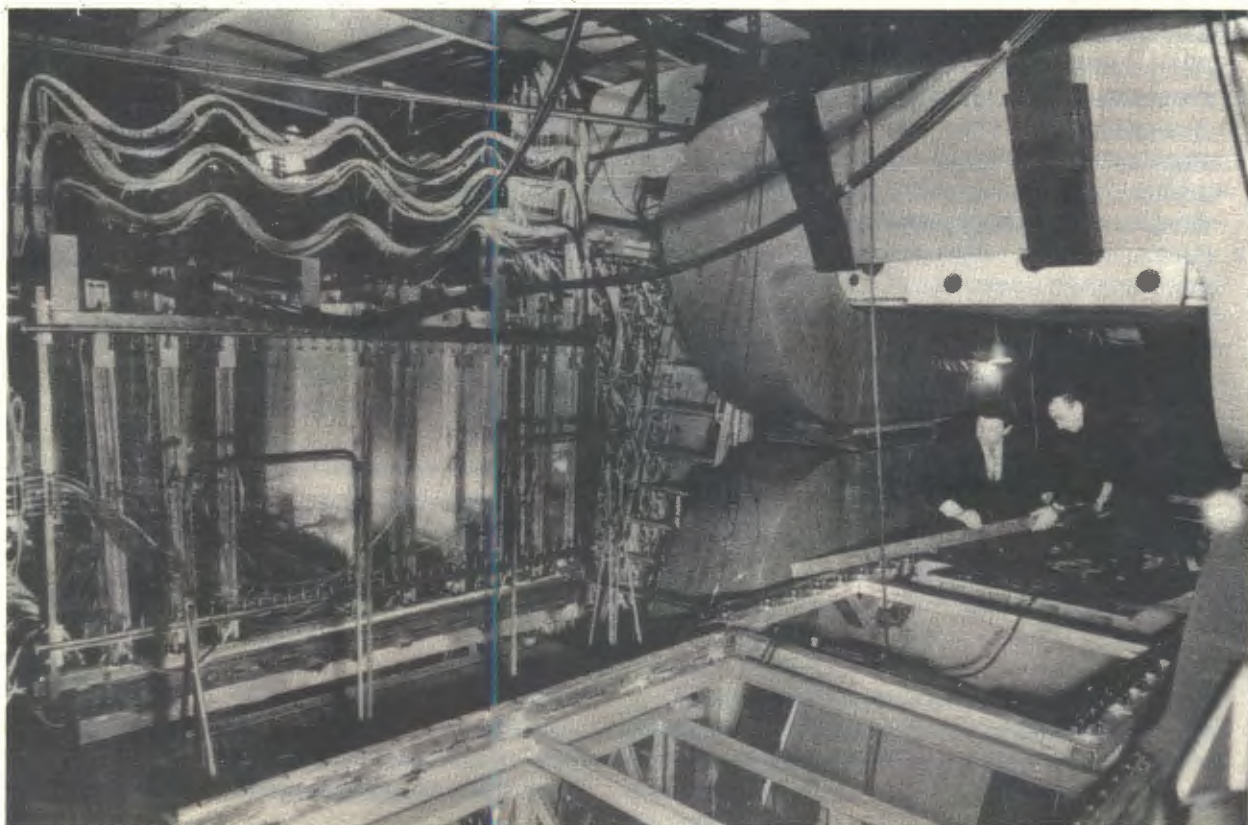
ЛАБОРАТОРИЯ СВЕРХВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

Лаборатория сверхвысоких энергий создана с целью концентрации усилий и ресурсов ОИЯИ для проведения исследований главным образом на ускорителе У-70 и УНК Института физики высоких энергий, ВЛЭПП, на ускорителях ЦЕРНа и других центров по физике высоких энергий. Основные задачи ЛСВЭ – экспериментальные исследования в области физики элементарных частиц, разработка соответствующих приборов и методов исследований, разработка методов и систем ускорения частиц до сверхвысоких энергий.

В 1990 году успешно завершился эксперимент NA-4, реализованный при существенном вкладе со стороны ОИЯИ. В этом эксперименте

были получены самые точные в мире структурные функции нуклонов на ядрах и протонах, самое точное значение квантово-хромодинамической константы Λ , извлечены данные о глюонном распределении в протоне. Эффективное, хорошо организованное сотрудничество с ЦЕРНом способствовало освоению в Объединенном институте передовой технологии создания и массового производства современных детекторов, внедрению современных средств обработки данных. Естественным продолжением эксперимента NA-4 является уже начатый совместный эксперимент NA-47 (SMC), цель которого – изучение спиновых структурных функций нуклона.

Спектрометр с вершинным детектором СВД. Установка блока пропорциональных камер перед анализирующим электромагнитом



В 1990 г. в Серпухове пущена первая очередь установки "Меченые нейтрино", в 1991 г. и в ближайшие годы планируется пуск установки в полном составе и получение экспериментального материала.

В 1990 г. успешно завершились исследования на установке "Людмила", в пучке протонов ускорителя У-70 осуществлена комплексная наладка СВД-спектрометра с вершинным детектором — быстроциклирующей жидководородной пузырьковой камерой — и получены первые снимки.

По проекту ЧАРМ (установка БИС-2) получены новые данные о существовании узких бариониев — кандидатов многокварковых состояний, в Серпухове завершен монтаж модернизированной установки БИС-2, созданы новый канал и экспериментальная зона.

Создается установка "Нептун", которая будет первой на УНК. Для этого эксперимента совместно с американскими физиками в ЛВЭ и ЛСВЭ создается уникальное устройство — поляризованная струйная водородная мишень.

Большое внимание уделялось развитию методической базы Лаборатории для создания раз-

личного типа проволочных камер с высоким пространственным разрешением, разработки координатных полупроводниковых детекторов и электроники.

По программе создания УНК велись работы по станции перегруппировки пучка ускорителя У-70 для его ввода в Ускорительно-накопительный комплекс, проведены разработки системы подавления поперечных колебаний пучка в УНК.

Выполнены экспериментальные и теоретические исследования в области криофизики двухфазного гелия, получившие высокую оценку на международном уровне. Эти работы имеют важное значение для проектирования сверхпроводящих магнитов и устройств.

Имеется ряд предложений и идей, которые послужат основой новых проектов экспериментов на УНК, в ЦЕРНе, на SSC.

Лаборатория сверхвысоких энергий активно сотрудничала с научными центрами стран-участниц ОИЯИ, с ЦЕРНом, рядом институтов США и других стран, началось активное сотрудничество с промышленными предприятиями.

ИССЛЕДОВАНИЯ В ОБЛАСТИ ФИЗИКИ ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ И ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

Завершен анализ данных эксперимента NA-4. В^{1/1} описан КХД-анализ синглетных и несинглетных структурных функций, основанный на их реконструкции с помощью полиномов Якоби. Точность и стабильность метода продемонстрированы с помощью протонных данных, полученных в NA-4, проанализированы протонные структурные функции в следующем порядке к лидирующему, получено значение масштабного параметра КХД Λ , значения параметров кварковых и глюонных распределений. Результаты дают наиболее точное значение масштабного параметра $\Lambda_{\overline{MS}}$ из глубококонепругого лептон-протонного рассеяния и указывают на значительную коррекцию глюонного распределения в следующем порядке к лидирующему. Результаты исследования нуклонных структурных функций $F_2(x, Q^2)$ и R на основе измерения глубококонепругого рассеяния мюонов на дейтериевой мишени^{2/2} представлены на рис.1.

В одной из работ того же цикла^{3/3} сравниваются структурные функции F_2^n/F_2^p нейтрона и протона.

Для определения отношения структурных функций нейтрона и протона F_2^n/F_2^p (рис.2) и их разности $F_2^p - F_2^n$ использованы данные по структурным функциям протона и дейтрона, измеренные с высокой статистической точностью с помощью одной и той же экспериментальной установки. Отношения F_2^n/F_2^p находятся в согласии с предсказаниями кварк-партонной модели КХД.

Завершен анализ всей информации о более чем 6×10^7 pA - и $p\bar{p}$ -взаимодействиях в эксперименте ЧАРМ, проведенном с помощью спектрометра БИС-2 на серпуховском ускорителе. В результате получены новые данные о существовании узких странных бариониев с массой около $3100 \text{ МэВ}/c^2$ (рис.3): четырех зарядовых состояний $(- - / - / 0 / +)$, распадающихся на $\Lambda + \bar{p} +$ пионы (рис.4а), четырех зарядовых состояний $(- / 0 / + / ++)$, распадающихся на $\Lambda + p +$ пионы (рис.4б); а также узкого бариония с нулевой странностью и массой около $3250 \text{ МэВ}/c^2$: трех зарядовых состояний $(- / 0 / +)$, распадающихся по каналам $\Lambda + \bar{p} + K^+ +$ пионы, $\Lambda + p + K^- +$ пионы

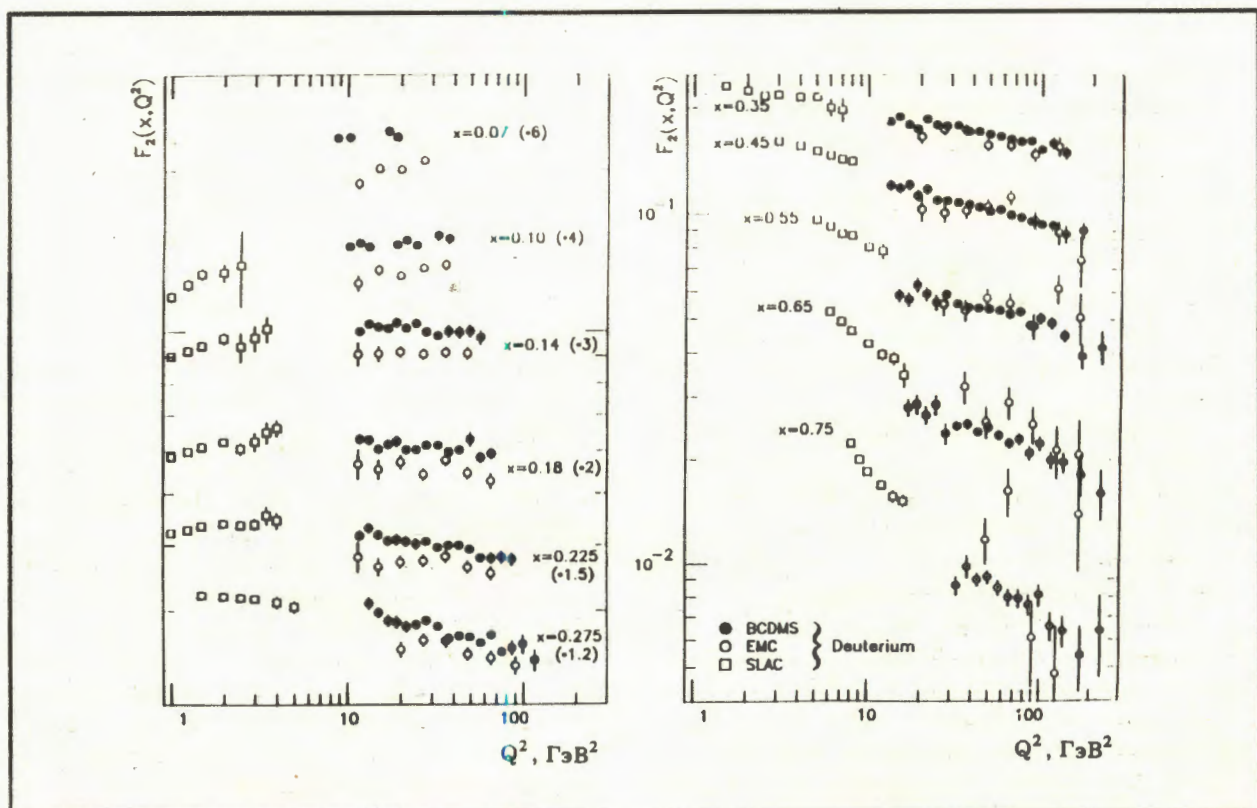


Рис. 1. Дейтронная структурная функция $F_2(x, Q^2)$, измеренная при трех значениях энергии пучка мюонов: 120, 200 и 280 ГэВ ($R = R_{QCD}$). При $x < 0,275$ $F_2(x, Q^2)$ должна быть умножена на фактор, указанный на рисунке. Показаны только статистические ошибки

или $p + \bar{p} + K_s^0 + K^\pm$ (рис.5). Подтверждено, что изотопический спин странных бариониев $\geq 3/2$, это указывает на их экзотическую (многокварковую) структуру, а величина разности масс между странными и нестранными бариониями – на возможную их принадлежность к одному и тому же мультиплету многокварковых состояний^{14/}. Данные об этих состояниях, обозначенных как $X(3100)$ и $X(3250)$, вошли в таблицу свойств частиц за 1990 год.

В рамках той же коллаборации БИС-2 исследовалась A -зависимость сечения инклюзивного образования ϕ -мезонов и ассоциативное рождение ϕ -мезонов со странными частицами^{15/}. Зависимость сечения рождения ϕ -мезонов от атомного веса мишени A в кинематической области $x_F > 0$ и $p_T < 1$ ГэВ/с описывается степенным законом: $\sigma(A) = \sigma_0 A^\alpha$, $\alpha = 0,81 \pm 0,06$. Получено также, что вклад в сечение образования ϕ -мезонов процессов, разрешенных правилом Окубо – Цвейга – Иизуки, составляет по крайней мере 67%.

Для глубокого понимания механизмов слабого распада очарованных бариониев необходимы экспериментальные данные о новых каналах распада. В то же время для наиболее хорошо

изученного барионного состояния Λ_c^+ сумма относительных вероятностей всех зарегистрированных эксклюзивных каналов распада не превышает 25%. В эксперименте БИС-2 получено ограничение относительной вероятности распада: $BR(\Lambda_c^+ \rightarrow \Sigma_c^0 \pi^+ \pi^+ \pi^-) \leq 0,006$ на уровне достоверности 90%. С помощью спектрометра БИС-2 впервые наблюдалось адронное рождение очарованных барионов Σ_c^{++} и Σ_c^0 при энергии ниже энергий FNAL^{16/}. Очарованные барионы зарегистрированы в нейтрон-протонных взаимодействиях при средней энергии $\sqrt{s} = 10,5$ ГэВ по каскадным распадам $\Sigma_c^{++}/\Sigma_c^0 \rightarrow \Lambda_c^+ \pi^\pm$, $\Lambda_c^+ \rightarrow p K^- \pi^+$. С высокой точностью измерена разность масс Σ_c и Λ_c^+ , которая в случае Σ_c^{++} составила $170,2 \pm 0,8$, а в случае Σ_c^0 – $167,9 \pm 1,0$ МэВ/с². В кинематической области, в которой были зарегистрированы очарованные барионы: $x_F > 0,5$ и $p_T < 1,0$ ГэВ/с, отношение сечения рождения Σ_c^{++} , Σ_c^0 к сечению рождения Λ_c^+ лежит в пределах (10-20)%.

В 1990 году успешно завершилось сотрудничество на базе установки “Людмила”, на которой в течение 1973–1990 гг. сотрудниками ЛВЭ и ЛСВЭ выполнены исследования pp -, $\bar{p}p$ -,

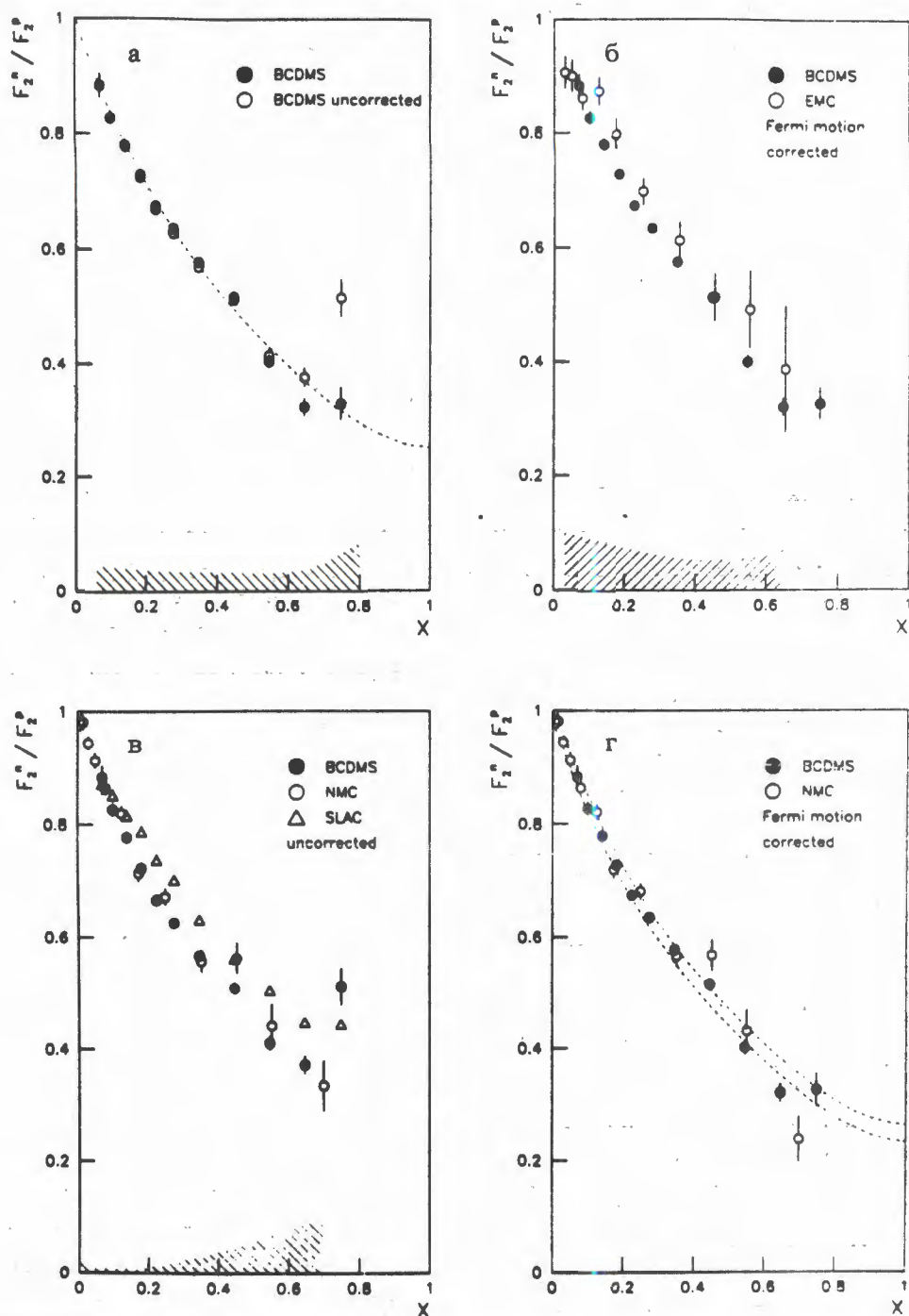


Рис. 2. Отношение структурных функций протона и нейтрона F_2^n/F_2^p , полученных из глубоконеупругого рассеяния мюонов при больших Q^2 . Пунктирные линии – результат параметризации в виде полинома. Заштрихованная область показывает систематические ошибки эксперимента: а – данного; б – EMC; в – NMC; систематические ошибки SLAC неизвестны, данные SLAC не скорректированы на ферми-движение

$\bar{d}p$ -, $\bar{d}d$ - и dd -взаимодействий. По результатам работ опубликовано 165 статей и докладов, при создании установки “Людмила” сделано 9 изобретений.

Исследование процессов множественного образования частиц, в том числе резонансов,

весьма существенно для выявления закономерностей кварковых взаимодействий на больших расстояниях. Особый интерес, проявляемый к $\bar{p}p$ -взаимодействиям, связан с возможностью изучения процессов аннигиляции барионного заряда.

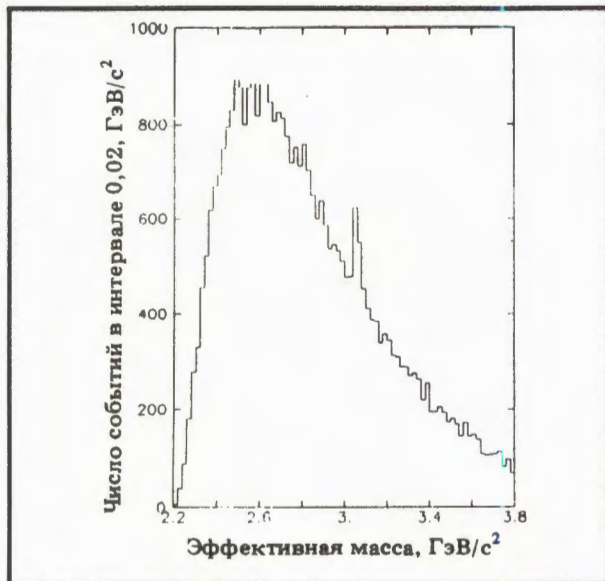


Рис. 3. Суммарный спектр эффективных масс систем $\Lambda + \bar{\rho}$ + пионы и $\bar{\Lambda} + \rho$ + пионы

В работе^{7/}, выполненной на установке "Людмила", проведен инклюзивный анализ образования мезонных резонансов $\rho_0(770)$, $\omega(780)$, $f_2(1270)$ и $\phi(1020)$ в $\bar{p}p$ -взаимодействиях при 22,4 ГэВ/с. Определены полные, а для ρ_0 — топологические и дифференциальные сечения их рождения, а также характеристики образования резонансов в процессе $\bar{p}p$ -аннигиляции. Результаты сопоставляются с предсказаниями кварковых моделей.

В работе^{8/} сравниваются распределения по продольным и поперечным импульсам протонов и $\pi^\pm$ -мезонов, образующихся в $\bar{p}p$ - и pp -взаимодействиях при близкой энергии (22-24 ГэВ). Показано существование различий этих распределений как для протонов, так и для сопровождающих их $\pi^\pm$ -мезонов. Наблюдаемые особенности спектров частиц в неаннигиляционных $\bar{p}p$ -взаимодействиях не описываются Лундской моделью и на качественном уровне объясняются с помощью диаграмм дуальной партонной модели.

СОЗДАНИЕ НОВЫХ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ УСТАНОВОК, РАЗВИТИЕ МЕТОДИКИ

УСТАНОВКИ НА У-70 ИФВЭ

В 1990 году была завершена поэлементная комплексная наладка спектрометра СВД на пучке протонов 70 ГэВ в ИФВЭ. В сеансе получено 40000 фотографий для методических работ

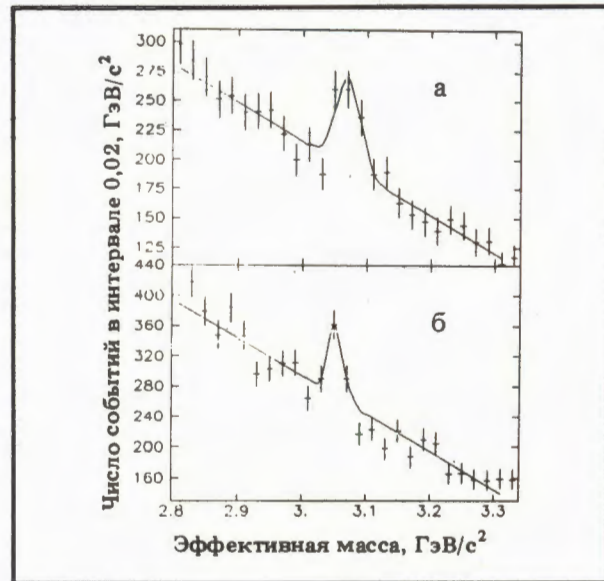


Рис. 4. Суммарный спектр эффективных масс: а — систем $\bar{\Lambda}\pi^+$, $\bar{\Lambda}\bar{\rho}^+\pi^+$ и $\bar{\Lambda}\bar{\rho}^-\pi^+$ в области резонанса; б — систем $\bar{\Lambda}\rho^-\pi^+$, $\bar{\Lambda}\rho^+\pi^+$ и $\bar{\Lambda}\rho^-\pi^+$ в области резонанса.

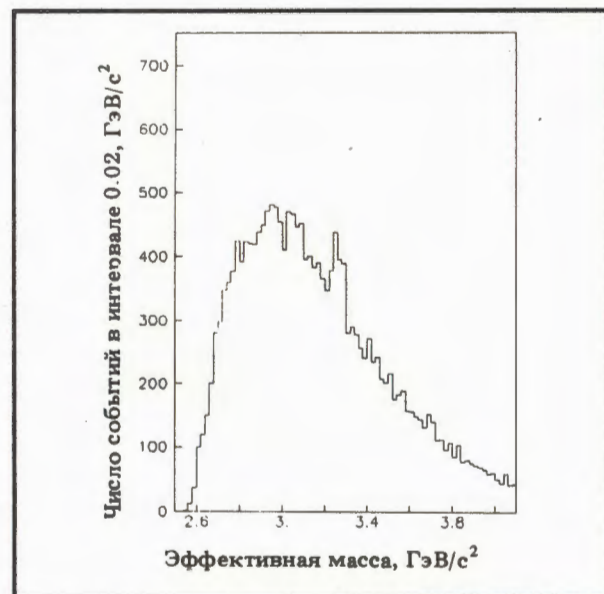


Рис. 5. Суммарный спектр эффективных масс систем со скрытой странностью: $\bar{\Lambda}K^+$, $\bar{\Lambda}K^-$, $\bar{\Lambda}K^+\pi^+$, $K^-\bar{\rho}K^+$ и $\bar{\Lambda}K^-\pi^+$

по подготовке программы поиска и отбора событий — кандидатов на взаимодействие с рождением очарованных частиц. Отработан триггер первого уровня (выбывание из пучка) и начались испытания полупроводниковых координатных детекторов для создания триггера второго уровня.



В ИФВЭ осуществлен пуск первой очереди комплекса "Меченые нейтрино". На снимке: жидкоаргонный калориметр комплекса

ня. Были продолжены работы по доукомплектованию установки пропорциональными камерами размером 1×1 м, размещенными перед электромагнитом МС-7А, а также электроникой для всех пропорциональных камер. Полностью отработан режим быстрой фоторегистрации по триггеру.

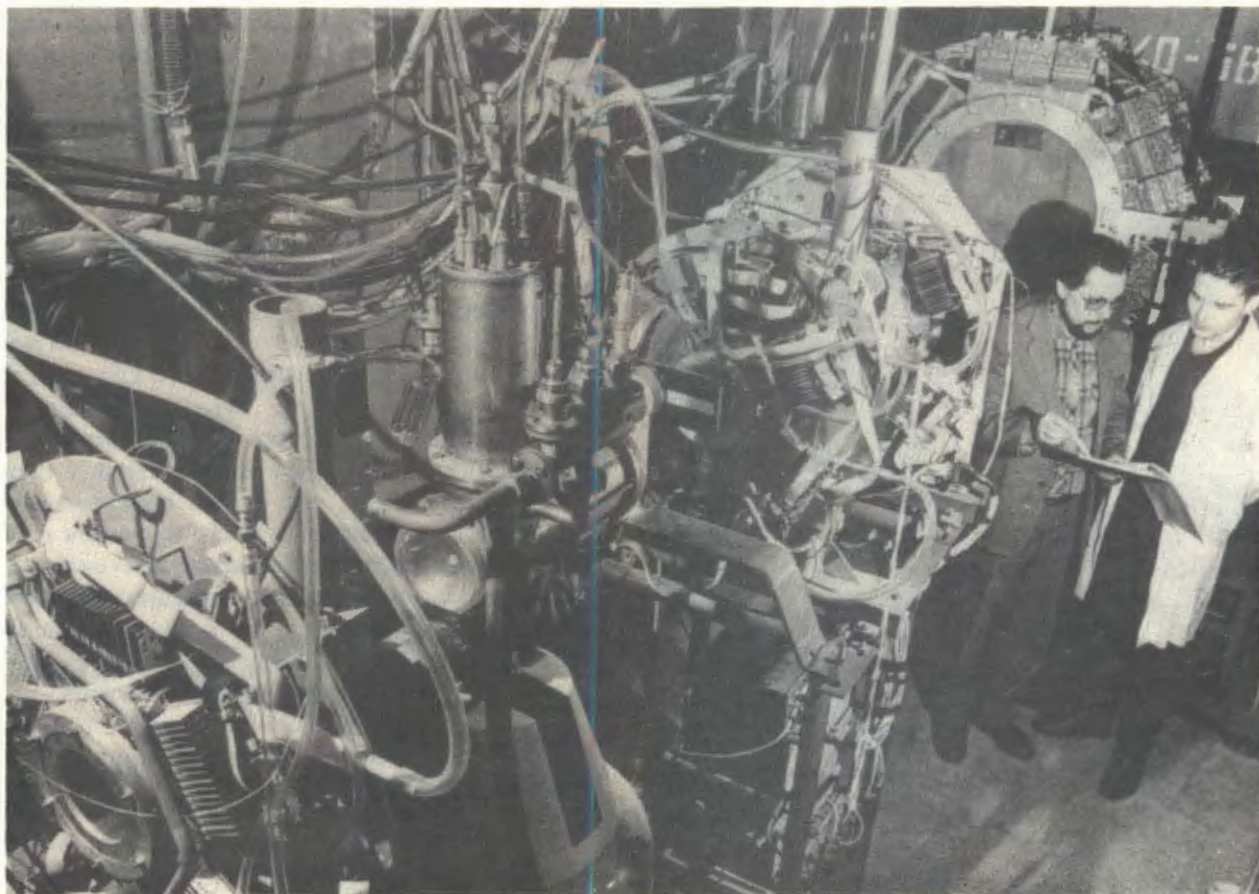
Осуществлен пуск первой очереди комплекса "Меченые нейтрино" (КМН) (1 бочка БАРС и станция мечения). В сеансах на пучке исследовались характеристики детекторов станции мечения нейтрино и жидкоаргонового калориметра, их разрешения по кинематическим и геометрическим параметрам^{/9/}. Временные характеристики находятся в соответствии с проектными заданиями, тем самым подтверждена адекватность установки задачам изучения нейтринных взаимодействий и распадов К-мезонов.

Смонтированы основные элементы спектрометра БИС-2М на канале 5Н в новой экспериментальной зоне ускорителя У-70. Ведется подготовка к проведению первых сеансов его экспозиции в пучках нейтрино, выведенных под нулевым углом относительно равновесной орбиты движения протонов в ускорителе.

ПОДГОТОВКА К ЭКСПЕРИМЕНТАМ НА УНК

Для исследования широкого круга поляризационных явлений при взаимодействии протонов с протонами и ядрами на УНК совместно с ИФВЭ, МГУ и рядом других институтов создается установка "Парус-Нептун". Эксперимент планируется начать первым на УНК, он будет поставлен на внутреннем пучке ускорителя. Отличительная особенность установки — атомарная чистая водородная поляризованная мишень, которая создается в ОИЯИ совместно с Мичиганским университетом США. Детектирующая часть установки состоит из четырех спектрометров. В 1990 году совместно с ЛВЭ и ЛЯП проектировалась и изготавливалась аппаратура: полупроводниковые и сцинтилляционные детекторы, электроника, узлы поляризованной мишени, спектрометр-поляриметр.

Разработан ряд предложений для постановки экспериментов на УНК. Подготовлен проект "СРВ" по исследованию СР-несохранения в распадах В-мезонов, основанный на новом экспериментальном подходе к решению этой задачи, позволяющем получить наибольшую статистику В-мезонов и, следовательно, достичь наилучшей точности измеряемых параметров. Намечена поэтапная реализация этого проекта путем развития простой экспериментальной установки, необходимой на первых этапах, в более сложную, реализуемую на УНК.



“Аномалон” – установка для исследований фрагментации релятивистских ядер на синхрофазотроне ОИЯИ

СОТРУДНИЧЕСТВО С ЦЕРНОМ

Опыт, полученный в процессе реализации эксперимента NA-4, обобщается в совместном ЦЕРН – ОИЯИ эксперименте NA-47, цель которого – исследование спиновых структурных функций нуклона на мюонном пучке SPS. В соответствии с обязательствами ОИЯИ начаты работы по созданию координатного детектора на дрейфовых трубках. Изготовленный в ОИЯИ прототип детектора, составленного из 12 модулей, испытан в ЦЕРНе в условиях реального эксперимента.

РАЗВИТИЕ МЕТОДИКИ

Создание крупных экспериментальных установок предъявляет новые требования к технологии производства детекторов.

По программе разработки и создания координатных детекторов на основе полупроводниковых приборов и материалов осваивалось оборудование и технологические процессы, монтировались гермозона (чистая зона) и технологическое оборудование:

- имплантатор “Везувий-1”;
- диффузионные установки;
- линия получения сверхчистой воды с $\rho > 15 \text{ Ом} \cdot \text{см}$;
- зондовые установки;
- вакуумное оборудование;
- оборудование для теххимии и фотолитографии.

Разработаны и изготовлены опытные образцы Si-дрейфовой камеры и E-детектора ($S = 5 \text{ см}^2$) с имплантированными p-n переходами. Проведена микроразварка Si-дрейфовой камеры на печатную плату. Завершается создание автоматизированного стенда для измерений вольт-амперных характеристик p-n структур.

Разрабатывались и изготавливались проводочные координатные детекторы и электроника к ним. Разработана стандартная электроника для физических установок, имеющая быстродействие более 100 мГц: дискриминатор, схемы совпадений, таймер, размножитель, временной компенсатор и др. Изготовлены опытные образцы серии блоков.

В процессе совместного с ЛВЭ эксперимента на синхрофазотроне исследовалась фрагментация ядер на водороде с помощью установки



В новой экспериментальной зоне У-70 идет подготовка спектрометра ЧАРМ к сеансу на пучке нейтронов

“Аномалон”, на которой изучались характеристики черенковских и проволочных детекторов. Установка модернизирована в магнитный спектрометр, оснащена жидководородной мишенью, 40-канальным черенковским спектрометрическим годоскопом, времяпролетной системой, системой триггерных сцинтилляционных счетчиков, профилометром пучка, анализирующим магнитом.

В связи с созданием комплекса “Меченые нейтрино” изучался вклад черенковского излучения, развивающегося в световоде-смесителе спектра, в энергетическое разрешение адронного калориметра^{/10/}, исследовалось энергетическое и пространственное разрешение адронного калориметра типа “сэндвич” сталь — сцинтиллятор, состоящего из 16 автономных модулей^{/11/}.

В 1990 г. коллективом СНЭО ЛСВЭ проведена большая работа по подготовке к сеансам на пучках У-70 в ИФВЭ и эксплуатации установок ОИЯИ: БИС-2М, СВД, “Нейтринный детектор”, КМН, “Димезоатомы”, “Гиперон”. Создан ряд узлов этих установок. Созданы и модернизированы системы сбора данных экспериментальных установок “Гиперон”, “Нейтринный детектор”, КМН и SMC^{/12/}. Разработан комплекс аппаратных и программных средств для экспериментальных установок ОИЯИ в ИФВЭ.

Механический участок в новом здании СНЭО ОИЯИ в ИФВЭ



СИСТЕМЫ ДЛЯ УСКОРИТЕЛЕЙ НА ВЫСОКИЕ ЭНЕРГИИ

В соответствии с согласованной ОИЯИ и ИФВЭ программой велись разработки узлов и систем УНК.

Разработаны и испытаны полномасштабные макеты генераторов для системы подавления остаточных поперечных колебаний пучка как в режиме одного оборота, так и в многооборотном режиме. Разработана принципиальная схема широкополосного усилителя с необходимыми параметрами для подавления резистивной неустойчивости. Рассчитана система обратной связи по пучку для подавления резистивной неустойчивости, найдены области устойчивости работы такой системы. Создан измеритель тока пучка с необходимыми характеристиками на основе аморфного железа. Результаты работ доложены на XII Всесоюзном совещании по уско-

рителям заряженных частиц^{/13/}. Смонтирован в ИФВЭ и запущен модулятор импульсного канала ВЧ-генератора станции перегруппировки пучка У-70. Ведутся исследования работы каскада на лампе ГУ-101А в импульсном режиме.

В Лаборатории ведутся криофизические исследования фундаментального и прикладного характера^{/14-19/}. В 1990 году завершено построение карты режимов течения двухфазного гелия в горизонтальных каналах, теоретически обосновано положение границ между режимами. Построенная впервые, эта карта может стать классической. Аналогичные исследования начаты в США, Германии, Франции и Японии. Создана автоматизированная система измерения паросодержания в двухфазном потоке гелия применительно к цепочке сверхпроводящих магнитов УНК. Система включает в себя датчик оригинальной конструкции и два электронных блока в стандарте КАМАК. По точности изме-

Стендовые испытания системы подавления поперечных колебаний пучка 1 ступени Ускорительно-накопительного комплекса



рений система превосходит зарубежные аналоги и может быть применена в промышленности. Модификация этой системы создана для нуклотрона.

Завершена разработка физико-математической модели, описывающей тепловые процессы в сверхпроводящих обмотках и сопряженные гидродинамические процессы в охлаждающих каналах. С помощью этой модели завершается оптимизация системы эвакуации гелия при квенчах СП-магнитов УНК. Модель позволяет анализировать широкий круг теплофизических систем.

Продолжается анализ процессов генерации и коллапса нормальной зоны в сверхпроводнике. Впервые проведены исследования по динамике тепловой релаксации твердого тела после резкого отключения энергии. Для условий жидкого гелия обнаружено, что длительность релаксационного процесса примерно на 1-2 порядка больше, чем этого можно было ожидать, пользуясь доступными теоретическими моделями. Начаты аналогичные исследования в сверхтекучем гелии, имеющие целью оценить динамику процесса восстановления сверхтекучести в охлаждающих каналах физических установок.



Датчик объемного газосодержания и измерительный блок

Лазер на свободных электронах – мощный когерентный источник коротковолнового излучения



СИСТЕМЫ КОЛЛЕКТИВНОГО УСКОРИТЕЛЯ, СПЕКТРОСКОПИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ ОБОЛОЧЕК ВЫСОКОЗАРЯДНЫХ ИОНОВ

Проведена техническая реконструкция и комплексная наладка головной части установки КУТИ-20.

Получено значение фактора ионизации электронных колец $j\tau = 1,6 \times 10^{20}$ (j – плотность потока электронов, τ – длительность существования колец), что достаточно для получения ионов с высокой зарядностью, например Xe^{10+} .

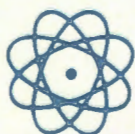
В плане исследования структур с высоким ускоряющим градиентом завершены монтаж и запуск индукционного ускорителя трубчатого пучка с током до 600 А и энергией ~3 МэВ; разработаны и созданы основные элементы усилителя на основе лазера на свободных электронах (ЛСЭ).

Запущен в опытную эксплуатацию компактный кристалл-дифракционный спектрометр, дающий разрешение линий $K_{\alpha 1}$ и $K_{\alpha 2}$ меди на уровне 6-7 эВ. Выполнены расчеты динамики накопления многозарядных ионов при длительном удержании в электронных кольцах, а также теоретические исследования процессов в источниках многозарядных ионов^{/20/}.

ЛИТЕРАТУРА

1. Krivokhizhin V.G. et al. – JINR, E1-90-330, Dubna, 1990; Z.Phys.C – Particles and Fields, 1990, 48, 347; XXV International Conference on High Energy Physics, Singapore, 1990.
2. Benvenuti A.C. et al. (BCDMS Collaboration). – JINR, E1-90-284, Dubna, 1990; Submitted to "Phys.Lett.B".
3. Benvenuti A.C. et al. (BCDMS Collaboration). – JINR, E1-90-285, Dubna, 1990; Submitted to "Phys.Lett.B".
4. Aleev A.N. et al. (BIS-2 Collaboration). – JINR, E1-90-305, Dubna, 1990; Z.Phys.C – Particles and Fields, 1990, 47, p.533; JINR, E1-90-316, Dubna, 1990; XXV International Conference on High Energy Physics, Singapore, 1990.
5. Алеев А.Н. и др. (Сотрудничество БИС-2). – ОИЯИ, P1-90-128, Дубна, 1990; направлено в журнал "Ядерная физика".
6. Aleev A.N. et al. (BIS-2 Collaboration). – In: XXV International Conference on High Energy Physics, Singapore, 1990.
7. Батюня Б.В. и др. – ОИЯИ, P1-90-303, Дубна, 1990.
8. Батюня Б.В. и др. – ЯФ, 1990, 51, вып.6, с.1573.
9. Кадыков М.Г., Семенов В.К., Суздалев В.И. – ОИЯИ, 13-90-16, Дубна, 1990; направлено в журнал "Приборы и техника эксперимента".
10. Гаврищук О.П. и др. – ОИЯИ, P1-90-295, Дубна, 1990; направлено в журнал "Приборы и техника эксперимента".
11. Гаврищук О.П. и др. – ОИЯИ, P1-90-227, Дубна, 1990; направлено в журнал "Приборы и техника эксперимента".
12. Денисов О.Ю. и др. – ОИЯИ, D1-90-144, Дубна, 1990.
13. Жабицкий В.М. и др. – В сб.: XII Всесоюзное совещание по ускорителям заряженных частиц (сборник аннотаций). Москва, октябрь 1990. ИТЭФ, М., с.27, 33, 34, 42, 164.
14. Алексеев А.И., Микляев В.М., Филиппов Ю.П. – ИФЖ, 1990, т.58, №6, с.885.
15. Filippov Yu.P., Sergeyev I.A. – In: Proc. LTEC'90, Southampton, UK, 1990, p.11.3.
16. Filippov Yu.P. – In: Proc. LTEC'90, Southampton, UK, 1990, p.10.3.
17. Danilov V.V., Filippov Yu.P., Mamedov I.S. – Advances in Cryogenic Engineering, Plenum Press, New York, 1990, vol.35, p.745.
18. Filippov Yu.P., Minashkin V.F., Sergeyev I.A. – Advances in Cryogenic Engineering, Plenum Press, New York, 1990, vol.35a, p.387.
19. Alexeyev A.I., Filippov Yu.P., Mamedov I.S. – Cryogenics, 1990, vol.30, №12, p.1366.
20. Shirkov G.D., Kutner V.B. – In: Proc. V International Conference of the Physics of Highly-Charged Ions, Giessen, FRG, 1990.

**МЕЖДУНАРОДНЫЕ
СВЯЗИ
И НАУЧНОЕ
СОТРУДНИЧЕСТВО**



НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО

Международное научно-техническое сотрудничество Объединенного института ядерных исследований имеет важное значение при выполнении научно-исследовательских работ, предусмотренных Проблемно-тематическим планом ОИЯИ.

Основные итоги 1990 года по международному научно-техническому сотрудничеству характеризуют следующие данные:

- проведены совместные исследования по 91 теме с научными центрами стран-участниц ОИЯИ, в том числе по 24 темам с международными и национальными организациями других стран;

- для решения вопросов сотрудничества и участия в научных совещаниях и конференциях Институт командировал 1215 специалистов;

- для совместных работ, консультаций и совещаний из стран-участниц в ОИЯИ было принято 1407 специалистов;

- организовано и проведено 9 крупных международных конференций, 27 рабочих и 17 научно-организационных совещаний.

Дирекцией ОИЯИ были предприняты значительные усилия по активизации научных контактов, укреплению и развитию международных связей. Визиты представителей дирекции в страны-участницы накануне засе-

В сентябре ОИЯИ посетил вице-президент корпорации "Вестерн Диджитал" (США) К.Плэнт. На снимке: К.Плэнт (слева) знакомится с проводимыми в Лаборатории ядерных реакций разработками по изготовлению ядерных фильтров



*Справка о развитии международного научно-технического сотрудничества ОИЯИ
в 1990 году по направлениям*

Направление	Прием в ОИЯИ на срок более 3 месяцев	Прием в ОИЯИ на срок до 3 месяцев	Командировки за пределы СССР
Теоретическая физика	57	244	199
Физика высоких энергий	85	257	343
Физика низких и промежуточных энергий	133	411	298
Физика конденсированных сред	89	241	209
Развитие ЦВК ОИЯИ, внедрение вычислительных сетей	28	88	104
Другие подразделения (ОРБ, Управление и т.д.)	4	166	62
Итого	396	1407*	1215

* Не учтены приезды в ОИЯИ на совещания

даний КПП, крупных научно-организационных мероприятий стали особенностью года. Были предприняты дополнительные прямые контакты с Полномочными Представителями Болгарии, Польши, Чехо-Словакии, Румынии, Кубы и Советского Союза. Проведены переговоры

о сотрудничестве Объединенного института с ЦЕРНом, Международным центром по теоретической физике в Триесте (Италия), с национальными научными центрами Югославии, Китая, Франции, Германии, Италии и других стран. Члены дирекции ОИЯИ встречались с

В Дубне была проведена серия встреч по рассмотрению вопросов участия немецких физиков в деятельности ОИЯИ. На снимке: встреча делегации ФРГ с дирекцией Института



членом Президентского совета СССР академиком Ю.А.Осипьяном.

Обсуждение вопросов развития сотрудничества, определение его наиболее перспективных направлений — основная цель визитов в Дубну ряда делегаций и отдельных ученых. ОИЯИ посетили: Советник по науке Посольства Индии в СССР Дж.Джа, заместитель председателя ГААЭ Республики Польша А.Радович и Генеральный директор ПОЛОН С.Стивула, делегация АН КНР во главе с ее президентом Чжоу Гуанчжао, профессор Массачусетского технологического института лауреат Нобелевской премии С.Тинг, делегация Министерства по исследованиям и технологии ФРГ во главе с Р.Лоошем, президент АН СССР Г.И.Марчук, вице-президент А.А.Логонов, Полномочный Представитель Румынии профессор Г.Паскович.

Высокую оценку сотрудничества ОИЯИ с научными центрами Франции дал директор Национального института ядерной физики и физики частиц в Париже профессор Пьер Леман во время своего пребывания в Дубне в сентябре 1990 года. Французские ученые выразили готов-

ность принять участие в подготовке проекта накопительного комплекса, а также в создании детекторов частиц для проведения экспериментов на ст-фабрике.

Существенной особенностью 1990 года стал вопрос о месте объединенной Германии в ОИЯИ как международном центре. Начаты переговоры дирекции Института с официальными представителями ФРГ по этому вопросу. В лабораториях идет уточнение всех аспектов совместных работ с немецкими коллегами, обсуждаются новые формы сотрудничества. Наибольший интерес немецкая сторона проявила к исследованиям в области физики тяжелых ионов (в диапазоне средних энергий) и к использованию импульсного реактора ИБР-2, а также к сотрудничеству с теоретиками ОИЯИ.

В 1990 году были сделаны шаги в направлении расширения существующих связей с международными организациями и установления новых. Велись переговоры о вступлении ОИЯИ в Европейский комитет по будущим ускорителям (ECFA), в Европейское физическое общество, о расширении сотрудничества с Триестом.

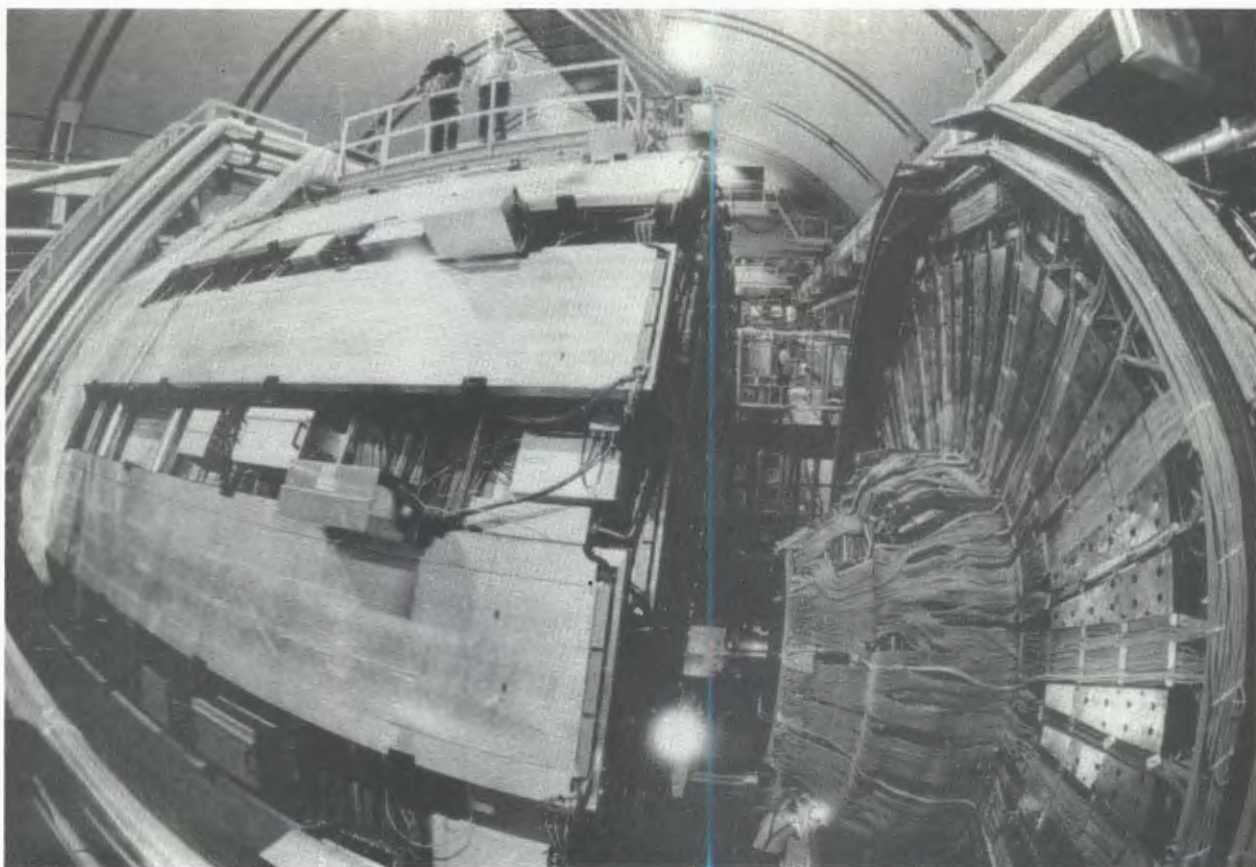
СОТРУДНИЧЕСТВО С НАУЧНЫМИ ЦЕНТРАМИ И МЕЖДУНАРОДНЫМИ ОРГАНИЗАЦИЯМИ

Наиболее значительные физические результаты 1990 года, полученные учеными ОИЯИ, отражают международное сотрудничество при выполнении научно-технической программы исследований Института, которая привлекательна для специалистов из разных стран и дополняет программы других международных и национальных научных центров.

Из работ теоретиков ОИЯИ следует отметить открытие, совместно с физиками Йельского и Рокфеллеровского университетов (США), возможностей кватернионных структур в 4-мерном пространстве. В основе нового направления лежат развиваемые в ОИЯИ идеи гармонического пространства и опыт по развитию конформных теорий поля, накопленный в США. В рамках сотрудничества с ЦЕРНом создан пакет программ ZFITTER для фита параметров стандартной модели, который используется в коллаборациях DELPHI, L3, OPAL на последнем этапе обработки данных. Совместно с математиками Университета в Кингстоне (Канада) развит новый метод описания сильнодействующих систем с сильносингулярными потенциалами. В сотрудничестве с болгарскими (ИЯИЯЭ, София) и югославскими (Университет, Загреб) учеными был предложен новый алгебраический

подход к микроскопическому обоснованию модели взаимодействующих бозонов и исследована роль различных компонент остаточных ядерных сил при вычислении параметров этой модели.

В рамках международного сотрудничества ОИЯИ — ЦЕРН на ускорителе LEP в ЦЕРНе успешно запущена установка ДЕЛФИ. Состоявшийся первый большой сеанс, в ходе которого набрано около 100 тысяч событий с Z^0 -бозонами, продемонстрировал надежную работу всех детекторов, включая созданный с участием Объединенного института адронный калориметр. В результате физического анализа полученных событий определены масса и ширина Z^0 -бозона: масса $M_Z = 91,188 \pm 0,013$ (стат.) $\pm 0,02$ (сист.) ГэВ, полная ширина распада $\Gamma_Z = 2476 \pm 26$ (стат.) ± 10 (сист.) МэВ, адронная ширина распада $\Gamma_h = 1756 \pm 23$ (стат.) ± 20 (сист.) МэВ, отношение величины адронной ширины распада к лептонной $R = \Gamma_h/\Gamma_l = 21,00 \pm 0,38$ (стат.) $\pm 0,29$ (сист.). Они позволили уточнить значения величин числа поколений легких нейтрино $N_\nu = 2,82 \pm 0,11$ (стат.) $\pm 0,13$ (сист.) и угла Вайнберга $\sin^2 \vartheta_w = 0,2309 \pm 0,0048$. Исследована асимметрия "вперед-назад" в процессах $e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^-$ и $e^+e^- \rightarrow \tau^+\tau^-$.



Установка DELPHI на LEP в ЦЕРНе

Весьма результативная совместная деятельность осуществляется между Лабораторией высоких энергий и научными центрами стран-участниц ОИЯИ (РБ, ВР, МНР, ПР, РР, СССР, ЧСФР) и других стран (СФРЮ, ФРГ). С помощью релятивистски-инвариантного подхода в пространстве относительных 4-скоростей изучены свойства барионных кластеров в релятивистских ядро-ядерных столкновениях. Впервые обнаружена зависимость температуры кластеров от множественности протонов в них и показано, что рассматриваемые кластеры можно интерпретировать как результат распада многонуклонных резонансов с ширинами порядка сотни МэВ. В π^-p - и π^-C -взаимодействиях определены размеры области эмиссии пионов в адронных струях в области фрагментации снаряда и установлено, что размеры этой области совпадают с размерами, характерными для процессов e^+e^- -аннигиляции, что указывает на универсальность свойств адронных струй, то есть на независимость динамических свойств адронизации кварков и кварковых систем от их происхождения.

Успешно реализуется программа международного сотрудничества (РБ, ВР, ПР, СССР и ФРГ) в исследованиях спиновой структуры дей-

трона на малых расстояниях (проект АЛЬФА-ПОЛИС). Измерена тензорная анализирующая способность T_{20} в реакции фрагментации выстроенных дейтронов в зависимости от внутреннего импульса протона вплоть до 874,6 МэВ/с. Установлено, что эта зависимость выходит за рамки представлений, положенных в основу моделей дейтрона с реалистическими нуклон-нуклонными потенциалами.

В эксперименте СИГМА-АЯКС, который проводится совместно учеными ИФВЭ, ОИЯИ, ИФ АН ГрССР, ИНФН (Милан), были измерены инклюзивные сечения образования кумулятивных протонов в π^-A -, K^-A -, $\bar{p}A$ -взаимодействиях ($A = \text{Be, Al, Cu, Pb}$) при импульсе 40 ГэВ/с в интервале углов 150° - 165° и диапазоне изменения их кинетических энергий $0,1$ - $0,3$ ГэВ.

В исследовании аннигиляции покоящихся антипротонов в гелии-3 (проект ОБЕЛИКС, ЦЕРН – ОИЯИ) определены выходы Λ -гиперонов и K_0^* -мезонов и показано, что абсолютный выход странных частиц, а также распределения по множественности событий с нейтральными странными частицами объясняются механизмом рождения Λ -гиперонов при перерассеянии мезонов – продуктов аннигиляции. Измерены



Делегация специалистов ОИЯИ посетила Республику Куба, где состоялась защита технического проекта циклотрона У-140К и подписание протокола о его сооружении

дифференциальные сечения и определено полное сечение $\sigma_{el} = (120,9 \pm 2,5)$ мб упругого $\bar{p}^4\text{He}$ -рассеяния при 600 МэВ/с. Угловая зависимость $d\sigma/d\Omega$ обнаруживает поведение, типичное для дифракции на сильно поглощающем диске.

В совместных исследованиях с ЦЯСМС (Орсэ, Франция) проведено изучение спин-нейтринных корреляций при K -захвате в ядре ^{56}Co (проект "Нейтрино"). Определены коэффициент спин-нейтринной корреляции, знак магнитного момента ядра и спиральность нейтрино. В эксперименте по измерению массы электрона с помощью узкого компонента аннигиляционного излучения получено одно из наиболее точных экспериментальных значений этой фундаментальной величины. Для поиска двойного безнейтринного бета-распада создается телескоп, включающий 16 детекторов из сверхчистого германия.

В рамках выполнения проекта АРЕС совместно с физиками ПСИ (Швейцария) проведены первые сеансы набора статистики в эксперименте по поиску безнейтринной $\mu \rightarrow e$ конверсии на установке SINDRUM-2.

На спектрометрах комплекса "Мю-спин" совместно с сотрудниками ПСИ (Швейцария), ИАЭ (СССР) и ФИ АН ЧСФР проведены исследования температурных зависимостей глубин проникновения магнитного поля в высокотемпературные сверхпроводники на базе висмута. Полученные результаты свидетельствуют в пользу имеющихся теоретических моделей, отличных от обычной фононной модели БКШ в приближении слабой связи.

Завершена разработка технического проекта циклотрона для Республики Куба.

Проведен цикл совместных экспериментов с центром ГАНИЛ (Франция) по получению и исследованию свойств новых нейтроноизбыточных изотопов легких ядер. С помощью магнитного спектрометра LISE было синтезировано и идентифицировано более 25 новых нейтроноизбыточных изотопов легких элементов от ^{29}F до ^{51}Cl , исследована β -задержанная эмиссия (периоды полураспада и вероятности нейтронной эмиссии для ряда изотопов от углерода до серы включительно). На установке SPEG были впервые измерены массы более 20 нейтроноизбыточных ядер от Ne до Cl с точностью определения



Директор ЛЯР член-корреспондент АН СССР Ю.Ц.Оганесян знакомит гостей из Сеульского национального университета (Южная Корея) с программой исследований, проводимых в лаборатории

$\Delta E \sim 100$ кэВ. Измерялись полные сечения реакций для экзотических радиоактивных нуклидов ^9Li , ^{11}Li и ^{12}Be на ряде мишеней. Показано, что наблюдается существенное увеличение радиуса взаимодействия по сравнению с менее нейтроноизбыточными изотопами.

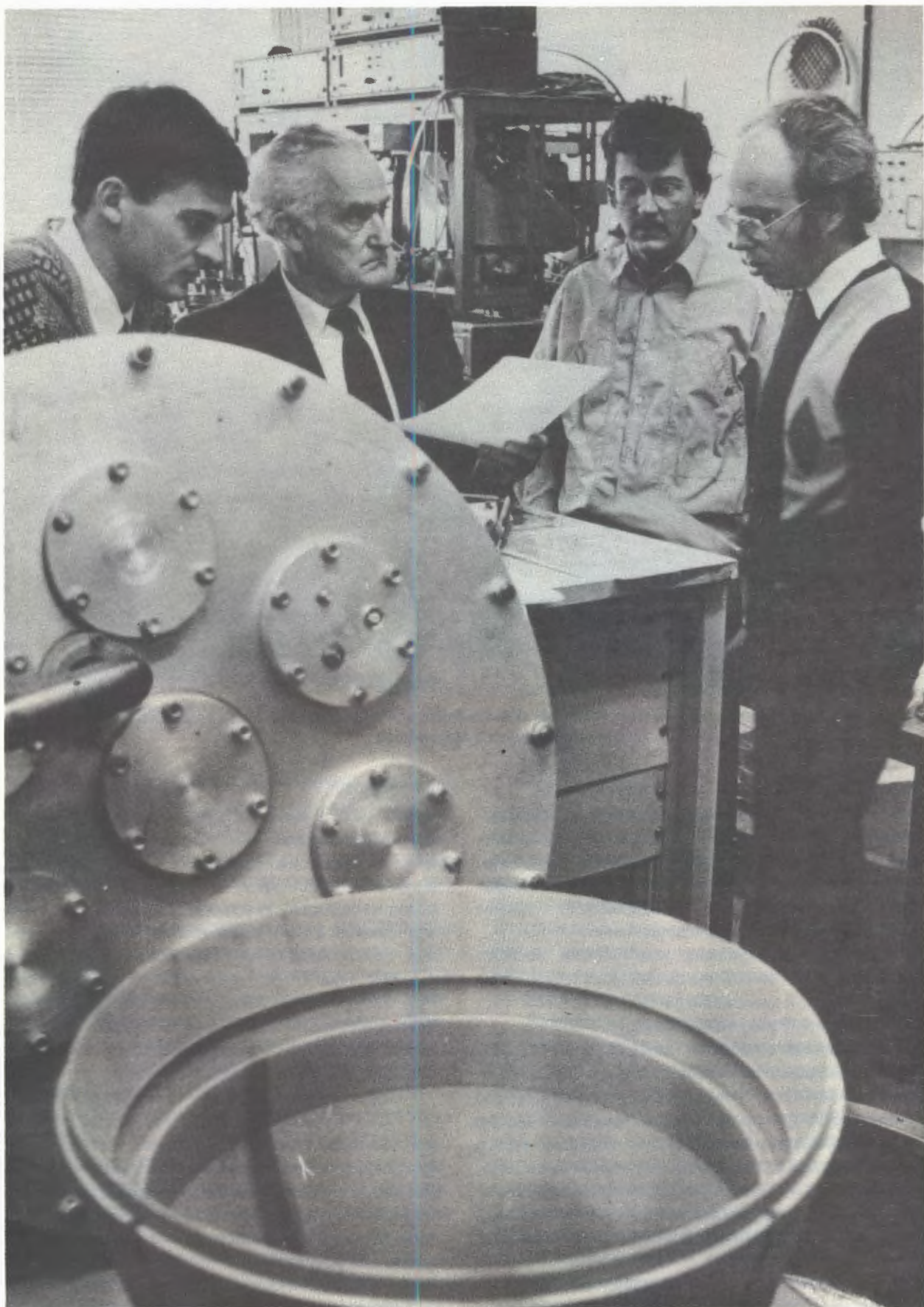
Проведено изучение химических свойств элементов 104 и 105 в водных растворах в сотрудничестве с химиками ряда стран, в том числе Германии, Румынии, Франции.

Завершаются работы по созданию 4 π -газового спектрометра множественных событий — установки ФОБОС, в создание которой помимо ученых Лаборатории ядерных реакций внесли большой вклад ученые ЦИЯИ (Россендорф) и Базы развития Академии наук Болгарии (София). Ведется монтаж установки в зале ускорителя У-400М, на циклотроне У-400 установлен стенд для проведения испытаний измерительных модулей на пучке.

С целью уточнения экспериментальных оценок электрической поляризуемости нейтрона в совместной работе Лаборатории нейтронной физики и Реакторной лаборатории в Гар-

хинге (ФРГ) на реакторе FPM были проведены прецизионные измерения полных нейтронных сечений на изотопе ^{208}Pb в диапазоне энергий 1-2000 эВ. Получены две оценки поляризуемости нейтрона (в связи с двумя значениями длины рассеяния нейтрон-электрон в различных экспериментах): $a_n^I = (0,4 \pm 1,5) \times 10^{-3}$ фм³ и $a_n^{II} = (-1,1 \pm 1,5) \times 10^{-3}$ фм³. Рассматриваются измеренные длины когерентного рассеяния нейтронов, которые позволяют получить оценку поляризуемости независимо от величины (n, e)-взаимодействия.

Совместно с Институтом кристаллографии АН СССР и Лабораторией Резерфорда-Эпплетона (Англия) проведены новые исследования структуры суперионной фазы гидросульфата цезия. Эти исследования проведены с помощью нейтронного дифрактометра высокого разрешения на импульсном источнике ISIS в RAL. Полученные результаты позволили снять противоречия между имевшимися рентгеновскими и нейтронно-структурными данными и сформулировать микроскопическую модель переноса протонов в суперионном состоянии.



Профессор Р.Бок (в центре) – один из ведущих физиков Западной Германии, руководитель и активный участник совместных с ОИЯИ работ – в Лаборатории ядерных реакций



Академик В.А.Мельников (в центре) – создатель ЭВМ БЭСМ-6, верно служившей науке более 20 лет, с разработчиками "на-
стоящего" варианта БЭСМ-6

Совместно с Физическим институтом в Праге (ЧСФР) выполнены исследования атомной структуры монокристалла высокотемпературного сверхпроводника "2-3-2" на основе оксида висмута. Основной задачей исследования являлся поиск корреляции между длинно-периодной модуляцией структуры кристалла и его сверхпроводящими свойствами. Детальные измерения, проведенные на реакторе ИБР-2 в диапазоне температур от 8 до 920 К, показали отсутствие заметной корреляции между сверхпроводящими свойствами и модуляцией структуры. Полученный экспериментальный результат закрывает ряд гипотез, привлекавших подобную корреляцию для объяснения феномена высокотемпературной сверхпроводимости.

Благодаря рекордной светосиле реактора ИБР-2 впервые в мире удалось выполнить полный опыт по исследованию малоуглового рассеяния нейтронов в водных растворах малых молекул (тетраметилмочевины) совместно с физиками ЦИФИ, Будапешт (РВ). Обнаружен новый

необычный эффект – преимущественная ориентация молекул растворителя (воды) вблизи поверхности растворенной молекулы.

Совместно с Институтом информатики в Кракове (ПР) и ЦИЯИ в Россендорфе (ФРГ) сдана в эксплуатацию программа диагностирования состояния импульсного реактора по шумам его параметров.

В сотрудничестве с университетом г.Гейнсвилла (США) выполнены расчеты релятивистских поправок на электромагнитную структуру частиц для слабосвязанных состояний мезомолекул водорода в рамках программы теоретических исследований по мюонному катализу. Используются вычислительные мощности университета.

Совместно с сотрудниками Национального института ядерной физики (Италия) подготовлен "атлас сечений" по рассеянию мезоатомов на ядрах с учетом электронного экранирования, а также разработана математическая часть программного обеспечения многомерной многоканальной задачи рассеяния.

Совместно с Институтом физики средних энергий Австрийской АН и Институтом атомной энергии им.И.В.Курчатова выполнены расчеты матричных элементов для определения

скорости резонансного образования мезомолекул. Использовано математическое обеспечение, созданное в ЛВТА ОИЯИ, и вычислительные мощности ОИЯИ.

НАУЧНЫЕ СОВЕЩАНИЯ

В 1990 году ОИЯИ организовал и провел девять крупных международных совещаний.

IX Международное совещание по проблемам квантовой теории поля, организованное ОИЯИ, проходило в Дубне 24 – 28 апреля. В повестку дня совещания были включены следующие вопросы: последние достижения в теории поля, кварковые модели, кварковые модели и спинная физика, стандартная модель и ее расширения, непertурбативные методы теории поля, суперсимметрия и суперструны, физика частиц и космология. В работе совещания приняли участие более 150 ученых и специалистов из стран-участниц ОИЯИ и других научных центров.

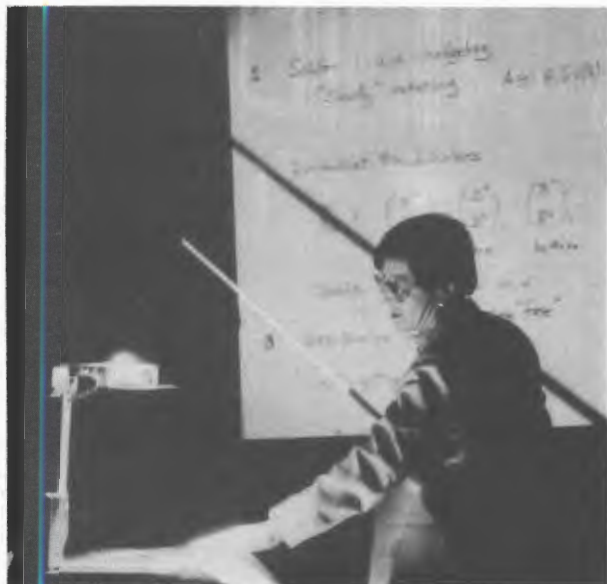
Объединенный институт ядерных исследований провел в Дубне с 22 по 26 мая IV Между-

народное совещание по аналитическим вычислениям на ЭВМ и их применению в физических исследованиях. В программу совещания были включены следующие вопросы: алгоритмы и системы аналитических вычислений, численно-символьный интерфейс, аналитические вычисления на персональных компьютерах, их применения в теоретической и математической физике. По этим темам были представлены приглашенные доклады, оригинальные сообщения и стендовые доклады. В работе совещания приняли участие около 200 специалистов из ОИЯИ, стран-участниц и других стран.

Всесоюзная школа по ядерной физике им. В.М.Галицкого "Новейшие достижения физики высоких энергий" проводилась в Дубне с 15 по 23 июня. В работе школы приняли участие более

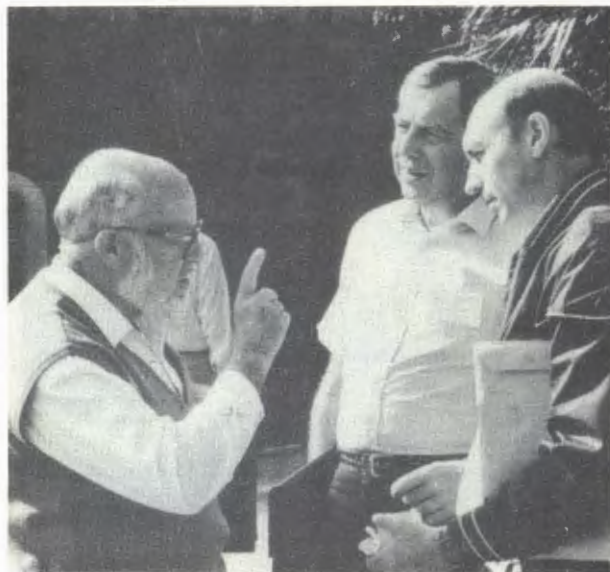
Участники Международной школы "Физика слабых взаимодействий при низких энергиях"





X Международный семинар по проблемам физики высоких энергий (релятивистская ядерная физика и хромодинамика), организованный Объединенным институтом и Научным советом по физике электромагнитных взаимодействий АН СССР





VI Международная школа по нейтронной физике проходила в Алуште. Инициатором Школы был Объединенный институт ядерных исследований при поддержке Министерства атомной энергии и промышленности СССР

150 специалистов и ученых ОИЯИ, ЦЕРНа, научных центров СССР и США.

16 – 26 июля в Дубне проходило Международное совещание “Нелинейные эволюционные уравнения и динамические системы”, организованное ОИЯИ при содействии ЦЕНТИВ АН СССР и Римского университета. Программа совещания включала следующие вопросы: интегрируемые динамические системы и близкие к ним; неинтегрируемые нелинейные уравнения математической физики; приложения в классической и квантовой физике (элементарные частицы, конденсированное состояние, гидродинамика, плазма, статистическая механика и т.д.) и других областях (океанология, биофизика и т.д.). Общее количество участников – ученых из

ОИЯИ, институтов стран-участниц ОИЯИ и других стран – 140 человек.

В Дубне с 4 по 13 сентября проходила Международная школа “Физика слабых взаимодействий при низких энергиях”, организованная ОИЯИ совместно с рядом советских институтов. В работе школы приняли участие более 150 специалистов из Объединенного института и стран-участниц, а также около 30 – из других стран. Известные ученые из многих стран представили слушателям школы более 30 докладов и около 70 оригинальных сообщений по широкому кругу вопросов, связанных как с теоретическими, так и с экспериментальными результатами по актуальным разделам физики слабых взаимодействий.



Международный семинар ОИЯИ – ИФВЭ – ЦЕРН “Стандартная модель и ее расширения: от LEP до УНК и LHC”. На снимке: перед участниками семинара выступает профессор Д.Эллис (ЦЕРН)

X Международный семинар по проблемам физики высоких энергий (релятивистская ядерная физика и квантовая хромодинамика), организованный ОИЯИ и Научным советом по физике электромагнитных взаимодействий АН СССР, проходил в Дубне с 24 по 29 сентября. В программу семинара были включены следующие темы: квантовая хромодинамика больших расстояний, кумулятивные процессы, мультикварковые состояния, структурные функции адронов и ядер. В работе семинара приняли участие более 200 специалистов из стран-участниц ОИЯИ, других научных центров.

25 – 28 сентября в Варшаве (РП) ОИЯИ провел XIV Международный симпозиум по ядерной электронике “КАМАК-90”. В работе симпозиума приняло участие более 150 специалистов из разных стран.

Международный семинар “Стандартная модель и ее расширения: от LEP до УНК и LHC” проходил в Дубне с 1 по 5 октября. В нем принимали участие около 100 ученых и специалистов из стран-участниц ОИЯИ, ИФВЭ, ЦЕРНа и других научных центров. За четыре

дня работы семинара было сделано 56 докладов: 20 обзорных и 36 оригинальных по актуальной тематике, что является особенно важным в свете определения перспектив развития ОИЯИ и его места в мировом распределении научного труда.

VI Международная школа по нейтронной физике проходила в Алуште (Крым) с 8 по 18 октября. Она была организована ОИЯИ при поддержке Министерства атомной энергетики и промышленности СССР. На школе специалисты, работающие в области нейтронной физики, получили возможность ознакомиться с современным состоянием развития экспериментальных и теоретических исследований по ядерной физике и физике конденсированных сред. В работе школы приняли участие ученые из стран-участниц ОИЯИ, а также США, Германии, Франции, Великобритании, Швейцарии, Китая, Японии.

В 1990 г. проведено 27 рабочих совещаний, в том числе по экспериментам на установках “Нейтронный детектор”, СВД, “Слон”, ГИБС, по проекту ФОБОС, по программе исследований

с помощью комплекса ЯСНАПП, изучению механизмов высокотемпературной сверхпроводимости, исследованиям конденсированных сред на реакторе ИБР-2.

Важное значение для деятельности Объединенного института имела работа Комиссии

экспертов Ученого совета ОИЯИ и Международной консультативной комиссии по научной политике ОИЯИ. Рекомендации этих комиссий существенно дополнили выводы и решения постоянно действующих в ОИЯИ научных органов.

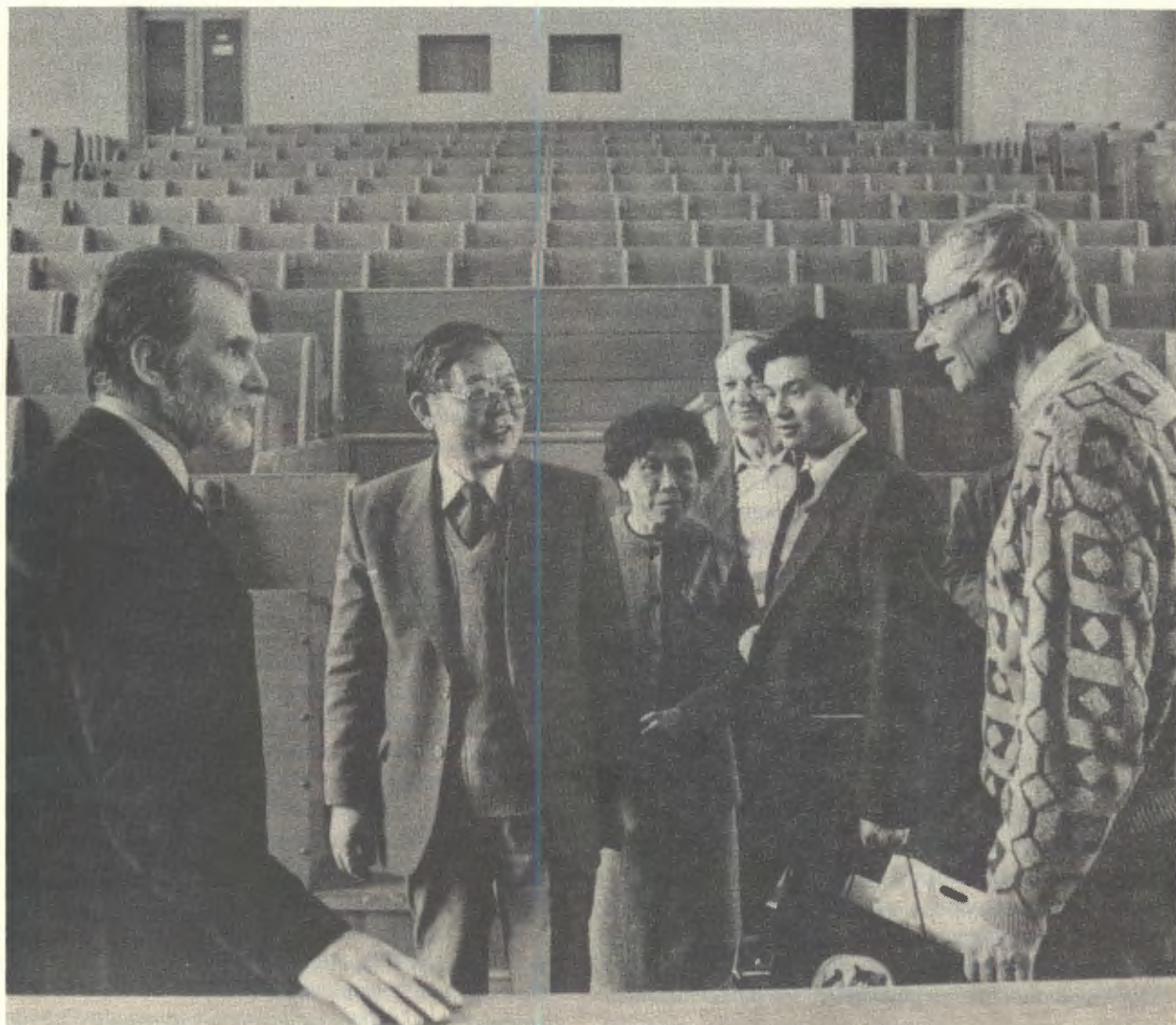
УЧАСТИЕ ОИЯИ В МЕЖДУНАРОДНЫХ И НАЦИОНАЛЬНЫХ КОНФЕРЕНЦИЯХ

В 1990 году ученые и специалисты ОИЯИ участвовали более чем в 180 международных и национальных конференциях.

Наиболее крупные делегации представляли Институт на Конференции по физике ядра (СССР, Москва), Совещании "Ядерная спектро-

скопия и форма атомных ядер" (СССР, Ленинград), Международном симпозиуме "Материаловедение для супертехнологий" (ФРГ, Дрезден), Международном совещании по мультidetекторным системам (Болгария, Варна), XII Международной конференции по частицам и

Делегация Академии наук Китайской Народной Республики во главе с президентом академиком Чжоу Гуанчжао в ОИЯИ. На снимке: директор ЛТФ профессор В.Г.Кадышевский рассказывает гостям о научной программе лаборатории



ядрам (США, Кембридж), VII Международной конференции по поляризационным явлениям в ядерной физике (Франция, Париж), XXV Международной конференции по физике высоких энергий (Сингапур), XIX Международной конференции по физике низких температур (Великобритания, Брайтон), Международной конференции по анализу материалов методами рентгеновской и нейтронной дифракции (ЧСФР, Прага), Международной школе по ядерной структуре (Румыния, Предеал), VII Генеральной конференции ЕФО, IX Международном симпозиуме по спиновой физике высоких энергий (ФРГ, Бонн), Совещании "Физика на УНК" (СССР, Протвино), Симпозиуме по детекторам для сверхпроводящего суперколлайдера (США, Форт Уорт) и др. Итоги этих конференций и полученная информация в большинстве случа-

ев обсуждались на лабораторных или общепитутских семинарах.

Представительная делегация ОИЯИ принимала участие в работе III Школы по экспериментальной аппаратуре в физике высоких энергий, организованной международным комитетом по будущим ускорителям ИКФА в Рио-де-Жанейро (Бразилия). Значительная часть программы школы была посвящена вопросам применения координатных детекторов в биологии и медицине.

Для чтения лекций и проведения лабораторной работы на школе от ОИЯИ были приглашены Ю.В.Заневский и Т.Нэтушил. Параллельно школе было организовано заседание комитета ИКФА, в работе которого принимал участие заместитель директора ЛСВЭ И.А.Голутвин.

ЭКСКУРСИИ В ОИЯИ

В 1990 году в Объединенном институте ядерных исследований было принято 33 экскурсионные группы общей численностью 638 человек.

С деятельностью лабораторий и их планами на будущее ознакомились делегации Министер-

ства по исследованиям и технологии ФРГ, Государственного агентства по атомной энергии РП, Академии наук КНР, делегации Посольств США и ЧСФР, студенты США, Дании, Норвегии и многие другие.

Справка о развитии международного сотрудничества и связей
Объединенного института ядерных исследований за период 1965 – 1990 гг.

Вид сотрудничества	1965	1970	1975	1980	1985	1989	1990
1. Количество командировок специалистов из стран-участниц в ОИЯИ (без совещаний, но с учетом приездов по контрактам)	203	446	1026	1216	1469	1519	1058
2. Количество командировок специалистов ОИЯИ в страны-участницы	171	287	474	558	600	798*	778*
3. Количество научных, методических и научно-организационных совещаний ОИЯИ	19	28	42	40	49	43	44
4. Количество командировок на международные конференции и в научные центры стран-неучастниц	69	166	131	109	119	244	437
5. Количество приездов специалистов из стран-неучастниц	27	176	226	93	144	305	563
6. Количество стипендиатов ОИЯИ	–	8	11	7	3	13	16

* Без учета выездов по вызовам Полномочных Представителей стран-участниц ОИЯИ

**Перечень научных и научно-организационных совещаний,
проведенных Объединенным институтом ядерных исследований в 1990 году**

№ п/п	Наименование совещания	Время проведения	Место проведения	Количество участников
<i>I. Совещания, школы и симпозиумы</i>				
1.	IX Международное совещание по проблемам квантовой теории поля	24 - 28 апреля	Дубна	150
2.	IV Международное совещание по аналитическим вычислениям на ЭВМ и их применению в физических исследованиях	22 - 26 мая	Дубна	210
3.	Всесоюзная школа по ядерной физике им. В.М.Галицкого	15 - 22 июня	Дубна	160
4.	VI Международное совещание по нелинейным уравнениям и динамическим системам	16 - 26 июля	Дубна	100
5.	Международная школа по физике слабых взаимодействий при низких энергиях	4 - 13 сентября	Дубна	170
6.	X Международный семинар по проблемам физики высоких энергий. Релятивистская ядерная физика и квантовая хромодинамика	24 - 29 сентября	Дубна	210
7.	XIV Международный симпозиум по ядерной электронике	25 - 28 сентября	Варшава, РП	150
8.	Международный семинар "Стандартная модель и ее расширения: от LEP до УНК и LHC"	1 - 5 октября	Дубна	100
9.	VI Международная школа по нейтронной физике	8 - 18 октября	Дубна	350
<i>II. Рабочие совещания</i>				
1.	Совещание по проекту ФОБОС	25 - 30 января	София, РБ	50
2.	Совещание по методике и программе исследований на установке импульсного магнитного поля "Слон". Исследование механизма неупругих столкновений релятивистских ядер методом фотоэмульсии	5 - 7 февраля	Дубна	35
3.	Совещание по твердотельным трековым детекторам	6 - 8 февраля	Дубна	50
4.	Совещание по программе исследований удаленных ядер с помощью комплекса ЯСНАПП	20 - 22 февраля	Дубна	50
5.	Совещание по нейтринному детектору	17 - 22 марта	Дубна	50
6.	Совещание по исследованию ядер с помощью нейтронов	20 - 22 марта	Дубна	50
7.	Совещание по установке СВД	27 - 29 марта	Дубна	40

№ п/п	Наименование совещания	Время проведения	Место проведения	Количество участников
8.	Совещание по экспериментам на пучках тяжелых ионов	19 - 21 марта	Дубна	50
9.	Совещание сотрудничества БИС-2 по экспериментам на серпуховском ускорителе	19 - 21 апреля	Дубна	50
10.	Совещание по экспериментам на установке ГИБС	15 - 17 мая	Дубна	50
11.	Совещание по исследованиям на 2-метровой пропановой камере	15 - 17 мая	Дубна	50
12.	Совещание по новым схемам ускорения	29 - 31 мая	Дубна	50
13.	Совещание "Сквиды и избранные вопросы электродинамики ВТСП"	29 - 31 мая	Дубна	50
14.	Совещание по исследованию процессов фрагментации в ядро-ядерных взаимодействиях	12 - 14 июня	Дубна	50
15.	Совещание по исследованию механизма радиационно-индуцированного мутагенеза и репарации ДНК	12 - 14 июня	Дубна	50
16.	Совещание по аппаратуре VME в физических исследованиях	26 - 28 июня	Дубна	50
17.	Совещание "Механизмы высокотемпературной сверхпроводимости"	3 - 6 июля	Дубна	60
18.	Совещание по физическим экспериментам на комплексе "Меченые нейтрино"	10 - 15 сентября	София, РБ	30
19.	Совещание по активационному анализу в охране окружающей среды с использованием ИБР-2	18 - 20 сентября	Дубна	50
20.	Совещание по исследованиям конденсированных сред на реакторе ИБР-2	18 - 20 сентября	Дубна	50
21.	Совещание по исследованию когерентного образования бозонных систем на установке МИС ОИЯИ	9 - 11 октября	Дубна	45
22.	Совещание по методике и программе исследований на установке импульсного магнитного поля "Слон". Исследование механизма неупругих столкновений релятивистских ядер методом фотоэмульсий	23 - 25 октября	Дубна	45
23.	Совещание по исследованиям взаимодействий легких релятивистских ядер	23 - 25 октября	Дубна	25
24.	Совещание-семинар о результатах экспериментов на установке "Людмила" в пучках антипротонов и антинейтронов	30 октября - 3 ноября	Высокие Татры, ЧСФР	40
25.	Совещание по исследованиям на установке СИГМА - АЯКС	18 - 20 декабря	Дубна	45
26.	Совещание по применению лазеров в исследовании атомных ядер	18 - 20 декабря	Дубна	50

№ п/п	Наименование совещания	Время проведения	Место проведения	Количество участников
27.	Совещание по исследованиям на спектрометре РИСК	18 - 20 декабря	Дубна	45

III. Научно-организационные совещания

1.	67 сессия Ученого совета ОИЯИ	9 - 11 января	Дубна	100
2.	Заседание Комитета экспертов Ученого совета по пятилетнему плану	29 января - 2 февраля	Дубна	20
3.	Комитет Полномочных Представителей стран-участниц ОИЯИ	13 - 15 марта	Дубна	80
4.	НКС по физике низких и промежуточных энергий	3 - 5 апреля	Дубна	120
5.	НКС по теоретической физике	17 - 18 апреля	Дубна	100
6.	НКС по физике высоких энергий	10 - 12 апреля	Дубна	120
7.	НКС по исследованию конденсированных сред ядерными методами	19 - 21 апреля	Дрезден, ГДР	45
8.	НКС по единой технической политике	19 - 21 апреля	Дубна	80
9.	Комиссия экспертов членов Ученого совета ОИЯИ	10 - 12 мая	Дубна	25
10.	Заседание Консультативной комиссии по научной политике ОИЯИ	26 - 27 мая	Дубна	25
11.	68 сессия Ученого совета ОИЯИ	5 - 7 июня	Дубна	100
12.	Заседание контрольной комиссии Финансового комитета	12 - 14 июня	Дубна	20
13.	Комитет Полномочных Представителей стран-участниц ОИЯИ	2 - 4 октября	Дубна	80
14.	НКС по физике высоких энергий	20 - 22 ноября	Дубна	120
15.	НКС по физике низких и промежуточных энергий	27 - 29 ноября	Дубна	120
16.	НКС по исследованию конденсированных сред ядерными методами	4 - 5 декабря	Дубна	20
17.	Заседание Финансового комитета	11 - 14 декабря	Дубна	20

Перечень конференций, симпозиумов, совещаний и школ, в которых принимали участие специалисты Объединенного института ядерных исследований в 1990 году

№ п/п	Наименование	Место проведения	Время проведения	Количество участников
1.	Международная конференция по высокотемпературной сверхпроводимости	Индия, Бангалор	10 - 14 января	1
2.	Международное рабочее совещание по свойствам ядер и ядерным возбуждениям	Австрия, Хиршегг	15 - 20 января	1
3.	Международная школа-семинар "Теоретико-групповые и компьютерно-алгебраические методы исследования нелинейных математических моделей динамических систем"	СССР, Рахов	19 - 31 января	2
4.	Конференция по физике ядра	СССР, Москва	23 - 25 января	25

№ п/п	Наименование	Место проведения	Время проведения	Количество участников
5.	Международная школа по рассеянию нейтронов в конденсированных средах	Германия, Тюрингдорф	5 - 9 февраля	3
6.	Школа молодых ученых "Автоматизация физических исследований"	СССР, Серпухов	11 - 16 февраля	1
7.	Зимняя школа по физике ядра и элементарных частиц	СССР, Усть-Нарва	12 - 21 февраля	20
8.	II Международное рабочее совещание "Нейтронные телескопы"	Италия, Венеция	13 - 15 февраля	1
9.	XXVI Зимняя школа по теоретической физике	Польша, Карпач	18 февраля - 4 марта	3
10.	Школа по прикладной сверхпроводимости	СССР, Харьков	19 - 24 февраля	1
11.	Школа-семинар по использованию ядерно-физических методов в биофизике и молекулярной биологии	СССР, Усть-Нарва	22 - 27 февраля	1
12.	XI Школа "Современные проблемы ядерной физики"	СССР, Москва	25 февраля - 2 марта	3
13.	Рабочее совещание "Гиперболическое поведение динамических систем"	Франция, Париж	28 февраля - 2 марта	1
14.	Международное совещание по высокотемпературным сверхпроводникам	Италия, Триест	12 - 30 марта	1
15.	V Международная конференция по методике экспериментов на встречных пучках	СССР, Новосибирск	15 - 21 марта	4
16.	Международное совещание "Технология программирования, искусственный интеллект и экспертные системы"	Франция, Лион	19 - 24 марта	1
17.	Заседание Комитета по ядерной физике ЕФО	Франция, Страсбург	21 марта - 1 апреля	1
18.	XIX Совещание по физике и технике низких температур	Германия, Гауссиг	26 - 30 марта	1
19.	Конференция по избранным вопросам теории твердого тела	СССР, Таллинн	1 - 5 апреля	1
20.	Международное рабочее совещание по ядерной динамике	Италия, о.Эльба	2 - 7 апреля	2
21.	XXVIII Международная весенняя школа по ядерной физике	Германия, Хольцхау	2 - 6 апреля	5
22.	XXII Международный симпозиум по физике радиационной защиты	Германия, Гауссиг	2 - 7 апреля	3
23.	8 Рабочее совещание по исследованию взаимодействий тяжелых ионов при релятивистских энергиях	СССР, Москва	3 - 5 апреля	3
24.	X Международная конференция ЕФО по физике конденсированных сред	Португалия, Лиссабон	9 - 12 апреля	1
25.	V Международный симпозиум по методу вращения спина мюона	Великобритания, Оксфорд	9 - 12 апреля	1
26.	Совещание "Ядерная спектроскопия и форма атомных ядер"	СССР, Ленинград	10 - 13 апреля	35
27.	Международная конференция по магнитным фазовым переходам	Япония, Осака	13 - 16 апреля	2
28.	Рабочее совещание по экспериментальным установкам для суперколлайдера	США, Кембридж, Ок-Ридж	16 - 28 апреля	2

№ п/п	Наименование	Место проведения	Время проведения	Количество участников
29.	XX Международный симпозиум по электронной структуре твердых тел	Германия, Гауссиг	17 - 20 апреля	2
30.	Рабочее совещание по физике низкоразмерных электронных систем	Италия, Триест	20 апреля - 16 июня	1
31.	Участие в церемонии пуска ускорителя тяжелых ионов	Германия, Дармштадт	22 - 26 апреля	1
32.	Международная конференция "Структура ядра в 90-х годах"	США, Ок-Ридж	23 - 27 апреля	2
33.	Международная конференция по физике ядерных реакторов	Франция, Марсель	23 - 27 апреля	1
34.	XVII Международный симпозиум по автордиографии	Польша, Карпач	23 - 28 апреля	3
35.	Международный симпозиум "Материаловедение для супертехнологий"	Германия, Дрезден	24 - 27 апреля	19
36.	Международная конференция по адронным структурным функциям и партонным распределениям	США, Батавия	26 - 28 апреля	1
37.	XXV Школа по физике	Польша, Закопане	27 апреля - 13 мая	3
38.	Школа по математической физике	Германия, Лейпциг	4 - 16 мая	1
39.	Радиохимическая конференция	Чехо-Словакия, 7 - 11 мая Мариански Лазни		5
40.	Международная конференция "Кварковое вещество-90"	Франция, Ментона	7 - 11 мая	3
41.	Рабочее совещание по проекту "Соленоидальный детектор для экспериментов на суперколлайдере"	США, Даллас, Батавия	9 мая - 2 июня	3
42.	Международная конференция "Строгие результаты в квантовой динамике"	Чехо-Словакия, 11 - 15 мая Либлице		8
43.	Рабочее совещание по корреляциям при многочастичной генерации	Германия, Марбург	14 - 16 мая	3
44.	Конференция "Криогеника-90"	Чехо-Словакия, 14 - 19 мая Кошице		1
45.	VIII Симпозиум по сильноточной электронике	СССР, Свердловск	16 - 18 мая	2
46.	Международное совещание по мультidetекторным системам	Болгария, Варна	16 - 23 мая	11
47.	Международная конференция "Уравнение Шредингера и ему соответствующие классические уравнения"	Германия, Обервольфах	20 - 26 мая	1
48.	Международная весенняя школа "Нелинейный анализ, функции пространства и приложения"	Чехо-Словакия, 21 - 25 мая Рудниц-над- Лабем		1
49.	Европейская вакуумная конференция	Италия, Триест	21 - 26 мая	1
50.	III Международный семинар по ядерной физике	Италия, о.Искья	21 - 25 мая	3
51.	Международная конференция по радиационному материаловедению	СССР, Алушта	22 - 25 мая	3

№ п/п	Наименование	Место проведения	Время проведения	Количество участников
52.	XIII Варшавский симпозиум по физике элементарных частиц	Польша, Казимеж	28 мая - 1 июня	2
53.	Рабочее совещание по мюонному катализу	Австрия, Вена	28 мая - 1 июня	1
54.	XX Совещание по физике взаимодейст- вия заряженных частиц с кристаллами	СССР, Москва	25 - 31 мая	5
55.	Международный симпозиум "Перспективы развития информационного обслуживания в научно-технической и промышленных областях"	СССР, Ленинград	25 - 31 мая	3
56.	Международная школа по ядерной физике	СССР, Киев	28 мая - 8 июня	6
57.	X Международная Вавиловская конференция по нелинейной оптике	СССР, Новосибирск	31 мая - 4 июня	5
58.	XII Европейская конференция по малочастичным системам	СССР, Ужгород	1 - 5 июня	4
59.	I Советско-польский симпозиум по физике сегнетоэлектриков и родственных материалов	СССР, Львов	4 - 8 июня	1
60.	Международный коллоквиум по групповым методам в физике	СССР, Львов	4 - 9 июня	10
61.	Международное совещание "Взаимодействие коротко- и длиннодействующих сил в квантовых системах"	Венгрия, Веленсе	7 - 12 июня	6
62.	Участие в мероприятиях Комитета по ядерной физике ЕФО	Израиль, Реховот	7 - 20 июня	1
63.	XIV Международная конференция "Нейтрино-90"	Швейцария, Женева	10 - 15 июня	3
64.	X Международный семинар по теории атомного ядра	Болгария, Гюлечица	10 - 15 июня	1
65.	Международная конференция по передовой технологии и физике частиц	Италия, Комо	11 - 15 июня	1
66.	II Европейская конференция по ускорителям заряженных частиц	Франция, Ницца	12 - 16 июня	3
67.	Школа "Новейшие достижения в физике высоких энергий"	СССР, Дубна	15 - 23 июня	6
68.	Школа по динамическим системам	Чехо-Словакия, Стара Тура	17 - 23 июня	1
69.	Международный семинар по постускорителям	СССР, Киев	18 - 22 июня	3
70.	Международная конференция "Математическое моделирование и прикладная математика"	СССР, Москва	18 - 23 июня	4
71.	Школа-семинар "Актуальные проблемы квантовой теории поля"	СССР, Томск	18 - 29 июня	1
72.	26 Совещание по физике низких температур	СССР, Донецк	19 - 21 июня	2
73.	X Международная конференция "Физика столкновений"	США, Дарем	21 - 23 июня	1
74.	XXVIII сессия КОСПАР	Нидерланды, Гаага	23 - 29 июня	1
75.	Международный семинар "Эффекты сильного разупорядочения в ВТСП"	СССР, Томск	25 - 29 июня	1

№ п/п	Наименование	Место проведения	Время проведения	Количество участников
76.	Международная конференция по нелинейным явлениям в физике и механике сплошных сред	СССР, Пермь	25 июня - 1 июля	1
77.	III Школа по термолюминесцентной дозиметрии	СССР, Иркутск	25 июня - 2 июля	1
78.	XII Международная конференция по частицам и ядрам	США, Кембридж	25 - 29 июня	8
79.	Международная конференция по использованию синхротронного излучения СИ-90	СССР, Москва	26 - 29 июня	2
80.	Совещание по космологии и альтернативным теориям гравитации	СССР, Пржевальск	27 - 29 июня	1
81.	Международное совещание по корреляциям частиц и интерферометрии в ядерных столкновениях	Франция, Нант	28 - 30 июня	2
82.	Конференция по физике антипротонов низких энергий	Швеция, Стокгольм	2 - 6 июля	2
83.	8 Международная конференция по мощным пучкам частиц	СССР, Новосибирск	2 - 5 июля	2
84.	Заседание оргкомитета Международного совещания по нелинейным и динамическим системам	Италия, Рим	4 - 8 июля	1
85.	Участие в подготовке и защите проекта Л-СТАР	США, Сноумасс	8 - 14 июля	1
86.	13 Семинар по физике высоких энергий в теории поля	СССР, Протвино	9 - 13 июля	4
87.	VII Международная конференция по поляризованным явлениям в ядерной физике	Франция, Париж	9 - 13 июля	8
88.	Международная конференция по жидкостной экстракции	Япония, Киото	16 - 21 июля	2
89.	III Школа ИКФА по экспериментальной аппаратуре	Бразилия, Рио-де-Жанейро	16 - 28 июля	5
90.	Конференция по технике низких температур и криогенике	Великобритания, Саутгемптон	17 - 19 июля	2
91.	Международный конгресс кристаллографов	Франция, Бордо	19 - 28 июля	2
92.	Рабочее совещание по термическим теориям поля	Япония, Цукуба	23 - 27 июля	1
93.	Международная конференция по истории термодинамики	Венгрия, Веспрем	23 - 28 июля	1
94.	Рабочее совещание по атомной и молекулярной физике	Италия, Триест	23 июля - 10 августа	1
95.	Летняя школа по физике	Франция, Каржез	30 июля - 11 августа	1
96.	XXV Международная конференция по физике высоких энергий	Сингапур	2 - 8 августа	11
97.	Международная конференция по малоугловому рассеянию	Бельгия, Левен	6 - 9 августа	1
98.	Международное совещание по безопасности быстрых реакторов	США, Сноуберд	12 - 16 августа	1

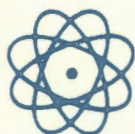
№ п/п	Наименование	Место проведения	Время проведения	Количество участников
99.	V Международная конференция по адронной механике и непотенциальным взаимодействиям	США, Седар Фоллз	13 - 17 августа	1
100.	XXVIII Конференция по координационной химии	Германия, Гера	13 - 18 августа	1
101.	XIX Международная конференция по физике низких температур	Великобритания, Брайтон	16 - 22 августа	4
102.	V Международная школа по применению лазеров в физике	СССР, Вильнюс	19 - 26 августа	2
103.	Международная конференция по анализу материалов методами рентгеновской и нейтронной дифракции	Чехо-Словакия, Прага	20 - 24 августа	6
104.	Международная объединенная конференция по компьютерной алгебре	Япония, Токио	20 - 24 августа	1
105.	V Международная конференция по численным методам	Венгрия, Мишкольц	20 - 25 августа	1
106.	Симпозиум в честь 50-летия открытия трансурановых элементов	США, Беркли, Вашингтон	25 августа - 1 сентября	1
107.	Международная конференция "Молекулярная динамика в мембранах"	Венгрия, Тихань	25 - 29 августа	1
108.	X Международный конгресс "ХИСА-90" (химическая инженерия, химическое оборудование и автоматизация)	Чехо-Словакия, Прага	26 августа - 1 сентября	2
109.	Международная школа по ядерной физике ("Ядерная и атомная физика на ускорителях 90-х гг.")	Польша, Миколайки	26 августа - 5 сентября	3
110.	Симпозиум по микропроцессорам и микропрограммированию "Евромикро-90"	Нидерланды, Амстердам	27 - 30 августа	1
111.	II Пражская конференция по информационной теории статистических решений функций и случайных процессов	Чехо-Словакия, Прага	27 - 31 августа	2
112.	XIV Рабочее совещание "Непертурбативные методы в квантовой теории поля"	Венгрия, Дебрецен	27 - 30 августа	1
113.	Международная школа по ядерной структуре	Румыния, Предеал	28 августа - 8 сентября	5
114.	II Школа по вычислительным наукам и суперкомпьютерам	СССР, Одесса	31 августа - 9 сентября	6
115.	XV Международная конференция по твердотельным детекторам	Германия, Марбург	3 - 7 сентября	6
116.	Рабочее совещание "Внутренние мишени-90"	СССР, Новосибирск	3 - 8 сентября	2
117.	Международная конференция "Первичный нуклеосинтез и эволюция ранней Вселенной"	Япония, Токио	4 - 8 сентября	1
118.	VIII Генеральная конференция ЕФО	Нидерланды, Амстердам	4 - 8 сентября	3
119.	II Конференция по позиционно-чувствительным детекторам	Великобритания, Лондон	4 - 7 сентября	1
120.	Международное совещание по рождению мягких дилептонов и фотонов в адрон-адронных взаимодействиях	США, Питтсбург	6 - 8 сентября	1

№ п/п	Наименование	Место проведения	Время проведения	Количество участников
121.	Школа по симметриям и свойствам конденсированных сред	Польша, Познань	6 - 12 сентября	2
122.	VII Тиханьский симпозиум по радиационной химии	Венгрия, Балатонсеплак	9 - 14 сентября	2
123.	Международная конференция по физике многозарядных ионов	Германия, Гиссен	10 - 14 сентября	4
124.	IX Международный симпозиум по спиновой физике высоких энергий	Германия, Бонн	10 - 15 сентября	10
125.	Международная школа по качественным аспектам и приложениям нелинейных уравнений	Италия, Триест	10 сентября - 5 октября	2
126.	Школа по теории сильнокоррелированных систем	Польша, Щирк	15 - 21 сентября	1
127.	XXVI Международная школа по физике элементарных частиц	Югославия, Трогир	15 - 22 сентября	1
128.	Рабочее совещание по нейтронной дифракции "СФИНКС-90"	Финляндия, Отаниеми	16 - 20 сентября	2
129.	III Конференция "Микроанализ на ионных пучках"	СССР, Сумы	17 - 19 сентября	1
130.	IX Международная конференция по текстурам материалов	Франция, Авиньон	17 - 21 сентября	1
131.	Международная конференция "Технология и техника морей и океанов"	Болгария, Варна	17 - 21 сентября	1
132.	Школа-семинар "Топологические теории поля и точные решения в общей теории относительности"	СССР, Красноярск	17 - 24 сентября	5
133.	Международная школа по физике конденсированного состояния ("Новые проблемы в физике электронных материалов")	Болгария, Варна	21 - 29 сентября	3
134.	Рабочее совещание по физике тау-лептона	Франция, Орсе	24 - 27 сентября	2
135.	Международная конференция по ионной имплантации	Болгария, Елените	24 - 28 сентября	2
136.	Совещание "Физика на УНК"	СССР, Протвино	25 - 28 сентября	21
137.	Международная конференция по методам Монте-Карло в расчетах переноса нейтронов и фотонов	Венгрия, Будапешт	25 - 28 сентября	1
138.	Совещание по ядерным реакциям	СССР, Ташкент	28 сентября - 2 октября	2
139.	Симпозиум по использованию радиофармпрепаратов	Южная Корея, Сеул	25 сентября - 3 октября	2
140.	Симпозиум "Географические свойства вещества внутреннего строения Земли"	СССР, Махачкала	1 - 6 октября	2
141.	Международная школа по структуре биомакромолекул	Чехо-Словакия, Старая Лесна	1 - 5 октября	1
142.	Школа-конференция молодых ученых "Физика атомного ядра и элементарных частиц. Теория и эксперимент"	СССР, Ужгород	1 - 7 октября	2
143.	Международная школа "Нелинейность и хаос"	СССР, Ташкент	1 - 7 октября	2
144.	V Совещание по когерентному взаимодействию излучения с веществом	СССР, Алушта	2 - 8 октября	2

№ п/п	Наименование	Место проведения	Время проведения	Количество участников
145.	XII Совещание по ускорителям заряженных частиц	СССР, Москва	3 - 5 октября	62
146.	Рабочее совещание по большому адронному калориметру	Германия, Ахен	4 - 9 октября	1
147.	Международная школа "Микробиальный синтез биологически активных веществ"	Болгария, Варна	7 - 11 октября	3
148.	Семинар ИКФА по перспективам развития физики высоких энергий	СССР, Протвино	8 - 13 октября	16
149.	Международный симпозиум по теории элементарных частиц	Германия, Госен	8 - 12 октября	1
150.	Международный симпозиум по физике тяжелых ионов	Китай, Ланчжоу	8 - 12 октября	2
151.	Школа по автоматизации исследований в ядерной физике и астрофизике	СССР, Ужгород	8 - 13 октября	3
152.	Европейское совещание по циклотронам	Франция, Кан	10 - 12 октября	3
153.	Международная школа по элементарному масс-спектрометрическому анализу	СССР, Тбилиси	13 - 20 октября	2
154.	Международный симпозиум по спектроскопии гамма-лучей	США, Асиломар	14 - 19 октября	1
155.	Симпозиум по детекторам для сверхпро- водящего суперколлайдера	США, Форт Уорт	15 - 18 октября	5
156.	VII Химический симпозиум	СССР, Киев	15 - 20 октября	1
157.	Международная конференция "Аномаль- ные ядерные эффекты в твердых телах"	США, Прово	22 - 24 октября	1
158.	Международная конференция "50 лет трансурановым элементам"	США, Хьюстон	22 - 23 октября	1
159.	XI Совещание международной коллабора- ции по новым источникам нейтронов	Япония, Ибараки	22 - 26 октября	1
160.	Международная конференция "Структура адронов-90"	Чехо-Словакия, Смоленице	22 - 26 октября	10
161.	XIV Европейская конференция по ядерной физике	Чехо-Словакия, Братислава	22 - 26 октября	9
162.	Научно-технический семинар "Перспективные вакуумные технологические процессы, оборудование и элементная база микроэлектроники"	СССР, Сочи	23 - 26 октября	2
163.	Конференция по применению эффекта Мессбауэра	Куба, Гавана	29 октября - 2 ноября	1
164.	III Осенняя школа по математической экологии	Италия, Триест	29 октября - 16 ноября	1
165.	Совещание коллаборации "Соленоидальный детектор"	США, Санта Крус	29 октября - 13 ноября	1
166.	Международный симпозиум по природе и свойствам высокотемпературных сверхпроводников	Вьетнам, Ханой	29 октября - 31 октября	3
167.	Заседание Комитета по ядерной физике ЕФО	Германия, Дармштадт	3 - 11 ноября	1
168.	XIX Международный симпозиум по охладительным кольцам и их применению	Япония, Токио	5 - 8 ноября	1

№ п/п	Наименование	Место проведения	Время проведения	Количество участников
169.	Конференция "Кремний-90"	Чехо-Словакия, 5 - 9 ноября Рожнов		1
170.	Совещание экспертов по сотрудничеству с ОИЯИ	Германия, Берлин	6 - 11 ноября	1
171.	Церемония завершения стадии сооружения ускорителя HERA	Германия, Гамбург	7 - 9 ноября	1
172.	Советско-финский симпозиум "Комплексные системы автоматизированной обработки данных"	СССР, Москва	13 - 15 ноября	1
173.	Семинар "Применение машинной графики в моделировании и обучающих системах"	СССР, Пенза	20 - 23 ноября	1
174.	Конференция по фундаментальным взаимодействиям элементарных частиц	СССР, Москва	26 - 29 ноября	40
175.	III Международная конференция "Программное обеспечение ЭВМ"	СССР, Тверь	26 - 30 ноября	4
176.	Рабочее совещание по высокотемпературной сверхпроводимости и смежным областям	Италия, Триест	26 ноября - 14 декабря	1
177.	Международная конференция "Аппаратура и системы VME"	Германия, Майнц	27 - 28 ноября	1
178.	Совещание по нелинейным явлениям	Франция, Монпелье	30 ноября - 4 декабря	3
179.	I Международная школа по анализу компьютерных систем и управлению	Италия, Триест	3 - 14 декабря	1
180.	Совещание по аспектам нелинейной динамики	Бельгия, Брюссель	6 - 8 декабря	2
181.	IV Совещание "Автоионизационные явления в атомах"	СССР, Москва	11 - 13 декабря	2

ОБЩЕИНСТИТУТСКИЕ СЛУЖБЫ



ОТДЕЛ РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ И РАДИАЦИОННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Сотрудники отдела в 1990 году контролировали уровни ионизирующих излучений, содержание радионуклидов в окружающей среде, нормы и правила работы с источниками ионизирующих излучений, выполнили также ряд научно-методических работ.

Радиационный контроль осуществлялся на следующих ядерно-физических установках ОИЯИ:

- импульсном реакторе ИБР-30 при средней мощности 10 кВт;
- импульсном реакторе ИБР-2 со средней мощностью до 2 МВт;
- синхрофазотроне в режиме ускорения протонов и релятивистских ядер с энергией до нескольких ГэВ/нуклон;
- фазотроне в режиме ускорения и вывода пучка протонов с энергией до 660 МэВ;
- циклотронах У-200 и У-400 в режимах ускорения и вывода ионов с энергиями до 20 МэВ/нуклон;
- микротроне МТ-25 на энергию электронов 25 МэВ;
- сильноточных ускорителях электронов на энергии от нескольких кэВ до 16 МэВ;
- других источниках ионизирующих излучений.

Итоги контроля радиационной обстановки и индивидуальных доз внешнего облучения персонала в зонах радиационного воздействия показали, что годовой уровень облучения персонала и населения не превысил ни предельно допустимых доз, ни пределов доз. К концу 1990 года на индивидуальном дозиметрическом контроле в ОИЯИ состояло 2565 человек, из них 186 сотрудников, прикомандированных к ОИЯИ из сторонних организаций. Годовая доза облучения у 98,6% сотрудников, работающих в радиационно-вредных условиях труда, не превысила 15 мЗв (1,5 бэр), что ниже регламентированной величины. Доза облучения в окружающей среде от ядерно-физических установок Института не превышает в городе трех процентов от природной дозы радиации; радиоактивность внешней среды в районе расположения ОИЯИ по результатам контроля почвы, растительности и воды обусловлена наличием в ней естественных радиоактивных элементов и продуктов глобальных выпадений, на фоне которых вклад работы установок Института в загрязненность окружающей среды не обнаружен.

С целью развития и совершенствования средств радиационного контроля модернизиро-

вана автоматизированная система радиационного контроля (АСРК) фазотрона с заменой части устаревших блоков электроники на современные и заменой микромашины на персональный компьютер "Правец-16" в верхнем уровне АСРК.

Развита программа работы АСРК на ИБР-30 с целью подключения дополнительных датчиков для контроля мощностей доз гамма-излучения и нейтронов в зале реактора и датчиков контроля бета-активного газа в кассетах зоны реактора. Разработана подпрограмма передачи информации о превышении установленных порогов в каналах контроля радиоактивных аэрозолей и газов в системах управления защиты реактора.

Создан и апробирован программный пакет для считывания показаний с термолуминесцентных детекторов (ТЛД) и вычисления доз излучения на их основе^{/1/}.

Разработан и отлажен пакет прикладных программ для работы с базой данных индивидуального дозиметрического контроля (ИДК)^{/2/}. В практику измерений внедрена низкофоновая установка на основе углеродсодержащего детектора для регистрации адронов высокой энергии, флюенс которых соизмерим с допустимой величиной.

В области радиационных исследований завершены работы по сравнению средств ИДК ускорительных центров (ОИЯИ, ИФВЭ, ЦЕРН). Показания индивидуальных дозиметров ОИЯИ в большинстве полей, в которых проводились сравнения, хорошо согласуются со значениями доз облучения в этих полях^{/3/}. Подведены итоги исследований одной из моделей альбедодозиметра в полях излучения ядерно-физических установок ОИЯИ и ампулированных источников^{/4/}. Созданы опорные поля на основе калифорния-252 в полиэтиленовых замедлителях, в рассеянном поле излучения фазотрона и на пучке № 12 ИБР-2, предназначенные для градуировки и установления дозиметрических характеристик средств радиационного контроля. Подготовлены рекомендации по защите нуклотрона. Подведены некоторые итоги выполнения сотрудниками отдела темы "Развитие и совершенствование средств и методов радиационного контроля, базы метрологического обеспечения дозиметрических измерений; исследования радиационной обстановки на действующих, проектируемых и вводимых ядерно-физических установках ОИЯИ"^{/5/}.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бучнев В.Н., Громов В.О., Крячко А.П. – Сообщение ОИЯИ 16-90-478, Дубна, 1990.
2. Бучнев В.Н., Крячко А.П. – ОИЯИ, 16-90-482, Дубна, 1990.
3. Головачик В.Т. и др. – ИФВЭ ОРИ, 90-98, Протвино, 1990.
4. Nikodemova D. et al. – *Jad.en.*, 1990, 36, p.2, 58.
5. Комочков М.М. – ОИЯИ, P16-89-539, Дубна, 1989.

ОПЫТНОЕ ПРОИЗВОДСТВО

В 1990 году коллектив Цеха опытного производства концентрировал свои усилия на выпуске продукции для циклотрона У-400М (Лаборатория ядерных реакций) и сверхпроводящего ускорителя – нуклотрона (Лаборатория высоких энергий).

Для ускорителя У-400М было изготовлено в общей сложности более 20 наименований различных узлов, в том числе каркасы дуантов, корпуса корректирующих катушек, закорачи-

вающие пластины, измерители напряжения на дуантах, пробники токовые и внутренней диагностики, плакировки камер и дуантов, детали водоохлаждения и др.

Более 32 наименований узлов было изготовлено для нуклотрона. Простое перечисление показывает, какие усилия коллектив Цеха опытного производства приложил для производства этих технологически сложных изделий в очень короткие сроки. Были изготовлены криостаты с

В Цехе опытного производства закончен монтаж первой партии координатных плоскостей из дрейфовых труб для мюонного спектрометра, который будет использован в совместном ОИЯИ – ЦЕРН эксперименте NA-47



вакуумными камерами, задвижки быстродействующие и шиберы, станции наблюдения, цилиндры Фарадея, азотные экраны для гелиевых трубопроводов, секции ввода пучка, измерительные периоды, железные ярма магнитов с расширенной апертурой и т.д. Кроме того, сделан целый ряд приспособлений и штампов для изготовления узлов и деталей ускорителя.

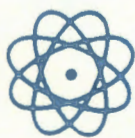
Для Лаборатории ядерных проблем были выполнены работы по производству сверхпроводящего магнита ДЦ-1, спектрометрического магнита установки "Нептун", магнитной системы ускорителя У-115И, магнитопровода установки МАРС и ряд других заказов. Продолжались работы по изготовлению узлов подвижного отражателя ИБР-2 для Лаборатории нейтронной физики и отладка установок АИСТ для Лаборатории вычислительной техники и автоматизации. Более 100 заказов выполнено для подразделений и организаций, обслуживающих

лаборатории Института, – ОГЭ, АХО, РСУ, МСЧ-9, ОРС и др.

Для лабораторий Объединенного института ядерных исследований и сотрудничающих с ними организаций выпущено большое количество радиоэлектронной продукции, в том числе около 1000 печатных плат, более 1500 элементов конструктива в стандарте КАМАК, 570 различных источников питания, около 100 крейтов с источниками питания, 2200 блоков в стандарте КАМАК и около 700 плат с монтажом. В то же время практически не велись работы по освоению изделий в новых стандартах ядерной электроники.

Резко снизилось количество изготавливаемых проволочных детекторов, в результате чего не полностью используются производственные мощности, предназначенные для такого рода изделий. В течение года было изготовлено лишь 16 больших пропорциональных камер.

НАУЧНАЯ ИНФОРМАЦИЯ



ИЗДАТЕЛЬСКИЙ ОТДЕЛ

В 1990 году издательский отдел ОИЯИ выпустил в свет 636 наименований сообщений и препринтов ОИЯИ. Издано 246 служебных материалов.

Вышли из печати 16 сборников трудов различных конференций, школ и совещаний, организованных ОИЯИ. Среди них: Труды Международной конференции по избранным вопросам структуры ядра, Международной школы-семинара по физике тяжелых ионов, XI Рабочего совещания по нейтринному детектору ИФВЭ — ОИЯИ, II Семинара “Гравитационная энергия и гравитационные волны”, Рабочего совещания по исследованию механизма радиационно-индуцированного мутагенеза и репарации ДНК.

В серии брошюр “Лекции для молодых ученых” опубликованы лекции Д.И.Казакова “Физика вне стандартной модели”, Н.М.Плакиды “Высокотемпературные сверхпроводники”, В.Н.Первушина “Атомы и адроны в калибровочных теориях”.

В 1990 г. издано 7 сборников “Кратких сообщений ОИЯИ”, в которых опубликовано 37 статей, содержащих оригинальные научные, научно-технические, методические и прикладные результаты.

Продолжался выпуск информационного бюллетеня “Новости ОИЯИ”, который приобретает все большую популярность в кругах научной общественности.

В редакции журналов, на различные конференции, симпозиумы, совещания и школы, проводившиеся как в странах-участницах, так и в других странах, издательским отделом было направлено 1156 статей и докладов, содержащих результаты работ ученых Дубны. Статьи сотрудников ОИЯИ публиковались в таких жур-

налах, как “Журнал экспериментальной и теоретической физики”, “Теоретическая и математическая физика”, “Приборы и техника эксперимента”, “Ядерная физика”, “Физика элементарных частиц и атомного ядра”, “Сверхпроводимость: физика, химия, техника”, “Journal of Physics”, “Physics Letters”, “Zeitschrift fur Physik”, “Nuclear Physics”, “Nuclear Instruments and Methods”, “Europhysics Letters” и др.

В 44 страны мира рассылались публикации Дубны. В 1990 году в списке рассылки публикаций ОИЯИ появилось 20 новых адресов.

В научно-техническую библиотеку Объединенного института в 1990 г. поступило в порядке обмена 9527 публикаций из 44 стран, в том числе 2021 — из ЦЕРНа. В порядке обмена же в НТБ бесплатно поступает 130 наименований научных журналов из 22 стран.

Оперативному информированию читателей научно-технической библиотеки о новых поступлениях служат выпускаемые издательским отделом экспресс-бюллетени НТБ и патентного отдела. Увидел свет традиционный ежегодный “Библиографический указатель работ сотрудников ОИЯИ за 1989 г.” и “Отчет о деятельности ОИЯИ за 1989 г.”. Издан сборник “Открытия и изобретения сотрудников ОИЯИ за 1987–1988 гг.”.

Издательским отделом выполнялись многочисленные заказы лабораторий на ксерокопирование.

Для обработки экспериментальной информации и других целей отпечатано свыше 300 тысяч различных бланков.

Выполнено более 3 тысяч заказов на переплетные работы.

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БИБЛИОТЕКА

В 1990 году число читателей Научно-технической библиотеки Объединенного института и ее филиалов составило 5585 человек. Количество выданной за год литературы и просмотренных на выставках новых поступлений составило около 245 тысяч экземпляров. По заявкам читателей получено по межбиблиотечному абонементу (МБА) 1879 наименований. Выполнено более 750 заявок, поступивших из библиотек Советского Союза.

По всем источникам комплектования (покупка, подписка, книгообмен) в 1990 году поступило более 15 тысяч экземпляров книг, препринтов, периодических изданий, в том числе 9400 — на иностранных языках. Продолжалась работа по очистке фонда от устаревшей литературы.

На 1 января 1990 года библиотечный фонд составил около 413 тысяч экземпляров, из них более 170 тысяч — на иностранных языках.

Все поступившие издания своевременно обрабатывались и отражались в центральном каталоге и в каталогах филиалов. Каталоги пополнились 17454 карточками, тематические карточки – 18943 карточками. Картотека публикаций сотрудников Института пополнилась 2943 карточками.

Подготовлен к печати с использованием персональной ЭВМ “Указатель работ сотрудников ОИЯИ за 1989 год”.

Еженедельно выпускались экспресс-бюллетени “Книги”, “Препринты”, “Статьи” (156 номеров), содержащие информацию о новых публикациях (23107 наименований).

Еженедельно обновлялись выставки новых поступлений книг, препринтов, на которых было представлено 8719 наименований. В НТБ организовано 7 тематических выставок.

ОБМЕН ИЗДАНИЯМИ

Всего за 1990 год в научно-техническую библиотеку ОИЯИ поступило в порядке обмена 9527 публикаций из 44 стран, в том числе из ЦЕРНа – 2021. В порядке обмена в НТБ бесплатно поступают научные журналы из 22 стран (130 названий).

Конкретное количество поступлений показывает следующая таблица:

Наименование стран	Препринты	Журналы	Книги
<i>Страны-участницы ОИЯИ</i>			
Болгария	1	4	1
Венгрия	43	4	2
ГДР	75	5	6
Куба	-	1	-
МНР	-	-	-
Польша	71	5	-
Румыния	54	5	2
СССР	1786	23	1
Чехо-Словакия	16	10	2
Всего:	2046	57	14

Наименование стран	Препринты	Журналы	Книги
--------------------	-----------	---------	-------

Другие страны и международные организации

Австралия	41	-	-
Австрия	39	3	47
Бельгия	43	1	-
Бразилия	196	-	-
Великобритания	175	-	1
Венесуэла	2	-	1
Греция	5	-	-
Дания	9	-	2
Западный Берлин	7	5	-
Израиль	27	-	-
Индия	69	6	-
Ирландия	23	-	-
Испания	81	-	-
Италия	466	1	3
Канада	125	-	1
Колумбия	14	-	-
Мексика	15	-	1
Нидерланды	32	1	-
Норвегия	14	-	-
Португалия	3	-	-
США	2124	7	21
Турция	1	-	-
Финляндия	91	-	-
Франция	491	3	-
ФРГ	663	-	5
Швейцария	153	-	2
ЦЕРН	2021	3	31
Швеция	37	-	-
Югославия	-	1	-
Япония	496	3	18
Аргентина	2	-	-
Сингапур	1	-	-
Корея	-	2	-
Китай	7	-	-
ЮАР	8	-	-
Всего:	7481	36	133
Общее количество:	9527	93	147

ПАТЕНТНЫЙ ОТДЕЛ

ЗАЩИТА И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЙ

	1990 г.	1958 – 1990 гг.
Получено положительных решений по заявкам на изобретения	34	1286
Использовано изобретений	7	583

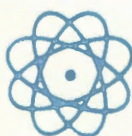
РАЦИОНАЛИЗАТОРСКИЕ ПРЕДЛОЖЕНИЯ

	1990 г.	1958 – 1990 гг.
Использовано рационализаторских предложений	170	14564
Экономический эффект от использования изобретений и рационализаторских предложений (тыс.руб.)	39,6	3441,4



Фотовыставка работ Ю.Туманова в Национальном политехническом музее в Софии. На снимке: директор ИЯИЯЭ БАН профессор И.Ванков открывает фотовыставку

**АДМИНИСТРАТИВНО-
ХОЗЯЙСТВЕННАЯ
ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ**



КАДРЫ

Численность сотрудников Объединенного института ядерных исследований на 31 декабря 1990 года составила 7159 человек.

Распределение по категориям показано в таблице.

В Объединенном институте ядерных исследований работают 3 академика: А.М.Балдин, Д.Киш, Б.М.Понтекорво; 6 членов-корреспондентов академий наук: В.П.Джелепов, И.Звара, М.Г.Мещеряков, Р.М.А.Мир-Касимов, Ю.Ц.Оганесян, Д.В.Ширков; 3 доцента; 185 докторов наук; 646 кандидатов наук.

В 1990 году принято 700 человек:

- научных работников	- 203
- инженеров	- 94

- техников, мастеров и лаборантов	- 56
- рабочих	- 297
- учеников	- 21
- служащих	- 27
- младшего обслуживающего персонала	- 2

Уволено из ОИЯИ за этот же период в связи с окончанием срока работы и по другим причинам 816 человек. В течение года присвоены ученые звания профессора 11 сотрудникам, старшего научного сотрудника - 17, младшего научного сотрудника - 12.

Защитили кандидатские диссертации 31 сотрудник, докторские - 14.

Категория работников	Численность		
	в лабораториях и управлении	в производственных подразделениях	Всего
Научные работники	1367	2	1369
Инженеры	1533	256	1789
Техники, мастера и лаборанты	175	127	302
Рабочие	1760	1436	3196
Ученики	8	9	17
Служащие	255	165	420
Младший обслуживающий персонал	4	62	66
Итого:	5102	2057	7159

ФИНАНСОВАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

Комитет Полномочных Представителей правительств государств-членов ОИЯИ для проведения научно-исследовательских работ, капитального строительства и других мероприятий, связанных с деятельностью Института, на 1990 год ассигновал 50,5 млн.руб. Фактические расходы за год составили 50,5 млн.руб.,

или 100% по отношению к годовым ассигнованиям.

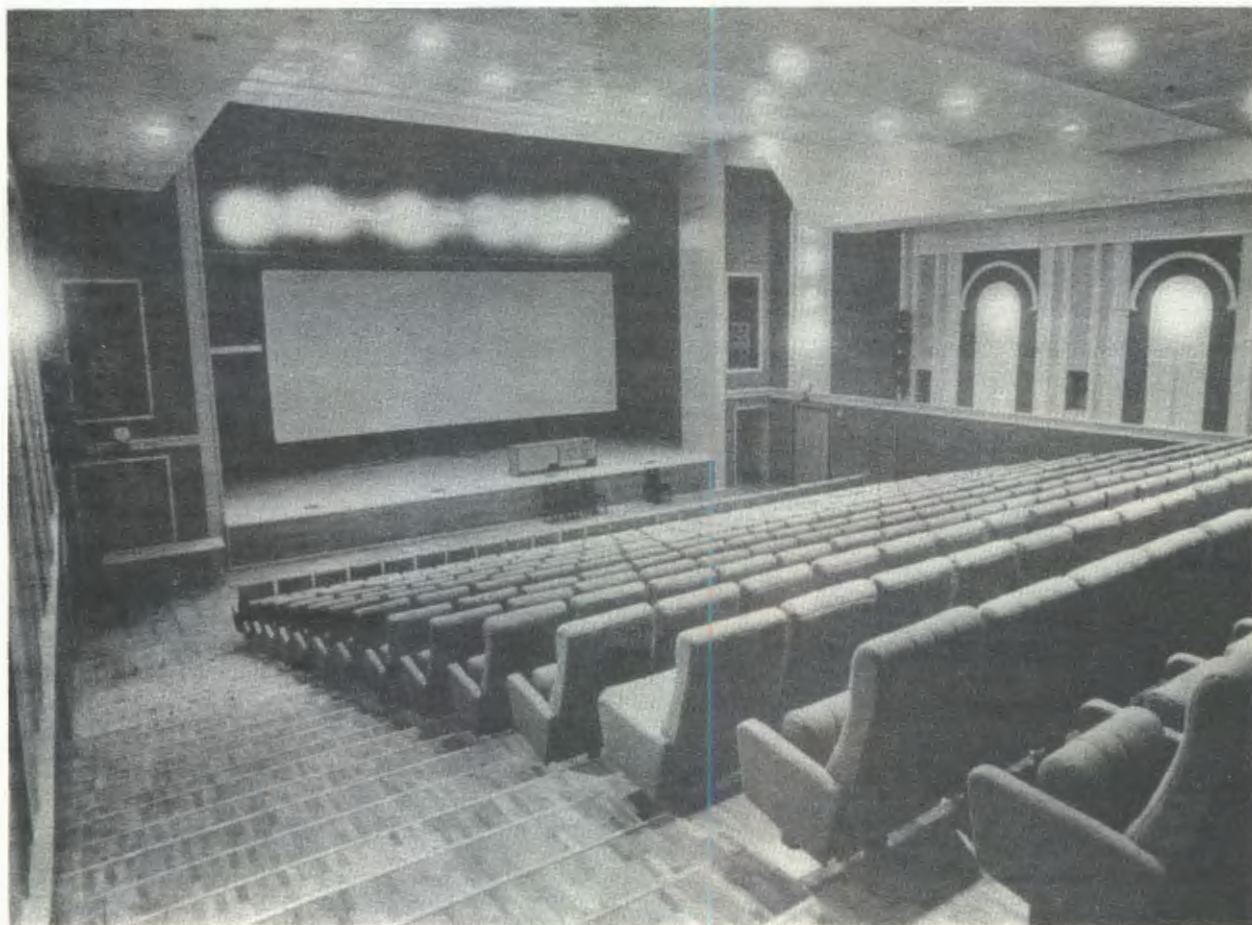
Проблемно-тематический план научно-исследовательских работ Объединенного института ядерных исследований за 1990 год выполнен в полном объеме как в сметной стоимости, так и по номенклатуре. Фактические расходы соста-

вили 35,2 млн.руб., или 96,5% к сметной стоимости. Достигнута экономия 1,3 млн.руб.

Распределение бюджета по разделам приведено в таблице:

Наименование разделов	Ассигнования на год, млн. руб.	Фактические расходы за год, млн. руб.	% к плану
I. Административно-управленческие и хозяйственные расходы	1,2	1,2	100,0
II. Расходы на научно-исследовательскую деятельность	35,3	34,0	96,4
Итого по основной деятельности	36,5	35,2	96,5
III. Капитальные вложения на строительство научно-исследовательских и других объектов	14,0	15,3	109,0
Всего	50,5	50,5	100,0

Актовый зал нового санатория-профилактория ОИЯИ в Ратмино



КАПИТАЛЬНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО

Затраты Объединенного института на капитальное строительство научно-исследовательских и других объектов планировались в сумме

14 миллионов рублей. Выполнение годового плана капитального строительства показано в таблице:

Структура капитальных вложений	Годовой план, млн. руб.	Фактическое выполнение, млн. руб.	% выполнения
Всего капитальных вложений, в том числе:	14,0	15,3	109,0
1. Строительно-монтажные работы	1,2	1,2	96,7
2. Оборудование и инвентарь	12,4	13,7	109,8
3. Проектно-изыскательские и пр. затраты	0,4	0,4	124,5
Ввод в действие основных средств (фондов)	13,0	12,9	99,3

Завершается строительство нового жилого дома на улице Первомайской



ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

В состав Объединенного института ядерных исследований входят производственные, вспомогательные и обслуживающие подразделения.

Деятельность этих подразделений за 1990 год характеризуется основными показателями, приведенными в таблице:

Показатели	Годовой план	Фактическое выполнение
1. Объем готовой продукции, выполненных работ и оказанных услуг, млн. руб.	18,4	18,8
2. Результаты финансово-хозяйственной деятельности, млн. руб.	1,0	2,0
3. Затраты на один рубль готовой продукции, выполненных работ и оказанных услуг (коп.)	94,5	89,5
4. Численность работающих	2236	2044



В конце 1990 года в живописном уголке города открылся новый детский комбинат "Радуга" с плавательным бассейном