

3251/93

ДУБНА·1992

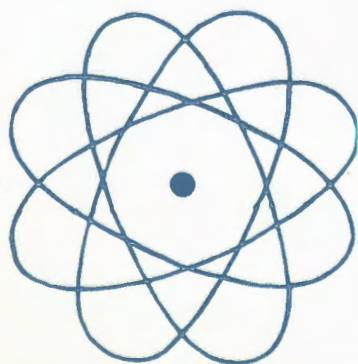
ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ



JOINT INSTITUTE FOR NUCLEAR RESEARCH

1992·DUBNA

**ОТЧЕТ
О ДЕЯТЕЛЬНОСТИ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ**



ЕЖЕГОДНОЕ ИЗДАНИЕ

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
РУКОВОДЯЩИЕ И КОНСУЛЬТАТИВНЫЕ ОРГАНЫ ОИЯИ	
Деятельность руководящих и консультативных органов	8
Премии	24
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЕ РАБОТЫ, ВЫПОЛНЕННЫЕ ЛАБОРАТОРИЯМИ ОИЯИ В 1992 ГОДУ	
Лаборатория теоретической физики	28
Лаборатория высоких энергий	39
Лаборатория сверхвысоких энергий	53
Лаборатория ядерных проблем	63
Лаборатория ядерных реакций	82
Лаборатория нейтронной физики	95
Лаборатория вычислительной техники и автоматизации	115
Учебно-научный центр	122
МЕЖДУНАРОДНЫЕ СВЯЗИ И НАУЧНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО	124
ОБЩЕИНСТИТУТСКИЕ СЛУЖБЫ	
Отдел радиационной безопасности и радиационных исследований	144
НАУЧНАЯ ИНФОРМАЦИЯ	
Издательский отдел	146
Научно-техническая библиотека	147
Патентный отдел	148
АДМИНИСТРАТИВНО-ХОЗЯЙСТВЕННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ	150

ВВЕДЕНИЕ

1992 год стал для Объединенного института ядерных исследований знаменательным. Совещанием Комитета Полномочных Представителей правительств государств — членов Института подписан новый Устав ОИЯИ, в котором нашли отражение принципы открытости для равноправного участия всех заинтересованных государств в деятельности Института. В качестве его членов приняты новые государства: Азербайджан, Армения, Беларусь, Грузия, Казахстан, Молдова, Россия, Узбекистан, Украина. Институт продолжал выпускать научную продукцию, активно участвовал в огромном количестве совместных исследований в мировом научном процессе.

Выполняя решения мартовского и июньского совещаний КПП, в сложных финансовых условиях ОИЯИ сконцентрировал ресурсы на тех направлениях, которые обеспечены конкурентоспособной научной базой и имеют высокую научную значимость. К ним относятся физика тяжелых

ионов, исследования по физике конденсированных сред ядерными методами, методические и экспериментальные разработки по физике элементарных частиц, теоретическая физика.

Среди наиболее важных научных результатов 1992 года можно отметить следующие. Осуществлен технологический пуск нуклотрона. На ускорителе У-400М получен внутренний пучок ионов вплоть до неона-20, создана экспериментальная установка ФОБОС. Запущен нейтронный фурье-дифрактометр ФДРВ рекордно высокого разрешения. Завершены работы по изготовлению криогенного замедлителя для реактора ИБР-2. Разработаны проекты нейтронного источника ИРЕН, накопительного комплекса К4-К10 и с-тау фабрики. Реализован проект КРАСТ. Проведены пробные сеансы компьютерной связи по проекту КОКОС.

На пучках поляризованных дейтронов синхрофазотрона при наивысших в мире энергиях



Дирекция ОИЯИ. Вице-директор — профессор Ц.Вылов (Болгария), директор — член-корреспондент РАН В.Г.Кадышевский, вице-директор — действительный член РАИН А.Н.Сисакян



21 января, Дубна. Подписание протокола Координационного комитета по выполнению Соглашения о сотрудничестве и использовании установок ОИЯИ между Институтом и Федеральным министерством исследований и технологий ФРГ

получены новые данные по спиновой структуре дейтрона. Осуществлен физический пуск установки ЭКСЧАРМ в новой экспериментальной зоне ОИЯИ на У-70 (Протвино) и имеются первые результаты по наблюдению гиперонов, очарованных гиперонов и экзотических адронов. В коллаборации GANIL — ЛТФ — ЛЯР проведен цикл экспериментов по исследованию упругого рассеяния и реакций взаимодействия вторичных пучков радиоактивных ядер с ядрами, получены новые данные по параметрам потенциала ядро-ядерных взаимодействий. На фазотроне выполнен уникальный эксперимент по измерению вероятности переходов мюоний — антимюоний, для вероятности процесса конверсии получено значение в 1,5 раза ниже существующей сегодня оценки. На реакторе ИБР-2 впервые выполнены эксперименты по динамике жидкого гелия-4 в области энергий нейтронов, меньших энергии большинства ветвей многофононного рассеяния. Обнаружено расщепление ветви возбуждений в максон-ротонной области. Этот результат может быть интерпретирован как первое прямое наблюдение бозе-конденсата в сверхтекучем гелии.

Дирекцией Института предпринимались значительные усилия по стабилизации его деятельности. Состоялись визиты в Польшу, Чехо-Сло-

вакию, Венгрию, Румынию и Болгарию для переговоров с Полномочными Представителями этих стран и выработки единого подхода к их участию в работе ОИЯИ.

Для углубления научного сотрудничества с Италией подготовлено Соглашение, в рамках которого подписан протокол о совместных исследованиях с Национальным институтом ядерной физики. Подписано Соглашение между ОИЯИ и Институтом физики ядра и физики частиц (Франция). Состоялись встречи дирекции ОИЯИ с руководителями SSCL, FNAL и CEBAF (США), на которых намечены перспективы сотрудничества. Готовятся Соглашения с Государственным атомным центром APE, Австрийским физическим обществом, Институтом Вейсмана в Израиле, Международным центром теоретической физики в Триесте. В Дубне были приняты представительные делегации Южной Кореи и Ирана для обсуждения возможного участия этих стран в работе ОИЯИ.

В рамках действующего Соглашения с ФМИТ ФРГ в Дубне прошло экспертное совещание по научной программе сотрудничества между ОИЯИ и научными центрами Германии. В 1992 году в рамках этого сотрудничества было опубликовано 64 статьи и сделано 29 сообщений на международ-

ных конференциях, активно развивалось сотрудничество по теоретической Программе Гейзенберг — Ландау.

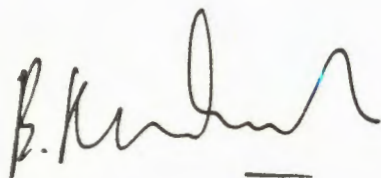
Стадию предварительного согласования прошло подготовленное Соглашение с Россией как страной местонахождения ОИЯИ. Соглашение между ОИЯИ и Министерством атомной энергетики и промышленности принято к рассмотрению. Министерство будет содействовать Институту в скорейшем внедрении научно-технических разработок, изготовлении оборудования для физических установок, в строительно-монтажных работах, финансировании договорных работ.

Радикальные политические и экономические изменения, произошедшие в странах-участниках, поставили перед дирекцией Института ряд задач по сохранению интеллектуального и научно-технического потенциала ОИЯИ. В рамках программы преобразований, направленных на стабилизацию работы, образована комиссия по совершенствованию структуры Института, разработаны мероприятия по прекращению бюджетного финансирования ряда базовых установок и экспериментов на них. Создание внебюджетных хозяйственных структур позволило получить дополнительные рабочие места и финансовые источники, что играет важную роль при сокращении численности штата Института. Положительным моментом явилось начало перевода сотрудников — граждан России на контрактную систему, что позволяет придать больший

динамизм формированию коллективов и обеспечить постоянное обновление и омоложение Института.

В декабре 1992 года состоялись два заседания Оргкомитета по созданию Международного университета на базе Учебно-научного центра при ОИЯИ. В этой новой сфере деятельности Институт рассчитывает на помощь многочисленных международных и частных фондов ассоциаций, поддерживающих образование. Мы приступаем к постепенному преобразованию ОИЯИ из чисто научно-исследовательской международной организации в международный центр, где фундаментальная наука и инженерно-методические разработки будут интегрированы с образованием. Университет — это еще одна прекрасная возможность влить в Институт молодые силы.

Сегодня Институт, продолжающий играть ключевую роль в организации сотрудничества ученых из 18 стран-участниц ОИЯИ, — признанный центр исследований, проводимых научными организациями этих стран с ведущими физическими институтами и лабораториями мира. Концепция ОИЯИ — это крупный многоплановый международный научный центр, в котором объединены фундаментальные исследования в области современной ядерной физики, разработки и применения новейших технологий и университетское образование в соответствующих областях знаний.



В.Г.Кадышевский
Директор Объединенного института
ядерных исследований

**РУКОВОДЯЩИЕ
И КОНСУЛЬТАТИВНЫЕ
ОРГАНЫ ОИЯИ**



ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ РУКОВОДЯЩИХ И КОНСУЛЬТАТИВНЫХ ОРГАНОВ ОИЯИ

СОВЕЩАНИЯ КОМИТЕТА ПОЛНОМОЧНЫХ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ ОИЯИ

17—18 марта в Дубне состоялось совещание Комитета Полномочных Представителей правительств государств — членов Объединенного института ядерных исследований. Заседания Комитета Полномочных Представителей проходили под председательством Б.Г.Салтыкова.

Заслушав доклад директора ОИЯИ академика Д.Киша о деятельности Института в 1991 г. и задачах на 1992 г., Комитет Полномочных Представителей одобрил работу Института по выполнению плана научно-исследовательских работ и международного сотрудничества в 1991 г. и доклад дирекции.

Утверждены решения 70 и 71 сессий Ученого совета ОИЯИ, а также план научно-исследовательских работ и международного сотрудничества на 1992 год, планы проведения научных совещаний, командирования специалистов Института на международные и национальные конференции, совещания и школы в 1992 г.

Одобен список тем первого приоритета и распределение бюджета по направлениям с учетом рекомендаций Ученого совета. При этом решено обеспечить первоочередное финансирование тем первого приоритета.

Для укрепления и развития существующих приоритетных научных направлений и создания предпосылок будущего развития экспериментальной базы, необходимой ОИЯИ как международному центру, КПП определил неотложные меры по концентрации ресурсов, сводящиеся к тому, чтобы

— осуществить в 1992 г. переход на проектно-тематическое и внебюджетное целевое финансирование программ, проектов, установок;

— определить как основные базовые установки будущего в программе развития Института К4-К10, ИРЕН (источник резонансных нейтронов), установки с использованием накопителей электронов;

— предложить начать работы по проекту ИРЕН с 1992 г., выделить для этих целей необходимые средства (срок реализации — 1992—1995 гг.);

— по проекту накопительного комплекса тяжелых ионов К4-К10 в течение года провести разработку рабочих чертежей; рассматривая этот проект как общеевропейский и мировой, определить состав участников коллаборации и их вклады, использовать широкую международную экспертизу;

— по проектам установок с использованием накопителей электронов подготовить материал для проведения международной технической экспертизы;

— создание нуклотрона завершить до конца 1992 г., имея в виду его вывод на расчетные физические параметры и готовность к началу экспериментов, для этих целей выделить необходимые средства;

— рекомендовать поддержать участие Объединенного института в программе исследований по физике высоких энергий на крупнейших ускорителях других научных центров;

— финансирование синхрофазотрона ЛВЭ, фазотрона ЛЯП и реактора ИБР-30 из бюджета ОИЯИ начать сокращать с 1 октября 1992 г. и прекратить с 1 января 1993 г. Вопрос о возможном демонтаже установок, передаче их другим организациям или о создании на их базе самостоятельных подразделений должен решаться по согласованию с правительством России;

— пузырьковые камеры, использующиеся как самостоятельные установки, вывести из эксплуатации и демонтировать до конца 1992 г.;

— все установки для обработки filmовой информации с упомянутых пузырьковых камер вывести из эксплуатации до конца 1992 г. и реализовать их заинтересованным организациям, возможно создание самостоятельного хозяйственного подразделения для их использования;

— произвести соответствующую корректировку Проблемно-тематического плана и заключенных соглашений;

— оценить социальные последствия реализации данной программы. Учитывая неизбежное сокращение численности сотрудников Объеди-

ненного института в 1992 г., способствовать созданию новых рабочих мест вне Института.

Комитет Полномочных Представителей поручил дирекции Института провести мероприятия по увековечению памяти почетного директора ОИЯИ академика Н.Н.Боголюбова.

Из доклада административного директора Объединенного института профессора Ю.Н.Денисова Комитет Полномочных Представителей принял к сведению информацию о проекте бюджета ОИЯИ на 1992 г. с общей суммой расходов 29,2 млн долларов США.

Дирекции и Финансовому комитету поручено разработать принципы и формулы определения долевых взносов и представить их на рассмотрение июньского совещания КПП.

Дирекции ОИЯИ разрешена продажа по рыночной стоимости или передача в аренду выводимых из эксплуатации основных фондов, включая экспериментальные и базовые установки, здания и сооружения. Полученные средства предусмотрено использовать как дополнительный источник расходов по бюджету Института и финансирования вновь сооружаемых объектов и установок. Принят «Порядок передачи в аренду или продажи устаревшего, выводимого из эксплуатации оборудования, установок, зданий и сооружений».

КПП был ознакомлен с перечнем объектов капитального строительства.

В связи с изменяющейся финансово-экономической ситуацией в стране местонахождения ОИЯИ дирекции Института предоставлено право оперативного перераспределения средств по статьям в пределах утвержденной суммы бюджета в целом, а также изменения действующих в Институте схем должностных окладов и тарифных ставок в рублях России с учетом инфляционных процессов.

КПП счел недопустимым участие членов дирекции ОИЯИ в коммерческих структурах.

Комитет Полномочных Представителей, рассмотрев заявления правительств Азербайджанской Республики, Республики Армения, Республики Грузия, Республики Казахстан с просьбой присоединиться к Соглашению об организации ОИЯИ от 26 марта 1956 г. и о признании Устава ОИЯИ, приветствовал этот шаг республик и большинством голосов принял указанные республики в число государств — членов Объединенного института ядерных исследований.

КПП, рассмотрев устное заявление Полномочного Представителя правительства Республики Молдова о ее желании присоединиться к Соглашению об организации ОИЯИ от 26 марта 1956 года и о признании Устава ОИЯИ, одобрил этот шаг республики и большинством голосов

принял Республику Молдова в число государств — членов ОИЯИ.

Республика Молдова считается государством — членом ОИЯИ с момента получения письменного заявления ее правительства о вступлении в Объединенный институт ядерных исследований.

Заслушав и обсудив информацию У.Якубозе о работе Финансового комитета, КПП утвердил протокол заседания Финансового комитета от 9—11 декабря 1991 г. и принял к сведению протоколы заседаний от 26—28 февраля и 15—16 марта 1992 г. Утвержден отчет ОИЯИ об исполнении бюджета за 1990 г.

Заслушав и обсудив доклад председателя Рабочей группы КПП профессора Т.Рускова о проекте основных нормативных документов ОИЯИ, Комитет Полномочных Представителей утвердил и открыл для подписания в июне 1992 г. новую редакцию Устава ОИЯИ, подготовленную Рабочей группой на 18 марта 1992 г. КПП рекомендовал Институту начать придерживаться нового Устава до его подписания.

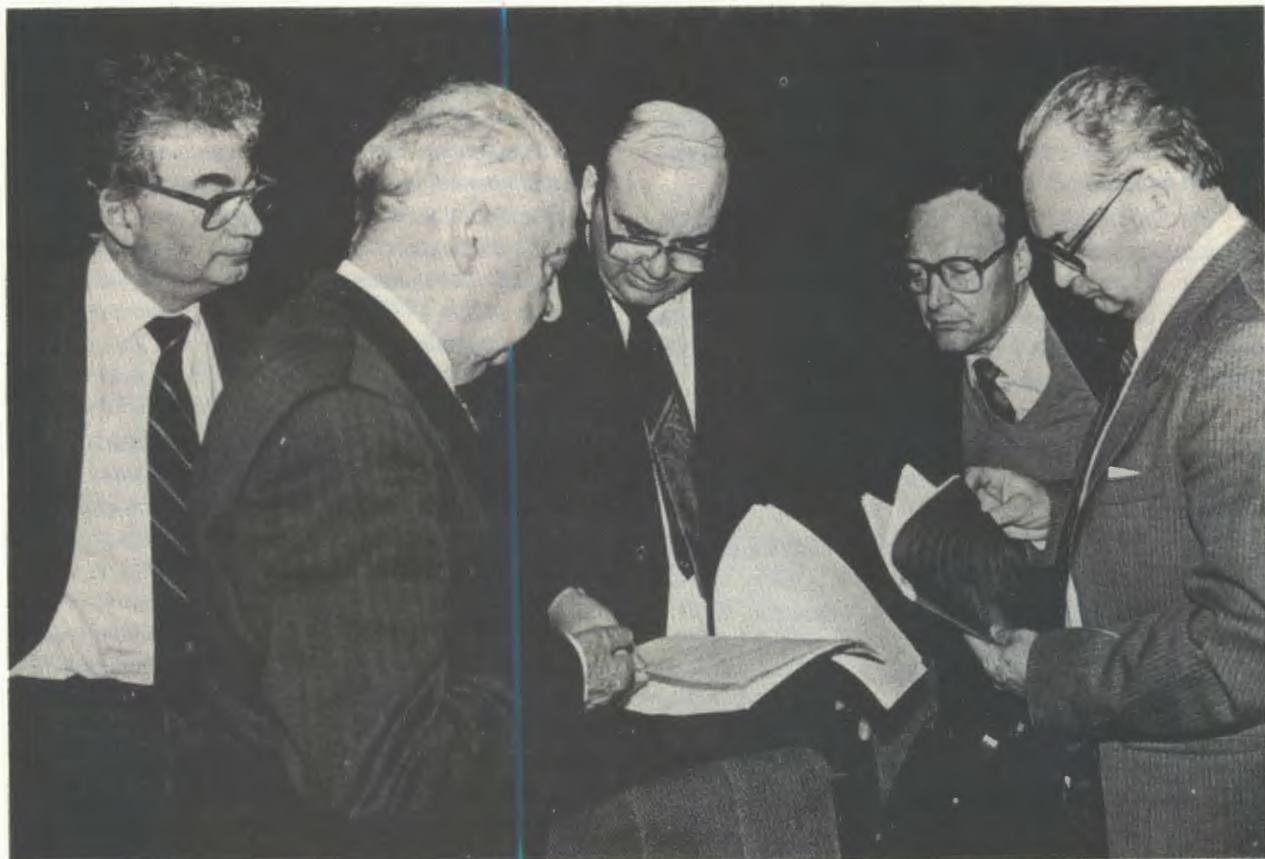
Комитет Полномочных Представителей заслушал доклады члена-корреспондента РАН Ю.Ц.Оганесяна о проекте накопителей тяжелых ионов К4-К10, профессора А.Н.Сисакяна о проекте с-тау фабрики и синхротронного источника, доктора физико-математических наук В.Л.Аксенова о проекте нейтронного источника высокого разрешения. КПП одобрил работу, сделанную дирекцией Института и дирекциями лабораторий по подготовке проектов, и поручил провести их международную экспертизу к марту 1993 г.

Заслушав информацию Комиссии по выборам дирекции ОИЯИ, КПП постановил перенести выборы дирекции ОИЯИ на июнь 1992 г. Полномочия действующего состава дирекции продлены до выборов. Комиссии поручено разработать проект нормативного документа, определяющего процедуру вступления в должность вновь избранной дирекции.

Полномочия председателя Комитета Полномочных Представителей Б.Г.Салтыкова продлены до следующего заседания.

23—24 июня в Дубне состоялось совещание Комитета Полномочных Представителей правительств государств — членов Объединенного института ядерных исследований. Заседания КПП проходили под председательством вице-премьера правительства России, министра науки, высшей школы и технической политики Российской Федерации Б.Г.Салтыкова.

Комитет Полномочных Представителей заслушал и принял к сведению информацию директора Объединенного института академика Д.Киша о работе дирекции по руководству научной и финансовой деятельностью ОИЯИ в 1992 г.



На совещании Комитета Полномочных Представителей
правительств государств — членов ОИЯИ, проходившем в
Дубне 17—18 марта





Одобен Проблемно-тематический план научно-исследовательских работ и международного сотрудничества ОИЯИ на 1992 г. по темам первого приоритета.

КПП счел целесообразным сохранить действующий состав Ученого совета на 73 сессии и подготовить к сессии предложения по новому составу в соответствии с новым Уставом ОИЯИ.

Состоялись выборы директора Объединенного института. КПП заслушал рекомендации комиссии по выборам дирекции ОИЯИ и обсудил представленные кандидатуры: В.Г.Кадышевский, А.Михул, А.Ю.Румянцев. Комитет принял к сведению предложенные программы кандидатов.

На основании результатов тайного голосования директором ОИЯИ на срок, определенный Уставом ОИЯИ, избран член-корреспондент РАН В.Г.Кадышевский.

Утверждена процедура вступления в должность вновь избранной дирекции.

Комитет Полномочных Представителей выразил глубокую благодарность академику ВАН Д.Кишу за плодотворную работу на посту директора Объединенного института ядерных исследований.

Комитет Полномочных Представителей государств — членов ОИЯИ, рассмотрев заявление Правительства Республики Узбекистан о ее желании присоединиться к Соглашению об организации ОИЯИ от 26 марта 1956 г. и о признании Устава ОИЯИ, приветствовал этот шаг Республики Узбекистан и единогласно принял Республику Узбекистан в число государств — членов Объединенного института ядерных исследований.

Заслушав информацию У.Якубозе о разработке Финансового протокола, КПП утвердил Финансовый протокол как неотъемлемую часть Устава ОИЯИ. Протокол определяет условия, касающиеся финансовой деятельности Института.

Принят следующий порядок определения долевых взносов государств — членов ОИЯИ на 1992—1993 гг.:

а) Общий объем финансирования деятельности Института устанавливается КПП за год до планируемого периода.

б) Долевые взносы стран-участниц ОИЯИ на содержание инфраструктуры Объединенного ин-

ститута и лабораторий определяются пропорционально шкале взносов в бюджет ООН. Комитет Полномочных Представителей определяет максимальный уровень расходов на содержание инфраструктуры.

в) Затраты на научно-исследовательскую деятельность распределяются по основным научным направлениям в соответствии с рекомендациями, разработанными Ученым советом Объединенного института и утвержденными КПП.

г) Долевые взносы стран-участниц на финансирование научно-исследовательской деятельности определяются пропорционально числу научных сотрудников, работающих в Институте от каждой из стран-участниц.

По информации председателя КПП о подписании Устава ОИЯИ Комитет Полномочных Представителей постановил продолжить подписание Устава ОИЯИ в редакции, принятой на совещании КПП 17—18 марта 1992 г.

Заслушав и обсудив доклад председателя рабочей группы КПП профессора Т.Рускова о подготовке Положения о персонале ОИЯИ, Комитет Полномочных Представителей поручил рабочей группе продолжить работу над Положением о персонале ОИЯИ.

Комитет Полномочных Представителей утвердил разработанные Финансовым комитетом принципы определения шкалы долевых взносов государств — членов ОИЯИ на 1992 г. Решено было провести в сентябре внеочередное заседание Финансового комитета, посвященное разработке проекта бюджета ОИЯИ на 1993 г.

Заслушав и обсудив доклад административного директора Института профессора Ю.Н.Денисова «О бюджете ОИЯИ на 1992 год», Комитет Полномочных Представителей принял бюджет ОИЯИ на 1992 г. с распределением расходов по направлениям научных исследований в соответствии с рекомендациями экспертов государств — членов ОИЯИ.

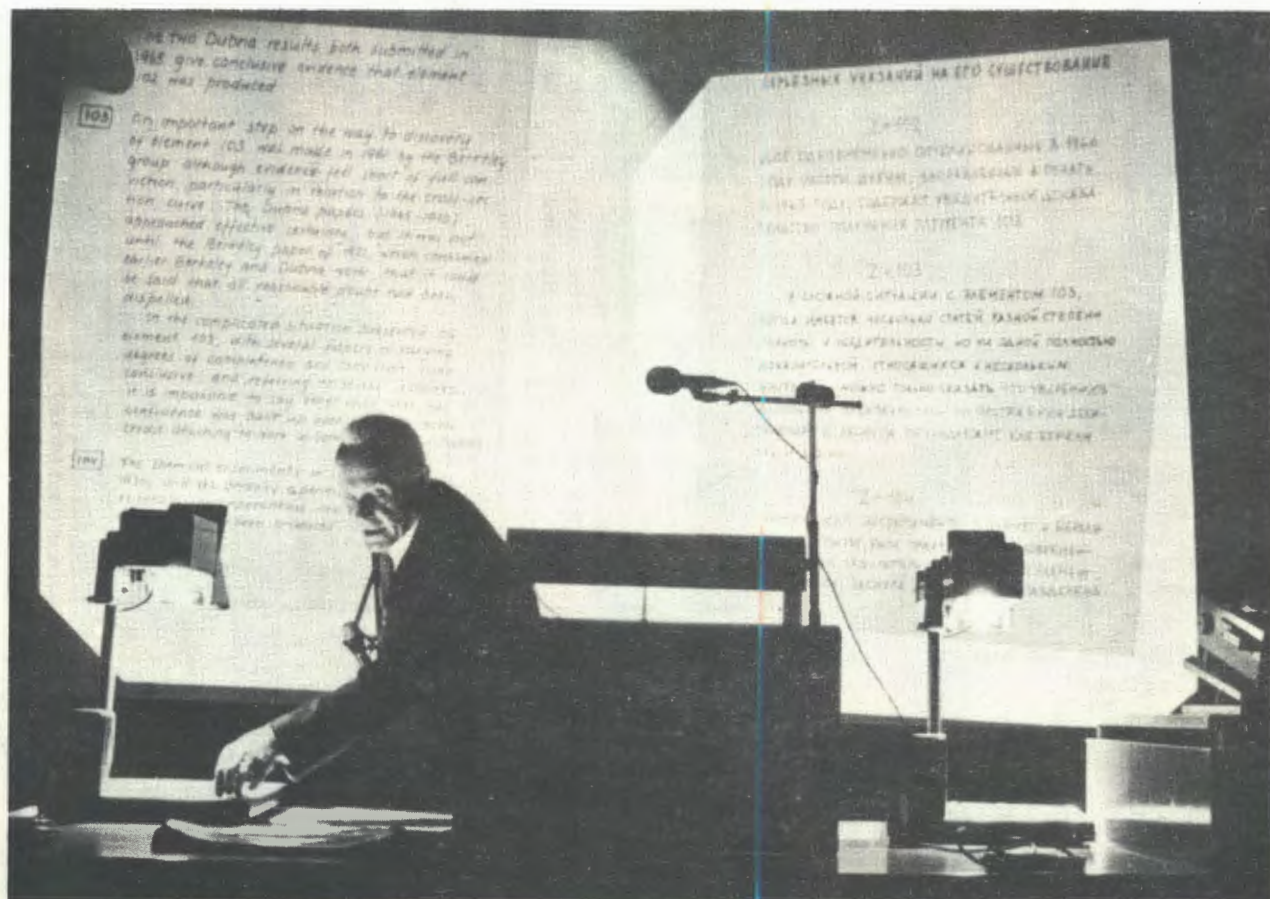
Комитет Полномочных Представителей согласился с выделением 15% от расходов на научно-исследовательские работы в централизованный фонд дирекции Института.

СЕССИИ УЧЕНОГО СОВЕТА ОИЯИ

17—19 января в Дубне проходила 71 сессия Ученого совета ОИЯИ.

Ученый совет принял к сведению информацию директора Института о выполнении решений 69 и 70 сессий Ученого совета, о решениях внеоче-

редного совещания Комитета Полномочных Представителей. Отмечены высокий научный потенциал и хорошие перспективы для ОИЯИ. Дирекциям ОИЯИ и лабораторий рекомендовано совместно с научными органами в сжатые сроки



71 сессия Ученого совета ОИЯИ. С докладом об итогах работы Международной комиссии экспертов ИЮПАП и ИЮПАК по приоритетам в открытии трансформиевых элементов выступает академик А.Хрынкевич (Польша)

сформировать программу срочных мер по дальнейшей концентрации усилий на решении наиболее актуальных задач (на 2—3 года), а также стратегическую программу развития новой перспективной базы.

Ученый совет счел целесообразным участие ОИЯИ в программах Международного центра развития науки и технологий «Дубна» по специальному соглашению.

По докладам директоров лабораторий члена-корреспондента РАН В.Г.Кадышевского, академика А.М.Балдина, профессоров И.А.Савина, Ц.Вылова, Р.Позе, В.Л.Аксенова, члена-корреспондента РАН Ю.Ц.Оганесяна об основных итогах выполнения программы научно-исследовательской деятельности ОИЯИ за 1991 г. и о плане на 1992 г. Ученый совет одобрил основные итоги научно-исследовательской деятельности ОИЯИ в 1991 г. Были намечены главные задачи лабораторий Института в 1992 г.

Ученый совет заслушал информацию академика А.Хрынкевича об итогах работы Международной комиссии экспертов ИЮПАП и ИЮПАК по приоритетам в открытии трансформиевых эле-

ментов и отметил большой вклад ученых ОИЯИ в синтез новых элементов.

Председатели научно-координационных советов по направлениям профессора А.Н.Сисакян, Д.Эберт и член-корреспондент РАН В.Г.Кадышевский сделали сообщения о работе НКС. Ученый совет отметил, что ОИЯИ не в состоянии принять все рекомендации НКС по направлениям. Отмечена важность рекомендаций НКС по теоретической физике — о реализации Программы Гейзенберг — Ландау и НКС по исследованию конденсированных сред ядерными методами — о реализации программы МУТАНТ.

Заслушав информацию главного ученого секретаря Института В.А.Сенченко о «Проблемно-тематическом плане научно-исследовательских работ и международного сотрудничества ОИЯИ на 1992 год», Ученый совет предложил доработать план с учетом высказанных замечаний. Принято как временное (сроком на 1 год) Положение о руководителе научной темы.

По докладу вице-директора Института профессора Д.Эберта о международном сотрудничестве и направлениях его дальнейшего развития Ученый совет одобрил деятельность дирекции

ОРГАНЫ УПРАВЛЕНИЯ ОБЪЕДИНЕННОГО ИНСТИТУТА ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

КОМИТЕТ ПОЛНОМОЧНЫХ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ

Н.А.Гулиев (Республика Азербайджан)
Г.А.Вартапетян (Республика Армения)
Н.М.Шумейко (Республика Беларусь)
Я.Янев (Республика Болгария)
И.Ланг (Венгерская Республика)
Нгуен Ван Хъеу (Социалистическая Республика Вьетнам)
Н.С.Амаглобели (Республика Грузия)
В.Н.Околович (Республика Казахстан)
Чэо Хак Гын (Корейская Народно-Демократическая Республика)

Д.Кодорньо (Республика Куба)
В.А.Москаленко (Республика Молдова)
Б.Чадраа (Монголия)
А.Хрынкевич (Республика Польша)
Б.Г.Салтыков (Российская Федерация)
Г.Паскович (Румыния)
Б.С.Юлдашев (Республика Узбекистан)
С.М.Рябенко (Украина)
Р.Мах (Чешская и Словацкая Федеративная Республика)

Финансовый комитет

По одному представителю от каждой страны-участницы ОИЯИ

УЧЕНЫЙ СОВЕТ ОБЪЕДИНЕННОГО ИНСТИТУТА ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Председатель — Д.Киш (до 23.06.92), В.Г.Кадышевский
А.Н.Сисакян, Д.Эберт (до 23.06.92), Ц.Вылов
Главный ученый секретарь — В.А.Сенченко (до 1.12.92), Н.А.Русакovich

Республика Азербайджан	Республика Армения	Республика Беларусь	Республика Болгария	Венгерская Республика	Социалистическая Республика Вьетнам	Республика Грузия	Республика Казахстан	Корейская Народно- Демократическая Республика
Г.Агакишиев Р.Мир-Касимов	В.В.Папоян Г.С.Погосян Г.Т.Торосян	А.С.Курилин В.И.Кушинов С.Е.Чигринов	В.Андрейчев И.Лалов Т.Русков	Л.Чер	Буй Зован Чонг Нгуен Ван Выонг	Н.С.Амаглобели Д.И.Хубуа	М.Г.Иткис Н.Н.Нургужин В.Н.Околович	Ко Чен Рен Пак Хон Чхор Чве Зе Гон
Республика Куба	Республика Молдова	Монголия	Республика Польша	Российская Федерация	Румыния	Республика Узбекистан	Украина	Чешская и Словацкая Федеративная Республика
Ф.Фернандес	С.Г.Машник	Ц.Баатар Х.Намсрай Д.Сангаа	Р.Сосновски А.Хрынкевич	С.Т.Беляев Н.А.Черноплеков	М.Петрашку	Т.Исламов П.Усманов Б.Юлдашев	Л.А.Булавин И.Н.Вишневикий	И.Вильгельм Я.Климан Л.Шандор

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 (до 1.07.92), Ц.Вылов
Ученый секретарь — Н.К.Скобелев

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

Научно-координационный совет ОИЯИ
по исследованию конденсированных сред ядерными методами
Председатель — Д.Эберт (до 1.07.92), Ц.Вылов
Ученый секретарь — А.Б.Кунченко

Научно-координационный совет ОИЯИ
по единой технической политике
Председатель — А.Н.Сисакян
Ученый секретарь — Б.А.Шестаков

СТРУКТУРА ОБЪЕДИНЕННОГО ИНСТИТУТА ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

ДИРЕКЦИЯ

Директор Д.Кипш (до 23.06.92), В.Г.Кадышевский
Вице-директор А.Н.Сисакян
Вице-директор Д.Эберт (до 23.06.92), Ц.Вылов
Административный директор Ю.Н.Денисов (до 1.12.92), А.И.Лебедев
Главный ученый секретарь В.А.Сенченко (до 1.12.92), Н.А.Русакovich
Главный инженер Б.А.Шестаков (до 1.12.92), В.П.Саранцев

Лаборатория теоретической физики

И.о. директора С.Дубнича

Исследования:
- свойства симметрии элементарных частиц;
- структуры теории поля;
- взаимодействий элементарных частиц;
- теории атомного ядра;
- теории конденсированных состояний.

Лаборатория высоких энергий

Директор А.М.Балдин

Исследования:
- структуры нуклонов;
- сильных взаимодействий частиц;
- резонансных явлений во взаимодействиях частиц;
- электромагнитных взаимодействий
- в области релятивистской ядерной физики;
- методов ускорения частиц.

Лаборатория ядерных проблем

Директор Ц.Вылов

Исследования:
- сильных, слабых и электромагнитных взаимодействий частиц, структуры частиц;
- поиск новых частиц
- структуры ядра;
- ядерно-спектроскопические;
- мезоатомных и мезомолекулярных процессов;
- методов ускорения частиц
- радиобиологические.

Лаборатория ядерных реакций

Директор Ю.Ц.Оганесян

Исследования:
- свойств изотопов трансурановых элементов, синтез и поиск тяжелых и сверхтяжелых элементов;
- свойств ядер, удаленных от линии бета-стабильности;
- механизма взаимодействия сложных ядер;
- поиск новых видов распада ядер
- радиационного воздействия тяжелых ионов на различные материалы.

Лаборатория нейтронной физики

Директор В.Л.Аксенов

Исследования:
- ядер методами нейтронной спектроскопии;
- фундаментальных свойств нейтронов;
- атомной структуры и динамики твердых тел и жидкостей
- высокотемпературной сверхпроводимости;
- реакций на легких ядрах.

Лаборатория вычислительной техники и автоматизации

Директор Р.Позе

Исследования:
- развитие и эксплуатация вычислительного комплекса;
- создание автоматических систем обработки снимков с трековых камер;
- развитие методов использования ЭВМ на линии с физическими установками;
- развитие и применение математических методов решения физических задач.

Лаборатория сверхвысоких энергий

Директор И.А.Савин

Исследования:
- проведение экспериментальных исследований на внешних ускорителях в области физики элементарных частиц, направленных на изучение их структуры и законов взаимодействия;
- разработка приборов и методов исследований элементарных частиц;
- разработка методов и систем ускорения частиц до сверхвысоких энергий.

Общественные службы

Общественные службы

- Общеинститутские научные и информационные отделы;
- административно-хозяйственные подразделения;
- производственные подразделения.

Учебно-научный центр при ОИЯИ



Участники 71 сессии Ученого совета ОИЯИ: профессор Д.Эберт (ОИЯИ), академик Д.Киш (ОИЯИ), профессор Р.Бок (ГСИ, Дармштадт), профессор Х.Шопер (ФМИТ ФРГ), профессор К.Детраз (ГАНИЛ, Франция), профессор Т.Шпрингер (Юлих, Германия), профессор А.Н.Сисакян (ОИЯИ), профессор П.Кинле (ГСИ)

ОИЯИ по международному сотрудничеству в 1991 г. Утвержден план проведения научных совещаний ОИЯИ на 1992 г.; рассмотрен план участия специалистов ОИЯИ в международных и национальных конференциях, совещаниях, школах.

Ученый совет одобрил представленный дирекцией Института доклад (докладчик вице-директор профессор А.Н.Сисакян) о проблемах работы с кадрами — специалистами из стран-участниц ОИЯИ. Дирекции рекомендовано разработать проекты положения о контрактации основного контингента сотрудников ОИЯИ и положения о постоянном штате специалистов.

Ученый совет утвердил решение жюри о премиях ОИЯИ за лучшие работы, выполненные в 1991 г.

Информация председателя Комиссии экспертов академика Р.Сосновского содержала рекомендации по выборам на должности директоров и заместителей директоров лабораторий. Ученый совет постановил рекомендовать продлить срок

полномочий на один год директору Лаборатории высоких энергий академику А.М.Балдину, директору Лаборатории теоретической физики члену-корреспонденту РАН В.Г.Кадышевскому и заместителям директоров следующих лабораторий:

— Лаборатории высоких энергий — И.Б.Исинскому и Б.Кюну;

— Лаборатории сверхвысоких энергий — И.А.Голутвину;

— Лаборатории ядерных проблем — Н.А.Русаковичу и М.Г.Сапожникову;

— Лаборатории вычислительной техники и автоматизации — И.В.Пузынину и Н.Ангелову.

Решено обсудить вопрос о выборах на эти должности на следующей сессии Ученого совета в зависимости от принятия нормативных документов (Устав ОИЯИ и т.д.), определяющих структуру и деятельность ОИЯИ.

Объявлено о выборах на следующие должности:

на 72 сессии Ученого совета в июне 1992 г.
— заместителей директоров Лаборатории теоре-

тической физики (1 вакансия) и Лаборатории сверхвысоких энергий (1 вакансия);

на 73 сессии Ученого совета в январе 1993 г. — директоров всех лабораторий и заместителей директоров ЛВЭ, ЛСВЭ, ЛЯП, ЛЯР, ЛВТА.

По информации вице-директора Института профессора А.Н.Сисакяна о работе Учебно-научного центра и перспективах его развития Ученый совет ОИЯИ постановил одобрить работу УНЦ и отметил важность развития его деятельности. Дирекции рекомендовано увеличить бюджет УНЦ в связи с необходимостью модернизировать материально-техническую базу УНЦ, в том числе обеспечить Учебно-научный центр современной вычислительной техникой.

На сессии Ученого совета сделаны научные доклады: профессором П.Кинле (ГСИ, Дармштадт) «Исследования на накопителях тяжелых ионов», профессором К.Детразом (ГАНИЛ, Франция) «Рекомендации Nu и РЕСС по международному развитию ядерной физики», профессором Р.Боком (ГСИ) «О сотрудничестве западно- и восточноевропейских стран в области ядерной физики в рамках Европейского физического общества».

В связи с информацией директоров Лаборатории ядерных реакций члена-корреспондента РАН Ю.Ц.Оганесяна и Лаборатории нейтронной физики профессора В.Л.Аксенова Ученый совет счел необходимым провести следующие мероприятия по увековечению памяти академиков Г.Н.Флерова и И.М.Франка:

— Лаборатории ядерных реакций присвоить наименование «Лаборатория ядерных реакций имени Г.Н.Флерова».

— Лаборатории нейтронной физики — «Лаборатория нейтронной физики имени И.М.Франка».

— Учредить в ОИЯИ Премию имени Г.Н.Флерова в области исследований по ядерной физике и стипендию для молодого ученого.

— Установить в Объединенном институте Премию имени И.М.Франка в области ядерной физики низких энергий и физики конденсированных сред и стипендию для молодого ученого.

— Обратиться к компетентным органам Российской Федерации с предложением о переименовании улицы Советской, на которой жил Г.Н.Флеров, в улицу его имени.

25—26 июня в Дубне проходила 72 сессия Ученого совета ОИЯИ.

Ученый совет заслушал и принял к сведению информацию директора-эмеритуса академика ВАН Д.Киша о решениях совещаний Комитета Полномочных Представителей от 17—18 марта и 23—24 июня 1992 года.

Одобрено распределение средств бюджета 1992 г. по направлениям научных исследований

на основе предложений экспертов государств — членов Института: физика низких и промежуточных энергий — 12%; физика конденсированных сред — 16%; физика элементарных частиц — 17%; релятивистская ядерная физика — 16,5%; теоретическая физика — 6,5%; единая техническая политика — 9%; физика тяжелых ионов — 18%; ядерная физика на нейтронах — 4%; радиобиологическая и радиационная медицина — 1%

Признано целесообразным сохранить принятое распределение средств на 1993 г. и к 1994 г. провести экспертизу заинтересованности государств с учетом новых членов Института.

Одобрены подписанные договоры и соглашения с международными научными организациями (ЦЕРН, ИФВЭ, SSCL и др.), а также подготовленные соглашения с правительством России, Министерством по атомной энергии России, МАГАТЭ.

Ученый совет отметил, что создание в Институте нового нейтронного дифрактометра высокого разрешения с лучшими в мире параметрами позволяет проводить эксперименты в Лаборатории нейтронной физики на высоком уровне.

О проекте Проблемно-тематического плана научно-исследовательских работ и международного сотрудничества на 1993 г. доклады сделали руководители лабораторий: профессор С.Дубничка, академик РАН А.М.Балдин, профессор И.А.Савин, кандидат физико-математических наук М.Г.Сапожников, член-корреспондент РАН Ю.Ц.Оганесян, профессор В.Л.Аксенов, профессор Ю.Позе и вице-директор Института академик РАИН А.Н.Сисакян.

С научными докладами выступили: профессор И.Н.Семенюшкин («Пучки частиц ускорительного комплекса ЛВЭ ОИЯИ»), профессор К.Д.Толстов («Моделирование электроядерного способа получения атомной энергии и трансмутации активных отходов») и член-корреспондент РАИН В.А.Халкин («Получение некоторых медицинских радионуклидов на ускорителях ОИЯИ»).

Ученый совет принял за основу для подготовки бюджета и ПТП-93 проект ПТП НИР и международного сотрудничества ОИЯИ на 1993 год (темы первого приоритета), составленный по предложениям лабораторий, и принял к сведению предложения лабораторий в ПТП НИР и международного сотрудничества ОИЯИ на 1993 г. (темы второго приоритета).

Дирекции ОИЯИ поручено рассмотреть и подготовить к 73 сессии Ученого совета сообщения по следующим проблемам:

— предоставление, в пределах выделенных КПП ассигнований, лабораториям большей финансовой самостоятельности;

— введение в практику механизма реализации прав руководителя темы (проекта);

— организация работы научных коллабораций.

Рекомендовано дирекции Института провести специализированный симпозиум «Методика и технология, созданные в ОИЯИ, для прикладных исследований и промышленности».

По информации председателя Комиссии экспертов академика ПАН Р. Сосновского Ученый совет постановил перенести выборы заместителей директоров ЛТФ и ЛСВЭ на 73 сессию, продлив полномочия на посту заместителя директора ЛТФ профессору С. Дубничке и заместителю директора ЛСВЭ профессору А. Прокешу.

Объявлено о выборах на следующие должности: директоров ЛТФ, ЛВЭ, ЛСВЭ, ЛЯП и ЛЯР; заместителей директоров ЛТФ (1 вакансия), ЛВЭ (2 вакансии), ЛСВЭ (2 вакансии), ЛЯП (3 вакансии), ЛЯР (2 вакансии), ЛВТА (2 вакансии).

Выборы должны состояться на 73 сессии Ученого совета в январе 1993 г. по действующим правилам процедуры.

Дирекции Института поручено подготовить новые правила процедуры по выборам руководителей лабораторий в соответствии с новым Уставом ОИЯИ, согласовать новые правила с Комиссией экспертов и вынести на утверждение Ученого совета.

ЗАСЕДАНИЯ ФИНАНСОВОГО КОМИТЕТА ОИЯИ

26—28 февраля в Дубне по решению Комитета Полномочных Представителей государств — членов ОИЯИ было проведено внеочередное заседание Финансового Комитета ОИЯИ.

В заседании Финансового Комитета впервые приняли участие представители новых государств — членов Института — Беларуси, России и Украины. Одним из основных вопросов повестки дня стало согласование и принятие бюджета на 1992 год. Финансовый Комитет рекомендовал КПП утвердить бюджет ОИЯИ на 1992 год в объеме 29,2 млн долларов США. Бюджет был сформирован из долевых взносов государств — членов Института и взноса Германии, согласованного специальным протоколом в объеме 1 млн 725 тыс. долларов США, или 3 млн марок.

Финансовый Комитет предоставил дирекции Института право пополнять бюджет средствами, которые могут быть получены за счет продажи или передачи в аренду устаревшего или неэффективно работающего оборудования, установок, зданий, сооружений. Дирекции было дано также право оперативно изменять действующие в Институте схемы должностных окладов и тарифных ставок во внутренних рублях России с учетом инфляционных процессов.

Важным вопросом, обсуждавшимся на Финансовом Комитете, было определение шкалы долевых взносов в связи с изменением состава государств — членов Института. После рассмотрения нескольких вариантов, предложенных экспертами, Финансовый Комитет решил продолжить работу и обсудить этот вопрос на своем специальном заседании 15—16 марта.

Еще один вопрос, рассмотренный по поручению КПП, — проект Финансового протокола,

который должен войти неотъемлемой частью в новый Устав ОИЯИ. Подготовленный дирекцией Института проект документа был разослан Полномочным Представителям, а также членам комиссии по выработке проектов нормативных документов ОИЯИ.

15—16 марта в Дубне состоялось специальное заседание Финансового Комитета ОИЯИ. В повестке дня заседания были вопросы о шкале долевых взносов на содержание ОИЯИ и о проекте Финансового протокола к Уставу ОИЯИ.

Исходя из рекомендаций Экспертной группы по подготовке новой шкалы долевых взносов предыдущего заседания Финансового Комитета, рассмотрев различные варианты их реализации, Финансовый Комитет предложил КПП на 1992 год принять временные правила.

По проекту Финансового протокола к Уставу ОИЯИ, согласовав его основные положения с Комиссией по подготовке новых нормативных документов ОИЯИ, Финансовый Комитет рекомендовал КПП рассмотреть и подписать Финансовый протокол как неотъемлемую часть Устава ОИЯИ.

2—4 июня в Дубне прошло внеочередное заседание Финансового Комитета ОИЯИ. Руководствуясь поручением Комитета Полномочных Представителей правительств государств — членов ОИЯИ от 17—18 марта 1992 года Финансовый Комитет обсудил бюджет ОИЯИ на 1992 год и продолжил разработку принципов и формулы определения долевых взносов и доработку проекта Финансового протокола как неотъемлемой части Устава ОИЯИ.



Внеочередное заседание Финансового комитета ОИЯИ. Февраль, Дубна

29—30 сентября в Дубне состоялось внеочередное заседание Финансового Комитета ОИЯИ. На заседании обсуждалась научно-техническая политика и основные подходы к формированию бюджета на 1993 г., проект бюджета на 1993 г., формулы его представления и отчетности, нормативные документы ОИЯИ по вопросам финансовой деятельности.

Финансовый Комитет одобрил деятельность дирекции ОИЯИ по выполнению решений Комитета Полномочных Представителей в реализации научно-технической программы исследований ОИЯИ и общие подходы к формированию бюджета Института на 1993 г., поддержал образование внебюджетного стабилизационного фонда для обеспечения функционирования синхрофазотрона ЛВЭ, фазотрона ЛЯП и

реактора ИБР-30 ЛНФ, а также проведения экспериментов на них.

Финансовый комитет утвердил формы представления бюджета и таблицы для его расчета, а также формы предоставления отчета о расходовании выделенных ассигнований. Финансовый Комитет принял к сведению представленный дирекцией проект бюджета ОИЯИ на 1993 г. с общей суммой расходов 29,2 млн долларов США.

Финансовый Комитет рекомендовал КПП до принятия новой редакции Положения о персонале ОИЯИ и подписания Соглашения между ОИЯИ и правительством Российской Федерации утвердить временно: порядок расчетов по подоходным налогам, порядок отчислений в фонд социального страхования, пенсионный фонд и фонд занятости.

СЕССИИ НАУЧНО-КООРДИНАЦИОННЫХ СОВЕТОВ

5 сессия Научно-координационного совета по теоретической физике, 13 января.

Основные доклады и дискуссия были посвящены изменениям в проблемно-тематическом плане Лаборатории теоретической физики. НКС рекомендовал Ученому совету включить в проблемно-тематический план ЛТФ следующие темы первого приоритета: «Развитие теории фундаментальных взаимодействий, теории атомного ядра

и ядерных взаимодействий» (руководитель — В.Г.Кадышевский), «Методы и приложения статистической механики» (руководитель — Н.М.Плакида).

Были заслушаны доклады об имеющихся достижениях и перспективах исследований по отдельным направлениям в рамках новых тем. Научно-координационный совет отметил успешное завершение проекта КРАСТ и выразил благо-

дарность наиболее активным его участникам. Признано необходимым в полном объеме реализовать проект СПЕКТР, являющийся дальнейшим развитием проекта КРАСТ.

Значительное внимание на сессии было уделено вопросам международного сотрудничества ЛТФ. НКС поддержал усилия дирекции ЛТФ по организации и реализации Программы Гейзенберг — Ландау по теоретической физике как средства укрепления сотрудничества между теоретиками ЛТФ и Германии.

6 сессия Научно-координационного совета по физике низких и промежуточных энергий, 13—14 января.

Наряду с традиционным отчетом о выполнении решений НКС и информацией о прошедшем в 1991 г. внеочередном заседании КПП большую часть своей работы Научно-координационный совет посвятил обсуждению принципов финансирования тем и проектов в 1992 г. и отчетам о ходе работ по выполнению тем первого приоритета в 1991 г. Отчеты руководителей проектов ФОБОС, ЭВРИКА, НЕЙТРИНО, ИКС были приняты к сведению, однако отмечались трудности с финансированием этих приоритетных проектов. Заслушан доклад о запуске циклотрона У-400М. НКС отметил успешный физический запуск ускорителя на ионах гелия, а также ускорение ионов углерода и кислорода до энергии 40 МэВ/нуклон. Сессией принята рекомендация о приобретении ECR-источника и ускорении работ по созданию системы внешней инжекции ионов из ECR-источника в циклотрон У-400М, что позволит расширить возможности нового ускорителя.

На сессии НКС обсуждались доклады о разработке технических проектов комплекса накопителей тяжелых ионов К4-К10 и ИРЕН. Отмечена значительная работа, сделанная коллективом Института совместно с сотрудничающими организациями по техническому проектированию накопительного комплекса тяжелых ионов К4-К10. НКС рекомендовал дирекции ОИЯИ и ЛЯР провести международную экспертизу технического проекта накопительного комплекса.

Научно-координационный совет отметил перспективность исследований фундаментальных характеристик нейтрона, эффектов слабого взаимодействия в ядрах и ядерных реакциях, вызванных резонансными нейтронами. В этой связи подчеркнута конкурентоспособность проекта ИРЕН. НКС рекомендовал обеспечить финансирование проектных работ по проекту ИРЕН и накопителю К4-К10 в 1992 г.

Сессия НКС закончилась обсуждением проблем целевого финансирования тем и проектов. В ходе обсуждений некоторые страны высказы-

вались за выработку и реализацию принципов целевого финансирования проектов уже в 1992 г. В решениях НКС записано, что дирекции ОИЯИ в течение 1992 г. следует начать реализацию системы целевого финансирования тем и проектов приоритетных направлений, включая международное сотрудничество. Была принята рекомендация о необходимости доработки положения о правах и обязанностях руководителя научной темы (проекта).

6 сессия Научно-координационного совета по физике высоких энергий, 15—16 января.

Обсудив отчет председателя НКС о выполнении решений предыдущей сессии, члены НКС одобрили его.

НКС принял к сведению предложение дирекции ОИЯИ о распределении бюджета Института и счел необходимым просить увеличить долю средств на исследования по физике высоких энергий не менее чем до 40% от бюджета.

Была заслушана информация профессора В.А.Матвеева о Государственной Российской программе в области физики высоких энергий и элементарных частиц и в области фундаментальной ядерной физики.

НКС заслушал доклады по темам, которые рекомендованы дирекциями ОИЯИ, лабораторий и НТС ОИЯИ в качестве тем первого приоритета. В результате поименного анкетирования члены НКС включили в число первоочередных 11 проектов и программ исследований. НКС рекомендовал дирекциям Института и ЛВЭ увеличить время работы синхрофазотрона в текущем году по сравнению с 1991 г. НКС счел необходимым выполнить обязательства перед ИФВЭ по проектам СВД и МДС в связи с продолжающимися работами на ускорителе У-70 в 1992—1993 гг.

НКС рекомендовал продолжить в 1992 г. разработку проекта накопительного комплекса (с-тау-фабрики), направить в страны-участницы ОИЯИ концептуальный проект с результатами международной экспертизы. НКС поддержал предложение НТС ОИЯИ о включении в число тем первого приоритета развитие библиотечного комплекса.

На сессии был заслушан доклад В.П.Ширикова об организации международной компьютерной сети с использованием спутников связи на базе ОИЯИ и СКС в Дубне (проект КОКОС). Выражена заинтересованность во вводе в эксплуатацию в 1992 г. спутниковой связи ОИЯИ—Западная Европа. НКС счел особенно актуальным подключение площадки ЛВЭ—ЛСВЭ к сети Ethernet в первой половине 1992 г. и одобрил включение темы КОКОС в число тем первого приоритета.

НКС заслушал доклад профессора Ч.Пердри-сата (США) «Исследование структуры дейтрона

на малых расстояниях» и отметил, что придает важное значение проведению экспериментов на пучках поляризационных дейтронов в Дубне и Сакле.

6 сессия Научно-координационного совета по исследованию конденсированных сред ядерными методами, 15—16 января.

Заслушан отчет председателя НКС о выполнении решений предыдущих сессий НКС, а также информация о решениях внеочередной сессии КПП. НКС отметил недостаточность финансирования тем (направлений) первого приоритета и обратился к дирекции ОИЯИ с предложением произвести финансирование программы по ФКС и радиобиологии в 1992 г. в полном объеме и по всем статьям бюджета. НКС рекомендовал Ученому совету создать комиссию для совершенствования Положения о НКС, включая механизм рецензирования проектов и отчетов.

Было представлено 13 научных докладов о результатах и перспективах исследований по ФКС в ОИЯИ, в том числе 4 доклада экспертов — специалистов в области нейтронной физики из Германии. Эксперты отметили высокий уровень и актуальность проводимых в ОИЯИ исследований по физике конденсированных сред.

Дискуссия разгорелась при обсуждении принципов финансирования проектов и тем в 1992 г. НКС счел необходимым отказаться от существующей практики проблемно-тематического планирования и перейти к системе финансирования на основе конкурса тем (проектов) по направлениям.

7 сессия Научно-координационного совета по исследованию конденсированных сред ядерными методами, 24-25 ноября.

На сессии были заслушаны отчет председателя НКС о выполнении решений 6 сессии НКС и информация о решениях совещания КПП, Ученого совета и Финансового комитета в 1992 году. НКС отметил, что финансирование тем первого приоритета не было обеспечено, и обратился к дирекции Института с предложением организовать в 1993 году отдельные субсчета для приоритетных направлений согласно выработанным при формировании бюджета ОИЯИ приоритетам.

НКС заслушал отчетные доклады о завершаемых темах («Исследование ВТСП с помощью ядерных методов» и «Развитие и совершенствование комплекса ИБР-2»), отметил основные результаты исследований по этим темам и предложил продлить их соответственно на 3 и 5 лет.

Был заслушан доклад по теме «Исследования конденсированных сред на реакторе ИБР-2». НКС отметил основные результаты, полученные на действующих физических установках за прошедший год. Особо было отмечено создание

нейтронного фурье-дифрактометра высокого разрешения для проведения структурных исследований. НКС утвердил программу исследований по физике конденсированных сред и радиобиологии в 1993 г., а также счел целесообразным обратиться в дирекцию с просьбой о предоставлении ежемесячных официальных финансовых отчетов лабораториям и руководителям тем.

НКС отметил, что невыполнение решения Ученого совета по финансированию направления ФКС может привести к остановке реактора ИБР-2. Учитывая интерес стран-участниц ОИЯИ к ФКС, НКС обратился к Ученому совету с просьбой об увеличении финансирования в 1993 году до 21 % от полного бюджета ОИЯИ.

7 сессия Научно-координационного совета по физике высоких энергий, 25—27 ноября.

На сессии был заслушан отчет председателя НКС о выполнении решений 6 сессии НКС, а также информация о решениях сессии КПП, Ученого совета и Финансового комитета в 1992 г. и планах дирекции ОИЯИ на 1993 г. НКС одобрил оперативные действия дирекции ОИЯИ по формированию программы совместных научных исследований и методических разработок на вновь создаваемых ускорительных комплексах и рекомендовал продолжить практическую работу по укреплению сотрудничества с ЦЕРН и США.

НКС обратился к КПП, Ученому совету, дирекции ОИЯИ с просьбой решительно поддерживать целевое тематическое финансирование, начиная с 1993 г.

Заслушав отчеты по некоторым темам и предложения лабораторий в ПТП 1993 года, НКС отметил, что завершен важный этап работ по вводу в действие нуклотрона. НКС просит дирекцию ОИЯИ всемерно содействовать запуску нуклотрона, работам по комплексу медленного вывода, развитию пучков и автоматизации нуклотрона в 1993 г. НКС поддержал предложение по проведению экспериментов на поляризованных пучках ЛВЭ ОИЯИ, их развитию и созданию для них поляризованной мишени.

Рассмотрев предложения об участии ОИЯИ в экспериментах на SSC (США), НКС поддержал участие сотрудников ОИЯИ в разработке проектов исследований на установках SDC и GEM.

НКС отметил высокий уровень и важность сотрудничества ЦЕРН — ОИЯИ и выразил благодарность ЦЕРН за поддержку и высокую оценку качества работ специалистов ОИЯИ. НКС также отметил необходимость активного продолжения сотрудничества по эксперименту ДЕЛФИ, включая участие в модернизации установки, и поддержал продолжение экспериментов по физике димезоатомов в ЦЕРН. НКС одобрил участие групп



Заседание 7 сессии Научно-координационного совета ОИЯИ по физике высоких энергий

ОИЯИ в подготовке проектов экспериментов для ЛНС.

На сессии заслушан доклад К.П.Мызникова о проекте УНК. НКС подтвердил большую заинтересованность ОИЯИ в экспериментальной программе на УНК.

Был рассмотрен вопрос о перевыборах рабочего органа НКС. Предложено продлить полномочия рабочего органа НКС до следующего заседания. НКС выразил благодарность М.Г.Шафрановой за большую и плодотворную работу в качестве ученого секретаря совета и избрал ученым секретарем НКС доктора физико-математических наук Р.Я.Зулькарнеева.

7 сессия Научно-координационного совета по физике низких и промежуточных энергий, 8—9 декабря.

7 сессия началась с отчета председателя НКС о выполнении решений предыдущей сессии. Членам НКС была дана информация о решениях прошедших в 1992 г. заседаний КПП, Финансового комитета и Ученого совета.

В связи с организацией стабилизационного фонда для финансирования работы базовых установок ИБР-30 и фазотрона НКС просил Ученый совет рассмотреть вопрос о финансировании из бюджета ОИЯИ нескольких экспериментов на этих установках.

На сессии были заслушаны отчеты по темам первого и второго приоритетов и предложения по работам на 1993 г. НКС отметил, что, несмотря на трудности, получены интересные результаты по этим направлениям исследований. НКС обратился к Ученому совету с просьбой рассмотреть вопрос об обеспечении финансирования первоочередных экспериментов с четким их разделением по темам и проектам и сохранением установленного ранее соотношения между направ-

лениями. С этой целью НКС рекомендовал ввести в 1993 г. реальное целевое финансирование, подкрепленное правами руководителя темы, и организовать отдельные субсчета лабораторий с правом самостоятельного расходования средств.

НКС рассмотрел состояние дел на пусковых объектах, реализуемых по проектам ускорителя У-400М (МЦ-400) и установки ФОБОС. НКС констатировал, что в случае реального обеспечения финансированием может быть завершена в начале 1993 г. транспортировка пучка ионов до установки ФОБОС, которая к этому времени должна быть подготовлена также к проведению первоочередных экспериментов.

НКС были представлены доклады о ходе работ новых проектов бызовых установок: накопительного комплекса тяжелых ионов К4-К10 и нейтронного источника ИРЕН. По техническому предложению проекта К4-К10 была проведена международная экспертиза, давшая высокую оценку этому предложению. Научная программа комплекса рассмотрена на рабочем совещании в Смоленице (ЧСФР). В рамках договора с ИЯФ СО РАН по нейтронному источнику ИРЕН в 1992 г. были начаты работы по проектированию и моделированию ряда узлов ускорителя электронов. НКС считает, что необходимо срочно заключить договор с ИЯФ (Новосибирск) на 1993—1995 гг. относительно проведения этих работ и обеспечить финансирование этих проектов.

НКС заслушал научные доклады об исследованиях в трех направлениях, входящих в компетенцию НКС, информацию о сотрудничестве ЛЯП ОИЯИ с ядерно-исследовательским центром LFA в Юлихе (Германия) LAMPF (США). Также заслушаны доклады об итогах трех крупных международных конференций по ядерной физике, проведенных в 1992 г. в Дубне, Бернкастель — Киесе и Висбадене (Германия).

5 сессия Научно-координационного совета по единой технической политике, 10 декабря.

НКС принял к сведению информацию А.Н.Сисакяна о решениях совещания КПП, Ученого совета и Финансового комитета 1992 г. и планах дирекции ОИЯИ на 1993 г., поддержал планы дирекции на 1993 г. и одобрил ПТП НИР ОИЯИ на 1993 г. в части, касающейся направления единой технической политики.

По докладу главного инженера ОИЯИ В.П.Саранцева о планах в области единой технической политики НКС принял рекомендации о необходимости более полного использования научно-технического и производственного потенциала Института при реализации проектов новых базовых установок, определения условий функционирования создаваемых научно-хозрасчетных подразделений базовых установок (выводимых из бюджета), развития систем автоматизированного проектирования, определения статуса производственных подразделений как экономически самостоятельных хозрасчетных подразделений с приоритетным выполнением заказов Института.

НКС подробно рассмотрел развитие информационно-вычислительной инфраструктуры ОИЯИ, ход работ по запуску системы космической компьютерной связи КОКОС. В результате обсуждения было рекомендовано рассмотреть вопрос об увеличении мощности центральных серверов, отмечена важность единого подхода к приобретению средств вычислительной техники, сетевого оборудования и лицензирования программных продуктов. Дирекции ОИЯИ рекомендовано выступить с инициативой по организации

подкомитета для работы с Европейской сетью NEPNET стран-участниц ОИЯИ и созданию скоростного канала компьютерной связи с сетью NEPNET USA.

Заслушаны доклады о ходе работ по запуску нуклотрона, сооружению У-400М. На основании обсуждения НКС отметил значительную работу, проведенную на этих крупных базовых установках, и рекомендовал форсировать их запуск.

НКС оценил как важную работу по запуску криогенного замедлителя реактора ИБР-2 в Лаборатории нейтронной физики.

Ознакомившись с информацией о разработке и создании протонных циклических ускорителей, НКС отметил успешное выполнение работ совместно с Техническим университетом Мюнхена, разработку проекта циклотрона У-200Т для Республики Узбекистан.

НКС рассмотрел вопрос о ходе работ по проектированию новых базовых установок Института — установки ИРЕН, комплекса К4-К10, комплекса с-тау фабрики и источника синхротронного излучения. Отмечена значительная проектная работа, положительные результаты международной экспертизы проектов и необходимость продолжения проектных работ в 1993 г. В связи с разработкой проектов новых базовых установок рекомендовано рассмотреть состояние работ по высоковакуумной технологии в ОИЯИ.

На основании доклада о разработках детекторов в ОИЯИ НКС рекомендовал их поддерживать и отметил перспективность использования детекторов на пучках базовых установок Института, а также в международных проектах.

ПРЕМИИ

За выдающиеся достижения в области теоретической физики академику Н.Н.Боголюбову (посмертно) присуждена медаль им. П.А.М.Дирака, учрежденная Международным центром теоретической физики (Триест, Италия).

Премия им. Н.Н.Боголюбова и медаль Академии творчества присуждена директору Объединенного института ядерных исследований члену-

корреспонденту Российской академии наук В.Г.Кадышевскому.

Государственная премия Российской Федерации за 1992 год в области науки и техники присуждена В.С.Алфееву, З.В.Борисовской, Б.К.Курятникову, В.И.Лобанову, Е.А.Матюшевскому, И.А.Шелаеву, Л.Г.Макарову (посмертно) — за разработку и создание экономичных сверхпроводящих магнитов для ускорителей высоких энергий.

ПРЕМИИ ОИЯИ

На соискание премий ОИЯИ за 1992 год были выдвинуты лучшие научно-исследовательские, научно-методические и научно-технические работы, выполненные сотрудниками Института. Решением Ученого совета ОИЯИ от 12 января 1993 года присуждены следующие премии:

ПО НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИМ ТЕОРЕТИЧЕСКИМ РАБОТАМ

Первая премия

«Метод исследования сильной связи и фазовой структуры в квантовой теории поля».

Авторы: Г.Ганболд, Г.В.Ефимов, С.Н.Неделько.

Вторая премия

«Оператор фазы и флуктуации света в нелинейных процессах».

Авторы: Э.И.Алискендеров, Ц.Ганцог, Р.Заводны, Б.К.Мурзахметов, В.Н.Попов, Р.Тонась, Хо Чунг Зунг, А.В.Чижев, А.С.Шумовский, В.С.Ярунин.

ПО НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИМ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫМ РАБОТАМ

Первая премия

«Исследование свойств супернейтронообогащенных ядер гелия и лития в экспериментах по упругому рассеянию»

Авторы: К.Борча, Ф.А.Гареев, Д.Гиймо-Мюллер, А.Мюллер, М.Левитович, С.М.Лукьянов, Ю.Э.Пенионжкевич, Н.К.Скобелев, С.П.Третьякова.

Вторая премия

«Измерение разностей зарядовых радиусов ядер и ядерных моментов методами лазерной спектроскопии».

Авторы: Ю.П.Гангрский, Ч.Градечны, С.Г.Земляной, И.Н.Изосимов, Б.К.Кульджанов, К.П.Маринова, Б.Н.Марков, Е.Г.Наджаков, Чан Конг Там.

ПО НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИМ И НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИМ РАБОТАМ

Первая премия

«Малоугловое рассеяние нейтронов как метод исследования надмолекулярной структуры вещества».

Авторы: В.Ю.Беззаботнов, А.Б.Кунченко, Ю.М.Останевич, Й.Плештил, Л.Чер, И.Н.Сердюк.

Две вторые премии

«Разработки, исследования и применение детекторов изображений высокого разрешения».

Авторы: С.Е.Васильев, Ю.В.Заневский, В.И.Микеров, Т.Нэтушил, А.Н.Попов, Л.П.Смыш-



72 сессия Ученого совета ОИЯИ. Директор Института профессор В.Г.Кадышевский вручает дипломы премий ОИЯИ за 1991 год

ков, Д.М.Хейкер, Г.А.Черемухина, С.П.Черненко.

«Основные применения и разработки тепловых детекторов частиц».

Авторы: Б.С.Неганов, В.Н.Трофимов.

ПО НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИМ ПРИКЛАДНЫМ РАБОТАМ

Первая премия

«Получение радиохимически и изотопно ультратонкого плутония-237 для исследований его метаболизма в организме человека».

Авторы: Ю.Ц.Оганесян, С.Н.Дмитриев, Г.В.Букланов, Г.Я.Стародуб, А.Ф.Новгородов, Ю.В.Юшкевич, Ю.П.Харитонов, С.В.Шишкин, Л.И.Саламатин, Н.В.Пронин.

Две вторые премии

«Создание фазотрона с пространственной вариацией магнитного поля на энергию 680 МэВ».

Авторы: В.П.Джелепов, В.П.Дмитриевский, Л.М.Онищенко, Ю.Н.Денисов, А.А.Глазов, Н.Л.Заплатин, В.В.Калиниченко, А.Т.Василенко, О.В.Савченко, С.Б.Ворожцов.

«Охлаждаемые токовводы для циркуляционных сверхпроводящих магнитов нуклотрона».

Авторы: В.Д.Бартенев, В.И.Дацков, Ю.А.Шишов.

Поощрительные премии

«Методы спектрального управления, точно-решаемые квантовые модели и теория движения волн по решеткам каналов (или смешиваемых базисных конфигураций)».

Автор: Б.Н.Захарьев.

«Эволюция двойной ядерной системы, образующейся в глубоконеупругих столкновениях ядер».

Авторы: Г.Г.Адамян, Н.В.Антоненко, Р.В.Джолос, С.П.Иванова, А.К.Насиров.

«Исследование p -нечетных корреляций в реакциях на легких ядрах при захвате тепловых

поляризованных нейтронов с вылетом заряженных частиц».

Авторы: Ю.М.Гледенов, Ю.П.Попов, С.С.Паржицкий, В.А.Весна, И.С.Окунев, Е.В.Шульгина (СПИЯФ).

«Экспериментальное исследование дельта-изобары в ядрах».

Авторы: С.А.Авраменко, Ю.А.Беликов, А.И.Голохвастов, Ю.Лукстиньш, А.Т.Матюшин,

В.Т.Матюшин, Л.С.Охрименко, И.С.Саитов, С.А.Седых, С.А.Хорозов.

«Функция возбуждения и выход ^{97}Ru , образующегося в реакции $^{99}\text{Tc}(p, 3n)^{97}\text{Ru}$, в интервале энергии протонов 20+100 МэВ».

Авторы: Н.Г.Зайцева, Э.Рураж, М.Вобецки, Ким Хын Хван, К.Новак, Т.Тэтгал, В.А.Халкин, Л.М.Попиненкова.

**НАУЧНО-
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЕ
РАБОТЫ,
ВЫПОЛНЕННЫЕ
ЛАБОРАТОРИЯМИ ОИЯИ
В 1992 ГОДУ**



ЛАБОРАТОРИЯ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ им. Н.Н.БОГОЛЮБОВА

КВАНТОВАЯ ТЕОРИЯ ПОЛЯ, ТЕОРИЯ ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ И МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА

Проведена процедура перенормировок и вычислены ренормгрупповые функции в суперсимметричных и несуперсимметричных неабелевых теориях Черна — Саймонса с материей в ведущем двухпетлевом приближении. Найдены все фиксированные точки для групп $SU(n)$, $SO(n)$ и $Sp(n)$. Подобно абелевой теории в случае расширенной $N = 2$ суперсимметрии наблюдается полное сокращение ультрафиолетовых расходимостей [1].

Получено приближенное решение системы ренормгрупповых уравнений для трех бегущих констант связи стандартной модели. Для двухпетлевого случая, содержащего массовую зависимость, результат представлен в аналитическом виде [2].

Исследована $N = 2$ расширенная алгебра W_3 , построены ее нелинейные реализации. В их рамках получены уравнения типа уравнения Буссинеска [3]. Установлено соответствие между комплексной аналитичностью в двумерных конформных теориях и кватернионной (гармонической) аналитичностью в четырехмерных самодуальных теориях. Выявлено фундаментальное свойство: требование конформной инвариантности ведет к комплексификации симметрий. Показано, что и в суперсимметричных калибровочных теориях самодуальность означает определенную аналитичность [4,5]. Развивался твисторно-гармонический подход. Построена суперполевая формулировка суперструны Грина — Шварца типа II [6]. Найдено действие для бозонной струны в размерностях 3, 4, 6 и 10 в твисторном подходе.

Динамика q -деформированных систем сформулирована на коммутативном фазовом пространстве. Построен функциональный интеграл для произвольной системы q -осцилляторов, исследован его квазиклассический предел. Найдено, что простейшие q -деформированные системы (q -осциллятор и q -частица) динамически эквивалентны обычным механическим системам со связями второго рода [7].

В квантовой теории поля с искривленным импульсным пространством установлена связь между дифференциально-разностными операторами сдвига и q -плоскостью. Показано, что данные деформации приводят к теории без ультрафиолетовых расходимостей [8].

Изучены параграсмановы алгебры, с помощью которых построены параконформные расширения алгебры Вирасоро [9]. Дана алгебраическая формулировка некоммутативных калибровочных теорий поля в терминах $SL_q(2)$ -ковариантных квантовых алгебр [10].

Показано, что в теории поля само понятие поля, объединяющее частицы и античастицы, запрещает нарушение статистик Ферми и Бозе [11].

Предложен метод исследования режима сильной связи в квантовой теории поля и в функциональных интегралах по гауссовой мере, а также фазовой структуры суперперенормируемых моделей квантовой теории поля. Метод применен к вычислению энергии основного состояния поларона в физике твердого тела, к изучению характера фазового перехода в теории с самодействием ϕ^4 в двумерном и трехмерном пространствах [12] и к исследованию фазовой структуры модели $(\phi^2)^2$ в R^d с $d = 2, 3, 4$ при произвольных значениях константы связи и температуры [13].

Исследована энергия Казимира в модели жесткой струны с массивными концами и показано, что при определенных условиях тахионные состояния в спектре отсутствуют [14]. Найдены новый класс периодических движений струны с массами [15].

Введена фоновая связность, построенная на основе геометрии Лобачевского. Решена задача о релятивистском поле, создаваемом точечной массой в пространстве Лобачевского [16]. Установлены общековариантные операторы импульса и произвольной криволинейной координаты в квантовой механике частицы в произвольном внешнем гравитационном поле [17].

В теории гравитации Эйнштейна впервые описана квантовая эволюция однородной Вселенной, совпадающая с эволюцией Фридмана в классическом пределе. Показано, что при наличии любой радиации во Вселенной ее квантовая динамика отличается от классической и не противоречит принципу причинности [18].

Продолжались работы по физике спиновых явлений в КХД. Разработан оригинальный метод определения поляризации кварков и глюонов путем измерения спиральной структуры адронных струй (т.н. *handedness*) [19]. Идея метода была использована также и для определения поляризации τ -лептона по распаду $\tau \rightarrow 3\pi$. Проводится апробация метода на экспериментальном материале группы ДЕЛФИ. Обнаружение заметной анализирующей способности открыло бы новое направление исследований в спиновой физике высоких энергий. Эти работы были доложены на XXVI Международной конференции по физике высоких энергий в Далласе (США), на симпозиуме «20 лет КХД» в Аахене (ФРГ) и на конференции «Спин в физике высоких энергий» в Нагое (Япония).

Предложено обобщение дисперсионного подхода к аксиальной аномалии на произвольные спиновые процессы. Обнаружен аномальный полюс в зависящей от спина части полного сечения двухфотонной аннигиляции в ведущем приближении КЭД. Предложен связанный с его существованием новый механизм анионной сверхпроводимости: полюс в корреляторе электромагнитных токов генерируется аналогично духовому полюсу в КХД.

Исследована возможность объяснения спинового кризиса ЕМС за счет реализации принципа соответствия т'Хофта посредством сокращения фотонной и глюонной аномалий. Предсказано аналогичное явление для фотонной спиновой структурной функции, приводящее к обращению в нуль первого момента от синглетного вклада (фотонный спиновый кризис).

Другое возможное объяснение спинового кризиса предложено в рамках подхода, основанного на фундаментальных непertурбативных свойствах вакуума КХД. Дано объяснение экспериментальных данных ЕМС и НМС, и сделаны предсказания поведения партонных структурных функций [20].

В КХД-модели на больших расстояниях показано, что эффекты кваркового моря в амплитуде с переворотом спина кварк-фотонного рассеяния при переданных импульсах $|t| = 0,3$ ГэВ могут достигать (30—40) % от вкладов диаграмм с двухглюонным обменом, а лестничные глюонные графы важны при $|t| = 1$ ГэВ. В этой области переданных импульсов амплитуды с переворотом и

без переворота спина оказываются одного порядка [21].

Совместно с СЕБАФ продолжалась работа по выяснению структуры конденсатов КХД-вакуума. Была рассмотрена новая «симметричная» модель кваркового нелокального конденсата [22], развивающая прежние результаты. Эта модель приводит к низкоэнергетическим волновым функциям мезонов, близким к асимптотическим, в противоположность известным предсказаниям Черняка и Житницких. Была проанализирована роль нелокальных глюонных конденсатов, и калибровочно-инвариантным способом получен их вклад в волновую функцию пиона. Рассмотрен формфактор вершины $2\gamma \rightarrow \pi^0$ при малой виртуальности одного из фотонов и показано, что вклад ρ -мезона в бислокальность определяется его волновыми функциями неведущего твиста.

Проведены исследования зависимости мезонных параметров от температуры и плотности в модели Намбу — Йона-Лазинио. Обнаружена стабилизирующая роль глюонного конденсата при изменениях температуры [23]. Описаны формфакторы ряда распадов D -мезонов. Дана новая интерпретация некоторых скалярных состояний как смешанных кварк-антикварковых и глюбольных состояний [24].

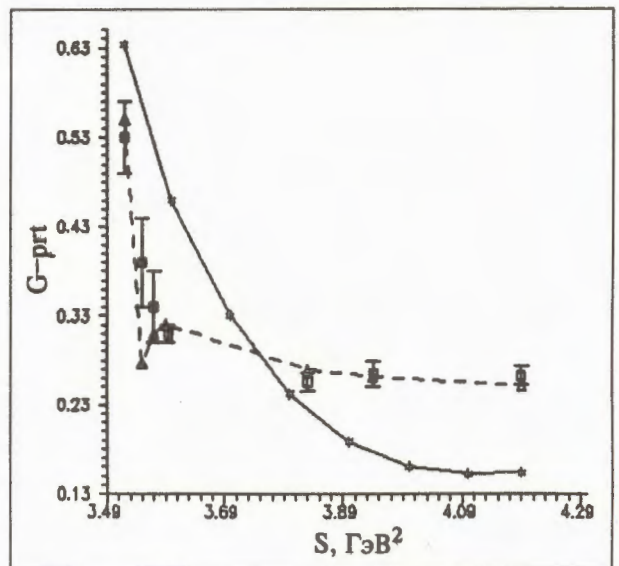
Разработана схема описания нелокальных одновременных связанных состояний в КХД при конечной температуре и барионной плотности (включая в локальном пределе киральные лагранжианы и модель Намбу — Йона-Лазинио). Вычислены температурная зависимость спектра масс мезонов и ширины их распадов [25].

Предложен новый подход к описанию релятивистских систем из тяжелого и легкого кварков, основанный на предположении о том, что динамика легкого кварка определяется силами конфайнмента, а тяжелый кварк описывается свободным дираковским полем с большой массой. Показано, что в пределе больших масс кварков формфакторы $b \rightarrow c$ переходов определяются единой универсальной функцией, зависящей только от произведения четырехскоростей начального и конечного мезонов, что находится в полном соответствии с симметрией Изгура — Вайза. Вычислены парциальные ширины и построены электронные спектры полупертоновых распадов тяжелых мезонов [26]. Продолжено изучение модели кваркония с геометрическим конфайнментом и гармоническим потенциалом. Получен аналог импульсного представления для уравнения Шредингера, дано аналитическое выражение для волновой функции [27].

Рассмотрены следствия присутствия высших орбитальных $SU(6) \otimes O(3)$ -конфигураций в кварковой волновой функции барионов и экзотической кварк-глюонной примеси к основному со-

стоянию октета барионов. Эти факторы рассматриваются как возможная причина различия параметров нарушения унитарных симметрий волновых функций, которое обнаруживается при анализе новых экспериментальных данных по статическим электрослабым характеристикам барионов (магнитные моменты, аксиальные константы полупереходов распадов и т.п.) [28]. Показано, что экспериментальные данные не противостоят неожиданно большой примеси $\{70\}_M$ -плета ($L^P=0^+$) $SU(6)\otimes O(3)$ -конфигураций трех кварков со смешанной симметрией и гибридной кварк-глюонной примеси с относительными вероятностями порядка (10—20) %. Эти результаты интерпретированы как свидетельства в пользу кварк-дикварковой кластерной структуры основного состояния барионов и «гибридной» $qqqg$ -интерпретации роуперского нуклонного резонанса с квантовыми числами $J^P=1/2^+$ и массой $\sim 1,45$ ГэВ и его «странных» аналогов.

Сформулировано и обосновано предложение использовать реакцию тормозного излучения фотонов в протон-протонном взаимодействии в качестве нового эффективного способа обнаружения и исследования узких экзотических шестикварковых резонансов [28]. На этой основе под-



Электромагнитный формфактор протона (пунктирная кривая) с учетом квазидерного PP -состояния [29]. Сплошная линия — расчет по модели векторной доминантности

готовлено письмо в Координационный комитет ядерно-физического центра в Юлихе (ФРГ) с



5 сессия Научно-координационного совета по теоретической физике

предложением постановки соответствующего эксперимента.

Рассмотрено влияние $P\bar{P}$ -состояния в условии унитарности на поведение формфактора протона во времениподобной области. На основе полученного ранее вывода о наличии квазядерного связанного состояния в упругом $P\bar{P}$ -канале проведена оценка его влияния на электромагнитный формфактор протона. Полученное выражение хорошо описывает прецизионные измерения эксперимента PS-170 на установке LEAR в ЦЕРН и указывает на квантовые числа квазядерного состояния [29].

Дано теоретическое описание экспериментов Тономуры, проверяющих основы квантовой механики. Рассмотрены основные свойства тороидальных и цилиндрических соленоидов. Изучены свойства электромагнитного поля вращающегося тороидального соленоида. Указаны возможные применения соленоидов в физике и технике [30].

Получен спектр дискретного оператора Лапласа на решетке, изоморфной дереву Кэли. Явный вид спектра позволяет сделать заключение о наличии фазового перехода в состояние «бозе-

конденсации» для системы бозонов на этой решетке. Точно решаемая модель мономеров и димеров использована для проверки предсказаний теории конечно-размерного скейлинга в трехмерном случае. Подтверждено наличие логарифмических поправок в свободной энергии, возникающих за счет угловых точек трехмерного объема [31].

Показано, что метод обратной задачи рассеяния применим к исследованию нелинейного уравнения Шредингера с источником, если источник представлен в виде интеграла Фурье по собственным функциям так называемого порождающего оператора. При этом выяснилось, что неправильный выбор базиса приводит к тому, что эволюционные уравнения для данных рассеяния оказываются неинтегрируемыми [32].

Получен неалгебраический первый интеграл для известной в статической модели динамической системы, определяемой квадратичным преобразованием Кремона. Установлено, что линии уровня первого интеграла системы показывают поведение, свойственное интегрируемым системам, при одних значениях интеграла, и хаотическое при других [33].

ТЕОРИЯ АТОМНОГО ЯДРА, ЯДЕРНЫХ РЕАКЦИЙ И РЕЛЯТИВИСТСКАЯ ЯДЕРНАЯ ФИЗИКА

Предсказаны вероятности фотовозбуждения нового типа коллективных состояний атомных ядер — двойных гигантских резонансов [34]. Показано, что данные о γ -переходах между возбужденными состояниями дают качественно новую информацию о структуре деформированных ядер [35], а вероятности электромагнитных переходов между низколежащими состояниями нечетно-нечетных ядер определяются заметными примесными вибрационными компонент в их волновых функциях [36]. Вибрационные компоненты существенно влияют и на магнитные переходы в нечетных сферических ядрах [37]. Взаимосвязь коллективных и неколлективных степеней свободы в сферических ядрах исследована на примере зарядовых переходных плотностей [38]. Результаты этих и других исследований докладывались на международных конференциях по ядерной физике в Амалфи (Италия), Токио (Япония), Алма-Ате (Казахстан), Дубне. Совместно с группами проф. М.Хараке (Амстердам, Нидерланды) и проф. Й.Гейзенберга (Нью-Гэмпшир, США) выполнен цикл исследований по изучению зарядовых переходных плотностей низколежащих состояний сферических ядер. Совместно с группой проф. А.Рихтера (Дармштадт, ФРГ) начаты

исследования по проблеме фотовозбуждения изомерных состояний в нечетных ядрах. Исследованию электромагнитных характеристик ядер были посвящены работы, выполненные совместно с отделениями Национального института ядерной физики в Катании, Неаполе и Милане. Вместе с физиками из Орсе (Франция) проводились исследования распадных свойств высоколежащих ядерных состояний, возбуждаемых в реакциях однонуклонных передач. По всем перечисленным коллаборациям полученные результаты направлены в печать, планируется активное продолжение совместных исследований в 1993 г.

В рамках феноменологической модели [39], учитывающей неадиабатические эффекты, обусловленные взаимодействием Кориолиса между различными ротационными полосами, были исследованы свойства коллективных состояний положительной четности в ряде изотопов диспрозия. Получены оценки сил ядерных переходов электрического $E2$ и магнитного $M1$ типов. В работе [40] в приближении случайных фаз на основе модели анизотропного осциллятора и остаточного октупольного взаимодействия, согласованного с деформированным потенциалом среднего поля нуклонов, проведен анализ октуполь-

ных вибраций в супер- и гипердеформированных ядрах. Предложена простая параметризация зависимости энергии различных мод гигантского октупольного резонанса от деформации.

Развит микроскопический метод расчета энергии двойной ядерной системы, образующейся при глубоконеупругих столкновениях ядер.

Продолжено изучение начальной стадии процесса взаимодействия тяжелых ионов с атомными ядрами. Изучены потенциалы взаимодействия системы. Рассматривается влияние внутренней структуры сталкивающихся ядер на основные характеристики процесса [41].

Объяснено наблюдаемое в экспериментах явление выстраивания углового момента нечетного нуклона вдоль вращательного момента ядра в неаксиальных ядрах. Предложен новый метод описания гросс-структуры адронных резонансов.

Найден новый класс нелинейных вихревых возбуждений в ядерном веществе — вихревые «диски» [42].

На основе техники фейнмановских интегралов по траекториям получены дифференциальные сечения упругого и неупругого рассеяния нерелятивистских тяжелых ионов.

Исследовано упругое рассеяние радиоактивных ядер ${}^6\text{He}$ и ${}^{11}\text{Li}$ на нуклонах и ядрах при низких и промежуточных энергиях [43].

Изучены особенности возбуждения мультипольных резонансов в ядрах с нейтронным гало в неупругом рассеянии нуклонов [44].

Исследован вклад поглощения пиона в реакции двойной перезарядки пионов на ядрах. Установлен существенный вклад этого механизма при низких энергиях и больших углах [45]. В рамках гипергеометрического подхода развита теория низкоэнергетического рассеяния в задаче N тел [46]. Сформулировано предложение использовать реакции двойного зарядового обмена и обмена странностью для образования сильно нейтро-

ноизбыточных легких гиперядер типа ${}^6_{\Lambda}\text{H}$, ${}^7_{\Lambda}\text{H}$, ${}^7_{\Lambda}\text{He}$ и т.д. [47]. Предложена теория управления спектральными параметрами в дискретной квантовой механике [48]. Дана оценка вероятности ядерного перехода в мезомолекулярной системе $d, {}^7_{\Lambda}\text{Be}$. В различных кинематических областях исследованы поляризационные характеристики Σ , P и T в реакции ${}^3\text{He}(\gamma, \pi^+) \text{H}$. Процесс описывается в рамках нелокального метода связанных каналов с использованием фадеевских волновых функций и с учетом двухступенчатых процессов с перезарядкой пионов. Обнаружены эффекты усиления вкладов от малых компонент волновой функции ядра ${}^3\text{He}$, а также от $E2$ -перехода в электромагнитной вершине Δ -резонанса [49].

Разработана теория реакций квазиупругого и глубоконеупругого рассеяния (ГНР) на дейтроне с учетом вклада мезонообменных токов, роль которых оказывается существенной в области больших передач импульса [50]. В частности, их учет восстанавливает закон сохранения энергии — импульса в расчетах ГНР в импульсном приближении [51]. Проведен анализ различных источников рождения дилептонов в адрон-ядерных реакциях при промежуточных энергиях с учетом вклада векторных мезонов, исследована роль немассовых эффектов [52]. Продолжались исследования адрон-ядерных и ядро-ядерных столкновений при высоких энергиях с целью выявления сигналов экстремального состояния ядерного вещества [53]. Выявлены вклады различных механизмов рождения частиц в кумулятивной и некумулятивной областях взаимодействия [54]. На основе каскадной модели, развиваемой в ЛТФ [55], с учетом длины формирования объяснены данные по кумулятивному рождению адронов в нейтрино-ядерных взаимодействиях при энергиях 20—200 ГэВ, полученные во ФНАЛ. Исследована структура ядерноподобных конфигураций в модели солитонов кирального поля [56].

ТЕОРИЯ КОНДЕНСИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ

Рассматривались статистические системы с сильным взаимодействием, сильными флуктуациями и сильными корреляциями. Развивались общие методы описания таких систем и приложения к моделям конденсированных сред.

Развит метод автомодельных приближений для суммирования рядов расходящейся теории возмущений. Предложен метод описания кластеризующейся материи [57]. Введено понятие индексов порядка для приведенных матриц плотности, с помощью которых проведена классификация типов статистического упорядочения в

многочастичных системах. Подытожены исследования по распространению нелинейных поверхностных и направляемых волн через планарные диэлектрические слоистые структуры как керровского типа, так и со свойствами насыщения; предложены некоторые возможные приложения для создания приборов нелинейной интегральной оптики [58]. Построена теория биполярона, заметно расширившая предсказываемые размеры области его стабильности [59]. В сотрудничестве с учеными университета Эрлангена — Нюрнберга (Германия) развита теория полярона в магнитном

поле [60]. Построен континуальный интеграл по когерентным состояниям для унитарной $4d$ супергруппы $U(1/1)$. Развитый метод применен к модели Джейнса — Каммингса, для которой $U(1/1)$ является группой динамической симметрии [61]. Найдены решения типа дисклинационных вихрей в плоских системах [62]. Исследованы нелокальные корреляции в модели Андерсона.

Новые интересные результаты были получены при исследовании магнитных свойств пленок и поверхностей на основе разработанного варианта метода ренормгруппы для конечных кластеров [63].

Создано программное обеспечение для измерения анизотропного сечения рассеяния нейтронов при малоугловом рассеянии на биологических объектах в ЛНФ.

Изучены фазовые свойства оптических полей в различных задачах квантовой оптики, в том числе при взаимодействии двухуровневых атомов

с полем в резонаторе, а также фазовые распределения поля для различных его состояний [64,65]. Обнаружено, что в процессе параметрической даун-конверсии с когерентной накачкой имеют место затухания и возобновления осцилляций фазы излучения [66]. Проведено сравнение двух определений оператора фазы излучения [67]. Исследованные задачи дают новую формулировку проблемы статистики сжатого света. Флуктуации числа фотонов при этом связаны с их парными корреляциями, что указывает на аналогию с упорядочением в бозе-газе со слабым взаимодействием между частицами. В отношении последнего рассмотрена возможность упорядочения в сжатом состоянии. Продолжено исследование нелинейных магнитооптических эффектов.

Эти и другие работы были доложены на международных конференциях по квантовой оптике в Копенгагене (Дания) и в Минске (Беларусь).

ТЕОРИЯ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОЙ СВЕРХПРОВОДИМОСТИ

Основное внимание уделялось исследованию механизмов высокотемпературной сверхпроводимости. Получены новые результаты о влиянии сильных электронных корреляций на электрон-фононный механизм спаривания как в однозонной, так и в многозонной [68] модели Хаббарда. Было обнаружено значительное увеличение температуры сверхпроводящего перехода за счет сужения корреляционной зоны, а в многозонной модели Хаббарда — и за счет дополнительного вклада спиновых флуктуаций. Важные для понимания электронного строения меднооксидных соединений результаты были получены при разработке синглет-триплетной модели [69], выполненной совместно с сотрудником Института Макса Планка (Штутгарт, Германия).

Продолжалось изучение ангармонической модели сверхпроводника, предложенной в Дубне. С этой целью разработана микроскопическая мо-

дель структурных фазовых переходов и электрон-фононного взаимодействия в соединениях купрата лантана [70] для объяснения наблюдающейся в экспериментах зависимости температуры сверхпроводящего перехода от кристаллической структуры. В рамках ангармонической модели совместно с сотрудником Института твердого тела (Дрезден, Германия) было дано объяснение высоким значениям второго критического магнитного поля [71].

Отмеченные выше результаты были представлены в виде приглашенных докладов на международной конференции «Решеточные эффекты в высокотемпературных сверхпроводниках» (Санта Фе, США), Мировом конгрессе по сверхпроводимости (Мюнхен, Германия) и на Международной конференции по сверхпроводимости (Пекин).

РАЗВИТИЕ СЕТИ ПЕРСОНАЛЬНЫХ КОМПЬЮТЕРОВ

Установлены и эксплуатируются вычислительные системы с общей распределенной мощностью более 60 Mflops. Внедрены (или обновлены) системы численно-аналитических вычислений.

В помещении КРАСТ установлена Sun SPARC station 2. Программное обеспечение: Sun

OS 4.1.1, C, Open Windows 2, Sun Fortran 4.1, PAW, GNU C, GNU C++, MIT X-Windows (выпуск 5), Fortran-библиотеки из ЦЕРН. Производительность — 6 Mflops при использовании Sun Fortran.

Приобретены и установлены две платы для ПК с RISC-процессором Intel 80860 (Number



Посещение представителями ФМИТ Германии КРАСТ ЛТФ

Smasher 860 фирмы Micro Way) и транслятор Fortran-77 для работы с ними. Производительность каждой платы — 6,2 Mflops.

Обновляется парк персональных компьютеров. Приобретено новое программное обеспечение для ПК: NDP Fortran 4.02, Multi Editor 6.0, Windows 3.1, Corel Draw.

Сетевое оборудование ArcNet в помещении КРАСТ заменено более современным (Ethernet), что обеспечило трехкратное увеличение пропуск-

ной способности сети. Выполнено подключение подсети КРАСТ к общепитутской сети через файловый сервер, который настроен для работы в качестве шлюза.

В связи с недостаточным финансированием (по плану 197 тыс. долларов США, выделено 32 тыс. долларов) работ по проекту СПЕКТР не удалось подключить персональные компьютеры в рабочих кабинетах к локальной сети ЛТФ, как было ранее запланировано.

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ СОТРУДНИЧЕСТВА

26—28 мая в Дубне и 3—5 декабря в Гейдельберге в рамках программы Гейзенберг — Ландау проведены рабочие совещания, посвященные теме «КХД при конечной температуре, связанные состояния и динамика реакций». В них приняло участие 40 человек из ОИЯИ и научных центров Германии (Бохум, Гейдельберг, Регенсбург, Росток, Тюбинген, Юлих). С 17 по 21 мая в Германии (Тюттинг, Бавария) проходила 4-я Международная конференция «Интегралы по путям от мэВ до МэВ». С приглашенными докладами на конференции выступили Г.В.Ефимов и М.А.Смондырев

и с постерным — В.К.Федянин. Доклады были встречены с вниманием, наши ученые установили хорошие деловые контакты со своими коллегами из Германии и других стран. Они получили приглашения на аналогичные совещания. Высказывалось также пожелание о постоянном участии наших физиков в конференциях этой серии.

Высокая активность сотрудничества в рамках программы Гейзенберг — Ландау отмечалась на рабочем совещании по научному сотрудничеству между исследовательскими центрами Германии и ОИЯИ, проходившем в Дубне 13—14 декабря.



Дубна, 15—19 сентября. Международная конференция «Структура ядра и ядерные реакции при низких и промежуточных энергиях»



В 1992 году подготовлено 38 совместных публикаций (см., например, [23,24,49,60,69,71]).

В сентябре в ОИЯИ проходила международная конференция «Структура ядра и ядерные реакции при низких и промежуточных энергиях». Тематика конференции охватывала три основных направления исследований, которые развиваются в ЛТФ и имеют хороший резонанс в мире. Это исследования по структуре атомных ядер, изучение квазиупругих и глубоконеупругих столкновений ядер при низких и промежуточных энер-

гиях, физика промежуточных энергий. Конференция вызвала большой интерес у научной общественности многих стран. Она включена в общий список проводимых в мире конференций, на которых рассматриваются вопросы, связанные с исследованиями на пучках радиоактивных ядер. В работе конференции приняли участие 40 физиков из стран Запада и 70 — из стран СНГ. С докладами выступили В.В.Буров, В.В.Воронов, Ф.А.Гареев, И.Н.Михайлов и В.Г.Соловьев. Итоги конференции по одному из разделов ее про-



Участники Международной школы по теории поля, которая проводилась в рамках программы Гейзенберг — Ландау

граммы — столкновениям тяжелых ионов — были подведены председателем оргкомитета Р.В.Джолосом.

По традиции сотрудники ЛТФ принимали активное участие в организации и проведении Международного семинара по проблемам физики высоких энергий. Очередной XI семинар этой серии проходил в Дубне с 7 по 12 сентября и был посвящен релятивистской ядерной физике и квантовой хромодинамике. В работе семинара принимали участие представители 87 научных центров из 20 стран. С обзорными докладами выступили представители ЦЕРН, СЕБАФ, Брукхейвена, Сакле. Значительное время на семинаре было отведено физике поляризационных явлений, в частности новым результатам, полученным на пучках поляризованных дейтронов на синхрофазотроне ОИЯИ. С интересом были встречены на семинаре доклады С.Б.Герасимова, А.В.Ефремова, В.И.Юкалова, Д.В.Ширкова.

В августе в Дубне проводилась 4-я Школа по теории поля для студентов-старшекурсников. Она организована в рамках программы Гейзенберг — Ландау и впервые была международной. На школу были приглашены 43 студента из стран СНГ, 20 студентов из разных городов Германии и двое из Австрии. Лекции на школе читали преподаватели из Австрии, Англии, Германии и России. От ЛТФ основные курсы лекций прочитаны профессорами школы Г.В.Ефимовым, Д.И.Казаковым, В.Н.Первушиным и Н.Б.Скачковым.

В лаборатории продолжают проводиться хорошо зарекомендовавшие себя расширенные тематические семинары. В мае работал пятый

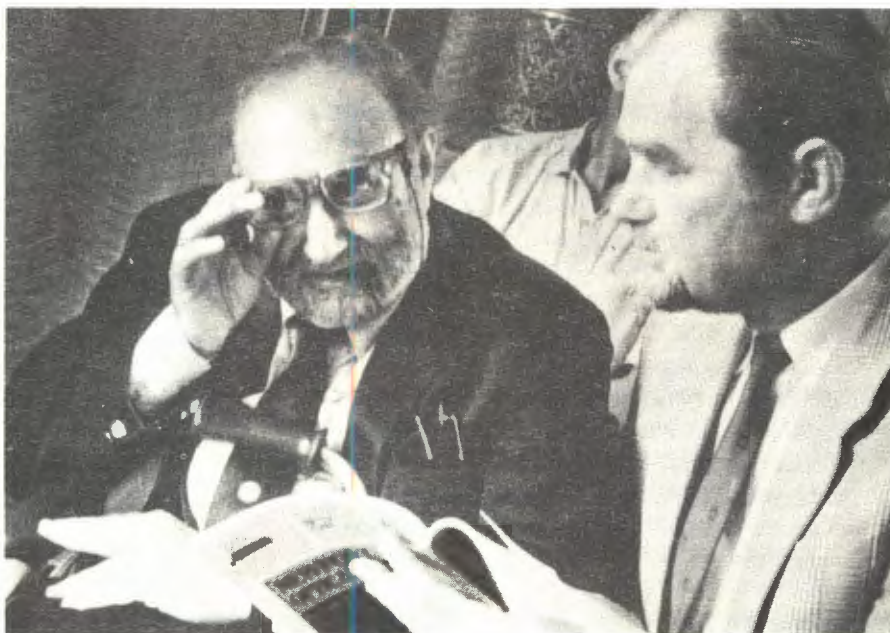
расширенный семинар «Гравитационная энергия и гравитационные волны». Он был посвящен 200-летию со дня рождения Николая Ивановича Лобачевского, теории гравитации, смежным вопросам.

Сотрудники ЛТФ приняли участие в организации и работе ряда национальных конференций и совещаний в странах СНГ, среди которых конференция по физике малочастичных систем в Харькове (Украина) и рабочее совещание по малочастичным системам в Алма-Ате (Казахстан) [46,47]. С пленарным докладом на международной научной конференции «Лобачевский и современная геометрия», проходившей в Казани, выступил Н.А.Черников [16].

Продолжается работа теоретиков по программе эксперимента ДЕЛФИ на ускорителе ЛЭП в ЦЕРН. Основное внимание сосредоточено на обработке данных по параметрам Z-бозона с помощью созданной в ЛТФ программы Z-фиттер (Д.Ю.Бардин), а также по извлечению хромодинамической константы сильного взаимодействия α_s из данных по инклюзивному рождению адронов в распаде Z-бозона (Н.Б.Скачков). Впервые из полученных на ЛЭП данных выявлена информация о продольной структурной функции процесса инклюзивной аннигиляции (работа представлена коллаборацией ДЕЛФИ на XXVI Международную конференцию по физике высоких энергий в Далласе (США)).

8 августа Дубну посетил лауреат Нобелевской премии директор Международного центра теоретической физики в Триесте (ICTP) профессор А.Салам. На встрече в Лаборатории теоретичес-

Гость ОИЯИ, лауреат Нобелевской премии директор Международного центра теоретической физики в Триесте профессор А.Салам



кой физики профессор А.Салам сообщил о присуждении в 1991 году академику Н.Н.Боголюбову медали и международной премии П.Дирака, прочел лекцию «Лево-правая асимметрия как основа жизни». Состоялось обсуждение перспек-

тив сотрудничества ученых Дубны и Триеста. По результатам встречи подписано соглашение на 1993 г. о сотрудничестве между Лабораторией теоретической физики и Международным центром теоретической физики в Триесте.

ЛИТЕРАТУРА

1. Avdeev L.V., Kazakov D.I., Kondrashuk I.N. — *Nucl. Phys. B*, 1992, v.382, p.561.
2. Shirkov D.V. — *Nucl. Phys. B*, 1992, v.371, p.467.
3. Ivanov E.A., Krivonos S.O., Pichugin A.A. — *Phys. Lett. B*, 1992, v.284, p.260; Ivanov E.A., Krivonos S.O. — *Phys. Lett. B*, 1992, v.291, p.63.
4. Galperin A.S., Ogievetsky V.I. — *Class Quantum Grav.*, 1992, v.9, p.1425.
5. Evans M., Gursev F., Ogievetsky V.I. — CERN TH-6533/92; JINR, E2-92-330, Dubna, 1992. (Submitted to «Phys. Rev. D»).
6. Pashnev A., Sorokin D. — *Class. Quantum Grav.*, 1992, v.9, p.2145.
7. Shabanov S.V. — *Phys. Lett. B*, 1992, v.293, p.117.
8. Mir-Kasimov R.M. — Preprint Vrije Universiteit, Brussel, 1992.
9. Filippov A.T., Isaev A.P., Kurdikov A.B. — *Mod. Phys. Lett. A*, 1992, v.7, p.2129.
10. Isaev A.P., Malik R.P. — *Phys. Lett. B*, 1992, v.280, p.219.
11. Govorkov A.B. — *Mod. Phys. Lett. A*, 1992, v.7, p.2383.
12. Efimov G.V., Nedelko S.N. — *Int. J. Mod. Phys. A*, 1992, v.7, p.987.
13. Efimov G.V., Ganbold G. — *Mod. Phys. Lett. A*, 1992, v.7, p.2189.
14. Nesterenko V.V., Shvetz N.R. — *Z. Phys. C*, 1992, v.55, p.265; Нестеренко В.В., Швеиц Н.Р. — ЯФ, 1992, т.55, с.2004.
15. Barbashov B.M., Shvetz N.R. — JINR, E2-92-7, Dubna, 1992. (Subm. to «J. Phys. A»).
16. Черников Н.А. — Пленарный доклад на международной научной конференции «Лобачевский и современная геометрия», Казань, 1992; Chernikov N.A. — JINR, E2-92-394, Dubna, 1992. (Subm. to «Quantum Nonlinear Phenomena»).
17. Тагиров Э.А. — ТМФ, 1992, т.90, с.412.
18. Первушин В.Н. — В сб.: Краткие сообщения ОИЯИ 6 [57]-92, Дубна, 1992, с.46.
19. Efremov A.V., Tornqvist N., Mankiewicz L. — *Phys. Lett. B*, 1992, v.284, p.394.
20. Dorokhov A.E., Kochelev N.I. — Preprint IFUP TH-51/92, Pisa, 1992.
21. Goloskokov S.V. — Preprint IFUP TH-23/92, Pisa, 1992.
22. Mikhailov S.V., Radyushkin A.V. — *Phys. Rev. D*, 1992, v.45, p.1754.
23. Ebert D., Kalinovskiy Yu. L., Volkov M.K. — JINR, E2-92-268, Dubna, 1992. (Subm. to «Phys. Lett. B»).

24. Kusaka K., Volkov M.K., Weise W. — Preprint Univ. Regensburg TPR-92-35, Regensburg, 1992.
25. Kalinovskiy Yu.L., Münchov L., Towmasjan T. — *Phys. Lett. B*, 1992, v.283, p.367.
26. Efimov G.V., Ivanov M.A., Kulimanova N.B., Lyubovitskii V.E. — *Z. Phys. C*, 1992, v.54, p.349.
27. Pervushin V.N., Pogosyan G.S., Sissakian A.N., Vinitsky S.I. — *JINR, E2-92-582, Dubna, 1992 (Напр. в ЯФ)*.
28. Герасимов С.Б. — Труды XI Международного семинара по проблемам физики высоких энергий, Дубна, 1992 (в печати); Gerasimov S.B., Khrykin A.S. — In: *JINR Rapid Comm. N 6[57]-92, Dubna, 1992, p.24*.
29. Мещеряков В.А., Мещеряков Г.В. — Доклад на международной конференции «Кварки-92», Звенигород, 1992; ОИЯИ, P2-92-217, Дубна, 1992.
30. Афанасьев Г.Н. — ЭЧАЯ, 1992, т.23, вып.5, с.1264.
31. Brankov J.G., Priezzhev V.B. — *J. Phys. A*, 1992, v.25, p.4297.
32. Mel'nikov V.K. — *Inverse Problems*, 1992, v.8, p.133.
33. Rerikh K.V. — *Physica D*, 1992, v.57, p.337.
34. Ponomarev V.Yu., Voronov V.V. — *Phys. Lett. B*, 1992, v.279, p.1.
35. Soloviev V.G. — *Prog. Part. Nucl. Phys.*, 1992, v.28, p.49.
36. Hrivnacova I. et al. — *Z. Phys. A*, 1992, v.343, p.145.
37. Kostova L.G. et al. — *Z. Phys. A*, 1992, v.342, p.145.
38. Kim W. et al. — *Phys. Rev. C*, 1992, v.45, p.2290.
39. Михайлов И.Н. и др. — Изв. РАН, сер. физ., 1992, т.56, с.121.
40. Nazmitdinov R., Aberg S. — *Phys. Lett. B*, 1992, v.289, p.238.
41. Antonenko N., Jolos R. — *Z. Phys. A*, 1992, v.341, p.459.
42. Kartavenko V.G. — *JINR, E4-92-463, Dubna, 1992; J. of Phys. G (in press)*.
43. Gareev F.A. et al. — *Nucl. Phys. A*, 1992, v.542, p.208.
44. Ershov S.N. et al. — *Phys. Lett. B*, 1992, v.292, p.239.
45. Khankhasaev M.Kh. et al. — *Phys. Rev. C (to be published)*.
46. Пунышев В.В. — Доклад на рабочем совещании по малокачественным системам, Алма-Ата, 1992; ЯФ (в печати).
47. Majling L. — Talk Presented at the National Conf. on Phys. of Few-Body and Quark-Hadronic Systems, Kharkov, Ukraine, 1992; *JINR, E2-92-442, Dubna, 1992*.
48. Захарьев Б.Н. — ЭЧАЯ, 1992, т.23, вып.5, с.1387.
49. Kamalov S.S., Tiator L., Bennhold C. — *Nucl. Phys. A*, 1992, v.547, p.599.
50. Буров В.В., Достовалов В.Н., Суськов С.Э. — ЭЧАЯ, 1992, т.23, вып.3, с.721.
51. Казаков К., Каптарь Л.П., Умников А.Ю. — ЯФ, 1992, т.55, с.3307.
52. Братковская Е.Л., Резник Б.Л., Титов А.И. — ЯФ, 1992, т.55, с.3058.
53. Kuptsov M. et al. — *JINR Rapid Comm. N5 [56]-92, Dubna, 1992, p.51*.
54. Mashnik S.G. — *JINR, E2-92-320, Dubna, 1992 (To be publ. in «Nucl. Phys.»)*.
55. Eliseev S.M. — *JINR, E2-92-118, Dubna, 1992*.
56. Николаев В.А., Ткачев О.Г. — ЯФ, 1992, т.55, с.179.
57. Yukalov V.I., Kadantseva E.P., Shanenko A.A. — *Nuovo Cim. A*, 1992, v.105, p.371.
58. Михалке Д., Назмитдинов Р.Г., Федянин В.К., Уанг Р.П. — ЭЧАЯ, 1992, т.23, вып.1, с.122.
59. Verbist G., Smodyrev M.A., Peeters F.M., Devreese J.T. — *Phys. Rev. B*, 1992, v.45, p.5262.
60. Kochetov E.A., Smodyrev M.A., Leschke H. — *Z. Phys. B*, 1992, v.89, p.177.
61. Kochetov E.A. — *J. Phys. A*, 1992, v.25, p.411.
62. Osipov V.A. — *Phys. Lett. A*, 1992, v.164, p.327.
63. Ilkovic V. — *phys. stat. sol. (b)*, 1992, v.172, p.K19.
64. Сюракшина Л.А., Ярунин В.С. — ТМФ, 1992, т.92, с.158.
65. Говорков Б.Б., Шумовский А.С. — ЖЭТФ, 1992, т.101, с.1270.
66. Tanas R., Gantsog Ts. — *Phys. Rev. A*, 1992, v.45, p.5031.
67. Popov V.N., Yarunin V.S. — *J. Mod. Optics*, 1992, v.39, p.1525.
68. Chan Minh-Tien, Plakida N.M. — *Modern Phys. Lett. B*, 1992, v.6, p.1309.
69. Hayn R., Yushankhai V.Yu., Lovtsov S.V. — *Phys. Rev.*, 1993, B47, p.5253.
70. Красавин С.Е., Плакида Н.М. — СФХТ, 1992, т.5, с.1173.
71. Galbaatar T., Drechsler S.L. — *Physica C*, 1992, v.191, p.377.

ЛАБОРАТОРИЯ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

В соответствии с решениями 71 сессии Ученого совета ОИЯИ работа лаборатории велась по следующим приоритетным направлениям:

- ввод в действие нуклотрона и развитие инжекционного комплекса;
- исследование кварковых систем и спин-эффектов на пучках релятивистских ядер синхрофазотрона и других ускорительных центров;
- подготовка первоочередных экспериментов на нуклотроне;
- работы в области прикладных исследований.

Главным итогом 1992 года для лаборатории стало завершение сборки кольца нуклотрона и его технологический пуск с пучком.

На пучках релятивистских ядер и поляризованных дейтронов синхрофазотрона продолжалась активная работа на экспериментальных установках СФЕРА, АЛЬФА, СЛОН, АНОМАЛОН (ЛСВЭ), ФАЗА (ЛЯП), КАСПИЙ (ИЯИ РАН), СМС (МГУ), ГИБС.

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЕ РАБОТЫ

ИССЛЕДОВАНИЕ МНОЖЕСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ В СОУДАРЕНИЯХ РЕЛЯТИВИСТСКИХ ЯДЕР

Установка СФЕРА. На пучках релятивистских поляризованных дейтронов и ядер углерода синхрофазотрона в 1992 г. проведено два сеанса на установке СФЕРА. Получен большой объем информации по кумулятивному рождению частиц. Информация, полученная в сеансе на дейтронном пучке, обработана, результаты представлены на международных конференциях и опубликованы [1].

На переднем сцинтилляционном спектрометре установки СФЕРА проведено изучение влияния ядра-мишени на процесс фрагментации релятивистских дейтронов в кумулятивные пионы (рис.1). Сопровождающая множествен-

Значительно расширилось сотрудничество лаборатории с другими ускорительными центрами по релятивистской ядерной физике. Ведется подготовка совместных экспериментов в ЦЕРН (SPS, LHC), в Брукхейвенской национальной лаборатории (RHIC) и в Сакле (SATURNE). Основой для участия в этих исследованиях является опыт, приобретаемый при работе на пучках ускорительного комплекса ЛВЭ.

Научные и методические результаты ЛВЭ докладывались на основных международных конференциях и симпозиумах. На прошедшем с большим успехом XI Международном семинаре по проблемам физики высоких энергий «Релятивистская ядерная физика и квантовая хромодинамика» (Дубна, сентябрь 1992 г.) в обзорном докладе А.М.Балдина был представлен статус проекта «Нуклотрон» и программа исследований на нем (препринт ОИЯИ Е1-92-487). С запуском нуклотрона Институт делает большой шаг вперед в расширении исследовательских возможностей для физиков из стран-участниц.

ность и отношение сечений на ядрах свинца и углерода указывают на периферический характер процесса (рис.2). Впервые кумулятивный эффект изучался на пучке поляризованных дейтронов. Получены указания на наличие лево-правой асимметрии в образовании заряженных частиц, сопровождающих рождение быстрых кумулятивных пионов из поляризованных дейтронов.

На установке СФЕРА накоплена статистика по соударениям релятивистских ядер углерода с ядрами H, Li, Be, C, Al, Cu, Sn, Pb объемом 10^6 событий, что позволит систематически изучить эффекты формирования кумулятивных пионов в зависимости от прицельного параметра соударения, а также новые явления, связанные с одновременным проявлением высокоимпульсных компонент в сталкивающихся ядрах [6,8].

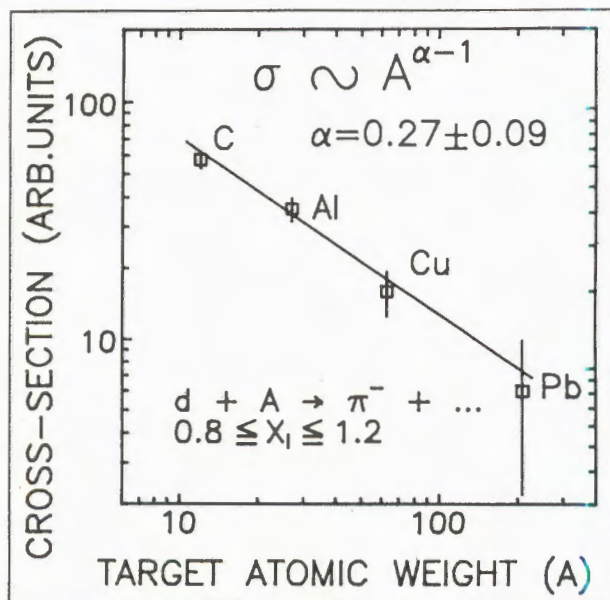


Рис. 1. Зависимость сечения фрагментации релятивистских дейтронов в кумулятивные π -мезоны от атомной массы ядра-мишени. Сечения нормированы на число нуклонов ядра-мишени [1]

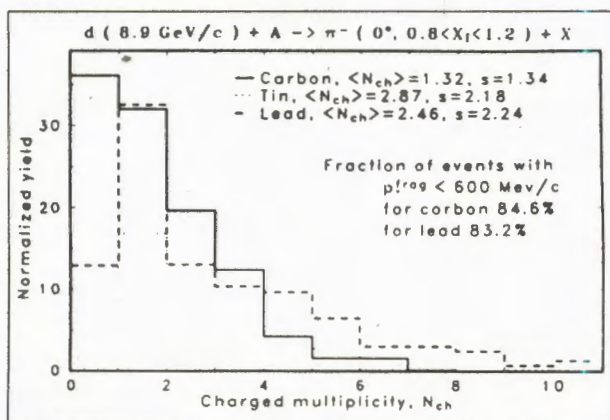


Рис. 2. Распределение множественности заряженных частиц, сопровождающих образование кумулятивных π -мезонов на ядрах углерода, олова, свинца [1]

Завершен цикл работ по исследованию кумулятивного образования мезонов в протон-ядерных взаимодействиях при энергиях 15–65 ГэВ [9,10]. Эти работы удостоены 2-й премии ОИЯИ по экспериментальным работам за 1991 г. На материале эксперимента СКА (внутренняя мишень на У-70) получены энергетические зависимости образования кумулятивных каонов на различных ядрах. В рамках модели фрагментации флуктуонов поведение отношения выходов отрицательных и положительных каонов указывает на усиление вклада кваркового моря во флуктуонах.

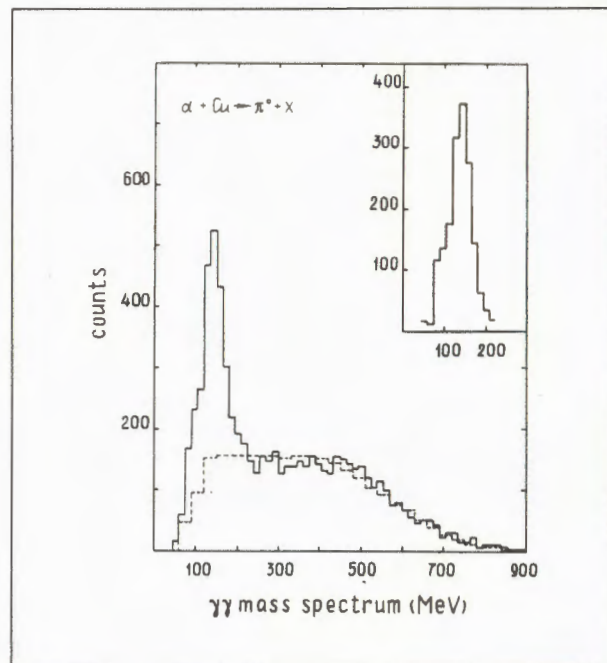


Рис. 3. Распределение по эффективной массе попарно скомбинированных γ -квантов для реакции $\alpha + (C, Cu) \rightarrow \pi^0 + X$ на установке ФОТОН — МАССЕР [22]

На 90-канальном масс-спектрометре ФОТОН—МАССЕР [22] измерены инклюзивные сечения образования π^0 -мезонов в реакциях $p + (C, Cu) \rightarrow \pi^0 + X$ и $\alpha + (C, Cu) \rightarrow \pi^0 + X, \pi^0 \gamma\gamma$ при импульсе 4,5 ГэВ/нуклон (рис.3). Цель исследований — получение новой информации о механизме кумулятивного эффекта в процессах рождения адронов в ядро-ядерных взаимодействиях. Имеющиеся в настоящее время данные о кумулятивном рождении пионов в ядро-ядерных взаимодействиях получены для заряженных частиц и относятся к энергиям до 2,9 ГэВ/нуклон. Особенностью постановки, отличающей ее от экспериментов с заряженными частицами, является возможность измерения в одном эксперименте π^0 -мезонов в широком интервале поперечных импульсов.

Определена зависимость инвариантного сечения от атомной массы ядра-мишени при налетающих протонах и α -частицах. Среднее значение показателя степени n ($\sigma \sim A^n$) составляет $n = 0,42 \pm 0,03$ для налетающих протонов и $n = 0,37 \pm 0,02$ для α -частиц. Полученные результаты согласуются с предсказаниями модели партонной рекомбинации, в соответствии с которой частицы с большими кумулятивными числами и малыми поперечными импульсами рождаются в результате фрагментации кварков-спектаторов или их рекомбинации с морскими кварками.

Для величины X_0 , характеризующей кварк-партонную структурную функцию ядра ${}^4\text{He}$ (параметризация $E(d\sigma/dp) \sim \exp(-X/X_0)$ при $P_T = 0$) найдены значения: $X_0 = 0,143 \pm 0,003$ для реакции $\alpha + \text{C} \rightarrow \pi^0 + X$ и $X_0 = 0,145 \pm 0,002$ для реакции $\alpha + \text{Cu} \rightarrow \pi^0 + X$.

Сотрудничество ГИБС. На установке ГИБС [11—13] в реакциях перезарядки ядер на ядрах исследовалась проблема взаимодействий Δ -изобары в ядрах. Было установлено, что зависимость сечений перезарядки от атомного номера мишени отличается от той, которую можно ожидать для предполагаемого периферического взаимодействия с рождением Δ -изобары на квазисвободном нуклоне ядра-мишени. Результат удовлетворительно согласуется с расчетами, учитывающими коллективное взаимодействие изобары в ядре. Однако более однозначные и убедительные экспериментальные доказательства получены при анализе фотографий со стримерной камеры ГИБС. Обнаружено, что в процессе перезарядки появляются каналы, невозможные для реакции на квазисвободном нуклоне и, напротив, естественно объяснимые как коллективное взаимодействие изобары, например как безмезонная разрядка $\Delta N \rightarrow NN$. В результате анализа пионных спектров (для основного канала реакции) впервые получено указание на процесс, связанный с возбуждением изобары в налетающем ядре.

Продолжался анализ и накопление данных для исследования корреляций в столкновениях $\text{Mg}-\text{Mg}$.

Ядерные эмульсии. Сотрудничеством СЛОН, организованным ЛВЭ, проводились работы по исследованию с помощью ядерных фотоэмульсий взаимодействий ядер ${}^{16}\text{O}$ и ${}^{28}\text{Si}$ с энергией 3,7 ГэВ/нуклон, а также в рамках участия в сотрудничестве ЕМУ01 при энергии ядер 200 ГэВ/нуклон. Установлена независимость выхода фрагментов ядер мишени от массы и энергии налетающих ядер при многократном росте рожденных релятивистских частиц и фрагментов налетающего ядра. Это наблюдение подтверждает сделанный ранее вывод о проявлении «длины формирования» в столкновениях релятивистских ядер [33—36].

В центральных соударениях ядер кремния с ядрами серебра и брома при энергии 3,7 и 14,5 ГэВ/нуклон флуктуации плотности вторичных частиц по псевдобыстроте и азимутальному углу их вылета указывают на струйный характер генерации частиц. Изучено полное разрушение ядер серебра и брома при энергии 3,7 ГэВ/нуклон. В таких процессах наблюдается резкое изменение корреляционных соотношений

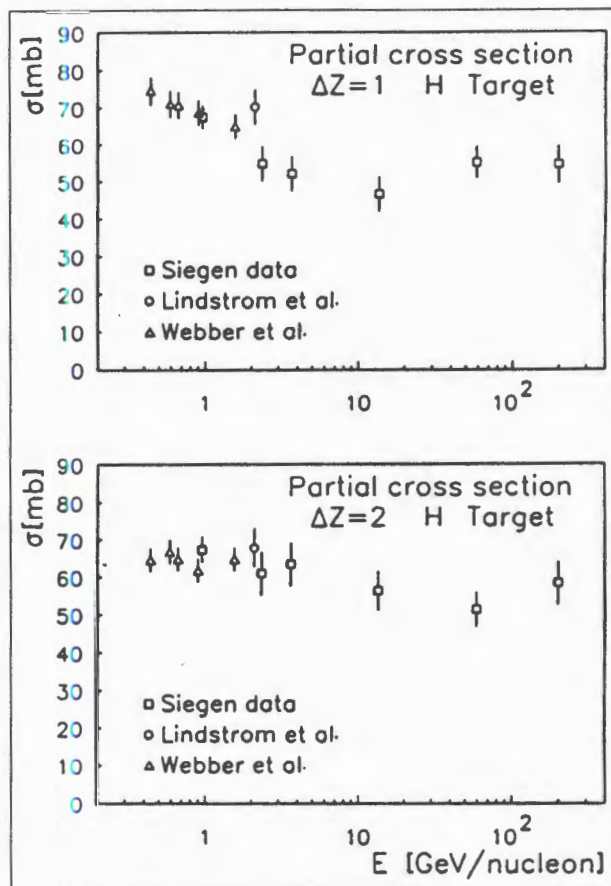


Рис. 4. Зависимость парциальных сечений для реакций с изменением заряда при взаимодействии ${}^{16}\text{O}$ с протоном при $\Delta Z = 1$ (вверху) и $\Delta Z = 2$ (внизу) [45]

между релятивистскими частицами и числом фрагментов мишени.

Завершена обработка данных и опубликованы результаты измерений сечений фрагментации ядер ${}^{16}\text{O}$ в диапазоне от 0,9 до 200 ГэВ/нуклон [45] (рис.4). Работа выполнена сотрудничеством Университет г.Зигена (ФРГ) — ЛВЭ с использованием методики пластиковых трековых детекторов. Облучение детекторов типа CR-39 проводилось на пучках синхрофазотрона ЛВЭ, AGS (Брукхейвен) и SPS (ЦЕРН).

Установка КАСПИЙ. Систематическое измерение энергетических зависимостей сечений образования пионов, каонов и антипротонов в ядро-ядерных взаимодействиях выполнено на установке КАСПИЙ (ИЯИ РАН) [46]. Полученные данные важны как для построения обобщающей картины кумулятивного эффекта и подпорогового рождения, так и для поиска новых коллективных эффектов в соударениях ядер [47].

Обработка снимков с пропановой камеры. В протон-углеродных взаимодействиях при 10 ГэВ/с на материале, полученном коллаборацией на пропановой пузырьковой камере ЛВЭ,

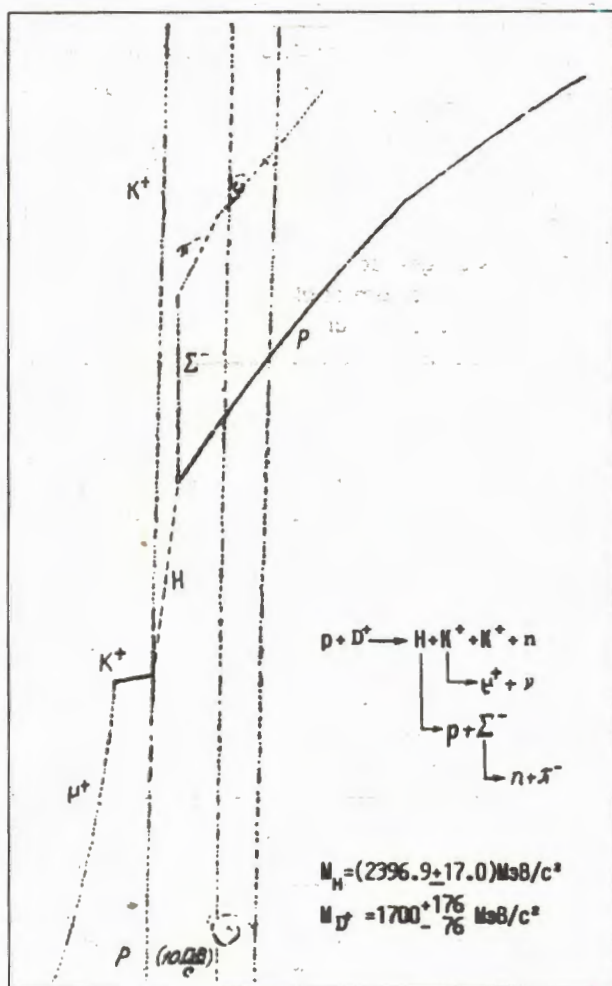


Рис. 5. Ассоциативное рождение тяжелого стабильного нейтрального Н-дибариона и двух K^+ -мезонов на нестранным дибарионе D^+ , образовавшемся внутри ядра в момент столкновения $p^{12}\text{C}$ при импульсе 10 ГэВ/с. Виден слабый распад частиц H , Σ^- и K^+

обнаружены события, которые интерпретируются как образование двух положительно заряженных и двух нейтральных тяжелых стабильных дибарионов ($M > 2M_\Lambda$) со странностью $S = -2$ (рис.5). Средние значения масс $2396,9 \pm 17,0$ МэВ и $2393,4 \pm 22,4$ МэВ в пределах погрешностей совпадают с массой 2370 МэВ, предсказанной солитонной моделью. Сечения рождения этих экзотических адронов 100 нб. Результат имеет важное значение для планирования новых электронных экспериментов.

Рождение очарованных частиц в нуклон-нуклонных взаимодействиях изучалось в основном вдали от порога их рождения. Исследования вблизи порога проводятся преимущественно на серпуховском ускорителе. Сотрудничеством БИС-2 накоплен экспериментальный материал, необходимый для анализа и изучения характеристик рождения очарованных частиц во взаимо-

действиях нейтронов с ядерными мишенями, малоизученных странных резонансов и поиска экзотических узких состояний. Проведен анализ характеристик рождения $\Lambda(1520) \rightarrow \Lambda^0 \pi^+ \pi^-$ в нейтрон-ядерных взаимодействиях с ядрами углерода, алюминия и меди на статистике около 20 млн первичных событий, зарегистрированных на установке БИС-2.

Направлены для опубликования в журналах «Ядерная физика» и «Чехословацкий физический журнал» результаты исследований характеристик рождения очарованных $\tilde{D}^0$ -мезонов во взаимодействиях нейтронов с ядрами водорода, углерода и алюминия при энергии в с.ц.м. около 10 ГэВ. Сигнал $\tilde{D}^0$ наблюдался в спектре эффективных масс системы $K^+ \pi^- \pi^+ \pi^-$. В кинематической области по продольному импульсу от 30 до 65 ГэВ/с и квадрату поперечного импульса от 0 до 1 (ГэВ/с)² определены поперечные сечения рождения, параметры зависимости сечения от атомной массы ядер мишени, а также параметры дифференциальных сечений по фейнмановской переменной X_F и квадрату поперечного импульса p_T^2 : $\sigma_H = 3,1 \pm 1,1$ мкб, $\sigma_C = 27,5 \pm 9,3$ мкб, $\sigma_{Al} = 49,6 \pm 16,3$ мкб, $\sigma_A = \sigma_0 A^\alpha$, где $\sigma_0 = (1,5 \pm 0,8) \sigma_H$ и $\alpha = 0,73 \pm 0,23$; $d\sigma/dX_F \sim (1 - X_F)^n$, где $n = 2,3^{+0,2}_{-0,3}$; $d\sigma/dp_T^2 \sim \exp(-Bp_T^2)$, где $B = 1,3^{+0,2}_{-0,3}$ (ГэВ/с)⁻².

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ ЛЕГКИХ ЯДЕР

На пучках поляризованных дейтронов синхротрона при наивысших в мире энергиях на установках ИНЕСС—АЛЬФА и АНОМАЛОН (ЛСВЭ) получены новые данные по спиновой структуре дейтрона при межнуклонных расстояниях до 0,4 фм.

Группой АЛЬФА в феврале — марте проведен эксперимент по измерению коэффициента передачи поляризации от дейтрона к протону в реакции фрагментации дейтрона под нулевым углом [20,21]. Оригинальная методика измерений позволила получить данные, независимые от неопределенностей в знании поляризации пучка и анализирующей способности мишени (рис.6). Предварительные результаты этих измерений были представлены на международных конференциях в Дубне (сентябрь) и Нагое (ноябрь). Они хорошо согласуются с аналогичными данными, полученными в Сакле при меньших энергиях.

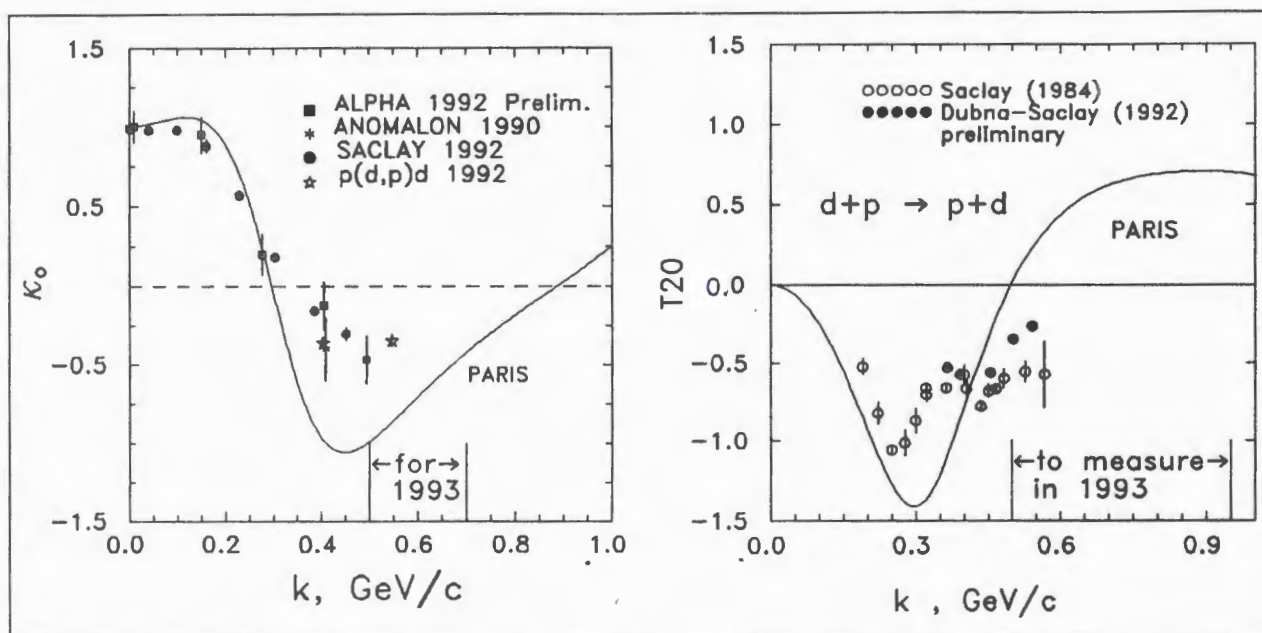


Рис. 6. Данные эксперимента АЛЬФА о коэффициенте передачи поляризации от векторнополяризованного дейтрона протону (слева) и о тензорной анализирующей способности реакции упругого рассеяния назад дейтронов протонами (справа). Показана область планируемых на 1993 год измерений [20, 21]

В рамках вновь образованной коллаборации с участием физиков из Болгарии, Канады, США, Украины, Франции проведен эксперимент в Сакле (Франция) по передаче поляризации от дейтрона к протону в реакции упругого дейтрон-протонного рассеяния назад и планируется измерение тензорной анализирующей способности этого процесса на синхрофазотроне ЛВЭ в феврале 1993 года. Предложены эксперименты, стимулирующие создание пучков поляризованных ядер ^3He . Подготовлен для публикации в ЭЧАЯ обзор по дельта-изобарным возбуждениям ядер в рамках исследования ненуклонных степеней свободы.

На установке ЛСВЭ АНОМАЛОН [14–19] проводятся фрагментационные эксперименты на пучках ядер и поляризованных дейтронов ускорительного комплекса ЛВЭ. Программа исследований связана с реализацией конкурентоспособного направления: светосильных поляризованных исследований структуры простейшей малонуклонной системы — дейтрона — на предельно малых расстояниях, недостижимых на других ускорителях. Исследования, ведущиеся в других центрах, ограничены либо энергией поляризованных дейтронов, как в Сакле, либо светимостью, как в Новосибирске, Бонне (ФРГ), Бейтсе (США), с электронными пробниками. В 1992 г. методом двойного рассеяния продолжены измерения коэффициента передачи поляризации от векторнополяризованного дейтрона к стриппинговому протону при фрагментации дейтрона

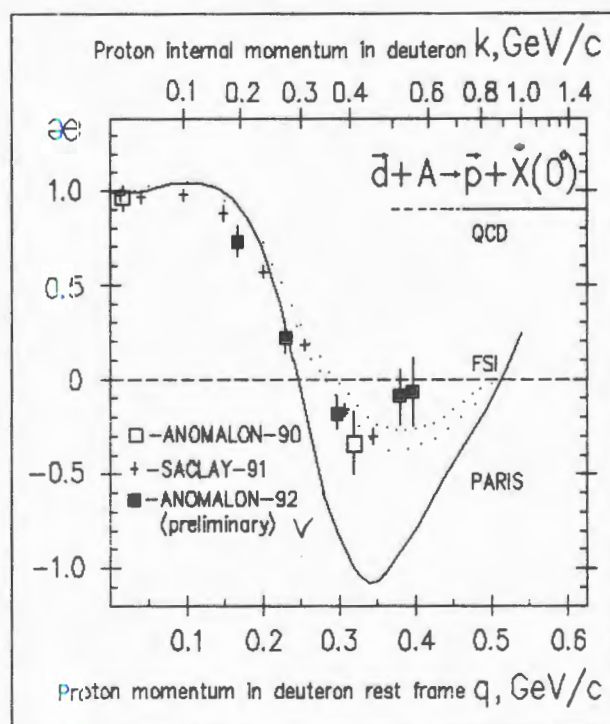


Рис. 7. Зависимость передачи векторной поляризации — отношения поляризации стриппингового протона к поляризации пучкового дейтрона от импульса протона в системе покоя дейтрона (q) или внутреннего импульса протона в дейтроне (k) [14]

вперед, вплоть до межнуклонных расстояний 0,4 фм. Ранее полученные данные [14] при внутреннем импульсе нуклонов $k = 410$ МэВ/с на

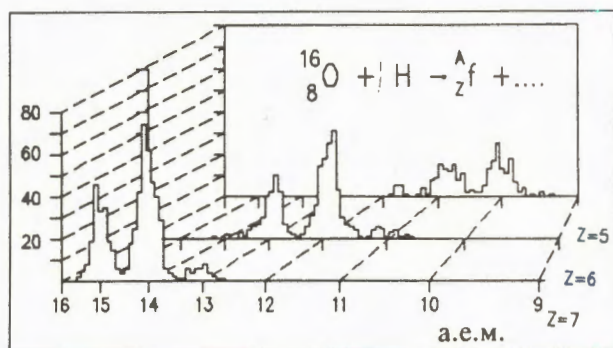


Рис. 8. Разделение изотопов фрагментов азота, углерода и бериллия при фрагментации релятивистских ядер кислорода на водороде при массовом разрешении спектрометра АНОМАЛОН $\sigma_A = 0,09$ а.е.м. [17]

количественном уровне показали необходимость учета взаимодействия в конечных состояниях в импульсном приближении [15] и несостоятельность некоторых феноменологических описаний волновой функции дейтрона в импульсном приближении. В 1992 г. в коллаборации ЛСВЭ—ЛВЭ—Лодзь—Гатчина завершена коренная модернизация установки АНОМАЛОН с целью увеличения светимости в десятки раз для продолжения исследований и проведен один девятисуточный сеанс по набору статистики. Накоплены данные по систематическому изучению передачи поляризации в области внутренних импульсов нуклонов до $k = 550$ МэВ/с. Предварительные данные представлены на Международный симпозиум по спиновой физике. Новые данные показывают [17] изменение поведения коэффициента передачи поляризации, что может быть интерпретировано как экспериментальное указание перехода к асимптотическому поведению, предсказанному в рамках квантовой хромодинамики на больших расстояниях [18] (рис. 7).

Перспективы развития связаны с экспериментальной проверкой КХД-асимптотики структуры дейтрона в измерениях передачи поляризации вплоть до внутренних импульсов 650—700 МэВ/с и тензорной анализирующей способности при фрагментации выстреленного дейтрона с внутренними импульсами 600—850 МэВ/с, где статистические ошибки других экспериментов велики.

Планируется измерение энергетической зависимости фрагментации С и О на водороде в изотоп ^{10}Be . Точное измерение сечения рождения ^{10}Be при фрагментации прольет свет на вопрос о времени жизни космических лучей в Галактике, так как его период полураспада около 2 миллионов лет, что актуально для построения моделей происхождения и распространения космических лучей. Использование магнитного спектрометра АНОМАЛОН с полной идентификацией

всех фрагментов вплоть до гелия и массовым разрешением до 0,09 а.е.м. (рис. 8) выгодно отличается от методики черенковского спектрометра, на котором ведутся систематические исследования и где легкие фрагменты не разделяются по заряду для всех реакций [19].

В течение 1992 года проводилась обработка материала, набранного в сеансах установки УПК (универсального поляризационного калориметра) на пучке векторнополяризованных дейтронов с импульсом 3,35 ГэВ/с. На магнитные ленты суммарных результатов в дополнение к ранее полученным данным добавлено около 40000 событий. Ведется анализ результатов.

Анализ результатов ведется также на материалах, накопленных ранее по экспериментам $\text{O}-p$, $\text{He}-p$, $\text{He}-p$, $d-p$. Получены и опубликованы новые результаты по фрагментации ядра кислорода, в том числе изотопный состав вторичных ядер гелия. Показано, что существующие теоретические модели требуют значительной доработки.

Накоплен материал по развитию каскада ядерных взаимодействий в водородной среде. Один метр жидкого водорода при рабочих параметрах прибора (5 атм, 28 К) соответствует $4 \cdot 10^7$ световых лет при плотности межзвездного водорода. Получены результаты по инклюзивным дифференциальным сечениям протонов из dp -взаимодействий в трех угловых интервалах в диапазоне $90-180^\circ$ при 3,35 ГэВ/с. Изучены пространственные корреляции в реакциях безмезонной дезинтеграции легких ядер, связанные со взаимодействием в конечном состоянии. Показана идентичность поведения корреляций на легчайших ядрах (d , ^3He , ^4He), а также на поляризованных дейтронах. Сделан вывод, что величины корреляций велики, и результаты для поляризованных и неполяризованных дейтронов совпадают в пределах погрешностей. Эти данные могут быть полезны для стимулирования реакций термоядерного синтеза.

С помощью установки МАСПИК структура ядра и механизм ядерных реакций исследуются методом измерения спектров фрагментов легких релятивистских ядер в области поперечных импульсов фрагментов от 0,5 до 1 ГэВ/с. Именно благодаря постоянно присутствующей большой поперечной компоненте импульса получаемые данные обладают высокой чувствительностью к малым межнуклонным расстояниям в ядре [39—41].

Для подготовки к экспериментам на пучке поляризованных дейтронов был выполнен анализ поляризационных аспектов ядерной фрагментации релятивистских дейтронов с вылетом протонов под ненулевыми углами. В рамках динамики светового фронта в релятивистском импульсном

приближении вычислены тензорные анализирующие способности T_{20} и T_{22} реакции $dp \rightarrow pX$ при энергии 9 ГэВ/с, которые представляют собой независимое средство зондирования структуры дейтрона на малых расстояниях. Рассмотрен вопрос об изменении поляризации нуклона в быстро движущемся дейтроне. Показано, что вектор поляризации нуклона поворачивается на определенный угол. Экспериментальное исследование этого эффекта предоставляет еще одну возможность сделать выбор между динамиками мгновенной формы и светового фронта.

В рамках темы велись теоретические исследования. Разработана модель релятивистского дейтрона для описания процессов с участием поляризованного дейтрона: dp -фрагментации, упругого pd -рассеяния, упругого и глубоконеупругого ed -рассеяния. В рамках непertурбативной КХД развита модель протона, учитывающая инстантонные флуктуации вакуума, для расчета поляризационных характеристик (структурные функции, асимметрии) в лептон-протонных, протон-протонных и протон-ядерных взаимодействиях.

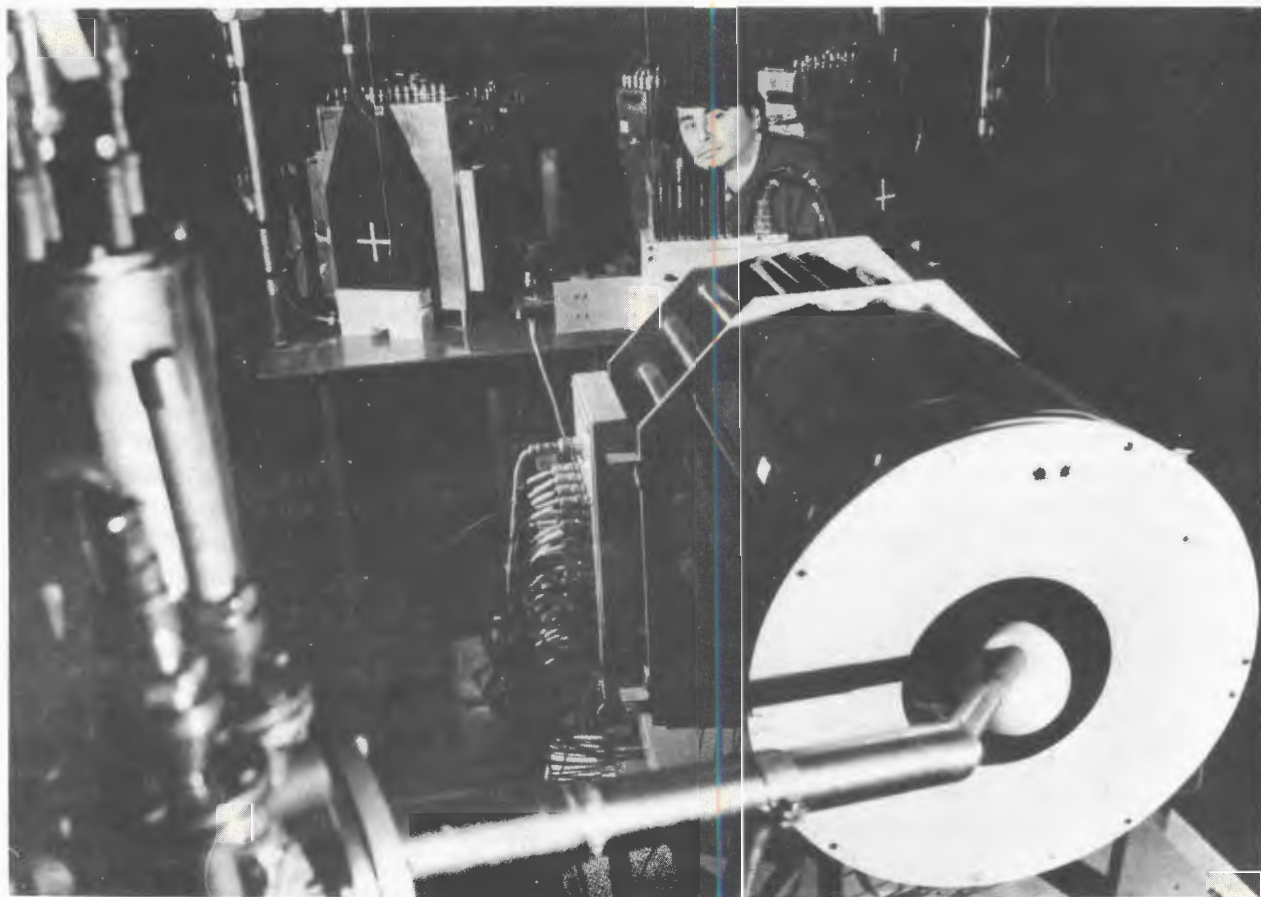
РАЗВИТИЕ МЕТОДИКИ ЭКСПЕРИМЕНТА

УСТАНОВКИ, ДЕТЕКТОРЫ

Прделана большая работа по развитию переднего детектора установки СФЕРА. Подготовлены к работе ряд сцинтилляционных годоскопов больших размеров и 90-канальный электромагнитный калориметр. На пучках синхротрона проводились исследования ячейки

электромагнитных калориметров на основе тяжелых кристаллов (BaF_2) [2]. Заканчиваются работы по монтажу большого газового черенковского счетчика.

Создана и введена в эксплуатацию криогенная мишень для установки СФЕРА, позволяющая изучать продукты реакций в 4л-геометрии. Внутренний сосуд мишени, заполняемый жидким во-



Установка СФЕРА. На переднем плане — водородная мишень

дорогом, имеет форму сферы диаметром 70 мм. Он изготовлен из лавсановой пленки толщиной 800 мкм. Вакуумный кожух также имеет форму сферы и изготовлен из пенопласта. Комплексные криогенные испытания показали, что расход жидкого гелия составляет 1 л/час, время заполнения мишени водородом 40 мин. В конце октября был проведен первый сеанс установки СФЕРА с жидководородной мишенью.

В настоящее время в ЛВЭ имеется пять жидководородных мишеней на установках СФЕРА, ИНЕСС—АЛЬФА, АНОМАЛОН, ДИСК, КАСПИЙ. В 1992 г. криогенные мишени работали на следующих установках: ИНЕСС—АЛЬФА (3 сеанса — 264 часа), АНОМАЛОН (1 сеанс — 264 часа), СФЕРА (1 сеанс — 48 часов).

Для струйной поляризованной мишени МСП-5 были разработаны и отданы в производство крионасос и криоловушка в варианте криоконденсации при температуре ниже 4 К, разработана документация на вакуумные системы откачки с использованием ротационных насосов и форвакуумного насоса, в опытном производстве изготовлены рампы, вакуумные кожухи мишени, в ЛСВЭ завершается изготовление шестиполусных магнитов.

Для изучения вопросов получения поляризованной струи водорода в условиях откачки газа криопанелями ($T = 4$ К) в сочетании с турбомолекулярными насосами готовится к испытаниям стенд на базе ранее изготовленных узлов. Цель — получение поляризованной газовой струи с длительностью импульса до 1 секунды.

Полностью подготовлен к испытаниям в рабочих условиях сверхпроводящий соленоид СПМ-1 центрального детектора первой очереди установки СФЕРА. Разработаны основные узлы сверхпроводящей магнитной системы СПМ-2 центрального детектора второй очереди установки. Завершены доработка и сборка СПМ-1, установка подготовлена к испытаниям в рабочих условиях в корп. 203А. Проведены испытания азотной, вакуумной и термометрической систем, а в декабре — рабочие испытания. Закончен монтаж основных азотных и гелиевых трубопроводов СПМ-1 в корп. 205. Проведены испытания дистанционно управляемых силовых контактов для систем электропитания магнита. Выпущены рабочие чертежи основных узлов СПМ-2, на ЭВМ проведены расчеты топографии магнитного поля и максимальной температуры обмотки при ее переходе в нормальное состояние. Проведены расчеты и эскизное проектирование СПМ с ультратонким в радиационном отношении (менее $0,2L_{\text{rad}}$) соленоидом для выпускаемого в ЦЕРН «Letter of Intent».

В плане подготовки к исследованиям в области столкновений ядер при сверхвысоких энер-

гиях сотрудниками группы СФЕРА выполнены тестовые испытания прототипа модуля времяпролетной системы для эксперимента NA49 на пучке ядер свинца (SPS, ЦЕРН). Достигнуто очень хорошее временное разрешение (60 пс) с использованием сцинтилляторов производства ЛВЭ и фотоумножителей ФЭУ-87 [3]. Ведется проработка времяпролетной системы для экспериментов с тяжелыми ионами на ЛНС в ЦЕРН.

В рамках заключенного в августе 1992 г. соглашения между Брукхейвенской национальной лабораторией (США) и ОИЯИ велись работы по созданию прототипа элементов времяпролетной системы для эксперимента PHENIX на RHIC. Выполнен большой объем работ по подготовке экстрадера, позволяющего вытягивать сцинтилляционные полосы различных сечений и длиной поглощения свыше 2 метров. В сотрудничестве с МЭЛЗ разработаны фотоумножители с улучшенными временными характеристиками.

В 1992 г. успешно развивалось сотрудничество с Институтом ядерных исследований и ядерной энергетики (София). Для высоковольтного питания электромагнитных калориметров, сцинтилляционных годоскопов и пропорциональных камер установки СФЕРА в счет взноса Болгарии в ОИЯИ разработаны и частично изготовлены электронные блоки, управляемые компьютером.

Завершено конструирование станции внутренних мишеней на нуклотроне. Разработан проект системы сбора информации для эксперимента СЯО. Сотрудничеством СФЕРА совместно с группой ИЯИ РАН предложено использование двухплечевого гамма-спектрометра для постановки эксперимента по наблюдению прямых лептонных пар в ядро-ядерных соударениях на внутренней мишени [4,5].

На установке ДИСК велись работы по освоению методики использования различных типов безмагнитных адронных спектрометров (БАС). Обработывался материал, накопленный в предыдущих сеансах работы установки. Создана система сбора информации на базе РС АТ 386/387 и магнитофона CM 5309, что позволило отказаться от работы в on-line режиме с ЕС-1055. Продолжались работы по исследованию ядерной фрагментации на установке «Нейтронный детектор».

Столкновения тяжелых ионов при ультрарелятивистских энергиях позволяют изучать сильновзаимодействующую материю при экстремальных плотностях. Статистическая квантовая хромодинамика предсказывает, что при достаточно высоких плотностях будет происходить переход адронной материи в плазму, состоящую из кварков и глюонов. Такой переход в обратном направлении произошел при образовании Вселенной через 10^{-5} секунд после Большого Взрыва.

Сотрудники ЛВЭ участвуют в подготовке предложения эксперимента для исследования ядро-ядерных взаимодействий при энергии сталкивающихся ядер свинца 1236 ТэВ. В 1992 году работа велась по следующим направлениям:

- физическое моделирование событий по программам HIJING и VENUS для физического обоснования эксперимента;

- моделирование установки по программе GEANT;

- расчеты магнитного поля и проектирование сверхпроводящей магнитной системы с учетом экспериментальных условий;

- конструирование времяпролетной системы на основе газовых искровых счетчиков;

- проработка вариантов конструкции передних адронных калориметров;

- проработка регистрирующей электроники вершинного детектора;

- моделирование и исследование возможностей регистрации электронных пар в эксперименте.

Работы ведутся в рамках коллаборации с ЦЕРН, ГСИ (Дармштадт), ИНФН (Турин, Рим, Бари).

В рамках подготовки к исследованиям на LHC группа сотрудников ЛВЭ включилась в эксперимент WA89 «Large Acceptance Hadron and Photon Spectrometer», который будет проводиться в 1994—96 гг. В нем будут изучаться процессы, происходящие при столкновениях ядер свинца с энергиями 40, 80 и 160 А·ГэВ.

Одной из главных характеристик события является поток энергии в направлении вперед. Он позволяет оценить число нуклонов, непосредственно участвовавших в столкновении и, следовательно, дает информацию о прицельном параметре. Эта величина будет измеряться с помощью переднего адронного калориметра, который будет также определять триггер установки на центральное столкновение. В настоящее время ведутся следующие работы:

- моделирование калориметра с целью оптимизации его характеристик и параметров;

- проработка конструкции калориметра;

- радиационные испытания разных типов пластических сцинтилляторов с целью выбора наиболее радиационно стойкого;

- изучение возможностей размещения заказов на материалы и изготовление деталей и узлов калориметра.

Завершение работ по созданию переднего адронного калориметра планируется в марте 1994 года.

Развивается сотрудничество с коллаборацией NA-45/CERES (Cherenkov Ring Electron Spectrometer) по исследованию рождения e^+e^- -пар в

pA - и AA -взаимодействиях [44]. Разработаны и реализованы алгоритмы обработки экспериментальных данных с RICH и кремниевых детекторов, позволившие восстановить вершину взаимодействия и подавить основной фоновый процесс — конверсию. Разработанные алгоритмы и программы использованы при поиске векторных мезонов в pA -взаимодействиях при энергиях SPS ЦЕРН. Полный пакет программ обработки установлен в вычислительном центре ОИЯИ.

Разработана методика исследования статических характеристик однокоординатных микроstriповых детекторов, создана установка для исследования однокоординатных и двухкоординатных микроstriповых детекторов. Создается чистая комната для проведения измерений [42]. Разработаны и изготовлены фотошаблоны однокоординатных детекторов и опытные экземпляры фотошаблонов для двухкоординатных детекторов. Предложена технология изготовления опытной партии двухсторонних детекторов. Ведутся работы по компьютерному моделированию микроstriповых детекторов как детекторов излучений [43] и как сложной полупроводниковой структуры. Для проекта SDC планируется изучение радиационной стойкости детекторов. Начато исследование возможности применения детекторов для измерений в рентгеновском диапазоне для использования в медицине и дефектоскопии.

РАЗРАБОТКА И ПРОИЗВОДСТВО ЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЫ

Создан ряд элементов электронной аппаратуры для организации параллельных ветвей считывания данных с установки СФЕРА. Проведена модернизация программного обеспечения системы сбора данных с установки СФЕРА [7].

Изготовлено 69 плат КАМАК с золочением разъемов, 350 плат без золочения разъемов, 80



Станция связи сети Ethernet в Лаборатории высоких энергий

блоков КАМАК, 2 модуля ФАСТБАС, 60 блоков в других конструктивах, 400 делителей для ФЭУ. Блоки настроены и эксплуатируются на установках.

Испытан в сеансе 64-разрядный регистр в стандарте ФАСТБАС для установки СФЕРА. Создан интерфейс персональный компьютер — система ФАСТБАС [23].

Разработаны два типа модулей в стандарте VME. Разработано унифицированное программное обеспечение по организации работы аппаратуры в стандарте КАМАК на линии с ПЭВМ и опробовано для системы управления, изготавливаемой по теме «Нуклотрон», и для системы сбора данных, создаваемой по теме «Солитон».

Изготовлен универсальный программатор для программирования запоминающих устройств: ПЗУ, ППЗУ, ПЛУ, ПЛМ и т.д. Проводилось периодическое обслуживание системы измерения интенсивностей на синхрофазотроне ОИЯИ и системы автоматизации КГУ.

РАЗВИТИЕ УСКОРИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА

СООРУЖЕНИЕ НУКЛОТРОНА

В феврале 1992 г. проведен пробный пуск первых двух октантов ускорителя. Время, затраченное на охлаждение 28 дипольных и 11 квадрупольных магнитов до температуры жидкого гелия 4,2 К, составило 86 часов. Время охлаждения азотных экранов до 87 К — 16 часов. Для контроля температуры было использовано около 300 датчиков. Охлаждение велось от одной установки КГУ-1600 при среднем значении потока гелия 2 л/час через каждый магнит. В дипольные и квадрупольные магниты был введен ток, соответствующий полю инжекции (94,1 А и 79,6 А соответственно). В этих условиях общий теплоприток составил около 600 Вт. Нарушений рабочих режимов за исключением незначительных неполадок в работе компрессоров не было. Криостатирование и работа магнитов были устойчивыми. Давление в вакуумной камере ускорителя составило менее 10^{-10} торр.

Из линейного ускорителя была осуществлена инжекция пучка поляризованных дейтронов с энергией 5 МэВ/нуклон при интенсивности на входе в кольцо $2 \cdot 10^9$ част./имп. Измерение интенсивности производилось в начале первого и второго октантов и в конце второго. Потерь пучка при его прохождении двух октантов в пределах погрешностей обнаружено не было.

Перспективы связаны с разработкой функционально новых модулей электроники и с переводом регистрирующей электроники в стандарт VME, а также с созданием многопроцессорной системы в стандарте VME, предназначенной для параллельного решения задач сбора и обработки данных с установки СФЕРА в реальном масштабе времени [23]. Созданы программы для одноплатной ЭВМ типа TSVME 120 по организации взаимодействия с драйвером ветви КАМАК, выполненным в стандарте VME. Разработаны математические средства, обеспечивающие подготовку программ для одноплатной ЭВМ на ПЭВМ.

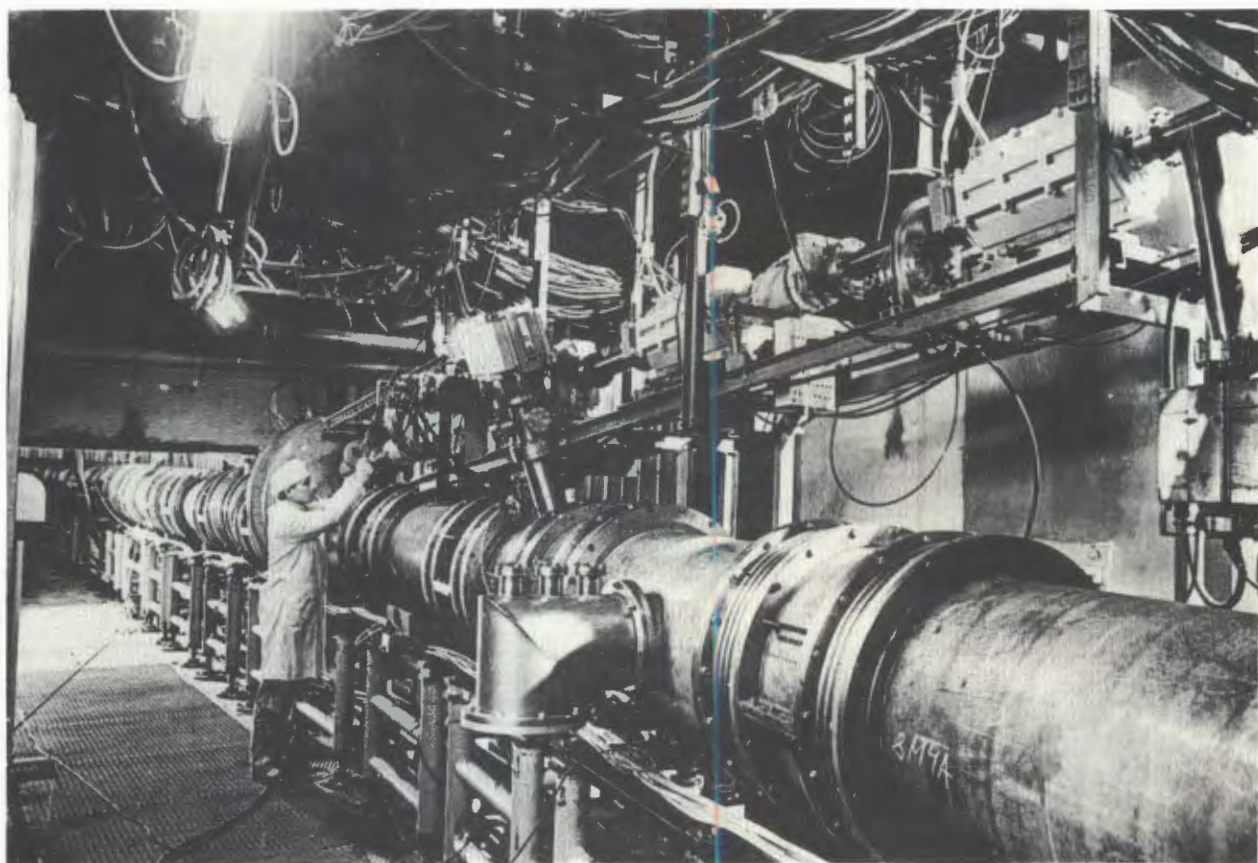
Введена в эксплуатацию локальная сеть Ethernet ЛВЭ, обеспечивающая доступ пользователей к институтской сети. Сеть объединяет персональные компьютеры как в физических корпусах, так и на экспериментальных установках в корпусе выведенных пучков. Она открывает возможность активного участия исследователей из зарубежных научных центров в экспериментах на ускорительном комплексе ЛВЭ.

Продолжались испытания изготовленных элементов кольца нуклотрона. Всего выполнено с 1 января по 25 ноября 1992 г. 96 испытаний. В последние месяцы проводилось в среднем за 5 рабочих дней 3,5 испытания. Впервые испытывались и отлаживались ускоряющие станции, квадрупольные и секступольные линзы медленного вывода, сборки с тоководными узлами. Проведен комплекс испытаний первой секции магнита Ламбертсона. Выполнены ресурсные испытания двух гелиевых рефрижераторов КГУ-1600. Достигнута их производительность в режиме ожижения на уровне 5000 л/час. Полностью отлажена на кольце нуклотрона первая высокочастотная ускоряющая станция.

Завершены исследования влияния процессов старения на потери энергии в переменном магнитном поле в Nb—Ti композитных сверхпроводниках. Обнаружено уменьшение потерь в 1,4—3,4 раза для образцов с различными параметрами, что можно объяснить увеличением эффективного поперечного сопротивления.

РАЗВИТИЕ ИНЖЕКЦИОННОГО КОМПЛЕКСА

В начале 1992 г. осуществлена подготовка, а в феврале — марте проведен сеанс с поляризованным пучком дейтронов на синхрофазотроне. По-



Инжекционный участок нового ускорителя ОИЯИ — нуклотрона

становка корректирующих катушек на входе и выходе ВЧ-ячейки позволила повысить векторную поляризацию пучка P_z^+ до 0,45, P_z^- до 0,43 соответственно. Во время сеанса установка ПОЛЯРИС работала стабильно, без промежуточных степеней для сублимации криоосадков. Физические исследования с поляризованным пучком проводились на установках АЛЬФА, СФЕРА, АНОМАЛОН, СМС (МГУ). На этапе запуска установки пучок из ПОЛЯРИСа был пропущен через 1/4 нуклотрона. Интенсивность ускоренного пучка в 1992 г. в кольце синхрофазотрона $1,3 \cdot 10^9$ част./имп.

В соответствии с планом работ по повышению интенсивности пучка разработаны и изготовлены сферическое зеркало спин-процессора для поворота пучка на 90° , узел крепления, позволяющий использовать электростатическую оптику для лучшего согласования установки ПОЛЯРИС с ускорительной трубкой ФИ ЛУ-20. Проведены работы по упрощению конструкции планируемого в будущем ионизатора на перезарядке для источника ПОЛЯРИС.

В рамках программы подготовки источника высокозарядных тяжелых ионов для нуклотрона был проведен сеанс работы источника КРИОН-С

на линейном ускорителе. Отработан режим устойчивого получения и ускорения ионов серы на ЛУ-20.

РАБОТА СИНХРОФАЗОТРОНА

В 1992 году исполнилось 35 лет со дня запуска синхрофазотрона. В свой юбилейный год из-за финансовых ограничений он отработал, к сожалению, всего лишь 1023 часа. Это наименьшее количество часов из отработанных им ежегодно до сих пор.

Тем не менее ускоритель находится на хорошем эксплуатационном уровне, его надежность за последние 15—20 лет значительно возросла: простои не превышают 6—7% от запланированного времени работы. До последних лет, когда персонал полностью включился в работы по сооружению нуклотрона, шло постоянное усовершенствование синхрофазотрона. По существу, усовершенствование отдельных частей ускорительного комплекса продолжается и сейчас, но оно ведется на узлах, которые будут работать в комплексе нуклотрона. Чтобы не снижать темпы работ по сборке и испытаниям кольца нуклотрона, работа синхрофазотрона проводилась в вечернее и ноч-

ное время. В течение 1992 г. было проведено два сеанса работы синхрофазотрона: на поляризован-

ных дейтронах (февраль—март — 631 час) и на ядрах (октябрь — 392 часа).

ПРИКЛАДНЫЕ РАБОТЫ

Сотрудничеством Дубна — Марбург — Страсбург — Тессалоники — Пекин проведены измерения на пучках релятивистских ядер фтора и углерода для поиска аномального взаимодействия ядерных фрагментов. С помощью твердотельных ядерных детекторов изучены полные сечения взаимодействия релятивистских ядер углерода и магния с различными ядрами. Облучены пластиковые фольги толщиной 3 мм для получения ядерных фильтров при энергии пучка 350 МэВ/нуклон.

На пучках релятивистских ядер гелия, лития, углерода выполнен цикл работ по исследованию генерации нейтронов в массивных мишенях для обоснования электроядерного способа получения энергии (проект «Энергия»). Установлено, что легкие ядра более эффективны для генерации нейтронов, чем протоны; число генерированных нейтронов линейно растет с увеличением энергии ядер; величина энергозатрат на генерацию одного нейтрона составляет 32 ± 5 МэВ [37,38]. Эти результаты применимы для создания защиты от нейтронов на ускорителях и спутниках, для моделирования электроядерного способа получения атомной энергии, для создания интенсивных нейтронных генераторов, для решения проблемы трансмутации радиоактивных продуктов атомной энергетики.

Продолжены работы по влиянию облучения тяжелыми ионами на критические токи ВТСП [24—27]. Проведены сеансы облучения образцов на ускорителе У-400 (ЛЯР), в том числе очень успешный — на ядрах $^{84}\text{Kг}$. Обнаружено, что рост критического тока J_c в результате облучения ионами $^{84}\text{Kг}$ существенно выше (в 2—3 раза), чем при облучении ^{40}Ar , и наблюдается при более высоких температурах (практически до T_c). При оптимальных условиях $J_c(\text{обл.})/J_c(\text{необл.}) = 200$. В результате расчетно-теоретических работ (совместно с ЛВТА) по пространственно-временным распределениям температуры вблизи трека от тяжелого иона в ВТСП установлено, что «опасные» для ВТСП перегревы (более 800°C) возникают в области 100—200 А. Возможно, этот тепловой механизм образования протяженных квазицилиндрических областей вдоль треков от быстрых заряженных частиц является доминирующим (по крайней мере для тяжелых ионов)

в возрастании пиннинга вихрей и, следовательно, роста J_c после облучения ВТСП.

Проведены прецизионные измерения зависимости сопротивления от температуры серии ВТСП-керамик MBaCuO (М есть Y, Ho, Gd, Er, Dy). Показано хорошее согласие экспериментальных данных с теорией Блоха — Грюнайзена. Измерены потери энергии для ВТСП-керамики. Прделана серия измерений электромагнитных свойств ВТСП-образцов в рамках совместных с ЛНФ ОИЯИ работ: изучения магнитной структуры ВТСП с помощью поляризованных нейтронов; увеличения токонесущей способности ВТСП с помощью создания центров пиннинга в процессе регулируемого отжига.

Проводился физический и теоретический анализ полученных экспериментальных данных электромагнитных характеристик ВТСП, в том числе по изучению влияния топологических структур на макроскопические свойства нерегулярной сетки джозефсоновских контактов. Создана установка для измерения комплексной магнитной восприимчивости.

В рамках темы «Детекторы изображений» ведутся разработки новых газовых и твердотельных координатных детекторов частиц для исследований в ядерной физике и в смежных областях науки. Выполнены следующие основные работы:

- разработаны двухкоординатные мини-дрейфовые камеры, работающие в СГС-режиме (см. рис.9). Пространственное разрешение по точной координате — 100 мкм, по второй координате — 250 мкм. С помощью современной технологии поверхностного монтажа созданы усилители-формирователи для пропорциональных и дрейфовых камер, которые могут конкурировать с аналогичными разработками западных фирм. Эти разработки выполнены совместно с фирмой «Физические научные приборы» (Дармштадт);

- совместно с ИЛЛ (Гренобль) и ИФ (Баку) ведутся разработки микростриповых газовых детекторов на основе подложек из стекла с ионной и электронной проводимостью. Такие детекторы позволяют получать пространственное разрешение 100 мкм, обеспечивают высокое быстродействие и значительно дешевле кремниевых;

- совместно с ИК РАН (Москва), ФИ РАН (Москва), ИСМ РАН (Черноголовка), ИБОХ (Киев), ИМХ (Прага) проведены разработки

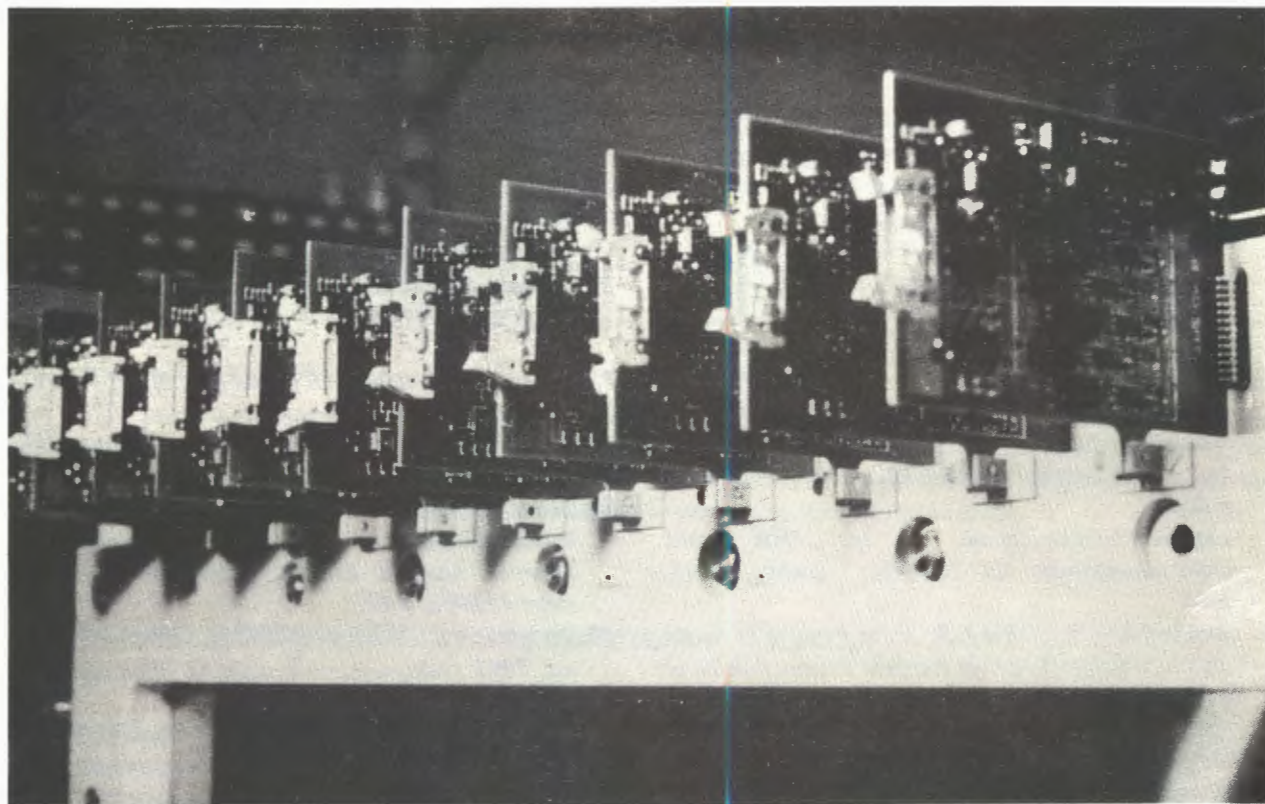


Рис. 9. Минидрейфовые камеры с двухкоординатным считыванием, работающие в СГС-режиме. Электроника считывания выполнена с применением технологии поверхностного монтажа

одномерных и двумерных детекторов высокого разрешения для регистрации рентгеновского излучения и медленных нейтронов [28—32]. Детекторы предназначены для структурных исследований белков, жидких кристаллов, вирусов и др.;

— совместно с лабораториями ИНФН (Феррара, Неаполь, Пиза) ведутся разработки аппара-

туры считывания информации с микростриповых кремниевых детекторов.

Разрабатываемые по данной теме детекторы успешно использовались для обучения молодых физиков на 3-й и 4-й Международных школах ИКФА по аппаратуре в физике элементарных частиц (Рио-де-Жанейро, 1990; Триест, 1991). Подготовлена аппаратура для 5-й Школы в Бомбее.

ЛИТЕРАТУРА

1. Afanasiev S.V. et al. — In: *Proceedings of XXVI International Conference on High Energy Physics, Dallas, USA, Aug. 5—9, 1992.*
Afanasiev S.V. et al. — *XI International Seminar on High Energy Physics Problems. Relativistic Nuclear Physics and Quantum Chromodynamics, Dubna, Russia, Sept. 7—12, 1992. Abstracts, p.49.*
Afanasiev S.V. et al. — In: *JINR Rapid Communications, N1 [58]—93, Dubna, 1993, p.21.*
Afanasiev S.V. et al. — In: *Proc. of II International Conference on Particle Production Near Threshold, Uppsala, Sweden, Aug. 26—30, 1992 (To be published in «Physica Scripta»).*
2. Kozma P. et al. — *NIM, 1992, A314, p.26.*
3. Afanasiev S.V. et al. — In: *JINR Rapid Communications N4 [55]—92, Dubna, 1992, p.12.*
4. Pentia M. et al. — *XI Intern. Seminar on High Energy Physics Problems. Relativistic Nuclear Physics and Quantum Chromodynamics, Dubna, Russia, Sept. 7—12, 1992. Abstracts, p.95.*
Pentia M. et al. — In: *JINR Rapid Communications N4 [55]—92, Dubna, 1992, p.31.*
5. Slowinski B., Rogulski J. — In: *JINR Rapid Communications N4 [55]—92, Dubna, 1992, p.19.*
6. Bondarev V.K. et al. — *XI International Seminar on High Energy Physics Problems. Relativistic Nuclear Physics and Quantum Chromodynamics,*

- Dubna, Russia, Sept. 7—12, 1992. Abstracts, p.47.
- Bondarev V.K. et al. — In: *JINR Rapid Communications N1 [58]-93*, Dubna, 1993, p.35.
7. Anisimov Yu.S. et al. — In: *Proceedings of Open Bus Systems'92 in Research and Industry*, October 13—15, 1992, Zurich, Switzerland, p.381.
Afanasyev S.V. et al. — In: *Proc. of Conference on Computing in High Energy Physics — 1992 (CHEP-92)*, Annecy, France, Sept. 21—25, 1992.
 8. Litvinenko A.G. et al. — *XI International Seminar on High Energy Physics Problems. Relativistic Nuclear Physics and Quantum Chromodynamics*, Dubna, Russia, Sept. 7—12, 1992. Abstracts, p.46.
Litvinenko A.G. et al. — In: *JINR Rapid Communications N1 [58]-93*, Dubna, 1993, p.27.
 9. Peresedov V.F., Zolin L.S. — In: *Proc. of II International Conference on Particle Production Near Threshold*, Uppsala, Sweden, Aug. 26—30, 1992 (To be published in «Physica Scripta»).
 10. Gavrishchuk O.P. et al. — In: *JINR Rapid Communications N4 [55]-92*, Dubna, 1992, p.4.
Zolin L.S. — In: *Proceed. of Intern. Confer. on Nucl. Phys. INPC-92*, Wiesbaden, FRG, 1992.
 11. Avramenko S.A. et al. — *Nuclear Physics*, 1992, A547, p.95.
 12. Avramenko S.A. et al. — *JINR Rapid Communications N3 [54]-92*, Dubna, 1992, p.13.
 13. Авраменко С.А. и др. — *Письма в ЖЭТФ*, 1992, 55, с.676.
 14. Dzikowski T. et al. — In: *Proc. of Deuteron-91 Workshop*, Dubna, June 11—13, 1991. *JINR*, E2-92-25, Dubna, 1992, p.181.
 15. Lykasov G.I. — *ibid.*, p.218.
 16. Borzunov Yu.T. et al. — *ibid.*, p.185.
 17. Golutvin I.A. et al. — In: *Proc. of 10-th Symposium on High Energy Spin Physics*, Nagoya, November 9—14, 1992.
 18. Kobushkin A.P. — *ibid.*
 19. Webber W.R. et al. — *Proc. 18-th ICRC*, Bangalore, 1983, vol.2, p.202.
 20. Ableev V.G. et al. — In: *JINR Rapid Communications N1 [52]-92*, Dubna, 1992, p.5.
 21. Ableev V.G. et al. — In: *JINR Rapid Communications N1 [52]-92*, Dubna, 1992, p.10.
 22. Абраамян К.У. et al. — *JINR Preprint E1-92-307*, Dubna, 1992.
 23. Базылев С.Н., Смирнов В.А. — В сб.: *XV Международный симпозиум по ядерной электронике и Международный семинар КАМАК-92*, Варшава, Польша, 29 сентября — 2 октября 1992. ОИЯИ, Д13-92-581, Дубна, 1993, с.188.
Никифоров А.С. — *ibid.*, с.149.
Пиляр А.В. — *ibid.*, с.167.
Парфенов А.Н. — *ibid.*, с.172.
 24. Булдаковский В.М., Дьячков Е.И., Черников В.И. — В сб.: *Труды 13 совещания по ускорителям заряженных частиц*. Дубна, 13—15 окт. 1992. ОИЯИ, Д9-92-455, Дубна, 1993, т.2.
 25. Владимирова Н.М., Дробин В.М., Дьячков Е.И. — *Препринт ОИЯИ P8-92-223*, Дубна, 1992 (работа принята в «Cryogenics»).
 26. Zhukov A.A. et al. — In: *Intern. Conf. «Critical Currents in HTSC»*, Wien, 22—24 April, 1992, p.58.
 27. Сулковски Ч. и др. — *Препринт ОИЯИ P14-92-65*, Дубна, 1992.
 28. Zanevsky Yu.V. et al. — *Physica Medica*, 1992, vol.VIII, N1, p.76.
 29. Chernenko S.P. et al. — In: *Proc. of the European Workshop on X-Ray Detectors for Synchr. Rad. Sources*, Aussois, France, September 30 — October 4, 1992, p.82.
 30. Заневский Ю.В. и др. — ОИЯИ, 13-92-180, Дубна, 1992 (направлено в журнал «Кристаллография»).
 31. Cheremukhina G.A. et al. — *JINR*, E13-92-52, Dubna, 1992 (Submitted to «Nucl. Instr. and Meth.»).
 32. Netusil T. et al. — In: *Proc. Wire Chamber Conf.*, Vienna, 1992 (To be published in «Nucl. Instr. and Meth.»).
 33. Adamovich M.I. et al. — *Z. Phys. C*, 1992, 55, p.235.
 34. Adamovich M.I. et al. — *Phys. Rev. Lett.*, 1992, 69, p.745.
 35. Vilkes R.I. et al. — *Nucl. Phys. A*, 1992, 544, p.153.
 36. Воронко В.А. и др. — В сб.: *Краткие сообщения ОИЯИ N2 [53]-92*, Дубна, 1992, с.5.
 37. Дьяченко В.М. и др. — В сб.: *Краткие сообщения ОИЯИ N2 [53]-92*, Дубна, 1992, с.45.
 38. Толстов К.Д. — ОИЯИ, 18-92-303, Дубна, 1992.
 39. Azhgirey L.S., Ignatenko M.A., Yudin N.P. — *Z. Phys. A, Hadrons and Nuclei*, 1992, v.343, p.35.
 40. Azhgirey L.S. et al. — In: *Proc. of the Internat. Workshop Deuteron-91*, E2-92-98, Dubna, 1992, p.126.
 41. Azhgirey L.S., Yudin N.P. — In: *Proc. of the XI Internat. Seminar on High Energy Physics Problems*, Dubna, September, 1992.
 42. Astakhov V.I. et al. — *NIM*, 1992, A311, p.296.
 43. Batyunia B.V. — *SDC Note SDC-92-364*, 1992.
 44. Kovalenko A.D. et al. — *JINR*, E1-92-249, Dubna, 1992.
 45. Hirzebruch S.E. et al. — *Phys. Rev. C*, 1992, v.46, N 4, p.1487.
 46. Baldin A.A. et al. — In: *JINR Rapid Communications N3 [54]-92*, Dubna, 1992, p.20.
 47. Балдин А.А. — В сб.: *Краткие сообщения ОИЯИ N3 [54]-92*, Дубна, 1992, с.27.

ЛАБОРАТОРИЯ СВЕРХВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

В 1992 году в лаборатории велись экспериментальные исследования в области физики элементарных частиц, на ускорителе У-70 ИФВЭ и SPS ЦЕРН, готовились предложения новых экспе-

риментов на строящихся и проектируемых ускорителях — УНК, SSC, LHC, создавались современные детекторы частиц, разрабатывались новые ускорительные системы.

ПРОГРАММА ИССЛЕДОВАНИЙ НА УСКОРИТЕЛЕ У-70 ИФВЭ

В пучках ускорителя У-70 проводились работы на четырех установках: спектрометре с вершинным детектором (СВД), магнитном искровом спектрометре (МИС-2, проект МДС), ЭКСЧАРМ и «Комплексе меченых нейтрино» (КМН).

Цель эксперимента СВД — исследование процессов рождения частиц с открытым очарованием в протон-протонных взаимодействиях, определение сечения рождения очарованных частиц вблизи порога. Используется широкоапертурный магнитный спектрометр с расположением координатных детекторов внутри и вне магнита, прецизионный вершинный детектор — быстроциркулирующая жидководородная пузырьковая камера и детекторы электронов и фотонов. В апреле 1992 г. был проведен рабочий сеанс. Получено 177 тыс. стереоснимков с триггером 1 уровня (выбывание из пучка в области вершинного детектора). Просмотрено около 60 тыс. снимков и найдено около 30 тыс. рр-взаимодействий в рабочем объеме быстроциркулирующей пузырьковой камеры. Зарегистрировано 800 событий с вторичной активностью (распады, вторичные взаимодействия и т.д.) вблизи первичной вершины на расстоянии менее 5 мм. Подготовлен комплекс программ GEOSVD для пространственного восстановления событий.

Эксперимент МДС поставлен для исследования основных характеристик бозонных резонансов, радиальных возбуждений бозонных систем из легких кварков, дифракционной диссоциации пионов. В нем используется магнитный искровой спектрометр с «живой» мишенью из полупроводниковых детекторов. На основании парциально-волнового анализа 120000 диф-

ракционно рожденных $\pi^+\pi^-\pi^-$ -событий показан резонансный характер $J^{PC} = 1^{--}$ и 1^{++} -состояний [1].

Параметры этих состояний:

$$m_{1^{--}} = (1,19 \pm 0,04) \text{ ГэВ}/c^2,$$

$$\Gamma_{1^{--}} = (0,230 \pm 0,060) \text{ ГэВ}/c^2,$$

$$m_{1^{++}} = (1,4 \pm 0,08) \text{ ГэВ}/c^2,$$

$$\Gamma_{1^{++}} = (0,220 \pm 0,060) \text{ ГэВ}/c^2.$$

Результаты анализа свидетельствуют о том, что эти состояния имеют заметный выход в дифракционных процессах и могут быть интерпретированы как гибридные.

Завершена работа по исследованию корреляции тождественных пионов в реакции дифракционной диссоциации пионов на ядрах углерода при 40 ГэВ/ c^2

$$\pi^-C \rightarrow \pi^+\pi^-\pi^-C.$$

Получена величина радиуса области излучения π^- -мезонов

$$r = (2,9 \pm 0,7) \text{ фм.}$$

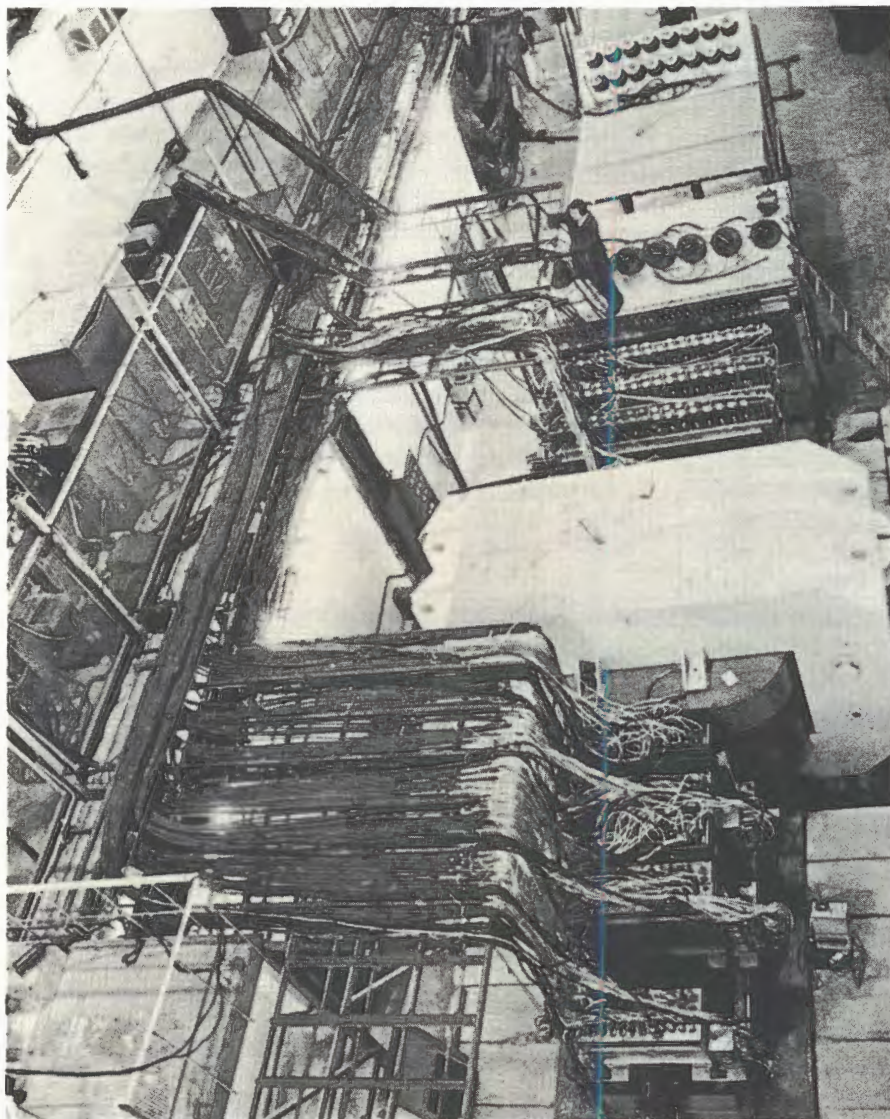
Для событий с переданным импульсом $t' < 0,02 \text{ ГэВ}/c^2$

$$r = (2,45 \pm 0,65) \text{ фм.}$$

Для событий с переданным импульсом $t' > 0,02 \text{ ГэВ}/c^2$

$$r = (3,3 \pm 0,9) \text{ фм.}$$

Данные о размерах области взаимодействия в процессах дифракции пионов на ядрах получены впервые.



Установка ЭКСЧАРМ в новой экспериментальной зоне ОИЯИ на У-70 (Протвино)

В эксперименте ЭКСЧАРМ ведется поиск экзотических состояний со странными кварками и исследуются процессы рождения и распада частиц, содержащих тяжелые кварки.

Успешно завершена многолетняя работа сотрудничества ЭКСЧАРМ по созданию новой экспериментальной зоны на серпуховском ускорителе. В январе установка ЭКСЧАРМ введена в эксплуатацию, проведено два сеанса набора экспериментальной информации. Получены первые физические и методические результаты анализа зарегистрированной информации:

- зарегистрировано около 100 тыс. распадов $\Lambda \rightarrow p\pi^-$ и оценено сечение рождения Λ при двух значениях средней энергии нейтронов;

- зарегистрированы распады странных резонансов $\Sigma^-(1385) \rightarrow \Lambda\pi^-$, $\Sigma^+(1385) \rightarrow \Lambda\pi^+$, $\Lambda(1520) \rightarrow \Lambda\pi^+\pi^-$;

- наблюдается рождение около 400 гиперонов Ξ^- ;

- наблюдается рождение очарованно-странных гиперонов по их распадам $\Xi_c^+ \rightarrow \Lambda K^- \pi^+ \pi^+$ (рис.1);

- подтверждены наблюдавшиеся в эксперименте БИС-2 сигналы экзотических резонансов — кандидатов в многокварковые адроны: $N_\varphi(1960)$ (рис.2) и $X(3100)$ (рис.3).

Полученные результаты показали высокую конкурентоспособность эксперимента ЭКСЧАРМ по сравнению с ведущимися в ЦЕРН и ФНАЛ сходными исследованиями (эксперименты WA62, WA89, E400, E687 и др.). В настоящее время все основные элементы установки ЭКСЧАРМ, кроме системы приема и записи информации, работают в проектом режиме. Из-за непоставки записывающих устройств типа EXAVUTE с кассетами, невыполнения обязательств участниками сотрудничества по созданию системы приема данных, отсутствия средств для выполнения этих работ в ЛСВЭ и отсутствия современного компьютерного обеспечения «на линии» с установкой скорость на-

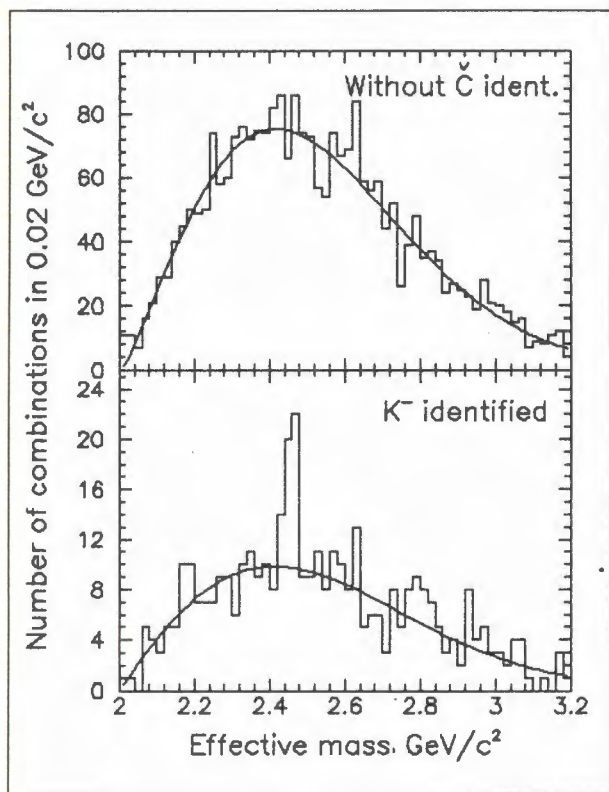


Рис. 1. Спектр эффективных масс системы $\Lambda K^- \pi^+ \pi^+$: без идентификации заряженных адронов — верхний рисунок, с идентификацией K^- — нижний

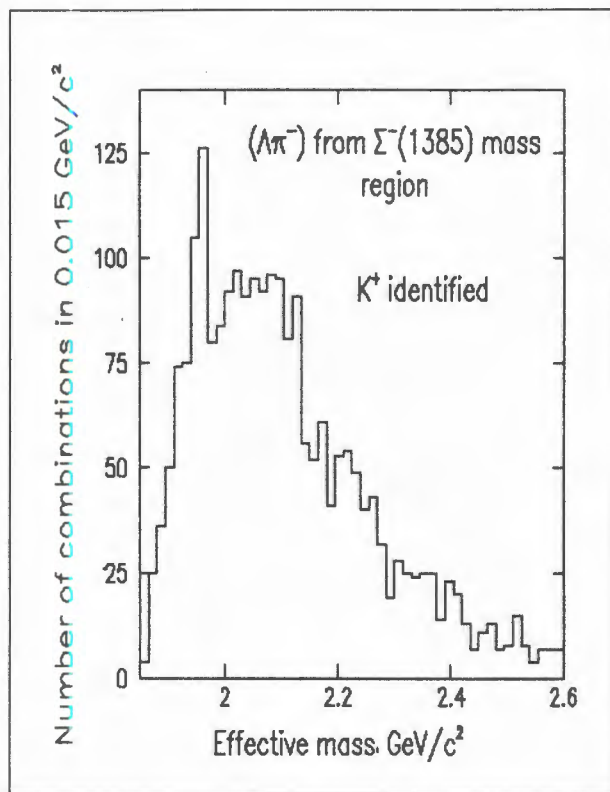


Рис. 2. Спектр эффективных масс системы $\Lambda \pi^- K^+$. $\Lambda \pi^-$ — из области массы Σ^- (1385)

бора экспериментальной информации почти на порядок ниже проектной.

Продолжен анализ 64 млн нейтрон-водородных и нейтрон-ядерных взаимодействий, зарегистрированных в эксперименте БИС-2 [2—5]:

- впервые получено указание на поляризацию инклюзивно рожденных очарованно-странных барионов Ξ_c^+ и наблюдаются новые каналы их распада;

- получены более полные данные по сравнению с имеющимися (эксперименты WA62 и WA89, ЦЕРН) о существовании узких бариониев $\chi(3100)$ и $\chi(3250)$ (Particle Data Group, 1992). Наблюдено 14 конечных состояний, в т.ч. состояния с экзотическими квантовыми числами.

Цель эксперимента КМН — в изучении глубоконеупругих взаимодействий нейтрино и проверке универсальности слабых взаимодействий с точностью до нескольких процентов, поиске редких событий во взаимодействии нейтрино, поиске СР-нарушения в трехчастичных распадах каонов. Создается пучок меченых ν_e - и ν_μ -нейтрино на

основе восстановления кинематики $K_{e3}^\pm$ - и $K_{\mu 3}^\pm$ -распадов, используются жидкоаргоновый и магнитный мюонный спектрометры для регистраций

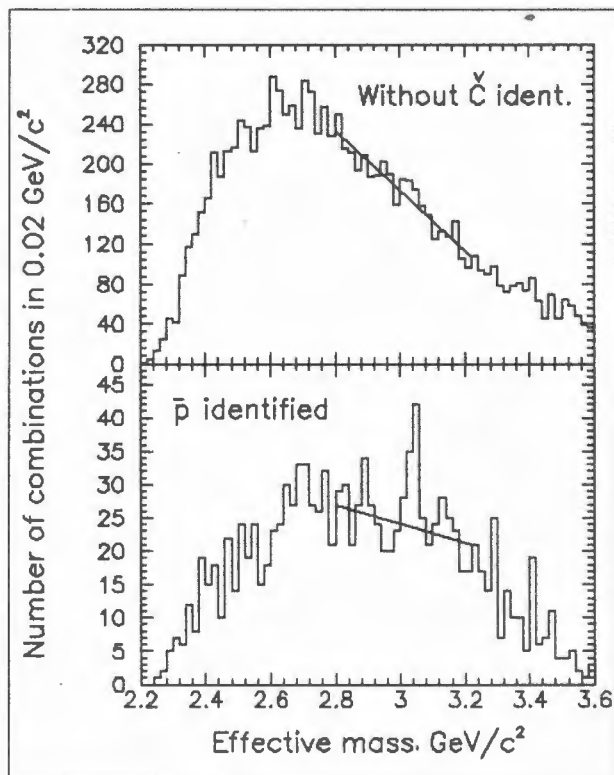
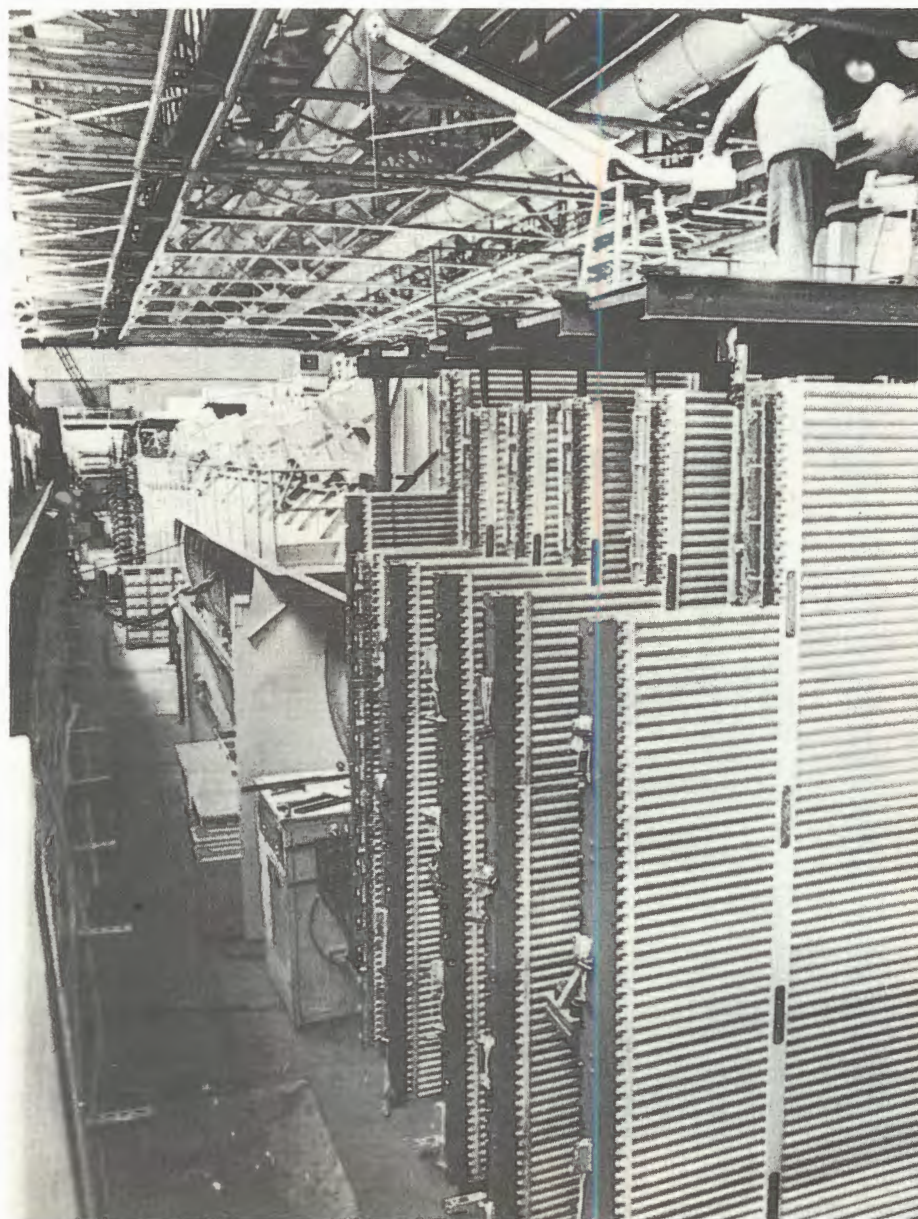


Рис. 3. Спектр эффективных масс системы $\Lambda \bar{p} \pi^+$: без идентификации заряженных адронов — верхний рисунок, с идентификацией $\bar{p}$ — нижний



Продолжается набор статистики на комплексе «Меченые нейтрино» на ускорителе ИФВЭ (Протвино)

нейтринных взаимодействий. ОИЯИ не выполнил своих обязательств перед коллаборацией КМН по созданию детекторов — адронного калориметра и черенковского счетчика. Главная причина — в отсутствии финансирования для приобретения материалов и оборудования, необходимого, чтобы завершить работы по созданию этих детекторов. В апреле проведен сеанс по набору данных на уста-

новке, в частности, с целью поиска СР-нарушения в распадах заряженных каонов. На магнитные ленты записано несколько миллионов триггеров. В настоящее время в ИФВЭ и ОИЯИ налаживается обработка этого материала [6]. 1992—1993 гг. могут стать основными в наборе и обработке данных по поиску СР-нарушения в распадах заряженных каонов.

ПОДГОТОВКА К ЭКСПЕРИМЕНТАМ НА УНК

В эксперименте НЕПТУН совместно с ИФВЭ будут исследованы поляризационные эффекты: спиновые корреляции частиц в начальном и конечном состояниях, механизм передачи спина,

асимметрия и параметр поворота спина в упругих и дифракционных процессах. Эксперимент планируется на внутреннем пучке УНК, в котором будут использованы две струйные водородные

и дейтериевая поляризованные мишени. Одна из них изготавливается по технологии, разработанной в Дубне, и рассчитана на плотность водорода или дейтерия до 10^{11} атомов/см³ (мишень «Дубна»). Технология другой (ультрахолодная мишень) разрабатывается совместно с Мичиганским университетом и рассчитана на плотность водорода до 10^{14} атомов/см². В 1992 г. велась сборка струйной мишени «Дубна» и исследовались ее характеристики на стенде. Продолжались работы по

созданию ультрахолодной поляризованной мишени: накоплению и термализации атомарного водорода в магнитной ловушке при температуре 0,3 К, выводу монохроматического пучка атомов из ловушки и исследованию его характеристик. Работы ведутся совместно с ЛВЭ. В 1992 г. создание мишени в ОИЯИ замедлилось из-за недостатка финансирования. Кроме мишени, изготавливалась проектируемая аппаратура, готовые узлы испытывались на действующих ускорителях.

СОТРУДНИЧЕСТВО С ЦЕРН

В лаборатории было подготовлено предложение по сооружению сверхпроводящего тороидального спектрометра СТОРС [7—9], предназначенного для прецизионных измерений структурных функций в пучках мюонов ускорителей на самые высокие энергии (УНК, ФНАЛ). Основой этого спектрометра является сверхпроводящая магнитная система, состоящая из тороидального магнита и подсистем: питания и защиты, криогенной, вакуумной, автоматизированных измерений, контроля и управления. В 1992 г. выполнен расчет конструкции магнита, разработана программа моделирования экспериментов.

На мюонном пучке SPS ЦЕРН функционирует установка СМК (проект NA-47), созданная при участии ОИЯИ с целью проверки правил сумм для спинозависящих кварковых структурных функций протона и нейтрона, проверки КХД. Это классический магнитный спектрометр. ОИЯИ участвует в создании поляризованной мишени, получении и обработке данных. В ОИЯИ разработан, изготовлен и в 1992 г. запущен детектор мюонов на основе дрейфовых труб. Налажен ряд систем поляризованной мишени. Набор данных осуществлялся на поляризованной дейтериевой мишени при энергиях 100 и 208 ГэВ. Зарегистрировано (с учетом применения критериев отбора) около 3,5 млн событий глубоконеупругого рассеяния поляризованных мюонов на поляризованных дейтронах, что составляет 25% от запланированного по завершении эксперимента объема данных. Создан и применяется ряд программ системы обработки и анализа данных.

В ходе эксперимента обнаружен новый эффект, проявляющийся как резонансное возрастание поглощения энергии СВЧ-генератора веществом поляризованной мишени при модулировании его сигнала на частоте около 70 ГГц. Этот эффект увеличивает как скорость накачки, так и абсолютную величину поляризации дейтронов в мишени, содержащей один литр дейтерированного вещества.

В связи с проблемой создания поляризованных мишеней в лаборатории разработан метод вычисления поляризации и выстраивания по спектру ЯМР поляризованных дейтронов и исследовалась низкотемпературная протонная релаксация и динамическое охлаждение ядер в пропандиоле с примесью Cr [10,11].

В эксперименте NA-48 планируется получить наиболее точные данные по поиску «прямого» CP-нарушения в распадах каонов. Будут использованы магнитный спектрометр и электромагнитный жидкокриптоновый калориметр с рекордными параметрами по разрешению, созданный при участии сотрудников лаборатории.

В 1992 г. сотрудники ЛСВЭ принимали также участие в разработке проектов CMS и ATLAS на LHC [12,13]. Цель проекта CMS — создание детектора общего назначения для работы в условиях самой высокой светимости. CMS-детектор оптимизирован для поиска SM хиггс-бозона в диапазоне масс от 90 ГэВ до 1 ТэВ, он позволит изучать широкий диапазон возможных сигнатур от альтернативных механизмов нарушения симметрии в электрослабых взаимодействиях, top-, beauty- и τ -физику.

ЛСВЭ планирует участвовать в разработке калориметров с активными элементами — кремниевыми полупроводниковыми детекторами и сцинтилляторами, а также в разработке внутренней трековой системы установки CMS.

В 1992 г. в лаборатории разрабатывались и исследовались кремниевые полупроводниковые детекторы, предназначенные для экспериментов на создаваемых адронных коллайдерах:

- совместно с НПО ЭЛМА (Зеленоград) выпущена опытная партия детекторов по упрощенной диффузионно-имплантационной технологии, позволяющей существенно удешевить процесс изготовления;

- на пучке быстрых нейтронов проведены исследования радиационной стойкости планарных детекторов, в которых показано, что они мо-

гут использоваться в калориметрии при облучении до 10^{14} нейтронов/см²;

— совместно с ИЯП БГУ (Минск) начата разработка электроники для полупроводниковых детекторов.

Предложение об участии ОИЯИ находится в стадии обсуждения в ЦЕРН.

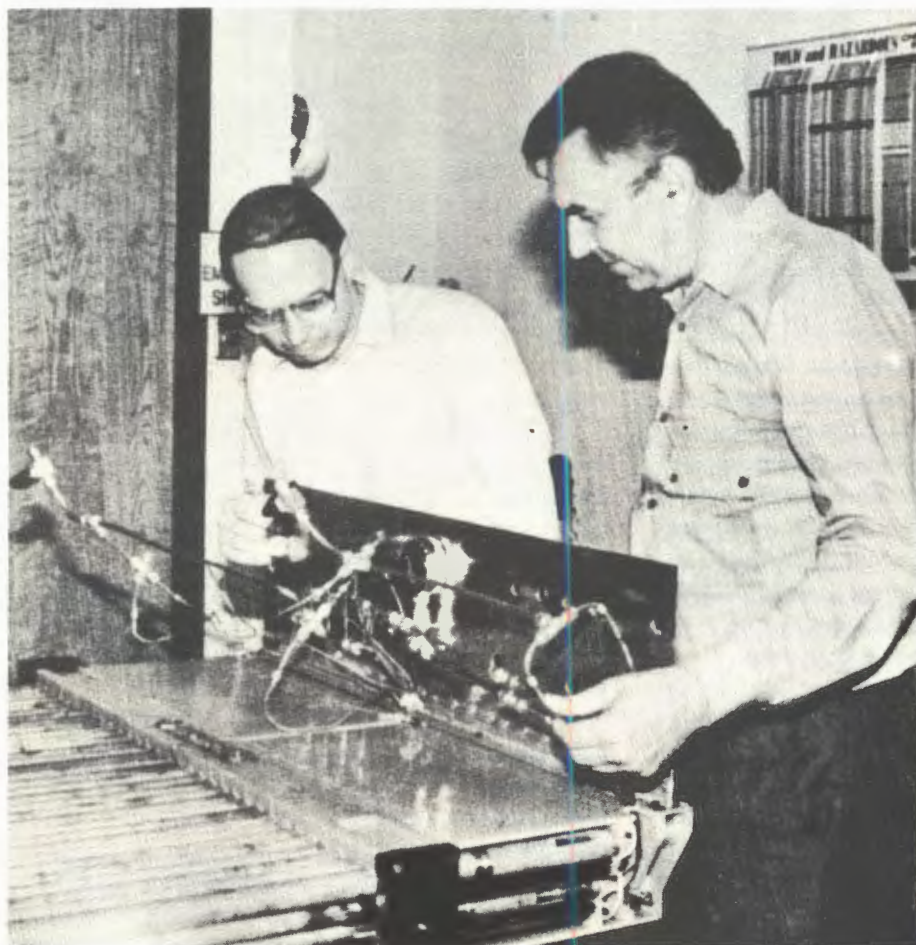
Коллаборация ATLAS также предлагает создать протон-протонный детектор общего назначения. Программа ATLAS практически совпадает

с программой CMS, но отличается методами решения задач и иной общей концепцией детектора и его подсистем. ЛСВЭ планирует участие в разработке и создании адронного калориметра, активным элементом которого будет служить жидкий аргон, а также в разработке внутренней трековой системы со сцинтиллирующими нитями. Предложение находится в стадии обсуждения в ЦЕРН.

СОТРУДНИЧЕСТВО С США

В 1992 г. разрабатывался план участия ЛСВЭ в проекте GEM на SSC. Детектор общего назначения GEM [14] создается для проведения широкой программы исследований, направленной на детальное изучение физики нарушения симметрии электрослабых взаимодействий, поиск нарушения симметрии, изучение природы аромата, поиск новых физических явлений. Детектор оптимизирован для высокоточного измерения параметров фотонов, электронов и мюонов. Это

достигается путем применения прецизионной электромагнитной калориметрии на основе жидкого криптона, измерением импульсов мюонов в большом магните. Энергия адронов также измеряется с достаточно хорошей точностью. Системы охватывают область с $|\eta| \leq 2,5+3,0$ и способны работать до светимостей $L \geq 10^{34}$ см⁻² с⁻¹. Предложение эксперимента одобрено, разрабатывается технический проект. Заключено согла-



Даллас (США), Лаборатория SSC. Испытание координатных детекторов, изготовленных в Дубне для экспериментов на установке GEM

шение между Лабораторией SSC и ОИЯИ. ЛСВЭ изучает вопрос о разработке и изготовлении мюонных камер и соответствующей электроники.

Для проекта GEM выполнены разработки и исследования опытных образцов мюонных камер. В рамках этой программы:

— создан опытный образец модуля детектора на основе дрейфовых труб с чувствительной площадью $4 \times 1 \text{ м}^2$, этот детектор при его испытаниях,

проведенных в США, показал рекордное пространственное разрешение — 80 мкм на слой;

— создан опытный образец пропорциональной камеры с катодным считыванием $1,5 \times 1 \text{ м}^2$, который отправлен в США для совместных испытаний;

— совместно с ИЯП БГУ и промышленностью Республики Беларусь разрабатывается электроника для камер с катодными считыванием.

МЕТОДИКА, ДЕТЕКТОРЫ

В ЛСВЭ исследуются и создаются детекторы для экспериментов на действующих и создающихся ускорительных комплексах (УНК, HERA, LHC, SSC, электрон-позитронных коллайдерах) [15,16]. Это — новые типы газовых и полупроводниковых детекторов частиц, детекторы на капиллярах с жидким сцинтиллятором, электромагнитные и адронные калориметры, детекторы мюонов с высоким пространственным и временным разрешением. Создается участок для производства кремниевых полупроводниковых детекторов. Развивается производство больших проволочных координатных детекторов. Для детекторов и элементов систем триггирования разрабатывается соответствующая электроника.

В сотрудничестве с ИФВЭ в 1992 г. разработан, изготовлен и детально исследован на пучке прототип трекового детектора высокого пространственного разрешения на капиллярах с жидким сцинтиллятором. Усиление света производится с помощью электронно-оптических преобразователей (ЭОПов), а считывание информации — с помощью приборов с зарядовой связью (ПЗС-матриц).

Детектор обладает рядом существенных достоинств:

— высокой радиационной стойкостью;

— большим световыходом;

— большой длиной затухания;

— высокой плотностью точек на треке;

— малым числом каналов считывания.

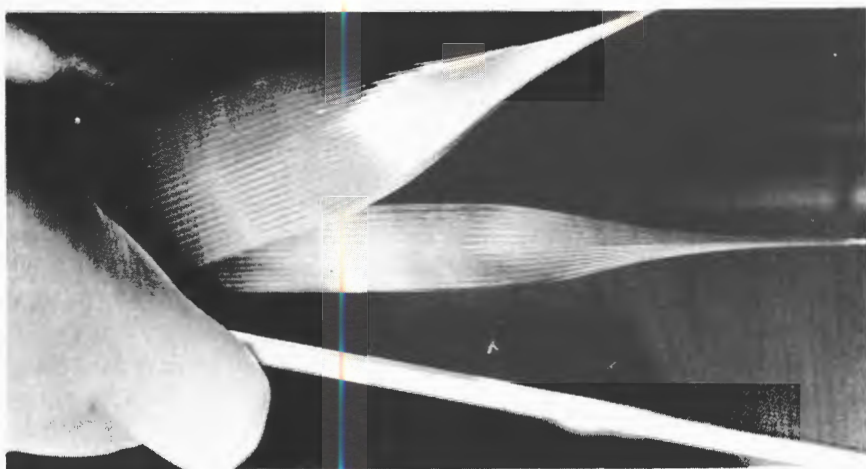
В процессе создания детекторов разработан и изготовлен ряд уникальных приборов. Сюда относятся:

— ЭОПы со встроенной внутри ПЗС-матрицей с тонкой подложкой, обладающие коэффициентом усиления $K = 2000$ и позволяющие полностью устранить многокаскадную систему усиления изображения;

— оптоэлектронная задержка на $0,5 + 1,5 \text{ мкс}$, позволяющая задерживать сигналы (изображения) с волокон на время решения триггера 1-го уровня и обладающая временным разрешением $\Delta t = 5 + 30 \text{ нс}$.

Исследования на пучках ускорителей У-70 ИФВЭ и SPS ЦЕРН показали, что для капиллярных сборок с диаметром капилляров 25 мкм: длина затухания — $\sim 80 \text{ см}$; плотность трека — $\geq 88 \text{ точек/мм}$; координатное разрешение — $\sim 15 \text{ мкм}$; двухтрековое разрешение — $\sim 25 \text{ мкм}$; радиационная стойкость $\geq 60 \text{ Мрад}$. При дозе облучения 64 Мрад световыход сцинтилляторов не падает, длина затухания уменьшается в два раза. Модели-

Коллаборацией ОИЯИ — ИФВЭ разработан, изготовлен и исследован на пучке заряженных частиц прототип трекового детектора высокого пространственного разрешения на капиллярах с жидким сцинтиллятором



рование детектора для будущих коллайдеров LHC и SSC показало, что при светимости $10^{34} \text{ см}^{-2} \text{ с}^{-1}$ эффективность трековосстановления в центральной части составляет $\geq 96\%$ (положение одного

события с рождением t -кварка и 15 событий типа mini-bias). Количество выходных каналов для данного детектора на 3—4 порядка меньше, чем в центральных и вершинных детекторах других типов.

РАЗРАБОТКА, СОЗДАНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ ОТДЕЛЬНЫХ СИСТЕМ УНК, LHC И ВЛЭПП

В 1992 г. создавались образцы и отдельные ускорительные системы для УНК, LHC и других крупнейших ускорителей, разрабатывалась система подавления поперечных колебаний пучка [17—20], станция перегруппировки пучка У-70 [21], исследовались криофизические процессы в двухфазном и сверхтекучем гелии при температуре $\sim 1,8 \text{ К}$ [22—25], системы питания ускоряющих структур на основе лазеров на свободных электронах [26—30], оптимизировались источники многозарядных ионов [31], рассматривались вопросы теории лазеров на свободных электронах (FEL) [32—38].

Про программе создания системы подавления поперечных колебаний пучка идет сборка и наладка трех стоек генераторов для системы подавления остаточных колебаний пучка для УНК. Вследствие участия сотрудников лаборатории в разработке аналогичных систем для LHC в ЦЕРН принято решение о применении идеологии подавления колебаний пучка УНК к LHC: использование мощной импульсной системы для подавления инжекционных колебаний и широкополосной ВЧ-системы для ограничения роста амплитуды колебаний, возникающих в результате резистивной неустойчивости.

По взаимной договоренности с ЦЕРН идет подготовка к исследованиям высокочастотных

свойств меандровой линии, предложенной ОИЯИ, для ее использования в качестве пикапа на пучках протонных ускорителей.

По программе создания варианта клистронного СВЧ-усилителя для ВЛЭПП проведены холодные измерения электродинамических характеристик клистрона, разработанного и изготовленного в ЛСВЭ, и начаты его исследования на пучке ускорителя ЛИУ-3000. Результаты измерений электродинамических характеристик СВЧ-усилителя показывают, что технология изготовления приборов подобного типа отработана. Исследования СВЧ-усилителя на пучке ЛИУ-3000 показали, что его пропускная способность составляет 260 А, что на 100 А выше, чем у исследуемого в Новосибирске.

По ВЧ-тематике УНК продолжают исследования станции перегруппировки пучка (СПП) в реальных условиях, а также совершенствование ее отдельных узлов. Эксперименты по коммутации двух ВЧ-генераторов СПП на общую нагрузку показали, что система переключения стабильно работает при длительности импульса не более 1 мс и ВЧ-мощности до 20 кВт. Требуемые временные и мощностные параметры генераторов значительно выше достигнутых. Поэтому был предложен и разрабатывался другой вариант построения системы ВЧ-питания СПП.

ПРИКЛАДНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Разрабатываются высокочастотные датчики сплошности потока в смесях нефти и воды, которые преобладают в нефтедобывающей промышленности и системах коммерческого отпуска нефтепродуктов [39—43]; исследуется тепловой режим функционирования современных микросхем с субмикронной технологией; изучаются температурные переходы в пленках ВТСП с помощью сканирующего ИК-спектрометра, импульсная фотопроводимость ВТСП; изучается эпитаксиальный рост ВТСП-пленок на подложках из MgO; исследуется новый класс ВТСП-материалов для сильноточной электроники. Исследуются

физические свойства пленок ВТСП для использования их в качестве детекторов [44], изучаются импульсные радиационные эффекты в ВТСП-пленках [45].

В ЛСВЭ создан единственный в странах-участниках ОИЯИ рефрижератор при температуре 1,8 К производительностью 20 Вт. В 1992 г. проведена работа по удвоению его производительности. Создан проточный криостат для экспериментов по сверхтекучей турбулентности.

В сотрудничестве с Корнельским университетом (США) разработана конструкция горизонтального криостата для 500 МГц сверхпроводяще-

го резонатора, предназначенного для В-фабрики; конструкция не имеет аналогов и может быть запатентована; разработана и подготовлена для ОП документация на оригинальный горизонтальный криостат для сверхпроводящего резонатора, работающего при $T = 1,8$ К. Цель — оценить возможности использования ускоряющей системы для FEL, TESLA и др. программ.

В рамках сотрудничества с Институтом физики жидкости им. М. Планка (Германия) заканчивается подготовка экспериментов по детектированию плотности клубка вихревых нитей волн второго звука в сверхтекучем гелии (He II).

В рамках сотрудничества с ЛНФ подготовлена к испытаниям на ИБР-2 система диагностики твердометанового замедлителя нейтронов высокочастотным методом.

ЛСВЭ В ИНФОРМАЦИОННО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЕ ОИЯИ

ЛСВЭ принимает активное участие в работах по теме КОКОС. Тема включает все проблемы развития и эксплуатации международной и государственной компьютерной связи как наземной, так и спутниковой. Всестороннее и активное использование этой связи в ЛСВЭ (и ЛВЭ) требует ввода в эксплуатацию высокоскоростной сети

Ethernet на площадке ЛВЭ и включение ее в общепланетарную сеть. В настоящее время проложены кабели и проведен монтаж оптических линий связи, получено необходимое оборудование первой очереди сети. Первая очередь Ethernet на площадке ЛВЭ — ЛСВЭ не охватывает всех зданий.

ДРУГИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Сотрудниками лаборатории в 1992 г. опубликованы также работы обзорно-публицистического

характера [46], философского [47] и теоретического [48, 49] плана.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ананьева М.А. и др. — В сб.: Краткие сообщения ОИЯИ, N3 [54]-92, Дубна, 1992, с.5.
2. Aleev A.N. et al. — JINR Report D1-92-534, Dubna, 1992.
3. Kekelidze V.D. et al. — In: XXVI International Conference on High Energy Physics, Dallas, USA, 1992.
4. Алеев А.Н. и др. — Чехословацкий физический журнал, 1992, том 42, 2, с.159.
5. Алеев А.Н. и др. — Чехословацкий физический журнал, 1992, том 42, 1, с.11.
6. Баер Г.И. и др. — Сообщение ОИЯИ P1-92-251, Дубна, 1992.
7. Акишин П.Г. и др. — Сообщение ОИЯИ P1-92-167, Дубна, 1992.
8. Андреев С.В. и др. — Сообщение ОИЯИ P1-92-379, Дубна, 1992.
9. Бонюшкина А.Ю. и др. — Сообщение ОИЯИ P10-92-370, Дубна, 1992.
10. Киселев Ю.Ф. и др. — В сб.: Краткие сообщения ОИЯИ N3 [51]-91, Дубна, 1991, с.58.
11. Буишвили Л.Л. и др. — В сб.: Краткие сообщения ОИЯИ N3 [51]-91, Дубна, 1991, с.42.
12. CMS — the Compact Muon Solenoid (Letter of Intent), CERN/LHCC 92-3 LHCC/11, 1 October 1992.
13. ATLAS (Letter of Intent for a General Purpose pp Experiment at the Large Hadron Collider at CERN), CERN/LHCC/92-4 LHCC/12, 1 October 1992.
14. GEM (Letter of Intent), SSCL-SR-1184 GEM TN-92-49.
15. Golutvin I.A. et al. — JINR Preprint E1-92-206, Dubna, 1992.
16. Рашевский А.В., Семенов Б.Ю. — Сообщение ОИЯИ P10-92-220, Дубна, 1992.
17. Жабицкий В.М. и др. — Сообщение ОИЯИ P9-92-309, Дубна, 1992.
18. Жабицкий В.М. — Сообщение ОИЯИ P9-92-310, Дубна, 1992.
19. Ivanov I.N. et al. — In: XV International Conference on High Energy Accelerators, July 20—24, Hamburg, 1992.

20. Gleibman E.M. — In: *XIII National Conference on Particle Accelerators*, October 13—15, Dubna, 1992.
21. Корнеев Д.А. и др. — *Письма в ЖЭТФ*, т.55, вып. 11, 1992, с.653.
22. Filippov Yu.P. et al. — In: *International Cryogenic Engineering Conf.*, Kiev 12—16 June, 1992; *Cryogenics*, 1992, vol.32, p.64.
23. Filippov Yu.P. et al. — In: *International Cryogenic Engineering Conf.*, Kiev, 12—16 June, 1992; *Digest*, p.59, Report EC-AP21.
24. Филиппов Ю.П., Лункин Б.В., Иванов А.В. — Авторское свидетельство №175810. Опубликовано в ОИ, 1992, №32, с.155.
25. Алексеев А.И., Мамедов И.С., Филиппов Ю.П. — Положительное решение по заявке на авторское свидетельство №49468666, от 05.01.1992.
26. Kaminsky A.A. et al. — *LC92 ECFA Workshop on e^+e^- Linear Colliders*, Garmisch-Partenkirchen, Germany, 25 July — 2 August 1992.
27. Kaminsky A.A. et al. — *XVth Intern. Conf. on High Energy Accelerators*, Hamburg, Germany, July 20—24, 1992.
28. Kaminsky A.A. et al. — *Intense Microwave and Particle Beams III (The Part of SPIE's Laser and Radar Engineering Symposium)*, Los Angeles, USA, 19—24 January 1992.
29. Kaminsky A.A. et al. — *14th International Free Electron Laser Conference*, Kobe, Japan, August 23—28, 1992.
30. Буланов В.А. и др. — *XIII Собрание по ускорителям заряженных частиц*, Дубна, Россия, 13—15 октября 1992 г.
31. Shirkov G.D. — *JINR, Preprint E9-92-33*, Dubna, 1992.
32. Saldin E.L., Schneidmiller E.A., Yurkov M.V. — In: *Phys. Letters*, A161 (1992), p.448.
33. Saldin E.L., Schneidmiller E.A., Yurkov M.V. — *NIM*, 1992, A313, p.555; *NIM*, 1992, A317, p.581; *NIM*, 1992, A322, p.293.
34. Saldin E.L., Schneidmiller E.A., Yurkov M.V. — *Optics Communications*, 1992, 87, p.69; *Optics Comm.*, 1992, 90, p.381.
35. Saldin E.L., Schneidmiller E.A., Yurkov M.V. — «Mode Theory of Axially Symmetric Laser with Gradient Profile of Active Medium», *Optics Communications*, 1992.
36. Saldin E.L., Schneidmiller E.A., Yurkov M.V. — *Laser Physics*, v.2, No.5, 1992.
37. Saldin E.L., Schneidmiller E.A., Yurkov M.V. — «Nonlinear Simulations of a FEL Amplifier with an Axisymmetric Electron Beam», *Optics Communications*, 1992.
38. Салдин Е.Л., Шнейдмиллер Е.А., Юрков М.В. — *ЭЧАЯ*, 23, 1992, с.239.
39. Alexeyev A.I., Filippov Yu.P. — *International Cryogenic Engineering Conference*, Kiev, 12—16 June, 1992, *Digest*, p.127, Report EC-DP2.
40. Filippov Yu.P., Minashkin V.F., Sergeyev I.A. — *Cryogenics*, vol.32, 1992, p.256.
41. Лункин Б.В., Филиппов Ю.П., Мамедов И.С., Скрыпник А.В., Иванов А.В. — Положительное решение по заявке на авторское свидетельство № 4486257 от 30.01.1992.
42. Алексеев А.И., Иванов А.В., Оводов Г.И., Филиппов Ю.П. — Положительное решение по заявке на авторское свидетельство №63035/0779/49 от 20.10.1992.
43. Алексеев А.И., Романов С.В., Мамедов И.С., Филиппов Ю.П. — Авторское свидетельство №1753378. Опубликовано в ОИ, 1992, №29, с.172.
44. Скинтей Н.Р. и др. — *Сообщение ОИЯИ 14-92-29*, Дубна, 1992.
45. Korenev S. — *NIM*, 1992, B65, p.550.
46. Luybimov A.L. — *Communication JINR*, 92-224, Dubna, 1992.
47. Tyapkin A.A. — *International Conference on the Quantum Mechanics Problems*, 1992, Bary, Italy.
48. Kotikov A.V. — *JINR*, E2-92-361, Dubna, 1992.
49. Beřkov A.A. et al. — *Preprint JINR E2-92-304*, Dubna, 1992.

ЛАБОРАТОРИЯ ЯДЕРНЫХ ПРОБЛЕМ

Научные и научно-методические исследования лаборатории в 1992 году проводились по 5 направлениям Проблемно-тематического плана ОИЯИ.

Исследования в области физики элементарных частиц и атомного ядра проводились при широком международном сотрудничестве на базовых установках ОИЯИ, ИФВЭ, ЦЕРН, ускорителе «Сатурн» во Франции, мезонных фабриках в PSI (Швейцария), и в Лос-Аламосе (США) и др. Физики ЛЯП принимали участие в 16 совместных экспериментах.

Среди наиболее важных физических результатов, полученных сотрудниками Лаборатории в 1992 г., следует выделить достижение рекордной верхней границы вероятности конверсии мюония в антимюоний, получение первых указаний на образование атомов, состоящих из π^+ - и π^- -мезо-

нов ($A_{2\pi}$), прецизионное определение параметров Стандартной модели и изучение физики b -мезонов на установке ДЕЛФИ.

Успешно выполнялась обширная программа экспериментальных исследований на фазотроне ОИЯИ. В 1992 г. фазотрон работал на физический эксперимент 2585 часов. Это позволило провести исследования конверсии мюония в антимюоний, выполнить работы на комплексе ЯСНАПП-2, провести исследования высокотемпературных сверхпроводников методом μSR , измерить скорость образования мезомолекул $pd\mu$, осуществить цикл методических исследований, провести облечение онкологических пациентов и т.д.

Проделана большая работа по подготовке физических программ исследований и разработке аппаратуры нового поколения для планируемых экспериментов.

ПРОВЕДЕНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ НА УСТАНОВКЕ ДЕЛФИ

Большой вклад в создание, обеспечение нормальной работы и физический анализ данных с адронного калориметра ДЕЛФИ внесен группой сотрудников ОИЯИ.

С помощью созданных физиками лаборатории программ анализа формы Z -пика (рис.1) и асимметрии в лептонных и адронных модах распада Z -бозонов определены параметры Стандартной модели [1], в частности, для усредненного значения типов легких нейтрино с коллайдера ЛЭП получено значение $3,10 \pm 0,05$, квадрат синуса слабого угла равен

$$\sin^2 \theta_W = 0,2335 \pm 0,0015.$$

В рамках квантовой хромодинамики проведен анализ событий, генерируемых в двухфотонных взаимодействиях, изучены инклюзивные спектры заряженных частиц от адронных распадов Z -бозонов, определены продольные структурные функции.

Физиками лаборатории из совместного анализа данных при энергиях ЛЭП и DESY извлечено значение константы сильного взаимодействия

$$\alpha_s(M_Z) = 0,119 \pm 0,06,$$

хорошо согласующееся с результатами, полученными другими методами.

Проведены исследования физики b -кварка [2]. Измерено время жизни B -мезона

$$\tau_B = (1,36 \pm 0,33 \pm 0,12) \text{ пс},$$

исследованы различные моды распадов (рис.2), в том числе получено:

$$\begin{aligned} \text{Br}(Z^0 \rightarrow J/\Psi + X) &= \\ &= (4,15 \pm 0,75(\text{stat.}) \pm 0,53(\text{syst.})) \times 10^{-3}, \\ \text{Br}(b \rightarrow J/\Psi + X) &= \\ &= (1,33 \pm 0,25(\text{stat.}) \pm 0,18(\text{syst.})) \times 10^{-2}. \end{aligned}$$

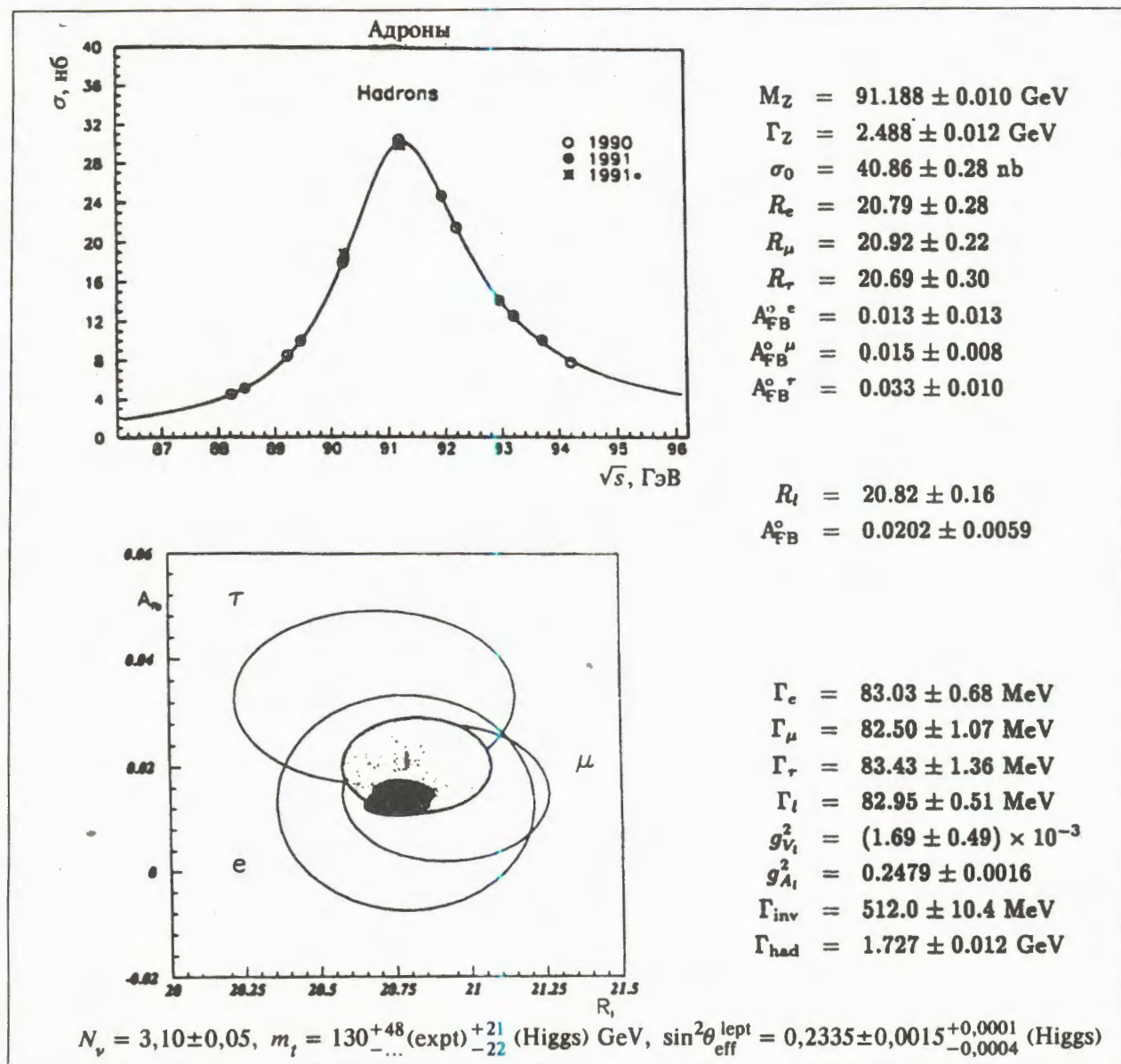


Рис. 1. Физические результаты, полученные на установке ДЕЛФИ в 1992 г.

Создана новая программа обработки данных с ЛЭП и моделирования процессов на ЛЭП-200, с 1,5% точностью учитывающая вклады радиационных поправок. Эта программа необходима для изучения физики W -бозонов на ЛЭП-200.

В настоящее время Дубна участвует в развитии установки ДЕЛФИ. Задача дубненских физиков — произвести стримерные трубки для мюонных камер, что существенно улучшит герметичность установки и возможности идентификации мюонов установкой ДЕЛФИ на ЛЭП-200.

ИССЛЕДОВАНИЕ АДРОН-АДРОННЫХ И ЛЕПТОН-АДРОННЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ ПРИ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЯХ

Получены предварительные данные с установки «Димезоатомы» в эксперименте по поиску атома, образованного π^+ - и π^- -мезонами ($A_{2\pi}$).

Атомы генерировались протонами с энергией 70 ГэВ на толстой (8 мкм) и тонкой (1,4 мкм) танталовых мишенях. В толстой мишени иони-

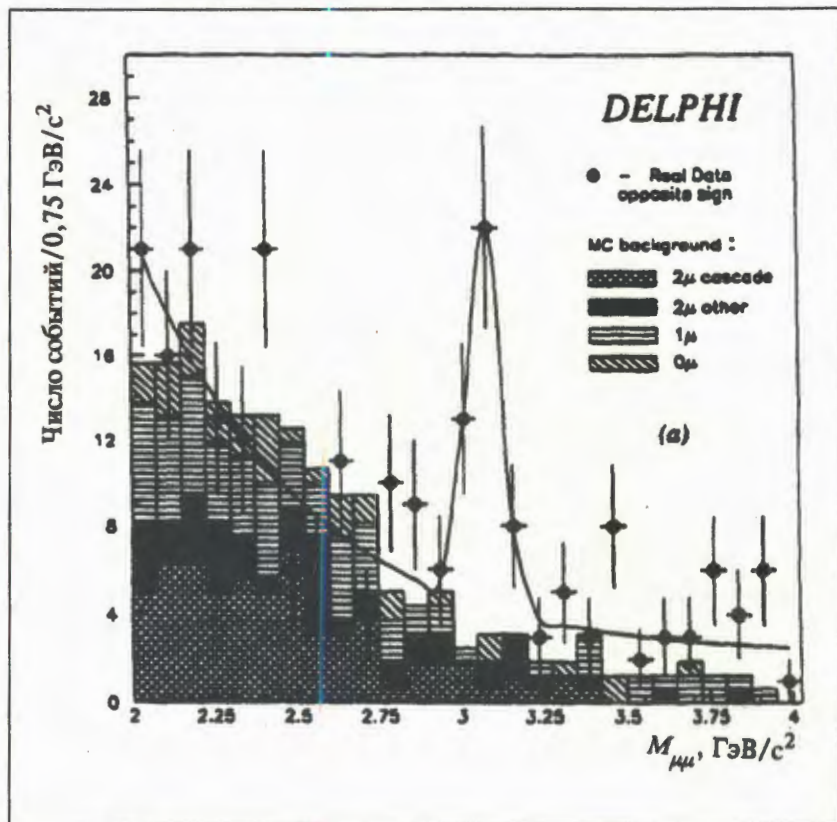


Рис. 2. Распад B -мезона: $b \rightarrow J/\Psi + X$

зировалось $\approx 38\%$ атомов, тогда как в тонкой мишени ионизации подвергалось существенно меньшее их число ($\approx 10\%$). Возникающие при ионизации атома $\pi^+\pi^-$ -пары с малым относительным импульсом Q в с.ц.м. (атомные пары) выделялись на фоне $\pi^+\pi^-$ -пар, генерированных в свободном состоянии.

Количество атомных пар, идентифицированных на толстой и тонкой мишенях, равно:

$$n_a^{\text{thick}} = 239 \pm 47, \quad n_a^{\text{thin}} = 24 \pm 40 \quad (31 \pm 52),$$

что в пределах ошибок расчетных значений n_a : $n_a^{\text{thick}} = 248 \pm 13$ и $n_a^{\text{thin}} = 52 \pm 3$.

В скобках стоит число атомных пар, генерированных на тонкой мишени, приведенное к числу $(p - Ta)$ -взаимодействий на толстой мишени.

Наличие атомных пар на толстой мишени и отсутствие аналогичных пар на тонкой мишени является первым экспериментальным результатом, демонстрирующим наблюдение генерации $A_{2\pi}$ и его последующей ионизации в толстой мишени.

Атомные пары, генерированные на толстой мишени, распределены по относительному импульсу Q следующим образом:

$$n_a(1) = 87 \pm 19, \quad 0 < Q < 1 \text{ МэВ/с},$$

$$n_a(2) = 152 \pm 41, \quad 1 < Q < 2 \text{ МэВ/с},$$

$$\frac{n_a(2)}{n_a(1)} = 1,8 \pm 0,6,$$

что в пределах ошибок совпадает с расчетным модельно-независимым отношением для атомных

пар: $\frac{n_a(2)}{n_a(1)} = 2,2$ и отличается от распределения

свободных пар, генерированных на толстой и тонкой мишенях:

$$\frac{n_a^{\text{thick}}(2)}{n_a^{\text{thick}}(1)} = 4,6 \pm 0,4, \quad \frac{n_a^{\text{thin}}(2)}{n_a^{\text{thin}}(1)} = 5,0 \pm 0,5.$$

Таким образом, распределение атомных пар по относительному импульсу является вторым экспериментальным результатом, демонстрирующим наблюдение генерации $A_{2\pi}$ и его последующей ионизации в веществе толстой мишени [3].

На установке «Нейтринный детектор» (эксперимент SERP-136 в ИФВЭ) изучалось прямое образование нейтрино от распада очарованных частиц вблизи порога их рождения, проведены поиски распадов легких бозонов Хиггса и тяжелых нейтрино (нейтральных лептонов).

Главная цель исследований прямого образования нейтрино в pN -столкновениях при энергии протонов 70 ГэВ — определить сечения

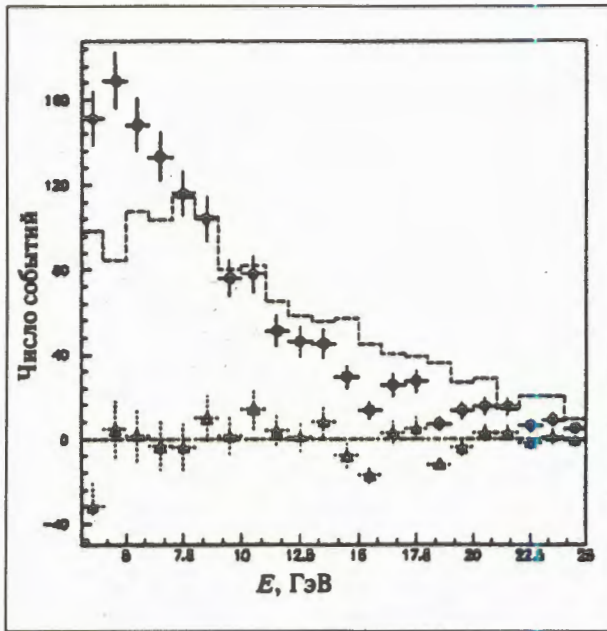


Рис. 3. Зарегистрированный спектр выходящих из защиты μ^- -мезонов (см. точки с ошибками) и спектр μ^- -мезонов, которые мы приписали взаимодействиям прямых нейтрино (треугольники) в сравнении с ожидаемым спектром μ^- -мезонов (гистограмма) от рождения Λ_c^+ с сечением $\sigma_{\Lambda_c^+}(x_F \geq 0,5) = 10$ мкб/нуклон

образования очарованных частиц и проверить как теоретические предсказания квантовой хромодинамики, так и экспериментальные указания коллаборации БИС-2 об аномально большом (≈ 50 мкб/нуклон) сечении образования чарма вблизи порога.

Ранее [4] сечение рождения чарма было определено по числу взаимодействий нейтрино и антинейтрино в детекторе. При 70 ГэВ было получено $\sigma_{\bar{\nu}c} = (-0,5 \pm 1,7)$ мкб/нуклон, что соответствовало верхней границе сечения $\sigma_{\bar{\nu}c} < 2,4$ мкб/нуклон (90% C.L.).

В новой работе [5] сечение образования чарма определено независимым методом по числу взаимодействий мюонных антинейтрино и нейтрино в железном фильтре с образованием так называемых «равновесных» мюонов, которые регистрировались в нейтринном детекторе. Верхняя граница сечения равна 3,5 мкб/нуклон.

Проведен дополнительный анализ для прямого сравнения с результатами БИС-2. На рис.3 показан экспериментальный энергетический спектр μ^- -мезонов, входящих в нейтринный детектор, и результаты моделирования того же спектра в предположении справедливости результатов БИС-2 по рождению Λ_c^+ -барионов. Смоделированный спектр μ^- -мезонов по меньшей мере на порядок превышает выход μ^- от «прямых»

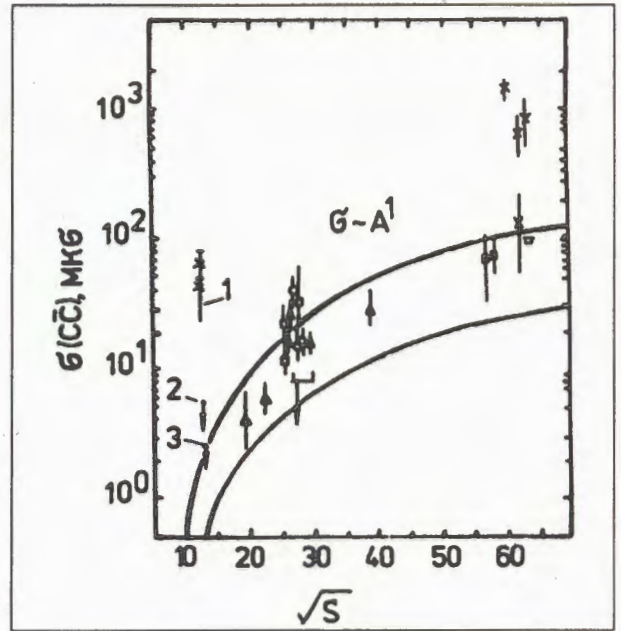


Рис. 4. Сечения образования чарма в нуклон-нуклонных взаимодействиях

нейтрино и равен полному потоку равновесных μ^- , обусловленных фоновыми нейтрино от распада π - и K -мезонов.

Сечения образования чарма в нуклон-нуклонных взаимодействиях приведены на рис.4. Полученная оценка сечения находится в хорошем согласии с результатами расчетов в квантовой хромодинамике, однако противоречит выводам коллаборации БИС-2 об аномально большом сечении образования чарма вблизи порога.

Путем анализа изолированных электромагнитных ливней от распадов $H^0 \rightarrow e^+e^-$ и $H \rightarrow \gamma\gamma$ в нейтринном детекторе ищались легкие бозоны Хиггса ($m_H < 2m_\mu$), образованные в процессах $\pi^\pm \rightarrow e^\pm \bar{\nu}_e H$, $K^\pm \rightarrow e^\pm \bar{\nu}_e H$, $K^\pm \rightarrow \pi^\pm H$, $K_L^0 \rightarrow \pi^0 H$ [6]. Анализ исключает на 90%-м уровне достоверности интервал масс и времен жизни:

$$1 \text{ МэВ} < m_H < 80 \text{ МэВ},$$

$$4,6 \cdot 10^{-11} \text{ с} < \tau_H < 1,9 \cdot 10^{-8} \text{ с}.$$

На основе данных beam-dump эксперимента был проведен поиск тяжелого нейтрино (нейтрального лептона) в интервале масс $3+493$ МэВ, распадающегося по каналу $\nu_H \rightarrow e^+e^-\nu_e$ [7]. Источником тяжелых нейтрино могут быть распады π - и K -мезонов до их поглощения в веществе мишени: $\pi^+ \rightarrow e^+\nu_H$; $\mu^+\nu_H$ и $K^+ \rightarrow e^+\nu_H$; $\mu^+\nu_H$.

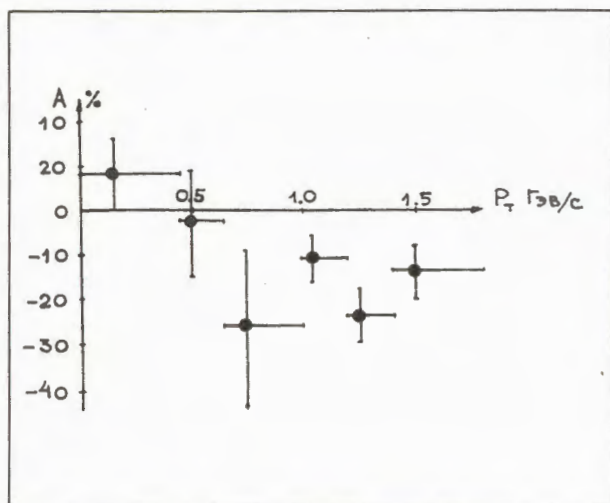


Рис. 5. Анализирующая способность реакции $\pi^- = \pi^0 X$ при 40 ГэВ

Установлены верхние пределы на элементы матрицы смешивания (на 90%-м уровне достоверности)

$$|U_{eH}|^2 \cong 10^{-5}, |U_{eH}| \cdot |U_{eH}| \cong 1,5 \cdot 10^{-5}$$

при $m_{\nu H} \cong 100$ МэВ и

$$|U_{eH}|^2 \cong 2 \cdot 10^{-7}, |U_{eH}| \cdot |U_{\mu H}| \cong 3 \cdot 10^{-7}$$

при $m_{\nu H} \cong 300$ МэВ.

Достигнутые в beam-dump эксперименте ограничения являются более жесткими по сравнению с результатами коллаборации CHARM.

На установке «Гиперон» в ИФВЭ проводились исследования распадов K^+ -мезонов. Получено предварительное значение для коэффициента g , определяющего матричный элемент распада $K^+ \rightarrow \pi^+ \pi^0 \pi^0$,

$$g = 0,63 \pm 0,04,$$

которое согласуется со среднемировым значением $g = 0,594 \pm 0,019$.

Получена предварительная оценка верхней границы вероятности распада K_s^0 -мезона на электрон-позитронную пару:

$$\text{Br}(K_s^0 \rightarrow e^+ e^-) < 2 \cdot 10^{-6},$$

что в четыре раза превосходит имеющийся сегодня предел.

На серпуховском ускорителе проведено измерение анализирующей способности в реакции $pd \rightarrow \pi X$ при 40 ГэВ. Обнаружена заметная асимметрия в выходе π^0 -мезонов при изменении

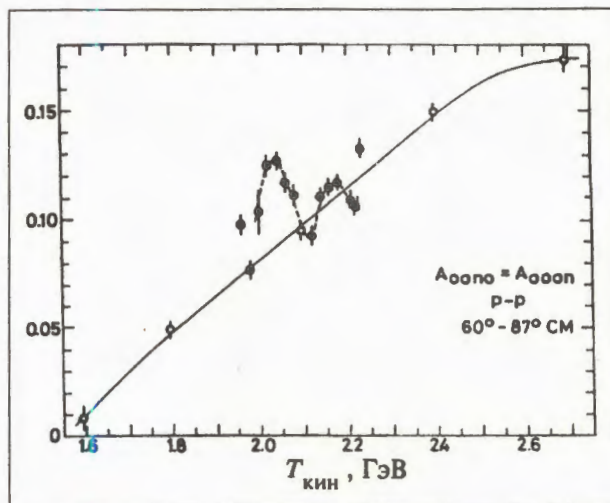


Рис. 6. Энергетическая зависимость среднего значения анализирующей способности A в упругом pp -рассеянии. $\circ$ — данные SATURN-2, полученные ранее, $\bullet$ — наш эксперимент

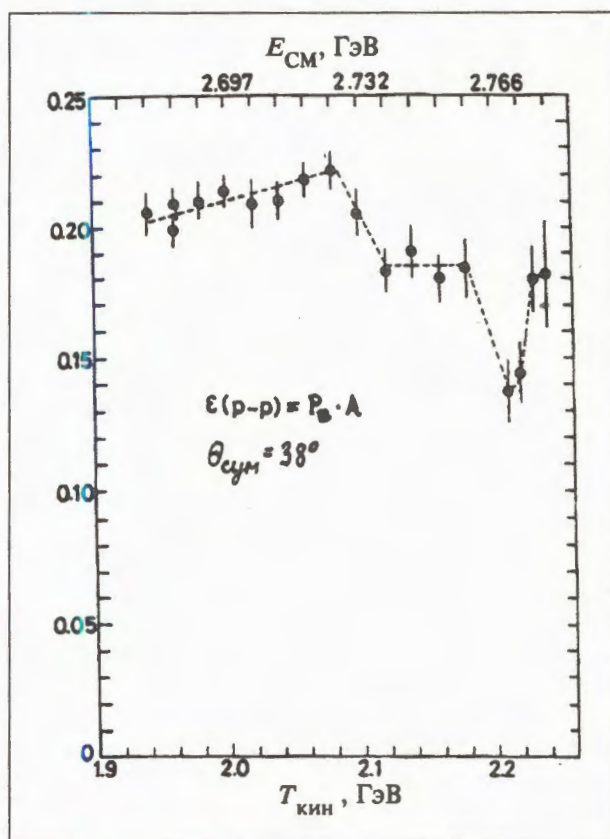


Рис. 7. Энергетическая зависимость асимметрии $A = P_B A$ в упругом pp -рассеянии. P_B — поляризация пучка, A — анализирующая способность упругого pp -рассеяния

направления поляризации мишени. В области $0,7 < X_F < 0,9$ эта асимметрия (рис.5) достигает значения 0,2.

С целью определения амплитуд NN -рассеяния в области энергий 1,1+2,7 ГэВ и поиска структуры около $T_{кин} = 2,1$ ГэВ [8] на ускорителе «Са-турн-2» проведено измерение поляризационных параметров A_{00n0} и A_{000n} , корреляции поляризаций A_{00nn} , параметров деполаризации D_{0n0n} и передачи поляризации K_{0nn0} в интервале углов $58+97^\circ$ (с.ц.м.) при 17 значениях энергии в диапазоне 1,94+2,24 ГэВ.

Измеренные угловые параметры A_{00nn} , D_{0n0n} , K_{0nn0} монотонно зависят от энергии, тогда как анализирующая способность оказалась заметно немонотонной функцией энергии. На рис.6 пока-

зана энергетическая зависимость среднего значения анализирующей способности ($A_{00n0} = A_{000n}$) в максимуме углового распределения (углы $60+87^\circ$ с.ц.м.). Видно, что при энергии 2,1 и, возможно, 2,2 ГэВ в энергетической зависимости наблюдаются довольно узкие минимумы.

Анализ энергетической зависимости асимметрии $\epsilon = P_B \cdot A_{000n}$ рис.7 показывает, что анализирующая способность A_{000n} оказывается довольно сложной функцией энергии пучка с резким минимумом в районе 2,23 ГэВ.

Эти данные представляют интерес с точки зрения вопроса о существовании дибариона с массой 2,7 ГэВ.

ИССЛЕДОВАНИЕ СЛАБЫХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ ПРИ НИЗКИХ ЭНЕРГИЯХ

Исследования велись в следующих направлениях: изучались мюонный захват и двойной β -распад, осуществлялся поиск массивных нейтрино в β -распаде, выполнялся цикл работ на комплексе ЯСНАПП-2.

В экспериментах по μ -захвату изучается слабое взаимодействие, проявляющееся в процессе захвата μ^- -мезонов атомными ядрами. Главное отличие этого процесса от β -распада состоит в том, что передаваемый нуклонам импульс, ~ 100 МэВ/с, что приводит к значительному возрастанию роли так называемого индуцированного псевдоскалярного взаимодействия. Формфактор этого взаимодействия (g_p^2) зависит от многих параметров теории и свойств ядерного вещества, таких, как температура и т.п. Гипотеза о частичном сохранении аксиально-векторного тока дает $g_p \approx -9$, независимо от массы ядра A . Согласно же другим предсказаниям и экспериментальным указаниям величина g_p с ростом A плавно уменьшается от -16 до -4 . Таким образом, экспериментальное определение величины g_p для μ -захвата в ядрах различных масс является весьма актуальной и пока не решенной задачей. Для ее решения в ЛЯП проводится исследование угловой ($\gamma - \nu$)-корреляции в процессе μ -захвата [9].

Угловое распределение нейтрино ν_μ , испускаемого при захвате ядром поляризованного мюона, весьма чувствительно к отношению g_p/g_A и может быть измерено по величине доплеровского сдвига γ -квантов, каскадно сопровождающих μ -захват. Энергия отдачи ядра при испускании нейтрино

составляет десятки и сотни кэВ, что приводит к значительному уширению линий в γ -спектре, измеряемом полупроводниковым детектором высокого разрешения. Последующий тщательный анализ формы линий позволяет кроме величины g_p/g_A получить также информацию о времени жизни уровней в дочернем ядре и о мультипольности соответствующих γ -переходов. На мюонном пучке фазотрона Объединенного института измерена угловая ($\gamma - \nu$)-корреляция в процессе μ -захвата $^{28}\text{Si}(\mu, \nu)^{28}\text{Al}^*$. Предварительные результаты (рис.8) показывают наличие искомого эффекта и позволяют дать оценку формфактора g_p :

$$g_p/g_A = 8,0 \pm 1,6.$$

В 1992 г. на комплексе ЯСНАПП-2 [10] проводились исследования редкоземельных ядер, близких к магическому ядру $^{146}_{64}\text{Gd}_{82}$, а также в районе перехода от сферических к сильнодеформированным ядрам ($N = 88+90$). Получены следующие результаты:

1. Определены с помощью HPGe-детектора граничные энергии β^+ -спектров 16 короткоживущих нуклидов от ^{146}Tb (8 с) до ^{164}Lu (3,2 мин) [11].

2. Выполнены систематические измерения энергий α -переходов ядер-изотопов с $N = 88$ с целью определения влияния деформации ядер на величину энергии α -распада. Обнаружен α -распад ^{156}Er [12] с $E_\alpha = (3,30 \pm 0,07)$ МэВ, $J_\alpha =$

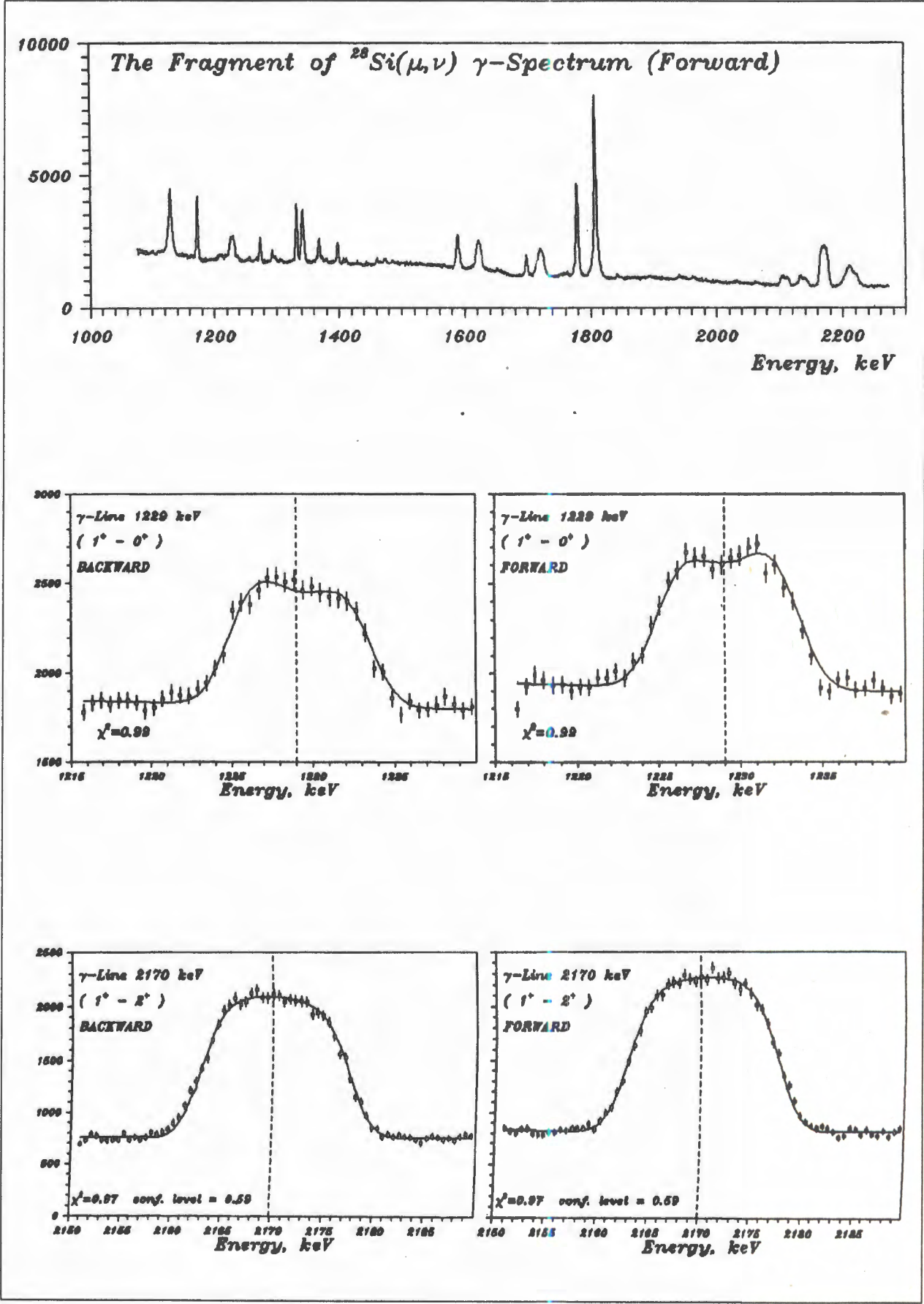


Рис. 8. Результаты измерения угловой ($\gamma-\nu$)-корреляции в процессе μ -захвата

$= (5 \pm 2) \cdot 10^{-6} \%$ и ^{157}Tm с $E_\alpha = (3,67 \pm 0,07)\text{МэВ}$ и $J_\pi = 3 \cdot 10^{-5} \%$.

3. С целью однозначного приписания значений спина и четности состояниям ^{157}Tm и ^{159}Tm , возбужденным при распаде ^{157}Yb (37 с) и ^{159}Yb (84 с), с помощью кремниевого детектора с хорошим разрешением измерены спектры конверсионных электронов указанных нуклидов. Полученные данные, вместе с новыми измерениями $\gamma\gamma$ - и $e\gamma$ -совпадений, позволили уточнить ранее опубликованные варианты схем распада $^{157,159}\text{Yb}$ [13].

4. Изучен распад изомера ^{146}Tb (8 с), $J^\pi = 1^+$ [11]. Показано, что при β -распаде изомера возбуждаются состояния 2^+ и 0^+ , известные ранее по изучению реакции ($^3\text{He}, n\gamma$). Вероятности β -переходов на указанные уровни ($\lg ft = 5,1$ и $< 5,4$ соответственно) подтверждают магичность ядра $^{146}_{64}\text{Gd}_{82}$.

5. Измерен [11] период полураспада изомера ^{156}Ho (52,1 кэВ): $(13,0 \pm 3,0)$ с. Переход оказался довольно быстрым, и для описания свойств низколежащих состояний (прежде всего их времен жизни) ядро ^{156}Ho следует рассматривать как сильнодеформированное ($\beta_2 \approx 0,25$).

6. На электростатическом спектрометре проведены измерения LMM -оже-спектров и низкоэнергетических электронов внутренней конверсии в ^{155}Gd , ^{159}Tb , ^{165}Ho , ^{167}Er , ^{169}Tm и ^{171}Yb [14]. Показано, что измеренные абсолютные значения энергий наиболее интенсивных $L_3M_4M_5$ -линий для всех исследованных нуклидов (за исключением ^{155}Gd) выше на 20 эВ, чем следует из полуэмпирических расчетов Ларкинса. Полученные относительные интенсивности LMM -оже-переходов находятся в удовлетворительном согласии с результатами нерелятивистских расчетов в модели jj -связи.

ИССЛЕДОВАНИЕ СИММЕТРИЙ И ДИНАМИКИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ ЛЕПТОНОВ, АДРОНОВ И ЯДЕР ПРИ ПРОМЕЖУТОЧНЫХ ЭНЕРГИЯХ

В опытах с криогенной мишенью высокого давления (0,6 кбар) на мюонном пучке фазотрона ЛЯП ОИЯИ в диапазоне температур $T = 21 + 300$ К измерены значения скорости образования мезомолекул $p\bar{d}\mu$ ($\lambda_{p\bar{d}\mu}$) и скорости ядерной реакции ($p + d$) в системе $p\bar{d}\mu$. Ранее подобные исследования были выполнены лишь в жидком водороде при $T = 20$ К и в газообразном при комнатной температуре. Результаты согласуются между собой. Однако в эксперименте ТРИУМФ, где измерялся выход ядерной реакции в газообразном водороде, наблюдалось заметное его изменение в зависимости от температуры мишени. Полученные в ЛЯП данные свидетельствуют об отсутствии зависимости величины $\lambda_{p\bar{d}\mu}$ от температуры.

Усредненное по всем температурам значение

$$\lambda_{p\bar{d}\mu} = (5,49 \pm 0,30) \text{ мкс}^{-1}$$

хорошо согласуется с теорией и более ранними измерениями при $T = 20$ К и $T = 300$ К [15].

После проведения реконструкции канала пучка «поверхностных» мюонов фазотрона ЛЯП и модернизации регистрирующей части установки МАКС объединенной группой ПИЯФ (Гатчина) — ОИЯИ проведен второй сеанс физических

измерений процесса конверсии мюоний — антимюоний.

Общая статистика числа «поверхностных» мюонов, прошедших через мишень, равна $1,9 \cdot 10^{11}$. Для вероятности процесса конверсии мюоний — антимюоний получено значение

$$W_{M\bar{M}} < 3,9 \cdot 10^{-7} \text{ (90\% C.L.)},$$

что примерно в 1,7 раза ниже существующей сегодня оценки (LAMPF, 1990 — $W_{M\bar{M}} < 6,5 \cdot 10^{-7}$ (90\% C.L.)).

Существует реальная возможность при дальнейших исследованиях на фазотроне ЛЯП ОИЯИ улучшить еще в 8 раз предел для вероятности конверсии мюоний — антимюоний. В 1993 г. планируется провести третью серию физических измерений на установке МАКС. Ожидаемый предел для вероятности процесса конверсии $4 \cdot 10^{-8}$, что уже ниже минимального теоретически возможного предела для наблюдения процесса конверсии ($W_{M\bar{M}}^{\text{теор.}} < 6 \cdot 10^{-8}$).

В рамках сотрудничества ОИЯИ — ИНФН (Италия) по изучению динамики аннигиляции и экзотических процессов взаимодействия антинуклонов с ядрами получены новые результаты,

подтверждающие значительное нарушение правила Окубо — Цвейга — Изуки в реакциях с образованием Φ -мезонов.

Было обработано 1,2 миллиона событий аннигиляции антипротонов в дейтерии, набранных на установке OBELIX в ЦЕРН с использованием триггера по отбору реакции $\bar{p}d \rightarrow \Phi \pi^- p_s$. На высоком статистическом уровне определены вероятности рождения Φ - и ω -мезонов в реакции $\bar{p}n \rightarrow \Phi(\omega)\pi^-$ и их отношение. Полученное значение этого отношения $R = 0,12 \pm 0,02$ заметно выше величины $(1+3) \cdot 10^{-3}$, ожидаемой в соответствии с правилом Окубо — Цвейга — Изуки.

Проведено исследование упругого рассеяния антипротонов на ядрах ^4He при импульсе 192,8 МэВ/с в эксперименте PS-179 [16].

Измерены дифференциальное сечение упругого рассеяния (рис.9), аннигиляционное сечение $\sigma_{\text{ann}} = (377,6 \pm 8,0)$ мб и сечение упругого рассеяния $\sigma_{\text{el}} = (206,3 \pm 6,6)$ мб. Определено отношение реальной части амплитуды $\bar{p}^4\text{He}$ -рассеяния вперед к мнимой

$$\rho = -0,17^{+0,24}_{-0,33}.$$

Парциально-волновой анализ показал, что в этой области энергий важно учитывать вклад от S -, P - и D -волн.

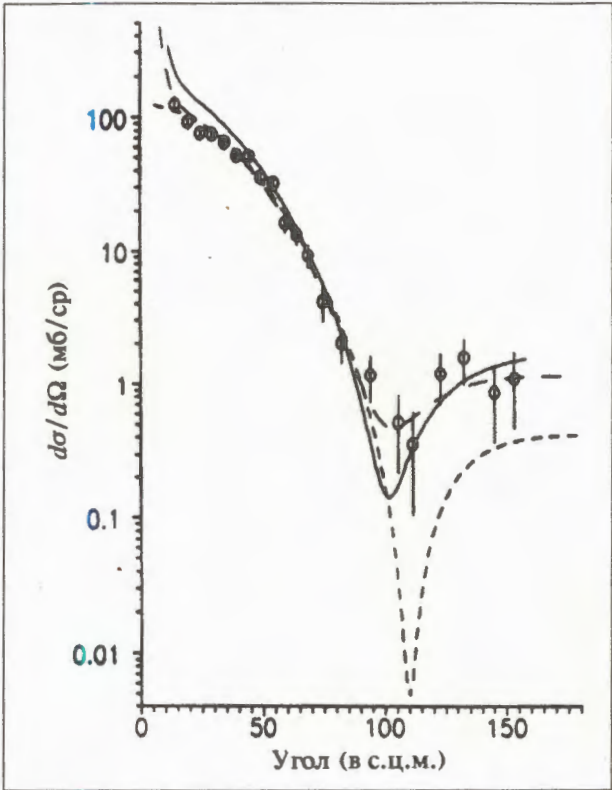
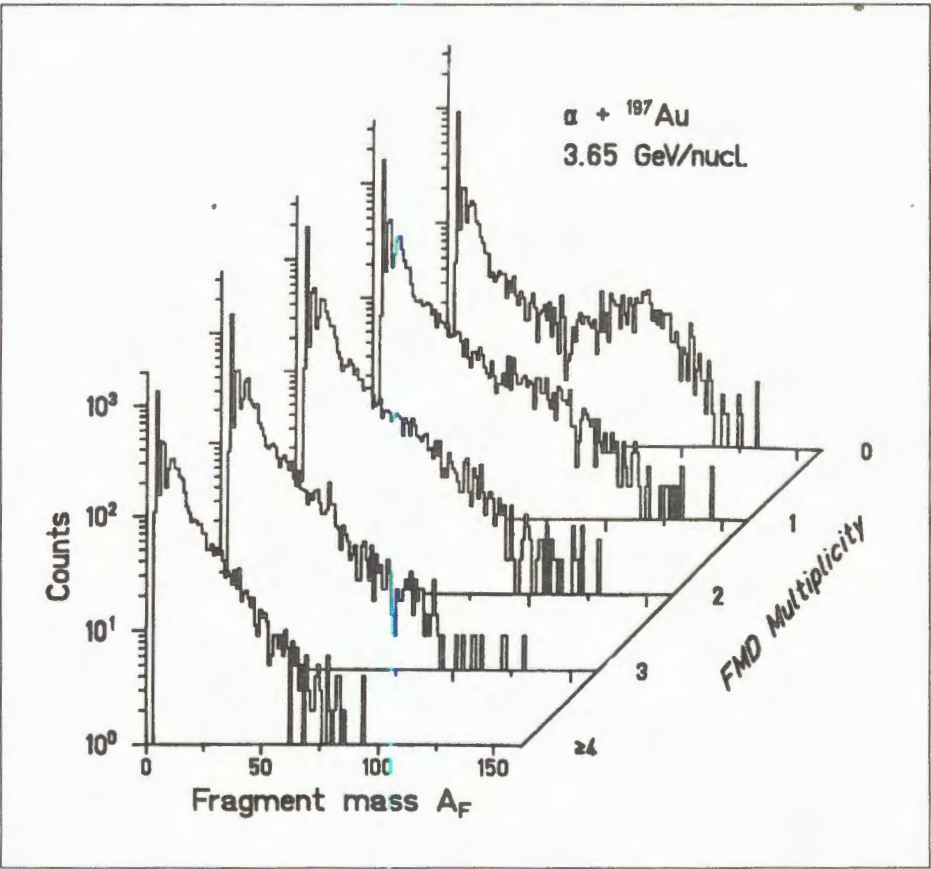
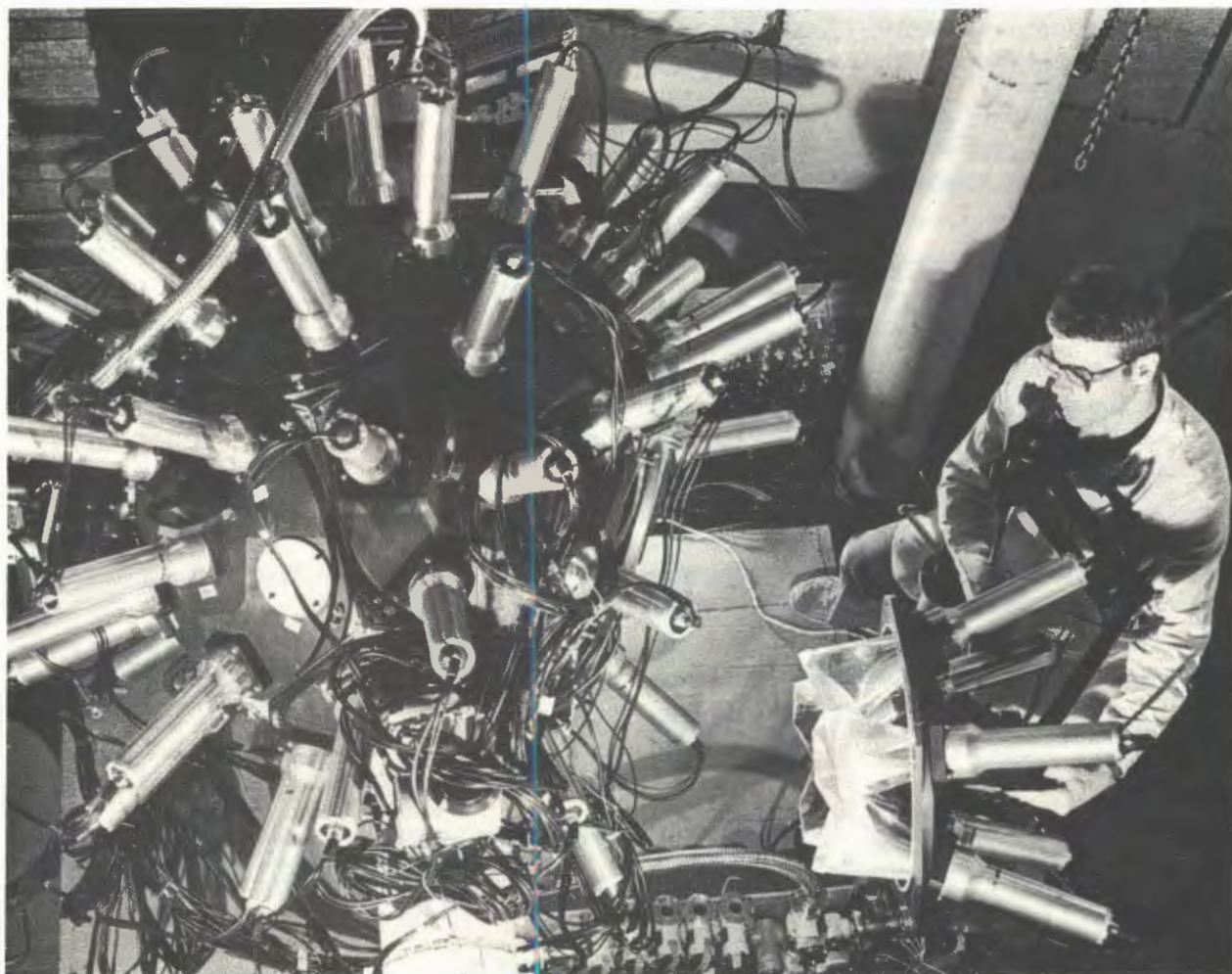


Рис. 9. (OBELIX). Дифференциальное сечение $\bar{p}^4\text{He}$ упругого рассеяния при импульсе 192,8 МэВ/с в сравнении с расчетом по модели Глаубера (сплошная линия) и результатами аппроксимации по разным моделям (пунктир)

Рис. 10. Массовые распределения фрагментов при различной множественности. Максимум при $M = 0$ отвечает осколкам деления, происходящего при периферических соударениях. С ростом M (переход к меньшим параметрам соударения) этот максимум быстро исчезает и остается только экспоненциально спадающий спектр фрагментов промежуточной массы





Установка ФАЗА на пучке релятивистских ядер синхротрона ОИЯИ

В эксперименте 198 на ускорителе «Сатурн» на пороге реакции $p + d \rightarrow {}^3\text{He} + \eta$ зарегистрировано 112 событий редкого распада $\eta \rightarrow 2\mu$ [17]. Измеренная относительная вероятность этого распада:

$$\text{Br}(\eta \rightarrow 2\mu) = (5,6 \pm 0,7 \pm 0,4) \cdot 10^{-6},$$

согласуется, в рамках экспериментальных ошибок, с предсказаниями Стандартной модели электрослабых взаимодействий.

На вероятность CP -запрещенного распада $\eta \rightarrow 2\pi$ установлен новый верхний предел, равный 10^{-4} (90% C.L.).

Измерения полных сечений реакций $\pi^+ d \rightarrow p + p$ при энергии 25+40 МэВ на ускорителе в Гатчине указывали на узкую особенность в энергетической зависимости сечения при $T_\pi \approx 30$ МэВ [18].

Для проверки обнаруженной аномалии в 1992 г. сотрудниками ЛЯП был предложен и проведен эксперимент на пучке пионов LAMPF с

использованием установки BGO ball. В нем получены данные для ядер дейтерия и углерода со статистической точностью лучше 3% для дейтерия и 1% — для углерода по полным сечениям поглощения в интервале энергий пионов 20+50 МэВ. Данные обрабатываются.

Целью экспериментов коллаборации ФАЗА (ОИЯИ — «Курчатовский институт» (Москва) — ИЯФ (Краков) — ИЯФ Технического университета (Дармштадт) — Университет штата Айова) [19] является исследование процесса множественной эмиссии фрагментов в ядро-ядерных соударениях. Это — новый вид распада высоковозбужденных ядер, который по некоторым теоретическим моделям связывается с фазовыми переходами в ядерном веществе (крекинг, жидкость — газ). Для исследования мультифрагментации создана 4л-установка ФАЗА, размещенная на пучке синхротрона ОИЯИ.

Проведены эксперименты по изучению мультифрагментации ядра-мишени при взаимодействии пучка ${}^4\text{He}$ с золотом при энергиях 0,985 и

3,65 ГэВ/А. Рисунок 10 иллюстрирует один из полученных результатов. Здесь представлены массовые распределения фрагментов, измеренные с помощью времяпролетных телескопов для событий с различной множественностью M . Четко видна эволюция спектров по мере роста множественности.

Средняя множественность фрагментов промежуточной массы ($Z > 3$) при максимальной энергии пучка и при энергии 0,985 ГэВ/А соответственно:

$$\langle M \rangle = 5,32 \pm 0,80 \text{ и } \langle M \rangle = 3,65 \pm 0,60.$$

Из сравнения с модельными расчетами следует, что средняя энергия возбуждения, достигаемая

ПОДГОТОВКА НОВЫХ ЭКСПЕРИМЕНТОВ

В следующем году войдет в строй в исследовательском центре Юлих (Германия) протонный синхротрон COSY с энергией протонов до 2,5 ГэВ, который будет работать в режиме накопительного кольца с охлаждаемым внутренним пучком. Высокая интенсивность и монохроматичность внутреннего пучка, его малый эмиттанс делают накопитель машиной нового поколения для физики промежуточных энергий. Физики ЛЯП активно включились в подготовку экспериментов на этом ускорителе.

Комитет научных программ COSY принял разработанное с участием сотрудников ЛЯП предложение экспериментов: «Эксклюзивное изучение развала дейтрона с поляризованными протонами и дейтронами на COSY» [20]. Эксперименты нацелены на исследование поляризационных наблюдаемых (тензорной и векторной поляризуемости, спин-корреляционной асимметрии).

Подготовлено и принято предложение экспериментов «Исследование подпорогового рождения K^+ -мезонов на спектрометре 0° Facility COSY» [21]. Конкурентоспособность K -мезонной программы [22] обеспечена возможностью измерения дважды дифференциальных сечений процесса $p + A \rightarrow K^+ + X$ (в настоящее время измерены только полные сечения) и двухчастичных (корреляционных) дифференциальных сечений процессов $p + A \rightarrow K^+ + p + X$, $p + A \rightarrow K^+ + d + X$.

Для экспериментального определения индуцированного псевдоскалярного формфактора слабого взаимодействия на пучке $\mu E4$ мезонной фабрики в PSI в тесном сотрудничестве с

при взаимодействии $^4\text{He}(3,65 \text{ ГэВ/А}) + \text{Au}$, равна 1,0+1,5 ГэВ.

Измерение корреляций фрагментов по относительной скорости при разлете на большие углы позволяет оценить размер системы в момент развала. Из данных следует, что к моменту эмиссии фрагментов система претерпевает существенное расширение, при этом плотность оказывается примерно в 6 раз ниже, чем у нормального ядра, что согласуется с ожиданиями на основании термодинамических моделей процесса.

Угловые корреляции совпадающих фрагментов в области углов $\theta_{\text{rel}} < 90^\circ$ показывают подавление выхода фрагментов при малых относительных углах. Это результат кулоновского взаимодействия фрагментов в конечном состоянии.

физиками из Бельгии (Лювен), Швейцарии (Цюрих) и Германии (Мюнхен) предложен и начат эксперимент по детальному исследованию μ -захвата на ядрах с ненулевым спином [23]. При остановке в мишени, ядра которой имеют ненулевой спин j , мюон, находясь на $1S$ -оболочке, может образовать два подсостояния ($j + 1/2$ и $j - 1/2$). Одно из них является основным, другое — метастабильным, переходящим в основное за счет оже-процессов с характерным временем τ_{HF} . Если при этом ядерный μ -захват из метастабильного состояния в рамках $(V-A)$ -взаимодействия запрещен, а из основного состояния разрешен, то процесс будет идти в два этапа, и временная его зависимость будет складываться из двух экспонент: $\exp\left(\frac{-t}{\tau_\mu}\right)$ и $\left\{1 - \exp\left(\frac{-t}{\tau_{HF}}\right)\right\}$, где τ_μ — время жизни мюона в данной мишени. Измеряя временное распределение γ -квантов, можно определить временную зависимость μ -захвата. Отклонение экспериментальной кривой от суперпозиции двух экспонент может произойти в том случае, когда μ -захват идет также и из метастабильного состояния. Последнее возможно лишь за счет индуцированного псевдоскалярного взаимодействия. Таким образом, зная τ_μ и τ_{HF} и экспериментально измерив временное распределение γ -квантов, можно определить вклад g_p в данный процесс. В такой постановке проведен первый сеанс на мезонной фабрике в PSI.

Первые эксперименты с участием сотрудников ЛЯП по исследованию 2β -распада ^{100}Mo проводятся в Модане (Франция) на установке

NEMO-2 и установке с 16 HPGe-детекторами в ОИЯИ. На установке NEMO-2 проведены методические эксперименты с 1 кг ^{100}Mo . В эксперименте участвовали ОИЯИ, ИТЭФ, ИЯИ (Украина) и физики Франции (LAL, Орсе; Бордо; Страсбург и др.).

ЛЯП ОИЯИ для установки NEMO-2 поставила 64 пластических сцинтилляционных детектора и принимает участие в моделировании и обработке данных.

В течение 1993 г. будет завершено создание установки NEMO-3. Вклад ЛЯП — 1000 пластических сцинтилляционных детекторов, моделирование и обработка результатов.

На этой установке можно исследовать 2β -распад с периодом $T_{1/2} \geq 2 \cdot 10^{25}$ лет. Чувствительность германиевых экспериментов по периоду распада $T_{1/2} \geq 10^{25}$ лет, однако из-за разности энергий распада молибдена и германия $T_{1/2}(^{100}\text{Mo}) \geq 2 \cdot 10^{25}$ лет соответствует $T_{1/2}(^{76}\text{Ge}) \geq 10^{28}$ лет. Такой предел для германия в настоящее время недостижим. Эксперимент с ^{100}Mo может дать рекордную оценку на массу майорановского нейтрино $\leq 0,1$ эВ (при $T_{1/2} \geq 10^{25}$ лет).

Вторая установка с 16 HPGe-детекторами создана в ОИЯИ. В 1993 г. на ней начнутся эксперименты.

Появление в последнее время работ, в которых сообщается о наблюдении 17-кэвного нейтрино, вновь обострило интерес к проблеме массивных нейтрино и стимулировало постановку новых экспериментов. В ЛЯП проводятся измерения β -спектра ^{32}S и ^{63}N на спектрометре с Si(Li)-детектором с целью поиска тяжелого 17-кэвного нейтрино.

СОЗДАНИЕ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КРУПНЫХ ФИЗИЧЕСКИХ УСТАНОВОК

В начале 1992 г. было проведено широкое международное обсуждение концептуального проекта с-тау фабрики ОИЯИ [25]. Проект прошел экспертизу во всех ведущих центрах физики элементарных частиц (SSCL, LNS Cornell, TRIUMF и др.).

Разработка универсального детектора для с-тау фабрики шла в первую очередь в направлении методических исследований по развитию детекторов для экспериментов на встречных пучках. Совместно с ИЯФ СО РАН (Новосибирск) разрабатывался детектор частиц для временных

Предполагается провести поиск «тяжелого» нейтрино в более широком диапазоне масс от 17 кэВ до 1,5 МэВ в измерениях β -спектров ^{32}P и ^{90}Sr .

Подготовлено предложение эксперимента по поиску четырехкварковых состояний, образующихся в процессе аннигиляции антипротонов за счет механизма Дрелла — Яна. Это предложение вошло в программу экспериментов на внутренней мишени SUPERLEAR ЦЕРН [24].

Физики лаборатории участвуют в подготовке к новому эксперименту WA-96 на ускорителе SPS ЦЕРН.

На установке НОМАД планируется исследование $\nu_\mu \leftrightarrow \nu_\tau$ осцилляций путем регистрации в детекторе τ -лептонов от ν_τ -взаимодействий. Это позволит получить ограничения на амплитуду осцилляций:

$$\text{для } \nu_\mu \leftrightarrow \nu_\tau \quad \sin^2 2\theta_{23} < 3,8 \cdot 10^{-4} \text{ (90\% C.L.)},$$

$$\text{для } \nu_e \leftrightarrow \nu_\tau \quad \sin^2 2\theta_{13} < 3,0 \cdot 10^{-2} \text{ (90\% C.L.)}.$$

Существующие экспериментальные пределы будут улучшены более чем в 10 раз.

Группа ЛЯП принимает участие в создании off-line и on-line программного обеспечения, в испытаниях и монтаже детекторов, в сеансах на ускорителе, в обработке и анализе данных, составляет 10 м³ газообразного ксенона высокой чистоты для детектора переходного излучения.

Изготовлен и успешно испытан в Сакле (Франция) макет пропорциональной камеры с цилиндрической поверхностью для эксперимента DISTO по измерению дифференциальных сечений рождения и поляризации Λ - и Σ^0 -частиц в реакции $pp \rightarrow pK^+ \Lambda$ или Σ^0 .

измерений с разрешением лучше чем 50 пс, изготовлен и прошел успешные испытания механический макет счетчика.

Совместно с ИЯФ СО РАН (Новосибирск) и ВНИИСИМС (Александров) создана установка для исследования характеристик больших неорганических кристаллов, которые предполагается применять для прецизионной гамма-калориметрии. Получены и исследованы первые образцы.

По проекту с-тау фабрики предложена новая схема и магнитная структура с возможностью

Продолжаются работы по созданию протонного циклического ускорителя для Республики Куба



перестройки фабрики со стандартного начального варианта на монохроматизацию пучков. Схема обсуждалась в LAL (Орсэ) и на ускорительных конференциях.

Подготовлены техзадания на проектирование системы ВЧ-питания и вакуумной системы фабрики.

Начато сотрудничество с Корнельским университетом по совместной разработке систем, общих для с-тау фабрики ОИЯИ и модернизированных накопительных колец CESR.

Заключено соглашение о сотрудничестве Объединенного института с Орсэ по разработке электрон-позитронных накопительных колец с большой светимостью и соответствующих инжекторов.

Совместно с ЦЕРН по программе развития установки ДЕЛФИ разработан проект и проведены успешные методические исследования по созданию системы дополнительных мюонных камер на базе пластиковых детекторов.

Показана возможность использования катодного считывания информации с пластиковых детекторов адронного калориметра ДЕЛФИ с целью значительного повышения его гранулярности.

Для LHS в ЛЯП в коллаборации с ЦЕРН, Германией и США разработаны и исследованы на пучках ОИЯИ, ИФВЭ и ЦЕРН несколько прототипов новых дрейфовых трубок повышенного давления. При повышенном давлении рабочего газа в отдельном детекторе достигнуто разрешение 25 мкм [26].

Завершены работы по изучению влияния нелинейностей в структуре магнитного поля УНК на бетатронные колебания. Для исследования характеристик магнитных модулей УНК разработана измерительная и диагностическая аппаратура [27]. Выполнен расчет дейтронного варианта УНК [28].

Проведена реконструкция мезонного сепаратора фазотрона. Модернизирована магнитная система фазотрона, что позволило увеличить на мишени интенсивность сепарированного пучка поверхностных мюонов в 6—7 раз при отношении $N_{e^+}/N_{\mu^+} \approx 2+4$ раза и обеспечить проведение второго этапа эксперимента МАКС по исследованию конверсии мюония в антимюоний.

Сформирован пучок отрицательных мюонов малого поперечного сечения (площадью несколько см^2) для проведения исследований по мю-катализу в низкофоновой лаборатории.

В низкофоновую лабораторию на установку по изучению свойств вещества μSR -методом введен и оптимизирован пучок положительных мюонов с импульсом 125 МэВ/с [29].

Завершены монтаж и испытания установки с жидкотритиевой мишенью для проведения прямых измерений коэффициента прилипания мюонов к гелию при высокой плотности смеси дейтерия и трития и выхода нейтронов в тройной смеси (протий, дейтерий, тритий) [30].

По циклотрону «Тритрон» выполнена серия расчетов совместно с Техническим университетом Мюнхена. Проработана концепция создания



Центральная часть установки для исследования процессов мю-катализа в смеси изотопов водорода

сильноточного ускорителя (нейтронного генератора) и ускорителя для производства радионуклидов на его основе.

Изучены организационные и технические вопросы создания компьютерной линии связи на

скорость 64 кбит/с между ОИЯИ и ИНФН (Гран Сассо, Италия) через спутник INTELSAT VA (проект КОКОС). ОИЯИ получил сетевой TCP/IP адрес *b*-уровня, позволяющий организовать региональную сеть NEPNET на 255x256 компьютеров.

РАЗВИТИЕ МЕТОДИКИ ЭКСПЕРИМЕНТА

В лаборатории выполнен большой объем научно-методических работ:

Завершена разработка дрейфовых камер (совместно с ЛВЭ) на основе майларовых трубок [31]. Разработана и изготовлена электроника отбора событий по данным с электромагнитного калориметра омега-спектрометра. Эта аппаратура использована при проведении сеансов по набору статистики в экспериментах WA-91 и WA-92 в ЦЕРН.

Выполнено моделирование процессов, проходящих в калориметрах установки SDC. Разработана модель светосбора в электромагнитных калориметрах этой установки [32]. Изучено влияние неоднородности световыходов сцинтилляционных пластин на разрешение электромагнитного калориметра типа «сэндвич» [33].

Проведены работы по моделированию и тестовым испытаниям прототипа Forward-калориметра для SDC [34]. Созданы прототипы элементов электромагнитных калориметров (600 шт.) для SDC.

По проекту НЕПТУН завершено испытание проволочных пропорциональных камер с электроникой на испытательном стенде в ЛЯП ОИЯИ (10^4 каналов). Спроектированы детекторы колец черенковского излучения для спектрометра частиц отдачи. В ОП ОИЯИ изготовлены спектрометрические магниты.

Проведены методические работы по совершенствованию техники масс-сепарации радиоактивных изотопов. Разработаны и изготовлены четыре новые конструкции ионных источников, в

том числе два модифицированных с поверхностной ионизацией, обеспечивающие высокую эффективность разделения (например, для Sr и Ru выше 70%). Изготовлен совмещенный мишенный узел (Th) и плазменный источник для on-line экспериментов. Для off-line сеансов разработан и изготовлен новый плазменный источник с полым катодом.

Разработан и широко внедрен [35] модифицированный метод Лэнгмюра — Блуджет для приготовления мономолекулярных радиоактивных источников низкоэнергетических оже- и конверсионных электронов. Это позволяет проводить спектрометрию на уровне 3 эВ, при энергии электронов в диапазоне 5+15 кэВ, что является лучшим результатом в мире.

В 1992 г. по совместному с коллаборацией Германия — PSI — Швейцария — США — Дубна — Польша — Грузия эксперименту «Поиски переходов мюоний — антимюоний» была полностью отлажена изготовленная ранее в ОИЯИ электроника пропорциональных камер на 3000 каналов для спектрометра SINDRUM.

Проведены работы по исследованию возможности изучения распадов $\pi \rightarrow \mu^+ \nu_\mu e^+ e^-$ и $\pi \rightarrow \mu^- \bar{\nu}_\mu e^+ e^+$ с помощью спектрометра APES [36]. Сделаны пучковые камеры и налажен пучковый спецпроцессор. Разработано необходимое программное обеспечение [37].

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В ЛЯП

В теоретическом секторе лаборатории ведутся исследования в нескольких направлениях.

Изучено распространение цветовых объектов в ядерной среде, исследовано влияние ферми-движения на возможность наблюдения цветовой прозрачности [40]. На 10 международных конференциях сделаны доклады по этой тематике.

Теоретические исследования по программе изучения физики мезонов при низких энергиях (≈ 1 ГэВ) в этом году привели к развитию нового метода вычисления любой N -частичной мезонной функции Грина в рамках бозонированной модели Намбу — Иона-Лазинио. Предложенный метод открывает путь для систематического изучения следствий динамического и явного нарушения киральной симметрии не только в области низкоэнергетической мезонной физики, но и в ядерной физике. Эта программа вызывает особый интерес в связи с изучением свойств векторных частиц. Результаты исследований характеристик акси-

В 1992 году было изготовлено для эксперимента по исследованию редких распадов K^- -мезонов на установке «Истра-М» и испытано на пучке 8 плоскостей дрейфовых камер. Камеры изготовлены по новой безрамочной технологии, разработанной ранее в ЛЯП [38].

Подготовлены рабочие чертежи 1л автоклава для производства аэрогеля. В группе, созданной для подготовки технологического участка производства аэрогеля, получены образцы геля [39].

В отделе автоматизации физического эксперимента ЛЯП разработаны 13 новых типов электронных блоков, в том числе таких, как спектрометрический усилитель с квазитреугольной формой импульса и быстрый усилитель с фронтом 3 нс (для отдела ядерной спектроскопии и радиохимии), формирователь строб-сигналов и измеритель распределения частоты для исследований высокотемпературной сверхпроводимости. Разработаны пакеты прикладных программ для управления работой созданной аппаратуры. В течение года в Опытном производстве изготовлено в общей сложности около 70 блоков.

Завершен, в основном, первый этап развития вычислительной инфраструктуры ЛЯП. Подсоединены к общепитетутской сети ETHERNET здания ОНУ, НЭОЯС и РХ. В сети работают около 30 пользователей лаборатории. Завершены работы по развитию сети JINET.

ально-векторного a_1 -мезона вошли в «Review of Particle Properties» [41].

Предложена версия электрослабой модели без частиц Хиггса, изучены некоторые экспериментальные следствия. Исследованы возможности исключения теоретических неопределенностей, связанных с нуклонной структурой при извлечении из данных по лептон-нуклонному рассеянию значений фундаментальных параметров Стандартной модели и возможных эффектов новой физики [42].

В модели кварк-глюонных струн проведены вычисления спектров D -мезонов. Изучены релятивистские явления в дейтроне и процессы его фрагментации на нуклоне [43]. Детально рассмотрены релятивистские эффекты в малонуклонных системах [44].

В рамках теоретико-полевого подхода предложена вариационная процедура, позволяющая для определенного класса моделей суммировать ряд теории возмущений [45].

Проведено вычисление черенковского излучения пучка тяжелых заряженных частиц в тол-

стом радиаторе и исследованы неборновские поправки к теории Мольера [46].

ПРИКЛАДНЫЕ И РАДИОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ НА УСТАНОВКАХ ОИЯИ

μSR -методом проведены измерения глубин проникновения магнитного поля в высококачественных поликристаллических образцах ВТСП $YBa_2Cu_3O_x$ и $EuBa_2Cu_3O_x$. Полученные на качественных образцах более высокие значения глубин проникновения по сравнению с измерениями на других образцах показывают, что для определения истинных значений глубин про-

никновения важным является учет пиннинга (закрепления) магнитных вихрей [47].

Исследованы локальные магнитные поля в соединении $\alpha - Bi_2O_3$ — базовом материале для приготовления ВТСП на основе висмута. Измеренные внутренние магнитные поля значительно превышают дипольные магнитные поля, создаваемые магнитными моментами висмута, но мень-



Клинико-физический комплекс ОИЯИ для проведения медико-биологических исследований

ше магнитных полей, характерных для парамагнетиков. Причиной возникновения таких полей может быть частично ковалентный характер связей в α — Bi_2O_3 [48].

Измерены параметры прецессии спина в жидком и кристаллическом кислороде в диапазоне температур 10–90 К. Анализ данных показал, что около 40% мюонов образуют в кислороде парамагнитный комплекс (MuO_2 или O_2Mu^+), а остальные 60% находятся в диамагнитном соединении [49].

μSR -методом исследованы жидкий и твердый ксенон. Установлено, что основная часть мюонов образует в конденсированном ксеноне мюониевую фракцию. Измерена частота сверхтонкого расщепления атома мюония в жидком ксеноне, которая оказалась близкой к вакуумному значению. Из анализа температурной зависимости скорости релаксации спина мюония сделан вывод о квантовом характере диффузии мюония в твердом ксеноне [50].

В отделе биофизики лаборатории изучено влияние химических радиомодификаторов на мутационный процесс у бактерий и клеток высших эукариот при действии ионизирующих излучений с разной ЛПЭ; исследованы закономерности спонтанного и индуцированного мутагенеза у дрожжевых клеток с различным генотипом; изучена индукция структурных мутаций у клеток млекопитающих γ -излучением и ускоренными тяжелыми ионами. Исследовано влияние аноксическо-

го радиосенсибилизатора TAN на мутагенез и индукцию SOS-системы у клеток сальмонеллы при γ -облучении и действии ускоренных ионов гелия. Показано резкое возрастание индуцированного мутационного процесса и активация SOS-системы в условиях влияния агента. Установлено, что это связано с образованием TAN-ДНК-аддуктов, проявляющих выраженные мутагенные свойства. В экспериментах на клетках млекопитающих установлена биологическая эффективность ускоренных ионов гелия по частоте индукции мутаций резистентности к тиогуанину. Продолжены работы по изучению влияния сенсибилизатора на мутагенез у клеток высших организмов. Установлена зависимость относительной биологической эффективности от ЛПЭ по частоте реверсий по аденину у гаплоидных дрожжей. Изучено влияние аноксического радиосенсибилизатора на индукцию хромосомных aberrаций у клеток млекопитающих. Показано, что TAN в отличие от генных мутаций не оказывает сенсибилизирующего влияния на индукцию структурных мутаций [51].

На базе ПЭВМ создано на аппаратном и программном уровне дистанционное управление устройством, предназначенным для облучения опухолей широким протонным пучком.

Проведено фракционированное облучение четырех онкологических больных. 24 онкологических больных прошли курс фракционированного лучевого лечения на медицинских протонных пучках реконструированного фазотрона.

ЛИТЕРАТУРА

1. DELPHI Coll. — In: Proc of the 26 Int. Conf. in High Energy Physics, Dallas, Texas, USA, August 5–12, 1992; Z. Phys. 1992, C53, p.41; 1992, C55, p.555; Z. Phys., 1992, C56, p.47, p.63; Phys. Lett., 1992, B276, p.254; B277, p.371.
2. DELPHI Coll. — Phys. Lett., 1992, B276, p.536.
3. Nemenov L.L. — In: Proc. of «Perturbative QCD and Hadronic Interactions», March 22–28, 1992, Les Arcs, Savoie, France (ed. J. Tran Thanh Van), p.519.
4. Blumlein J. et al. — Phys. Lett., 1992, B279, p.405.
5. Божко Н.И. и др. — ИФВЭ 92-110, Протвино, 1992, направлено в Z. Phys. C.
6. Barabash L.S. et al. — Phys. Lett., 1992, B295, p.154.
7. Баранов С.А. и др. — ОИЯИ P1-92-494, Дубна, 1992. Направлено в Phys. Lett. B.
8. Bell J. et al. — «Measurement of the Analyzing Power and Spin Correlation in Elastic Scattering between 1.94 and 2.24 GeV». Status Report of Saturne-2. Exp. 225, December, 1992.
9. Езоров В.Г. и др. — Сообщение ОИЯИ P6-91-430, Дубна, 1991.
10. Kalinnikov V.G. et al. — NIM, 1992, B70, p.62.
11. Ваврыщук Я. и др. — В кн.: Тезисы докладов между. совещания по ядерной спектроскопии и структуре атомного ядра. Дубна, апрель 1993. С.-Петербург, ПИЯФ РАН, 1993, с.69.
12. Потемна А.В. и др. — Изв. РАН, сер. физ., 56, 1992, с.39; Fominych V.I. et al. — JINR Comm., E6-92-228, Dubna, 1992.
13. Tlysty P. et al. — Z. Phys., 1992, A341, p.435.
14. Kovalik A. et al. — «Searching for the Intermediate Coupling and Correlation Effects on the Auger Spectrum of ^{169}Tm ». Sub. to J. Electron Spectr. Relat. Phenom.
15. Dzelepov V.P. et al. — JINR E15-92-82, Dubna, 1992. Направлено в ЖЭТФ.

16. Balestra F. et al. — JINR, E15-92-283, Dubna, 1992.
17. Kessler R. et al. — Phys. Rev. Lett., 1993, 70, p.892.
18. Akimov Yu. et al. — Nucl. Phys., 1992, A451, p.433;
Akimov Yu. et al. — Intern. Physics Conference Wisbaden, Germany, July 26 — August 1, 1992;
Gogolev S. et al. — Phys. Lett., 1993, B300, p.1,2.
19. Авдеев С.П. и др. — ОИЯИ, P13-92-62, Дубна, 1992. Направлено в ПТЭ;
Avdeev S.P. et al. — JINR E13-92-60, Dubna, 1992. Направлено в ПТЭ;
Avdeev S.P. et al. — «FASA — a 4 π -Detector Setup for the Investigation of Target Multifragmentation in Nucleus-Nucleus Collisions». Submitted to NIM.
20. Dshemuchadze S.V. et al. — «Exclusive Deuteron Break-up Study with Polarized Protons and Deuterons at COSY», COSY 20, KFA Juelich. 1992.
21. Borgs W. et al. — «Study of the Subthreshold K⁺-Production with a 0° Facility at TP2 in COSY», COSY 18, KFA, Juelich, 1992.
22. Sistemich K. et al. — «Meson Studies at the 0° Facility in COSY». Proc. Workshop on Strangeness in Nuclei, Cracow, 1992;
Busher M. et al. — In: Proc. Int. Conf. on Particle Production near Threshold», Uppsala, 1992.
23. Brudanin V.B. et al. — «Measurement of the Induced Pseudoscalar Coupling Constant by the Hyperfine Method in Nuclear Muon Capture by ¹⁰B and Nuclei». To be published in the Annual PSI Newsletter.
24. Bannikov A.V. et al. — JINR, E1-92-344, Dubna, 1992; Ableev V.G. et al. — CERN/SPSLC 92-36, SPSLC/I-188, 1992.
25. Proceedings of the Workshop on JINR c-tau Factory. JINR, E1,9,13-92-98, Dubna, 1992;
Alekseev G. et al. — JINR Rapid Commun. 5[56]-92, Dubna, 1992, p.45.
26. Alekseev G. et al. — ATLAS note MUON-NO-012 ATLAS. Letter of Intent. CERN/LHCC/92-4, LHCC/12, 1992.
27. Ворожцов С.Б. и др. — Сообщение ОИЯИ, P9-92-226, Дубна, 1992;
Аккуратов В.А. и др. — ОИЯИ, P9-92-14, Дубна, 1992.
28. Васильев А.А. и др. — Сообщение ОИЯИ, P9-92-468, Дубна, 1992.
29. Борисов О.Н., Онищенко Л.М. — В кн.: Труды 13-го Всес. совещания по ускорителям заряженных частиц, Дубна, 13—15 октября 1992; Казакова Г.Г. и др. — ОИЯИ, P13-92-277, Дубна, 1992;
Демьянов А.В. и др. — ОИЯИ, 9-92-231, Дубна, 1992;
- Андреев Е.М. и др. — ОИЯИ, 9-92-225, Дубна, 1992; ОИЯИ, 9-92-232, Дубна, 1992.
30. Зинов В.Г. — ОИЯИ, P15-92-312, Дубна, 1992. Направлено в Муон Cat. Fus.;
Filcshekov V.V. — JINR Preprint E15-92-315b, Dubna, 1992. Направлено в Муон Cat Fus.
31. Budagov Yu. et al. — JINR, P13-92-200, Dubna, 1992.
32. Cotorobai F. et al. — SDC-Note SDC-92-269;
Chirikov-Zorin I. et al. — SDC-Note SDC-92-272.
33. Chirikov-Zorin I. et al. — SDC-Note SDC-92-287.
34. Khazins D.M. et al. — SDC-Note SDC-92-182;
Khazins D.M. et al. — SDC-Note SDC-92-183;
Khazins D.M. et al. — SDC-Note SDC-92-184.
35. Вонс Б., Новгородов А.Ф. и др. — Сообщение ОИЯИ P6-92-397, Дубна, 1992.
36. Баранов В.А. и др. — «О распаде $\pi^+ \rightarrow \mu^+ \nu_\mu e^+ e^-$ ». Направлено в ЯФ.
37. Glazov A., Kisel I. et al. — JINR Commun. E10-92-352, Dubna, 1992;
Chernov N. et al. — «Track and Vertex Reconstruction in Discrete Detectors Using Chebyshev Metrics». To appear in Computer Physics Communications;
Glazov A. et al. — «Filtering Tracks in Discrete Detectors Using a Cellular Automation». Submitted to Nuclear Instruments and Methods.
38. Ketikian A.J. et al. — Nucl. Instr. and Meth., 1992, A314, p.572;
Ketikian A.J. et al. — Nucl. Instr. and Meth., 1992, A314, p.578.
39. Zrelow V.P., Ruzicka J. — Czechosl. Journ. of Phys., 1992, v.42, p.45; p.1156.
40. Jennings B., Kopeliovich B.Z. — Preprint TRI-UMF, TRI-PP-92-95. Submitted to Phys. Rev. Lett.;
Dolejsi J., Huefner J., Kopeliovich B.Z. — «Propagation of Quarks Through Nuclear Matter». Heidelberg preprint. Submitted to Phys. Lett.
41. Bernard V., Osipov A.A., Meissner U.G. — Phys. Lett., 1992, B285, p.119. Phys. Lett., 1992, B292, p.205; ЯФ, 1992, т.55, с.191. Phys. Rev., 1992, D45, n.11, VII.27-VII.28.
42. Kovalenko S.G. — Preprint ICTP-IC/92/368, Trieste, 1992;
Bednyakov V.A., Ivanov Yu.P., Kovalenko S.G. — Preprint ICTP-IC/92/369;
Бедняков В.А. — ЯФ, 1992, т.56, с.149.
43. Lykasov G.I., Sergeenko M. — JINR E2-92-51, Dubna, 1992. Принято в Z. Phys.C;
Dorodnych Yu.L., Lykasov G.I. — «Fragmentation Processes of the Deuteron and Its Structure at Small N-N Distances». Принято в Z. Phys.C.;
Лыкасов Г.И. — ЭЧАЯ, 1993, т.24, вып. 1, с.140.
44. Lev F.M. — «Finiteness of Physics and Possible Consequences». Accept. to publ. in J. Math. Phys.;

- Lev F.M. — «Relativistic Quantum Mechanics and Its Applications to Few Nucleon Systems». Rev. Sub. to Riv. Nuovo Cimento.
45. Shevchenko O. Yu. — «Convergent Series in Variational Perturbation Theory». Accepted to publication in Phys. Lett. B., v.297.
46. Кузьмин Е.С., Тарасов А.В. — ОИЯИ P1-92-525, Дубна, 1993. Направлено в NIM.
47. Гребинник В.Г. и др. — ОИЯИ P14-92-345, Дубна, 1992. Принято в журнал ЯФ.
48. Гребинник В.Г. и др. — ОИЯИ P14-92-334, Дубна, 1992. Принято в журнал ЯФ.
49. Storchak V.G. et al. — Phys. Lett., 1992, A166, p.429.
50. Storchak V.G. et al. — «Weird Muonium Diffusion in Solid Xenon», Sub. to Phys. Lett. A.
51. Basha S.G., Krasavin E.A., Kozubek S. — Mutation Res., 1992, 267, p.133;
Basha S.G., Krasavin E.A., Kozubek S. — Mutation Res., 1992, 269, p.237;
Lyubimova K.A., Chepurnoy A.I. — Mutation Res., 1992, 266, p.135;
Alexandrov I.D. — Drosophyla Information Service, 1992, 71, p.213-214;
Alexandrova M.V., Alexandrov I.D. — Ibid. p.214.

ЛАБОРАТОРИЯ ЯДЕРНЫХ РЕАКЦИЙ им.Г.Н.ФЛЕРОВА

В 1992 г. коллективом лаборатории обеспечено завершение подготовительных работ по выводу пучка ионов из ускорителя У-400М и проведению первых физических экспериментов на комплексе «У-400М — ФОБОС», прошло международное совещание по программе физических исследований на этой установке. Между ОИЯИ, НМИ (Берлин) и Исследовательским центром (Россендорф) в 1992 г. подписан трехсторонний протокол, в котором определены обязательства сторон. В течение всего года на циклотроне У-400М велась отработка режимов ускорения различных ионов, получен внутренний пучок всех ионов вплоть до Ne с энергией ~ 55 МэВ/А.

В сотрудничестве с рядом центров по физике тяжелых ионов начата программа исследований различных ядерных реакций на мишенях из долгоживущего изомера $^{178m_2}\text{Hf}$. При облучении изотопически сверхчистой мишени ^{178}Yb на циклотроне У-200 высокоинтенсивным пучком α -частиц накоплено $5 \cdot 10^{14}$ ядер $^{178m_2}\text{Hf}$.

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, по исследованию динамики деления



На ускорителе У-400М получен внутренний пучок ионов вплоть до неона-20

возбужденных ядер. Ряд совместных экспериментов по этой тематике проведен на ускорителях ЛЯР, а также в других центрах по физике тяжелых ионов.

Активно велись работы по прикладной тематике. Ультратонкий препарат ^{237}Pu , полученный в лаборатории, был использован для исследования метаболизма плутония в человеческом

организме. Первые эксперименты осуществлены в Харуэлле (Великобритания).

Тремя премиями Объединенного института ядерных исследований отмечены в истекшем году научно-экспериментальные и научно-прикладные работы лаборатории. По основным направлениям исследований ЛЯР организовано 4 совещания.

СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ИЗОТОПОВ ТЯЖЕЛЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

С использованием кинематического сепаратора ВАСИЛИСА на циклотроне У-400 исследован широкий спектр реакций, приводящих к составным ядрам с $83 < Z < 105$ с энергией возбуждения от 40 до 120 МэВ [1]. На рис. 1 и 2 представлены вероятности образования тяжелых составных ядер вблизи барьера слияния для асимметричных реакций (реакции горячего слияния) с энергиями возбуждения, соответствующими максимумам сечений каналов с испарением 4 и 5 нейтронов.

Проведенные оценки показывают, что даже в области $Z = 105$ кинематические запреты на сливаемость ядер в этих реакциях невелики. Так, для реакций $^{31}\text{P} + ^{232}\text{Th}$, где параметр делимости $x_m = 0,773$, и $^{27}\text{Al} + ^{236}\text{U}$ ($x_m = 0,761$) величина запрета $\leq 1,5 + 2$. Измерены функции возбуждения с испарением 4—6 нейтронов в реакциях, ведущих к образованию составного ядра $^{258}102$ в реакциях с ионами ^{22}Ne и ^{26}Mg [2]. Совместно с группой физиков из ГСИ (Дармштадт) на сепараторе ВАСИЛИСА исследована реакция $^{27}\text{Al} + ^{236}\text{U}$, ведущая к составному ядру с энергией возбуждения в интервале от 57 до 65 МэВ. Измеренные сечения образования изотопов $^{257,258}105$ в максимумах равны 0,05 и 0,45 нб соответственно. Впервые синтезирован ультранейтронодефицитный изотоп ^{218}U , имеющий замкнутую нейтронную оболочку $N = 126$. Энергия α -распада и период полураспада его равны соответственно (8625 ± 25) кэВ и 1,5 мс [3] (рис. 3).

Изучено образование ультранейтронодефицитных изотопов свинца и висмута. Получено новое феноменологическое выражение для изоспиновой зависимости в делительном барьере.

На газонаполненном сепараторе были проведены эксперименты по синтезу изотопов $^{259}104$ и $^{260}104$ в реакциях $^{242}\text{Pu} + ^{22}\text{Ne}$ и $^{258}\text{U} + ^{26}\text{Mg}$, которые дали дополнительную информацию о свойствах этих изотопов 104 элемента. В них получена также информация, необходимая для про-

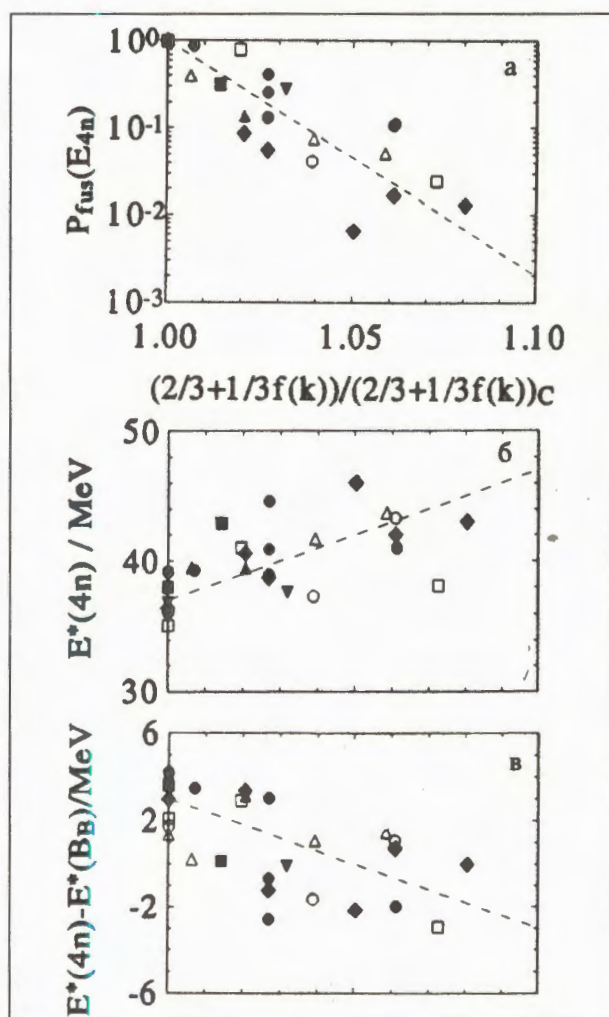


Рис. 1. а) Зависимость вероятности слияния актинидных ядер с тяжелыми ионами от относительной величины параметра делимости (отложенного по оси абсцисс). Вероятность слияния определена при энергии возбуждения, соответствующей максимуму сечения для канала с испарением 4 нейтронов. Штриховая линия — результат подгонки данных. б) Зависимость энергии возбуждения, соответствующей максимуму сечения для канала с испарением 4 нейтронов, от относительной величины параметра делимости. в) Зависимость разницы энергии возбуждения, соответствующей максимуму сечения для канала с испарением 4 нейтронов, и энергии, соответствующей барьеру слияния, от относительной величины параметра делимости

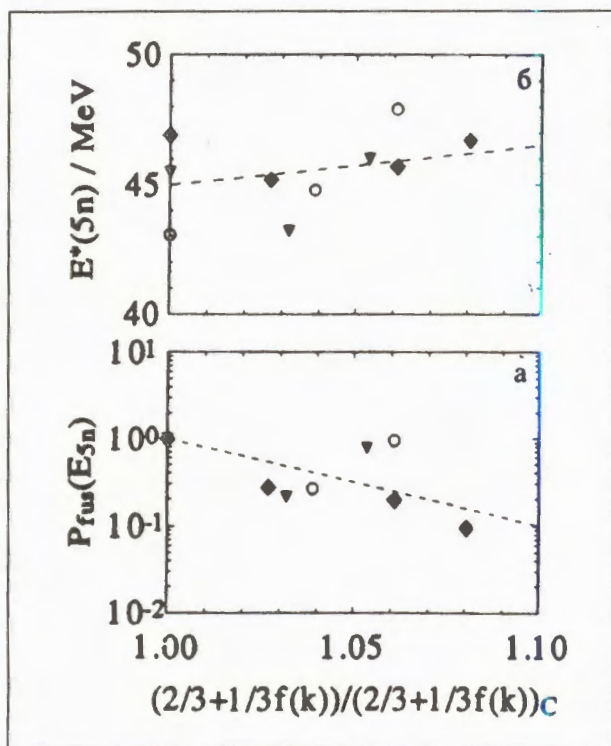


Рис. 2. То же, что на рис. 1а и 1б, только для канала с испусканием 5 нейтронов

ведения работ по синтезу изотопов 106 элемента с использованием ГНС в реакциях $^{248}\text{Cm} + ^{22}\text{Ne}$ и $^{242,244}\text{Pu} + ^{26}\text{Mg}$.

В реакциях $^{206-208}\text{Pb} + ^{34}\text{S}$ исследовано спонтанное деление легчайших изотопов калифорния с массовыми числами от 236 до 242.

Исследовано сечение αn испарительных каналов в реакциях холодного слияния $^{209}\text{Bi} + ^{40}\text{Ar}$ и $^{208}\text{Pb} + ^{37}\text{Cl}$. В отличие от полученного в работе [4] большого сечения αn и $\alpha 2n$ в первой реакции, в настоящей работе определена лишь верхняя граница для сечения αn реакции, которая в ~ 100 раз ниже, чем указывали авторы работы [4].

В совместном эксперименте с французскими учеными с применением установки IGISOL на циклотроне SARA в Гренобле исследовался β -распад основного состояния очень нейтронодефицитного изотопа ^{183}Tl , для получения которого использовалась ядерная реакция $^{147}\text{Sm} (^{40}\text{Ca}, p3n)$. Наблюдались γ -линии, соответствующие девозбуждению уровней ^{183}Hg . Период полураспада ^{183}Tl определен равным (5 ± 2) с. В экспериментах был получен и идентифицирован также известный изотоп ^{184}Tl [5].

Методом термохроматографии впервые изучены химические свойства 106 элемента, полученного на ускорителе У-400 в реакции $^{249}\text{Cf}(^{18}\text{O}, 4n)^{263}106$. Регистрировались события спонтанного деления изотопа $^{263}106$ по длине кварцевой термохроматографической колонки. На рис.4 представлены ожидаемый выход треков спонтанного деления оксихлорида изотопа $^{263}106$ и полученная ранее термохроматограмма ^{176}W ($T_{1/2} = 16$ с) — ожидаемого химического аналога. Результаты показали, что химические свойства 106 элемента в первом приближении соответствуют своему химическому аналогу — вольфраму. Разработан быстрый метод непрерывного хими-

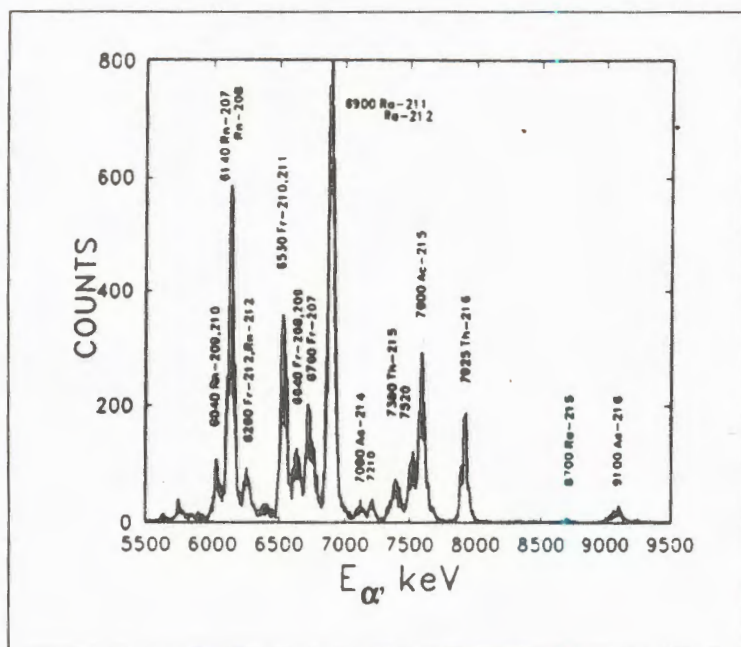


Рис. 3. Спектр α -частиц продуктов реакций полного слияния, измеренный между импульсами пучка ионов

Рис. 4. Выход треков спонтанного деления оксихлорида изотопа ²⁶³106 (распределение 29 событий) и термохроматограмма химического анализа ¹⁷⁶W

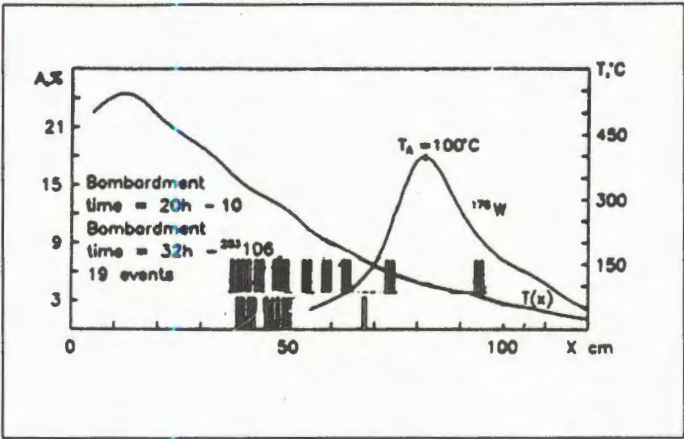


Таблица. Распределение Hf, Ta и W и продуктов их распада между тремя последовательно соединенными ионно-обменными колонками

Ионно-обменная колонка	$^{144}\text{Sm} (^{20}\text{Ne}, xn) \text{Hf}$ $E = 110 \text{ МэВ}$ $^{nat}\text{Gd} (^{18}\text{O}, xn) \text{Hf}$ $E = 98 \text{ МэВ}$	$^{nat}\text{Eu} (^{20}\text{Ne}, xn) \text{Ta}$ $E = 113 \text{ МэВ}$	$^{144}\text{Sm} (^{24}\text{Mg}, xn) \text{W}$ $E = \text{МэВ}$
Dowex 50×8		^{166}Lu 2 мин ^{168}Lu 6 мин	^{163}Lu 4,1 мин ^{165}Lu 10,7 мин
Dowex 1×8	^{168}Hf 25,9 мин ^{169}Hf 3,25 мин	^{166}Ta 34 с ^{166}Hf 6,8 мин ^{167}Hf 2,0 мин ^{168}Ta 2,4 мин ^{168}Hf 25,9 мин ^{169}Ta 4,9 мин ^{169}Hf 3,25 мин	^{163}Hf 40 с ^{164}Hf 2,8 мин ^{165}Hf 14,2 мин ^{164}Ta 14,2 с
Dowex 50×8	^{159}Yb 1,4 мин ^{160}Yb 4,8 мин ^{161}Lu 1,2 мин ^{168}Lu 1,4 дн ^{169}Lu 2,7 мин	^{166}Lu 2 мин ^{167}Lu 52 мин ^{168}Lu 6 мин ^{167}Yb 17,5 мин	^{163}Lu 4,1 мин ^{164}Lu 3,14 мин ^{165}Lu 10,7 мин

ческого выделения из растворов короткоживущих изотопов Hf, Ta и W как гомологов трансактинидных элементов 104, 105 и 106. В таблице даны результаты спектрометрических изме-

рений на линии с экспериментальной установкой для ряда короткоживущих изотопов, полученных в реакциях $\text{Sm}(\text{Ne}, xn)\text{Hf}$, $\text{Eu}(\text{Ne}, \alpha xn)\text{Ta}$, $\text{Sm}(\text{Mg}, xn)\text{W}$ [6].

СВОЙСТВА ЭКЗОТИЧЕСКИХ ЯДЕР И ИЗУЧЕНИЕ МЕХАНИЗМА ЯДЕРНЫХ РЕАКЦИЙ

1. На циклотроне У-400 завершена работа по поиску мягкой моды гигантского резонанса (GDR) для ядра ^{11}Li в реакции $^{14}\text{C}(^{11}\text{B}, ^{14}\text{O})^{11}\text{Li}$. Положение мягкого резонанса является модельно-зависимой величиной, и ее предсказанное значение варьируется от 0,4 до 1,5 МэВ. В данной реакции поиск GDR осуществляется по спектру ядра ^{14}O , которое очень удобно для этой цели, т.к. нижайшее возбужденное состояние у этого ядра выше 5 МэВ. Проводится поиск возбужденных состояний в области энергий возбуждения 1+2 МэВ у ядра ^{11}Li . Получены также предварительные данные о структуре спектра ядра ^{13}Be , нестабильного относительно эмиссии нейтрона [7].

Совместно с учеными НМИ (Берлин), «Курчатовского института» (Москва) проведена серия совместных экспериментов по спектроскопии нейтронообогащенных изотопов ^8He , ^{10}Li и ^{13}Be в реакциях многонуклонных передач при

взаимодействии ионов ^{13}C и ^{14}C с ядрами мишеней. Для ^8He обнаружено первое возбужденное состояние с $E_x = (3,7 \pm 0,06)$ МэВ, $I^\pi = 2^+$. Измерены масс-дефекты изотопов ^{10}Li и ^{13}Be , равные, соответственно, 33,445(50) МэВ и 35,16(5) МэВ. У ^{10}Li обнаружено возбужденное состояние $E_x = 0,38(8)$ МэВ и $I^\pi = 2^+$ и второе возбужденное состояние $E_x = 4,05(10)$ МэВ, $I^\pi = 2^-$. ^{13}Be является нестабильным по отношению к распаду с вылетом нейтрона на 2,01(5) МэВ [8].

2. Начаты совместные эксперименты с физиками НМИ по сравнительному изучению характеристик деления возбужденных ядер, полученных в реакциях с тяжелыми ионами и с легкими заряженными частицами. В экспериментах одновременно измеряются масса и энергия осколков и число нейтронов, испущенных до разрыва ν_{pre} и после разрыва ν_{post} . В первой серии экспериментов, проведенных НМИ, исследовалось деление составных ядер, полученных при облучении мишеней из ^{238}U ионами ^{12}C с энергиями 66,6; 85,8 и 104,2 МэВ и мишени из ^{232}Th α -частицами с энергиями 47 и 82 МэВ. На рис.5 представлен нейтронный спектр для реакции $^{232}\text{U} + ^{12}\text{C}$ (104,2 МэВ). На рис.6 показана

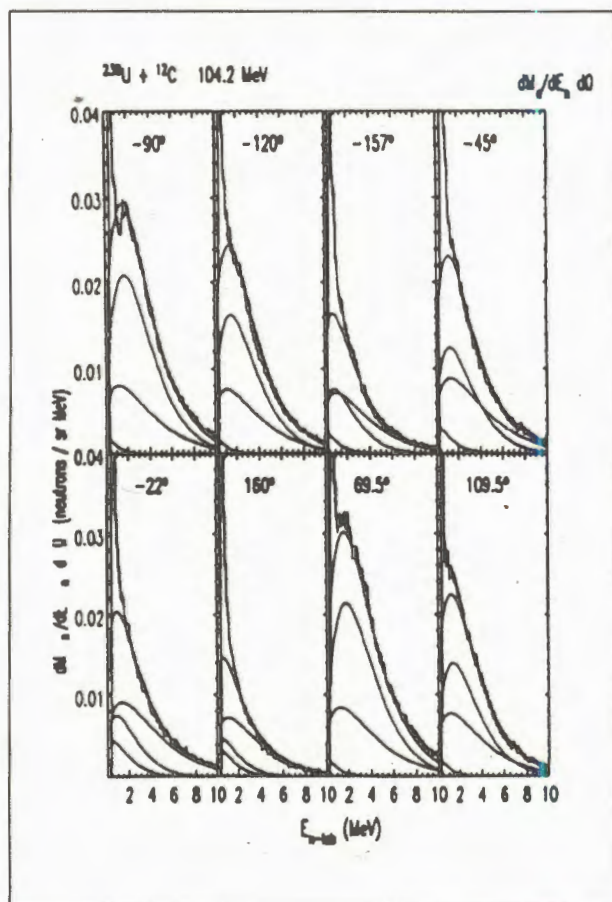


Рис.5. Спектры нейтронов деления для реакции $^{238}\text{U} + ^{12}\text{C}$, измеренные под разными углами по отношению к осколкам деления U

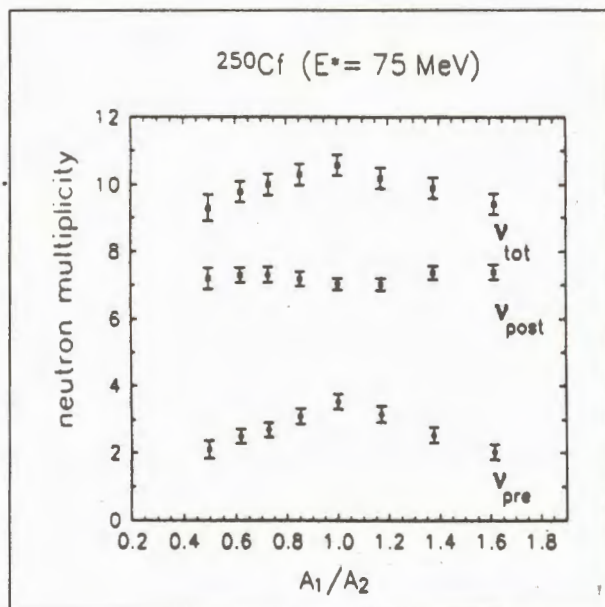


Рис. 6. Зависимость ν_{pre} , ν_{post} и ν_{tot} от отношения масс осколков для деления

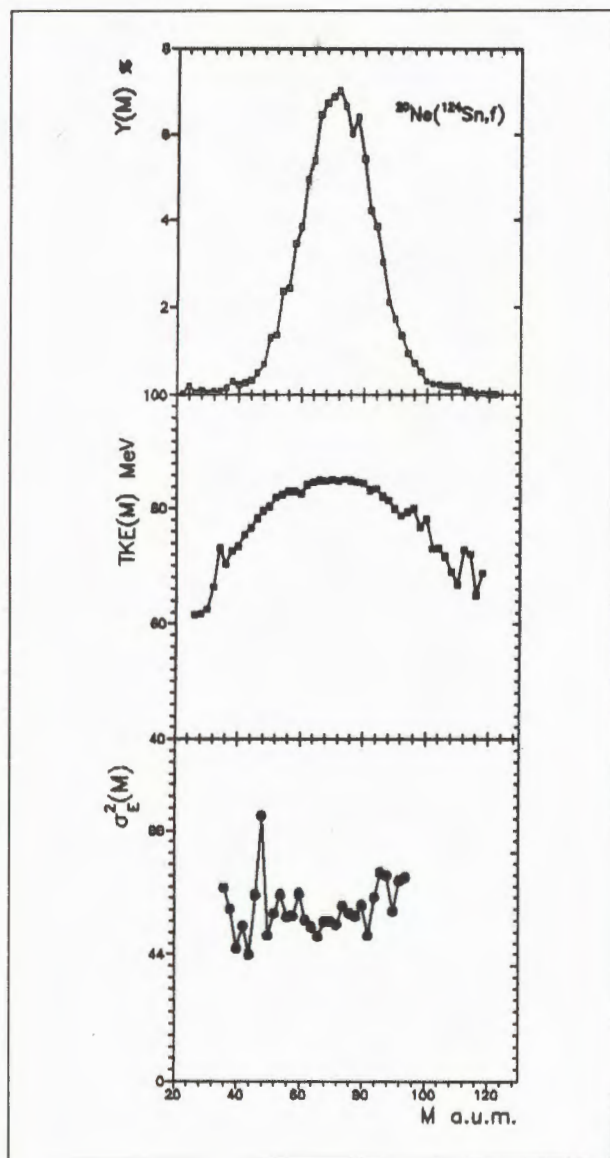


Рис. 7. Массово-энергетические распределения осколков деления ядра ^{144}Nd

зависимость ν_{pre} , ν_{post} и ν_{tot} от массы осколка. Видно, что при увеличении асимметрии масс двух осколков величина ν_{pre} существенно уменьшается [9].

Предложены простые эмпирические соотношения, определяющие зависимость подразделительных и постразделительных нейтронов ν_{pre} и ν_{post} от энергии возбуждения E^* и массы A_0 начального делящегося ядра [10].

3. На установке ДЕМАС исследовано влияние углового момента на массовые и энергетические распределения осколков при делении возбужденных составных ядер в области точки Бусинаро — Галлоне $A = 100 + 150$ а.е.м., где предсказана

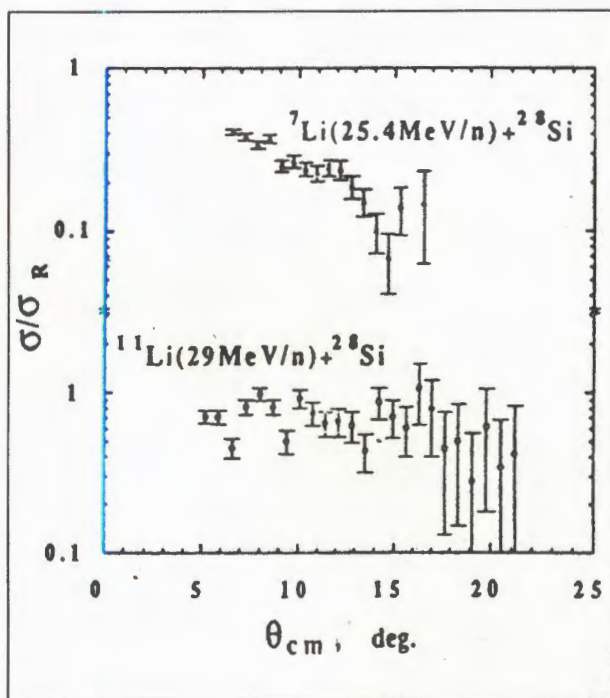
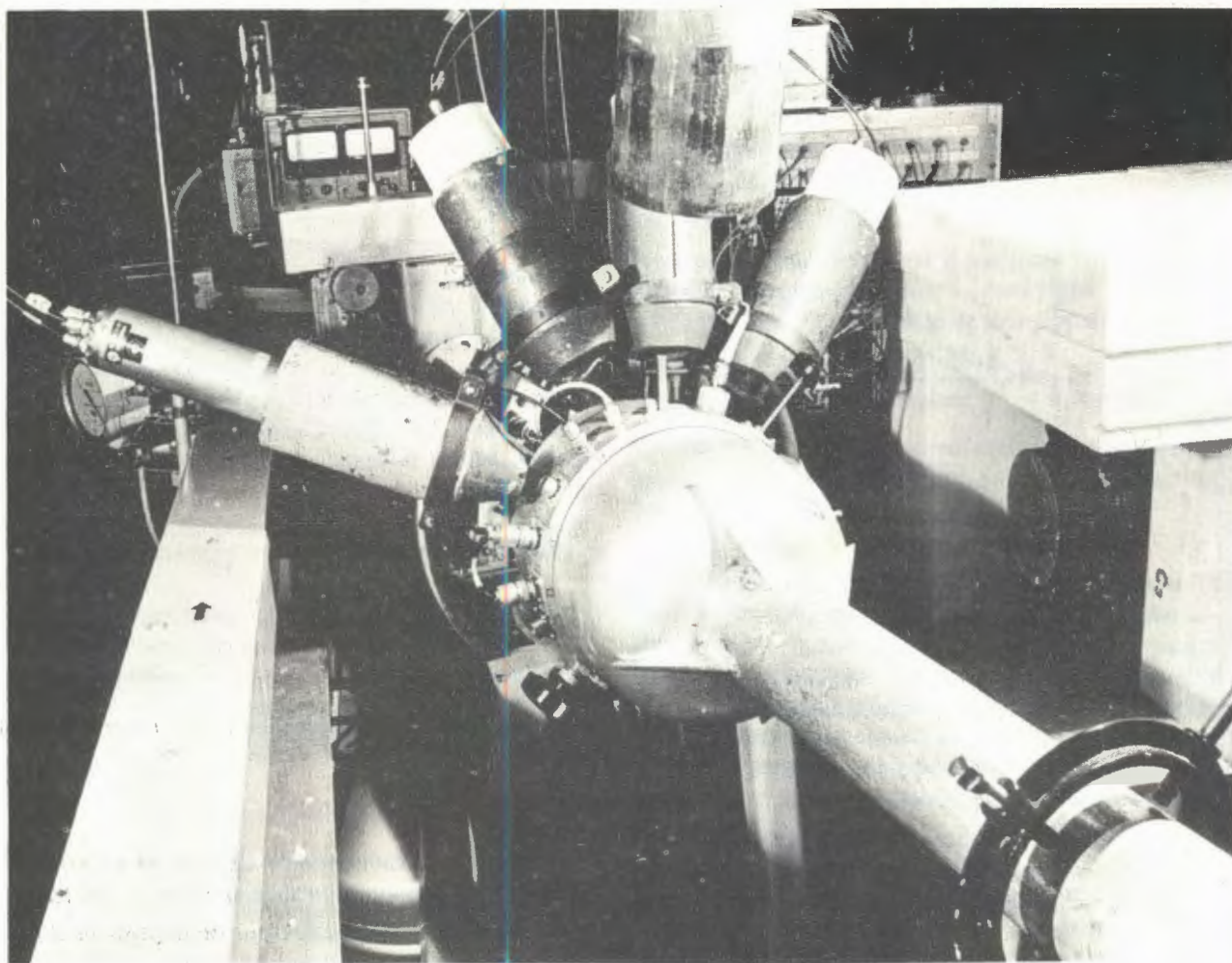


Рис. 8. Угловое распределение упруго рассеянных ионов ^{11}Li (29 МэВ/нуклон) на мишени из ^{28}Si

абсолютная нестабильность ядер по отношению к масс-асимметричным деформациям и где должна резко возрастать величина дисперсии масс σ_M^2 . Были исследованы реакции $^{112}\text{Sn}(^{12}\text{C}, f)$ и $^{99}\text{Ru}(^{25}\text{Mg}, f)$, ведущие к делению составного ядра ^{124}Ba . Ранее были изучены реакции $^{20}\text{Ne} + ^{99}\text{Ru}$, $^{106,110}\text{Cd}$, $^{112,118,124}\text{Sn}$ при двух энергиях ионов: 118 и 133 МэВ. На рис.7 представлено массово-энергетическое распределение осколков деления ядра ^{144}Nd , где $\sigma_M = 13$ а.е.м., что оказалось существенно уже, чем ожидалось из расчетов по модели жидкой капли [11].

Совместно с физиками из ГАНИЛ впервые измерено упругое рассеяние вторичного пучка ^{11}Li (29 МэВ/нуклон) на мишени из ^{28}Si (рис.8). Для компенсации низкой эффективности вторичного пучка использовалась эффективная детектирующая система, позволяющая получить достоверные экспериментальные данные. Сделана попытка воспроизвести данные с использованием феноменологического оптического потенциала и потенциала двойной свертки с учетом связанных каналов с энергетической и плотностной зависимостями эффективного взаимодействия и реалистическими плотностями. Для описания экспериментальных данных феноменологически требуется вводить необычно большое значение параметра поверхностной диффузности и реаль-



Спектрометр для изучения нейтронного и гамма-распада высоковозбужденных ядерных систем

ной части потенциала. В расчетах с использованием связанных каналов с потенциалом двой-

ной свертки лучшее согласие достигается, если брать в расчет нейтронное гало в ^{11}Li [12].

НАКОПЛЕНИЕ ИЗОМЕРА $^{178m_2}\text{Hf}$ ($I^\pi = 16^+$, $T_{1/2} = 31$ год) И ПЕРВЫЕ ФИЗИЧЕСКИЕ ЭКСПЕРИМЕНТЫ

Из разделенного сверхчистого изотопа ^{176}Yb , полученного на масс-сепараторе, приготовлена циклотронная мишень и проведено длительное облучение α -частицами с энергией 36 МэВ при средней интенсивности ~ 80 мкА, в результате чего в реакции $^{176}\text{Yb} (^4\text{He}, 2n)$ накоплено $\sim 5 \cdot 10^{14}$ ядер $^{178m_2}\text{Hf}$ (~ 200 нг). Выделенная из мишени фракция гафния практически не содержит примесей легких изотопов Hf с $A < 176$, т.е. активность изомера $^{178m_2}\text{Hf}$ свободна от примесей балластных активностей.

Разработана программа исследований на мишени $^{178m_2}\text{Hf}$, включающая в себя изучение кулоновского возбуждения, неупругого рассеяния, реакций (n, γ) , (γ, n) , (p, n) и прямых реакций типа $(^3\text{He}, ^4\text{He})$. В этих реакциях ожидается получение новой информации о структуре многочастичных состояний и полос в деформированных ядрах, о вероятности реакций с перестройкой спинов нескольких квазичастиц и о роли квантового числа в ядерных реакциях.

На реакторе ИБР-2 в ЛНФ проведено нейтронное облучение мишени, содержащей изомер,



Международный семинар «Исследование ядерных реакций и структуры ядра при использовании изомера гафния-178»

интегральным потоком $6 \cdot 10^{18}$ н/см², и впервые наблюдается ядерная реакция на четырехквартичном изомере $^{178m_2}\text{Hf}$. Показано, что в реакции радиационного захвата нейтрона $^{178m_2}\text{Hf} (n, \gamma)$ образуется трехквартичный изомер $^{179m_2}\text{Hf}$ ($I^\pi = 25/2^-, T_{1/2} = 25,1$ дня). Использован активационный метод с применением радиохимии и γ -спектрометрии с помощью Ge-детектора. Тепловое сечение данного превращения составляет ~ 50 б, а резонансный интеграл ~ 800 б. Отсюда можно сделать вывод, что при взаимодействии нейтронов с ядром, имеющим спин и четность 16^+ , резонансы $31/2^+$ и $33/2^+$ в составном ядре заселяются с высоким сечением [13].

В широкой коллаборации с учеными Университета Мюнхена, ГСИ (Дармштадт), ИЯФ и

ЦСЯСМ (Орсэ) проведен эксперимент по неупругому рассеянию (p, p') и (d, d') на изомерной мишени $^{178m_2}\text{Hf}$. Эксперименты проведены на тандем-ускорителе Мюнхенского университета. Детектирование рассеянных частиц проводилось с помощью Q3D магнитного спектрографа в комбинации с газонаполненным многопараметровым фокальным детектором длиной 2 м. Энергетическое разрешение для рассеянных частиц ~ 5 кэВ. В (d, d')- и (p, p')-рассеянии наблюдалась линия, соответствующая энергии перехода 353 кэВ. Эта линия была интерпретирована как возбуждение 17^+ -состояния в ротационной полосе, построенной на изомерном состоянии в ядре ^{178}Hf . Эксперименты будут продолжены.

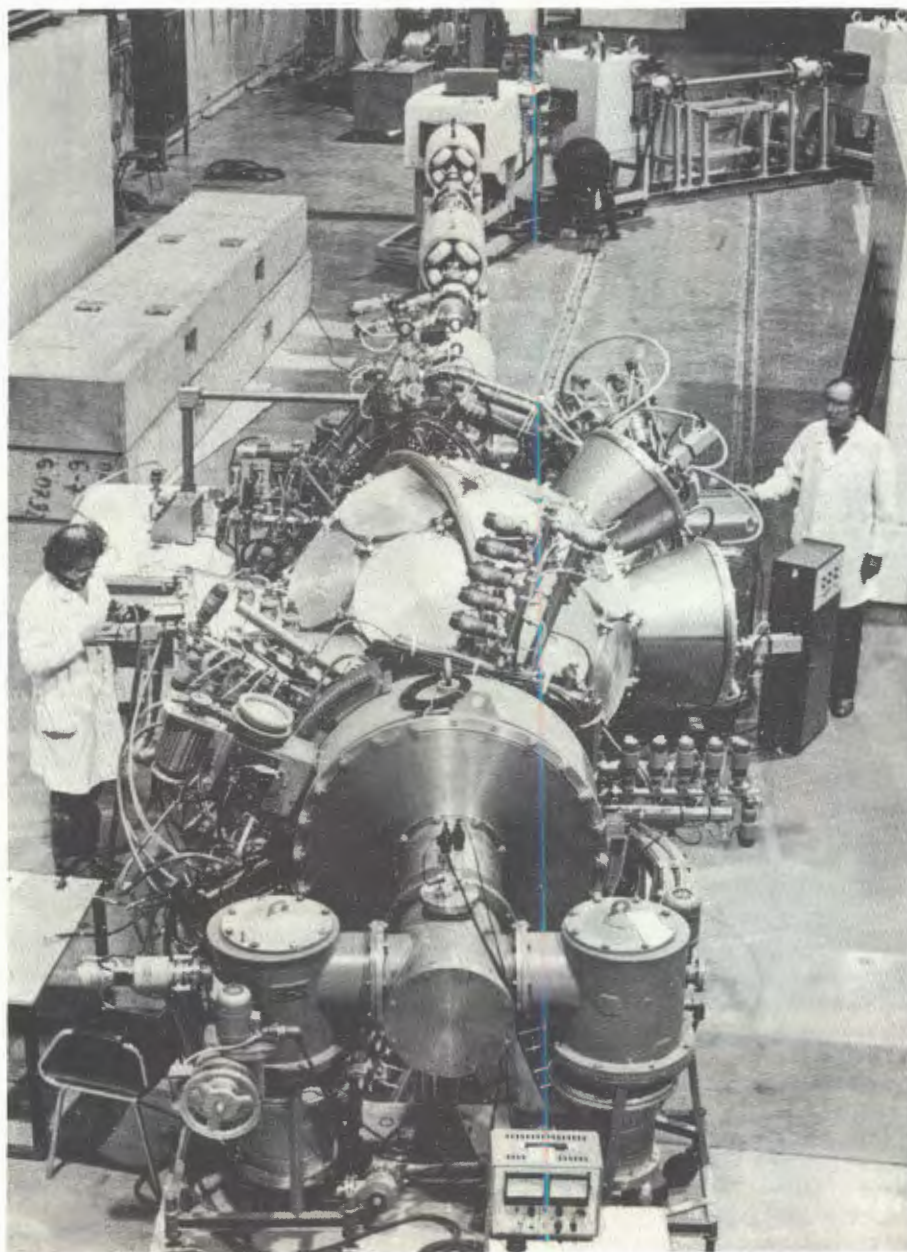
РАЗРАБОТКИ В ОБЛАСТИ УСКОРИТЕЛЕЙ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ АППАРАТУРЫ

В течение 1992 г. велась отработка режимов ускорения различных ионов на У-400М, получен внутренний пучок всех ионов вплоть до неона-20 с энергией 55 МэВ/А.

К концу 1992 г. системы питания обмоток ускорителя и оборудования каналов внешних пучков требовалось перевести на стабили-

зированные источники питания, которые заказаны в промышленности. Произошла задержка в поставке, связанная с трудностями предприятий-изготовителей и резким удорожанием.

Должна быть увеличена мощность высокочастотных генераторов, оконечные каскады изготовлены в опытном производстве ОИЯИ, ведется



Новая экспериментальная установка ФОБОС

монтаж. Однако из-за трудностей финансирования имелось определенное отставание от графика. Ведутся работы по созданию каналов внешних пучков У-400М и магнитного сепарирующего канала вторичных радиоактивных ядер — COMBAS.

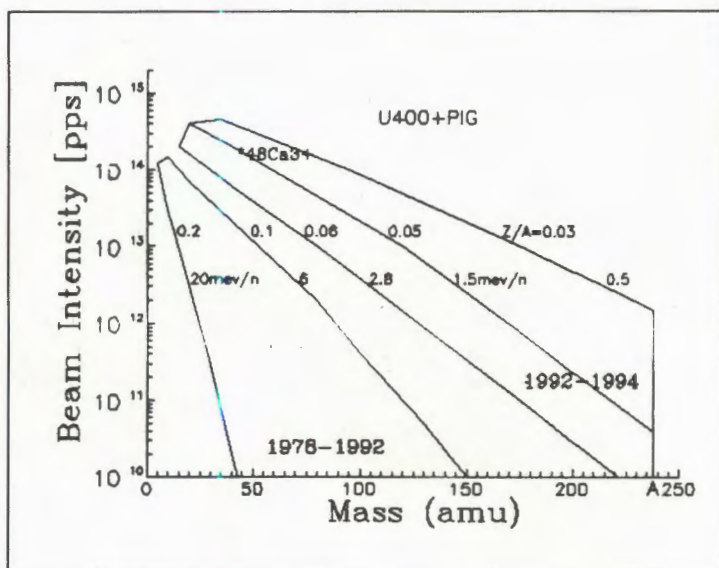
Часть оборудования каналов изготавливается промышленностью Румынии по заключенному в 1991 г. контракту, в счет долевого взноса Румынии. Остальная часть оборудования готовится в Опытном производстве ОИЯИ. Изменение долевого взноса и переход к валютной системе оплаты контракта привел к существенной задержке выполнения поставки по контракту и заставил лабораторию пересмотреть стратегию создания системы каналов внешних пучков. Частично изготовление оборудования в Румынии было напрямую

профинансировано Германией. Срок выполнения работ по выводу и коммутации пучков циклотрона У-400М с целью обеспечения начала проведения физических экспериментов на ускорителе был определен концом 1992 г. — началом 1993 г., по мере поступления и монтажа оборудования.

В 1992 г. на У-400 проведены работы по ускорению ионов на 6-й гармонике и реализации электростатического вывода низкоэнергетического пучка с энергией $0,5+2,8$ МэВ/н для инъекции в циклотрон У-400М. На рис.9 представлена зависимость интенсивности внешнего пучка ионов циклотрона У-400 от массы и энергии иона [14].

Продолжались работы по созданию установки ФОБОС на пучке ускорителя У-400М. Первые эксперименты планируются в первой половине 1993 г. с использованием 8 газовых измеритель-

Рис. 9. Зависимость интенсивности внешнего пучка ионов циклотрона У-400 от массы и энергии ионов



ных модулей. В полном объеме установка включает в себя 30 позиционно-чувствительных лавинных счетчиков и 30 аксиальных ионизационных камер, в дальнейшем будет подключена оболочка из 210 сцинтилляционных счетчиков и в переднем направлении—система детекторов «Аргус» [15].

Совместно с Радиевым институтом им. В.Г.Хлопина в лаборатории разработан позиционно-чувствительный нейтронный сцин-

тилляционный детектор, состоящий из двух фотоумножителей и кварцевой трубы, заполненной жидким сцинтиллятором с n - γ -разделяющими свойствами [16]. Позиционное разрешение составило 10 см при временном разрешении 1,4 нс. Эффективность регистрации нейтронов колеблется между 31 и 26 % для энергии нейтронов от 2 до 7 МэВ соответственно, при энергетическом пороге регистрации нейтронов 1 МэВ.

НАУЧНО-ПРИКЛАДНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

РАДИАЦИОННАЯ ХИМИЯ ПОЛИМЕРОВ. ТРЕКОВЫЕ МЕМБРАНЫ

Проводились исследования по радиационной химии полимеров, в частности по травлению треков тяжелых ионов в полиэтилентерефталате, полипропилене, полиимиде и фторсодержащих полимерах. Изучалась структура пор, процессы сенсibilизации материала в треках различными методами, влияние температурного фактора при облучении, влияние атмосферы атомарного водорода на стабильность латентных треков [17—19].

Выполнены исследования по модификации поверхностных свойств трековых мембран [20]. Получены полиэтилентерефталатные мембраны с положительным дзета-потенциалом. Изучены закономерности сорбции гидроксокомплексов железа на модифицированных трековых мембранах.

Запущен в эксплуатацию специализированный канал на ускорителе У-400 с установкой для облучения полимерной пленки ионами ^{40}Ar , ^{59}Co , ^{63}Cu , ^{84}Kr с энергией 2+5 МэВ/н в режиме

ускорения на второй гармонике. Облучение можно проводить как в вакууме, так и на воздухе. Реализован «старт-стоп»-режим облучения, позволяющий проводить облучение через маски и таким образом создавать мембраны с регулярными структурами пор (рис.10) с диаметрами отверстий от 5 до 100 мкм.

РАДИАЦИОННЫЕ ЭФФЕКТЫ В МОНОКРИСТАЛЛАХ, МЕТАЛЛАХ И СПЛАВАХ

По спектрам люминесценции кристаллов LiF, возбуждаемых при облучении ионами ^{40}Ar с $E = 1$ МэВ/н, изучалось образование и концентрация радиационных дефектов в зависимости от энергии ионов и температуры облучения, а также процесс диссипации энергии в треке.

Совместно с ИЯХиТ (Варшава) исследовалась радиационная стойкость изделий микроэлек-

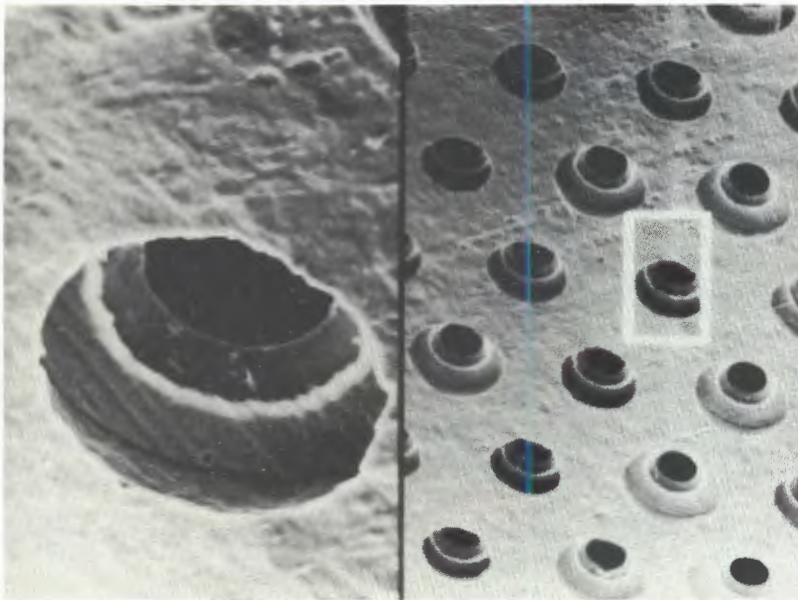
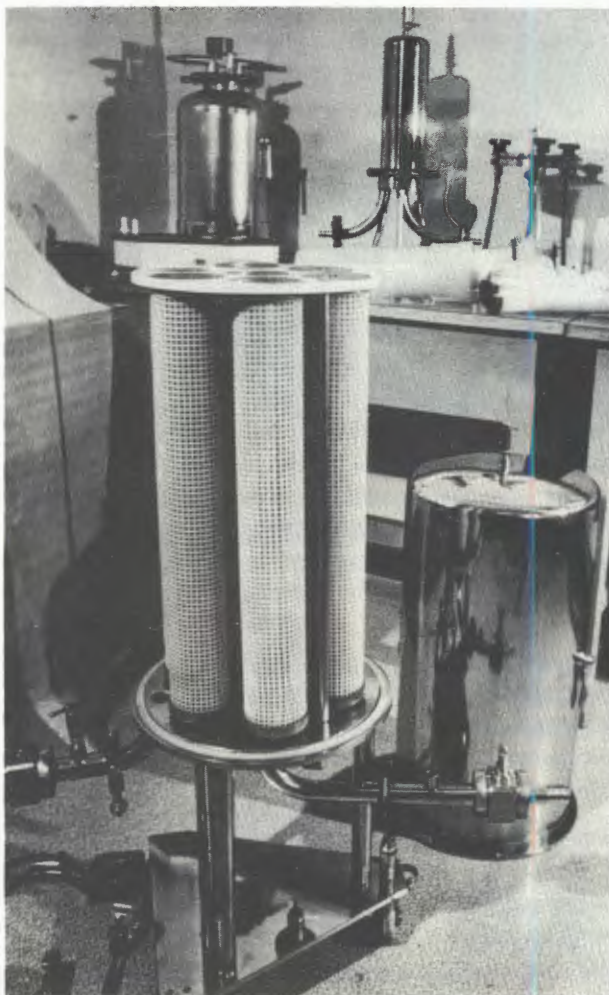


Рис. 10. Мембраны с регулярными структурами, с диаметром отверстий от 5 до 100 мкм

троники на пучке ионов бора, кислорода, неона и аргона с $E = 1$ МэВ/н и при реакторном облучении (ИБР-2), получена временная зависимость



Новые изделия на основе ядерных фильтров

числа сбоев в микросхемах памяти и изменение коэффициента усиления транзисторов и интегральных микросхем.

Исследовалось радиационно-отжиговое упрочнение чистого ванадия и ванадиевых сплавов (V + Al, Ti, Fe, Nb, Zr, Y) при облучении тяжелыми ионами и нейтронами (ИБР-2). Получены экспериментальные данные по изменению предела текучести и микротвердости в зависимости от дозы облучения и температуры. Данные исследования важны с точки зрения перспектив применения этих сплавов в качестве материала первой стенки термоядерного реактора. Работы проводились совместно с Институтом металлургии им. А.А. Байкова РАН.

Создана принципиально новая методика изучения профиля дефектной области вдоль проективного пробега тяжелых ионов. Методами электронной микроскопии и рентгеноструктурного анализа получены данные по структуре кластеров радиационных дефектов и изменений постоянной решетки в монокристаллах кремния.

Совместно с Университетом им. Л. Этвеша (Будапешт, Венгрия) и Институтом им. П. Шерера (Виллингген, Швейцария) проведены электронно-микроскопические исследования дефектной структуры меди, облученной ионами ^{40}Ag с энергией 440 МэВ [21]. Предложена модель, объясняющая насыщение дозовой зависимости упрочнения исходя из спектра первично выбитых атомов.

Исследована эволюция микроструктуры и предела текучести образцов нержавеющей стали, применяемой в реакторостроении, при облучении ионами Ne (230 МэВ), Ar (46 МэВ), Xe (118 МэВ) и нейтронами (реактор EWA, Свек, Польша) при дозе до 5 дра.

Гости ОИЯИ профессор Д.Ньютон и профессор Э.Войс (Англия) обсуждают с директором ЛЯР профессором Ю.Ц.Оганесяном результаты совместных работ по изучению метаболизма плутония в организме человека



РАДИОИЗОТОПЫ ДЛЯ МЕДИЦИНСКИХ И ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Завершена разработка методики получения радиохимически и изотопно ультрачистых препаратов ^{237}Pu . Достигнутая рекордная чистота характеризуется отношениями $^{236}\text{Pu}/^{237}\text{Pu} = 2 \cdot 10^{-7}$ и $^{238}\text{Pu}/^{237}\text{Pu} = 3 \cdot 10^{-7}$ (Бк/Бк). Уточнен α -спектр изотопа ^{237}Pu с использованием α -

детектора с высоким разрешением (рис.11). Данные препараты практически безопасны для организма человека в исследованиях метаболизма плутония *in vivo*. Полученные препараты переданы в Лабораторию Харуэлла (Harwell Biomedical Research Laboratory) и инжестрированы трем волонтерам. Работы проводились совместно с ЛЯП ОИЯИ [22].

Начата разработка методик получения особо чистых радионуклидов ^{26}Al , ^{175}Hf , и ^{143}Pm для

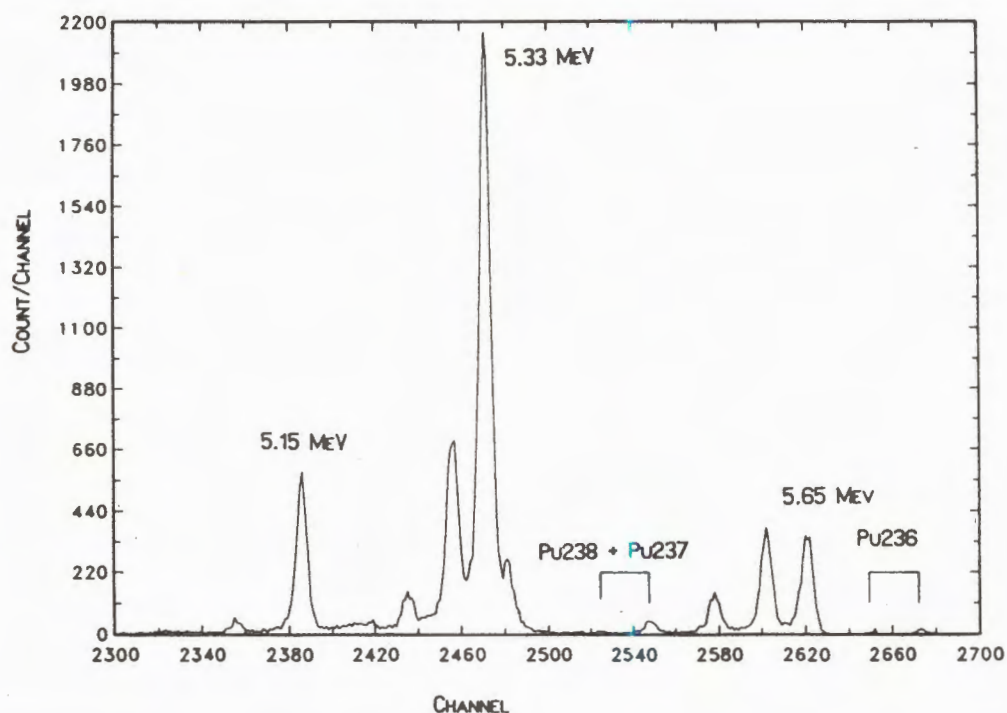


Рис. 11. Альфа-спектр, полученный при распаде ультрачистого препарата ^{237}Pu

изучения их метаболизма в организме человека. Работа проводится совместно с Лабораторией Харуэлла.

Совместно с институтами ядерной физики Франции (IPN Орсе, ГАНИЛ) проведены биомедицинские исследования взаимодействия ионов ^{20}Ne (77 МэВ/н) с тканезквивалентными материалами — водой и плексигласом. Определялась поглощенная доза, выходы фрагментов и их распределения после остановки ионов в среде [23].

В сотрудничестве с Госкомчернобылем проводились исследования по мониторингу радиоактивного заражения территорий. Разработаны методы получения изотопно чистого ^{236}Pu , используемого в качестве метки, и идентификации «горячих частиц» (определение размера, активности, спектрометрия излучения) в образцах почвы,

растений и в срезах легких на основе альфа-радиографии на полимерных трековых детекторах.

ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Разработан метод [24] определения возраста минералов (в частности, апатита) по отношению числа треков осколков спонтанного (до облучения) и вынужденного деления урана (после облучения тепловыми нейтронами на реакторе ИБР-2).

Продолжены работы по разработке методов предварительного концентрирования Pt и Au с использованием твердых экстрагентов при анализе природных образцов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Andreyev A.N. et al. — In: Proc. Int. Conf. on Exotic Nuclei, Foros 1991, World Publishing, Singapore, 1992, p.191.
2. Andreyev A.N. et al. — In: Proc. Int. Conf. NFFb and AVCOq, Bernkastel-Knes, Germany, 1992 (to be published in Z. Phys.A).
3. Andreyev A.N. et al. — Z.Phys., 1992, A342, p.123.
4. Shinozuka T. et al. — In: Proc. Int. Symp. Towards an Unified Picture of Nucl. Dynamics, Nicco Japan, 1991, N.Y. AIP, 1992, p.448.
5. Boldjedri et al. — In: JINR Rapid Communications, No. 6[57]-92, JINR, Dubna, 1992, p.32.
6. Szełowski Z. et al. — In: Abstracts. III Inter. Conf. on Nuclear and Radiochem., Vienna 1992, p.15.
7. Belozyorov et al. — In: Proc. Int. Conf. on Exotic Nuclei, Foros, 1991, World Publishing, Singapore, 1992, p.75.
8. Ostrowski et al. — Z. Phys., A343, 1992, p.489.
9. Bogdanov D.D. et al. — In: Proc. Int. Workshop on Dynamical Aspects of Nucl. Fission, Smolenice 1991, JINR, E7-92-95, Dubna 1992, p.86.
10. Козулин Е.М. и др. — ЯФ, 1992, т.56, 2.
11. Chubarian G.G. et al. — Preprint JINR P13-92-18, Dubna, 1992.
12. Gareev F.A. et al. — In: JINR Rapid Communications No.6[57]-92, JINR, Dubna, 1992, p.63.
13. Oganessian Yu.Ts. et al. — In: JINR Rapid Communications No.3[54]-92, JINR, Dubna, 1992, p.72.
14. Gikal B.N. et al. — Heavy Ion Physics, FLNR Scientific Report 1991—1992, JINR, 93-57, Dubna, 1993, p.284.
15. Ortlepp H.G., Shilling K.D., — FOBOS — Fragment Spectrometer for Heavy Ion Reaction Products (Status of Current Activities). FZL 92-11, 1992.
16. Alkhasov I.D. et al. — In: JINR Rapid Communications No.6[57]-92, JINR, Dubna, 1992, p.80.
17. Анель П.Ю. — Приборы и техника эксперимента, 1992, №5, с.71—75.
18. Анель П.Ю., Кравец Л.И. — Химия высоких энергий, 1992, т.26, №4, с.295—299.
19. Apel P.Yu., Didyk A.Yu., Kravets L.I. et al. — In: Proc. 16th Inter. Conf. on Nuclear Tracks in Solids (Abstracts), China, Sept., 1992.
20. Забродский В.Н., и др. — Коллоидный журнал, 1992, т.54, 4, с.44—48.
21. Paschoud F. et al. — Electron Microscopy, vol.2, EUREM 92, Granada, Spain, 1992.
22. Oganessian Yu.Ts., Dmitriev S.N., Buklanov G.V. et al. — In: JINR Rapid Communications, No.5[56]-92, JINR, Dubna, 1992, p.5.
23. Victorova N.V., Demchuk V.V., Tretyakova S.P. — In: Proceedings 16th Inter. Conf. on Nuclear Tracks in Solids, China, 7—11 September, 1992, p.323.
24. Perelygin V.P. et al. — Nucl. Tracks Rad. Meas., 1991, vol. 19, No. 1—4, p.725.

ЛАБОРАТОРИЯ НЕЙТРОННОЙ ФИЗИКИ им. И.М.ФРАНКА

Научно-исследовательская программа ЛНФ охватывает широкий круг проблем, решаемых методами нейтронной физики. По существу, в мире нет нейтронных центров, аналогичных Лаборатории нейтронной физики по этому признаку. Действительно, ведущиеся в лаборатории исследования свойств нейтрона: времени жизни, электрической поляризуемости, зарядового радиуса — относятся к физике элементарных частиц. Исследования взаимодействия нейтронов с ядрами в широком энергетическом диапазоне практически перекрывают всю нейтронную ядерную физику, а результаты экспериментов по измерению характеристик ядерного распада и деления имеют прямой выход в ядерные технологии. Изучение структуры и динамики вещества с помощью рассеяния медленных нейтронов в ЛНФ нацелено на решение наиболее актуальных проблем физики конденсированных сред. Нейтроны, а также пучки заряженных частиц широко используются для решения задач ряда прикладных наук в области экологии, сельского хозяйства, строительства, материаловедения и т.д. методами активационного и рентген-флюоресцентного анализа, радиографии, каналирования, резерфордовского рассеяния и радиационного облучения.

Все эти научные направления ведутся сложившимся коллективом лаборатории (штат около 500 человек) на следующих базовых установках:

- высокопоточном импульсном реакторе ИБР-2 на быстрых нейтронах мощностью 2 МВт;

- быстрым нейтронном бустере ИБР-30 с линейным ускорителем электронов ЛУЭ-40 мощностью 15 кВт;

- электростатическом генераторе Ван-де-Граафа на энергию 5 МэВ.

В 1992 г. в лаборатории был получен целый ряд весомых результатов как в развитии установок, так и в физических исследованиях.

Главной задачей программы развития реактора ИБР-2 было завершение создания и физический пуск криогенного замедлителя нейтронов на основе твердого метана. Эксперименты в ходе физического пуска показали увеличение

полного потока холодных нейтронов примерно в 5 раз, что близко к расчетному значению. Это открывает существенно новые возможности для исследований по физике конденсированных сред на трех пучках ИБР-2.

Несомненным успехом лаборатории и Института в целом явилось создание нейтронного фурье-дифрактометра высокого разрешения. По разрешению и светосиле эта установка находится в ряду с лучшими дифрактометрами Института Лауэ — Ланжевена (Франция) и Лаборатории Резерфорда — Эпплетона (Великобритания). На очереди использование корреляционного фурье-анализа в спектрометрах по неупругому рассеянию нейтронов. Освоение этих методик придаст новое качество реактору ИБР-2, который наряду с самым высоким импульсным потоком нейтронов будет иметь лучшее энергетическое разрешение для исследований по физике конденсированного состояния.

На спектрометре КАСКАД бустера ИБР-30 методом $(\gamma-\gamma)$ -совпадений, предложенным и развитым в ЛНФ, в ряде ядер впервые были обнаружены первичные γ -переходы между компаунд-состояниями вблизи энергии связи нейтрона, интенсивность которых более чем на порядок превосходит расчетные значения, полученные в рамках статистической модели γ -каскада.

Выполнены исследования спектра элементарных возбуждений в ^4He в сверхтекучей фазе на спектрометре неупругого рассеяния нейтронов ДИН-2. Последние эксперименты с рекордным энергетическим разрешением показывают расщепление ветви возбуждений в максон-ротонной области при переданных импульсах от 0,48 до $1,6 \text{ \AA}^{-1}$. Этот результат может быть интерпретирован как прямое наблюдение бозе-конденсации в He-II , хотя окончательные выводы можно будет сделать после повторных измерений.

В нейтронографических экспериментах на монокристалле $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_{8+\gamma}$ с заменой кальция на иттрий убедительно показано наличие дополнительной сверхструктуры. Этот результат может служить основой для объяснения электронной структуры висмутовых высокотемператур-



Участники Международного семинара по структурным исследованиям на импульсных источниках нейтронов

ных сверхпроводников и механизма сверхпроводимости.

Завершен цикл работ, вносящих весомый вклад в исследование проблемы сосуществования сверхпроводимости и магнетизма. Удобным объектом является сверхпроводник Y123 с частичной заменой меди на железо. Ранее это соединение использовалось для изучения вопроса о роли плоскостей и цепочек в иттриевых ВТСП. Благодаря нейтрон-дифракционным исследованиям (в значительной степени в Дубне) этот вопрос получил свое разрешение. Однако при этом оказалось, что замена меди на железо приводит к целому кругу более интересных физических явлений, связанных с магнитными свойствами. В настоящее время установлена фазовая диаграмма в зависимости от концентрации железа и кислорода, которая может служить основой для дальнейших исследований.

С помощью поляризованных нейтронов измерена глубина проникновения магнитного поля в классический сверхпроводник ниобий. Наблюденно аномальное поведение диамагнитного профиля сверхпроводника, которое можно связать с подавлением параметра порядка на границе сверхпроводник — вакуум. Установлена роль шероховатостей поверхности пленки при отражении поляризованных нейтронов от магнитной среды, что позволило устранить неточности в измерениях других авторов и обосновать прямой

микроскопический метод измерения такой фундаментальной характеристики сверхпроводника, как глубина проникновения магнитного поля.

Выполнению научной программы ЛНФ существенно помогает сотрудничество с институтами стран-участниц ОИЯИ, а также с рядом крупнейших научных центров мира. Получила дальнейшее развитие и конкретное наполнение кооперация с Петербургским институтом ядерной физики (Гатчина), рядом институтов ФРГ, Лабораторией Резерфорда — Эпплетона (Великобритания), Институтом Лауэ — Ланжевена и Лабораторией Леона Бриллюэна (Франция), Лос-Аламосской национальной лабораторией (США).

Новым элементом в жизни лаборатории стала учебная работа на базе кафедры ядерной физики конденсированных сред Учебно-научного центра при ОИЯИ. Последние два года в научных отделах лаборатории проходила обучение группа из 10 студентов. В сентябре 1992 г. состоялась преддипломная защита их курсовых проектов, по результатам которой ЛНФ подала заявку на работу 5 человек. Этот первый выпуск является началом процесса омоложения коллектива лаборатории.

На базе сектора физики низких температур лаборатории создан Институт физико-технических проблем Министерства атомной энергии Российской Федерации. Это первый случай отпочкования структурной единицы лаборатории.

ИССЛЕДОВАНИЯ КОНДЕНСИРОВАННЫХ СРЕД
С ПОМОЩЬЮ НЕЙТРОНОВ

В 1992 году на нейтронных спектрометрах реактора ИБР-2 получен ряд новых методических и научных результатов в области физики конденсированных сред.

Главным событием года стало начало работы фурье-дифрактометра высокого разрешения (ФДВР) [1]. ФДВР создавался по совместному проекту ОИЯИ, ПИЯФ (Гатчина) и Центра технических исследований (Финляндия) в течение последних четырех лет. В июне 1992 г., непосредственно перед летней остановкой реактора ИБР-2, проведен первый сеанс измерений на ФДВР, в ходе которого было подтверждено, что идея о реализации фурье-методики на импульсном источнике нейтронов типа ИБР-2 правильна, а именно: с ее помощью можно добиться рекордных параметров дифрактометра по разрешению и светосиле. Уже в первых измерениях, проведенных на макетном варианте зеркального нейтронвода и до окончательной юстировки детектора,

было достигнуто разрешение по межплоскостному расстоянию 0,0013 (рис.1), что является лучшим уровнем в России и одним из лучших в мире (сейчас на импульсных источниках нейтронов только дифрактометр HRPD в Лаборатории Резерфорда — Эпплетона имеет лучшую разрешающую способность). В октябре 1992 г. на ФДВР был установлен штатный зеркальный нейтронвод, выполненный из высококачественного стекла толщиной 3 см, конусный в двух плоскостях. Это позволило существенно увеличить поток нейтронов и улучшить фоновые условия. В начале 1993 г. дифрактометр пройдет полную аттестацию, после чего на нем начнутся регулярные физические исследования. Научная программа в основном включает традиционные для дифрактометров высокого разрешения исследования, такие как прецизионные структурные эксперименты. Кроме того, планируются эксперименты в режиме реального времени и работы, связанные с изу-

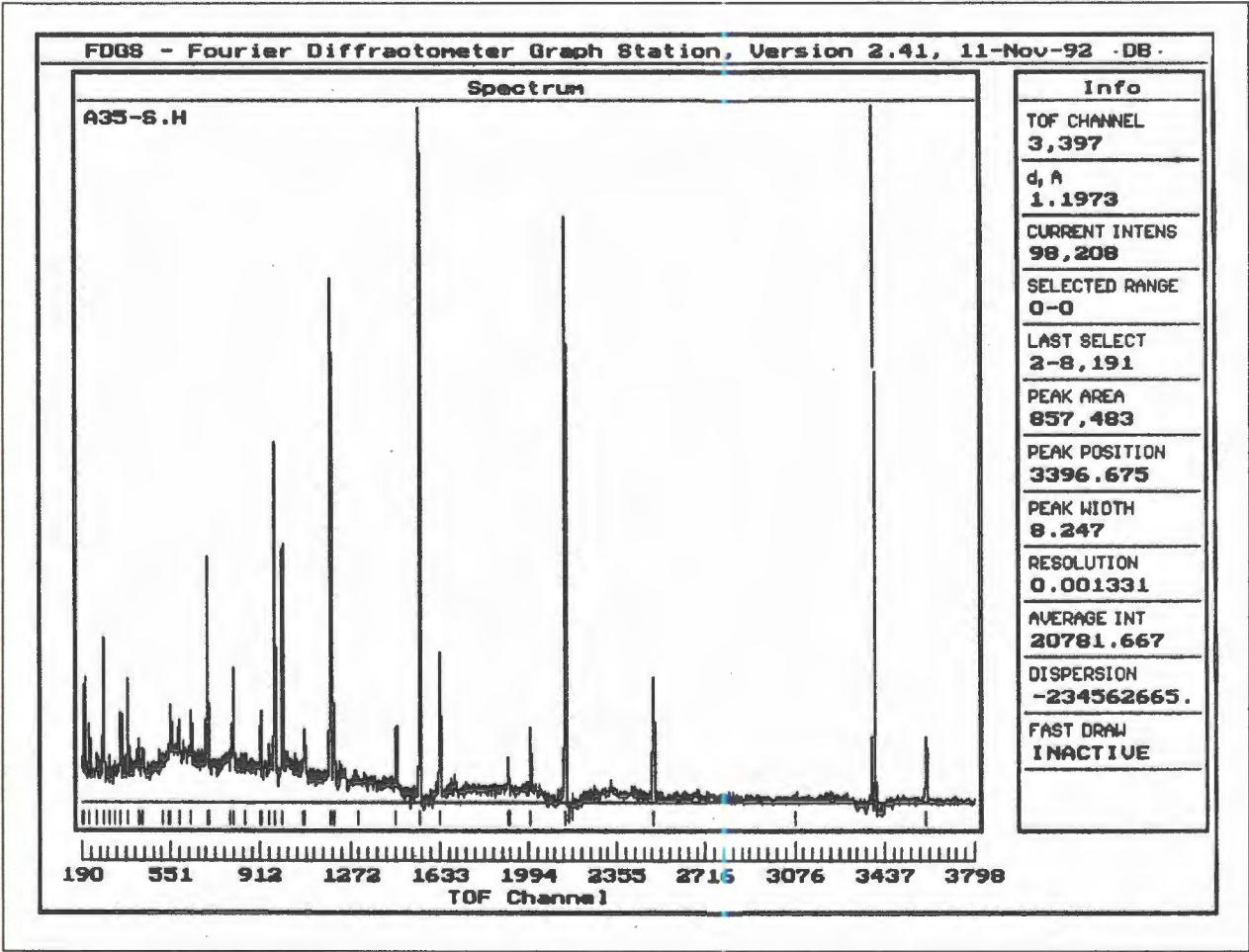


Рис.1. Дифракционный спектр от стандартного образца Al_2O_3 ($\varnothing$ 4 мм, $L = 25$ мм), измеренный на дифрактометре ФДВР за 2 часа

чением формы дифракционных пиков. Последний вопрос интересен как с научной, так и с практической точки зрения.

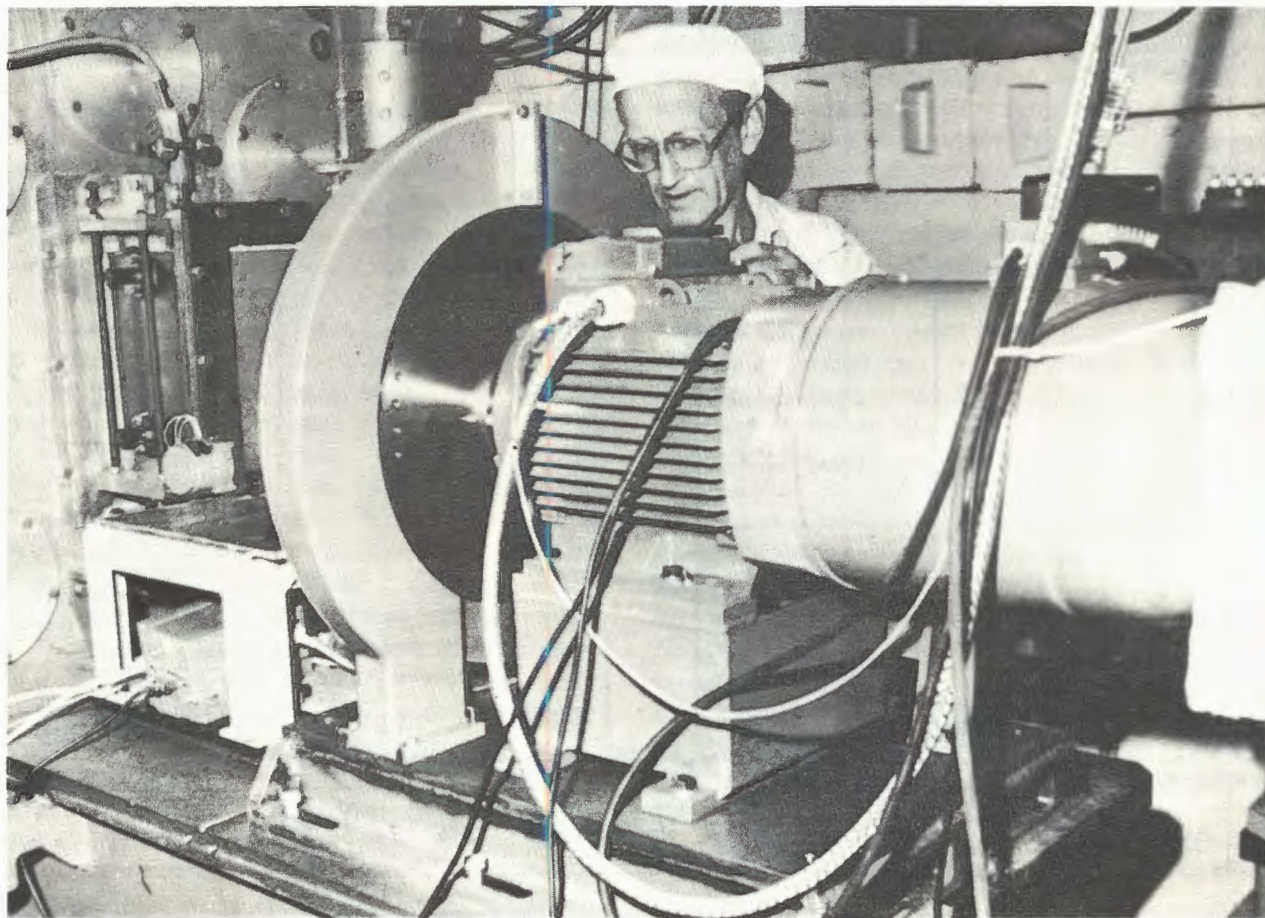
Еще одной крупной методической работой на реакторе ИБР-2, проводившейся совместно с Институтом физики твердого тела и СП Российского научного центра «Курчатовский институт», стала подготовка дифрактометра на канале №12 к экспериментам с камерами высокого давления. За короткое время был сформирован нейтронный пучок, подготовлено и смонтировано оборудование, созданное в РНЦ КИ, подготовлен измерительный электронный модуль. В конце 1992 г. на ДН-12 (так будет называться новый дифрактометр) начаты тестовые измерения.

На нейтронном спектрометре высокого разрешения (НСВР) был переоборудован текстурный гониометр, благодаря чему стало возможным измерение полных полюсных фигур исследуемых образцов. Проведены соответствующие методические работы и усовершенствовано программное обеспечение НСВР, что позволило сделать существенный шаг в исследовании текстур многофазных материалов с низкой кристаллографической симметрией (до триклинной сингонии).

Завершается создание нового рефлектометра на поляризованных нейтронах РЕФЛЕКС на пучке №9 реактора ИБР-2 [2].

Физические исследования проводились по традиционному для ЛНФ научным направлениям.

Среди структурных работ заметное место заняли исследования ВТСП. В работе А.И.Бескровного с коллегами из Праги было продолжено изучение модуляции структуры висмутовых сверхпроводников (рис.2). В сверхпроводниках типа Bi-2212 ($\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_{8+y}$) пока остается неясным структурный механизм формирования избыточного электронного заряда, необходимого для возникновения сверхпроводящих свойств. Один из наиболее вероятных механизмов — встраивание дополнительного (сверх стехиометрии) атома кислорода в BiO-плоскости, что должно приводить к возникновению характерной сверхструктуры (рис.3). В работах, выполненных в 1990 г. на дифрактометре ДН-2, было показано, что сверхпериод, равный 19 постоянным решетки, действительно существует, и было определено место встраивания дополнительного атома кислорода. Эти результаты стали широко известны и много цитировались, однако требовались подтвержда-



Фурье-прерыватель нейтронного дифрактометра высокого разрешения ФДВР

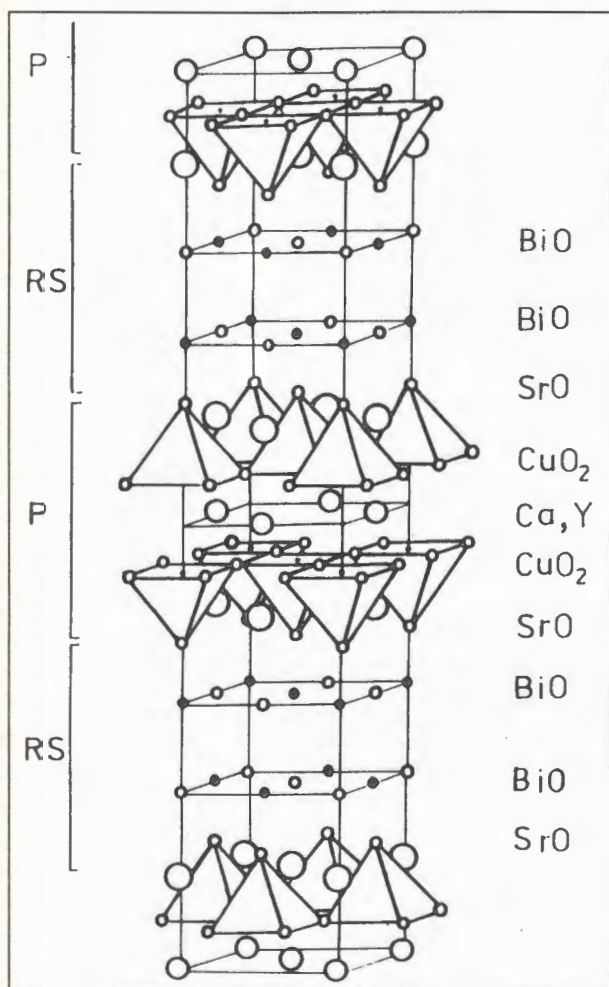


Рис. 2. Структурная модель соединений $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_{8+y}$ или $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{YCu}_2\text{O}_{8+y}$

ющие данные. Их удалось получить в 1992 году в эксперименте на монокристалле Bi-2212, в котором Ca^{+2} был заменен на Y^{+3} [3]. Измеренные период модуляции этой структуры (17 постоянных решетки) и избыток кислорода (0,5 атома на формульную единицу) совпали с ожидаемыми, что является веским аргументом в пользу правильности модели, предложенной для исходного соединения.

Продолжались исследования структурных эффектов, связанных с замещением меди на железо в соединении Y123 [4]. На дифрактометре ДН-2 проведена серия экспериментов на образцах с различным содержанием железа и концентрацией кислорода (рис.4). Параллельно на всех образцах проводились измерения эффекта Мессбауэра. Сочетание этих двух методов позволило получить подробную и достоверную информацию о магнитной фазовой диаграмме этого соединения (рис.5). В частности, были определены области сосуществования сверхпроводимости и магнитно-

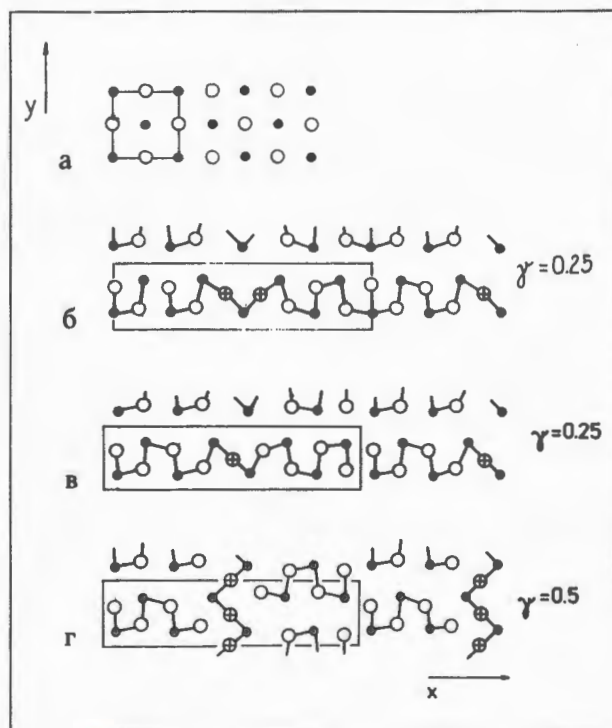


Рис. 3. Структура $\text{BiO}_{1+0.5\gamma}$ -плоскостей: а) $\gamma = 0$; б, в) $\gamma = 0,25$ при различном виде 4a-модуляции; г) $\gamma = 0,5$ (катионы Bi показаны черными кружками)

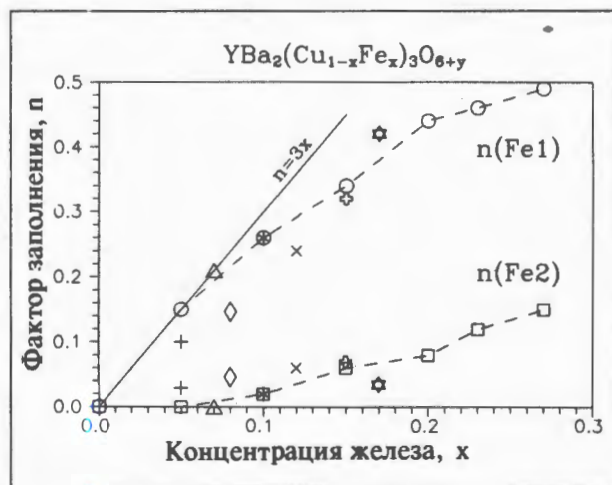


Рис. 4. Факторы заполнения позиций Cu1 и Cu2 в Y123 — Cu/Fe атомами железа в зависимости от их концентрации в насыщенных кислородом образцах. Показаны данные А.М.Балагурова и др. (○, □) и литературные данные

го упорядочения типа спиновых стеклов моментов; находящихся в цепочках Cu—O, и области, в которых возникает дальний антиферромагнитный порядок. Установлен сложный характер антиферромагнитной структуры, проявляющийся в последовательном по концентрации железа возникно-

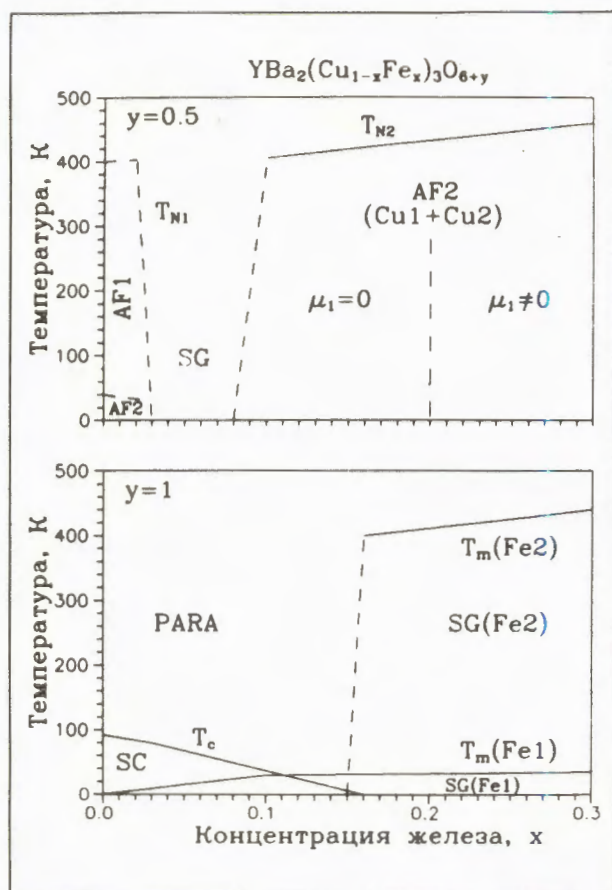


Рис. 5. Магнитные фазовые диаграммы для насыщенной ($y = 1$, нижний рисунок) и обедненной ($y = 0.5$, верхний рисунок) системы Y123 — Cu/Fe. На нижнем рисунке: линия T_c — температура перехода в сверхпроводящее состояние, $T_m(\text{Fe1})$, $T_m(\text{Fe2})$ — температуры перехода магнитных моментов железа в состояние спинового стекла в узлах Cu1 и Cu2 соответственно. На верхнем рисунке: линии T_{N1} и T_{N2} — температуры Нееля антиферромагнитного упорядочения моментов атомов в узлах Cu2 и, дополнительно, Cu1; в области AF1 период магнитной структуры вдоль оси c совпадает с ядерным, в областях AF2 он удваивается; в области с $\mu_1 = 0$ (μ_1 — симметричная часть среднего упорядоченного магнитного момента в узлах Cu2) наблюдаются магнитные пики с полуцелым l , в области с $\mu_1 \neq 0$ появляются пики с целым l !

вании упорядочения моментов сначала только в медь-кислородных цепочках, а затем и в плоскостях CuO. В отличие от системы Y123 с замещением меди на кобальт, установлено отсутствие корреляции между температурой сверхпроводящего перехода и длиной межатомного расстояния Cu2—O1, которое практически постоянно во всем диапазоне концентраций примесного атома. Данный эффект противоречит обсуждаемому в литературе универсальному механизму потери сверхпроводимости в Y123 из-за увеличения этого расстояния и связанного с ним переноса отрицательного заряда из цепочек в плоскости и указывает на более сложный характер процессов, происходящих при допировании Y123 железом.

На аналогичной серии образцов Y123 с железом проведено дифракционное исследование возможного эффекта перераспределения железа между медь-кислородными цепочками и плоскостями при отгонке кислорода из образцов [5]. Было показано, что если этот предполагаемый эффект и есть, то он очень мал. Для проверки на реакторе LLB (Сакле) на одном из образцов были выполнены измерения, которые подтвердили полученный результат. Установление этого факта оказалось очень важным для корректной интерпретации многочисленных мессбауэровских исследований соединения Y123.

Из многочисленных экспериментов, выполненных в режиме реального времени, отметим здесь совместную с физиками из ИФТТ (Черноголовка) работу по фазовым состояниям в дейтериде титана TiD. Она явилась продолжением исследований, начатых в 1991 г. и проведенных в области температур от азотной до комнатной. На этот раз измерения были выполнены при температурах от комнатной до 870 К. Таким образом, полный исследованный диапазон составил около 700 К, в нем было наблюдеено семь различных фаз и промежуточных состояний с *hcp*-, *fcc*-, *fco*- или *bcc*-решетками металла и атомами дейтерия, распределенными по октаэдрическим или тетраэдрическим позициям структуры.

Продолжались эксперименты по исследованию структурных фазовых переходов в сегнетоэлектриках — сегнетоэластиках. В совместной с Институтом физики УАМ (Познань) и ИФТМ (Бухарест) работе обнаружен структурный сегнетоэластический фазовый переход в $\text{Rb}_4\text{LiH}_3(\text{SO}_4)_4$ и определена симметрия сегнетофазы. Совместно с Исследовательским центром (Россендорф) были продолжены исследования сегнетоэлектрика стронций — барий ниобата с размытым фазовым переходом [6]. В дополнение к двум ранее исследованным высокотемпературным фазовым переходам было обнаружено существование двух низкотемпературных переходов, один из которых связан с поворотом сегнетоэлектрической оси на 90° .

На установке ДИФРАН получены первые результаты по ультразвуковой модуляции дифракции тепловых нейтронов на монокристалле кремния.

На дифрактометре СНИМ-2, оборудованном импульсным магнитом, были продолжены исследования по кинетике спин-флип-перехода в антиферромагнетиках Cr_2O_3 и $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ [7—10]. Обнаружен гистерезис в зависимости угла поворота намагниченностей подрешеток от величины действующего магнитного поля (рис.6), в котором проявляется различие в поведении антиферромагнетика при возрастании поля и при его умень-

шении в магнитном импульсе. Гистерезисные явления объясняются тем, что 1) при достаточно быстром изменении поля ($\approx 2 \cdot 10^8$ Э/с) процесс спин-флор-перехода протекает адиабатически, т.е. не успевает происходить обмен энергией между спиновой и фононной системами; 2) в эксперименте наблюдаются релаксационные процессы, связанные с конечным временем ($\approx 10^{-5}$ с) установления равновесного состояния в магнитной системе и обусловленные релятивистскими магнитными взаимодействиями. Выполнены дифракционные исследования образца HoFeO_3 при воздействии внешнего магнитного поля. Обнаружено антиферромагнитное упорядочение редкоземельной подрешетки, в отсутствие поля находящейся в парамагнитном состоянии.

На текстурном дифрактометре НСВР были получены полные полюсные фигуры от 42 образцов кварцитов, гнейсов, амфиболитов, ксенолитов, в том числе изучено 12 образцов из кольской и германской сверхглубоких скважин [11—13]. Были исследованы текстуры искусственно деформированных кварцитов и ванадий-титановых сплавов. Эти работы проводились совместно с учеными Германии (из Исследовательского центра в Россендорфе, Университета в Геттингене, Высшей технической школы в Аахене и Технического университета в Клаустале) и российских научных центров (ИФЗ РАН, ГЕОСИСТЕМ, МИФИ, УПИ в Екатеринбурге, ТТГУ в Туле). Кроме этого, были проведены измерения формфактора жидких щелочных металлов (совместно с учеными ИАФ в Бухаресте), исследованы распределение атомных пар в электрических сплавах (совместно с Техническим университетом в Кемнице

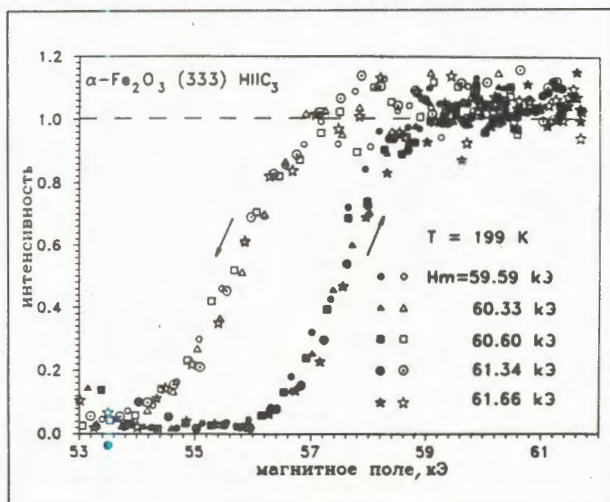


Рис. 6. Зависимость интенсивности дифракционного пика (333) монокристалла $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ от напряженности импульсного магнитного поля при температуре 199 К. Черные точки соответствуют переднему фронту магнитного импульса, светлые — заднему

(Германия)) и ближний порядок в оксидных стеклах (совместно с университетом в Ростке (Германия)).

Активные исследования проводились на спектрометре малоуглового рассеяния МУРН. Проведено прямое экспериментальное сравнение МУРН с одним из лучших спектрометров данного типа D-11 в ИЛЛ (Гренобль). Параллельные измерения были проведены с образцами, имеющими чрезвычайно широкий спектр размеров составляющих их частиц. На основе совместного анализа результатов измерений сделаны следующие



Текстурный нейтронный дифрактометр НСВР

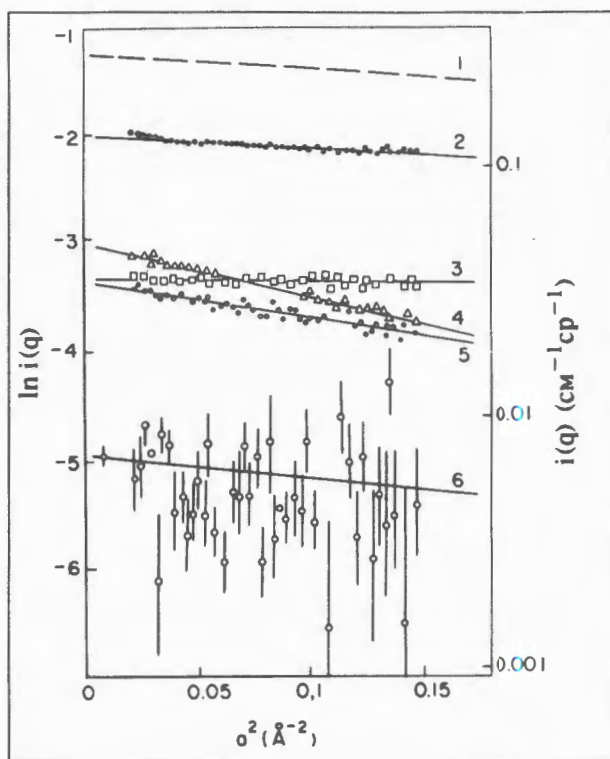


Рис. 7. Кривые Гинье, полученные из измерений малоуглового рассеяния нейтронов на спектрометре МУРН: 1 — раствор $\text{H}_2\text{O} : \text{D}_2\text{O} = 1:1$ (экспериментальные точки не показаны); 2 — $\text{H}_2\text{O} : \text{D}_2\text{O} = 1:4$; 3 — образец ванадия толщиной 3 мм; 4 — раствор (1М) Н-TMU в D_2O ; 5 — раствор (1М) смеси Н- и D-TMU в $\text{H}_2\text{O}-\text{D}_2\text{O}$ при 30 мол. % H_2O ; 6 — раствор (1М) Н-TMU в $\text{Y}_2\text{O}-\text{D}_2\text{O}$ при 60 мол. % H_2O

шие выводы: 1) абсолютные значения интенсивности и радиусов инерции в пределах погрешностей совпадают для обеих установок; 2) диапазон передаваемых импульсов на МУРН в 2 раза шире, чем на D-11; 3) измерения слаборассеивающих образцов (сечение $\mu < 0,05 \text{ см}^{-1}$) занимают одинаковое время на обоих инструментах; 4) измерения сильнорассеивающих образцов ($\mu > 0,1 \text{ см}^{-1}$) требуют значительно большего времени на МУРН, чем на D-11. Однако уровень методического совершенствования дифрактометра D-11 уже практически достиг потолка, в то время как ввод в эксплуатацию криогенного замедлителя на реакторе ИБР-2, а также установка на пучке №4 нового позиционно-чувствительного детектора, подготовка которого находится в стадии завершения, существенно расширит возможности МУРН как за счет увеличения спектрального диапазона, так и за счет лучшего пространственного разрешения при регистрации рассеянных нейтронов. Были исследованы различные сорта портландских цементов, их гидратации в пастах [14,15]. Найдено, что сухой цемент следует потенциальному закону Порода, в то время как

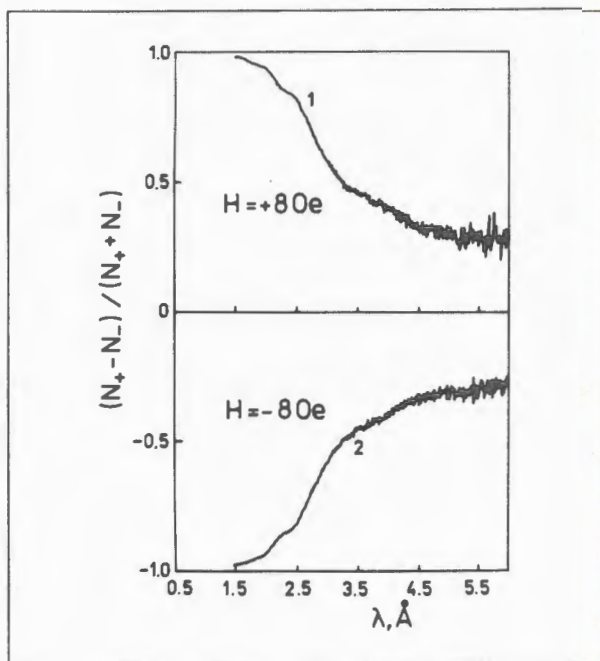


Рис. 8. Экспериментальная зависимость величины $P_0^2 = (N_+ + N_-)$, где P_0 — поляризация падающего пучка, P — поляризующая способность пленки, от длины волны λ нейтрона для пленки FeCo с прямоугольной петлей гистерезиса: — направление внешнего магнитного поля параллельно направлению намагниченности пленки, 2 — антипараллельно

пасты в измеренном Q-диапазоне не дают подобного поведения кривых малоуглового рассеяния. Совместно с ЛЯР проведено исследование ядерных треков в твердотельных детекторах методом малоуглового рассеяния нейтронов. Также изучены фольги типа РЕРТ. Облученные фольги показывают гинье-подобное поведение кривых рассеяния. Измеренный радиус инерции оказался около 8 нм. При отжиге (160°) радиус уменьшается.

Продолжались поиски эффектов возмущения структуры растворителя вблизи растворенной молекулы (рис.7). Эксперименты (совместно с сотрудниками из ЦИФИ (Будапешт)) были проведены с раствором тетраметилмочевины (TMU), и получены температурная и концентрационная зависимости закона рассеяния [16,17]. Несмотря на малость измеряемых сечений рассеяния, удалось выявить ориентационное возмущение структуры раствора вблизи молекулы TMU, а также установить наличие притягивающего потенциала между молекулами, который, как было предположено, возникает из-за гидрофобных взаимодействий.

На спектрометре поляризованных нейтронов СПН-1 были продолжены исследования магнитных свойств тонких и многослойных пленок методом зеркального отражения. Изменен профиль проникающего в сверхпроводящие ниобиевые пленки [18] постоянного магнитного

поля. При температуре 4,9 К поле напряженностью 500 Э в пределах $\xi = 28$ нм в сверхпроводнике у границы с вакуумом проникает практически без затухания, что связано с приповерхностным подавлением параметра порядка сверхпроводника. Далее в глубине пленки затухание соответствует лондоновскому закону с постоянной $\Lambda = 45$ нм.

Предсказано и экспериментально доказано, что одноосно анизотропные магнитные пленки с достаточно большой коэрцитивной силой обладают способностью создавать пучки поляризованных нейтронов разного знака в зависимости от ориентации слабого внешнего магнитного поля относительно вектора намагниченности пленки (рис.8). Это позволяет использовать их в качестве широкоспектральных поляризаторов нейтронов в поляризационных нейтронных спектрометрах без применения спин-флиппера [19].

Проведены первые эксперименты по поиску индуцированного магнитного момента в немагнитной среде, прилегающей к намагниченной среде [20]. Измерения были сделаны на серии образцов Pd/Co(20Å)/Pd (рис.9). Магнитный момент в слое Co оказался равным $1,7 \mu_B$. Эффект возникновения момента в слое Pd не обнаружен, установлена верхняя граница на его величину $\mu < 0,4 \mu_B$. Другое исследование было направлено на изучение ферромагнитного и антиферромагнитного обменных взаимодействий в связанных пленках. Эти исследования представляют большой интерес для выяснения природы явления гигантского магнитосопротивления в таких пленках. Метод отражения нейтронов, в отличие от оптических и магнитометрических методов, позволяет определить величину и направление вектора намагниченности в каждом слое отдельно. Первые эксперименты были проведены на образцах Co/Cu/Co для толщин слоя Cu 9 и 13 Å. Обнаружено необычное поведение этих эпитаксиальных структур, демонстрирующих очень слабое или практически нулевое антиферромагнитное спаривание между магнитными и немагнитными слоями. Ферромагнитное взаимодействие наблюдалось уже при слабых внешних магнитных полях: при 30 Гс магнитный момент на 1 атом Co составил $1,1 \mu_B$. При увеличении внешнего поля до 1,4 кГс наблюдалось лишь слабое возрастание намагниченности в этих пленках (до $1,3 \mu_B$ на 1 атом Co). Вопрос о связи такого увеличения намагниченности с наблюдаемым в этом диапазоне полей гигантским магнитосопротивлением остается открытым.

С помощью пропускания поляризованных нейтронов на установке СПН-1 проведено систематическое исследование деполяризации нейтронов в образцах YBaCuO в зависимости от темпе-

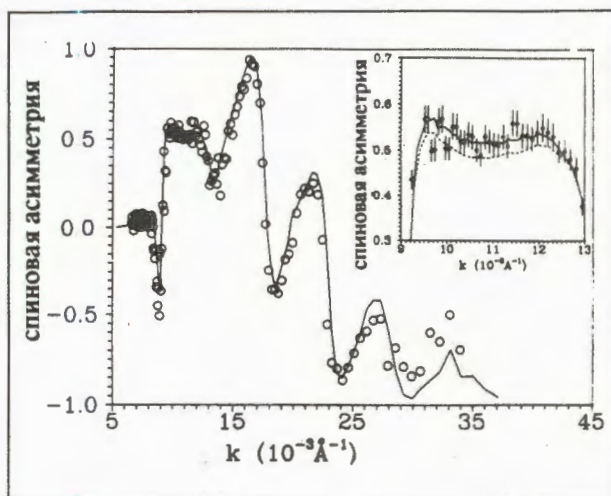


Рис. 9. Зависимость спиновой асимметрии $SA = \frac{(R^+ - R^-)}{(R^+ + R^-)}$

отражения поляризованных нейтронов от нормальной компоненты волнового вектора k нейтрона для пленки Pd/Co/Pd, нанесенной на поверхность кремния с подслоем из золота: точки — эксперимент, линия — расчет при $\mu_{Co} = 1,73 \mu_B$ и $\mu_{Pd} = 0,4 \mu_B$ в слое толщиной 5 Å на каждой границе Co/Pd. На вставке: обе линии расчетные; сплошная — $\mu_{Co} = 1,84 \mu_B$; штриховая — $\mu_{Co} = 1,73 \mu_B$ (соответствует массивному образцу)

ратуры и внешнего магнитного поля. Наиболее интересной оказалась область температур в районе T_c , где теоретически ожидалось новые магнитные явления: переход вихревой решетки в спин-стекольное состояние, плавление вихревой решетки и др., — которые могут проявляться в специфическом поведении деполяризации нейтронов при изменении температуры и внешнего поля. Кривые деполяризации указывают на микромагнитное распределение в образце, подобное спин-стекольному, при температурах выше 80 К и в полях, превышающих первое критическое значение при этих температурах в десятки раз.

На спектрометрах неупругого рассеяния в прямой геометрии ДИН-2ПИ и ДИН-2ПР продолжались исследования сплавов, жидких металлов калия и гелия. Измерены спектры частот азотистых аустенитных сталей [21,22], сплавов Y-O-(H, D) [23], TaN_5 , $TaN_{0,45}H_{0,1}$, получены данные об энергиях колебаний атомов азота и водорода и константах силового взаимодействия металл — атом внедрения. Продолжалось исследование двойных и тройных твердых растворов внедрения на $TaV_{0,03}N_{0,03}$.

Проведены исследования жидкого гелия с начальной энергией нейтронов ($E_0 = 2,05$ и $2,45$ мэВ), которая меньше энергии большинства ветвей многофононного рассеяния [24,25]. Разрешение по энергии рассеянных нейтронов состав-

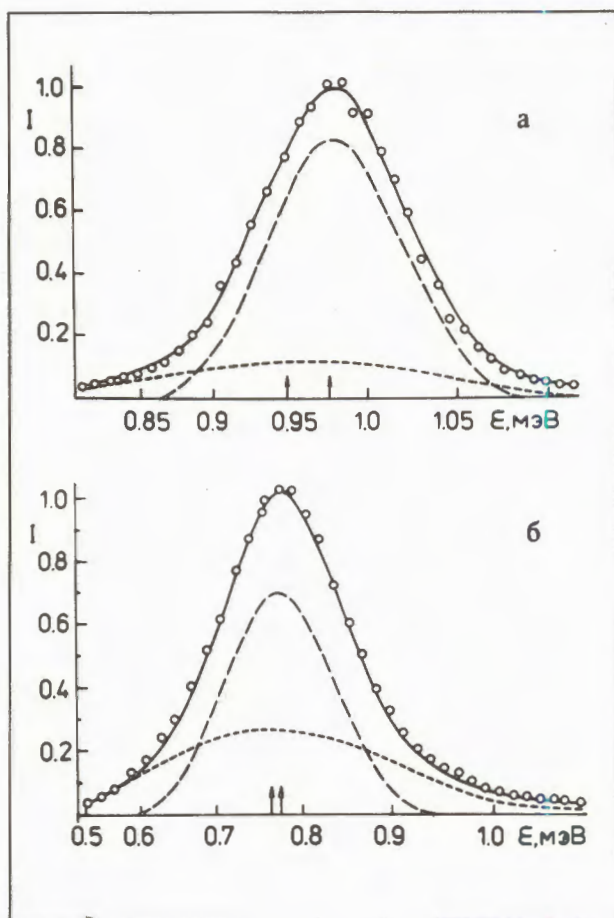


Рис. 10. Спектр нейтронов, рассеянных на He-II: а) $T = 1,4$; $E_0 = 2,05$ мэВ; $q = 1,6 \text{ \AA}^{-1}$; б) $T = 1,72$ К; $E_0 = 2,45$ мэВ; $q = 1,83 \text{ \AA}^{-1}$. Линии обозначают: сплошная — фит экспериментальных данных; штриховые — разложение на два гауссиана. Стрелки показывают положение гауссианов

ляло $\Delta E = 50+100$ мкэВ. Измерения сделаны в интервале температур $0,4-4,2$ К. Впервые было наблюдеено рассеяние нейтронов на сверхтекучем He-II с приобретением энергии. С помощью двух-гауссового разложения проведен анализ формы экспериментально наблюдаемых фонон-максон-ротонных пиков (рис.10). Оказалось, что спектр элементарных возбуждений сверхтекучего гелия при волновых векторах $q \geq 0,48 \text{ \AA}^{-1}$ и энергиях возбуждения $\epsilon > \Delta$, где Δ — щель ротонного минимума, разделяется на две близлежащих ветви. Возможно, одна из них связана с «нормальной» компонентой жидкого гелия, а другая обязана существованием бозе-конденсату.

На спектрометрах в обратной геометрии КДСОГ и НЕРА-ПР возможны одновременные исследования неупругого рассеяния и дифракции нейтронов. Такие комплексные исследования эффективно проводятся для изучения фазовых переходов в диапазоне температур $4-400$ К и в диапазоне давлений 1 бар — 1 кбар. Были продолжены исследования фазовых переходов в пластических кристаллах типа камфоры, а также исследованы другие молекулярные кристаллы. Измерены фононные спектры мета-, орто- и параксилола в зависимости от температуры и давления. Исследована фазовая диаграмма системы $K_{1-x}(NH_4)_xSCN$ и динамика NH_4 -группы в зависимости от концентрации, температуры и давления. На спектрометре КДСОГ изучены колебательные спектры мелкодисперсных силикатов и адсорбированной на них воды [26]. Результаты используются для выяснения микроскопических механизмов адсорбции воды на поверхности



Спектрометр неупругого рассеяния нейтронов в обратной геометрии НЕРА-ПР

силикатов. Проведена серия экспериментов по исследованию кристаллического электрического поля (КЭП) в соединениях ReCu_2Si_2 ($\text{Re} = \text{Nd}, \text{Pr}, \text{Er}, \text{Tb}, \text{Ho}$) [27]. Определены параметры для Nd и Pr . Изучались спектры магнитных воз-

буждений в системах с промежуточной валентностью (ПВ) CeNi , $\text{Ce}(\text{La}, \text{Y})\text{Ni}$ и $\text{PrCe}(\text{La}, \text{Y})\text{Ni}$ с целью исследования трансформации КЭП при переходе от ПВ к кондовскому режиму $4f$ -электронной оболочки.

НЕЙТРОННАЯ ЯДЕРНАЯ ФИЗИКА

В лаборатории продолжалась реализация ранее намеченной программы экспериментально-го изучения фундаментальных свойств нейтрона, нарушения четности при взаимодействии медленных нейтронов с ядрами, каналов распада нейтронных резонансов и т.д. Работы выполнены на импульсных нейтронных источниках ИБР-2 и ИБР-30 ЛНФ ОИЯИ, а также на нейтронных источниках ряда ядерных центров мира (ПИЯФ, Гатчина; Ок-Ридж и Лос-Аламос, США; Гархинг, ФРГ; Пекин, Китай).

В рамках программы исследования электромагнитных свойств нейтрона в совместном эксперименте Дубна — Гархинг выполнены измерения полного сечения взаимодействия квази-монокроматических нейтронов в интервале энергий $1\text{--}2000$ эВ с образцом из изотопа ^{208}Pb [28]. Анализ результатов позволил дать новую экспериментальную оценку электрической поляризуемости нейтрона $\alpha_n = (-0,3 \pm 0,5) \cdot 10^{-42} \text{ см}^3$ (при $b_{ne} = -1,32 \cdot 10^{-3} \text{ фм}$). К задаче определения величины α_n тесно примыкает проблема нейтрон-электронного взаимодействия. В лаборатории развит новый подход к совместному анализу экспериментальных данных по полным нейтронным сечениям и дифференциальным сечениям упругого рассеяния p -нейтронов (проект УГРА), который позволит извлечь как α_n , так и амплитуду $(n-e)$ -взаимодействия b_{ne} . Реализация проекта УГРА ведется совместно с институтами ядерных исследований в Киеве (Украина) и Ржеже (Чехия), а также с Техническим университетом в Мюнхене (ФРГ). На прототипе установки УГРА изучен ряд методических вопросов, в частности получены новые данные о вкладе p -волнового рассеяния на тяжелых ядрах.

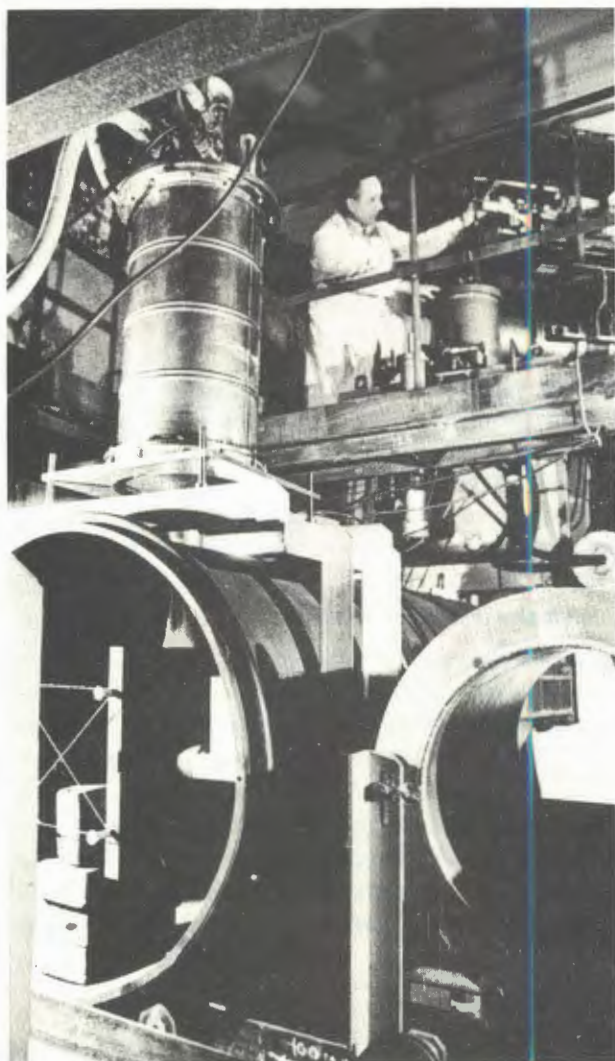
Другой фундаментальной характеристикой нейтрона является его время жизни τ_n относительно β -распада. Ранее сообщалось о совместных измерениях τ_n коллаборацией Дубна — Гатчина на установке КОВШ. Была достигнута точность измерения τ_n около $0,3\%$. При этом обнаружена аномальная утечка УХН, более чем в 100 раз пре-

вышающая теоретическую оценку из экспериментальных данных, полученных с очень холодными нейтронами (ОХН). Для исследования причин такой утечки создана оригинальная методика, которая будет использована в Гатчине после пуска (в первом квартале 1993 г.) нового канала УХН.

Прецизионное измерение τ_n является одной из целей нового проекта, разрабатываемого совместно ЛНФ и ВНИИЭФ (Арзамас-16). Спроектирована и изготавливается установка [29], которая позволит реализовать новый метод извлечения сверхплотного (около 10^5 см^{-3}) газа УХН из импульсного реактора аperiodического действия БИГР. Оценки показывают, что при достижении ожидаемых параметров установки можно будет измерить τ_n с точностью лучше $0,3\%$.

Существенное развитие получила совместная программа Дубна — США (Ок-Ридж и Лос-Аламос) по изучению нарушения четности и временной инвариантности в реакциях, вызываемых нейтронами. Для исследования нарушения T -инвариантности в Лос-аламосской национальной лаборатории изготовлен специальный монокристаллический образец ^{165}Ho . Для проведения основных измерений необходимо с высокой точностью знать деполаризацию нейтронов в образце. Для этого на спектрометре поляризованных нейтронов и ядер ПОЛЯНА был создан новый криостат, и с образцом ^{165}Ho проведен первый сеанс измерений при участии американских физиков. На нейтронных источниках в Лос-Аламосе и Ок-Ридже выполнены совместные эксперименты по поиску новых p -волновых резонансов в высокообогащенном образце ^{113}Cd , приготовленном в Дубне. Полученная информация оказалась очень полезной для планирования будущих экспериментов по изучению эффектов нарушений P - и T -четности.

Близко к этой тематике примыкают совместные работы коллаборации Дубна — Гатчина по наблюдению нарушения четности в реакциях с вылетом заряженных частиц на высокоинтенсивном пучке поляризованных тепловых нейтронов



Спектрометр поляризованных нейтронов и ядер (установка ПОЛЯНА) на пучке бустера ИБР-30

ПИЯФ. Была измерена P -нечетная асимметрия a_{pnc} в реакции $^{10}\text{B}(n, \alpha)^7\text{Li}$. Из экспериментальных данных для α_0 -линий $a_{pnc} = (3,4 \pm 6,7) \cdot 10^{-7}$ и для α_1 -линии $a_{pnc} = (-2,4 \pm 1,6) \cdot 10^{-7}$ была установлена верхняя граница эффекта, значимая с точки зрения теории.

На ряде четно-четных ядер в окрестности ^{158}Gd продолжено изучение усиленных (до 10 раз) электромагнитных переходов между высоковозбужденными состояниями, которые, по-видимому, связаны с фрагментацией одночастичных и $4s$ - и $3p$ -нейтронных оболочек на состояния, участвующие в γ -переходах [30]. Для ядра ^{187}W совместным анализом экспериментальных данных по (n, γ) - и $(n, 2\gamma)$ -реакциям получена рекордная по полноте схема уровней, включающая ранее не изученный интервал энергий возбуждения 1,5—3,5 МэВ [31]. Для ядра ^{170}Yb ,

образующегося после β -распада ^{170}Lu , проведены измерения каскадного γ -излучения [32].

Это позволило существенно уточнить известную схему уровней (рис.11), полученную традиционными методами прецизионной ядерной спектроскопии. Данный эксперимент показал наличие новых возможностей в этой области.

Завершены начатые в 1991 году измерения распределения множественности γ -квантов после радиационного захвата нейтронов на ядрах $^{147}, ^{148}, ^{149}\text{Sm}$ с помощью установки РОМАШКА (4 π -детектор на NaJ(Tl)-кристаллах) [33,34]. Получены новые данные о резонансных параметрах, в частности для ^{149}Sm определен уникальный набор данных по полным радиационным ширинам (рис.12).

Продолжались исследования реакций, индуцированных нейтронами, с вылетом заряженных частиц на стабильных и радиоактивных изотопах. Первые результаты получены в измерениях (n, p) -реакции на радиоактивных ядрах-мишенях ^{36}Cl и ^{49}V , проводимых совместно группой Дубна — Гатчина. Завершена обработка измерений реакции $^{36}\text{Cl}(n, p)^{36}\text{S}$, проведенных в 1991—92 гг. коллаборацией Дубна — Лос-Аламос по методике, разработанной в ЛНФ. Получены данные о новых резонансах в широком интервале энергий нейтронов, важные для решения проблемы «перепроизводства» изотопа ^{36}S в теории нуклеосинтеза.

Продолжено экспериментальное изучение аномальной массовой зависимости потенциального радиуса p -рассеяния нейтронов. Получены указания на существование входных состояний в нейтронном канале у компаунд-ядер $^{129}, ^{131}\text{Tl}$ [35].

Ранее сообщалось об измерениях спектров мгновенных γ -квантов осколков деления компаунд-ядра ^{240}Pu . Завершена обработка этих измерений [36,37]. Получены данные о вариации в нейтронных резонансах ^{239}Pu независимых выходов осколков, образующихся на уровне $\geq 1\%$, а также определены выходы и времена жизни осколков-изомеров. В пределах точности 5% сделан вывод об одноканальности деления из компаунд-состояний со спином 1^+ .

В сотрудничестве с ФЭИ (Обнинск) начата подготовка к измерениям энергетической и угловой зависимостей эмиссии осколков деления в резонансах на ориентированной ядерной мишени ^{235}U . Мишень создана и установлена на пучке №5 бустера ИБР-30.

Хорошие возможности для исследования короткоживущих делящихся изомеров и запаздывающих нейтронов деления в миллисекундной области дает новая установка на пучке №11 ИБР-2.

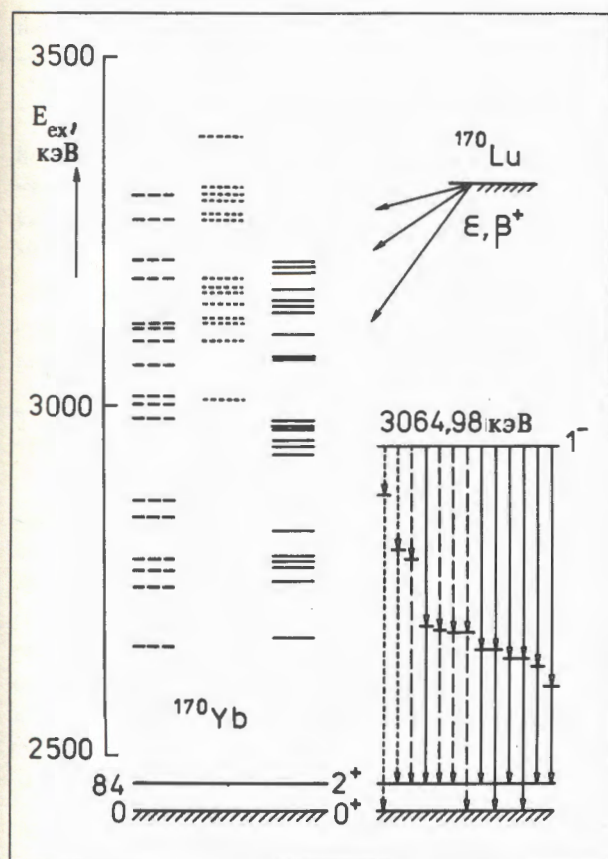


Рис. 11. Схема уровней ^{170}Yb : — ранее известные и подтвержденные в эксперименте уровни; --- неподтвержденные уровни; ... вновь обнаруженные уровни. Справа — пример анализа двухквантовых γ -переходов с уровня 3064,98 кэВ ядра ^{170}Yb . Обозначения те же

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Теоретические исследования по физике конденсированных сред велись, главным образом, по следующим направлениям: механизмы фазовых переходов и ВТСП, отражения нейтронов и т.д.

Для скалярной решеточной φ^4 -модели структурного фазового перехода в рамках теории связанных мод найдена температура замерзания $T_c^* > T_c$ [39—41]. Для изучения критического поведения этого перехода получены частотная и температурная зависимости линейной и квадратичной восприимчивостей путем самосогласованного численного решения уравнений связанных мод. Проанализированы два случая: 1) идеальная кристаллическая решетка с характерным В-переходом при T_c^* , 2) система со случайно распределенными дефектами и А-переходом при T_c^* .

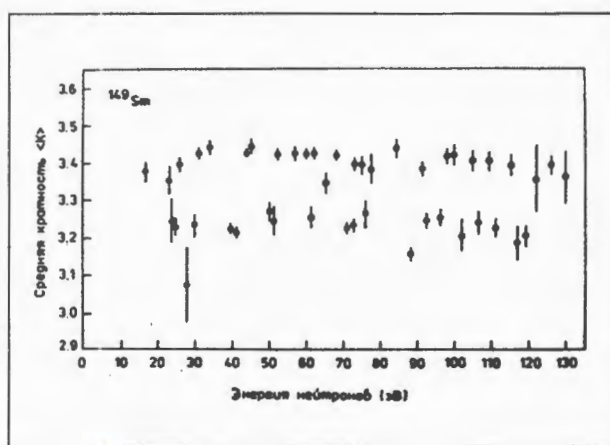


Рис. 12. Зависимость средней кратности при радиационном захвате нейтронов в ^{149}Sm от энергии нейтронов

Подготовлена программа исследований на этой установке.

Проведена экспериментальная проверка гипотезы А.М.Балдина о рождении в распаде ^{214}Bi резонансного состояния $(e^+e^-e^+)$, распадающегося на электрон и γ -квант. В основе гипотезы лежат данные Д.В.Скобелевца, полученные в 20-х годах. Установлен верхний предел на уровне 10^{-3} на вероятность испускания триады $(e^+e^-e^-)$ при распаде ядра ^{214}Bi [38].

Обсуждаются экспериментальные аспекты представленной теории.

Проведен анализ многокомпонентного параметра порядка в суперионном проводнике CsHSO_4 . Определена симметрия наблюдаемых суперионных и непроводящих фаз. Предсказана симметрия фаз высокого давления [42].

В рамках модели Эмери вычислена спектральная плотность дырки, движущейся по антиферромагнитному основному состоянию. Показано, что вблизи квазичастичного полюса собственная энергия недиагональна. Перемешивание синглета и триплета зависит от волнового вектора. Проведена оценка оптической проводимости. Результаты хорошо согласуются с экспериментальными данными и численными расчетами.

В рамках модели Холстейна рассмотрена возможность образования автолокализованного состояния. Было показано, что в отличие от

континуального предела решение уравнения Шредингера на 2D-решетке в адиабатическом приближении приводит к образованию барьера, разделяющего автолокализованные и делокализованные состояния [43].

Природа многих необычных свойств высокотемпературных сверхпроводников обуславливается наличием в них разупорядоченной системы слабых (джозефсоновских) связей. В рамках модели сверхпроводящих гранул со случайно распределенными фазами методами ренормализационной группы в репличном пространстве было показано, что возвратный переход Костерлица-Таулесса происходит только для значений параметра порядка в области $\pi/8 < A < 1,2\pi/8$.

Теоретически рассмотрены основные особенности процесса отражения поляризованных тепловых нейтронов от поверхности одномерно неоднородных пленок с неколлинеарным глубинным поведением локальной намагниченности. На основе решенной задачи предложен новый способ расшифровки глубинной структуры намагниченности пленок, заключающийся в измерении нормальной к поверхности компоненты вектора поляризующей способности пленки [44].

В рамках диффузной модели развит подход, позволяющий описать процесс каналирования быстрых легких ионов в приповерхностной области многокомпонентных низкосимметричных кристаллов. Подход существенно расширяет возможности изучения глубинных зависимостей структурных и динамических свойств ВТСП монокристаллических пленок.

С использованием методики расчетов на основе марковских процессов и, в частности, решения уравнения Фоккера — Планка — Колмогорова описан механизм работы RF-сквидов на плато вольт-амперной характеристики в случае, когда величина CR_N является малым параметром (здесь C и R_N — соответственно емкость и сопротивление джозефсоновского контакта).

Изучена работа RF-сквида (при $\beta \gg 1$) в случае, когда Q -фактор ($Q \gg 1$) и коэффициент связи K между кольцом и контуром удовлетворяют некоторому частному соотношению. В этом случае удается решить задачу аналитически. Были вычислены параметры выходных харак-

теристик сквида, в частности зависимость средней амплитуды выходного напряжения V_{rf} амплитуды тока I_{rf} и магнитного потока Φ_e^{dc} .

Теоретические работы в отделе ядерной физики ЛНФ велись по трем направлениям: электромагнитные свойства нейтрона, кластерная радиоактивность и свойства ультрахолодных нейтронов.

Проведены расчеты электрической поляризуемости α_n свободного и связанного в ядерной материи нейтрона [45]. Полученные значения α_n находятся в количественном согласии с существующими экспериментальными оценками.

На основе микроскопического подхода к описанию спонтанной эмиссии тяжелых кластеров сделано предсказание наличия новой области кластерной радиоактивности вблизи атомного номера $A \approx 110$ [46,47]. Результаты предварительных измерений на ядре ^{114}Ba , синтезированного при столкновении тяжелых ионов в ЛЯР ОИЯИ и распадающегося с вылетом ^{12}C , не противоречат предсказаниям теории.

Для изучения аномальных потерь ультрахолодных нейтронов (УХН) в лаборатории разработан экспериментальный метод измерений отражения УХН от порошков. Благодаря диффузии нейтрона между зернами и многократному отражению от поверхности отдельных зерен увеличивается чувствительность к небольшим потерям при однократном отражении. Для интерпретации результатов измерений необходимо было разработать теорию альбедо от дисперсных сред с высоким отражением зерен. Была предложена модель, учитывающая влияние на альбедо плотности упаковки зерен. С помощью этой модели удалось добиться качественного согласия с экспериментальными результатами [48].

Для выяснения применимости оптического потенциала при описании отражения УХН от поверхности раздела была подробно проанализирована теория многократного рассеяния волн, и с ее помощью были найдены поправки к отражению от поверхности монокристалла с точностью до $(d/\lambda)^2$, где d — параметр решетки, λ — длина волны нейтрона.

ПРИКЛАДНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Получение ядерных данных для атомной энергетики. В рамках программы создания нового поколения энергетических реакторов на бустере

ИБР-30 проведены измерения функций полного пропускания и самоиндикации в сечении деления на ядрах ^{232}Th , ^{238}U и ^{239}Pu в широком интервале

энергий нейтронов вплоть до 200 кэВ [49,50]. Для измерения тепловых сечений реакторных материалов проведена модернизация установки ДИН-1 на пучке №7 ИБР-30. Начата реализация программы измерений.

Активационный анализ. Ранее сообщалось о разработке приборов типа «Азот» для экспрессного анализа содержания азота в зерновых культурах, комбикормах и азотсодержащих органических соединениях [51]. В 1992 году проведена доработка и корректировка методик и схемных решений по результатам производственных испытаний. Окончательная документация передана в Институт технической физики (Челябинск-70) для серийного изготовления приборов. Оказывалась техническая помощь в настройке приборов. Полученные в результате многолетних испытаний методические возможности приборов были доложены на международной конференции в США.

Совместно с Университетом в Тронхейме (Норвегия), Институтом географии РАН и Институтом геологии РАН были проведены исследования в области охраны окружающей среды. Получены сравнительные данные о распределении тяжелых металлов и редкоземельных элементов во мхах, снеге, донных отложениях в районе Дубны, в некоторых регионах центральных районов России, Норвегии, Земли Франца Иосифа, Таймыра. Результаты исследований докладывались на трех международных совещаниях и на совещании Американского ядерного общества.

Нейтронная радиография. Совместно с Высшей школой экономики, техники и культуры в Лейпциге получены экспериментальные результаты о переносе H_2O , ионов Gd, Cd и их соединений типа цитратов в бетонах и цементах. Процессы переноса изучались с использованием методов нейтронной радиографии на ИБР-2. Эксперименты показали, что в отличие от H_2O ионы и их комплексы переносятся в глубь бетона не в процессе диффузии в основной матрице материала, а только по микротрещинам с размерами от 100 до 1000 мкм. Знание таких процессов нестационарного переноса крайне важно при изучении старения бетонов, особенно при воздействии нагрузок в водной среде с примесями ионов тяжелых металлов и органических комплексов.

Радиационные исследования. Совместно с Лабораторией сверхвысоких энергий проведен цикл работ по изучению радиационной стойкости Si-детекторов в пучках быстрых нейтронов. Впервые получены данные о возможности использования выбранного типа детектора до флюенса 10^{14} см^{-2} по быстрым нейтронам. Результаты

исследований показали, что такие детекторы можно использовать как в экспериментах на ускорительных комплексах, так и при создании быстроедействующих мозаик для регистрации тепловых нейтронов в импульсных источниках нейтронов.

Нейтронное легирование кремния. На пучке №3 реактора ИБР-2 изучены возможности нейтронного легирования кремния. На созданной опытной установке облучен монокристаллический слиток кремния диаметром 61 мм и длиной 242 мм. Измерение электрических параметров легированного слитка показали, что его среднее удельное сопротивление $61 \text{ Ом} \cdot \text{см}$ с разбросом не более 3% соответствует требованиям заказчика. Начато создание промышленной установки с производительностью до 1 тонны в год с максимальными размерами образцов: диаметром 127 мм и длиной 370 мм.

Рассеяние ускоренных ионов гелия. Новые возможности для структурных исследований высокотемпературных сверхпроводящих материалов открывает освоение на ускорителе ЭГ-5 комбинации методов каналирования и обратного рассеяния. Были выполнены эксперименты по обратному рассеянию ионов гелия с энергией 3,6 МэВ от монокристаллической пленки Y_{123} толщиной 1400 Å на подложке из титаната стронция в позиции каналирования по направлению $\langle 001 \rangle$. Наблюдаемое рассеяние в основном связано с наличием дефектов и смещений ядер из регулярных кристаллографических позиций. Измеренное распределение дефектов существенно неоднородно по толщине пленки. Резонансный характер рассеяния ионов гелия на кислороде ($E_{\text{рез}} = 3,045 \text{ МэВ}$) позволил четко выделить рассеяние на кислородной подрешетке и впервые измерить угловую ширину лунки каналирования кислородной подрешетки, которая оказалась значительно меньше ширины лунок бариевой, медной и иттриевой подрешеток.

Высокотемпературная сверхпроводимость. Разработана методика получения тонких сверхпроводящих пленок $YBa_2Cu_3O_{7-\delta}$ ($\delta \ll 1$) на подложке из Y_2BaCuO_5 для различных устройств, в том числе для RF-сквидов. Получены пленки со следующими параметрами: удельное сопротивление при комнатной температуре $0,7\text{--}4 \text{ мОм} \cdot \text{см}$, $T_c = 92 \text{ К}$, ширина перехода $\Delta T_c = 1 \text{ К}$, критический ток $J_c \approx 20 \text{ А} \cdot \text{см}^{-2}$ при 77 К. Создан пикометр на основе ВТСП-сквида [52], который по чувствительности в 30 раз лучше полупроводниковых приборов.

ИМПУЛЬСНЫЙ РЕАКТОР ИБР-2

В период с 1.10.91 по 1.10.92 ИБР-2 проработал 2666 часов (10 циклов) на физические эксперименты на 12 пучках нейтронов.

С начала энергетического пуска (конец 1980 г.) до 1.10.92 реактор проработал 23040 часов. К 1.10.92 подвижный отражатель ПО-2 проработал на мощности 2 МВт 13067 часов. Разрешенный ресурсный флюенс по центру лопасти ПО-2 составляет $6,7 \cdot 10^{25}$ н/м² для нейтронов с энергией более 0,1 МэВ. К 1.10.92 наработанный флюенс составил $4,71 \cdot 10^{25}$ н/м². В связи с ожидаемой выработкой механического и радиационного ресурсов ПО-2 летом 1994 г. он будет заменен на новый подвижный (резервный) отражатель ПО-2Р.

Выгорание топлива на 1.10.92 составило 3,58% против проектного значения 5%.

РАЗВИТИЕ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ИБР-2

Система контроля твэлов. В основном завершены работы по созданию автоматизированной системы контроля герметичности оболочек тепловыделяющих элементов в активной зоне. Система будет контролировать активность газа в аргоновой полости расширительного бака 1 контура с помощью Ge(Li)-детектора. При появлении газообразных продуктов деления на пульте управления реактора автоматически будет появляться соответствующая информация.

Автоматизированная система информации и управления (АСИУ) ИБР-2. В 1992 году было продолжено создание АСИУ реактора. АСИУ состоит из трех подсистем: 1) технического контроля (Т); 2) контроля реактора и отражателя (R); 3) логической системы обработки и формирования сигналов управления и защиты (L). Состояние подсистем на конец 1992 г. следующее: подсистема Т прошла рабочие испытания и готова к эксплуатации; подсистема R изготовлена и проходит рабочие испытания; подсистема L разрабатывается.

Подвижные отражатели. Продолжалось изготовление нового (резервного) отражателя ПО-2Р (вариант стальных роторов). Сделано 14 сборочных единиц машины. Однако завершить ее изготовление в 1992 году не удалось из-за недо-



Криогенный замедлитель из твердого метана реактора ИБР-2

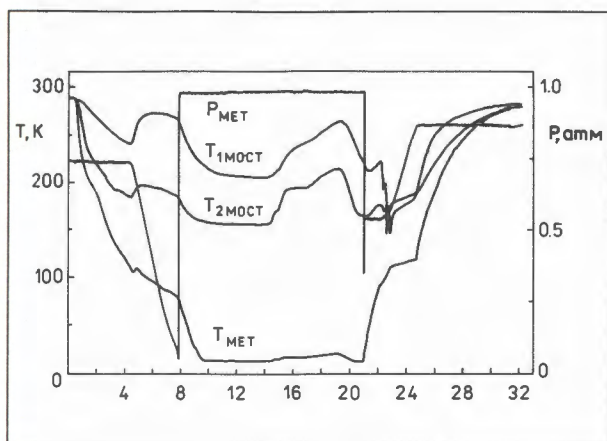


Рис. 13. Изменение давления $P_{мет}$ и температуры $T_{мет}$ в замедлителе и температуры $T_{1мост}$ и $T_{2мост}$ в двух точках теплового моста замедлителя: $t \approx 8$ ч — замедлитель заполнен гелием до 1 атм; $t \approx 14$ ч — подъем мощности ИБР-2 до 1 МВт; $t \approx 19,5$ ч — реактор остановлен; $t \approx 21$ ч — замедлитель соединен с ресивером, охлаждение выключено

статочного финансирования в связи с резким подорожанием материалов и оплаты работ. Из-за отсутствия финансирования остановлена разработка нового отражателя ПО-2РМ (вариант никелевых роторов).

Криогенный замедлитель. Завершены работы по изготовлению криогенного замедлителя (КЗ) на основе твердого метана. Замедлитель был установлен на штатном месте около активной зоны, отработаны транспортные операции по его установке и удалению от зоны, смонтированы и налажены системы контроля и диагностики. В октябре 1992 г. проведены комплексные технологические испытания КЗ с захолаживанием метана до 12 К. Разработана программа испытаний КЗ при работе реактора на мощности, обоснована безопасность проведения этих испытаний при определенных ограничениях (не более 5 МВт·час).

30.10.92 — 5.11.92 осуществлен физический пуск КЗ при работе ИБР-2 на мощности до 1 МВт включительно. Были измерены теплофизические и нейтронно-физические характеристики КЗ.

При мощности 1 МВт получены следующие результаты: температура твердого метана 20 К; потребляемая мощность в замедлителе 490 Вт против 300 Вт на нулевой мощности; допустимый темп подъема мощности реактора не более 0,3 МВт/час; увеличение потока холодных нейтронов ($\lambda > 4$ Å) в 4,2—5,2 раза по сравнению со штатным гребенчатым водяным замедлителем.

На рис.13 приведено изменение параметров замедлителя при захолаживании без мощности, при работе реактора на мощности и отогреве замедлителя. На рис.14 приведены экспериментальные спектры нейтронов от гребенчатого и

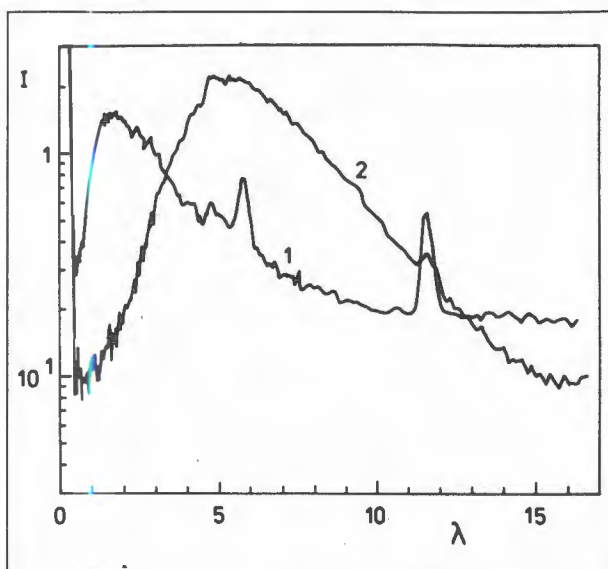


Рис. 14. Нейтронные спектры, измеренные на пучке №4 реактора ИБР-2: 1 — от гребенчатого замедлителя, 2 — от криогенного замедлителя. По оси ординат — скорость счета в произвольных для каждого спектра единицах

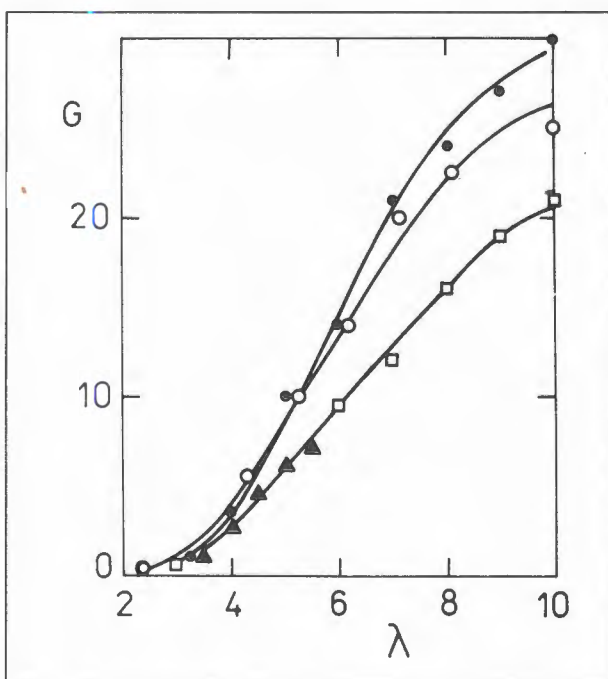


Рис. 15. Зависимость фактора выигрыша G от длины волны λ нейтрона (Å): • — измерение спектров полупроводниковым Si(Li)-детектором на пучке №4 на базе пролета $L = 18$ м; □ — измерение на дифрактометре малоуглового рассеяния МУРН с углеродом, $L = 18$ м; □ — токовая камера деления ^{235}U на пучке №6, $L = 5,5$ м; ▲ — измерения на дифрактометре ДН-2 с двуокисью циркония ZrO_2 , $L = 25$ м

криогенного замедлителей, а на рис.15 показан соответствующий фактор выигрыша от КЗ. В целом достигнуты проектные параметры за-

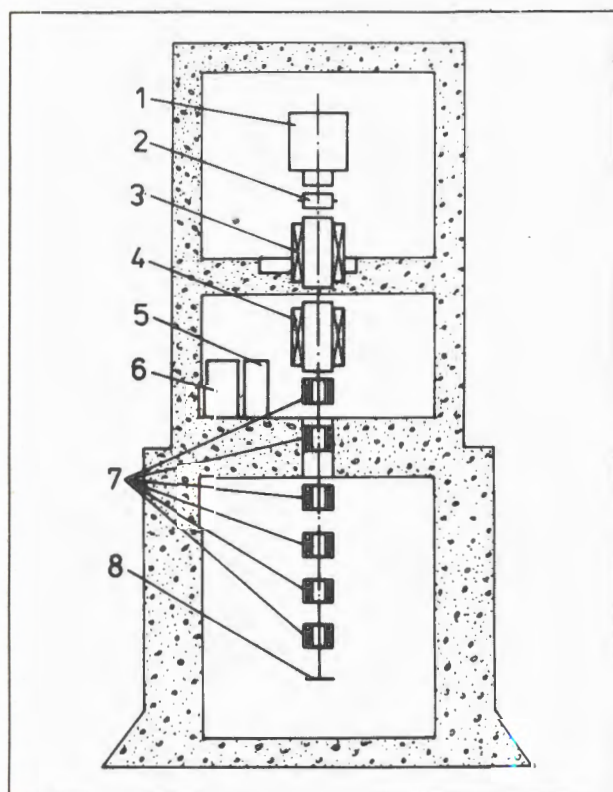


Рис. 16. Схема размещения установки ИРЕН в здании 43 ЛНФ ОИЯИ (вертикальный разрез): 1 — электронная пушка, 2 — группирователь; 3, 4 — ускоряющие секции, 5 — клистронный генератор; 6 — модулятор; 7 — фокусирующие катушки; 8 — мишень

медлителя. После длительных испытаний на большей мощности КЗ предполагается ввести в эксплуатацию в первой половине 1993 г.

БУСТЕР ИБР-30 + ЛУЭ-40

Бустер проработал на физический эксперимент в штатном режиме 9 циклов общей длительностью 2158 часов.

В 1991 году сообщалось о разработке новой танталовой мишени. Целью этого проекта является повышение эффективности использования фотонейтронов и создание более равномерного теплового поля вокруг канала мишени. Мишень была установлена на штатное место внутри активной зоны бустера и подготовлена к рабочим испытаниям в начале кампании 1992—93 гг. Однако недельные испытания мишени закончились неудачей. Танталовая мишень, охлаждаемая газообразным гелием, начала разрушаться под действием электронного пучка, что привело к забиванию мишенного канала частицами тантала, падению расхода гелия и соответствующему повышению температуры мишени. Испытания

были остановлены. Мишень заменили на штатную вольфрамовую мишень, с которой кампания 1992—93 гг. была продолжена. В дальнейшем новая мишень будет доработана в соответствии с результатами проведенных испытаний, в частности тантал будет заменен на вольфрам.

Проект ИРЕН. Продолжалась разработка проекта нового нейтронного источника резонансных нейтронов [53], который должен заменить ныне действующий источник — бустер ИБР-30. Основой установки является мощный линейный ускоритель электронов ЛУЭ-100. Параметры установки ИРЕН и ускорителя ЛУЭ-100 приведены в таблице, а схема размещения ИРЕН в здании, где расположен ИБР-30, показана на рис. 16.

Таблица. Расчетные параметры установки ИРЕН

Энергия электронов, МэВ	— 150
Пиковый ток, А	— 2,2
Частота импульсов, Гц	— 150
Длительность импульса, мкс	— 0,2
Средняя мощность электронного пучка, кВт	— 10
Длительность нейтронного импульса, мкс	— 0,4
Средняя мощность делений, кВт	— 30
Пиковая мощность делений, МВт	— 540
Средний поток*, нейтронов/с	— $1,5 \cdot 10^{12}$
Пиковый поток, нейтронов/с	— $2,7 \cdot 10^{13}$
Фон между импульсами, %	— 5,6
Умножение	— 28
Среднее время жизни мгновенных нейтронов, мкс	— 0,01
Объем активной зоны, дм ³	— 2,5

*Выход нейтронов рассчитан для $e-\gamma-n$ -конвертора из нержавеющей стали, урана-235 и мононитрида урана-235 и для активной зоны — из плутония

Заключен договор на проектирование и создание линейного ускорителя ЛУЭ-100 в Институте ядерной физики РАН (Новосибирск). Работы ведутся в соответствии с календарным планом: выполнен расчет ускорителя и его технологических систем, проводится разработка и моделирование отдельных узлов ускорителя (электронной пушки, ускоряющей структуры, системы высокочастотного питания), близок к завершению компоновочный проект ускорителя, выполняется эскизная проработка размножающей активной зоны из плутония. Намечено проведение международной экспертизы проекта.

ИЗМЕРИТЕЛЬНО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР

Компьютерные сети. Продолжались работы по созданию инфраструктуры локально-вычислительной сети Ethernet ОИЯИ в ЛНФ. Измерительно-вычислительный центр (ИВЦ) ЛНФ (здание 119) соединен оптическим кабелем ЛВС со зданием управления и экспериментальными залами реактора ИБР-2, с лабораторным корпусом и его пристройкой.

Центральный процессор. Комплекс трех компьютеров (PDP-11/70 и двух μ VAX-II), составляющих центральный процессор ИВЦ, в целом обеспечил кампанию реакторов ЛНФ в отчетном периоде. Один из компьютеров μ VAX-II подключен в общепитутскую сеть Ethernet и может использоваться для архивизации экспериментальной информации.

В рамках проекта САС (система автоматизации спектрометров) ИБР-2, работа над кото-

рым продолжалась в 1992 г., будут введены в эксплуатацию новые системы архивизации на базе двух ЭВМ SPARCserver-2 фирмы SUN, имеющих оптические твердые диски большой емкости, накопитель на стримерной ленте с кассетой емкостью до 2,5 Гбайт, лазерные диски для длительного хранения информации.

Электронная аппаратура и программы для физических установок. Совместно со специалистами из Технического центра (Финляндия) и ПИЯФ (Гатчина) завершены работы по измерительному модулю нового порошкового дифрактометра ФДВР на пучке №5 реактора ИБР-2 и осуществлен его запуск на эксперимент.

Создан и запущен комплекс аппаратуры на базе КАМАК и PC/AT-286 первой очереди дифрактометра переходных процессов ДПП на пучке №5 ИБР-2.

ЛИТЕРАТУРА

1. Aksenov V.L. et al. — JINR, E13-92-456, Dubna, 1992.
2. Aksenov V.L., Korneev D.A., Chernenko L.P. — In: Proc. of SPIE's 1992 Int. Symp. on Optical Applied Science and Engineering, 19—24 July 1992.
3. Beskrovnyi A.I. et al. — Physica C, 1993, 206, p.27.
4. Балагуров А.М., Любутин И.С. — ОИЯИ, P14-92-579, Дубна, 1992.
5. Lyubutin I.S. et al. — Physica C, 1992, 195, p.383.
6. Prokert F. et al. — Ferroelectrics, 1991, 124, p.121.
7. Георгиев Д., Нитц В.В., Яковлев А.А. — ОИЯИ, P14-92-399, Дубна, 1992.
8. Георгиев Д. и др. — ОИЯИ, P14-92-400, Дубна, 1992.
9. Георгиев Д., Нитц В.В., Сиротин А.П. — ОИЯИ, P14-92-401, Дубна, 1992.
10. Нитц В.В. — ОИЯИ, P17-92-402, Дубна, 1992.
11. Helming K., Voitius W., Walther K. — Physica B, 1992, vv.180-181, p.1025.
12. Nikitin A.N. et al. — In: Materials of the XXIII General Assembly of the European Seismological Commission, 7.09.92—12.09.92, Prague, Czechoslovakia.
13. Voitius W. et al. — In: Materialien zum Arbeitstreffen des Verbundes Forschung mit Neutronen, 29.03—1.04.1992, Bad Schandau, BRD.
14. Eichhorn F., Haeussler F., Baumbach H. — In: Annual Report 1991 of the Research Centre Rossendorf Inc., Rossendorf, Germany, 1992.
15. Haeussler F. et al. — Wiss. Z. Hochsch. Archit. Bauwes. B, 1991, 37, 3, p.123.
16. Bezzabotnov V.Yu. et al. — Journ. Phys. Chem., 1992, v.96, p.976.
17. Cher L. et al. — Physica B, 1992, vv.180—181, p.848.
18. Корнеев Д.А. и др. — Письма в ЖЭТФ, 1992, т.55, вып.11, с.653.
19. Korneev D.A. — In: Proc. of SPIE's 1992 Int. Symp. on Optical Applied Science and Engineering, 19—24 July 1992.
20. Pasyuk V.V. et al. — In: Proc. of Symposium on Surface Science, La Plagne, Savoie, France, 15—21 March, 1992.
21. Данилкин С.А., Минаев В.П., Сумин В.В. — Препринт ФЭИ-2221, Обнинск, 1991.
22. Гаврилюк В.Г. и др. — Металлофизика, 1991, т.13, 12, с.29.
23. Морозов С.И., Сумин В.В. — Физика твердого тела, 1991, 33, с.3107.
24. Благовещенский Н.М. и др. — Препринт ФЭИ-2241, Обнинск, 1992.
25. Благовещенский Н.М. и др. — Препринт ФЭИ-2259, Обнинск, 1992.
26. Natkaniec I. et al. — Physica B, 1992, v.180-181, p.522.
27. Goremychkin E.A., Muzychka A.Yu., Osborn R. — Physica B, 1992, v.179, p.184.
28. Alexandrov Yu.A. et al. — In: Book of Abstracts for the Int. Seminar on Interaction of Neutrons

- with Nuclei. Dubna, April 14—17, 1992; JINR, E3-92-128, Dubna, 1992, p.19.
29. Stoica A.D., Strelkov A.V., Shvetsov V.N. — In: Programme and Abstracts of 6th Int. Conf. on Nuclei Far from Stability. 9th Int. Conf. on Atomic Masses and Fundamental Constants, July, 1992, p. PH18.
 30. Ali M.A. et al. — In: Int. Nuclear Phys. Conf., Wiesbaden, Germany, 1992. Book of Abstracts. Ed. by U. Grundinger, p. I.3.42.
 31. Beitins M.R. et al. — Z. Phys. A — Hadrons and Nuclei, 1992, 341, p.155.
 32. Васильева Э.В. и др. — Изв. РАН, сер. физ., 1992, т.56, 5, с.2.
 33. Георгиев Г.П. и др. — ОИЯИ, P3-92-346, Дубна, 1992.
 34. Георгиев Г.П. и др. — Вопросы атомной науки и техники. Серия: Ядерные константы, 1992, вып. 2, с.75.
 35. Мицына Л.В., Самосват Г.С. — ОИЯИ, P3-92-230, Дубна, 1992.
 36. Bogdzel A.A. et al. — In: Dynamical Aspects of Nuclear Fission. Proc. of Int. Workshop, Smolenice, Czechoslovakia, June 17—21, 1991; JINR, E7-92-95, Dubna, 1992, p.305.
 37. Bogdzel A.A. et al. — *ibid.*, p.312.
 38. Покотиловский Ю.Н., Тахтамышев Г.Г. — В сб.: Краткие сообщения ОИЯИ 2[53]-92, Дубна, 1992, с.29; ЯФ, 1992, 55(9), с.2017.
 39. Aksenov V.L., Kornilov E.I., Schreiber J. — In: Proc. of the 18 th IUPAP Int. Conf. on Statistical Physics, Berlin, 2—8 August, 1992.
 40. Aksenov V.L., Kornilov E.I., Schreiber J. — In: NEEED'92, Dubna, 6—19 July, 1992.
 41. Aksenov V.L., Kornilov E.I., Schreiber J. — JINR, E17-92-519, Dubna, 1992.
 42. Шахматов В.С. — Кристаллография, 1991, 36, с.1021.
 43. Kabanov V.V., Mashtakov O.Yu. — Phys. Lett., 1992, A165, p.271.
 44. Korneev D.A., Chernenko L.P. — In: Proc. of SPIE's 1992 Int. Symp. on Optical Applied Science and Engineering, 19—24 July, 1992.
 45. Бунатян Г.Г. — ЯФ, 1992, т.55, вып.12, с.3196.
 46. Кадменский С.Г. и др. — В кн.: Ядерная спектроскопия и структура атомного ядра. М.: Наука, 1992, с.173.
 47. Кадменский С.Г., Фурман В.И., Чувильский Ю.Н. — там же, с.174.
 48. Игнатович В.К. — ОИЯИ, P3-92-130, Дубна, 1992.
 49. Grigoriev Yu.V. et al. — In: Proc. of Int. Conf. "Nuclear Data for Science and Technology", Julich, 13—17 May, 1991, Springer-Verlag, Berlin, 1992, p.83.
 50. Григорьев Ю.В., Гундорин Н.А., Дука-Зойоми А. — Препринт ФЭИ-2226, Обнинск, 1992.
 51. Nazarov V.M. et al. — In: Proc. of the 2nd Topics Meeting on Industrial Radiation and Radioisotope Measurement Application, Raleigh, USA, 8—11 June, 1992.
 52. Бобраков В.Ф., Полушкин В.Н. — ОИЯИ, P13-92-41, Дубна, 1992.
 53. Aksenov V.L. et al. — JINR, E3-92-110, Dubna, 1992.

ЛАБОРАТОРИЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ И АВТОМАТИЗАЦИИ

В 1992 году в Лаборатории вычислительной техники и автоматизации выполнены работы по развитию и эффективному использованию информационной вычислительной инфраструктуры ОИЯИ. Созданы новые и модернизированы имевшиеся пакеты системных и прикладных программ для ЭВМ различных уровней. Разрабо-

таны математические методы, алгоритмы и созданы комплексы программ обработки данных, моделирования физических установок и анализа экспериментальных данных. Выполнены заказы физических групп по обработке камерных снимков.

РАЗВИТИЕ ИНФОРМАЦИОННО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ ИНСТИТУТА

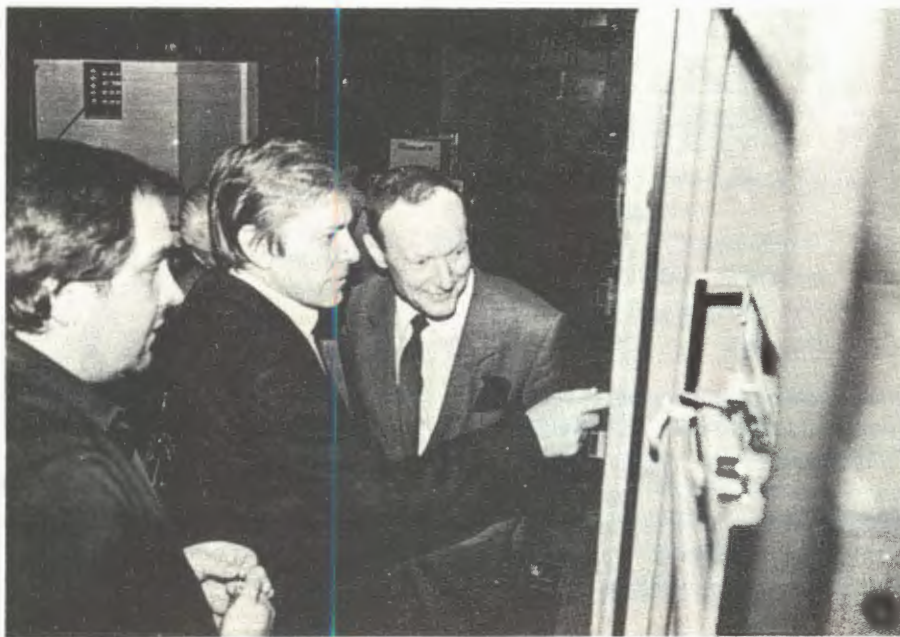
СРЕДСТВА ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ, РАЗВИТИЕ БАЗОВЫХ ЭВМ

Завершены работы по очередному этапу развития общей скоростной компьютерной сети ETHERNET ОИЯИ: проведено подключение кабельного и узлового оборудования в основных

корпусах площадки ЛВЭ/ЛСВЭ и управления ОИЯИ к существующей сети через общий узел связи в корпусе №134 ЛВТА. Получили выход на сеть ряд новых производственных помещений в ЛНФ и отделах ЛЯП. Проведено включение на новых участках сети ряда персональных ЭВМ и рабочих станций пользователей.



Научный семинар в отделе вычислительной математики



На СКС «Дубна» выделен канал связи между ОИЯИ и Лабораторией Гран Сассо в Италии, имеющей узел связи HERNET — системы, объединяющей исследовательские центры Европы. На снимке: В.П.Шириков и директор ЛВТА Р.Позе на СКС «Дубна»

Завершены подготовительные работы для начала пробной эксплуатации 64-килобитного канала связи между локальной компьютерной сетью ОИЯИ и узлом сети HERNET в лаборатории Гран Сассо ИНФН (Италия) через кабельную связь с СКС «Дубна» и спутник системы INTELSAT. Введены в эксплуатацию выделенная наземная линия связи с пропускной способностью в пределах 9,6 кбит/с между ОИЯИ и узлом сети RELCOM в ИАЭ им.И.В.Курчатова и коммутируемая линия системы ИСКРА для связи с ИФВЭ (Протвино) и ИТЭФ (Москва). Проведены пробные сеансы связи по коммутируемой телефонной линии с узлом сети FREENET в Институте органической химии (Москва), состоящей с международной сетью EARN/BITNET.

На ЕС ЭВМ введены в эксплуатацию три дисковые подсистемы общей емкостью более 8 Гбайт. Объем общей дисковой памяти комплекса ЕС ЭВМ сейчас составляет около 24 Гбайт. Создана транспьютерная вычислительная система на основе компьютера PC/386. Система состоит из 8 плат с транспьютером T800/20 и памятью 8 Мбайт на каждой и конфигурационной платы для динамического изменения архитектуры вычислительной среды. Транспьютерная система подключена к сети ETHERNET, а также связана с комплексом ЕС ЭВМ. Пользователям предоставлена возможность работы в различных программных подсистемах.

СИСТЕМНОЕ И ПРИКЛАДНОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭВМ

Введена в эксплуатацию программная система контроля, сбора и анализа информации об эффективности функционирования сети ОИЯИ, состоящей с сетью ETHERNET [1].

Для обеспечения корректного использования общей дисковой памяти несколькими машинами комплекса ЕС ЭВМ необходимо исключить параллельный доступ на запись к мини-дискету с нескольких ЭВМ. Для решения этой проблемы разработан механизм резервирования и освобождения мини-дискетов, используемых в режиме записи с разных машин [2,3]. На базовых ЭВМ VAX и ЕС ЭВМ внедрена лицензированная версия библиотеки численных алгоритмов для решения широкого круга задач в области математической физики и обработки данных, в том числе методами машинной графики. Для персональных ЭВМ в рамках операционных систем MS DOS и UNIX адаптирован ряд пакетов программ, наиболее активно используемых в ОИЯИ для решения задач экспериментальной и теоретической физики. Разработанный вариант программ для IBM PC передан в CERNLIB и принят как официальная версия ЦЕРН для MS DOS. Созданные программы переданы для эксплуатации в лаборатории ОИЯИ, некоторые институты России и ряд организаций других стран (США, Германия, Израиль, Англия) [4].



Сотрудники ЛВТА ведут работы по организации локальной сети и программного обеспечения экспериментов на сепараторе ВАСИЛИСА (ЛЯР). На снимке: рабочая станция SUNIPX

КОМПЛЕКС РАБОЧИХ И ГРАФИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ

В среде RAW разработаны многооконный диалого-графический интерфейс пользователя для системы обработки данных эксперимента ВАСИЛИСА и методика графического представления экспериментальных данных из базы REACTIONS системы PPDS. Создан ряд программ (моделирование эксперимента, опреде-

ление физических характеристик и др.) для установки «O Facility» (Германия), комплекса «Меченые нейтрино» и проекта СТОРС. Пользователи ПЭВМ, подключенных к сети ETHERNET, имеют возможность работать с файл-сервисами общего доступа (документация по различным пакетам, операционным системам, дистрибутивы программного обеспечения и др.). Имеется также целый ряд виртуальных дисков общего доступа, содержащих популярные у пользователей системы [5,6].

*Эксплуатация базовых электронно-вычислительных машин
и просмотрово-измерительной аппаратуры.
Использование лабораториями Института (в часах) базовых ЭВМ*

	ЛВТА	ЛЯП	ЛТФ	ЛВЭ	ЛСВЭ	ЛЯР	ЛНФ	Прочие	Всего
Комплекс ЕС ЭВМ (ЕС-1066А,В; ЕС-1037А,В)	5121	2839	130	1105	4721	1436	89	102	15543
8350-кластер	2379	5493+1653*	161	5209	1263	252	1227	796	18445
CDC-6500	214	46	162	1244	997	120	43	209	3035

*Время, использованное ДЕЛФИ.

В 1992 году на приборах ПУОС и САМЕТ измерено 355 тыс. треков. Приборы ПУОС и САМЕТ подключены к ЭВМ ЕС-1061, машина ЕС-1033 выведена в резерв. Шесть приборов ПУОС работают на линии с ПЭВМ типа РС/ХТ. Автомат НРД подключен к ЭВМ ЕС-1037, подготовлено программное обеспечение и начаты измерения. Разработано новое программное обеспе-

чение для измерения снимков МИС-2 на системе НРД-ЕС-1037. Для просмотра снимков с СВД подготовлены два стола БПС-75 и ведутся работы по адаптации для измерений снимков системы НРД и ПУОС.

На сканирующей измерительной системе АЭЛТ/2-160 измерено около 10 тыс. треков с установки МИС.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭЛЕКТРОННЫХ ЭКСПЕРИМЕНТОВ

Предложены методы оценки точности определения кинематических характеристик событий рассеяния мюонов в спектрометре СТОРС. Эти методы позволяют учитывать нелинейные эффекты, связанные с движением высокоэнергетических частиц в сложном магнитном поле при воздействии таких возмущающих факторов, как потери энергии, кулоновское рассеяние и погрешность измерительных приборов. На основе математического эксперимента показана высокая точность метода, позволяющего реализовать потенциальные возможности экспериментального оборудования, связанные с высокой точностью современных координатных детекторов и радикальным уменьшением вещества в рабочем объеме установки [7].

Создано математическое обеспечение системы оперативного контроля эксперимента с использованием многоканальных электронных траекторных детекторов (установка ЭКСЧАРМ).

На базе применения нейронных сетей для распознавания треков проведен учет специфики таких дискретных детекторов, как многопроводные пропорциональные камеры, приводящий к модификации так называемой роторной модели нейронной сети. Энергетическая функция сети в этой модификации содержит только один стоимостный член, что значительно ускоряет вычисления. Обеспечивается это введением селекции нейронов с помощью простых геометрических и энергетических критериев. Кроме того, применение клеточного автомата для предварительного отбора данных позволило создать начальную

конфигурацию сети с энергией, близкой к своему глобальному минимуму. Алгоритм был протестирован на 10 тыс. реальных трековых событий, полученных на спектрометре АРЕС, и показал хорошие результаты, в том числе устойчивость к шумам и надежное разрешение близко лежащих треков [8].

Исследована возможность применения прямой нейронной сети для отбора событий, связанных с рождением В-мезонов, в калориметрическом триггере многочастичного спектрометра МЧС. Проведено сравнение эффективностей отбора указанных событий с помощью нейронной сети и традиционного метода, основанного на распределениях по поперечной энергии [9].

С использованием возможностей многомашинного комплекса ЕС ЭВМ разработана и создана система обработки данных для изучения гиперядерных и многолучевых взаимодействий, зарегистрированных на гибридном спектрометре ГИВС [10].

Введена в опытную эксплуатацию программа обработки для установки РЕФЛЕКС (ЛНФ) на мультитранспьютерной станции. Создан графический и диалоговый интерфейс для задач расчета сложных электромагнитных полей физических установок (ЛСВЭ). Экспертная система поддержки принятия решений COMEX разработана для выбора компьютерного комплекса при обработке экспериментальных данных. Помимо средств, типичных для экспертной системы, COMEX содержит реляционную СУБД, подсистему работы с электронными таблицами,



На комплексе СИНС проводятся работы по моделированию и обработке данных для экспериментов ФОБОС (ЛЯР) и DISTO (ОИЯИ — Турин — Сакле — Индиана)

диалоговую графику, подсистему обработки текстов и другие средства интерфейса пользователя. Для данной экспертной системы необходим пер-

сональный компьютер IBM PC/AT или совместимый с ним, с оперативной памятью не менее 640 Кбайт и жестким диском [13,14].

РАЗРАБОТКА ПРИКЛАДНЫХ МЕТОДОВ ВЫЧИСЛЕНИЙ

Разработан новый эффективный метод приближенного вычисления кратных континуальных интегралов для решения многомерных задач квантовой физики. Созданы алгоритмы и соответствующие программы для ЭВМ. Проведено численное исследование свойств легких ядер методом приближенного континуального интегрирования. Выполнены расчеты энергии связи частиц (нуклонов) в ядре атома трития [15].

Исследованы проекционные методы решения потенциальных интегральных и дифференциальных уравнений магнитостатики, а также их некоторые обобщения. На основе проведенных исследований созданы комплексы программ, с помощью которых выполнено моделирование на ЭВМ пространственного магнитного поля сверхпроводящего магнита с ферромагнитным экраном для протонного фильтра [16].

Для широких классов дифференциальных уравнений, включающих уравнения квантовой механики с неограниченными потенциалами, построены представления решений в виде интеграла по мере в пространстве комплекснозначных траекторий [17].

Исследовано движение волн на решетках. При этом одним из ключевых моментов является решение обратной задачи для симметричных трехдиагональных матриц. Разработан численный алгоритм построения симметричных трехдиагональных матриц по заданному спектру и условиям «симметрии» ортонормированного базиса собственных векторов. Доказана аналитическая формула для собственных векторов. На ряде численных примеров показано, что предложенный численный алгоритм (метод Лонцоша с дополнительной полной ортогонализацией) дает прекрасные результаты даже для матриц высокого порядка. Без дополнительной полной ортогонализации хорошие результаты получаются лишь для матриц невысокого порядка. Предложен алгоритм вычисления системы дискретных ортогональных многочленов с произвольным весом [18—20].

Методом Монте-Карло промоделирована динамика электроядерного процесса, инициированного пучком протонов с энергией 1 ГэВ в большом блоке естественного урана. Деление образующихся ядер плутония приводит к резкому нарастанию потока нейтронов и, соответственно,

к быстрому повышению концентрации плутония. При токе пучка ускоренных протонов, равном 100 мА, в течение первых шести месяцев концентрация легкоделящихся ядер возрастает в 4—5 раз и еще приблизительно вдвое за следующее полугодие. Вследствие увеличения потока нейтронов на периферии блока, главным образом из-за деления накапливающихся там ядер плутония, в сотни раз возрастает утечка нейтронов из блока. Суммарное тепловыделение в течение года возрастает почти в 50 раз. Вместе с тем форма пространственного распределения ядер плутония (нормированное распределение) практически не изменяется с течением времени.

Выполнено математическое моделирование процессов взаимодействия пучка протонов с различными ториевыми мишенями [11].

Исследована зависимость от времени радиального распределения энергии, выделяющейся внутри трека заряженной частицы (протона или иона) с энергией $E \geq 1-10^4$ МэВ/нуклон. Подробно рассмотрен случай легких сред, когда применима аппроксимация Р.Катца и др. [12].

Найдено обоснование сходимости обобщенного эволюционного ньютоновского процесса при представлении нелинейного оператора в виде суммы регулярного оператора и его возмущения. Установлена связь этого процесса с регуляризованными процессами ньютоновского типа, исследованы условия сходимости итерационных схем, обоснован алгоритм выбора оптимального итерационного параметра.

Показано, что предложенные итерационные схемы обладают свойством регуляризации и имеют более широкую область сходимости, чем классический метод Ньютона — Канторовича при одинаковой асимптотической скорости сходимости [21].

Созданы программы для решения систем линейных дифференциальных уравнений с использованием пакетов линейной алгебры [22].

Предложен метод построения адиабатического уравнения для описания дискретного и непрерывного спектров мезомолекулярных систем путем обобщения понятия эффективной массы. Он позволяет даже в простом двухуровневом приближении получить характеристики мезоатомных резонансных реакций, хорошо

согласующихся с многоканальными расчетами [23].

Разработаны итерационная схема и программа вычисления сферических несимметричных состояний полярона в рамках модели Латтинжера — Лу, исследована сходимость итерационной схемы, основанной на разложении решения по сферическим функциям. Получена итерационная схема решения нелинейной сингулярной граничной задачи для систем дифференциальных уравнений второго порядка, коэффициенты которого зависят от асимптотик искомых решений, связанных дополнительным функциональным условием. В рамках моделей, приводящих к этой задаче, исследованы состояния сольватированного электрона, биелектрона, вычислены волновые функции бариона в КХД-модели с растущим потенциалом [24].

Разработаны алгоритмы анализа и решения систем нелинейных алгебраических уравнений, имеющих бесконечное число общих корней. Алгоритмы реализованы в виде пакета программ ASYS, написанных на языке аналитических вычислений REDUCE. Показано, как такие системы могут быть, в рамках техники базисов Гребнера, автоматически редуцированы эквивалентному набору подсистем с меньшим числом переменных. Этот метод является особенно эффективным для систем, обладающих нетривиальными свойствами однородности.

Предложен подход к исследованию интегрируемости полиномиально-нелинейных эволю-

ционных уравнений размерности $1 + 1$. Подход основан на проверке существования законов сохранения и симметрий высших порядков. Если исследуемые уравнения содержат произвольные числовые параметры, то задача отбора всех интегрируемых случаев сводится к решению систем нелинейных алгебраических уравнений на имеющиеся параметры. Для этой цели использована техника базисов Гребнера, позволяющая эффективно упрощать и решать возникающие алгебраические уравнения, которые имеют, как правило, бесконечное множество решений.

Разработан метод проверки изоморфизма конечномерных алгебр Ли и построения явного вида матрицы преобразования для изоморфных алгебр. Метод основан на исследовании систем квадратично-нелинейных алгебраических уравнений для матричных элементов матрицы преобразования с помощью метода базисов Гребнера [25—27].

Продолжались исследования по суперсимметричным моделям Гейзенберга. Выявлена их связь с феноменологическими теориями ВТСП, возникающими из модели Хаббарда, а также с одномерными и нульмерными фазовыми переходами.

Закончено исследование псевдоспиновых моделей Гейзенберга, так что в едином подходе удалось описать интегрируемые гамильтонианы от квантового осциллятора до классической суперсимметричной модели Гейзенберга [28, 29].

НАУЧНО-ПРИКЛАДНЫЕ РАБОТЫ

Разработан и создан модуль цифрового сигнального процессора, выполненный в виде платы для персональных ЭВМ типа PC-AT/386/486. Он предназначен для цифровой обработки сигналов и изображений в системах сбора и обработки данных в триггерных системах экспериментальных установок, а также в прикладных областях (в частности, в медицине). Модуль построен на

основе цифрового сигнального процессора TMS-32020. Он может быть использован как ускоритель вычислений при обработке изображений и данных, а также как основа для построения рабочего места разработчика аппаратуры [30].

Выполнены массовые расчеты параметров рассеяния мезоатомов на ядрах дейтерия и трития [31].

ЛИТЕРАТУРА

1. Мазепя Е.Ю. и др. — ОИЯИ, P11-92-164, Дубна, 1992.
2. Бавижев А.Д. и др. — ОИЯИ, P11-92-94, Дубна, 1992.
3. Кореньков В.В. и др. — ОИЯИ, P11-92-313, Дубна, 1992.
4. Ivanov V.V. et al. — JINR, E11-92-248, Dubna, 1992.
5. Акишин П.Г. и др. — ОИЯИ, P1-92-167, Дубна, 1992.
6. Баер Г. и др. — ОИЯИ, P1-92-251, Дубна, 1992.

7. Бонюшкина А.Ю. и др. — ОИЯИ, P10-92-370, Дубна, 1992.
8. Glasov A.A. et al. — JINR, E10-92-352, Dubna, 1992.
9. Иванов В.В. и др. — ОИЯИ, P10-92-156, Дубна, 1992.
10. Абдурахимов А.У. и др. — ОИЯИ, P10-92-1, Дубна, 1992.
11. Барашенков В.С. и др. — ОИЯИ, P2-92-125, P2-92-285, Дубна, 1992.
12. Барашенков В.С. — ОИЯИ, P7-92-365, Дубна, 1992.
13. Ф.Фернандес Нодарсе — ОИЯИ, P11-92-336, Дубна, 1992.
14. Иванов В.Н., Ф.Фернандес Нодарсе — ОИЯИ, P11-92-336, Дубна, 1992.
15. Lobanov Yu. Yu. et al. — «Mathematical Modelling and Applied Mathematics». North-Holland, Amsterdam, 1992, p.273.
16. Жидков Е.П. и др. — Дифференциальные уравнения, 1992, т.28, №10.
17. Егикян Р.С., Ктитарец Д.В. — Математические заметки, 1992, т.51, №5, с.44.
18. Serdyukova S.I., Zakhariev B.N. — Phys. Rev. A, 1992, vol.46, 1, p.58.
19. Сердюкова С.И. — ОИЯИ, P11-92-434, Дубна, 1992.
20. Захарьев Б.Н., Сердюкова С.И. — ОИЯИ, P4-92-10, Дубна, 1992.
21. Жанлав Т., Пузынин И.В. — Журнал вычислительной математики и математической физики, 1992, №32, с.3, с.846.
22. Вилицкий С.И. и др. — ОИЯИ, P11-92-126, Дубна, 1992.
23. Вилицкий С.И. и др. — ЯФ, 1992, т.55, с.3283.
24. Amirkhanov I.V. et al. — JINR, E11-92-205, E11-92-236, Dubna, 1992.
25. Gerdt V.P. et al. — JNR, E11-92-157, Dubna, 1992.
26. Gerdt V.P. — JINR, E11-92-338, Dubna, 1992.
27. Gerdt V.P., Lassner W. — JINR, E5-92-145, Dubna, 1992.
28. Makhankov V.G., Pashaev O.K. — Journ. of Math. Phys., 1992, vol.33, p.2923.
29. Makhankov V.G., Pashaev O.K. — Pseudospin Models in Condensed Matter, Gordon and Breach, London, 1992.
30. Меньшиков А.Л. и др. — ОИЯИ, P10-92-182, Дубна, 1992.
31. Korobov V.I. et al. — JINR, E4-92-358, Dubna, 1992.

УЧЕБНО-НАУЧНЫЙ ЦЕНТР ОИЯИ

Главной задачей Учебно-научного центра МГУ и МИФИ при ОИЯИ в 1992 г. было дальнейшее развитие учебного процесса на базе кафедр соответствующих вузов. При создании УНЦ определены следующие направления: физика элементарных частиц; физика атомного ядра, ядерные методы в физике конденсированных сред, высокотемпературная сверхпроводимость, радиобиология. В 1992 г. введена новая специализация — физика ускорителей.

В настоящее время в УНЦ обучается 94 студента. Кроме учащихся из МГУ, МИФИ, МФТИ этот процесс охватывает студентов из университетов Владивостока, Воронежа, Киева, Омска, Ростова, Саратова, Уральского политехнического института. В программу обучения входит работа в научных лабораториях ОИЯИ.

В истекшем году группа студентов выезжала в двухнедельную поездку в университет г.Лодзи,

один студент участвовал в работе летней школы ЦЕРН, направлены для продолжения обучения 3 студента в США.

УНЦ установил контакты с Европейским физическим обществом по вопросам создания и работы Европейской схемы обмена студентами-физиками (EMSFS). Европейское физическое общество предложило УНЦ быть координатором этой схемы в России и участвовать в разработке и использовании базы данных EMSFS.

С целью привлечения студентов для обучения в УНЦ в Дубне проведена трехдневная школа для студентов-физиков второго курса МГУ, организованы экскурсии в ОИЯИ для студентов МГУ и МИФИ.

Деятельность УНЦ нашла свое отражение в специальном выпуске газеты «Дубна: наука, сотрудничество, прогресс».



Делегация Министерства науки Исламской Республики Иран в Учебно-научном центре ОИЯИ

**МЕЖДУНАРОДНЫЕ
СВЯЗИ
И НАУЧНОЕ
СОТРУДНИЧЕСТВО**



НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО

Основные итоги 1992 года по международному научно-техническому сотрудничеству Объединенного института ядерных исследований характеризуют следующие данные:

— проведены совместные исследования с научными центрами стран-участниц, а также международными и национальными организациями других стран по 26 темам первого приоритета и по 34 темам второго приоритета;

— для решения вопросов сотрудничества и участия в научных совещаниях и конференциях Объединенный институт командировал 1237 специалистов;

— для совместных работ, консультаций и совещаний в ОИЯИ было принято 984 специалиста;

— организовано и проведено 11 крупных международных конференций, 18 рабочих и 16 научно-организационных совещаний;

— в лабораториях Института работали 9 стипендиатов.

18 марта 1992 года Комитетом Полномочных Представителей государств — членов Института был изменен Устав Объединенного института ядерных исследований, утвержденный 23 сентября 1956 года. 23 июня 1992 года Полномочные Представители государств — членов ОИЯИ подписали новый Устав Объединенного института ядерных исследований. Статья 1 Устава гласит:

«Объединенный институт ядерных исследований, в дальнейшем именуемый «Институт»,



Встреча дирекции Института с делегацией Республики Польша



Директор ЛВЭ академик А.М.Балдин и советник по науке Посольства Италии в России профессор Г.Пираджино на заседании Комитета Полномочных Представителей ОИЯИ



Председатель комитета по сотрудничеству ЦЕРН — ОИЯИ профессор Л.Монтане и профессор В.А.Никитин в перерыве совещания НКС по физике высоких энергий

является международной межправительственной научно-исследовательской организацией, созданной в соответствии с Соглашением об организации Объединенного института ядерных исследований от 26 марта 1956 года и осуществляющей свою деятельность на принципах ее открытости для участия всех заинтересованных государств, их равноправного взаимовыгодного сотрудничества».

Количество государств — членов ОИЯИ в 1992 году достигло 18. Это Республика Азербайджан, Республика Армения, Республика Беларусь, Республика Болгария, Венгерская Республика, Социалистическая Республика Вьетнам, Республика Грузия, Республика Казахстан, Корейская Народно-Демократическая Республика, Республика Куба, Республика Молдова, Монголия, Республика Польша, Россия, Румыния, Республика Узбекистан, Украина, Чешская и Словацкая Федеративная Республика.

Сотрудничество с институтами и организациями стран-участниц ОИЯИ велось с учетом приоритетности научных направлений.

Интересные результаты по ядерной физике были получены сотрудниками ЛНФ совместно с коллегами из Лодзинского университета. Продолжались исследования конденсированных сред с помощью малоуглового рассеяния нейтронов совместно с ЦИФИ (Венгерская Республика). В сотрудничестве с ИЯИЯЭ (Болгария) велись работы по изучению процессов деления резонансными нейтронами. Специалисты Физического института в Братиславе, Карлова университета и Института ядерной физики в Ржеже принимали участие в исследованиях деления ядер и радиационного захвата нейтронов. Совместно с Харьковским физико-технологическим институтом и Физико-

техническим институтом (Обнинск) в ЛНФ завершён цикл исследований температурной зависимости плотности бозе-конденсата в сверхтекучем гелии.

В создание спектрометра ФОБОС Лаборатории ядерных реакций немалый вклад продолжает вносить База развития и внедрения БАН в Софии, в Бухаресте изготавливаются и поставляются в ЛЯР ОИЯИ элементы системы разводки пучков тяжелых ионов. Продолжаются плодотворные научные контакты с Институтом ядерной физики в Кракове, Институтом ядерной физики в Ржеже и Университетом им. Коменского в Братиславе по синтезу и изучению свойств экзотических ядер и ядерных систем, образующихся при взаимодействии тяжелых ионов с ядрами.

Ведутся исследования в Ядерном центре Карлова университета на ускорителе Ван де Граафа с помощью протонной поляризованной «замороженной» мишени, изготовленной и поставленной ОИЯИ для совместных экспериментов. В ЛЯП ОИЯИ в сотрудничестве с узбекскими специалистами создана модель ускорителя У-115, предназначенная для Института ядерной физики АН Узбекистана. С целью решения вопросов, связанных с изготовлением циклотрона для Кубы, Гавану посетила делегация ОИЯИ.

Активными были научные контакты ЛВЭ со специалистами Болгарии, Румынии и Польши в реализации проекта СФЕРА. В Болгарии проводились работы по изготовлению электронной аппаратуры для нуклотрона и оборудования для спектрометра АЛЬФА.

Значительный вклад в сотрудничество с ОИЯИ вносят научные центры и исследовательские организации ФРГ, финансирующие в основном экспериментальные и теоретические



Участники совещания по научному сотрудничеству ОИЯИ с физическими центрами ФРГ в Дубне

исследования в области физики конденсированных сред и тяжелых ионов. В декабре в Дубне состоялось совещание экспертов по программе сотрудничества между ОИЯИ и научными центрами ФРГ, уточнившее направления дальнейших совместных исследований, проводимых как в рамках Соглашения с Федеральным министерством по исследованиям и технологии ФРГ, так и на двусторонней основе. Сотрудничество между немецкими и дубненскими теоретиками осуществляется в рамках программы «Гейзенберг — Ландау», в соответствии с которой в Ладенберге состоялось II рабочее совещание, посвященное сильным взаимодействиям, а в Дубне в августе была проведена Международная школа по теории поля.

К положительным факторам в развитии международного сотрудничества в 1992 году можно отнести укрепление связей с китайскими научными центрами. В течение года в научные центры и на конференции в КНР выехало 13 сотрудников ОИЯИ, 10 китайских ученых и специалистов было принято в Дубне; кроме того, ОИЯИ посетили делегации АН Китая, Центра ядерной информации, Пекинского электрон-позитронного коллайдера.

Продолжалось интенсивное сотрудничество с научными центрами других стран. В ЦЕРН сотрудники ОИЯИ участвуют в исследованиях на коллайдере ЛЭП с помощью установки ДЕЛФИ. Продолжались совместные работы с научно-

исследовательскими организациями Италии в ходе реализации проекта ОБЕЛИКС. Ряд совместных экспериментов был выполнен в научных центрах Франции: сотрудники ЛЯР участвовали в экспериментах в ГАНИЛ, группа физиков ЛВЭ выезжала на первый совместный эксперимент с поляризованными дейтронами в Сакле. Активное сотрудничество осуществлялось ЛЯП с Центром по ядерной спектроскопии и масс-сепарации в Орсе. Расширяется сотрудничество физиков Лаборатории ядерных проблем и Лаборатории сверхвысоких энергий в подготовке исследований на суперколлайдере в Далласе (США). В Дубне были приняты представительные делегации американских специалистов для решения вопросов изготовления экспериментального оборудования. Научные контакты с Центром технических исследований (Финляндия) и Петербургским институтом ядерной физики позволили завершить создание фурье-дифрактометра высокого разрешения для исследований на ИБР-2 и получить первые интересные физические результаты.

Группа ученых из Объединенного института ядерных исследований и Института ядерной физики АН Узбекистана провела совместно с физиками Канады и США на ускорителе TRIUMF эксперимент по изучению корреляций протонных пар при взаимодействии поляризованных протонов с энергией 500 МэВ с различными ядрами.

ЦЕРН. Установка ОБЕЛИКС.
Совместный ОИЯИ — ЦЕРН
эксперимент по изучению ди-
намики аннигиляции анти-
нуклонов



НАУЧНЫЕ СОВЕЩАНИЯ

В 1992 году ОИЯИ организовал и провел одиннадцать крупных международных совещаний.

7—10 апреля в Дубне проходило Международное совещание по лазерной физике. В нем приняли участие около 70 ученых из многих стран, от Объединенного института в совещании участвовали сотрудники ЛТФ, ЛЯР, ЛНФ, ЛВТА. Научная программа совещания включала следующую тематику: лазеры и их применение, когерентные поля, лазерная спектроскопия.

Международный семинар, посвященный взаимодействию нейтронов с ядрами, состоялся в Дубне 14—17 апреля. В работе семинара принимали участие физики из многих институтов стран-участниц ОИЯИ, а также из Соединенных Штатов Америки, Германии, Бельгии. Программа семинара охватывала очень широкий спектр вопросов: от свойств нейтрона как элементарной частицы — до структуры ядра, природы возбуж-

денных состояний, вопросов методики исследований и прикладных аспектов, связанных с использованием нейтронов в ядерной энергетике и других областях науки и техники.

III Международный симпозиум «Слабые и электромагнитные взаимодействия в ядрах» (WEIN-92) проведен в Дубне 16—22 июня Объединенным институтом при поддержке Международного союза чистой и прикладной физики. В работе симпозиума приняли участие более 200 ученых из различных стран-участниц ОИЯИ и других стран. В программу симпозиума были включены проблемы фундаментальных симметрий, слабых взаимодействий в астрофизике и космологии, бета-распада и двойного бета-распада, мюонной физики, физики нейтрино на ускорителях и реакторах, другие вопросы.

7—16 июля в Дубне состоялось VIII Международное совещание «Нелинейные эволюционные уравнения и динамические системы». В его работе

приняли участие ученые из различных стран мира. Программа симпозиума включала вопросы, традиционные для этой серии: интегрируемые динамические системы и близкие к ним; неинтегрируемые 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.). Обсуждавшиеся методы простираются от чисто математических до вычислительных в приложении к теории и эксперименту.

«Глобальный экологический мониторинг» — так называется международный неправительственный проект, обсуждение которого состоялось на рабочем совещании в Дубне с 9 по 11 августа. Координаторами совещания стали Ливерморская национальная лаборатория США и от СНГ — Экологическая станция контроля окружающей среды отделения Всемирной лаборатории. Около ста представителей государственных ведомств и

научных учреждений США и государств СНГ приняли участие в обсуждении научно-технологических и конверсионных аспектов международного проекта глобального экологического мониторинга, географических, политических и международных проблем объединения усилий ученых и политиков для организации контроля окружающей среды, организационных и финансовых вопросов осуществления проектов и связанных с ними исследовательских программ.

29—31 августа в Дубне состоялась международная конференция «Наука. Философия. Религия», тема которой «Познание духовного мира». На конференции обсуждались такие вопросы, как духовное и интеллектуальное, проблема духовного в современной философии на Западе и Востоке, современные духовные течения, духовность и мистицизм.

1—4 сентября в Дубне проходил международный семинар «Структурные исследования на импульсных источниках нейтронов», организованный Лабораторией нейтронной физики



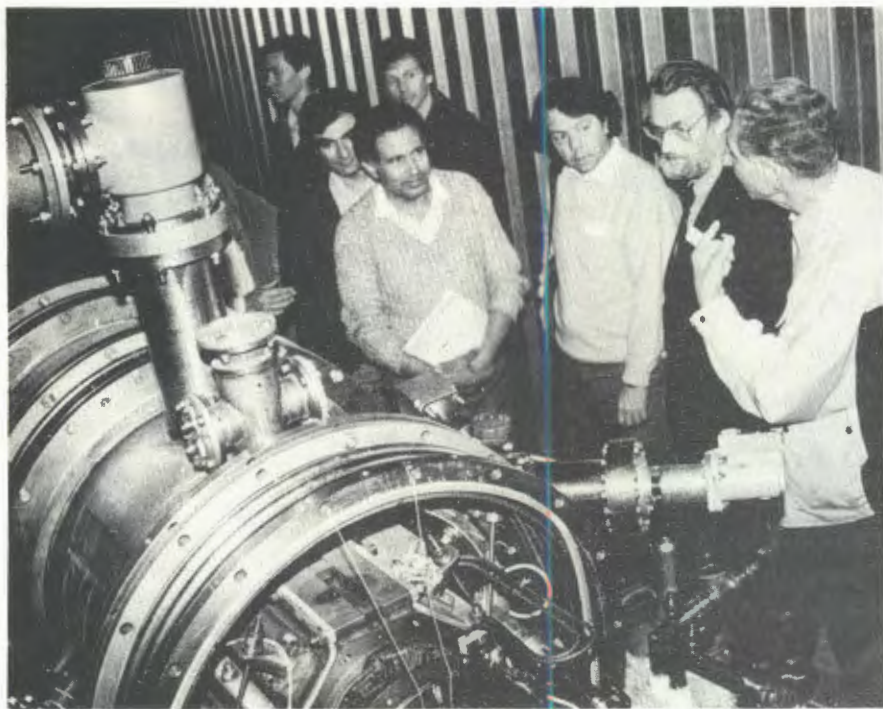
16—22 июня в Дубне проходил III Международный симпозиум «Слабые и электромагнитные взаимодействия в ядрах» (WEIN-92)



Профессор М.Г.Мещеряков (ОИЯИ) и профессор Э.Теллер (США) среди участников совещания по проекту «Глобальный экологический мониторинг»



Участники рабочего совещания «КХД при конечной температуре, связанные состояния и ядерная динамика» на прогулке в Ратмино



Участники XI Международного семинара по проблемам физики высоких энергий на нуклотроне ОИЯИ

им. И. М. Франка при поддержке Комиссии по дифракции нейтронов Международного союза кристаллографов. В семинаре приняли участие 95 физиков, в том числе 27 ученых из ведущих нейтронных центров Европы, США и Японии. Двумя главными темами, обсуждение которых состоялось на семинаре, являлись дифракционные исследования структуры кристаллов и изучение крупномасштабных неоднородностей в конденсированных средах методом малоуглового рассеяния нейтронов. Выбор тематики обусловлен тем, что в июне 1992 г. на высокочастотном импульсном реакторе ИБР-2 введен в действие уникальный нейтронный дифрактометр, позволяющий вести измерение нейтронограмм с очень высоким разрешением. Кроме того, с введением в эксплуатацию нового холодного замедлителя нейтронов в конце 1992 г. на ИБР-2 значительно улучшались условия проведения экспериментов по малоугловому рассеянию.

Семинар был посвящен памяти Ю. М. Останевича, многие годы руководившего коллективом физиков на реакторе ИБР-2 и являющегося одним из основоположников метода малоуглового рассеяния на импульсных источниках нейтронов.

XI Международный семинар по проблемам физики высоких энергий проходил в Дубне с 7 по 12 сентября. На нем обсуждались основные направления развития релятивистской ядерной физики и квантовой хромодинамики. В программе семинара — обзорные доклады ученых из ОИЯИ, а также из ЦЕРН, СЕБАФ, Брукхейвена, Сакле. Заметное место было отведено физике поляризованных явлений, в частности новым результатам,

полученным в экспериментах на поляризованных пучках дейтронов на синхрофазотроне ОИЯИ.

В научно-технической библиотеке Института к семинару была организована выставка литературы, на которой представлено более 100 трудов конференций, монографий, журнальных статей, отражающих различные аспекты релятивистской ядерной физики, квантовой хромодинамики, теории калибровочных полей.

Международная конференция «Структура ядра и ядерные реакции при низких и промежуточных энергиях» проходила в Дубне с 15 по 19 сентября. Программа конференции включала доклады, посвященные исследованию структуры ядер, образующихся в реакциях с экзотическими пучками и мишенями, описанию коллективных возбуждений, высокоспиновых состояний, супердеформаций ядер, реакциям с тяжелыми ионами, новым видам возбуждения ядер. В работе конференции приняли участие 150 ученых из многих стран мира, большие делегации представляли Россию, Германию, Италию.

Ученые ЛЯП, ЛСВЭ, ЛНФ, ЛВТА, ЛВЭ участвовали в XV Международном симпозиуме по ядерной электронике, который проходил в Варшаве 29 сентября — 2 октября. Организаторами симпозиума были ОИЯИ и польский КАМАК. Симпозиум проводился при поддержке Государственного агентства по атомной энергии Польши, Международного комитета ESONE, ЦЕРН.

XIII Совещание по ускорителям заряженных частиц проходило в Дубне с 13 по 15 октября. В нем принимали участие более 200 специалистов из стран-участниц Института. Программа сове-

шания охватывала следующие темы: современные тенденции развития ускорителей и проблемы больших ускорительных комплексов; ускорители

тяжелых ионов; ускоряющие структуры и мощная радиотехника; автоматизированные системы управления ускорителями и многие другие вопросы.

УЧАСТИЕ ОИЯИ В МЕЖДУНАРОДНЫХ И НАЦИОНАЛЬНЫХ КОНФЕРЕНЦИЯХ

В 1992 г. ученые и специалисты Объединенного института ядерных исследований участвовали в 149 международных и национальных конференциях.

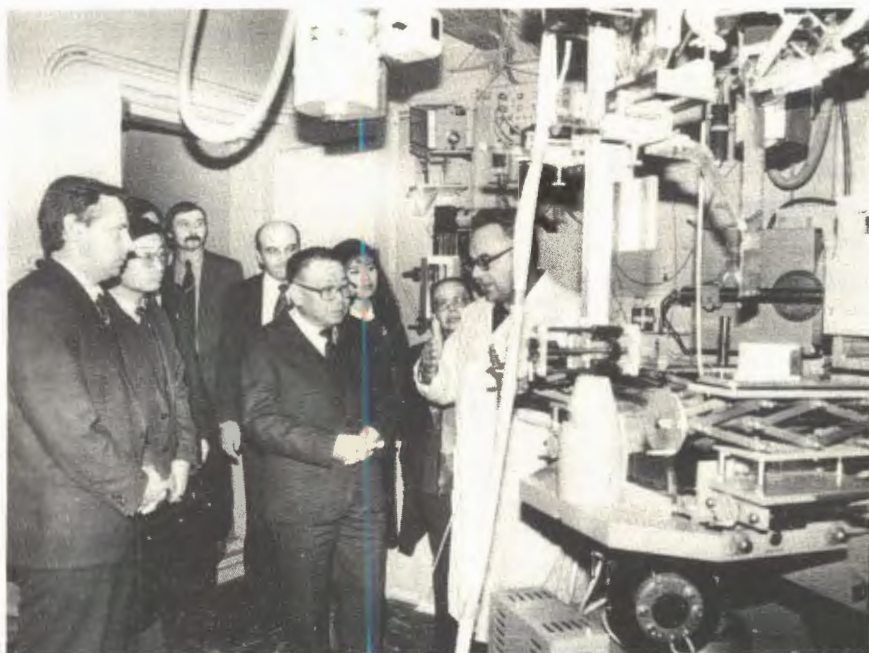
Наиболее крупные делегации представляли Институт на Международном совещании по технологиям программирования, искусственному интеллекту и экспертным системам в физике высоких энергий и ядерной физике (Франция, Ла-Лонд-Ле-Мор), Международной конференции по проволоочным камерам (Австрия, Вена), III Международной конференции ЕПАК (Германия, Берлин), Международной школе по ядерной физике (Германия, Хольцхау), Международном совещании «Поляроны и приложения» (Россия, Пущино), Международном симпозиуме по возбужденным состояниям в ядрах (Польша, Лодзь), XV Семинаре по физике высоких энергий и

теории поля (Россия, Протвино), VI Международной конференции по ядрам, удаленным от стабильности (Германия, Бернкастель), XV Международной конференции по ускорителям высоких энергий (Германия, Гамбург), Международной конференции по ядерной физике (Германия, Висбаден), Международной конференции по физике высоких энергий (США, Даллас), Международной конференции «Структура адронов» (Чехо-Словакия, Стара Лесна), Международной конференции по ядерной химии и радиохимии (Австрия, Вена), XVI Международной конференции по твердотельным детекторам (Китай, Пекин), Совещании по микротронам и их применению (Болгария, Пловдив), Конференции по фундаментальным взаимодействиям элементарных частиц (Россия, Москва).

ГОСТИ ОИЯИ

В 1992 году дирекцией Объединенного института было принято 15 крупных делегаций, в состав которых входили видные ученые и

специалисты, представители дипломатических кругов США, Ирана, Китая, Кореи, Кубы, Польши, Франции.



Посол КНР в России Ван Цзиньцин во время посещения ЛЯП ОИЯИ

**Справка о количестве командировок специалистов стран-участниц и других стран
в Объединенный институт ядерных исследований в 1992 году**

Страна	Лаборатория (подразделение)	ЛВЭ	ЛЯП	ЛТФ	ЛНФ	ЛЯР	ЛВТА	ЛСВЭ	ОРБЕРИ	Упр.	Итого
Азербайджан		—	—	1	—	—	—	—	—	—	1
Болгария		2	8	6	3	8	5	1	—	—	33
Венгрия		2	1	—	16	4	—	—	—	—	23
Вьетнам		—	—	2	—	—	—	—	—	—	2
КНДР		1	1	—	—	1	—	—	—	—	3
Куба		—	7	—	—	—	—	—	—	—	7
Монголия		3	1	—	1	2	2	—	—	—	9
Польша		14	14	3	17	16	1	2	—	—	67
Румыния		5	1	5	10	3	—	—	—	—	24
Украина		2	—	1	—	—	—	—	—	—	3
Чехо-Словакия		9	10	9	6	12	2	1	3	3	55
Германия		10	11	15	29	20	5	2	2	2	96
Общее количество командировок из стран- участниц и Германии		48	54	42	82	66	15	6	5	5	323
Австрия		—	—	3	—	—	1	—	1	—	5
Бельгия		6	—	—	—	—	—	—	—	—	6
Великобритания		7	3	4	4	2	—	—	—	1	21
Греция		1	—	—	—	—	—	—	—	—	1
Египет		1	—	2	1	2	—	—	—	—	6
Зимбабве		—	—	1	—	—	—	—	—	—	1
Индия		—	—	2	2	—	—	—	—	—	4
Испания		—	—	4	—	—	—	—	—	—	4
Италия		21	3	6	—	2	—	2	—	—	34
Канада		—	—	—	—	1	—	—	—	—	1
КНР		—	3	—	2	1	—	—	—	4	10
Ливия		—	1	—	—	—	—	—	—	—	1
Нидерланды		1	—	—	—	—	—	—	—	—	1
Норвегия		—	—	—	1	—	—	—	—	—	1
США		17	22	3	4	3	1	6	—	2	58
Турция		—	—	2	—	—	—	—	—	3	5
Финляндия		2	—	—	3	—	—	—	—	—	5
Франция		1	13	8	7	6	—	8	—	—	43
Швейцария		2	4	1	—	—	1	10	—	—	18
Швеция		5	—	1	—	—	—	—	—	—	6
Югославия		2	—	2	—	—	—	—	—	—	4
Южная Корея		—	—	6	—	—	—	—	—	—	6
Япония		3	1	2	2	1	—	—	—	—	9
Итого:		117	104	89	108	84	18	32	6	15	573

Кроме того, 94 специалиста из стран-участниц, 92 — из ФРГ, а также 225 специалистов из других стран приезжали в ОИЯИ для участия в его совещаниях, конференциях, школах и научно-организационных мероприятиях

**Справка о количестве командировок специалистов
Объединенного института ядерных исследований
в страны-участницы и другие страны в 1992 году**

Страна	Лаборатория (подразделение)	ЛВЭ	ЛЯП	ЛТФ	ЛНФ	ЛЯР	ЛВТА	ЛСВЭ	ОРБИРИ	Упр.	Пронзв. подр.	Итого	в т.ч. на конф.
Болгария		24	5	7	6	11	8	3	—	2	3	69	9
Венгрия		1	—	1	8	2	1	4	—	4	2	23	3
Вьетнам		—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	1	—
Куба		—	2	—	—	—	—	—	—	2	—	4	—
Монголия		1	—	1	—	—	1	—	—	—	—	3	—
Польша		22	14	10	26	11	8	5	—	9	7	112	45
Румыния		8	2	1	7	10	1	6	—	4	3	42	3
Чехо-Словакия		7	32	13	18	34	8	10	2	5	14	143	41
Германия		16	32	62	42	100	18	19	—	5	4	296	73
Общее количество командировок в страны-участницы и Германию, не считая 35 командировок по вызовам Полномочных Представителей стран-участниц		79	87	95	108	168	45	47	2	31	33	697	174
Австралия		2	—	—	1	—	—	—	—	—	—	3	2
Австрия		3	2	6	1	5	1	6	2	2	—	28	18
Бельгия		3	—	2	2	—	—	—	—	—	—	7	—
Великобритания		—	—	—	5	1	1	—	—	—	—	7	1
Дания		—	—	2	—	—	1	—	—	—	—	3	2
Египет		1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—
Индия		—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	2	—
Ирландия		—	1	2	—	—	—	—	—	—	—	3	—
Испания		2	—	3	—	—	—	1	—	1	—	7	2
Италия		8	23	31	4	4	4	9	—	2	—	85	32
Канада		—	2	1	2	4	—	4	—	—	—	13	5
КНР		1	—	2	2	8	—	—	—	—	—	13	7
Нидерланды		—	—	—	4	—	1	3	—	—	—	8	4
Норвегия		—	—	1	2	—	—	—	—	—	—	3	2
Португалия		—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	1	—
США		12	14	8	7	5	2	8	—	5	—	61	21
Турция		—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	2	—
Финляндия		12	—	—	3	1	—	—	—	—	3	19	4
Франция		12	26	13	4	23	13	2	—	—	—	93	26
Швейцария		20	60	8	—	2	11	39	—	7	—	147	10
Швеция		19	—	3	—	—	3	—	—	—	—	25	8
Югославия		—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	1	—
Япония		4	1	3	1	—	1	—	—	—	—	10	7
Всего:		178	216	185	146	222	83	119	4	48	36	1237	
в т.ч. на конференции		40	23	60	55	67	37	31	1	11	—		325

**Перечень научных и научно-организационных совещаний,
проведенных Объединенным институтом ядерных исследований в 1992 году**

Наименование	Место проведения	Время проведения	Количество участников
<i>1. Совещания, семинары, симпозиумы</i>			
Совещание по лазерной физике	Дубна	7—10 апреля	70
Международный семинар по взаимодействию медленных нейтронов с ядрами	Дубна	14—17 апреля	100
Международный симпозиум по слабым и электромагнитным взаимодействиям в ядрах	Дубна	16—22 июня	250
VII Международное совещание по нелинейным эволюционным уравнениям и динамическим системам	Дубна	7—16 июля	120
Совещание по проекту «Глобальный экологический мониторинг»	Дубна	8—12 августа	80
Семинар «Наука. Философия. Религия»	Дубна	29—31 августа	100
Международный семинар по структурным исследованиям на импульсных источниках нейтронов	Дубна	1—4 сентября	150
XI Международный семинар по проблемам физики высоких энергий «Релятивистская ядерная физика и квантовая хромодинамика»	Дубна	7—12 сентября	250
Международная конференция по структуре ядра и ядерным взаимодействиям при низких и промежуточных энергиях	Дубна	15—19 сентября	150
XV Международный симпозиум по ядерной электронике	Варшава, РП	29 сентября — 2 октября	120
XIII Совещание по ускорителям заряженных частиц	Дубна	13—15 октября	250
<i>II. Рабочие совещания</i>			
Рабочее совещание по программному обеспечению исследований в физике высоких энергий и ядерной физике	Дубна	27—29 января	50
Совещание по исследованию столкновений релятивистских ядер с помощью фотоэмulsionей	Дубна	4—6 февраля	50
Рабочее совещание по нейтринному детектору ИФВЭ—ОИЯИ	Дубна	31 марта — 2 апреля	50
Совещание «Твердотельные детекторы и их применение»	Дубна	24—26 марта	60
Совещание по исследованиям на установке ГИБС	Дубна	28—30 апреля	45
Совещание по взаимодействию поляризованных дейтронов и легких ядер с протонами	Дубна	5—7 мая	30
Семинар «Точные измерения в ядерной спектроскопии»	Дубна	5—7 мая	30

Наименование	Место проведения	Время проведения	Количество участников
Совещание по программе ускорительного комплекса ЛЯР и программе физических исследований на накопителях тяжелых ионов	Смоленице, ЧСФР	1—6 июня	50
XI Совещание по ЕМІ-01	Дубна	11—13 мая	40
Совещание по исследованию биологических и липидных мембран, амфифилов с помощью нейтронов	Дубна	19—21 мая	65
Совещание по установке СВД	Дубна	26—27 мая	40
Совещание по перспективам исследований μ SR	Дубна	30 июня — 2 июля	50
Совещание «Использование активационного анализа в охране окружающей среды»	Дубна	15—18 сентября	50
Совещание по множественному образованию частиц в релятивистских ядро-ядерных столкновениях	Дубна	22—24 сентября	50
Совещание по экспериментам на установке ЭКСЧАРМ	Дубна	29 сентября — 1 октября	50
Совещание по исследованиям на установке СФЕРА	Дубна	3—5 ноября	50
Совещание по крупномасштабному применению силиконовых детекторов в физике высоких энергий	Дубна	1—4 декабря	50
Совещание по проблеме глубоководной регистрации нейтрино	Дубна	2—5 декабря	50

III. Научно-организационные совещания

НКС по теоретической физике	Дубна	13 января	100
НКС по физике низких и промежуточных энергий	Дубна	13—14 января	120
НКС по исследованию конденсированных сред ядерными методами	Дубна	15—16 января	100
НКС по физике высоких энергий	Дубна	15—16 января	120
Заседание координационного комитета	Дубна	16—21 января	15
71 сессия Ученого совета ОИЯИ	Дубна	17—19 января	120
Комитет Полномочных Представителей правительств государств — членов ОИЯИ	Дубна	17—19 марта	120
Комитет Полномочных Представителей правительств государств — членов ОИЯИ	Дубна	3—4 июня	120
72 сессия Ученого совета ОИЯИ	Дубна	5—6 июня	120
Заседание Контрольной комиссии Финансового комитета	Дубна	23—25 июня	20
Заседание Финансового комитета	Дубна	29—30 сентября	80
НКС по исследованию конденсированных сред ядерными методами	Дубна	24—25 ноября	100
Комиссия по выборам дирекции ОИЯИ	Дубна	24—25 ноября	30
НКС по физике высоких энергий	Дубна	26—27 ноября	120

Наименование	Место проведения	Время проведения	Количество участников
НКС по физике низких и промежуточных энергий	Дубна	8—9 декабря	120
НКС по единой технической политике	Дубна	10 декабря	120
Совещание по научному сотрудничеству ОИЯИ с физическими центрами Германии	Дубна	13—14 декабря	70

Перечень конференций, симпозиумов, совещаний и школ, в которых принимали участие специалисты Объединенного института ядерных исследований в 1992 году

Международная конференция по малочастичным системам в физике	Австралия, Аделаида	5—11 января	2
Международная конференция «Поляризационная динамика в ядерной физике и физике частиц»	Италия, Триест	7—10 января	2
Международное совещание по технологии программирования, искусственному интеллекту и экспертным системам в физике высоких энергий и ядерной физике	Франция, Ла-Лонд-Ле-Мор	13—18 января	5
XX Международная конференция «Строение ядер и ядерные возбуждения»	Австрия, Хиршегг	19—25 января	2
Международный комитет по будущим ускорителям	США, Даллас	26 января — 6 февраля	1
III Школа по физике и технологии лазеров и оптических волокон	Италия, Триест	27 января — 21 февраля	1
Координационное совещание исследовательской программы МАГАТЭ	Австрия, Вена	3—7 февраля	1
Международное рабочее совещание «Расчеты и анализ ядерных данных для ядерной энергетики и безопасности»	Италия, Триест	10 февраля — 13 марта	1
Международная школа по теоретической физике	Польша, Карпач	17—29 февраля	1
6 Международная конференция по проволочным камерам	Австрия, Вена	17—21 февраля	5
Международное рабочее совещание «Взаимосвязь между физикой и математикой»	Австрия, Вена	28 февраля — 14 марта	2
Рабочее совещание коллаборации GEM	США, Тусон	1—14 марта	1
Совещание-семинар по САПР	Россия, Протвино	3—5 марта	2
IV Симпозиум по суперколлайдеру	США, Новый Орлеан	4—6 марта	1
Рабочее совещание по программе экспериментов по LHC	Франция, Эвьян-Ле-Бен	4—9 марта	2
Международная конференция по теории связанных состояний	Япония, Токио	14—25 марта	1
Международный симпозиум по изучению поверхностей	Франция, Ла-Плань	15—21 марта	1
1 Российско-норвежский симпозиум по оценке атмосферных загрязнений на наземные экосистемы приграничной территории	Норвегия, Киркенес	18—20 марта	2

Наименование	Место проведения	Время проведения	Количество участников
Международная конференция «КХД и высокоэнергетические взаимодействия адронов»	Франция, Лез-Арк	22—28 марта	2
Рабочее совещание по адронной спектроскопии легких кварков	Россия, Протвино	23—27 марта	4
III Международная конференция ЕПАК	Германия, Берлин	23—30 марта	5
Международное совещание по физике и технике вторичных пучков	Франция, Дурдан	23—25 марта	3
Рабочее совещание по рассеянию нейтронов	Германия, Бад-Шандау	29 марта — 8 апреля	2
Международная школа «Проект-компьютерные сети»	Италия, Триест	30 марта — 17 апреля	1
Международная школа по ядерной физике	Германия, Хольцхау	4—12 апреля	8
Рабочее совещание по глубоконеупругому рассеянию	Германия, Цойтен	6—10 апреля	1
IV Европейская конференция по атомной и молекулярной физике	Латвия, Рига	5—9 апреля	1
XII Генеральная конференция Отделения физики конденсированных сред ЕФО	Чехо-Словакия, Прага	6—9 апреля	2
Международная конференция по критическим токам в высокотемпературных сверхпроводниках	Австрия, Вена	22—24 апреля	1
VII Симпозиум по применению микрокомпьютеров и микропроцессоров	Венгрия, Будапешт	22—24 апреля	4
Рабочее совещание по эксперименту NA-48	Австрия, Вена	25—30 апреля	1
Рабочее совещание по ECR-источникам ионов	Швейцария, Женева	22 апреля — 9 мая	1
Рабочее совещание ЦЕРН коллаборации «НОМАД»	Швейцария, Женева	25 апреля — 16 мая	1
Весенняя школа по физике конденсированных сред «Сверхпроводимость»	Италия, Триест	27 апреля — 10 июня	3
III Международная школа «Эволюционные стохастические системы: теория и применение в физике и биологии»	Украина, Киев	3—14 мая	1
IV Международная конференция по континуальному интегрированию	Германия, Тутцинг	8—21 мая	3
Международная конференция «Динамический отклик в простых металлических системах»	Италия, Варенна	11—16 мая	1
Международное совещание «Странность в ядрах»	Польша, Краков	5—8 мая	1
Международная конференция по криогенике	Чехо-Словакия, Брно	12—15 мая	2
Международная конференция по высокотемпературной сверхпроводимости	Китай, Пекин	25—29 мая	2
IV Международный семинар по ядерной физике	Италия, Амалфи	18—22 мая	2
Международная конференция SHIM-92	Германия, Бенсгейм	19—22 мая	2
Международное совещание «Поляроны и приложения»	Россия, Пущино	23—31 мая	9

Наименование	Место проведения	Время проведения	Количество участников
Совещание «Структура ядра, коллективные возбуждения и бозонные представления»	Польша, Варшава	25—30 мая	1
XXII Совещание по физике взаимодействий заряженных частиц с кристаллами	Россия, Москва	25—27 мая	1
XV Международная конференция по физике элементарных частиц	Польша, Варшава	25—29 мая	2
Международная конференция по строению барионов и мезонов «Барионы-92»	США, Нью-Хейвен	1—4 июня	2
Симпозиум по использованию циклотронов в медицине	Финляндия, Хельсинки	1—4 июня	1
Международное совещание по проблемам квантовой механики	Италия, Бари	1—4 июня	2
II Международный симпозиум по ядерной аналитической химии	Канада, Торонто	3—5 июня	2
Заседание Американского ядерного общества	США, Бостон	6—16 июня	1
Международная конференция по технической сверхпроводимости	Украина, Киев	8—12 июня	1
Международное рабочее совещание по коррелированным системам атомной и молекулярной физики	Италия, Триест	14 июня — 31 июля	1
Международная школа по физике высоких энергий и космологии	Италия, Триест	15 июня — 10 июля	2
Совещание по передовой технологии и физике частиц	Италия, Комо	21—29 июня	1
Международный симпозиум по возбужденным состояниям в ядрах	Польша, Лодзь	21—26 июня	6
Заседание МАГАТЭ по повышению надежности и безопасности ядерных реакторов	Австрия, Вена	22—24 июня	1
III Международная школа по ядерной физике	Украина, Киев	22 июня — 1 июля	2
Международная конференция «Передовая технология и физика частиц»	Франция, Париж	22—26 июня	1
VII Совещание по применению ускорителей заряженных частиц в народном хозяйстве	Россия, Санкт-Петербург	23—25 июня	1
XI Симпозиум по сильноточной электронике	Россия, Екатеринбург	25—28 июня	1
Российско-китайский симпозиум «Актуальные проблемы современного материаловедения»	Россия, Томск	26—29 июня	1
Школа-конференция «Информационная технология и программирование»	Болгария, София	28 июня — 4 июля	1
Международное совещание по мюонному катализу	Швеция, Уппсала	28 июня — 4 июля	3
Международная конференция по исследованию тонких пленок и поверхностей	Франция, Нуаси-ле-Гранд	29 июня — 3 июля	2
Европейская конференция по уравнениям в частных производных	Франция, Париж	29 июня — 3 июля	1
Международная конференция «Теоретико-групповые методы в физике»	Испания, Саламанка	29 июня — 4 июля	1

Наименование	Место проведения	Время проведения	Количество участников
29 Совещание по физике низких температур	Россия, Казань	30 июня — 4 июля	1
Рабочее совещание по исследованию взаимодействий релятивистских ядер с медными мишенями	Франция, Страсбург	30 июня — 7 июля	4
Международное совещание по ядерной астрофизике «Ядра в космосе»	Германия, Карлсруэ	6—10 июля	2
XV Семинар по физике высоких энергий и теории поля	Россия, Протвино	6—10 июля	10
I Европейский конгресс по математике	Франция, Париж	6—10 июля	1
Международная конференция по циклотронам и их применению	Канада, Ванкувер	3—13 июля	3
Международная школа Энрико Ферми	Италия, Варенна	7—17 июля	1
Летняя сессия Института высших исследований «Рождение частиц в сильно возбужденной материи»	Италия, Лукка	12—24 июля	2
Рабочее совещание по геометрическим методам в физике	Польша, Белосток	7—14 июля	1
IV Международная конференция по частицам возбужденной рентгеновской эмиссии	Япония, Токио	20—24 июля	1
VI Международная конференция по ядрам, удаленным от стабильности	Германия, Бернкастель-Куес	19—24 июля	10
VI Международная конференция по атомным массам и фундаментальным константам	Германия, Бернкастель-Куес	19—24 июля	10
Международная конференция «Нейтронно-оптические приборы и их применение»	США, Сан-Диего	19—24 июля	3
XV Международная конференция по ускорителям высоких энергий	Германия, Гамбург	20—24 июля	5
Международная конференция «Будущие направления нелинейной динамики в физических и биологических системах»	Дания, Лингби	23 июля — 1 августа	1
Совещание группы ИКФА «Технология ускорения»	Германия, Гармиш-Партенкирхен	25 июля — 2 августа	2
XIII Европейский симпозиум по космическим лучам	Швейцария, Женева	26 июля — 1 августа	1
Международная конференция по ядерной физике	Германия, Висбаден	26 июля — 1 августа	16
X Международная конференция по вакуумной физике ультрафиолетового излучения	Франция, Париж	27—31 июля	1
Европейский конгресс по дифракции на порошках	Нидерланды, Эншеде	30 июля — 1 августа	3
XIV Европейская конференция по кристаллографии	Нидерланды, Эншеде	2—7 августа	4
XVIII Конференция по статической механике	Германия, Берлин	2—8 августа	1
II Международная летняя школа по нелинейной оптике	Дания, Копенгаген	3—8 августа	1

Наименование	Место проведения	Время проведения	Количество участников
VII Международная конференция по рассеянию фоонов в конденсированных средах	США, Итака	3—7 августа	1
Международная конференция по физике высоких энергий	США, Даллас	6—12 августа	10
Международный коллоквиум по численным методам	Болгария, Пловдив	13—17 августа	3
III Международный коллоквиум по дифференциальным уравнениям	Болгария, Пловдив	18—22 августа	3
Летняя школа «Количественный анализ на микропучках — 1992»	Великобритания, Данди	16 августа — 4 сентября	1
Рабочее совещание по программе WASA	Швеция, Уппсала	16—31 августа	3
12 Международная конференция ИЮПАК по химической термодинамике	США, Сноуберд	16—21 августа	1
Международная конференция «Лобачевский и современная геометрия»	Россия, Казань	18—22 августа	2
Летняя школа по низкоразмерным квантовым теориям для конденсированных сред	Италия, Триест	20 августа — 4 сентября	1
Конференция по подпороговому рождению частиц	Швеция, Уппсала	22—29 августа	2
II Европейская конференция по атомной и молекулярной физике	Россия, Санкт-Петербург	24—28 августа	1
II Международная школа по симметричным и структурным свойствам конденсированной материи	Польша, Зайончково	26 августа — 2 сентября	3
Школа ЦЕРН по вычислительной технике	Италия, Ляквилла	30 августа — 12 сентября	1
Международная школа по физике	Румыния, Предеал	31 августа — 11 сентября	3
Международная школа по физике «Избранные вопросы ядерной физики»	Польша, Закопане	31 августа — 9 сентября	2
Международный симпозиум по численному анализу	Чехо-Словакия, Прага	31 августа — 4 сентября	4
Рабочее совещание «Адроны-92»	Украина, Киев	1—5 сентября	1
VIII Международная конференция по модификации материалов ионными пучками	Германия, Гейдельберг	6—11 сентября	1
Международная конференция «Структура адронов»	Чехо-Словакия, Стара Лесна	6—11 сентября	5
Международная конференция по ядерной химии и радиохимии	Австрия, Вена	6—11 сентября	6
Симпозиум по исследованию магнитных ультратонких пленок, многослойных структур и поверхностей	Франция, Лион	7—10 сентября	1
Школа ЦЕРН по ускорителям	Финляндия, Ювяскюля	7—18 сентября	3
XVI Международная конференция по твердотельным детекторам	Китай, Пекин	7—11 сентября	5
XXIII Генеральная ассамблея Европейского сейсмологического общества	Чехо-Словакия, Прага	8—10 сентября	1

Наименование	Место проведения	Время проведения	Количество участников
Доплеровский симпозиум	Чехо-Словакия, Прага	8—10 сентября	4
II Международное совещание по применению излучений и радиоизотопов в промышленности	США, Роли	8—11 сентября	1
XXVI Международный симпозиум по теории элементарных частиц	Германия, Вендиш-Ритц	9—13 сентября	2
IV Рабочее совещание по газонаполненным ионным сепараторам	Польша, Ридзиня	13—16 сентября	3
II Международная конференция по физике антипротонов низких энергий	Италия, Кормайер	14—19 сентября	2
Конференция ЕВРОМИКРО-92	Франция, Париж	14—17 сентября	1
Международная конференция по сверхпроводимости	Германия, Мюнхен	14—19 сентября	1
XIII Совещание по физике сегнетоэлектриков	Россия, Тверь	15—19 сентября	2
Международный семинар по фазовым переходам в молекулярных кристаллах	Польша, Вроцлав	15—19 сентября	1
I Иберийская конференция по гравитации	Португалия, Лиссабон	20—26 сентября	1
Общеввропейская конференция по коллоидным и межфазным наукам	Австрия, Линц	21—25 сентября	2
Конференция «Вычислительная техника в физике высоких энергий»	Франция, Аннеси	21—25 сентября	8
Международная конференция «Применение физики в медицине и биологии»	Италия, Триест	21—25 сентября	1
Рабочее совещание по вопросу дуальности волна — частица	Италия, Трани	24—30 сентября	1
Совещание по микротронам и их применению	Болгария, Пловдив	23—26 сентября	5
Международное рабочее совещание по собственнo-энергетическим корректировкам для локализованных состояний	Франция, Париж	28 сентября — 2 октября	1
VI Международная конференция по физике высокозарядных ионов	США, Манхеттен	28 сентября — 2 октября	1
2 Международная конференция «Восток — Запад»	Россия, Москва	29 сентября — 2 октября	3
XXIV Конференция Европейского общества по радиационной биологии	Германия, Эрфурт	4—8 октября	1
Конференция «Принципы применения микропроцессорной техники в физике»	Италия, Триест	5—30 октября	1
Международный конгресс по системам с открытой магистралью	Швейцария, Цюрих	13—15 октября	1
Международная конференция по феноменологии элементарных частиц	Италия, Триест	19—23 октября	3
XXI Международный симпозиум по быстровращающимся ядрам	Япония, Киото	23—24 октября	3
Конференция «Технология разделения — новые достижения и развитие»	США, Майами	4—7 ноября	1

Наименование	Место проведения	Время проведения	Количество участников
X Международный симпозиум по спиновой физике высоких энергий	Япония, Нагойя	9—14 ноября	4
Рабочее совещание по системам управления пучками протонных коллайдеров	Италия, Эриче	13—21 ноября	1
Конференция по фундаментальным взаимодействиям элементарных частиц	Россия, Москва	16—19 ноября	10
Конференция «Ядерная физика в наше время»	США, Флорида	17—22 ноября	1
Международная конференция «Поглощение пионов и дельта-резонансы»	Франция, Орсе	23—24 ноября	1
Заседание Европейского физического общества	Италия, Рим	25—29 ноября	1
Симпозиум «Радиационная биология и ее приложения в космических исследованиях»	Чехо-Словакия, Брно	26—27 ноября	1
Международное совещание по программе «Гейзенберг — Ландау»	Германия, Ладенберг	2—5 декабря	7
Международный симпозиум по математической физике	Польша, Торунь	7—12 ноября	1
Международная конференция «Стандарты обмена данными в системах САПР для электроники»	Россия, Москва	14—16 декабря	1

**Справка о развитии международного сотрудничества и связей
Объединенного института ядерных исследований в период 1965—1992 гг.**

	1965	1970	1975	1980	1985	1989	1990	1991	1992
1.Количество командировок специалистов из стран-участниц в ОИЯИ (без учета приездов на совещания ОИЯИ)	203	446	1026	1216	1469	1519	1058	580 ¹	227
2.Количество командировок специалистов ОИЯИ в страны-участницы	171	287	474	558	600	798 ²	778 ²	669 ²	401
3.Количество научных, методических и научно-организационных совещаний ОИЯИ	19	28	42	40	49	43	44	37	44
4.Количество командировок на международные конференции и в научные центры стран-неучастниц	69	166	131	109	119	244	437	526	83 ³
5.Количество приездов специалистов из стран-неучастниц	27	176	226	93	144	305	563	479	65 ⁴
6.Количество стипендиатов ОИЯИ	—	8	11	7	3	13	16	14	9

¹ Показано общее количество командировок (до 3 мес.) специалистов из стран-участниц и Германии

² Без учета командировок по вызовам Полномочных Представителей стран-участниц ОИЯИ. В 1991 году показано общее количество командировок в страны-участницы и Германию

³ В том числе командировки в Германию

⁴ В том числе командировки из Германии

ОБЩЕИНСТИТУТСКИЕ СЛУЖБЫ



ОТДЕЛ РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ И РАДИАЦИОННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Сотрудники отдела в 1992 году контролировали уровни ионизирующих излучений, содержание радионуклидов в окружающей среде, нормы и правила работы с источниками ионизирующих излучений, а также выполнили ряд научно-методических работ.

Радиационный контроль осуществлялся на следующих ядерно-физических установках ОИЯИ:

- импульсном реакторе ИБР-30 при средней тепловой мощности 10 кВт;

- импульсном реакторе ИБР-2 со средней тепловой 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;

- при проведении работ с радиоактивными веществами и другими источниками 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 1992 года на индивидуальном дозиметрическом контроле в ОИЯИ состояло 2316 человек, из них 160 сотрудников, прикомандированных к ОИЯИ из сторонних организаций. Годовая доза облучения у 99,4% сотрудников, работающих в радиационно-вредных условиях труда, не превысила 15 мЗв (1,5 бэр), что ниже регламентированной величины. Средняя эффективная доза облучения в окружающей среде от ядерно-физических установок Института составляет около 0,02 мЗв в год на одного жителя города, что ниже одного процента 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 выполнены работы:

- по модернизации действующих автоматизированных систем радиационного контроля (АСРК) с заменой части каналов регистрации нейтронов и ЭВМ на современные;

- по разработке и созданию новой АСРК в Лаборатории ядерных реакций.

В области радиационных исследований совместно с ИФВЭ, ИРД (ЧСФР), ИЯФ (Польша) изучены характеристики опорных полей, созданных на базе фазотрона ЛЯП и Cf-252 в полиэтиленовых замедлителях [1]. Выполнены измерения откликов средств радиационного и индивидуального дозиметрического контроля в «мягком» опорном поле фазотрона, что позволило улучшить метрологическое обеспечение дозиметрического контроля в полях излучения ядерно-физических установок Института. Дальнейшее развитие получила методика измерения основных интегральных характеристик (флюенс, доза, спектр) полей нейтронов высокой энергии [2]. Исследовалась радиоактивность воздушной среды [3] и проведена оценка содержания радиоактивности в приземном слое воздуха г. Дубны с использованием биоиндикаторов [4].

Выполнен анализ величин для определения последствий облучения людей ионизирующим излучением, рекомендованных Международной комиссией по радиологической защите (публикация 60), Международной комиссией по радиационным единицам и измерениям (доклады 39 и 43), а также величин, регламентированных НБР-76/87/5/.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алейников В.Е. и др. — Сообщение ОИЯИ Р16-92-36, Дубна, 1992.
2. Тимошенко Г.Н., Крылов А.Р. — ПТЭ, 1992, 3, с.67—72.
3. Бат Л.Т., Бамблевский В.П. и др. — Сообщение ОИЯИ Р16-91-547, Дубна, 1991.
4. Бат Л.Т., Бамблевский В.П. — Сообщение ОИЯИ Р16-91-548, Дубна, 1991.
5. Комочков М.М. — Сообщение ОИЯИ Р16-92-190, Дубна, 1992.

НАУЧНАЯ ИНФОРМАЦИЯ



ИЗДАТЕЛЬСКИЙ ОТДЕЛ

В 1992 году издательский отдел ОИЯИ выпустил в свет 595 наименований сообщений и препринтов ОИЯИ. Издано 197 служебных материалов.

Вышли из печати 28 сборников трудов различных конференций, школ и совещаний, организованных ОИЯИ. Среди них: труды международного рабочего совещания «JINR C-Tau Factory», труды международного рабочего совещания «Dynamical Aspects of Nuclear Fission», труды международного рабочего совещания «Дейтрон-91», научный отчет «Annual Report Laboratory of Neutron Physics of the JINR», труды IV семинара «Гравитационная энергия и гравитационные волны», сборник статей на русском и английском языках «Накопительный комплекс тяжелых ионов K4-K10 (техническое предложение)», 59 выпуск лекций для молодых ученых: А.А.Гриб «Нарушение неравенств Белла и проблема измерения в квантовой теории».

В 1992 г. по решению дирекции ОИЯИ журнал «Физика элементарных частиц и атомного ядра» начал выпускаться в издательском отделе. За год вышли в свет шесть выпусков журнала, в которые были включены 34 обзора.

В 1992 году издано 6 сборников «Кратких сообщений ОИЯИ», в которых опубликовано 44 статьи, содержащих оригинальные научные, научно-технические, методические и прикладные результаты.

Продолжался выпуск информационного бюллетеня «Новости ОИЯИ», который начиная с №4 издается на русском и английском языках.

Увидели свет сборники, посвященные выдающимся ученым: А.М.Балдин «К 100-летию академика Д.В.Скобельцына» и «Семинар памяти академика И.М.Франка».

За год выпущено 12 цветных рекламных фотоплакатов к конференциям и совещаниям, организуемым ОИЯИ.

В редакции журналов, на различные конференции, симпозиумы, совещания и школы, про-

водившиеся как в странах-участницах ОИЯИ, так и в других странах, издательским отделом было направлено около 650 статей и докладов, содержащих результаты работ ученых Дубны. Статьи сотрудников ОИЯИ публиковались в таких журналах, 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 für Physik», «Nuclear Physics», «Nuclear Instruments and Methods», «Modern Physics Letters» и др.

В 44 страны мира рассылались публикации Объединенного института. В 1992 году в списке рассылки публикаций появилось 5 новых адресов.

В научно-техническую библиотеку Объединенного института в 1992 г. поступило в порядке обмена 9856 публикаций из 37 стран, в том числе 2493 — из ЦЕРН. В порядке обмена же в НТБ бесплатно поступает 56 наименований научных журналов из 20 стран.

Оперативному информированию читателей научно-технической библиотеки о новых поступлениях служат выпускаемые издательским отделом экспресс-бюллетени НТБ и патентного отдела. Увидели свет традиционный ежегодный «Библиографический указатель работ сотрудников ОИЯИ за 1991 г.», «Отчет о деятельности ОИЯИ за 1991 г.» и IX выпуск сборника «Открытия и изобретения сотрудников Объединенного института ядерных исследований за 1989—1990 гг.».

Издательским отделом выполнялись многочисленные заказы лабораторий на ксерокопирование. Для обработки экспериментальной информации и других целей отпечатано более 300 тысяч различных бланков. Выполнено около 4,5 тысяч заказов на переплетные работы.

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БИБЛИОТЕКА

В 1992 году число читателей научно-технической библиотеки и ее филиалов составило 4826 человек.

Количество выданной за год литературы и просмотренных на выставках новых поступлений составило более 240 тыс. экземпляров. По заявкам читателей получено по межбиблиотечному абонементу (МБА) 1492 наименования. Выполнено более 240 читательских заявок, поступивших из других городов.

По всем источникам комплектования (покупка, подписка, книгообмен) в 1992 году поступило около 14 тысяч экземпляров книг, периодических изданий, в том числе 8 тысяч на иностранных языках.

Продолжалась работа по очистке фонда от устаревшей литературы. На 1 января 1992 года библиотечный фонд составил около 410 тысяч экземпляров.

Все поступившие издания своевременно обрабатывались и отражались в центральном каталоге и в каталогах филиалов. Каталоги пополнились 13930 карточками на новые поступления, изъято более 13 тысяч карточек.

Пополнились новыми публикациями тематические картотеки, добавлено 5606 карточек.

Подготовлен с применением персональной ЭВМ и издан «Библиографический указатель работ сотрудников ОИЯИ за 1991 год».

Еженедельно выпускались экспресс-бюллетени «Книги», «Статьи», «Препринты». Выпущено 156 номеров, включивших информацию о 19086 названиях. Все бюллетени рассылаются по электронной почте дополнительно к традиционной рассылке.

Еженедельно обновлялись выставки новых поступлений книг, препринтов, периодических изданий, на которых представлено 11277 наименований.

Было организовано 7 тематических выставок.

ОБМЕН ИЗДАНИЯМИ

Всего за 1992 год в научно-техническую библиотеку ОИЯИ поступило в порядке обмена 9856 публикаций из 37 стран, в том числе из ЦЕРН — 2493. В порядке обмена в НТБ бесплатно поступают научные журналы из 20 стран (56 названий).

Конкретное количество поступлений показывает следующая таблица:

Наименование стран	Препринты	Журналы	Книги
<i>Страны-участницы ОИЯИ</i>			
Болгария	1	3	—
Венгрия	37	5	1
Вьетнам	—	—	—
Польша	74	—	1
Румыния	16	7	—
СНГ	1698	17	21
Чехо-Словакия	3	6	—
Всего:	1829	38	23
<i>Другие страны и международные организации</i>			
Австралия	31	1	—
Австрия	19	—	—
Бельгия	8	—	—
Бразилия	82	—	—
Великобритания	164	1	—
Германия	1014	4	6
Греция	2	—	—
Дания	23	—	1
Египет	14	—	—
Израиль	11	—	—
Индия	54	6	—
Ирландия	17	—	—
Исландия	1	—	—
Испания	71	1	1
Италия	558	1	3
Канада	193	—	—
КНДР	49	1	2
МАГАТЭ	—	—	21
Нидерланды	43	1	—
Норвегия	23	—	—
Португалия	17	—	—
Сингапур	2	—	—
США	1877	5	15
Турция	5	—	—
Финляндия	49	—	3
Франция	487	3	2
Швейцария	111	—	2
ЦЕРН	2481	6	4
Швеция	34	—	—
Югославия	2	2	—
Южная Корея	1	1	13
Япония	585	1	—
Общее количество:	9987	110	119



Фотовыставка работ Ю.Туманова (ОИЯИ) в Висбадене (ФРГ)

ПАТЕНТНЫЙ ОТДЕЛ

ЗАЩИТА ИЗОБРЕТЕНИЙ

Получено положительных решений по заявкам на изобретения
и свидетельств о регистрации изобретений ОИЯИ

1992 г.	1958—1992 гг.
59	1379

РАЦИОНАЛИЗАТОРСКИЕ ПРЕДЛОЖЕНИЯ

Использовано в установках ОИЯИ
рационализаторских предложений

1992 г.	1958—1992 гг.
60	14774

**АДМИНИСТРАТИВНО-
ХОЗЯЙСТВЕННАЯ
ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ**



КАДРЫ

Численность сотрудников ОИЯИ на 1 января 1993 г. составила 6439 человек (без временных

сотрудников). Распределение по категориям работающих показано в таблице.

Категории работников	Численность сотрудников		
	в лабораториях и управлении	в производственных подразделениях	всего
Научные работники	1381	9	1390
Руководители	270	134	404
Специалисты	1535	219	1754
Рабочие	1533	1286	2819
Ученики	3	3	6
Служащие	31	27	58
Младший обслуживающий персонал	—	8	8
Итого	4753	1686	6439

В Объединенном институте работают 5 академиков: А.М.Балдин, И.А.Голутвин, А.М.Петросьянц, Б.М.Понтекорво, А.Н.Сисакян; 8 членов-корреспондентов академий наук: В.П.Джелепов, И.Звара, В.Г.Кадышевский, М.Г.Мещеряков, Р.М.Мир-Касимов, Ю.Ц.Оганесян, В.А.Халкин, Д.В.Ширков; 190 докторов наук, в числе которых 71 профессор; 3 доцента; 605 кандидатов наук.

В 1992 г. в ОИЯИ принято на работу 354 человека:

научных работников — 134
руководителей — 3

специалистов — 64
служащих — 4
рабочих — 137
учеников — 8
младшего обслуживающего персонала — 4

Уволено за этот период в связи с окончанием срока работы и по другим причинам 745 человек.

В течение года избраны академиками 2 сотрудника, членом-корреспондентом академии наук — 1, профессорами — 3, старшими научными сотрудниками — 6.

В 1992 г. защитили кандидатские диссертации 9 человек, докторские — 5.

ФИНАНСОВАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

Комитет Полномочных Представителей правительств государств — членов ОИЯИ для проведения научно-исследовательских работ, сооружения базовых установок и других затрат, связанных с деятельностью Института, на 1992 год утвердил бюджет в сумме 29200,0 тыс. долларов США. Фактические расходы за год составили

5514,2 тыс. долларов США, или 18,9% по отношению к годовым ассигнованиям.

Проблемно-тематический план научно-исследовательских работ Объединенного института ядерных исследований за 1992 год выполнен в полном объеме как в сметной стоимости, так и по номенклатуре. Количество выполняемых тем в 1992 году было 99 против 126 в 1991 году.

Фактические расходы характеризуются следующими показателями:

Наименование раздела	Ассигнования на год, тыс. долл. США	Фактические расходы за год, тыс. долл. США	% к плану
I. Административно-управленческие расходы	751,3	122,0	16,2%
II. Научно-производственная деятельность	25048,7	5012,2	20,0%
Итого по основной деятельности:	25800,0	5134,2	19,9%
III. Сооружение базовых установок	3400,0	380,0	11,2%
Всего по Институту:	29200,0	5514,2	18,9%

СООРУЖЕНИЕ БАЗОВЫХ УСТАНОВОК

Затраты по сооружению базовых установок характеризуются следующими данными:

Структура капитальных вложений	План на год, тыс. долл. США	Фактические расходы за год, тыс. долл. США	% к плану
I. Всего капитальных вложений по сооружению базовых установок, в том числе:	3400,0	380,0	11,2%
1. строительно-монтажные работы	952,4	135,8	14,3%
2. оборудование в монтаже	1903,3	152,7	8,0%
3. прочие работы и затраты	544,3	91,5	16,8%
II. Введено в действие основных фондов	—	83,1	—

ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ

В состав Объединенного института ядерных исследований входят производственные, вспомогательные и обслуживающие подразделения. Де-

ятельность этих подразделений характеризуется основными показателями, приведенными в таблице:

Показатели	Годовой план	Фактически выполнено	% выполнения
1. Объем готовой продукции, выполненных работ и оказанных услуг, тыс. долл. США	1678,6	1743,6	104,0%
2. Результат финансово-хозяйственной деятельности, тыс. долл. США	163,2	481,3	294,8%
3. Затраты на один доллар выполненных работ и оказания услуг, центы	0—90,3	0—72,4	
4. Численность работающих	2009	1901	