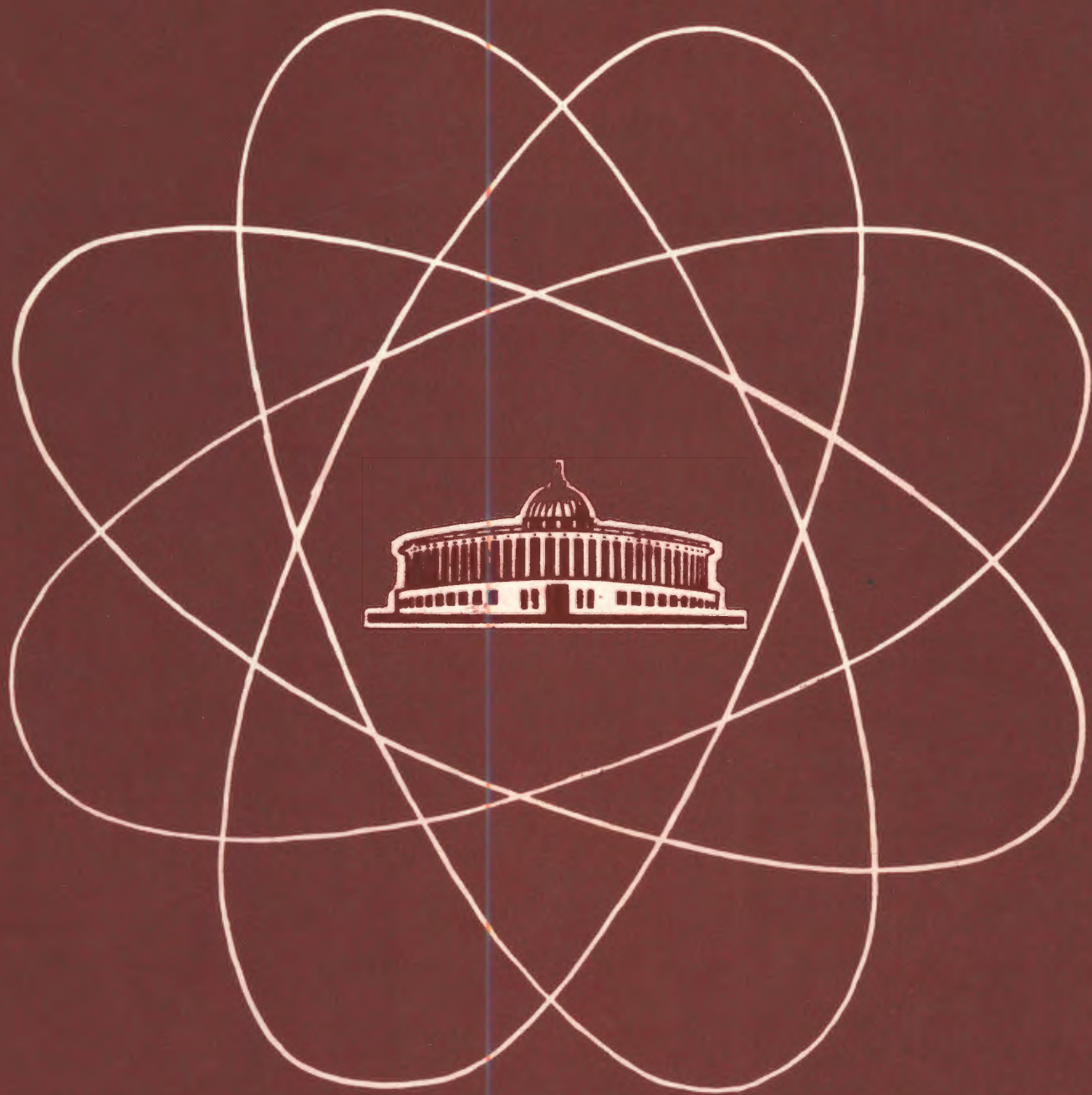


ДУБНА · 1986

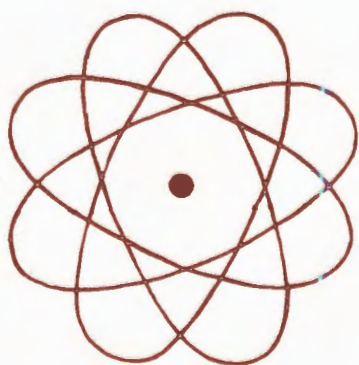
ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ



JOINT INSTITUTE FOR NUCLEAR RESEARCH

1986 · DUBNA

**ОТЧЕТ
О ДЕЯТЕЛЬНОСТИ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ**



ЕЖЕГОДНОЕ ИЗДАНИЕ

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ	4
ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ РУКОВОДЯЩИХ И КОНСУЛЬТАТИВНЫХ ОРГАНОВ	8
Премии	19
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЕ РАБОТЫ, ВЫПОЛНЕННЫЕ ЛАБОРАТОРИЯМИ ОИЯИ В 1986 ГОДУ	
Лаборатория теоретической физики	22
Лаборатория высоких энергий	32
Лаборатория ядерных проблем	48
Лаборатория ядерных реакций	62
Лаборатория нейтронной физики	80
Лаборатория вычислительной техники и автоматизации	96
Отдел новых методов ускорения	104
МЕЖДУНАРОДНЫЕ СВЯЗИ И НАУЧНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО	112
ОБЩЕИНСТИТУТСКИЕ СЛУЖБЫ	
Отдел радиационной безопасности и радиационных исследований	140
Опытное производство	142
НАУЧНАЯ ИНФОРМАЦИЯ	
Издательский отдел	146
Научно-техническая библиотека	147
Патентный отдел	148
АДМИНИСТРАТИВНО-ХОЗЯЙСТВЕННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ	150

ВВЕДЕНИЕ

В марте 1986 года исполнилось 30 лет со дня образования Объединенного института ядерных исследований. За эти годы учеными Дубны были выполнены первоклассные теоретические и экспериментальные исследования, позволившие значительно обогатить фундаментальную ядерную науку новыми основополагающими результатами. Существенно проявилась важная особенность института — многоплановый характер научного поиска. Широкий фронт проводимых в Институте исследований открыл большие возможности для взаимного проникновения смежных разделов науки, дал импульс развитию новых научных направлений.

Школе теоретиков Дубны принадлежит заслуга в формировании сегодняшних представлений о структуре элементарных частиц и атомного ядра, в создании основ современной статистической механики, аксиоматической квантовой теории поля и других. Выполненные здесь теоретические работы привели к математическому обоснованию таких важных явлений, как сверхтекучесть и сверхпроводимость. Представления о цветных кварках, введенные дубненскими теоретиками, определили прогресс на пути реализации кардинальной идеи о единстве в природе всех основных взаимодействий.

Зародившиеся в Дубне релятивистская ядерная физика, "холодный" синтез трансурановых элементов, мезонная химия, физика ультрахолодных нейтронов, ядерная физика на импульсных потоках нейтронов и другие направления, а также фундаментальные работы теоретиков стимулировали исследование во многих научных центрах мира, подняли ядерную науку на новый качественный уровень. Исследования нового состояния материи — кварк-глюонной плазмы позволили установить границу применимости протон-нейтронной модели ядра, привели к необходимости создания теории, учитывающей кварковые степени свободы в ядрах. Открытие в свое время на ускорителе ИФВЭ (Протвино) масштабно-инвариантно-

го поведения процессов сильного взаимодействия адронов указало на неэлементарность элементарных частиц. Работы в области физики слабых взаимодействий привели к обоснованию существования двух типов нейтрино — электронного и мюонного. В Дубне синтезированы элементы таблицы Менделеева от 102 до 109, открыты новые распады ядер, заложены основы современных методов исследования конденсированного состояния вещества, включая биологические объекты, с помощью нейтронов.

Залогом научных успехов ученых Института является широкое международное сотрудничество и мощная собственная экспериментальная база ОИЯИ. Качественное обновление за последние годы экспериментального арсенала создало необходимые условия для развертывания актуальных программ исследований с использованием уникальных пучков релятивистских и поляризованных ядер синхрофазотрона, высокопоточных импульсных пучков нейтронов реактора ИБР-2, интенсивных пучков тяжелых ионов циклотрона У-400, протонных и мезонных пучков фазотрона. Исследования на этих установках, а также на синхротроне ИФВЭ (Протвино) и других крупнейших ускорителях мира Институт проводит в тесном сотрудничестве с более чем 400 научными центрами стран-участниц и других стран.

Сочетание в Институте углубленного фундаментального научного поиска с практическим применением результатов исследований, появление в ходе экспериментов новых приборов, технологий, средств автоматизации позволяет ученым и специалистам ОИЯИ быть прямыми участниками развития приоритетных направлений Комплексной программы научно-технического прогресса стран-членов СЭВ. В Дубне выполнено много интересных и важных разработок, нашедших эффективное использование в таких областях, как ядерная энергетика, геология и экология, материаловедение, медицина и биология, сельское хозяйство и другие.

Выполняя свои главные задачи, ОИЯИ в то же время оказал значительное влияние на развитие фундаментальной ядерно-физической науки, подготовку кадров специалистов и повышение научно-технического потенциала всех его стран-участниц. Успехи Института в науке, подготовке высококвалифицированных научных кадров, развитии международного сотрудничества были отмечены высокими правительственными наградами: советским орденом Дружбы народов и вьетнамским орденом "Дружба". В год тридцатилетия к ним прибавились венгерский орден Трудового Красного Знамени и чехословацкий орден Труда.

Подтверждением высокого научного потенциала Института стали и результаты исследований 1986 года.

Разработанный теоретиками Дубны метод гармонического суперпространства впервые позволил построить общую суперсимметричную ($N = 2$) сигма-модель для гипермультиплетов материи. На основе анализа данных для отношения структурных функций ядер показано, что так называемый ЕМС-эффект является простым следствием релятивизма — поляризации нуклон-антинуклонного вакуума. Продолжались исследования структуры состояний сложных ядер в рамках квазичастично-фононной модели ядра и дальнейшее ее развитие. Развита квантостатистическая теория идеальных и неидеальных квантовых кристаллов. Построена континуальная нелинейная модель молекулы ДНК.

Ряд новых результатов получен в экспериментах ОИЯИ на синхрофазотроне, серпуховском ускорителе, ускорителях ЦЕРНа и ФНАЛ. На основе релятивистски-инвариантного анализа в пространстве относительных 4-скоростей показан универсальный характер распределения адронов (π^- , K_S^0 , Λ^0) в струях, образующихся как в мягких, так и в жестких (νN) процессах. Ряд новых результатов по исследованию механизма релятивистских ядерных взаимодействий получен с помощью двухметровой пропановой, однометровой жидководородной камер, установки "Альфа" и фотоэмульсионной методикой. Большой интерес мировой научной общественности вызвали результаты наблюдения узкого мезонного резонанса $U(3100)$, полученные на установке БИС-2. В этом же эксперименте впервые обнаружено новое состояние $M\phi(3260)$ с шириной $\Gamma < 40$ МэВ/ c^2 . Новые интересные данные о дифференциальных сечениях рождения η -мезонов, Σ^0 - и Λ -гиперонов получе-

ны в исследованиях на установке "Гиперон". В совместном с учеными США эксперименте E-564, выполненном на ускорителе ФНАЛ с помощью ядерной фотоэмульсии, впервые идентифицированы очарованный $\Sigma_c^0(2450)$ -барион и два новых типа распада Λ_c^+ -бариона. Выполнен большой объем работ по обработке и анализу данных глубоконеупругого рассеяния мюонов на протонах и ядрах дейтерия, полученных в совместном с ЦЕРН эксперименте NA-4. В другом совместном с ЦЕРН эксперименте PS-179 на ускорителе LEAR впервые определены множественности заряженных частиц при аннигиляции остановившихся антипротонов в ^3He и ^4He .

Обширные исследования выполнены в области ядерной спектроскопии. Впервые проведены прямые измерения с высокой точностью естественных ширин уровней тулия из распада ^{169}Yb . Эти данные весьма важны при постановке экспериментов по определению массы электронного антинейтрино. В экспериментах с использованием импульсных потоков нейтронов впервые наблюдается реакция (n, p) на радиоактивном ядре ^7Be . Ряд новых результатов получен при проведении структурных исследований полиэлектролитов, биологических мембран, жидкокристаллических полимеров. В ходе изучения динамики решетки сплавов и гидратов металлов выявлены новые возможности для понимания явления сверхпроводимости. Совместно с ЛИЯФ (Гатчина) впервые с помощью ультрахолодных нейтронов проведены измерения электрического заряда нейтрона и показано, что он меньше $1 \cdot 10^{-19}$ заряда электрона. На пучках ускорителя тяжелых ионов У-400 проведен цикл экспериментов по синтезу 110 элемента. Выполнены опыты по изучению нового типа радиоактивного распада с испусканием тяжелых кластеров Mg. Новые данные появились в исследованиях экзотических ядер — при облучении ^7Li ионами ^{11}B получено указание на возможное образование квазисвязанного тетранейтрона.

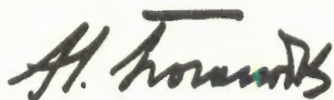
Дальнейшее развитие получила экспериментальная база ОИЯИ. Успешно проведены комплексные испытания сверхпроводящего синхротрона СПИН. Получен замкнутый оборот пучка протонов в камере ускорителя в сверхпроводящем режиме. Выполнен большой объем работ по реализации проекта "Нуклотрон". Введен в постоянную эксплуатацию новый протонный ускоритель — фазотрон со спиральной вариацией магнитного поля. Проведена модернизация ряда систем и узлов циклотрона У-400 с целью увеличения энергии ускоренных ионов с $A \leq 60$ до

20 МэВ/нуклон при интенсивности $10^{13} \div 10^{12}$ частиц/с. Осуществлен комплексный запуск первой очереди КУТИ-20 и исследованы характеристики ускоренного ионного пучка. На базовых ЭВМ ОИЯИ серии ЕС введены в эксплуатацию новый вариант операционной системы и новые библиотеки программ. Существенное развитие получила локальная терминальная сеть ОИЯИ.

Значительный объем работ выполнен в рамках общепитутской тематики по созданию крупномасштабных экспериментальных установок. Осуществлен физический пуск на нейтринном пучке серпуховского ускорителя установки нейтринный детектор. Установка сдана в эксплуатацию, проведены измерения мюонного и нейтронного фонов, зарегистрированы первые нейтринные взаимодействия. В Опытном производстве ОИЯИ введен в действие участок для массового производства и испытаний детекторов адронного калориметра установки ДЕЛФИ. В Женеву уже отправлено 9200 детекторов, прошедших испытания, и начаты работы по монтажу и наладке адронного калориметра в ЦЕРНе.

В минувшем году Объединенный институт стал организатором целого ряда крупных научных конференций и школ, рабочих и научно-организационных совещаний. Ученые Института принимали участие в работе многих международных и национальных научных конференций, симпозиумов, школ и семинаров. Среди них такие крупные форумы, как XXIII Международная конференция по физике высоких энергий (Беркли, США), Международная конференция по ядерной физике (Харрогейт, Великобритания), Международная конференция "Нейтрино-86" (Япония), XXXVI Совещание по ядерной спектроскопии (Харьков, СССР), IV Европейская конференция по общим проблемам физики конденсированного состояния (Стокгольм, Швеция).

Плодотворная деятельность на протяжении трех десятилетий интернационального коллектива Объединенного института, атмосфера научного демократизма, крепкие международные связи Дубны позволяют надеяться, что и впредь ОИЯИ будет вносить достойный вклад в укрепление международного научного сотрудничества, в ускорение научно-технического прогресса.



Н.Н.Боголюбов
Директор Объединенного института
ядерных исследований

**РУКОВОДЯЩИЕ
И КОНСУЛЬТАТИВНЫЕ
ОРГАНЫ ОИЯИ**



ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ РУКОВОДЯЩИХ И КОНСУЛЬТАТИВНЫХ ОРГАНОВ ОИЯИ

59 сессия Ученого совета ОИЯИ состоялась 14—16 января 1986 года. Члены Ученого совета одобрили мероприятия дирекций Института и лабораторий по выполнению решений 57 и 58 сессий Совета, деятельность секций Ученого совета по теоретической физике, по физике высоких и физике низких энергий; были заслушаны доклады о кадрах специалистов из стран-участниц ОИЯИ, об итогах международного сотрудничества и связях ОИЯИ в 1985 году и планах на 1986 год.

Основное внимание на сессии было уделено подведению итогов научной деятельности Института в 1981—1985 гг. С доклада-

ми о важнейших научных результатах коллектива ОИЯИ за пятилетку 1981—1985 гг. и о мероприятиях по повышению эффективности деятельности и улучшению структуры ОИЯИ на сессии выступил директор Института академик Н.Н.Боголюбов; об основных итогах развития экспериментальной базы и производственных подразделений ОИЯИ за пятилетку 1981—1985 гг. доложил административный директор Института Ю.Н.Денисов.

Ученый совет ОИЯИ одобрил научно-исследовательскую деятельность лабораторий и ОНМУ Института в 1981—1985 гг., утвердил "Проблемно-тематический план на-

Избрана новая дирекция ОИЯИ. Директор академик Н.Н.Боголюбов (в центре), вице-директора: профессор Э.Энтральго (слева) и профессор М.Гмитро (справа).



учно-исследовательских работ и международного сотрудничества ОИЯИ на 1986 год”, определил важнейшие научно-исследовательские задачи лабораторий и ОНМУ на 1986 год, одобрил в основном план-график создания и развития экспериментальных и базовых установок ОИЯИ на 1986—1990 гг. Члены Ученого совета одобрили также мероприятия, проводимые дирекцией Института по подготовке к 30-летию ОИЯИ.

Ученый совет ОИЯИ утвердил сроком на 4 года в должности директора Лаборатории высоких энергий академика А.М.Балдина, сроком на 3 года в должности заместителя директора Лаборатории высоких энергий — кандидата физико-математических наук И.Н.Семенюшкина, заместителей директора Лаборатории ядерных проблем — профессоров К.Я.Громова и С.А.Бунятова, кандидата физико-математических наук А.Йорданова, заместителя директора Лаборатории вычислительной техники и автоматизации — кандидата технических наук С.А.Щелева. Совет выразил благодарность кандидату физико-математических наук Я.Седлаку и доктору физико-математических наук Э.Наджакову за большую и плодотворную работу на постах заместителей директоров Лаборатории ядерных проблем и Лаборатории ядерных реакций.

Очередное совещание Комитета Полномочных Представителей правительств государств-членов ОИЯИ проходило 25—26 марта 1986 года. Комитет Полномочных Представителей одобрил работу коллектива Института по выполнению плана научно-исследовательских работ и международного сотрудничества в 1981—1985 гг.; утвердил решения 58 и 59 сессий Ученого совета ОИЯИ по результатам научных исследований, выполненных лабораториями и отделами Института в 1985 году; план научно-исследовательских работ и международного сотрудничества на 1986 год; решения 59 сессии Ученого совета по итогам международного сотрудничества ОИЯИ в 1985 году и планам проведения научных совещаний на 1986 год; планы командирования специалистов ОИЯИ на международные и национальные конференции, симпозиумы, совещания и школы на 1986 год; решения 59 сессии Ученого совета о кадрах специалистов из стран-участниц ОИЯИ.

Комитет Полномочных Представителей постановил считать главными задачами Института в 1986 году:

— дальнейшее развитие современных теоретических методов физики элементар-

ных частиц и атомного ядра, конденсированных состояний, а также проведение экспериментальных исследований в этих направлениях на базовых установках ОИЯИ, ускорителях ИФВЭ и ЦЕРНа в наиболее актуальных областях современной экспериментальной физики, включая прикладные исследования, в соответствии с задачами, поставленными в решениях 59 сессии Ученого совета ОИЯИ;

— модернизацию синхрофазотрона и проведение физических исследований на его пучках;

— проведение физических исследований на фазотроне ОИЯИ;

— проектно-исследовательские работы по нуклотрону с завершением проекта “Нуклотрон” в I полугодии;

— обеспечение эффективной работы ИБР-2 и проведение физических исследований на его пучках;

— проведение экспериментов по синтезу и поиску сверхтяжелых элементов, работы в области создания и совершенствования ускорителей тяжелых ионов;

— создание КУТИ-20;

— развитие и эффективное использование ЦВК;

— участие в разработке совместно с ИФВЭ отдельных систем УНК;

— работы в области прикладных исследований;

— дальнейшее развитие и эффективное использование Опытного производства для развития экспериментальной базы ОИЯИ;

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

Комитет Полномочных Представителей поручил дирекции ОИЯИ разработать Комплексную программу исследований и развития ОИЯИ до 2000 года, отразив в ней приоритетные направления Комплексной программы научно-технического прогресса стран-членов СЭВ.

Комитет Полномочных Представителей утвердил отчет ОИЯИ об исполнении бюджета за 1984 год, протокол заседания Финансового комитета ОИЯИ от 19—29 ноября 1985 года, утвердил “План-график создания и развития экспериментальных и базовых установок и объектов производственного назначения ОИЯИ в 1986—1990 годах”, заслушал доклады дирекции Института об исполнении бюджета ОИЯИ за 1985 год, о развитии экспериментальной базы и производственных подразделений Института за 1981—1985 гг., о применении ОИЯИ “Конвенции о правовом статусе, привилегиях





Торжественное заседание Комитета Полномочных Представителей правительств стран-участниц ОИЯИ и Ученого совета, посвященное 30-летию первого в мире международного научного центра социалистических стран. Руководители делегаций в своих выступлениях огласили официальные приветствия своих стран. К высоким наградам ОИЯИ – советскому ордену Дружбы народов и вьетнамскому ордену "Дружба", в день 30-летия прибавились венгерский орден Трудового Красного Знамени и чехословацкий орден Труда.

В адрес Института поступили поздравления от комитетов по атомной энергии, академий наук стран-участниц, многочисленных научных центров, сотрудничающих с Дубной.



Встреча с ведущими учеными ОИЯИ в Центральном лектории Политехнического музея (Москва), посвященная 30-летию Объединенного института.

В связи с 30-летием ОИЯИ в павильоне "Атомная энергия" ВДНХ СССР была представлена экспозиция "Научно-технический прогресс и атомная энергия", познакомившая посетителей с деятельностью Института.



и иммунитетах межгосударственных экономических организаций, действующих в определенных областях сотрудничества”.

В связи с истечением срока полномочий директора ОИЯИ академика Н.Н.Боголюбова Комитет Полномочных Представителей согласился с предложением Полномочного представителя СССР академика А.М.Петросьянца об избрании директором ОИЯИ академика Н.Н.Боголюбова сроком на 3 года и выразил академику Н.Н.Боголюбову большую благодарность за плодотворную работу на этом посту.

В связи с истечением срока полномочий вице-директоров ОИЯИ профессоров Э.Энтральго и А.Сэндулеску Комитет Полномочных Представителей согласился с предложением дирекции ОИЯИ об избрании вице-директором Института профессора Э.Энтральго сроком на три года. Комитет Полномочных Представителей обсудил предложенные кандидатуры от ЧССР и ГДР и решил провести письменное голосование.

Комитет Полномочных Представителей выразил благодарность профессорам А.Сэндулеску и Э.Энтральго за плодотворную работу на постах вице-директоров ОИЯИ.

26 марта 1986 года состоялось торжественное заседание Комитета Полномочных Представителей и Ученого совета ОИЯИ, посвященное 30-летию Института. В качестве гостей в нем приняли участие послы государств-членов ОИЯИ, представители министерств и ведомств, ведущие ученые, работавшие в Дубне, руководители научных центров, сотрудничающих с Институтом, рабочие, служащие, ученые Института, а также гости с предприятий и из учреждений города. На торжественном заседании были вручены правительственные награды ВНР и ЧССР: орден Трудового Красного знамени (ВНР) и орден Труда (ЧССР), которыми в год своего 30-летия Институт награжден за успехи в науке, подготовке высококвалифицированных научных кадров и развитии международного сотрудничества. На заседании также было принято “Обращение ученых-физиков социалистических стран-участниц Объединенного института ядерных исследований к научной общественности мира за полную и повсеместную ликвидацию ядерного оружия до конца XX столетия”, в котором, в частности, говорится: “Мы призываем всех ученых, всю научную общественность мира активно включиться в борьбу за присоединение США, а затем и других ядерных держав к советскому мораторию. Испытания ядерного оружия

должны быть прекращены и запрещены полностью и повсюду — таково веление времени, требование народов мира”.

60 сессия Ученого совета ОИЯИ проходила 5—6 июня 1986 г. Совет одобрил деятельность секций Ученого совета по физике высоких и по физике низких энергий и их комитетов и предложил дирекциям Института и лабораторий, а также руководствам ОНМУ и СНЭО рассмотреть их рекомендации. Совет утвердил решение жюри о премиях ОИЯИ за лучшие работы, выполненные в 1985 году. Члены Совета заслушали доклад о разработке проекта Комплексной программы развития ОИЯИ до 2000 года, а также информацию о развитии научно-технической библиотеки ОИЯИ. На сессии с докладами о проекте проблемно-тематического плана научно-исследовательских работ и международного сотрудничества ОИЯИ на 1987 год выступили руководители лабораторий и ОНМУ, были определены основные научные направления лабораторий и ОНМУ на 1987 год.

С научными докладами на сессии выступили члены-корреспонденты АН СССР М.Г.Мещеряков и Д.В.Ширков — “ЭВМ и теоретическая физика” и профессор В.И.Корогодин — “Механизмы биологического действия ионизирующих излучений”.

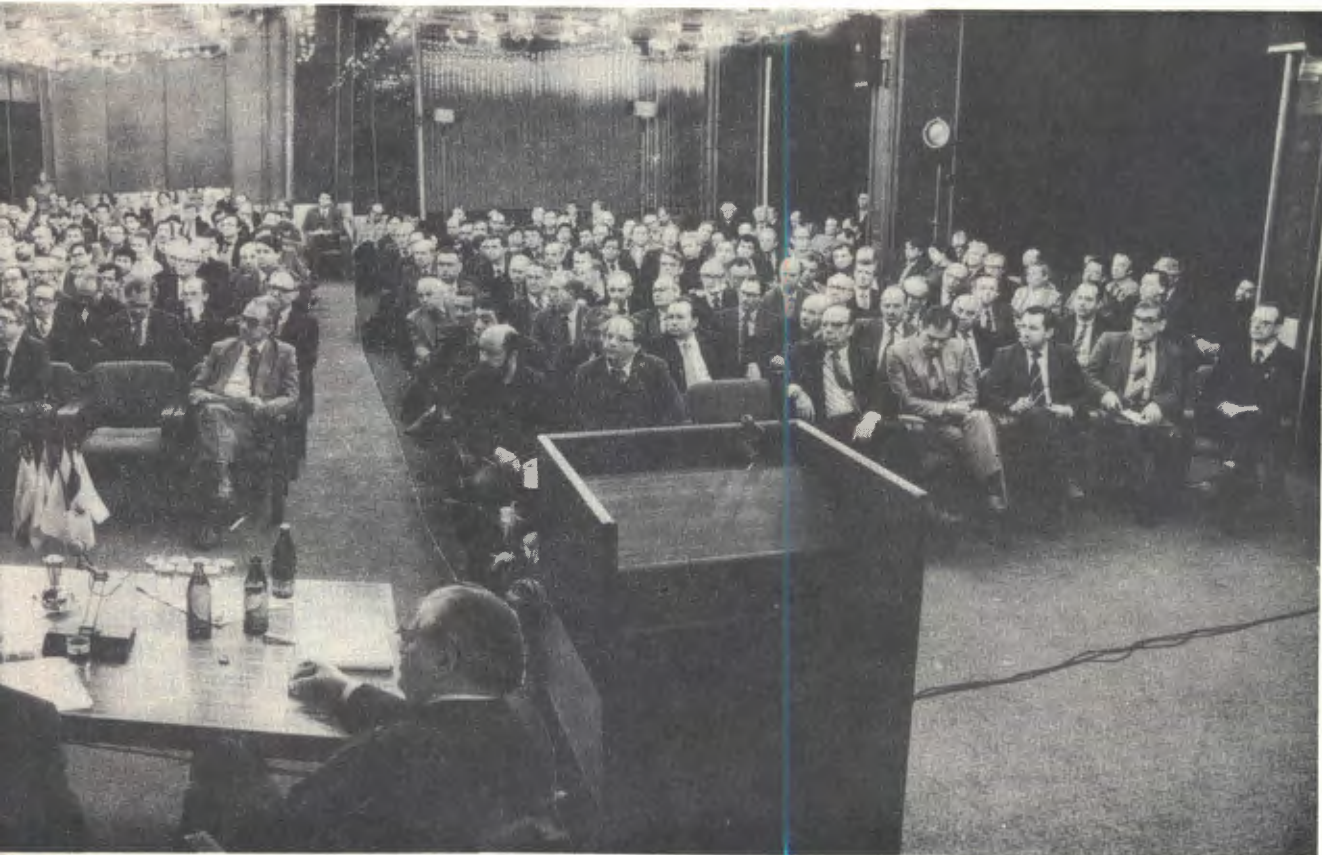
Директор ОИЯИ академик Н.Н.Боголюбов информировал членов Ученого совета о результатах письменного голосования Полномочных Представителей стран-участниц за кандидатуру на пост вице-директора ОИЯИ. Вице-директором избран доктор физико-математических наук М.Г.Митро (ЧССР).

Ученый совет ОИЯИ утвердил в должности заместителя директора Лаборатории теоретической физики профессора Э.Капусчика сроком на три года.

42 сессия секции Ученого совета по физике высоких энергий состоялась 4—5 июня 1986 года. Участники сессии заслушали доклады о научных результатах, представляемых ОИЯИ на XXIII Международную конференцию по физике высоких энергий (Беркли-86): “Предсказание для поляризационных явлений и сечений рассеяния адронов при высоких и сверхвысоких энергиях” (докладчик С.В.Голоскоков), обзорные доклады от ЛВЭ (А.А.Кузнецов) и от ЛЯП (М.Г.Сапожников), “Эффекты цвета в адрон-ядерных взаимодействиях” (Б.З.Копелиович), “Спектры протонов от фрагментации дейтронов с импульсом 9 ГэВ/с на ядрах и структурная функция дейтрона”

В январе 1986 г. члены Ученого совета ОИЯИ посетили Институт ядерных исследований АН СССР в г.Троицке, где встретились с ведущими учеными и специалистами этого научного центра, познакомились с сооружаемым здесь линейным ускорителем протонов (Московской мезонной фабрикой), проводимыми исследованиями.





(Л.С.Ажгирей), "Исследование процессов фрагментации ядра ^{19}F с импульсом 4,2 ГэВ/с" (В.А.Свиридов). На сессии также обсуждалось состояние дел по проектам ДЕЛФИ (докладчики П.Н.Боголюбов, Э.Н.Цыганов, Г.В.Мицельмахер), "Нейтронный детектор" (А.С.Вовенко), "Парус" (В.А.Никитин) и ЧАРМ (М.Ф.Лихачев). В связи с истечением срока полномочий рабочих органов специализированных комитетов (фотоэмульсионного, камерного и комитета по электронным экспериментам) сессия утвердила новый состав рабочих органов на три года.

На 42 сессии секции Ученого совета по физике низких энергий, состоявшейся 4 июня, были заслушаны научные доклады Лаборатории ядерных проблем: "Изучение взаимодействий антипротонов низких энергий с ядрами в эксперименте PS-179 (ЦЕРН)" (И.В.Фаломкин), "Состояние дел по проекту ЯСНАПП-2" (В.Г.Калинников); Лаборатории ядерных реакций: "Холодное слияние и синтез новых элементов" (Ю.Ц.Оганесян), "Приводят ли релятивистские скорости атомных электронов к отклонению химических свойств $\text{Ku}(Z = 104)$ от свойств Zr и Hf ?" (И.Звара); Лаборатории нейтронной физики: "Нейтроннографические исследования суперионных кристаллов с водородными связями" (А.М.Балагуров), "Четные и нечетные эффекты при взаимодействии медленных нейтронов с ядрами" (Л.Б.Пикельнер), а также доклады о перспективах развития релятивистской ядерной физики, с которыми выступили В.К.Лукьянов, А.И.Титов и А.Д.Коваленко. С докладами об итогах работы международных конференций по тематике секции на сессии выступили К.Я.Громов, Ю.Э.Пенионжкевич, И.Мертиг.

24 сессия секции Ученого совета по теоретической физике состоялась 5 декабря 1986 года. На ней обсуждались научные доклады на тему "ЭВМ в теоретической физике". С докладами выступили: В.Ласснер — "Современный статус компьютерной алгебры (по материалам последних конференций)", В.П.Гердт — "Аналитические вычисления и теоретическая физика", О.В.Селюгин — "Проблемы численного решения некоторых физических задач", Ч.Стоянов — "Вычисления в большом конфигурационном пространстве", В.К.Митрюшкин — "Метод Монте-Карло в теории поля и ядерной физике", Е.П.Жидков — "Математическое моделирование и численные эксперименты", А.Донков — "Возможности персональных компьютеров". Участники сессии заслушали

также информацию о разработке проекта Комплексной программы развития ОИЯИ до 2000 года, которую представил Д.В.Ширков.

Основное внимание участников 43 сессии секций Ученого совета по физике высоких (2—4 декабря) и по физике низких (25—27 ноября) энергий было уделено обсуждению отчетов лабораторий о ходе выполнения проблемно-тематического плана научно-исследовательских работ и международного сотрудничества лабораторий в 1986 году, с которыми выступили А.Д.Коваленко, Л.А.Диденко, Е.А.Чудаков, И.Н.Семеновский, И.А.Шелаев (ЛВЭ), С.А.Бунятов, Б.А.Хачатуров, Б.Ситар, Л.М.Онищенко, В.А.Карнаухов, В.М.Цупко-Ситников (ЛЯП), Н.Н.Говорун, М.Сук, А.М.Задорожный, С.Ю.Шмаков, И.Л.Боголюбовский, И.В.Пузынин (ЛВТА), И.А.Голутвин, Г.В.Долбилов (ОНМУ), В.Д.Ананьев, Г.П.Жуков, Л.Б.Пикельнер, Ю.М.Останевич (ЛНФ), Г.Г.Гулбебян, Г.М.Тер-Акопян, Ю.Ц.Оганесян (ЛЯР); с отчетом по проекту ДЕЛФИ выступил П.Н.Боголюбов, с отчетом о сотрудничестве ОИЯИ с ИФВЭ и о деятельности СНЭО в 1986 году — Э.И.Мальцев. С докладами об итогах работы международных совещаний и конференций по тематике секций выступили М.А.Смондырев, С.А.Бунятов, В.В.Буров, В.П.Джелепов, В.Д.Тонеев, В.К.Лукьянов, В.С.Мележик, В.И.Луциков. Информацию о подготовке проекта Комплексной программы развития ОИЯИ до 2000 года на секциях представили Э.Энральго и А.Н.Сисакян.

Заседания специализированных комитетов при секциях Ученого совета по физике высоких энергий (фотоэмульсионного, камерного и комитета по электронным экспериментам) и по физике низких энергий (комитета по нейтронной физике, комитета по структуре ядра и комитета по физике тяжелых ионов) проходили в 1986 году дважды: в апреле и в октябре. На своих заседаниях члены комитетов обсудили предложения лабораторий в проект проблемно-тематического плана научно-исследовательских работ и международного сотрудничества на 1987 год, доклады о ходе работ по утвержденным проектам и темам, отчеты по завершенным темам, сообщения об итогах некоторых совещаний и конференций. Члены специализированных комитетов при секции Ученого совета по физике высоких энергий обсудили также проект развития Центрального вычислительного комплекса ОИЯИ на 1986—1990 гг.

ОРГАНЫ УПРАВЛЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО ИНСТИТУТА ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

КОМИТЕТ ПОЛНОМОЧНЫХ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ

Академик Х. Христов (Народная Республика Болгария)
Академик И. Ланг (Венгерская Народная Республика)
Академик Нгуен Ван Хьеу (Социалистическая Республика Вьетнам)
Академик К. Ланнус (Германская Демократическая Республика)
Чье Хак Гын (Корейская Народно-Демократическая Республика)
О. Л. Кабальеро (Республика Куба)

Проф. Д. Дзвэгмид (Монгольская Народная Республика)
Проф. М. Сивански (Польская Народная Республика)
Проф. М. Ивашку (Социалистическая Республика Румыния)
Академик А. М. Пегросьянц (Союз Советских Социалистических Республик)
Академик Й. Ржижан (Чехословацкая Социалистическая Республика)

Финансовый комитет

По одному представителю от
каждой страны-участницы
ОИЯИ

УЧЕБНЫЙ СОВЕТ ОБЪЕДИНЕННОГО ИНСТИТУТА ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Председатель - академик Н. Н. Боголюбов
профессор Э. Энтральго
профессор А. Сэндулеску
Главный ученый секретарь - профессор А. Н. Сисакян

Народная Республика Болгария	Венгерская Народная Республика	Социалистическая Республика Вьетнам	Германская Демократическая Республика	Корейская Народно-Демократическая Республика	Республика Куба	Монгольская Народная Республика	Польская Народная Республика	Социалистическая Республика Румыния	Союз Советских Социалистических Республик	Чехословацкая Социалистическая Республика
профессор Ж. Желев	академик ВАН Д. Берени	доктор химич. наук Данг Бу Минь	профессор К.-Г. Каун	Ге Хен Сук профессор Пак Мен Зон	кандидат физ.-мат. наук Т. Аурело	Б. Дапксурен академик АН МНР Н. Содном доктор физ.-мат. наук М. Леонард	профессор И. Зелински академик ПАН Р. Сосновски академик А. Хрынкевич	кандидат физ.-мат. наук В. Болдеа профессор И. Брындуш профессор Г. Семенеску	доктор технических наук А. А. Васильев профессор В. К. Лукьянов профессор Л. Д. Соловьев	чи.-корр. САН Ю. Дубински профессор Й. Тучек профессор Ч. Шимане
профессор И. Златев	член-корр. ВАН Н. Кроо	кандидат физ.-мат. наук Бу Суан Минь	К. Ланнус профессор Г. Музиоль	Пак Хен Гу	кандидат физ.-мат. наук Р. Топедо	Д. Тувадэндорж	профессор И. Зельински академик ПАН Р. Сосновски академик А. Хрынкевич	профессор И. Брындуш профессор Г. Семенеску	профессор В. К. Лукьянов профессор Л. Д. Соловьев	профессор Й. Тучек профессор Ч. Шимане
профессор Х. Христов	академик Д. Пингер	академик Нгуен Ван Хьеу	академик	Ге Хен Сук профессор Пак Мен Зон	кандидат физ.-мат. наук Р. Топедо	Д. Тувадэндорж	профессор И. Зельински академик ПАН Р. Сосновски академик А. Хрынкевич	кандидат физ.-мат. наук В. Болдеа профессор И. Брындуш профессор Г. Семенеску	доктор технических наук А. А. Васильев профессор В. К. Лукьянов профессор Л. Д. Соловьев	чи.-корр. САН Ю. Дубински профессор Й. Тучек профессор Ч. Шимане

Секция Ученого совета ОИЯИ по физике высоких энергий
Председатель - профессор Э. Энтральго
Ученый секретарь - кандидат физико-математических наук М. Г. Шафранова

Секция Ученого совета ОИЯИ по теоретической физике
Председатель - академик Н. Н. Боголюбов
Ученый секретарь - кандидат физико-математических наук М. А. Смондырев

Секция Ученого совета ОИЯИ по физике низких энергий
Председатель - профессор А. Сэндулеску
Ученый секретарь - кандидат физико-математических наук Н. К. Скобелев

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

Комитет по электронным экспериментам
Председатель - кандидат физ.-мат. наук Я. Седлак

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

Комитет по нейтронной физике
Председатель - профессор К. Хенниг

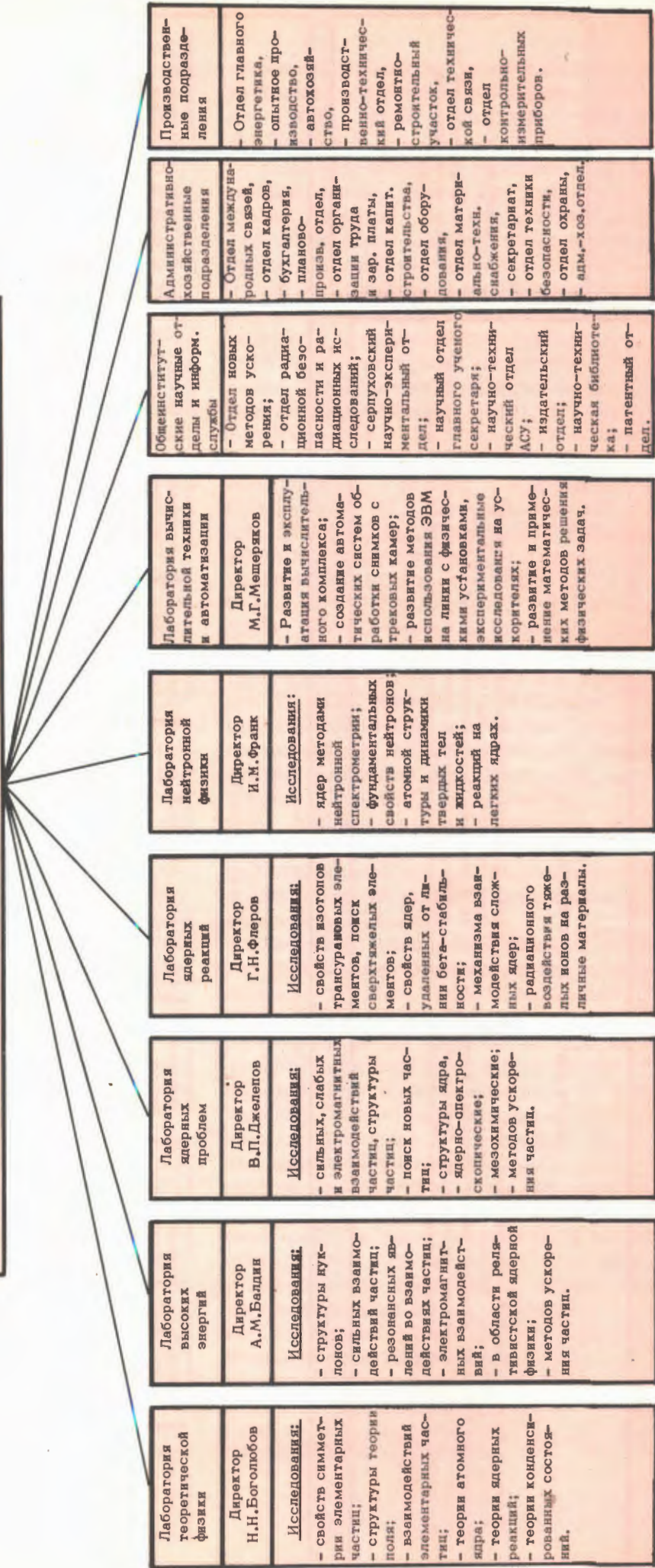
Комитет по структуре ядра
Председатель - доктор физических наук В. Андрейчев

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

СТРУКТУРА

ОБЪЕДИНЕННОГО ИНСТИТУТА ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

ДИРЕКЦИЯ	
Директор Вице-директор Вице-директор Административный директор	Н. Н. Боголюбов Э. Эндральго М. Гумтро Ю. Н. Денисов
Помощник директора Помощник директора Главный ученый секретарь	Н. П. Терехин А. И. Романов А. Н. Сисакян



Ученые ОИЯИ награждены в 1986 году:

— Премией Совета Министров СССР в области науки и техники за 1986 год за разработку и внедрение автоматизированных систем вычислительного эксперимента в инженерных расчетах. (В числе авторов: Н.Н.Говорун, Л.С.Нефедьева, Р.Н.Федорова, В.П.Шириков);

— единовременной премией, установленной Советом Министров СССР, за выполнение цикла научно-технических работ "Разработка и применение ядерно-физических методов и аппаратуры для высокочувствительного двумерного анализа смесей меченых соединений на плоских носителях". (В числе авторов: группа ученых ЛВЭ, научный руководитель работы — профессор Ю.В.Заневский);

— Государственной премией Грузинской ССР по науке и технике за 1986 год за цикл работ "Обнаружение и исследование барионного состояния со скрытой странностью" (Авторы: Н.С.Амаглобели, Т.С.Григалашвили, В.П.Джорджадзе, В.Д.Кекелидзе, М.Ф.Лихачев, Г.И.Никобадзе);

— Золотой медалью имени И.В.Курчатова и Премией АН СССР за цикл работ по мю-катализу и мю-мезоатомным процессам в изотопах водорода. (Автор: член-корреспондент АН СССР В.П.Джелепов);

— Премией имени Н.М.Крылова АН УССР за цикл работ "Математические методы исследования систем с нарушенной симметрией". (Автор: доктор физико-математических наук П.Н.Боголюбов).

ПРЕМИИ ОИЯИ

На соискание премий ОИЯИ за 1985 год были выдвинуты лучшие научно-исследовательские и экспериментальные, научно-методические и научно-технические, а также

научно-технические прикладные работы, выполненные сотрудниками Института. Решением Ученого совета ОИЯИ от 5—6 июня 1986 года присуждены следующие премии:

ПО НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИМ ТЕОРЕТИЧЕСКИМ РАБОТАМ

Первая премия

"Операторные методы в теории элементарных частиц".

Авторы: И.Бланк, М.Гавличек, Я.Диттрих, Г.И.Колеров, П.Экснер.

Вторая премия

"Новые методы в теории пион-ядерных взаимодействий".

Авторы: В.Б.Беляев, Е.Вжеционко, В.В.Пупышев, С.А.Ракитяцкий, О.П.Соловцов, М.Х.Ханхасаев.

ПО НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИМ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫМ РАБОТАМ

Первая премия

"Экспериментальные исследования кулулятивного рождения частиц на синхротроне ОИЯИ и распределение кварков в ядрах".

Авторы: А.М.Балдин, В.К.Бондарев, Н.С.Мороз, Ю.А.Панебратцев, М.Пенця, В.С.Ставинский, А.Н.Хренов, Л.Б.Голованов, А.П.Цвинева, В.Н.Садовников.

Две вторые премии

"Исследование свойств атомных ядер,

удаленных от полосы стабильности, по программе ИРИС-ЯСНАПП”.

Авторы: Г.Д.Алхазов, Н.Ганбаатор, К.Я.Громов, В.Г.Калинников, К.А.Мезилев, А.В.Потемпа, Ф.Таркани, Ю.Н.Новиков.

”Узкие дипротонные резонансы в взаимодействиях при энергиях $1 \div 5$ ГэВ”.

Авторы: Ю.А.Троян, А.В.Никитин, В.Н.Печенов, В.И.Мороз, А.П.Иерусалимов, А.П.Стельмах, К.Бешлиу, Ф.Которобай, Д.Пантеа.

Дополнительная вторая премия

”Исследование оже-электронов, возникающих в ион-атомных столкновениях тяжелых ионов с атомами неона”.

Авторы: Д.Берени, Д.Варга, Я.Вег, И.Кадар, В.Н.Мельников, Ш.Риц, Г.Хок, Б.Шулик, В.А.Щеголев.

ПО НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИМ И НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИМ РАБОТАМ

Первая премия

”Внедрение, развитие и использование программных систем для аналитических вычислений на ЭВМ”.

Авторы: А.А.Ахундов, Д.Ю.Бардин, Л.В.Бобылева, В.П.Гердт, И.Е.Жидкова, В.Ласснер, В.А.Ростовцев, О.В.Тарасов, Р.Н.Федорова, Д.В.Ширков.

Две вторые премии

”Спектрометр обратной геометрии КДСОГ-М на реакторе ИБР-2”.

Авторы: Г.Балука, А.В.Белушкин, С.И.Брагин, О.И.Елизаров, В.А.Ермаков,

Т.Залески, М.З.Ишмухаметов, И.Натканец, В.Олеярчик, Я.Павелчик.

”Разработка, создание и применение системы криогенной откачки вакуумной камеры синхрофазотрона для увеличения интенсивности пучков ускоренных тяжелых ионов”.

Авторы: Н.Н.Агапов, Б.В.Василишин, И.В.Зайцев, А.Г.Зельдович, Л.П.Зиновьев, И.И.Куликов, С.С.Нагдасев, Н.В.Осипов, А.И.Пикин, И.Н.Семенюшкин.

ПО НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИМ ПРИКЛАДНЫМ РАБОТАМ

Первая премия

”Ядерные ультрафильтры и фильтры с асимметричной структурой”.

Авторы: Г.Н.Флеров, П.Ю.Апель, Е.Д.Воробьев, А.Ю.Дидык, Н.И.Житарюк, В.И.Кузнецов, О.Л.Орелович, Л.И.Самойлова, Е.М.Файнгерш, Б.В.Шилов.

Две вторые премии

”Разработка и внедрение датчиков, аппаратуры и методики измерения криогенных температур в физических установках”.

Авторы: В.И.Дацков, В.Д.Бартенев, А.Г.Зельдович, Л.В.Петрова, Г.П.Цвинева, Ю.А.Шишов.

”Исследование резонансной структуры нейтронных сечений топливно-сырьевых ядерных материалов”.

Авторы: Т.П.Бакалов, А.А.Ваньков, Т.Л.Илчев, А.С.Матеева, С.А.Тошков, В.Ф.Украинцев, Чан Хань Май, Н.Б.Янева.

**НАУЧНО-
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЕ
РАБОТЫ,
ВЫПОЛНЕННЫЕ
ЛАБОРАТОРИЯМИ ОИЯИ
В 1986 ГОДУ**



ЛАБОРАТОРИЯ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ

СТРУКТУРА КЛАССИЧЕСКОЙ И КВАНТОВОЙ ТЕОРИЙ ПОЛЕЙ

Проанализированы двухсолитонные решения двух нелинейных эволюционных систем, описывающих взаимодействие волн на плоскости.

В результате обнаружено:

1) Гашение волн. Найдены условия, при которых две волны, распространяющиеся на плоскости под углом друг к другу, гасят друг друга.

2) Излучение и поглощение волн. Найдены условия, при которых длинная волна в процессе эволюции излучает (или поглощает) пакет коротких волн.

3) Отражение волн. Найдены условия, при которых длинная волна и пакет коротких волн в результате сколь угодно малого возмущения меняют направление движения на прямо противоположное^{1/}.

Предсказаны два наблюдаемых на опыте эффекта связанных состояний солитонов на неоднородностях: 1) новая ветвь на вольтамперной характеристике; 2) новая ветвь на зависимости критического тока от внешнего магнитного поля ("солитонный крест"). Солитонный крест наблюдался в экспериментах, выполненных в ИРЭ АН СССР^{2/}.

Для второго дифференциального оператора Бельтрами (ковариантного оператора Даламбера) получено тождество, из которого следует, что подходы Фока и Розена к теории тяготения Эйнштейна эквивалентны и означают введение условий гармоничности^{3/}.

Разработан алгоритм построения суперсимметричных теорий без расходимостей, основанный на размерной регуляризации^{4/}.

Развит гамильтонов формализм для сингулярных лагранжианов с высшими производными, что необходимо для их канонического квантования. К числу таких систем относятся, например, различные варианты гравитационных теорий, действие которых

содержит квадратичные по кривизне слагаемые, а также модификации струнной модели с жесткостью, поля Янга — Миллса с высшими производными и т.д. Доказана инвариантность меры в функциональном интеграле в фазовом пространстве для систем со связями при различных параметризациях этих связей^{5/}.

Разработан метод учета эффектов нелокальности кварковых и глюонных конденсатов и исследовано их влияние на форму волновой функции пиона в КХД^{6/}.

Предложен новый метод квантования калибровочных теорий, основанный на расширенном применении принципа калибровочной инвариантности при конструировании физических переменных и выборе тензора энергии-импульса. Этот метод позволяет решить проблему построения одночастичных функций Грина фермионов с правильными аналитическими свойствами и показать несостоятельность критерия Вильсона как критерия конфайнмента. Предлагается новый, топологический критерий конфайнмента, основанный на явлении деструктивной интерференции и исчезновении асимптотических состояний цветных полей^{7/}.

Найдена формулировка теории поля с фундаментальной массой M в конфигурационном представлении, позволяющая включить в развиваемую схему описание гравитационного взаимодействия.

В теории поля с фундаментальной массой построено обобщение модели Салама — Вайнберга — Глешоу, описывающей электрослабые взаимодействия. Получены новые члены взаимодействия, исчезающие в пределе $M \rightarrow \infty$ ^{8/}.

Найдено точное решение многокомпонентной модели Гросса — Неве^{9/}.

В классической и квантовой динамике релятивистских струн в гамильтоновом подходе построен бесконечный набор интегралов движения фермионной струны^{10/}.

Предложен механизм удержания кварков, основанный на специфике решений

двухчастичной задачи в релятивистском конфигурационном представлении. Показано, что существует класс решений, для которых выражение для волновой функции относительного движения содержит универсальный режущий фактор^{/11/}.

Предложен метод построения асимптотических разложений фейнмановских интегралов и полных функций Грина по большим евклидовым импульсам и (или) массам в MS-схеме, обобщающий на этот случай процедуру получения разложения двух токов на малых расстояниях. Разложение ведется по MS-перенормированным операторам с коэффициентными функциями, разложимыми в степенные ряды по малым импульсам и массам.

Для двумерных дискретных динамических систем обнаружены новые механизмы исчезновения периодических орбит; изучен переход от консервативного к слабодиссипативному режиму^{/13/}.

Предложен новый метод определения критической температуры θ_c , "намагниченности" $\langle L \rangle$, восприимчивости χ и др. в температурных фазовых переходах в решеточных теориях поля, основанный на вычислении функций распределения параметра порядка. Этот метод позволяет добиться более высокой точности при вычислениях вблизи точки фазового перехода по сравнению со стандартными методами. С его помощью в SU(2)-калибровочной теории на решетке 4×8^3 вычислены величины: θ_c , $\langle L \rangle$ и χ ^{/17/}.

СИММЕТРИИ И СУПЕРСИММЕТРИИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ

Разработанный в Дубне метод гармонического суперпространства впервые позволил построить общую суперсимметричную ($N=2$) сигма-модель для гипермультиплетов материи. В работах 1986 года показано, что все известные ранее описания $N=2$ материи (тензорный мультиплет и другие) эквивалентны ограниченному классам самодействия гипермультиплетов и связаны с ними преобразованиями Лежандра. Общая сигма-модель отвечает гиперкэлэрову многообразию. До сих пор гиперкэлэров общий потенциал не был известен, хотя он имеет большое значение, особенно в связи с гравитационными инстантонами. Выдвинута обоснованная гипотеза, что лагранжева плотность самодействия гипермультиплетов в гармоническом суперпространстве и есть

неизвестный ранее гиперкэлэров потенциал, порождающий все нужные метрики. Проанализированы возможные аналитические подпространства для реализации $N=3$ расширенной суперсимметрии. Исследован новый класс суперконформных моделей в двух измерениях. Исследовались также суперполевые формулировки расширенной суперсимметричной механики^{/14/}. Рассмотрено рождение суперсимметричных частиц в столкновениях поляризованных e^+ и e^- . Получены различные соотношения между поляризационными характеристиками процессов. Их проверка была бы тестом суперсимметрии^{/15/}.

В рамках развитого ранее феноменологического подхода к анализу радиальных возбуждений легких мезонов рассмотрены следствия возможного отождествления группы недавно обнаруженных изосинглетных псевдоскалярных резонансов с радиальными возбуждениями $\eta - \eta'$ -системы. Подчеркнута взаимная зависимость общей проблемы надежного установления первого радиального возбуждения легких мезонов и обоснованной идентификации глюоболов или гибридных глюон-кварковых состояний. Показано, что малая ширина двухфотонного распада ι (1460)-мезона и его же интенсивное образование в радиационных J/ψ -распадах, часто выдвигаемые в качестве аргументов в пользу глюобольной природы этого мезона, качественно получаются в одной из рассмотренных схем радиальных возбуждений $\eta - \eta'$ -системы.

Проанализирована ситуация с интерпретацией экспериментов ИЯИ СОАН (Новосибирск) на встречных e^+e^- -пучках в области предполагаемого ρ (1250)-резонанса.

Сделан вывод о преждевременности заключения экспериментальной группы о невозможности интерпретации ρ (1250) как первого радиального возбуждения ρ -мезона. Сформулированы вопросы, представляющие интерес для дальнейших исследований по спектроскопии легких мезонов на установках ОИЯИ МИС и "Гиперон"^{/16/}.

ФЕНОМЕНОЛОГИЯ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ

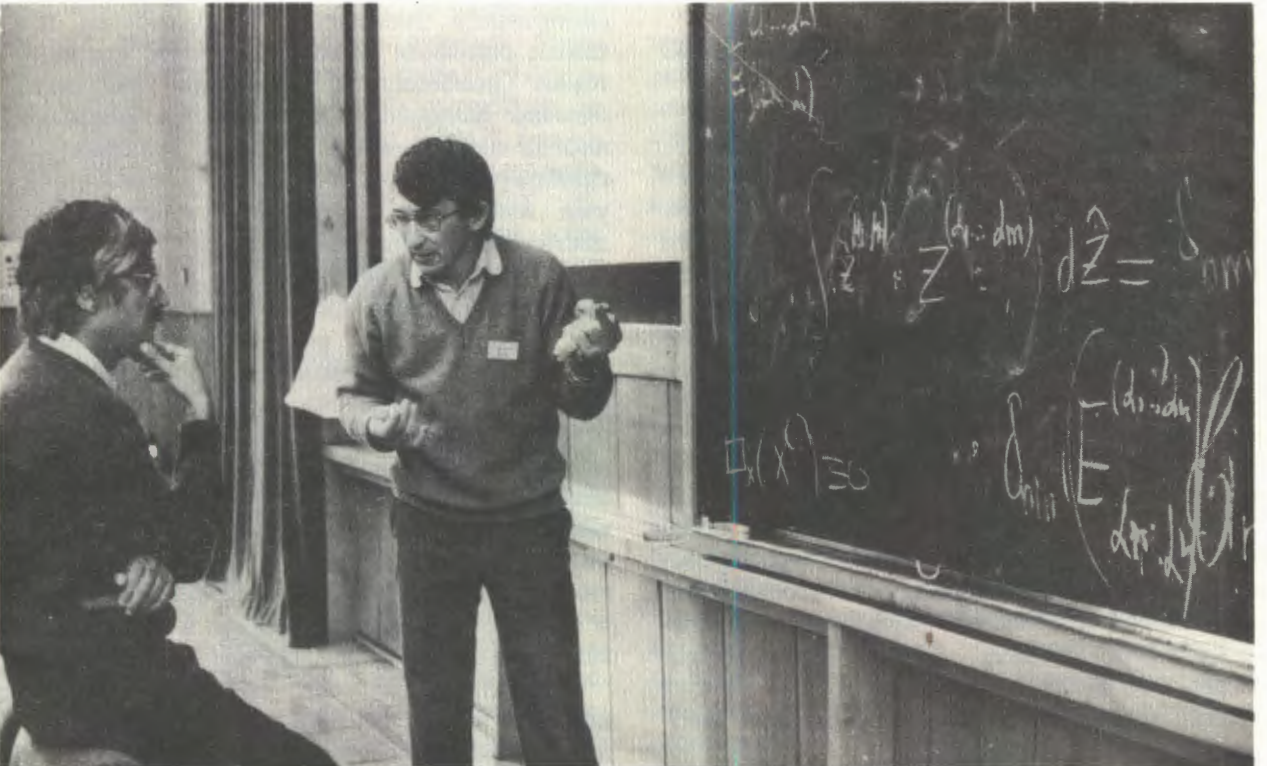
Изучалась каонная физика в кварковой модели сверхпроводящего типа. Для экспериментальной группы, работающей на нейтринном детекторе, вычислены распады: $K_{LS} \rightarrow 2\gamma$, e^+e^- , $\mu^+\mu^-$, $K \rightarrow 2\pi$, $K \rightarrow 3\pi$, разность



С 26 по 29 августа в Дубне проходило совещание "Ренормгруппа-86", в котором приняли участие ученые из ОИЯИ, стран-участниц ОИЯИ, ЦЕРНа, Франции, ФРГ и США. Метод ренормгруппы, предложенный более четверти века назад

в работах дубненских теоретиков, нашел широкое применение не только в квантовой теории поля, но и в статистической механике, теории критических явлений и в целом ряде других областей физики.





масс K_L - и K_S - мезонов и объяснено правило $\Delta I = 1/2$ с привлечением промежуточного скалярного $\epsilon(700)$ - мезона.

Ряд работ был посвящен выяснению важной роли $\pi \rightarrow A_1$ - переходов для правильного описания низкоэнергетических мезонных процессов.

Совместно с физиками ГДР показано, что только при учете формфакторов векторных мезонов результаты модели векторной доминантности будут согласовываться с результатами низкоэнергетических теорем^{/18/}.

В виртон-кварковой модели предложен механизм адронизации и определена область применимости модели. Установлена связь модели с КХД. На основе развитого аппарата показано, что учет A_1 - мезона улучшает описание основных распадов легких мезонов и дает правильную величину отношения аксиального и векторного формфакторов в распаде $\pi \rightarrow e\nu$.

На основе анализа данных NA-4 для отношения структурных функций ядер показано, что ЕМС-эффект является следствием релятивизма — поляризацией нуклон-антинуклонного вакуума.

В рамках метода феноменологических киральных лагранжианов вычислены вероятности слабых распадов Λ_c^+ - бариона, которые согласуются с имеющимися экспериментальными данными. В частности, предсказание теории

$$R = \Gamma(\Lambda_c^+ \rightarrow \Lambda \pi^+ \pi^+ \pi^-) / \Gamma(\Lambda_c^+ \rightarrow \rho \bar{K}^0 \pi^+ \pi^-) = 0,1$$

не противоречит результату БИС-2 (ЛВЭ

$$\text{ОИЯИ}) R^{\text{эксп}} = 0,2_{-0,19}^{+0,13}$$

В настоящее время разрабатывается программа, в которой полученные теоретические результаты будут использованы для улучшения эффективности экспериментальной установки БИС-2.

Продолжались исследования по электро-слабым взаимодействиям. Впервые получены компактные аналитические выражения для вклада КЭД-диаграмм с излучением реальных и виртуальных фотонов из внешних линий в реакции $e^+e^- \rightarrow f\bar{f}$ ^{/27/}.

Предсказаны распады скалярного глюония на пионы и на два фотона. Ширины распадов на пионы можно ожидать большими для глюониев с массой порядка 1 ГэВ (тогда ширина распада на два пиона будет около 600 МэВ), но распады на два фотона подавлены для глюонного состояния с нейтральными конститuentами.

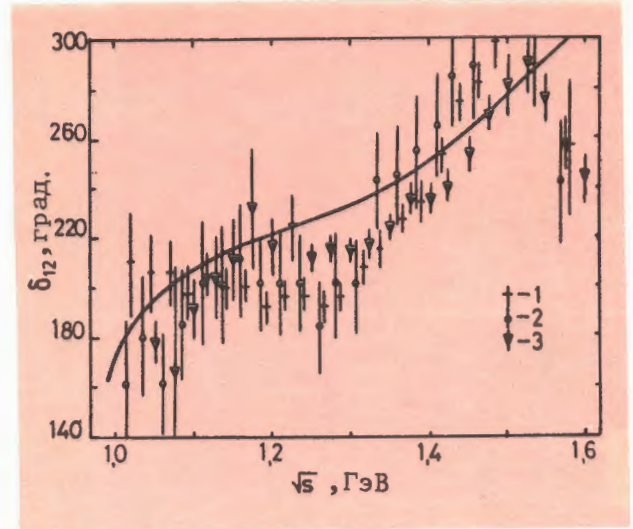


Рис. 1. Предсказание фазы процесса $\pi\pi \rightarrow K\bar{K}$.

Продолжалось исследование природы скалярных мезонов на основе интерпретации $\pi\pi$ -, $K\bar{K}$ - и $\eta\eta$ -рассеяния с использованием аналитичности и техники униформизации, в частности, в секторе с квантовыми числами вакуума, где нет полной ясности даже в вопросе экспериментального статуса этих частиц. Такой подход дает возможность, исходя из анализа $\pi\pi$ -рассеяния, предсказывать поведение амплитуд $K\bar{K}$ -рассеяния и процесса $\pi\pi \rightarrow K\bar{K}$ (рис. 1) и надежно определять параметры резонансов. В отличие от стандартных способов представления амплитуд, в которых реально не учитывается многолистность римановых поверхностей, при таком описании демонстрируется, что некоторые особенности поведения амплитуд, обычно связываемые с новыми мезонами, иногда необычайной природы (такими, как глобол), на самом деле есть проявления уже известных частиц на неучитываемых листах римановой поверхности^{/23/}.

Получены предсказания для поляризационных явлений протон-протонного и протон-антипротонного рассеяния. Исследованы проявления предложенного спинового механизма в динамике сильных взаимодействий при сверхвысоких энергиях. На его основе получены предсказания для поведения физических величин (дифференциальные сечения, полные сечения, наклон дифракционного пика и т.д.) при сверхвысоких энергиях. Ряд предсказаний при энергиях $\sqrt{s} = 540$ и 630 ГэВ подтвержден в экспериментах на $p\bar{p}$ -коллайдере ЦЕРНа.

Показано, что учет в жестком рассеянии адронов эффектов больших расстояний позволяет количественно объяснить поведение

поляризации и спиновых корреляционных параметров в рр-рассеянии на большие углы. Сделаны предсказания поведения спиновых эффектов вплоть до энергий $p_L \sim \sim 100$ ГэВ в области больших углов рассеяния^{/24/}.

Завершено построение асимптотически корректной теории трехчастичных систем с выделением быстрой подсистемы, что позволяет провести квазиразделение переменных в полном гамильтониане^{/25/}.

Выполнены вариационные расчеты уровней энергии мезомолекул, использовалось до 1400 пробных функций, точность $10^{-3} - 10^{-4}$ эВ.

Введена классификация состояний гиперсферического адиабатического базиса в задаче трех тел с кулоновским взаимодействием, выделена точка тройного соударения Фока, построены асимптотические состояния при больших значениях гиперрадиуса^{/26/}.

СТРУКТУРА АТОМНОГО ЯДРА

Продолжались исследования структуры состояний сложных ядер в рамках квази-частично-фононной модели ядра (КФМЯ), и получил дальнейшее развитие математический аппарат модели^{/27/}. Новейшие экспериментальные данные по спектроскопии ядра ^{168}Er подтвердили предсказания КФМЯ. В то же время они противоречат выводам и предсказаниям других ядерных моделей, в том числе и широко распространенной модели взаимодействующих бозонов. Исследование низколежащих гексадекапольных состояний деформированных ядер, предпринятое в рамках КФМЯ, позволило объяснить зависимость от массового числа A энергий состояний с $K^\pi = 4^+, 3^+$. При этом квазичастичная структура указанных состояний хорошо согласуется с данными, полученными в реакциях прямой передачи нуклонов^{/28/}.

Сделан новый качественный шаг в теоретическом изучении высоколежащих одночастичных состояний сферических ядер: рассчитаны вероятности гамма-распада резонансно-подобной структуры, связанной с концентрацией силы глубоколежащей дырочной нейтронной подоболочки $1g_{9/2}$ в ^{111}Sn . В гамма-распаде указанной структуры важную роль играют компоненты "квазичастица x фонон". Результаты расчетов хорошо согласуются с данными первых экспериментов (см. рис. 2), выполненных в ОРСЭ (Франция) и Осаке (Япония)^{/29/}.

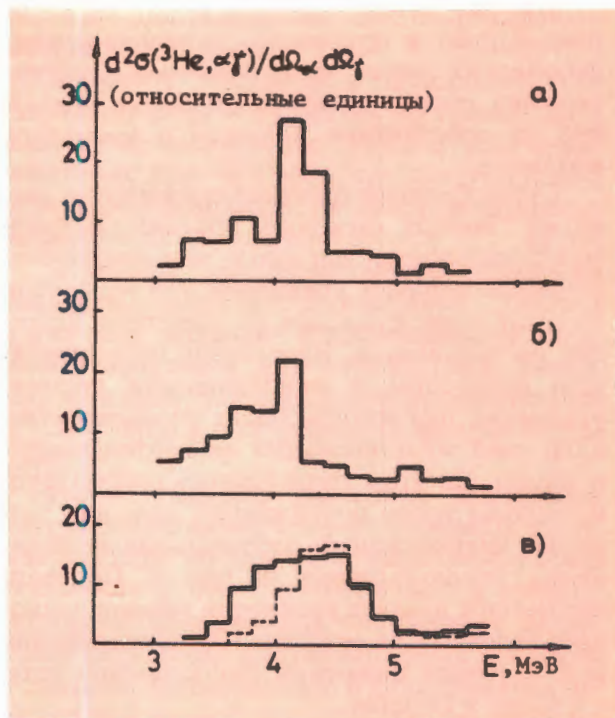


Рис. 2. Сечение реакции $^{112}\text{Sn}(^3\text{He}, \alpha\gamma)^{111}\text{Sn}$ (относительные единицы): а) эксперимент: H. Sakai et al. Nucl. Phys. A, 1985, v. A441, p. 640; б) эксперимент: F. Azaiez et al. Nucl. Phys. A, 1985, v. 444, p. 373; в) теория (пунктир – вклад переходов между одночастичными компонентами, сплошная линия – расчет, учитывающий вклад всех компонент).

Исследована фрагментация одночастичных состояний в изотопах Sn, Sb, Sm, Eu^{/30/}. Выявлен ряд интересных закономерностей, в числе которых — изотопическая зависимость степени фрагментации сильно возбужденных одночастичных состояний нечетных сферических ядер с общим полумагическим четно-четным остовом. Показано также, что феноменологический потенциал Вудса — Саксона удовлетворительно описывает энергии одночастичных подоболочек до 10–12 МэВ.

В результате анализа данных об изоскалярном I^+ -уровне ($E_x = 5,846$ МэВ) ядра ^{208}Pb сделан вывод, что изоскалярное спин-спиновое взаимодействие в КФМЯ на порядок слабее изовекторного. Расчеты сечений возбуждения M1-резонанса в изотопах $^{90-96}\text{Zr}$ в неупругом рассеянии протонов с $E_p = 200$ МэВ, в которых учитывались центральные и тензорные компоненты взаимодействия падающего протона с нуклонами ядра и точно описывался вклад обменного выбивания нуклонов, продемонстрировали сильную зависимость теоретического сечения от сложности модельной волновой функции резонанса^{/31/}.

На базе метода стержневых сплайнов разработаны и применены к решению ряда физических задач приближенные способы решения систем дифференциальных уравнений на собственные значения в квантовой механике.

Существенный прогресс достигнут в развитии "метода фазового объема". В работе^{/32/} разработан алгоритм замыкания бесконечной цепочки уравнений для моментов по импульсам нуклонов от квантовой функции распределения. Замыкание осуществляется переходом к эквивалентной системе уравнений для интегральных характеристик ядер типа мультипольных моментов заряда и массы. На этом пути удалось рассмотреть несколько типов возбуждения ядер, и в том числе низколежащие октупольные возбуждения, представленные на рис. 3. Простота численного анализа уравнений модели позволяет надеяться на ее успешное использование при изучении динамики столкновений ядер с ядрами и деления.

Достигнуты успехи в развитии алгебраических моделей структуры ядра. Так, в работе^{/33/} получен интересный результат о возможности редукции группы динамической симметрии мультибозонной системы, включающей бозоны с мультипольностью $\lambda = 0, 1, 2$ и 3 до групп $U(5)$, $O(6)$ и $U(3)$. На основе этой работы продолжают исследования возникновения октупольной деформации в ядрах при увеличении углового момента состояния.

Рис. 3. Центроиды силовой функции для октупольных переходов в области энергии возбуждения до 10 МэВ. Сплошная линия – теоретическая оценка по модели капли ферми-жидкости^{/32/}.

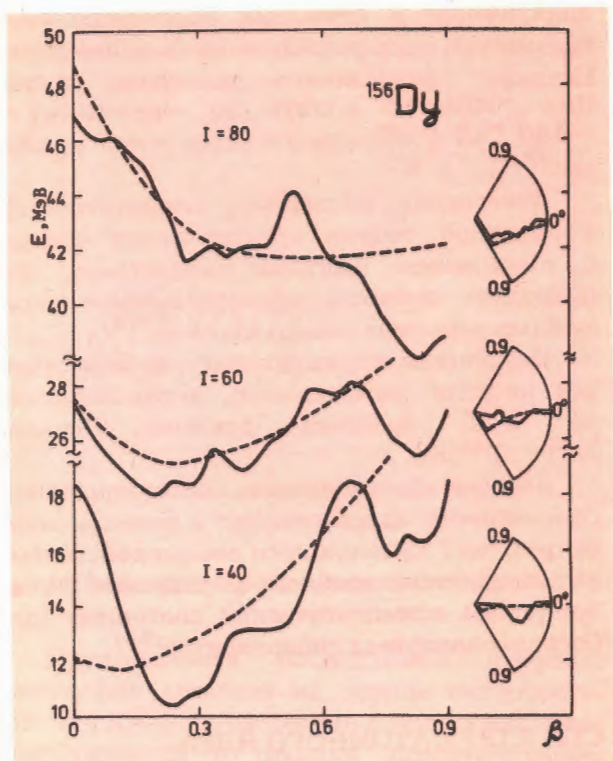
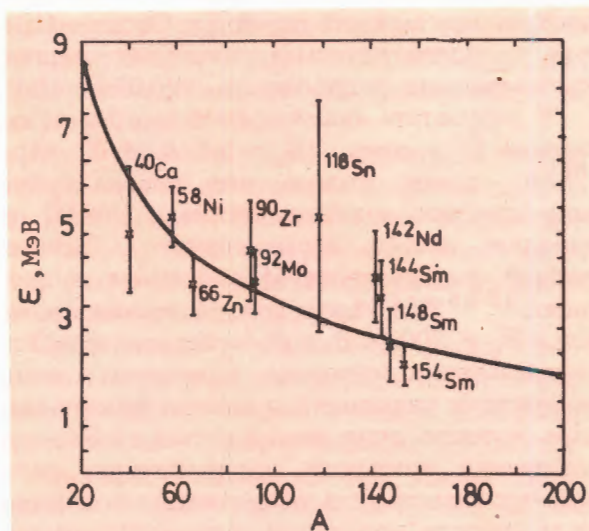


Рис. 4. Разрез поверхности энергии деформации ^{156}Dy при трех различных значениях углового момента^{/35/}.

Выполнены теоретические исследования дифференциальных сечений и инклюзивных спектров реакции (p, n) на ^{208}Pb , ^{90}Zr , ^{48}Ca и ^{40}Ca . Ведутся исследования поляризационных характеристик в реакции с поляризованными пучками промежуточных энергий. Проведено исследование реакции $^{90}\text{Zr}(^7\text{Li}, ^7\text{Be})^{90}\text{Y}$ при $E(^7\text{Li}) = 7,8$ МэВ. С целью выяснения роли эффектов преломления ядерной среды рассмотрены дифференциальные сечения упругого рассеяния ^6Li на ^{14}C и реакции перезарядки $^{14}\text{C}(^6\text{Li}, ^6\text{He})^{14}\text{N}$ при $E(^6\text{Li}) = 93$ МэВ.

Новые результаты получены по теории деления ядер, в работе^{/34/} показано существование в ядрах ^{264}Fm трех "долин" энергии деформации, соответствующих различным способам деления, приводящим к дочерним ядрам разного состава по числу нуклонов.

Говоря о достижениях 1986 г., следует отметить работу^{/35/}, выполненную в 1975 г., в которой на основе метода оболочечной поправки были предсказаны "супердеформированные" ядерные состояния с большими угловыми моментами. Такое предсказание экспериментально подтверждено лишь в этом году. Рис. 4 воспроизводит иллюстрацию из работы^{/35/}, на которой изображен

разрез поверхности деформации для ядра ^{156}Dy . Оценка параметров деформации, временных характеристик гамма-излучения и даже длины цепочки переходов по экспериментальным данным удивительно точно согласуется с теоретическими предсказаниями, сделанными 11 лет назад.

ТЕОРИЯ ЯДЕРНЫХ РЕАКЦИЙ

Построен универсальный пион-ядерный оптический потенциал второго порядка. На его основе объяснены практически все имеющиеся экспериментальные данные по упругому рассеянию пионов на ядрах как при низких энергиях, так и в области Δ_{33} -резонанса^{/36/}. Исследовано влияние поляризуемости легких ядер на выход ядерных реакций при низких энергиях. Показано, что учет поляризуемости приводит к дополнительной зависимости сечений от энергии по сравнению с зависимостью, определяемой барьерным множителем^{/37/}. Для уравнений Фаддеева в координатном пространстве построен метод гипергармоник. Получены асимптотики компонент волновой функции по угловой переменной, осуществлена регуляризация уравнений в особых точках и найден эффективный численный алгоритм их решения.

На основе метода обратной задачи для среднего поля ядра предложена модель, позволяющая описать стадию развала сжатой холодной ядерной системы. Решена обратная задача для аксиально-деформированного среднего поля. Найден способ решения трехчастичной обратной задачи.

Рассмотрено влияние кулоновского отталкивания в периферических столкновениях тяжелых ионов на распределение протонов и нейтронов в ядрах^{/38/}. Рассчитаны вероятности возбуждения изоскалярных и изовекторных многофононных состояний в глубоконеупругих столкновениях тяжелых ионов. Предложен метод учета неадиабатических поправок к потенциалу взаимодействия ядер во входном канале. Показано, что поправки делают потенциальный барьер для слияния ядер более узким, что ведет к усилению подбарьерного слияния.

Исследовано влияние параметра соударения ядро-ядерного взаимодействия на связь выхода дейтронов и протонов с энтропией образовавшейся ядерной системы. Показано, что в столкновениях релятивистских ядер сигналом наступления деконфайнмента должно служить изменение

формы распределений по эффективным массам рождаемых K^+K^- и $\Lambda\bar{\Lambda}$ -пар^{/39/}.

Показано, что модель каскадного типа описывает хотя и большую, но только часть выхода кумулятивных струй в π C-взаимодействиях при 40 ГэВ/с, т.е. требуется ввести дополнительный, на кварковом уровне механизм их образования.

В рамках кварк-партоного механизма показано, что шестикварковая примесь в дейтроне приводит к качественному изменению поведения как структурных спиновых функций, так и выходов кумулятивных K^\pm и π^\pm -мезонов в реакциях фрагментации ядер^{/40/}.

Расчет упругого рассеяния электронов дейтроном показал, что учет мезонных степеней свободы не изменяет качественно предсказанного ранее специфического поведения тензорной поляризации, полученного вследствие включения шестикварковых примесей в дейтрон. Показано, что в формфакторе ядра гелий-4 решающую роль играет интерференция нуклонного и многокваркового каналов^{/41/}.

В квантованной модели Скирма вычислены спектры масс и формфакторы нуклонов и дибарионов без странности^{/42/}.

СТАТИСТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА И ЕЕ ПРИЛОЖЕНИЯ К ФИЗИКЕ КОНДЕНСИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ

Продолжены исследования динамики частицеподобных возбуждений в низкомерных системах (полиацетилена, ДНК, магнетиках). Удалось построить систему уравнений, описывающих динамику оснований ДНК для произвольного вида потенциала взаимодействия между ними, и проанализировать ее при различной конкретизации потенциала^{/43/}. Найденны решения уравнений динамической версии $(\text{CH})_x$, описывающей движущиеся солитоны. Были рассчитаны их физические характеристики: энергия рождения, масса, заряд, высшие электрические моменты^{/44/}. Эффекты учета движения солитона зачастую существенны: так, динамическая поправка к массе полярона составляет 40%.

В^{/45/} проведены количественные расчеты хемисорбции водородоподобных атомов на металлах. Получены точные решения в моделях ветвящихся полимеров и исследован фазовый переход двумерных кристаллических систем в одноосную несоизмеримую фазу^{/46/}. (Существенной чертой этих моделей

является предположение об отсутствии самопересечения).

Применительно к экспериментальным возможностям ИБР-2 исследованы конфигурации полимерных цепей в жидкокристаллическом состоянии.

Закончен цикл исследований по применению многоподрешеточной модели к описанию ситуации в парафазе в ферроэлектриках типа перовскитов. Здесь для нахождения параметров микроскопической модели были использованы экспериментальные данные по среднеквадратичным смещениям атомов подрешеток, полученные из рентгенографических измерений.

Завершены циклы исследований по созданию квазичастичного подхода в квантовой теории дефектов и фазовых переходах в модельных системах с электрон-дырочной и структурной неустойчивостью. Проведено строгое исследование термодинамики модели Хуанга — Янга — Латтинджера. Доказано, что фазовый переход типа бозе-эйнштейновской конденсации происходит при более низкой плотности, чем в идеальном газе.

Получено уравнение состояния в точно решаемой модели структурного фазового перехода^{/47/}. Удалось доказать справедливость гипотезы подобия и правил размерного скейлинга.

Исследования по теме "Квазисредние и спонтанные нарушения симметрии в статистической механике" велись, в основном, в двух направлениях.

В области применения методов статистической механики в задачах квантовой оптики исследованы новые эффекты, обусловленные квантовой природой света и не имеющие классических аналогов (разгруппировка и антикорреляция фотонов, сжатое состояние света). Найдены условия получения максимальной степени сжатия для излучающей системы в резонаторе^{/48/}. Исследованы особенности сверхизлучательной генерации в двухкомпонентных системах и предсказана возможность расщепления и повторения когерентных импульсов.

В области развития квантово-статистического модельного подхода в теории твердого тела предложена динамическая модель структурного стекла и предсказано неэргодическое поведение фазы структурного стекла. Построена динамическая теория неэргодического состояния, возникающего в твердых растворах сегнетоэлектриков с водородными связями, и изучена роль эффектов туннелирования протонов^{/49/}.

Для модели фазового перехода с кубической анизотропией найдено точное решение, учитывающее роль флуктуационных эффектов в изменении рода фазового перехода^{/50/}.

Развит подход в теории многократного рассеяния точечных дефектов в металлах с учетом их электронных свойств, послуживший основой для монографии^{/51/}.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мельников В.К. ОИЯИ, P2-86-234, P2-86-276, Дубна, 1986.
2. Филиппов А.Т. ОИЯИ, P2-86-545, Дубна, 1986.
3. Черников Н.А. ОИЯИ, P2-86-478, Дубна, 1986.
4. Kazakov D.I. — *Phys. Lett.* 1986, 179B, p.352.
5. Нестеренко В.В. ОИЯИ, P2-86-323, P2-86-284, Дубна, 1986.
6. Радюшкин А.В., Михайлов С.В. — *Письма в ЖЭТФ*, 1986, 43, с.551.
7. Пиева N.P., Pervushin V.N. *JINR*, E2-86-26, E2-86-283, Dubna, 1986;
8. Ибадов Р.М., Кадышевский В.Г. ОИЯИ, P2-86-830, P2-86-831, Дубна, 1986.
9. Chizhov M.V., Avdeev L.V. *JINR*, E2-86-663, Dubna, 1986.
10. Исаев А.П. ОИЯИ, P2-86-16, Дубна, 1986.
11. Атакишиев Н.М., Мир-Касимов Р.М. ОИЯИ, P2-86-354, Дубна, 1986.
12. Gorishny S.G. *JINR*, E2-86-176, E2-86-177, Dubna, 1986.
13. Timmermann W., Timmermann B. *JINR*, E5-86-145, Dubna, 1986.
14. Gal'perin A.S. et al. *JINR*, E2-86-258, E2-86-277, Dubna, 1986.
15. Bilenky S.M., Nedelcheva N.P. *JINR*, E2-86-494, Dubna, 1986.
16. Говорков А.Б. ОИЯИ, P2-86-682, Дубна, 1986.
17. Zadorozhny A.M., Mitryushkin V.K. *JINR*, E2-86-575, Dubna, 1986.
18. Волков М.К. и др. ОИЯИ, P2-86-330, Дубна, 1986;
19. Volkov M.K. et al. *JINR*, E2-86-414, Dubna, 1986.

19. Ефимов Г.В., Иванов М.А. ОИЯИ, P2-86-278, P2-86-441, Дубна, 1986.
20. Efremov A.V. — *Phys. Lett.*, 1986, B174, p.219.
21. Pervushin V.N., Sarikov N.A. — *Phys.Lett.B*, 1986, 166, p.351;
Kalinovski Yu.L., Pervushin V.N., Sarikov N.A. — *Phys. Lett. B*, 1986, 180, p.141;
Kalinovski Yu.L., et. al. — *Phys. Lett. B*, 1987, 180, p.145.
22. Ellis J., Lanik J. — *Phys.Lett.*, 1986, 175B, p.83.
23. Крупа Д. и др. ОИЯИ, P2-86-399, Дубна, 1986.
24. Goloskokov S.V. et al. *JINR*, E2-86-495, E2-86-383, Dubna, 1986.
25. Matveenko A.V., Abe J. *JINR*, E4-86-467, Dubna, 1986.
26. Виноцкий С.И. — *ЖЭТФ*, 1986, 91, с. 704.
27. Soloviev V.G. — *Zeit. Phys. A — Atomic Nuclei*, 1986, 324, p.393;
Нестеренко В.О., Соловьев В.Г., Сушков А.В. ОИЯИ, P4-86-115, Дубна, 1986.
Kuzmin V.A. *JINR*, E4-86-179, Dubna, 1986.
28. Нестеренко В.О. и др. — *ЯФ*, 1986, т.44, с.1443.
29. Popomarev V.Yu. et al. *JINR*, E4-86-396, Dubna, 1986.
30. Вдовин А.И., Стоянов Ч. ОИЯИ, P4-86-81, Дубна, 1986.
Malov L.A. et al. — In: *JINR Rapid Comm. No.16-86*, Dubna: *JINR*, 1986, p.5.
31. Vdovin A.I. et al. *JINR*, E4-86-30, Dubna, 1986.
Dao Tien Khoa et al. *JINR*, E4-86-198, Dubna, 1986.
32. Balbutsev E.B., Mikhailov I.N., Vaishvila Z. — *J.Phys. G*, 1986, v.12, p.L185.
33. Nadjakov E.G., Mikhailov I.N. *JINR*, E4-86-510, Dubna, 1986.
34. Пашкевич В.В. — В сб.: *Аннотации международной школы-семинара по физике тяжелых ионов*, Д7-86-434, Дубна: ОИЯИ, 1986, с.35.
35. Neergard K., Pashkevich V.V. — *Phys.Lett.*, 1975, 59B, p.218.
36. Gmitro M., Kamalov S.S., Mach R. Report INP CSAV No. 23/86.
37. Belyaev V.B., Kartavtsev O.I., Kuzmichev V.V. *JINR*, E4-86-66, Dubna, 1986.
38. Джолос Р.В., Иванова С.П., Коровин П.П. ОИЯИ, P4-86-625, Дубна, 1986.
39. Тонеев В.Д. и др. — *ЭЧАЯ*, 1986, 17, с.1093.
40. Бажанский И.И. и др. — В сб.: *Труды VIII Международного семинара по проблемам физики высоких энергий*, Д1,2-86-668, Дубна: ОИЯИ, 1986, т.1, с. 318.
41. Буров В.В. и др. — В сб.: *Труды VIII Международного семинара по проблемам физики высоких энергий*, Д1,2-86-668, Дубна: ОИЯИ, 1986, т.1, с.352.
42. Николаев В.А. — В сб.: *Труды VIII Международного семинара по проблемам физики высоких энергий*, Д1,2-86-668, Дубна: ОИЯИ, 1986, т.1, с.78.
43. Fedyanin V.K., Gotchev I., Lisi V. — *Studia bioph.*, 1986, v.116, p.59.
44. Fedyanin V.K., Osipov V.A., Stoyanova I.S. — *phys. stat.sol. (b)*, 1986, 137, p.547.
45. Гавриленко Г.М. ОИЯИ, P17-86-544, Дубна, 1986.
46. Корнилов А.И., Приезжев В.Б. ОИЯИ, P17-86-168, P17-86-324, Дубна, 1986.
47. Плакида Н.М. Тончев Н. ОИЯИ, P17-86-77, Дубна, 1986.
48. Bogolubov N.N.Jr., Fam Le Kien, Shumovsky A.S. — *J. de Phys.*, 1986, 47, p.427.
Bogolubov N.N.Jr, Shumovsky A.S. Tran Kuang. — *Phys.Lett.A*, 1986, 116, p.175.
49. Аксенов В.Л., Бобет М., Плакида Н.М. ОИЯИ, P17-86-24, Дубна, 1986. — В сб.: *Труды 24 Всесоюзного совещания по физике низких температур*, ч.3. Тбилиси: Мецнтреба, 1986, с.142.
Аксенов В.Л. — В сб.: *V Международная школа по нейтронной физике*, Д3,4,17-86-747, Дубна: ОИЯИ, 1986, с.273.
50. Плакида Н.М., Радош А., Тончев Н. ОИЯИ, P17-86-582, Дубна, 1986.
Plakida N.M., Tonchev N. — *Physica A*, 1986, 136, p. 176.
51. Mertig I., Mrosan E., Ziesche P. *Multiple Scattering Theory of Point Defects in Metals*. Leipzig, Teubner-Verlag, 1986.

ЛАБОРАТОРИЯ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

Коллектив Лаборатории высоких энергий в 1986 г. выполнил обширную программу исследований, сконцентрировав усилия на традиционных для лаборатории проблемах физики сильных взаимодействий, проверке предсказаний квантовой хромодинамики, исследованиях проявлений кварковых степеней свободы во взаимодействиях адронов, лептонов и ядер при высоких энергиях, поиске новых фундаментальных закономерностей физики микромира.

В экспериментах на синхрофазотроне ОИЯИ, синхротронах ИФВЭ (Протвино) и ЦЕРНа, а также при обработке и анализе накопленной информации получен ряд новых ярких физических результатов, высоко оцененных на крупнейших международных конференциях года.

Среди наиболее значимых результатов следует отметить наблюдение сотрудничества БИС-2 экзотических мезонных резонансов, анализ $\bar{\nu}N$ -взаимодействий, подтвердивший универсальность характеристик струй адронов в пространстве четырехмерных относительных скоростей, результаты совместного ОИЯИ — ЦЕРН эксперимента NA-4 по исследованию структурных функций нуклонов и ядер, новые данные по исследованию кумулятивного рождения частиц и первые

физические результаты на пучках поляризованных дейтронов синхрофазотрона.

Большой объем работ выполнен по созданию новых физических установок, по проектам ДЕЛФИ (ЛЭП, ЦЕРН), "Меченые нейтрино", ЧАРМ, "Парус", СВД, ТПК-2М (У-70, УНК ИФВЭ (Протвино)), "Сфера", "Слон" (синхрофазотрон ОИЯИ). Велись проработки по созданию универсального калориметрического детектора для исследований на встречных пучках УНК.

Крупным достижением лаборатории явилось получение первого оборота пучка протонов в сверхпроводящем режиме на модельном сверхпроводящем синхротроне СПИН.

Значительные по масштабу и трудоемкости работы проведены в рамках создания нуклотрона.

Совершенствовался вычислительный центр лаборатории. Ряд новых разработок в области электроники, детекторов и криогеники выполнен для физических экспериментов и прикладных задач.

Синхрофазотрон успешно эксплуатировался, существенно повышена эффективность использования пучков.

Научно-исследовательская деятельность лаборатории велась в условиях широкого международного сотрудничества.

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЕ РАБОТЫ

МЕХАНИЗМ РОЖДЕНИЯ И РАСПАДА ЧАСТИЦ И РЕЗОНАНСОВ. ПОИСК НОВЫХ ЧАСТИЦ

1. В экспериментах, проведенных с помощью спектрометра БИС-2, на серпуховском ускорителе наблюден мезонный резонанс с отрицательной странностью $U(3100)$, образованный в нейтрон-ядерных взаимодействиях при среднем импульсе нейтронов

$\sim 40 \text{ ГэВ}/c^{1/2}$. В качестве ядерных мишеней использовались углерод, алюминий и медь. Для поиска $U(3100)$ анализировались спектры инвариантных масс, построенные для событий, содержащих Λ^0 и \bar{p} и заряженные пионы, или K_s^0 , p , \bar{p} и заряженные пионы. Λ^0 и K_s^0 идентифицировались по их распадам на $p\pi^-$ и $\pi^+\pi^-$ среди реконструированных нейтральных вилок. Всего было выделено $\sim 8,5 \cdot 10^4$ событий с Λ^0 и $4,5 \cdot 10^4$ — содер-

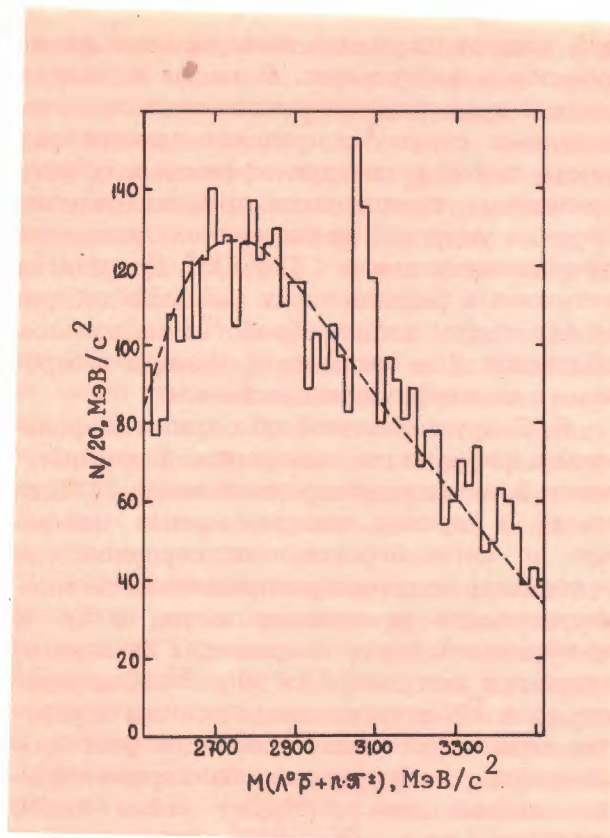


Рис. 1. Спектр инвариантных масс для событий, содержащих Λ^0 , \bar{p} и заряженные пионы.

жащих K_s^0 . Среди событий, содержащих Λ^0 , анализировались спектры инвариантных масс для конфигураций, соответствующих возможным распадам:

$$U^+ \rightarrow \Lambda^0 \bar{p} \pi^+ \pi^-, \quad (1)$$

$$U^0 \rightarrow \Lambda^0 \bar{p} \pi^+, \quad (2)$$

$$U^0 \rightarrow \Lambda^0 \bar{p} \pi^+ \pi^+ \pi^-, \quad (3)$$

$$U^- \rightarrow \Lambda^0 \bar{p} \pi^+ \pi^-, \quad (4)$$

$$U^{--} \rightarrow \Lambda^0 \bar{p} \pi^-. \quad (5)$$

Суммарный спектр инвариантных масс, полученный для всех конфигураций (1 ÷ 5), показан на рис. 1. Пик в области масс $3030 \div 3090 \text{ MeV}/c^2$ содержит ~ 130 событий $U(3100)$ над уровнем фона (~ 270 событий), что соответствует статистической значимости более 8 стандартных отклонений. Среди этих событий наибольшая доля (~ 75 событий) обусловлена распадами по каналу (2). Детальный анализ показал, что имеет место двухчастичный распад:

$$U^0 \rightarrow \Lambda^0 \Delta(1700), \quad (6)$$

через который реализуется около половины всех наблюдаемых распадов.

Из анализа спектров $\Lambda^0 \bar{p} \pi^+$ для событий, зарегистрированных в экспозициях с различными мишенями (C, Al, Cu), определена A-зависимость $U(3100)$, которая в рамках параметризации $\sigma \sim A^\alpha$ характеризуется значением показателя степени $\alpha = 0,6 \pm 0,3$.

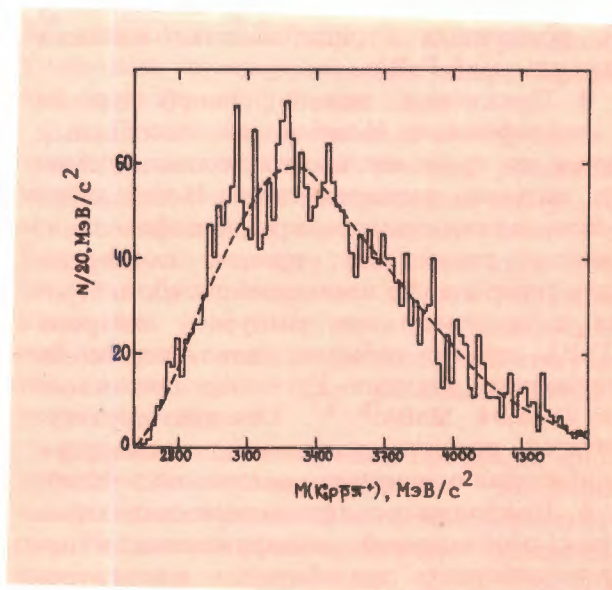
Среди событий, содержащих K_s^0 , был восстановлен спектр инвариантных масс системы $K_s^0 \bar{p} \pi^+$. При этом в интервале масс $3030 \div 3090 \text{ MeV}/c^2$ имеется пик (рис. 2), содержащий ~ 50 событий над уровнем фона. Наличие такого пика может свидетельствовать о наблюдении распадов $U^+ \rightarrow K_s^0 \bar{p} \pi^+$ и $U^+ \rightarrow K_s^0 \bar{p} \pi^+$.

Таким образом, зарегистрировано ~ 180 событий рождения узкого ($\Gamma < 20 \text{ MeV}/c^2$) резонанса с отрицательной странностью, распадающегося на барион, антибарион и мезоны. Среднее значение массы резонанса $M = (3068 \pm 40) \text{ MeV}/c^2$. Впервые наблюдаются новые каналы распада $U(3100)$: $\Lambda^0 \bar{p} \pi^+$, $\Lambda^0 \Delta(1700)$, $\Lambda^0 \bar{p} \pi^-$, $K_s^0 \bar{p} \pi^+$.

Изотопический спин резонанса равен $3/2$. Произведение сечения рождения резонанса в области $x_F > 0,5$ на вероятность его распада по каждому из наблюдаемых каналов составляет от 1 до 10 мкб на ядро углерода. Для описания основных свойств наблюдаемого резонанса в рамках кварковой структуры требуется не менее четырех валентных кварков.

2. Продолжался анализ экспериментального материала БИС-2 по исследованию рождения очарованных Λ_c^+ -барионов на углеродной, алюминиевой и медной мишенях. Най-

Рис. 2. Спектр инвариантных масс системы $K_s^0 \bar{p} \pi^+$.



дено, что параметр, характеризующий А-зависимость сечения инклюзивного рождения Λ_c^+ в кинематической области $0,5 < x_F \leq 1$ и $p_{\perp} \leq 1$ ГэВ/с, равен $a = 0,73 \pm 0,20^{1/2}$.

3. В последнее десятилетие большое внимание уделяется вопросам поляризации инклюзивно рожденных гиперонов. Ряд теоретических моделей, дающих не только качественные, но и количественные оценки этого явления, объясняют поляризацию как результат спин-орбитального взаимодействия кварков в поле сил, связывающих их в адроны. Одним из важных направлений исследований сотрудничества БИС-2 является изучение поляризационных эффектов. В 1986 г. в эксперименте, проведенном на серпуховском ускорителе, измерена поляризация Ξ^- -гиперонов, рожденных инклюзивно нейтронами со средним импульсом ~ 40 ГэВ/с^{3/}. Регистрация Ξ^- осуществлялась по каскадному распаду: $\Xi^- \rightarrow \Lambda^0 + \pi^-$
 $\Lambda^0 \rightarrow p + \pi^-$.

Всего было выделено $\sim 1,6 \cdot 10^5$ распадов $\Lambda^0 \rightarrow p\pi^-$, а для изучения поляризации Ξ^- — 1267 событий из интервала масс $M(\Xi^-) = (1321,3 \pm 8)$ МэВ/с². Кинематическая область регистрации Ξ^- : $0 < p_{\perp} < 1,3$ ГэВ/с, $\langle x_F \rangle = 0,45$. Анализ показал, что Ξ^- -гипероны, образованные при данных условиях, поляризованы отрицательно ($\mathcal{P} = -0,3 \pm 0,2$) вдоль нормали к плоскости их рождения, определяемой векторным произведением импульсов первичного нейтрона и Ξ^- в лабораторной системе. Параметр асимметрии распада $\Xi^- \rightarrow \Lambda^0 \pi^-$: $a(\Xi^-) = -0,43 \pm 0,16$. Измеренная поляризация Ξ^- согласуется с поляризацией Λ^0 , измеренной в этом же эксперименте, а также с поляризацией Ξ^- , образованных протонами с импульсом 400 ГэВ/с, но противоположна по знаку поляризации Ξ^- , рожденных отрицательными каонами с импульсом 5 ГэВ/с.

4. Предложен новый способ поиска и идентификации Н-дибариона, основанный на том, что среди множества различных каналов сильных взаимодействий Н-дибариона в ядре должен существовать специфический, присущий только ему, процесс конверсии в два гиперона. Во взаимодействиях нейтронов с пропаном при импульсе нейтрона 7 ГэВ/с найдено событие, удовлетворяющее кинематике реакции $Np \rightarrow \Lambda\Lambda p$ при массе $M = 2173,94$ МэВ/с²^{4/}. Сечение двухступенчатой реакции рождение — конверсия Н-дибариона оценивается величиной > 40 нб.

5. Продолжалось детальное исследование узких особенностей, обнаруженных в пр-взаимодействиях при облучении однометро-

вой жидководородной камеры монохроматическими нейтронами. С целью проверки модели вращающихся соединенных ориентированных струн^{5/}, предсказывающей ряд узких пиков в спектре эффективных масс pp-системы, предприняты прецизионные измерения упругого pp-рассеяния. Ожидаемое разрешение по массе < 1 МэВ/с². Для поиска возможных радиационных распадов дибарионных систем велась обработка материалов облучения 2 м пропановой камеры дейтронами с идентификацией γ -квантов.

6. Сотрудничеством по обработке फिल्मовой информации, накопленной при облучении 2 м жидководородной камеры "Людмила" в пучках сепарированных дейтронов и антидейтронов, на серпуховском ускорителе получены распределения по множественности заряженных частиц в $\bar{p}p$ - и $p\bar{p}$ -взаимодействиях и процессах $\bar{p}p$ -аннигиляции при импульсе 6,1 ГэВ/с^{6/}. Показано, что доля $\bar{N}N$ -аннигиляции в полном неупругом сечении составляет 40% для всех изоспиновых конфигураций. Экспериментальные данные демонстрируют также явное указание на выполнение соотношения $\Delta\sigma(\bar{p}p) < \sigma_a(\bar{p}p) = \sigma_a(pp) < \Delta\sigma(pp)$, которое вытекает из ряда теоретических схем.

РЕЛЯТИВИСТСКАЯ ЯДЕРНАЯ ФИЗИКА

1. В 1986 г. завершена работа^{7/}, в которой предложен метод построения полиэдров (многогранников) в пространстве относительных 4-скоростей, дающий полное описание множественных процессов:

$$I + II \rightarrow 1 + 2 + 3 + \dots, \quad (7)$$

где I и II — сталкивающиеся частицы, а 1,2,3,... — частицы-продукты реакции. В отличие от инклюзивного подхода данный метод позволяет использовать при анализе всю получаемую в эксперименте информацию о процессе.

Основными величинами, от которых зависят распределения вероятностей (сечения), при этом считаются положительные релятивистски-инвариантные величины b_{ik} ($i, k = I, II, 1, 2, 3, \dots$), имеющие смысл относительных расстояний в пространстве 4-скоростей. Задание всех b_{ik} для всех частиц процесса (1) содержит полную информацию об этом процессе. В более ранних работах показано, что в области $b_{ik} \gg 1$ адроны утрачивают роль квазичастиц ядерной ма-

тери, и взаимодействие переходит на кварк-глюонный уровень, сформулирован принцип ослабления корреляций, дано новое определение струй адронов и показана универсальность свойств струй, рассматриваемых как кластеры в пространстве b_{ik} для широкого класса процессов (π^-p , π^-C , pp , $\bar{p}p$, pC , pTa) в диапазоне энергий от 6 до 205 ГэВ.

В работе ⁷⁷ показано, как пользоваться переменными b_{ik} , когда их число превышает число степеней свободы, предложен регулярный метод обработки экспериментальных данных для процессов типа (7) произвольной множественности, предсказаны некоторые новые закономерности, основанные на новом описании.

2. На основе описанного подхода в 1986 г. получены характеристики адронных струй в "жестких" процессах — глубоконеупругих $\bar{\nu}N$ -соударениях, в которых, как известно, образуются "изолированный" цветной кварк и дикварк, дающие две струи адронов. Данные по $\bar{\nu}N$ -взаимодействиям при средней энергии $\langle E_{\nu} \rangle \sim 35$ ГэВ, предоставленные коллаборацией: ИФВЭ (Протвино) — ИТЭФ (Москва) — ФНАЛ (Батавия, США) — Мичиганский университет (США), получены на ускорителе ФНАЛ с помощью 15-футовой пузырьковой камеры, наполненной смесью неона и водорода (статистика ~ 8000 событий).

Рассматривалось распределение пионов в струях по величине

$$b_k = -(u_k - v)^2,$$

где v — единичный 4-вектор, определяющий ось струи, $u_k = p_k/m_k$ — 4-скорость пионов.

В результате проделанного анализа показано ^{8/}, что значения $\langle b_k(\pi^-) \rangle$ для струй, образующихся в жестком процессе, совпадают в пределах однократной ошибки с величиной $\langle b_k(\pi^-) \rangle$ для струй, образующихся в мягких адронных и адрон-ядерных соударениях при одинаковых значениях энергии ($\sqrt{s} = w$) в с.ц.м., и при $\sqrt{s} \geq 6$ размер струи в пространстве b_{ik} остается приблизительно постоянным (рис. 3). Наблюдаемая универсальность означает, что свойства адронных струй не зависят от происхождения и свойств фрагментирующей кварковой системы и определяются взаимодействием цветного заряда с вакуумом.

3. На установке ДИСК-3 проведен цикл экспериментов по исследованию кумулятивного рождения K^\pm -мезонов на легчайших

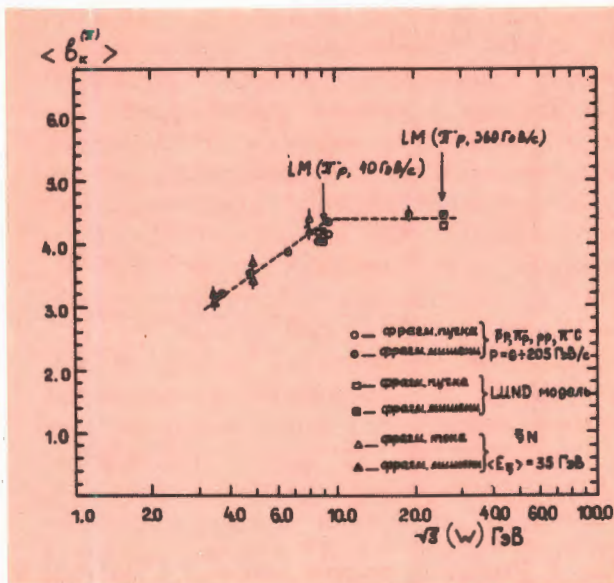


Рис. 3. Зависимость средних значений $\langle b_k \rangle$ π^- -мезонов в струях, образующихся в различных процессах, от энергии в с.ц.м.

ядрах (дейтерий, гелий) ^{9/}. Легчайшие ядра выбраны как простейшие ядерные системы с точки зрения теоретического описания, в то же время их использование позволяет "выйти" в кумулятивную область и исследовать различные мультикварковые конфигурации. Полученные результаты показывают, что при одинаковом значении масштабной переменной (кумулятивного числа) величины отношений сечений рождения пионов к сечениям рождения K^\pm -мезонов в несколько раз превышают величину этого отношения на ядрах алюминия и свинца (рис. 4).

Из данных по кумулятивному рождению K^- -мезонов следует важный с нашей точки зрения вывод о том, что сечение рождения K^- -мезонов так же, как и сечение рождения π^- -мезонов, пропорционально кварк-партовой структурной функции ядра.

4. Предложен единичный алгоритм вычисления инклюзивных сечений рождения частиц с большими поперечными импульсами и адронов кумулятивного типа ^{10/}. Возможность единого описания этих процессов обусловлена в данном подходе введением нового аргумента — минимальной энергии сталкивающихся конституэнтов, необходимой для рождения наблюдаемой частицы.

5. Продолжалось изучение процессов множественного и инклюзивного рождения частиц на материалах 2 м пропановой камеры. Исследованы инвариантные инклюзивные сечения образования кумулятивных

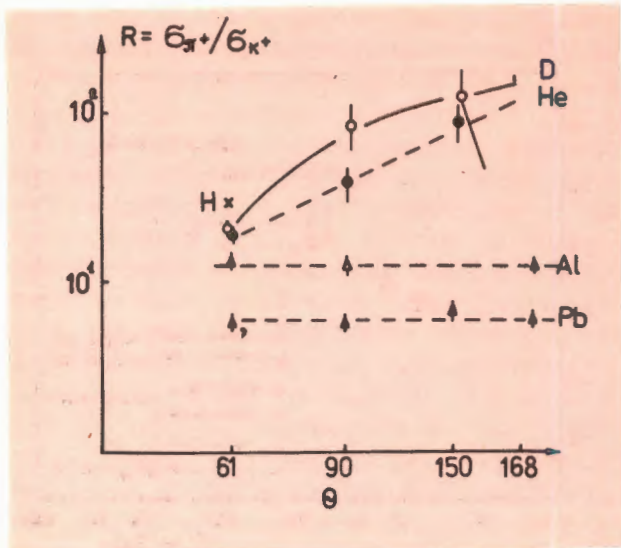


Рис. 4. Отношение сечений рождения π^+ -мезонов и K^+ -мезонов с импульсом 500 МэВ/с в зависимости от угла наблюдения при взаимодействии протонов с импульсом 8,9 ГэВ/с с различными ядрами.

π^- -мезонов и протонов в pC- и π^- C-взаимодействиях при импульсах $p_p = 10$ ГэВ/с и $p_\pi = 40$ ГэВ/с^{11/}. Показано, что угловая зависимость параметров, определяющих наклон инклюзивных спектров кумулятивных π^- -мезонов (в отличие от кумулятивных протонов), одинакова для pC- и π^- C-столкновений.

В работе^{12/} проанализированы характеристики вторичных частиц (импульсы, углы вылета, быстроты), образованных в π^- C-взаимодействиях при импульсе 40 ГэВ/с, как функции массы мишени, и показано, что характеристики кумулятивных частиц не зависят от величины массы мишени.

Получены оценки "температуры" T и плотности ρ ядерной материи, образующейся в CC-неупругих многонуклонных взаимодействиях при импульсе 4,2 ГэВ/с на нуклон^{13/}. Для определения T и ρ использовались данные по рождению протонов. В многонуклонных CC-столкновениях средние значения искомых величин составили: $T_0 \approx 180$ МэВ, $\rho/\rho^{\text{норм}} = 3,6^{+1,8}_{-2,2}$.

6. Ряд результатов получен при исследовании ядро-ядерных взаимодействий. В работе^{14/} продолжалось исследование множественности, импульсных и угловых характеристик протонов, образующихся во взаимодействиях легких ядер (p, d, α , C) с ядром углерода при импульсе 4,2 ГэВ/с на нуклон. Показано, что средняя множест-

венность протонов растет с увеличением массы ядра-снаряда, причем A-зависимость множественности быстрых протонов сильнее, чем медленных. Кроме того, возрастает доля протонов, вылетающих под малыми углами, их импульсные спектры становятся более жесткими. Экспериментальные результаты в основном удовлетворительно описываются дубненским вариантом каскадной модели (ДКМ). При исследовании взаимодействий d и C с тяжелым ядром (тантал) при импульсе 4,2 ГэВ/с на нуклон показано, что ДКМ не описывает распределения вторичных протонов по поперечному импульсу (в области $p_\perp > 1$ ГэВ/с наблюдается значительное превышение числа протонов над предсказаниями модели).

При исследовании угловых распределений наиболее медленных заряженных частиц — продуктов расщепления ядра-мишени во взаимодействиях ядер ^{22}Ne с ядрами фотоэмульсии при импульсе 4,1 ГэВ/нуклон обнаружены широкие максимумы, проявляющиеся более отчетливо с уменьшением параметра удара^{15/}. Из 243 центральных столкновений ядер неона с ядрами серебра и брома выделено 18 случаев, в которых при большом числе быстрых заряженных частиц (~ 40) не наблюдается вылета таких частиц до углов $6 \div 12^\circ$ относительно направления первичного ядра^{16/}. Ряд других результатов, полученных фотоэмульсионной методикой, изложен в работах^{17-19/}.

На материалах 2 м пропановой камеры изучалось распределение по множественности π^0 -мезонов в многонуклонных CC-взаимодействиях при импульсе 4,2 ГэВ/с на нуклон. Наблюдается большая дисперсия этого распределения по сравнению с распределением по числу π^- -мезонов в этих процессах^{20/}.

7. Ряд работ по исследованию ядерных взаимодействий выполнен электронной методикой.

С помощью спектрометра из двух сцинтилляционных телескопов типа $\Delta E-E$, состоящих из четырех счетчиков с кристаллами CsI(Tl), установленных под углами 37 и 90° к оси пучка, исследовались центральные и периферические взаимодействия ядер ^{12}C ($E = 3,6$ ГэВ/нуклон) с ядрами Cu и Pb^{21/}. Измерены выходы протонов, дейтронов и тритонов с выделением центральных и периферических взаимодействий.

Получены данные по инклюзивным сечениям испускания фрагментов ^6He и $^{6,7,8}\text{Li}$ под углами $45, 90$ и 135° в л.с.к. при взаимо-

действии ${}^4\text{He}$ с ядрами-мишенями Ag и Au при кинетической энергии пучка 3,33 ГэВ/нуклон^{/22/}. С учетом полученных ранее результатов для выходов фрагментов с $A = 1 \div 4$ сделан вывод, что фрагменты с $A = 1 \div 8$ образуются благодаря сосуществованию двух механизмов: медленные фрагменты ($T < 50$ МэВ) в основном испаряются из ядра-остатка, а быстрые возникают в результате слипания вторичных нуклонов, испускаемых движущимся источником. Качественной разницы между процессами формирования легчайших фрагментов ($A = 1 \div 4$) и фрагментов средних масс ($A = 6 \div 8$) не наблюдается.

Продолжалось исследование Δ -изобарных возбуждений ядерной материи в реакции (${}^3\text{He}, t$) перезарядки. С помощью спектрометра "Альфа-3С" получены новые данные по инвариантным дифференциальным сечениям реакции (${}^3\text{He}, t$) Δ^{++} при импульсе 18,3 ГэВ/с^{/23/}.

Анализ дифференциальных сечений реакции $p({}^3\text{He}, t)$ при импульсе от 4,4 до 10,8 ГэВ/с, измеренных в зависимости от переданной энергии $Q = E_{3\text{He}} - E_t$ с точностью до абсолютной нормировки $8 \div 13\%$, показывает, что реакция на протонах идет практически полностью через возбуждение Δ -изобар в мишени. В окрестности $Q \sim 300$ МэВ наблюдается хорошо выраженный пик, форма которого описывается Δ -резонансной линией, искаженной фактором гелия-3. Брейт-вигнеровские параметры пика — положение $\omega_0 = (1234 \pm 3)$ МэВ и ширина $\Gamma_0 = (116 \pm 7)$ МэВ — соответствуют известным значениям, определяемым при описании спектров эффективных масс πN -системы в области Δ -резонансного пика. При достаточно больших импульсах (выше 9 ГэВ/с), когда кинематически возможно рождение более тяжелых изобар с изотопическим спином 3/2, они также дают вклад в сечение реакции $p({}^3\text{He}, t)$ в области $Q > 500$ МэВ. Оцененный без учета возможного нерезонансного фона, этот вклад составляет $\sim 30 \div 35\%$ по отношению к интегральному сечению реакции $p({}^3\text{He}, t)$ с вылетом тритона "вперед" при импульсе ядра гелия-3 $p = 18,3$ ГэВ/с.

8. Проанализированы неспектаторные события безмезонного развала дейтрона при

импульсе 3,3 ГэВ/с, полученные на 1 м жидководородной пузырьковой камере^{/24/}. Проведены расчеты, учитывающие диаграммы однопионного обмена с поглощением виртуального π -мезона дейтроном. Показано, что наблюдаемый в спектре эффективных масс двух протонов пик при $M_{pp} = 2010$ МэВ/с² может быть объяснен только при наличии особенности в поведении внеэнергетической амплитуды реакции $\pi^+ d \rightarrow pp$ вблизи порога, а пик при $M_{pp} = 2160$ МэВ/с² обусловлен, в основном, образованием Δ -изобары в промежуточном состоянии при поглощении π -мезона дейтроном.

Сотрудничеством, работающим на 1 м жидководородной камере, по результатам изучения реакций ${}^4\text{He}p \rightarrow ddp$ и ${}^4\text{He}p \rightarrow dpp$ при импульсе налетающей альфа-частицы 8,6 ГэВ/с и 13,5 ГэВ/с сделан вывод, согласно которому быстрые дейтроны образуются в результате взаимодействия в конечном состоянии нейтрона и протона "отдачи" в процессе двукратного рассеяния лидирующего протона^{/25/}.

9. Выполнен ряд работ по развитию и использованию метода корреляций тождественных частиц. Проанализирована зависимость парных корреляций нуклонов с близкими импульсами от формы короткодействующего потенциала взаимодействия в конечном состоянии^{/26/}, а также при различных предположениях о пространственно-временных размерах и форме области генерации (сферически-симметричное и сферически-несимметричное гауссово распределение, равномерное распределение по объему шара и сферической поверхности, в рамках модели "коррелированной" трубки)^{/27/}. В экспериментальных работах на материалах $\pi^- \text{Xe}$ -взаимодействий при импульсе 3,5 ГэВ/с впервые получены данные о размерах области испускания π^0 -мезонов ($r = (1,2 \pm 0,3)$ фм)^{/28/}, детально исследовались pp -корреляции^{/29,30/}.

10. Продолжались исследования взаимодействий пион — ксенон. Изучалась эмиссия нуклонов^{/31/}, предложен способ определения плотности ядерной материи с использованием адронов в качестве пробных частиц и получены данные по распределению материи в ядре ксенона^{/32/}.

ИССЛЕДОВАНИЯ НА ПУЧКАХ РЕЛЯТИВИСТСКИХ ПОЛЯРИЗОВАННЫХ ДЕЙТРОНОВ

В 1986 г. был проведен третий сеанс работы физических установок на пучках релятивистских поляризованных дейтронов синхрофазотрона, частично завершена обработка полученного ранее материала. Первые результаты исследований доложены на Международном симпозиуме по спиновым явлениям в физике высоких энергий (Протвино, 22-27 сентября 1986 г.).

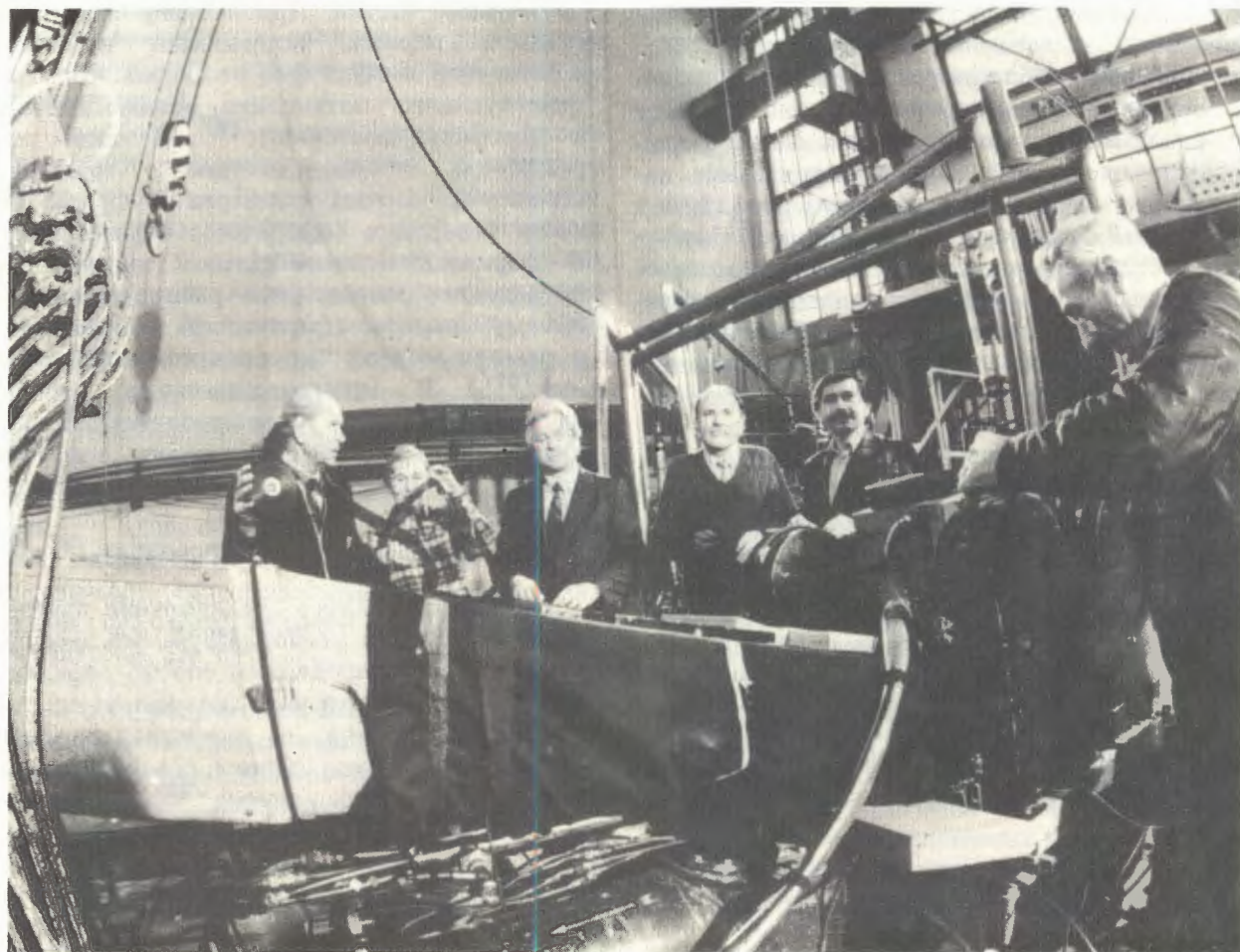
1. На спектрометре ядер отдачи измерена векторная поляризация дейтронов с положительным и отрицательным значением величины P_z . При импульсе $p_d = 2,8$ ГэВ/с, где известна анализирующая способность реакции упругого dp -рассеяния, получено $P_z = 0,50 \pm 0,05$.

Впервые измерена векторная анализирующая способность реакций упругого рассеяния и дифракционной диссоциации $dp \rightarrow pd$, $dd \rightarrow dd$, $dd \rightarrow dx$ и $dp \rightarrow dx$ в интерва-

ле импульсов $P_{d\uparrow} = 2 \div 11$ ГэВ/с. Для упругого dp -рассеяния получена зависимость анализирующей способности от импульса налетающего дейтрона $A(p) \sim p^{-(1,04 \pm 0,18)}$. В $\uparrow dd$ -взаимодействии анализирующая способность по своей величине близка к $\uparrow dp$ -реакции, как для упругого канала, так и канала с развалом налетающего дейтрона.

2. На основе снимков с однометровой жидководородной камеры проведены отбор и измерение более 10 тыс. событий, соответствующих реакциям $\uparrow dp \rightarrow ppx$ и $\uparrow dp \rightarrow dp$. Из анализа азимутальных распределений протонов процесса $dp \rightarrow ppp$ сделана оценка векторной поляризации дейтронов $P_z = 0,50 \pm 0,12$. Этот результат свидетельствует об отсутствии заметной деполаризации в процессах ускорения и быстрого вывода.

Участники рабочего совещания по экспериментам на однометровой водородной камере знакомятся с первыми снимками, сделанными в пучке поляризованных дейтронов.



3. С помощью установки "Альфа-3С" получены данные о величине тензорной поляризации (P_{zz}) дейтронов в двух постановках эксперимента:

а) Измеренная в упругом d р-рассеянии (180° в с.ц.м.) при импульсе 3 ГэВ/с величина тензорной поляризации оказалась равной $P_{zz} = -(0,45 \div 0,58) \pm 0,13$.

б) В реакции фрагментации $d \rightarrow p$ под 0° при импульсе 9 ГэВ/с с использованием

участка пика фрагментации, соответствующего внутренним импульсам нуклонов в дейтроне $|k| \leq 150$ МэВ/с, для которого анализирующая способность $d \rightarrow p$ процесса вычисляется, величина тензорной поляризации составила $P_{zz} = -0,31 \pm 0,07$.

Впервые изучена зависимость величины тензорной анализирующей способности реакции $d \rightarrow p$ фрагментации под 0° от k в области $|k| \leq 250$ МэВ/с.

ЭКСПЕРИМЕНТ NA-4

В совместном ОИЯИ — ЦЕРН эксперименте на основе данных по исследованию глубоконеупругого рассеяния мюонов на ядрах получен ряд новых результатов.

1. Измерено отношение $R(x)$ структурных функций нуклонов на ядрах железа и дейтерия в кинематической области $0,06 < x < 0,7$, $14 < Q^2 < 70$ ГэВ². Благодаря использованию экспериментальной методики, создающей оптимальные условия для относительных измерений, а также процедуре анализа, проверенной на многочисленных калибровках экспериментальной установки, величина систематических погрешностей в отношении $R(x)$ не превышает 2%. Такой низкий уровень систематической ошибки достигнут впервые в экспериментах этого

типа. Существенно снижена также и статистическая ошибка. Полученные результаты (рис. 5) хорошо согласуются с ранее опубликованными данными NA-4 и других экспериментов в области $x > 0,3$. При меньших x отношение $R(x)$ имеет форму плато или широкого максимума на уровне 1,05, что существенно отличается от результата, полученного в первом эксперименте коллаборации EMC^{733/}.

2. Получены новые предварительные данные о структурных функциях нуклонов из измерений на ядрах углерода (рис.6) и структурных функциях протонов со статистикой, превышающей всю мировую в несколько раз^{734/}.

Рис.5. Отношение структурных функций нуклонов на ядрах железа и дейтерия, полученное в эксперименте NA-4 (новые результаты показаны закрытыми точками).

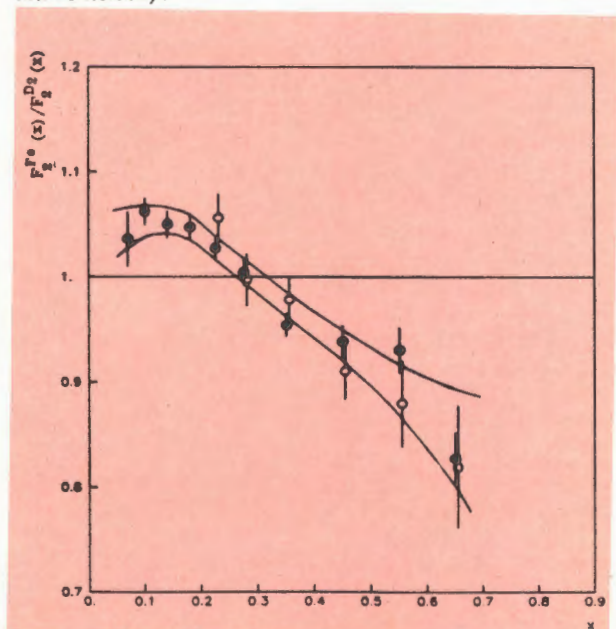
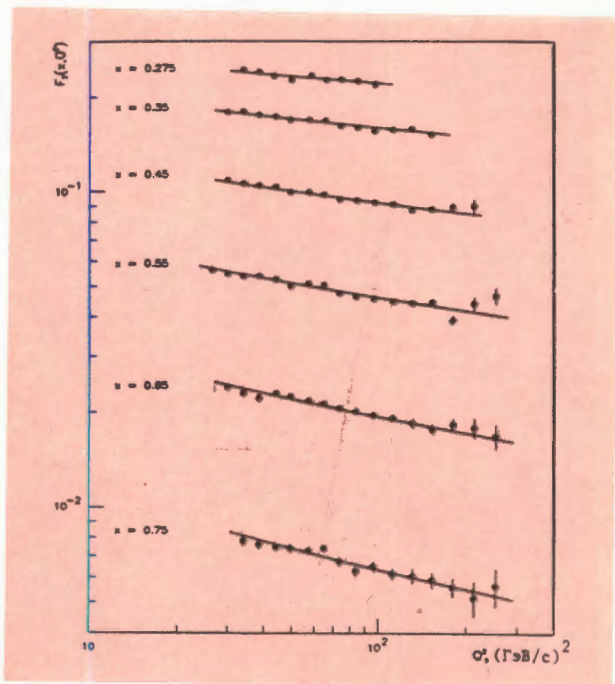


Рис. 6. Результаты измерения структурной функции $F_2(x, Q^2)$ из экспериментов по глубоконеупругому рассеянию на углероде.



3. Совместно с сотрудниками ЛТФ ОИЯИ обоснован и исследован новый метод анализа структурных функций нуклонов в рамках КХД с помощью их разложения в ряд по полиномам Якоби. Метод позволит получить наиболее точное значение параметра Λ . Предварительный результат для углеродных дан-

ных NA-4: $\Lambda = (225 \pm 20_{\text{стат.}} \pm 60_{\text{сист.}}) \text{ МэВ}$.

4. С учетом новых требований эксперимента NA-4 по точности пересмотрена процедура учета радиационных поправок. Учтены все поправки, дающие вклад в сечение больше одного процента.

РАЗВИТИЕ МЕТОДИКИ ЭКСПЕРИМЕНТА, СОЗДАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ УСТАНОВОК

1. В рамках совместного ОИЯИ—ЦЕРН эксперимента ДЕЛФИ на комплексе встречных пучков ЛЭП (ЦЕРН) специалисты лаборатории участвовали в производстве, испытаниях и монтаже детекторов адронного калориметра.

Введена в действие ЭВМ СМ-4 на линии с прототипом адронного калориметра ДЕЛФИ, расположенным в корпусе 1Б на пучке синхрофазотрона. Проведено два сеанса работы на ускорителе, подобран наиболее надежный режим работы детекторов адронного калориметра, выработаны рекомендации на параметры адекватной считывающей электроники. Велась подготовка к испытаниям полномасштабного прототипа модуля адронного калориметра ДЕЛФИ на пучке синхрофазотрона. Выполнен большой объем

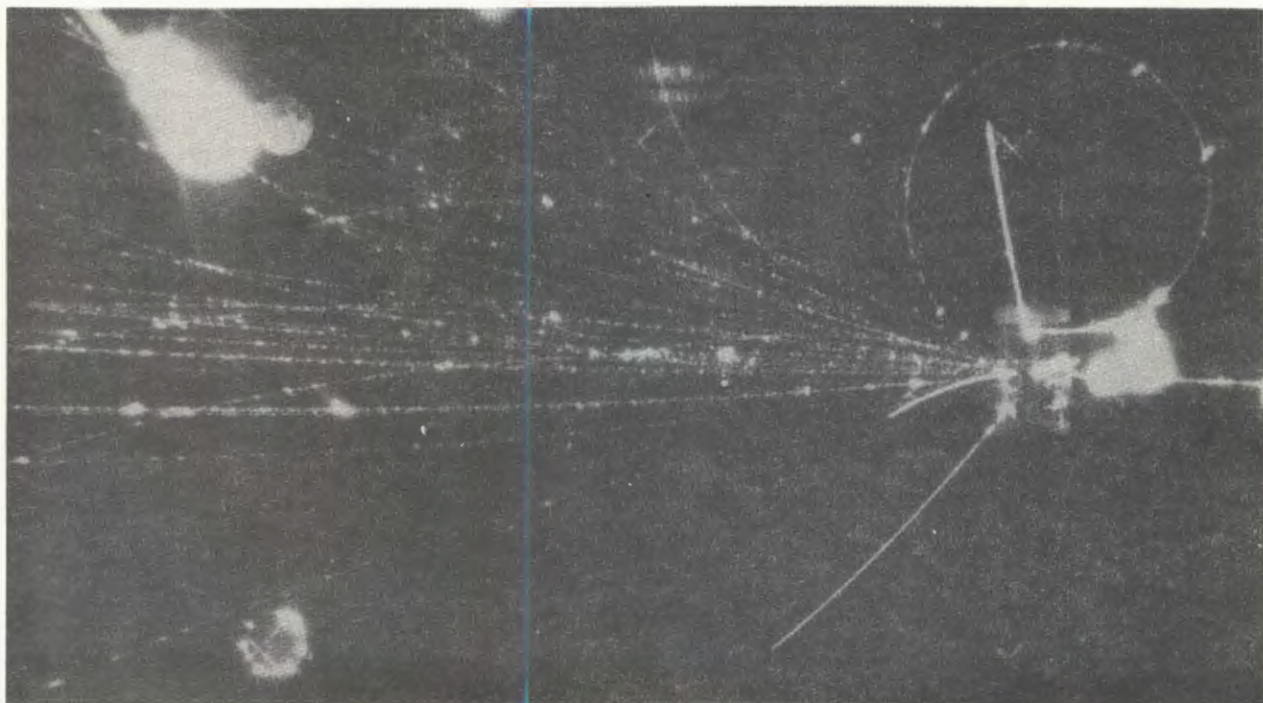
работ по созданию и адаптации программ моделирования и анализа данных. Проводятся работы по созданию интерактивной графической станции. Прорабатывалась программа физических исследований на установке ДЕЛФИ.

2. Проведена предварительная проработка трековой части универсального калориметрического детектора УКД для экспериментов на встречных пучках УНК ИФВЭ с учетом возможности ее изготовления в лаборатории. Проработан первоначальный вариант регистрирующей электроники.

Подготовлен проект предложения экспериментов на встречных пучках УНК.

3. По проекту "Меченые нейтрино" изготовлены и испытаны 80 обмоток магнитов мюонного спектрометра и мюонной защиты.

Рис. 7. Взаимодействие $\text{Mg} + \text{Mg}$ при импульсе налетающего ядра $4,5 \text{ ГэВ/с}$ с образованием нейтральной вилки, зарегистрированное на установке ГИБС.



Завершены работы по конструированию безжелезного магнита станции мечения, по проектированию фермы и модулей адронного калориметра. Создан опытный образец модуля координатной плоскости.

4. Продолжались работы по системе накопления атомарного поляризованного водорода с целью создания струйной мишени для установки "Парус". Совершенствовались узлы криостата откачки ^3He и рефрижератора растворения ^3He в ^4He .

5. Создана и исследована система идентификации заряженных адронов с помощью двух многоканальных пороговых газовых черенковских счетчиков (МПГЧС-1 и МПГЧС-2 на спектрометре БИС-2), позволяющая выделить процессы с участием заряженных каонов и более чем в два раза понизить уровень фона в процессах, содержащих нейтральные вилки. Описан ряд других систем и методик, применявшихся на спектрометре БИС-2, в частности, программируемые трековые процессоры для отбора событий $^{36}/$, система запуска спектрометра $^{37}/$, а также методика восстановления энергетических спектров нейтронов по калориметрическим измерениям на канале нейтральных частиц серпуховского ускорителя $^{38}/$.

6. Изготовлено около 200 сцинтилляторов размером $5 \times 40 \times 1000 \text{ мм}^3$ для годоскопов установки "Сфера". Испытаны на пучке синхрофазотрона счетчики сцинтилляционных годоскопов с сцинтилляторами размерами $5 \times 40 \times 1000 \text{ мм}^3$ и $5 \times 40 \times 2000 \text{ мм}^3$, изготовленными методом экструдирования. Собран сцинтилляционный годоскоп размером $1 \times 1 \text{ м}^2$. Изготовлен ряд деталей сверхпроводящего магнита, проведены криогенные испытания.

7. На установке ГИБС проведены работы по улучшению однородности стримерных следов, улучшен высоковольтный генератор наносекундных импульсов $^{39}/$. Подготовлен опытный образец триггера, регистрирующего образование и распад легких гиперядер.

Выполнен просмотр более 10 тыс. снимков ядро-ядерных взаимодействий, измерено более 300 снимков с V^0 -событиями (рис.7).

Рассмотрены методические вопросы отбора, идентификации и анализа V^0 -событий, зарегистрированных в двухметровой пропановой пузырьковой камере при облучении ее пучком ядер углерода $^{40}/$.



В экспериментальном зале ИФВЭ (Протвино) идут работы по созданию установки "Меченые нейтрино". На снимке: распадный канал установки.

8. Выполнены исследования высокоразрешающих методов регистрации и оптической обработки следов частиц с использованием лазерного излучения. Получены фотографии макетов треков (стекловолоконные нити) на светлом и темном поле с разрешением $10 \div 20$ мкм^{/41/}. При освещении рабочего объема импульсным азотным лазером можно регистрировать в жидководородной камере пузырьки с диаметром ~ 4 мкм без потери информации о треке на глубине поля $10 \div 20$ мкм.

Предложен и исследован метод частично-когерентной голографии Фурье, позволяющий при регистрации следов частиц в пузырьковых и стримерных камерах увеличить глубину резко изображаемого на плоскости пространства до размеров рабочего объема детектора при сохранении поперечного разрешения на уровне дифракционного предела^{/42/}. Причем сравнительно просто осуществляется сопряжение со схемами оперативного просмотра и обработки изображений на стандартном оборудовании. На рис. 8 показаны восстановленные голограммы Фурье с макетами треков (стекловолоконных нитей $\varnothing 16$ мкм) при глубине резкости 25 мм.

9. На пучке π^- -мезонов с импульсом 3 ГэВ/с, содержащем 2,8% электронов, исследовалась возможность подавления фона адронов с помощью системы, состоящей из "активного конвертора" из свинцового стекла, черенковских гамма-спектрометров из свинцового стекла и одного сцинтилляционного счетчика, работающего в режиме dE/dx ^{/43/}. Постановка данной работы связана с необходимостью улучшения селективности спектрометра МАССЕР-130 при изучении электромагнитных распадов векторных мезонов. Показано, что использование системы счетчиков позволяет увеличить подавление адронов примерно в 5 раз по сравнению с подавлением только счетчиками полного поглощения. Эффективность регистрации электронов при этом $\sim 100\%$.

10. Выполнен большой объем работ по созданию установки для облучения ядерных фотоэмульсий в сильном магнитном поле (проект "Слон"). Разработан и отлажен ряд систем электроники контроля и управления работой установки, в частности модуль синхронизации, обеспечивающий получение стандартных синхроимпульсов по трем независимым каналам с задержкой до 500 мкс и шагом регулировки 50 нс^{/44/}.

11. Продолжались исследования поведения ряда материалов при низких темпера-

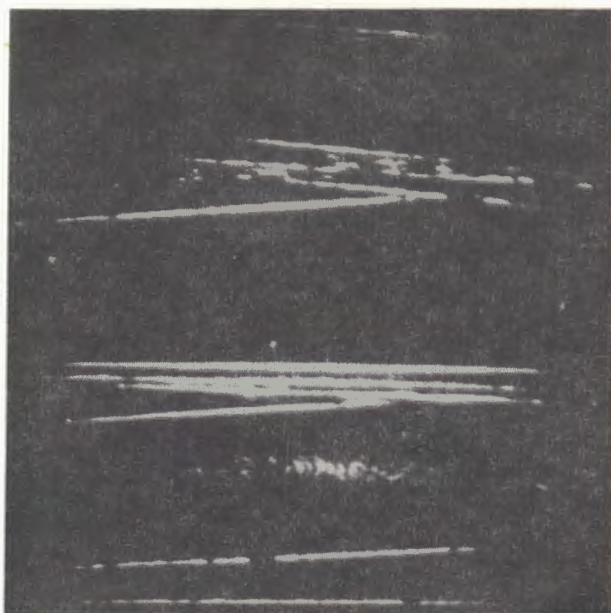


Рис. 8. Макеты следов, полученные с помощью метода частично-когерентной голографии.

турах. Измерены теплопроводность монокристаллов KN_2PO_4 , DLiTiT и TGS в области температур от 0,1 до 4 К^{/45/}, теплопроводность и диэлектрическая восприимчивость поликристаллических образцов системы $(\text{Pb}_x\text{Sr}_{1-x})\text{TiO}$ для $0 < x < 1$ ^{/46/}, на основе результатов измерений диэлектрических свойств кристаллических сегнетоэлектриков сформулирован новый феноменологический подход к описанию отклонений от теории Дебая^{/47/}.

Выполнены измерения полевой, временной и температурной зависимости остаточной намагниченности образцов из тефлона и оргстекла^{/48/}.

Магнитный момент измерялся на образцах объемом $\sim 5 \cdot 10^{-2}$ см³ при $T = 4,2$ К в нулевом поле после намагничивания при $T = 293$ К в поле до 4 кЭ. Типичные значения остаточного магнитного момента составили $\sim 10^{13}$ магнетонов Бора.

С целью минимизации количества вещества стенок криогенных мишеней, применяемых в экспериментах, разработана мишень, вакуумный кожух которой выполнен из пенополистирола (пенопласт ПС-1) без дополнительного покрытия^{/41/}. Минимальные толщины ПС-1, при которых не наблюдается прямых вакуумных течей, составили 2 мм, время стабилизации уровня вакуума составило $\sim 1,5$ часа для гелия и водорода и $\sim 30 \div 35$ часов для азота при толщине стенок 3 мм.

12. Продолжались исследования превращения в атомы медленных высокозарядных

ионов при их соприкосновении с поверхностью твердого тела. Получены экспериментальные данные об энергиях и вероятностях переходов в К-серии рентгеновского излучения при соударении ионов криптон-35 и голых ядер криптона с энергией $(0,1 \div 20) / Z$ кэВ (Z — зарядность иона) с медной и алюминиевой мишенями ^{50/}. Ионы генерировались в электронно-лучевом источнике КРИОН-2, рентгеновское излучение регистрировалось под углом 90° к оси пучка ионов с помощью полупроводникового спектрометра с детектором на основе сверхчистого германия. В экспериментах использовалась автоматизированная многофункциональная система

МИКРО, выполненная в конструктиве КАМАК, обладающая высокой отказоустойчивостью ^{51/}.

13. Продолжалось совершенствование вычислительного центра лаборатории на базе ЭВМ ЕС-1040/ЕС-1055М. Расширена сеть индивидуальных терминалов, введен в действие матричный процессор. Развивалось программное обеспечение, в частности, предложен способ расширения команд оператора в операционной системе ЕС без изменения модулей оперативной системы ^{52/}.

Для спектрометров "Сфера" и ДЕЛФИ разрабатывалась электронная аппаратура в стандартах ФАСТБАС и VME.

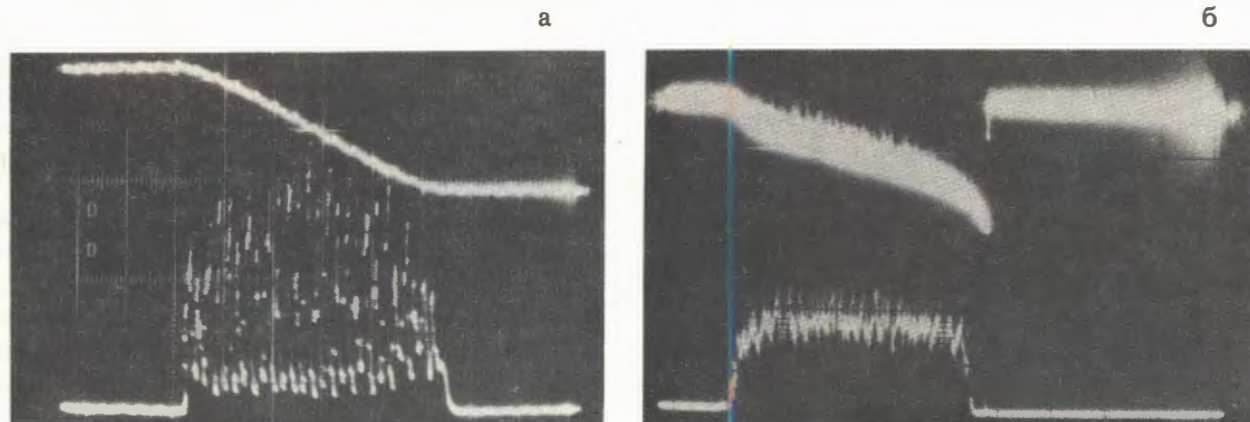
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ УСКОРИТЕЛЬНОЙ БАЗЫ

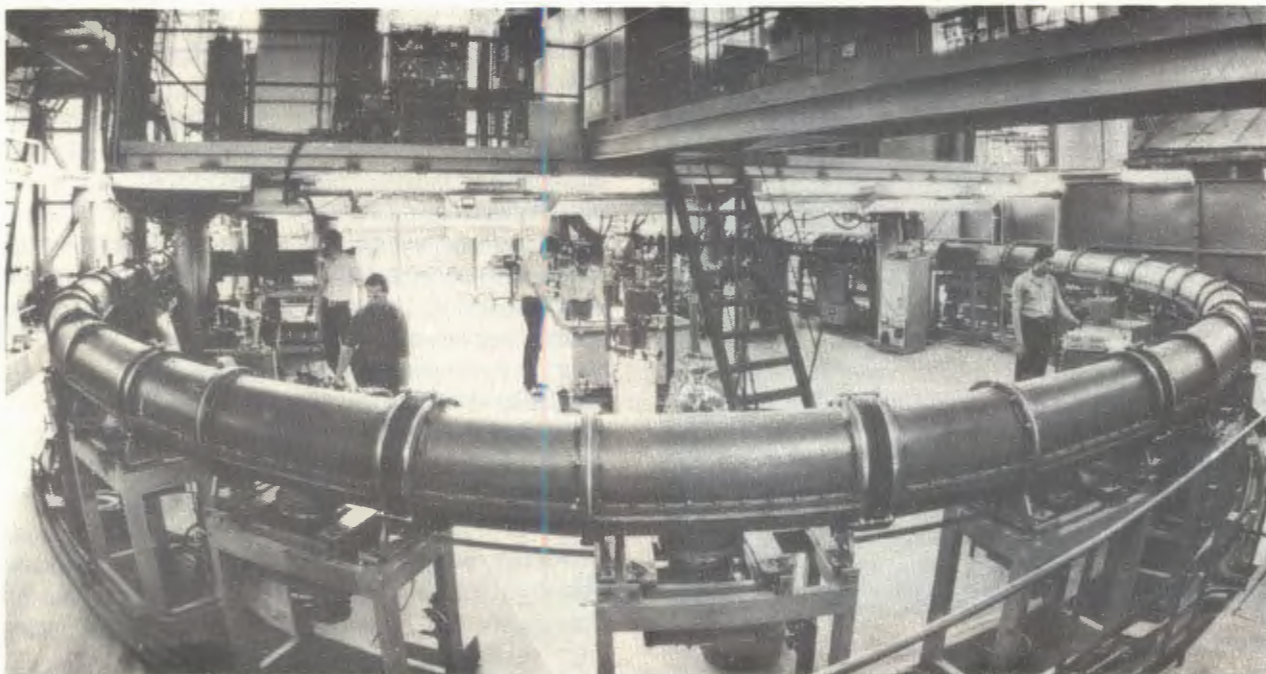
1. Выполнен ряд работ по совершенствованию синхрофазотрона как ускорителя релятивистских и поляризованных ядер. Достигнуто существенное улучшение временной структуры выведенных пучков протонов и ядер посредством подавления микробанчировки, обусловленной частотой ускоряющего напряжения, и уменьшения низкочастотных модуляций ^{53/}. Пульсации в магнитном поле уменьшены совместным действием схем асинхронного управления вентиляльным преобразователем (\sim в 5 раз) и активного фильтра (\sim в $5 \div 8$ раз). Относительная величина пульсаций в магнитном поле составила $\sim 10^{-6}$ на уровне 10 кГс. Обратная связь по току выводимого пучка дополнена системой стабилизации скорости развития резонанса, что позволило уменьшить модуляцию в токе пучка еще в $3 \div 4$ раза. В итоге обеспечено уменьшение мо-

дуляции в токе выведенного пучка до $30 \div 40\%$ (рис.9) и повышение скорости набора статистики физическими установками в десять и более раз.

Проведены работы по дальнейшему совершенствованию источников многозарядных ионов и ядер, включая источник поляризованных дейтронов ПОЛЯРИС. На лазерном источнике ионов отлажена методика измерения температуры лазерной плазмы. Проведена модернизация электронно-лучевого источника КРИОН-2 и впервые получены водородоподобные ионы и ядра ксенона (Xe^{53+} , Xe^{54+}). Создана более совершенная система управления источником ПОЛЯРИС при работе на форинжекторе синхрофазотрона, состоящая из управляющего микропроцессора, находящегося под высоким ($\sim 500 \div 800$ кВ) потенциалом, и микроЭВМ "Электроника-60" на пульте управления. Связь между ними

Рис. 9. Осциллограммы тока выведенного пучка: а) — до введения систем подавления пульсаций, б) — в режиме с подавлением пульсаций (нижний луч).





Модельный сверхпроводящий синхротрон СПИН.

На пульте управления СПИНа.

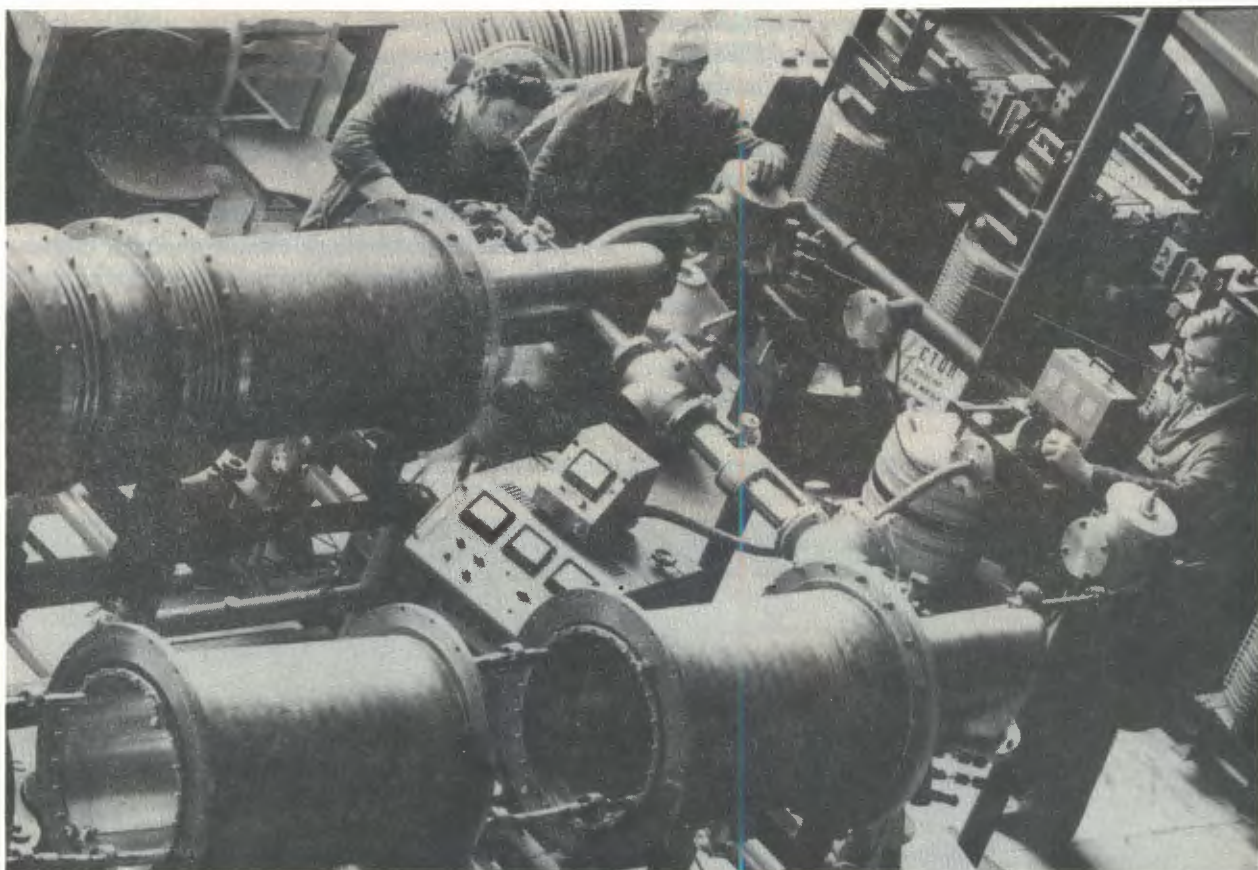


осуществляется двумя волоконно-оптическими линиями связи /54,55/ .

Повышена надежность работы системы ВЧ-ускорения на второй кратности — простой из-за отказа этой системы не превысили 0,3% планового времени работы синхрофазотрона.

Расширено использование малых ЭВМ (СМ-3, СМ-4) для контроля режимов работы систем синхрофазотрона, продолжалось развитие системы автоматизированного дозиметрического контроля.

2. Проведены комплексные криогенные испытания модельного сверхпроводящего синхротрона СПИН с магнитным полем, формируемым железными сердечниками. В сентябрьском десятидневном сеансе устойчиво поддерживалось сверхпроводящее состояние магнитной системы. Проведены эксперименты по инжекции пучка протонов и получен первый оборот пучка в сверхпроводящей магнитной системе. Исследовались режимы охлаждения, заведения токов в магниты и линзы, отлаживались системы



Вакуумно-криостатные модули магнитной системы нуклотрона на испытаниях.

диагностики пучка, первичная электроника которых работает при гелиевых температурах, а также системы криогенного гелиевого оживителя КГУ-1600/4,5^{/56/}.

3. Изготовлено более 3/4 вакуумно-криостатной системы сверхпроводящего ускорителя релятивистских ядер — нуклотрона. Создана технологическая цепочка и начато производство дипольных магнитов. Проведены подготовительные работы для

монтажа гелиевых оживителей и др. оборудования, существенные работы проведены по подготовке туннеля для размещения магнитной системы ускорителя. Выполнен ряд расчетно-теоретических работ, в частности, по оценке допустимых интенсивностей пучков при настройке сверхпроводящих ускорителей релятивистских ядер^{/57/} и по системе медленного вывода пучка из камеры нуклотрона^{/58/}.

НАУЧНО-ПРИКЛАДНЫЕ РАБОТЫ

Исследованы возможности использования многоступенчатой лавинной камеры (МСЛК) для анализа распределения радиоактивности ^{32}P — меченых олигонуклеотидов^{/59/}. Ранее было показано, что использование МСЛК позволяет резко уменьшить количество образца и/или радиоактивности при анализе соединений, меченных ^{125}I , а также существенно сократить при этом время анализа.

Используемая в данной работе измерительная система состояла из МСЛК, сопряженной с мини-ЭВМ СМ-4 посредством блоков электроники в стандарте КАМАК. Программное обеспечение позволяло производить анализ препарата и обработку полученной информации в диалоговом режиме.

Пространственное разрешение системы определялось при помощи искусственно сформированных зон ^{32}P круглой формы

диаметром 1 мм. При детектировании получено разрешение $\sim 2,5 \div 3,5$ мм (FWHM).

Измерительная система надежно обнаруживала наличие радиоактивности на уровне $10 \div 20$ пК·см⁻². В результате испытаний, выполненных совместно со специалистами Института биоорганической химии АН СССР и Института молекулярной биологии АН СССР, показано, что система на основе МСЛК позволяет более чем в сто раз сократить время анализа и на 2÷3 порядка уменьшить количество исследуемого вещества по сравнению с традиционно используемой

радиоавтографией. В настоящее время разработанная измерительная система успешно используется в работах по исследованию структуры и функционирования рибосом, определению первичной структуры олигонуклеотидов.

Совместно с ЦИМЭТ (Йена, ГДР) создан и испытан одномерный сканирующий радиохроматограф. Велись разработки и ряда других приборов на основе многопроволочных координатных детекторов для решения задач в области биотехнологии, молекулярной биологии и медицинской диагностики.

Двумерный радиохроматограф РД-1 в Институте молекулярной генетики АН СССР.



ЭКСПЛУАТАЦИЯ СИНХРОФАЗОТРОНА

Синхрофазотрон отработал в 1986 г. 4100 часов, из которых 3381 час использован для проведения физических экспериментов и 512 часов — для работ по совершенствованию систем ускорителя. Коэффициент одновременности работы физических установок на пучках протонов и дейтронов составил 4,3. В результате отладки режимов

работы инжектора — линейного ускорителя ЛУ-20 достигнуто увеличение интенсивности ускоренных пучков ядер углерода (до $2 \cdot 10^9$ ядер/цикл) и лития-7 (до $4 \cdot 10^9$ ядер/цикл).

Пучки ускорителя использовались 20 группами экспериментаторов (ОИЯИ, ИЯИ (Троицк), ИАЭ (Москва), МГУ и др.).

ЛИТЕРАТУРА

1. Алеев А.Н. и др. — В сб.: Краткие сообщения ОИЯИ, № 19-86. Дубна: ОИЯИ, 1986, с.16.
2. Алеев А.Н. и др. ОИЯИ, Д1-86-422, Дубна, 1986.
3. Алеев А.Н. и др. — В сб.: Краткие сообщения ОИЯИ, № 19-86. Дубна: ОИЯИ, 1986, с.6.
Алеев А.Н. и др. ОИЯИ, Д1-86-550, Дубна, 1986.
4. Шахбазян Б.А. и др. ОИЯИ, Р1-86-626, Дубна, 1986.
5. Троян Ю.А. ОИЯИ, Р1-86-35, Дубна, 1986.
6. Батюня Б.В. и др. ОИЯИ, Р1-86-839, Дубна, 1986.
7. Балдин А.М., Балдин А.А. В сб.: Краткие сообщения ОИЯИ, № 17-86. Дубна: ОИЯИ, 1986, с.19.
8. Балдин А.М. и др. — В сб.: Труды VIII Международного семинара по проблемам физики высоких энергий, Д1,2-86-668, т.1. Дубна: ОИЯИ, 1986, с.302.
9. Бондарев В.К. и др. — В сб.: Труды VIII Международного семинара по проблемам физики высоких энергий, Д1,2-86-668, т.1. Дубна: ОИЯИ, 1986, с.243.
10. Ставинский В.С. — В сб.: Краткие сообщения ОИЯИ, № 18-86, Дубна: ОИЯИ, 1986, с.5.
11. Копылова Д.К. и др. ОИЯИ, Р1-86-109, Дубна, 1986.
12. Баатар Ц. и др. ОИЯИ, Р1-86-721, Дубна, 1986.
13. Гришин В.Г. и др. ОИЯИ, Р1-86-639, Дубна, 1986.
14. Армуглийски Д. и др. ОИЯИ, Р1-86-263, Дубна, 1986.
15. Андреева Н.П. и др. ОИЯИ, Р1-86-8, Дубна, 1986.
16. Краснов С.А. и др. — В сб.: Краткие сообщения ОИЯИ, № 16-86. Дубна: ОИЯИ, 1986, с.11.
17. Шабратова Г.С. и др. ОИЯИ, Р1-86-303, Дубна, 1986.
18. Лескин В.А., Толстов К.Д. — В сб.: Краткие сообщения ОИЯИ, № 17-86. Дубна: ОИЯИ, 1986, с.5.
19. Банник Б.П. и др. ОИЯИ, Р1-86-117, Дубна, 1986.
20. Гулканян Г.Р. и др. ОИЯИ, Р1-86-640, Дубна, 1986.
21. Аникина М.Х. и др. ОИЯИ, Р1-86-733, Дубна, 1986.
22. Авдейчиков В.В. и др. ОИЯИ, Р1-86-664, Дубна, 1986.
23. Аблеев В.Г. и др. ОИЯИ, Р1-84-435, Дубна, 1986.
24. Dolidze M.G. et al. JINR, E1-86-58, Dubna, 1986.
25. Glagolev V.V. et al. JINR, E1-86-78, Dubna, 1986.
26. Гмитро М. и др. ОИЯИ, Р2-86-252, Дубна, 1986.
27. Аллабердин М.Л. и др. ОИЯИ, Р2-86-731, Дубна, 1986.
28. Гришин В.Г. и др. ОИЯИ, Р1-86-585, Дубна, 1986.
29. Bartke J. et al. JINR, E1-86-332, Dubna, 1986.
30. Павляк Т. и др. ОИЯИ, Р1-86-238, Дубна, 1986.
31. Strugalski Z. JINR, E1-86-579, Dubna, 1986.
32. Strugalski Z. et al. JINR, E1-86-642, Dubna, 1986.
33. Benvenuti A.C. et al. JINR, E1-86-591, Dubna, 1986.
34. Benvenuti A.C. et al. JINR, E1-86-650, Dubna, 1986.
35. Гуськов Б.Н. и др. ОИЯИ, Р1-86-248, Дубна, 1986.
36. Арефьев В.А. и др. ОИЯИ, 13-86-738, Дубна, 1986.
37. Алеев А.Н. и др. ОИЯИ, Р1-86-427, Дубна, 1986.
38. Баландин В.П. и др. ОИЯИ, Р7-86-403, Дубна, 1986.
39. Аксипенко В.Д. и др. ОИЯИ, 13-86-149, Дубна, 1986.
40. Йовчев К.Й., Кладницкая Е.Н. ОИЯИ, Р1-86-166, Дубна, 1986.
41. Иванов И. и др. ОИЯИ, Р1-86-185, Дубна, 1986.
42. Быковский Ю.А. и др. ОИЯИ, Р1-86-669, Дубна, 1986.
43. Аствацатуров Р.Г. и др. ОИЯИ, Р1-86-254, Дубна, 1986.
44. Буриев Н.Т. и др. ОИЯИ, Р13-86-422, Дубна, 1986.
45. Fischer E. JINR, E8-86-213, Dubna, 1986.
46. Fischer E. JINR, E8-86-236, Dubna, 1986.
47. Fischer E. JINR, E8-86-241, Dubna, 1986.
48. Владимирова Н.М. и др. ОИЯИ, 14-86-690, Дубна, 1986.
49. Голованов Л.Б. и др. ОИЯИ, 8-86-580, Дубна, 1986.
50. Донец Е.Д. и др. — В сб.: Краткие сообщения ОИЯИ, № 20-86. Дубна: ОИЯИ, 1986, с.27.
51. Дудников В.Г. ОИЯИ, Р10-86-751, Дубна, 1986.
52. Трофимов В.В., Штрайт Э. ОИЯИ, Р10-86-49, Дубна, 1986.
53. Глущенко В.Г. и др. ОИЯИ, 9-86-437, Дубна, 1986.
54. Романов Ю.И., Турзо И. ОИЯИ, 13-86-513, Дубна, 1986.
55. Романов Ю.И. ОИЯИ, 13-86-566, Дубна, 1986.
56. Романов А.Б. и др. ОИЯИ, 8-86-711, Дубна, 1986.
57. Зайцев Л.Н. и др. ОИЯИ, 9-86-4, Дубна, 1986.
58. Василишин Б.В. и др. ОИЯИ, 9-86-511, Дубна, 1986.

ЛАБОРАТОРИЯ ЯДЕРНЫХ ПРОБЛЕМ

В 1986 г. коллектив Лаборатории ядерных проблем выполнил большой объем научно-исследовательских и методических работ. Исследования по физике высоких энергий проводились в шести крупных экспериментах на пучках ускорителя У-70 в Протвино. Это установки "Гиперон", СИГМА-АЯКС, МИС-2, ПРОЗА-ПОЛЯРИМЕТР, "Димезоатомы" и нейтринный детектор. На пучках фазотрона ОИЯИ вы-

полнялись исследования по физике промежуточных энергий, радиохимии и применению пучков заряженных частиц для лучевой терапии. Широко развивалось международное сотрудничество как со странами-участниками ОИЯИ, так и со странами Западной Европы — членами ЦЕРН. Выполнена большая работа по программам совместных экспериментов ДЕЛФИ и PS-179 (ЦЕРН — ОИЯИ).

НАИБОЛЕЕ ВАЖНЫЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ, ПОЛУЧЕННЫЕ В 1986 ГОДУ

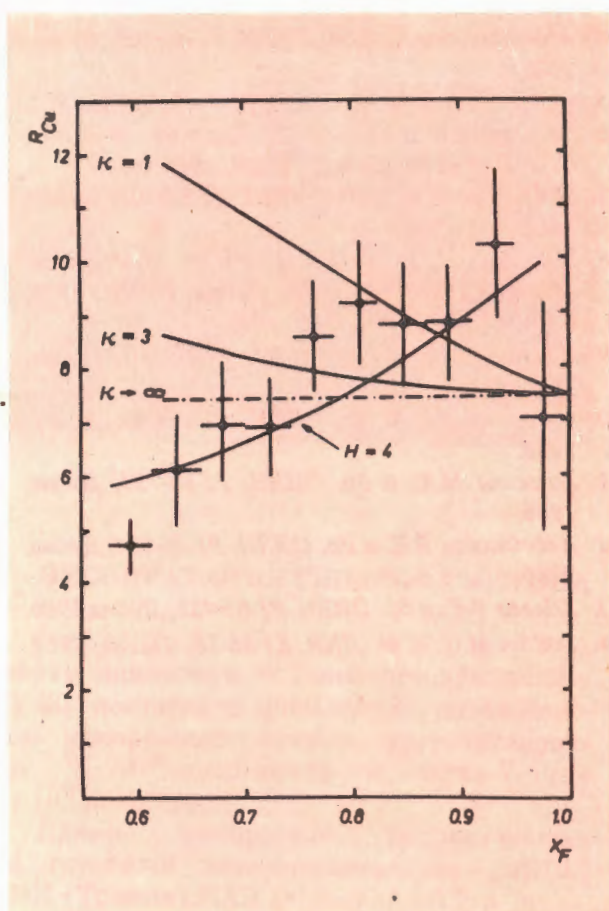
ПРОВЕРКА ПРЕДСКАЗАНИЙ КХД. ФИЗИКА ЛЕГКИХ КВАРКОВ

В экспериментах на спектрометре "Гиперон", которые были выполнены совместно с физиками из ИФВЭ (Протвино) на пучках У-70, изучалось рождение η -мезонов при взаимодействии π^+ -мезонов с ядрами при импульсе 10,5 ГэВ/с^{1/2}. Измерены дифференциальные сечения рождения η -мезонов в области фрагментации пучка $x_F > 0,5$, $p_{\perp} < 0,8$ ГэВ/с. Интересные закономерности обнаружены при анализе отношения дифференциальных сечений

$$R_A(x_F) = \frac{d\sigma}{dx_F}(\pi^+A \rightarrow \eta X) / \frac{d\sigma}{dx_F}(\pi^+d \rightarrow \eta X).$$

Оказалось, что такое отношение **растет**

Рис. 1. Отношение R_{Cu} сечений рождения η -мезонов на ядрах Cu и d. Пунктир — предсказания глаубервской модели. Сплошными линиями показаны результаты расчетов с учетом длины формирования адрона для разных значений коэффициента натяжения адронной струны κ . Приведены также расчеты для случая, когда в поверхностном слое ядра отношение N числа нейтронов к протонам равно $N = 4$.



по мере увеличения x_F (см. рис. 1). Это противоречит предсказаниям глауберовской модели, согласно которой R_A не должно зависеть от x_F . Учет отличной от нуля длины формирования адрона $l_f = \frac{P_0}{\kappa} (1 - x_F)$ также противоречит экспериментальным данным, если в качестве коэффициента натяжения струны κ пользоваться значением, полученным из наклона редже-траекторий, $\kappa = 1$ ГэВ/фм. Можно сделать вывод, что коэффициент натяжения цветной триплетной струны при таких энергиях по крайней мере больше $\kappa > 3$ ГэВ/фм.

Более подробный анализ показал, что наблюдаемую зависимость R_A можно объяснить экранированием в ядре вкладов от трехреджеонных графиков^{1/2/}. Важным предсказанием этой модели было то, что при $x_F \rightarrow 1$ в реакциях квазисвободной перезарядки эффекты экранирования цвета должны приводить к большему увеличению эффективного числа нуклонов A_{eff} по сравнению с глауберовской моделью — ядро как бы становится более "прозрачным" относительно таких реакций.

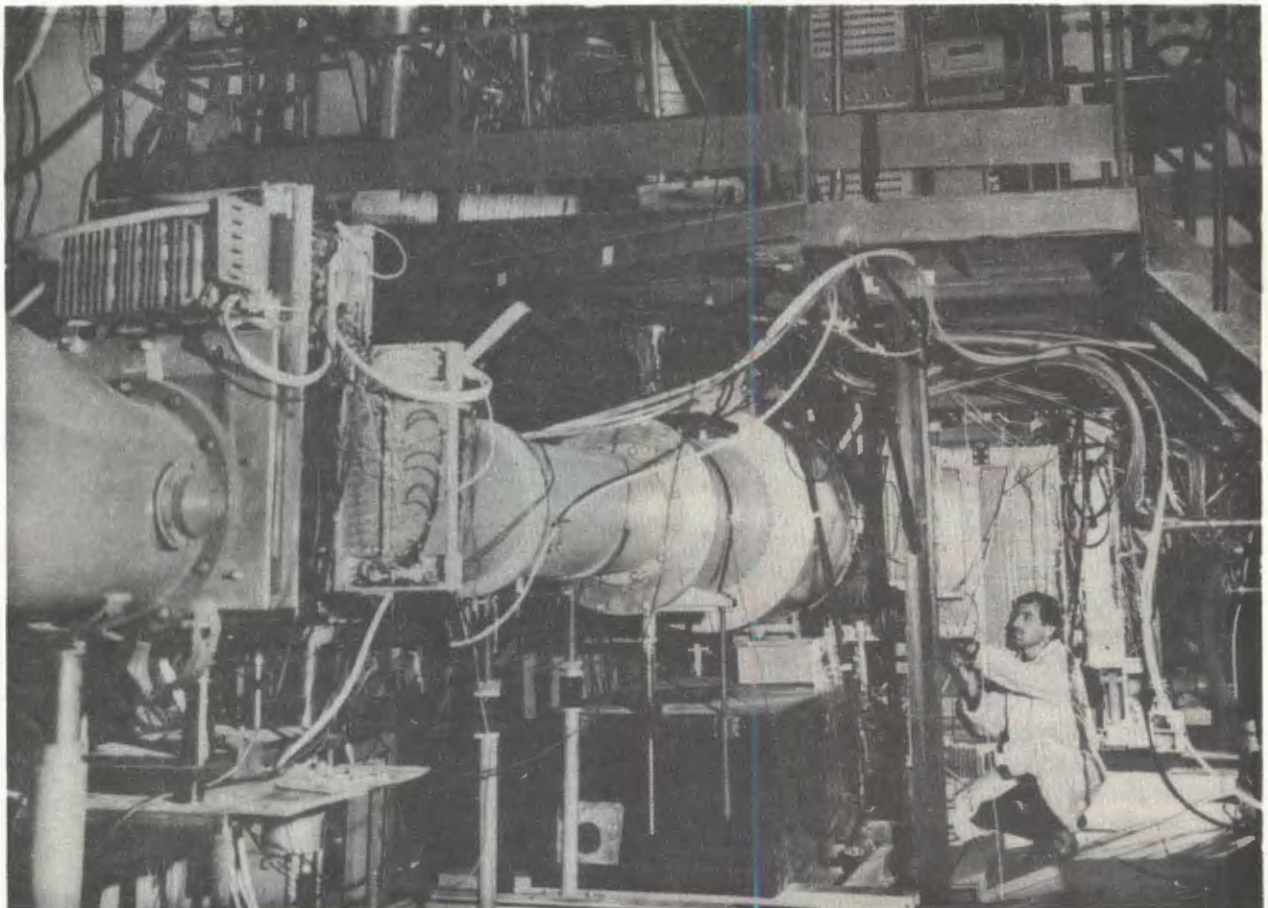
Аналогичное увеличение прозрачности ядра было обнаружено экспериментально и при изучении дифференциальных сечений реакций $\pi^+ A \rightarrow K^+ + Y + A'$ на ядрах углерода и дейтерия при 10,3 ГэВ/с (где $Y \equiv \Lambda$ или Σ^0)/^{3/}. Особенностью данного эксперимента стало выделение именно квазисвободных реакций перезарядки на ядре. Оказалось, что эффективное число нуклонов A_{eff} ,

$$A_{eff}(t) = \frac{\frac{d\sigma}{dt}(\pi^+ + {}^{12}\text{C} \rightarrow K^+ + Y + A')}{\frac{d\sigma}{dt}(\pi^+ + d \rightarrow K^+ + Y + p)}$$

увеличивается по мере роста переданного импульса t (см. рис. 2), как и предсказывалось моделью, учитывающей одно из самых основных следствий КХД — эффект экранирования цвета.

Выполнен поиск связанных состояний в системе (3p) во взаимодействии π^- -мезонов с ${}^{12}\text{C}$ при 5 ГэВ/с. Получено указание

Мишенная часть установки "Гиперон".



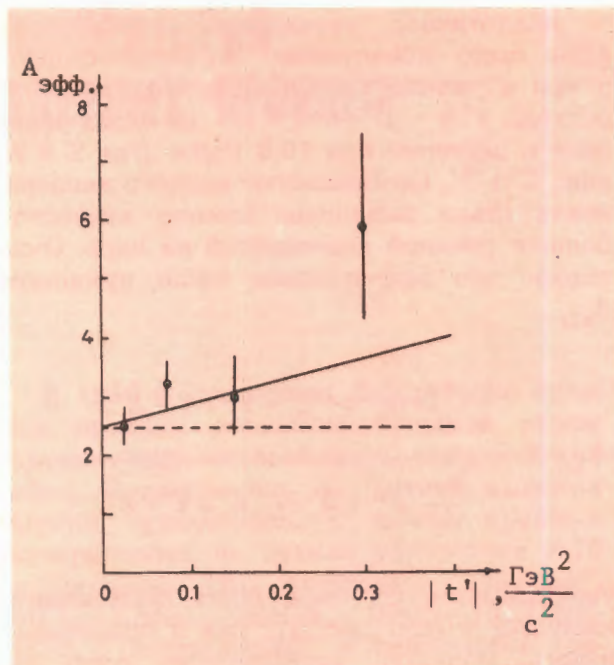


Рис. 2. Зависимость эффективного числа нуклонов $A_{\text{эфф}}$ от переданного импульса. Сплошная линия — предсказание модели, в которой учитываются эффекты экранирования цвета, пунктир — расчет в глауберовском приближении.

на существование трехпротонного резонанса с массой $M = (3,27 \pm 0,02)$ ГэВ и шириной $\Gamma = (0,07 \pm 0,04)$ ГэВ. Спин-четность этого состояния может принимать значения от $1/2^+$ до $11/2^+$. Уровень достоверности — $4\sigma^{14}$.

При исследовании спектра эффективных масс двух протонов в реакции $\pi^- A \rightarrow pp + x$ при 5 ГэВ/с обнаружены узкие структуры ($\Gamma < 7 \div 9$ МэВ) с массами 1966 и 1989 МэВ на уровне $4 \div 5 \sigma$. Указанные состояния могут быть резонансами в системе $(2p)$ в Р-волне¹⁵.

В совместном с ИФВЭ (Протвино) эксперименте на спектрометре СИГМА-АЯКС изучалась реакция диссоциации π^- -мезонов в систему $(\pi^- \mu^+ \mu^-)$ на ядре меди при 50 ГэВ/с:



Впервые наблюдался A_3 -мезон непосредственно в спектре масс ρ^- - и π^- -мезонов. Ранее для выделения A_3 -мезона в адрон-ядерных взаимодействиях необходим был сложный и неоднозначный парциально-волновой анализ. Результаты же настоящего эксперимента ясно продемонстрировали перспективность изучения димюонных пар от распада $\rho^- \rightarrow \mu^+ \mu^-$ для поиска резонансных состояний¹⁶.

Проведена обработка данных по когерентному образованию $K^- \pi^+ \pi^-$ -системы при

взаимодействиях K^- -мезонов с ядрами Be, Al, Cu, Ag и Pb при 40 ГэВ/с, полученных на спектрометре МИС. Выполнен парциально-волновой анализ и определены вклады различных парциальных амплитуд в зависимости от массы $K\pi\pi$ -системы¹⁷.

Ряд новых неожиданных результатов получен при анализе взаимодействий антипротонов с ядрами, которые изучались по программе совместного эксперимента PS-179 (ЦЕРН — ОИЯИ) на ускорителе LEAR в ЦЕРНе. Впервые определены вероятности аннигиляции остановившихся антипротонов на нейтроне и протоне, связанных

Просмотр материалов, полученных в совместном ОИЯИ — ЦЕРН эксперименте PS-179.



в ядрах ${}^3\text{He}$ и ${}^4\text{He}/8/$. Отношение этих вероятностей $R = W_n/W_p$ оказалось равным $R = 0,35 \pm 0,07$ для аннигиляции на ${}^3\text{He}$ и $R = 0,48 \pm 0,1$ в случае аннигиляции на ${}^4\text{He}$. Это почти в два раза меньше, чем соответствующее отношение для вероятности аннигиляции на свободных нуклонах $R = 0,82 \pm 0,03$. Одним из возможных объяснений этого расхождения может быть образование резонансного состояния вблизи порога NN с изоспином $I = 0$.

Интересный эффект обнаружен при изучении рождения Λ - и K_S^0 -мезонов во взаимодействиях антипротонов с ядрами неона при $600 \text{ МэВ}/c^{9/}$. Оказалось, что выход Λ -частиц в два раза превышает выход K_S^0 -мезонов, тогда как в элементарном акте pN -аннигиляции имеется обратная ситуация: выход K_S^0 -мезонов в пять раз превышает сечение рождения Λ -частиц. Это свидетельствует об исключительно сильном взаимодействии в конечном состоянии продуктов аннигиляции с ядром-остатком.

Изучение взаимодействий антипротонов с ядрами будет продолжаться в рамках утвержденного в ЦЕРНе проекта ОБЕЛИКС, согласно которому ведется создание крупномасштабной, универсальной 4π -установки для исследования эксклюзивных реакций аннигиляции с образованием π - и K -мезонов^{10/}.

Продолжалась обработка экспериментального материала, полученного на спектрометре РИСК в Протвино. Выполнен поиск странного дигиперона H^0 ($S = -2$, $J^P = 0^+$), который согласно предсказаниям модели МПТ-мешка должен быть стабилен относительно сильных взаимодействий. Искался слабый распад $H^0 \rightarrow \Sigma^- p$, во взаимодействиях π^- с ядрами C, Cu, Pb при $40 \text{ ГэВ}/c$ для событий с $p_T \geq 1,1 \text{ ГэВ}/c$. Получено самое сильное в настоящее время ограничение на вероятность рождения H^0 : $W < 1,5 \cdot 10^{-4}$ (на 90% С.Л.)^{11/}.

Изучалось образование протонов с импульсами $200 \div 500 \text{ МэВ}/c$, вылетающих назад в лабораторной системе, при взаимодействии антипротонов с шестью различными ядрами при $40 \text{ ГэВ}/c$. Установлено, что доля событий с протонами, летящими назад, пропорциональна $A^{1/3}$, такие события характеризуются большим числом частиц всех типов. Показано, что внутриядерный каскад играет большую роль в образовании протонов, летящих назад^{12/}.

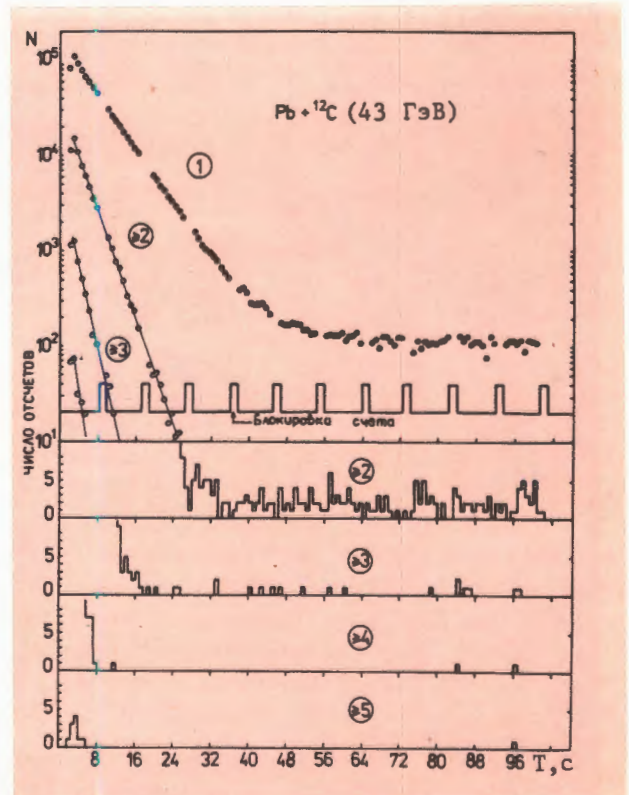
На поляризованном протонном пучке ускорителя ЛИЯФ (Гатчина) с помощью поляризованной протонной мишени выполнено измерение параметров корреляции

поляризации $A_{\text{оооп}}$ и асимметрии $A_{\text{ооол}}$ в упругом pp -рассеянии при энергиях $690, 850$ и $890 \text{ МэВ}/13/$. Полученные результаты подтверждают предсказания фазового анализа pp -рассеяния, выполненного Хошизаки. Наибольшие отклонения, не превышающие, однако, 3σ , наблюдаются в области углов $60 \div 80^\circ$ при энергии 850 МэВ .

ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ЯДЕРНОЙ СПЕКТРОСКОПИИ

Выполнены эксперименты по поиску ядерных изомеров с высокой энергией возбуждения^{14/}. Такими состояниями прежде всего могут быть суперплотные ядра, существование которых предсказывается теорией пионной конденсации Мигдала. Одним из характерных признаков образования подобных ядер является множественное испускание задержанных нейтронов. Осуществлен поиск изомеров плотности по кратной эмиссии задержанных нейтронов из свинцовой мишени, облучаемой пучком ядер ${}^{12}\text{C}$ с энергией $3,6 \text{ ГэВ}/\text{нуклон}$ синхрофазотрона ОИЯИ (рис. 3). Получены

Рис. 3. Временные распределения событий с регистрацией одного, ≥ 2 , ≥ 3 , ≥ 4 и ≥ 5 нейтронов, возникающих при взаимодействии ядер ${}^{12}\text{C}$ со свинцовой мишенью.



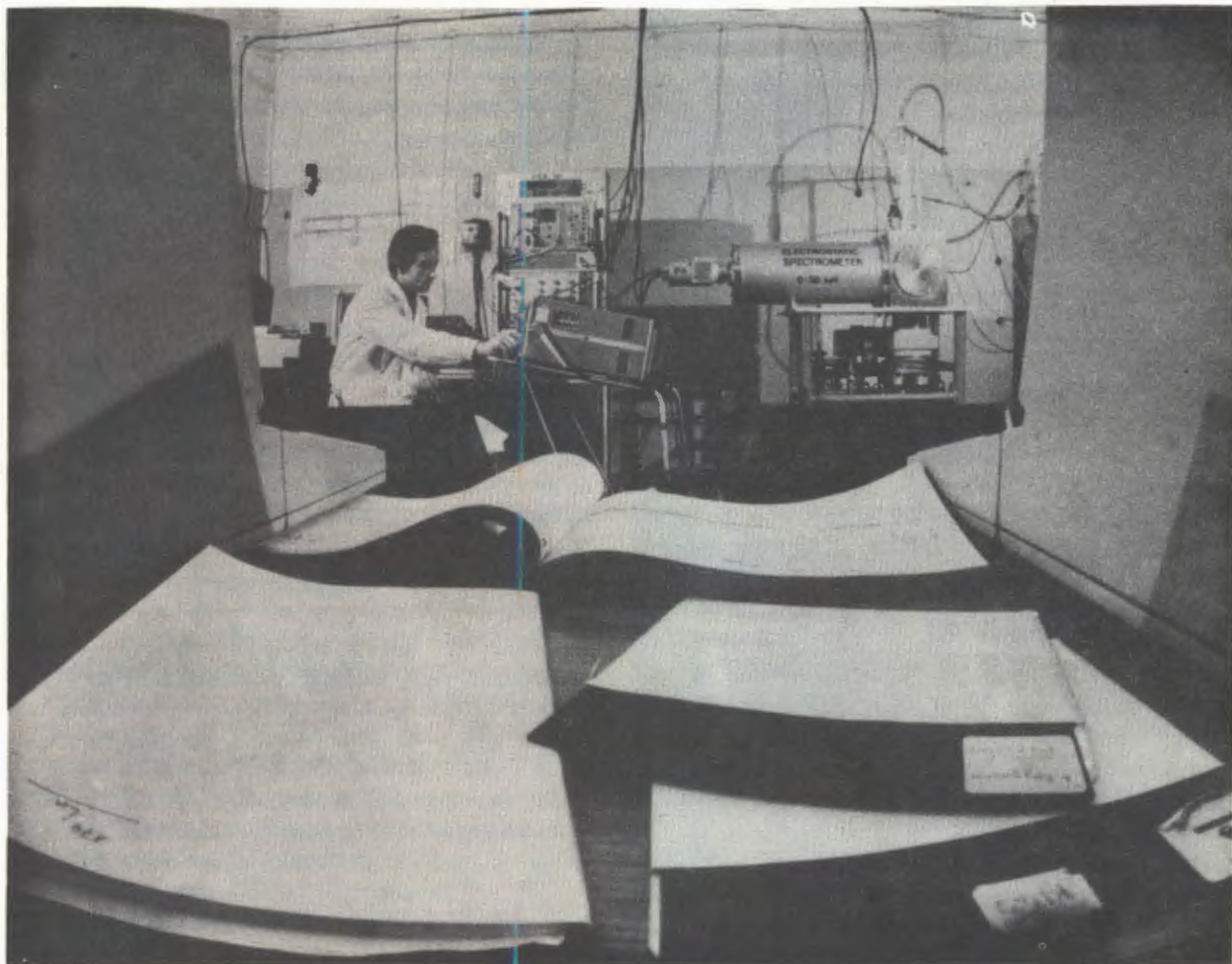
рекордные ограничения на вероятность образования изомеров плотности с временем жизни в диапазоне от 10 до 10^5 с, которые на два порядка ниже, чем имевшиеся ранее. Они составляют от $7 \cdot 10^{-9}$, для средней множественности задержанных нейтронов $\bar{n} = 12$, до 10^{-6} для $\bar{n} = 2$.

Выполнен ряд важных методических исследований по проблеме определения массы антинейтрино. Впервые проведены прямые измерения естественных ширин атомных уровней тулия с помощью низкоэнергетических электронов внутренней конверсии из распадов $^{169}\text{Yb}/^{151}\text{I}$, который используется в качестве калибровочного источника в экспериментах по определению массы нейтрино. Если не учитывать естественную ширину в тритиевых экспериментах, то это приводит к "генерации" массы нейтрино, которая при энергетическом разрешении спектрометра $\Delta E \sim 45$ эВ составила бы ~ 20 эВ при нулевом истинном значении.

Исследована возможность разделения спектров электронов и гамма-квантов в планарных HPGe-детекторах по временным характеристикам анализируемых импульсов^{/16/}. На примере спектров от источника ^{207}Bi показано, что такая селекция заряженных частиц в ППД эквивалентна подавлению фона от гамма-квантов более чем в 70 раз при незначительной потере в эффективности регистрации электронов внутренней конверсии. Это открывает широкие перспективы использования планарных ППД при исследовании бета-спектра трития, внедренного в ППД, для поиска $2\beta_{0\nu}$ -распада с помощью телескопа из HPGe-детекторов, прецизионных измерений граничных энергий позитронных излучателей с целью определения масс нуклидов и других задач ядерной спектроскопии.

Рассмотрены принципиальные возможности использования процессов электронного захвата для получения оценки массы нейтрино. Проведен анализ экспериментов по

Измерения естественных ширин атомных уровней с помощью низкоэнергетических электронов внутренней конверсии ведутся на прецизионном электростатическом бета-спектрометре.



изучению характеристик распада на основное состояние (на примере ^{163}Ho), вероятности захвата на возбужденное состояние (^{158}Tb), спектра внутреннего тормозного излучения (^{193}Pr и ^{163}Ho)^{/17/}. Показано, что такие методы оценки массы электронного нейтрино из процессов электронного захвата вряд ли смогут продвинуть верхнюю границу m_ν ниже ~ 200 эВ.

Разработана новая методика обработки сложных спектрограмм, полученных с помощью магнитных бета-спектрографов высокого разрешения. Сочетание нового подхода к анализу спектрограмм с современными математическими методами обработки дает возможность определять отношение интенсивностей L-конверсионных линий с точностью не хуже 5% (в энергетической области до $E_\gamma \leq 400$ кэВ). На основе этой усовершенствованной методики определен мультипольный состав 60 электромагнитных переходов нейтронодефицитных нуклидов 8 редкоземельных элементов, в том числе ряда ротационных переходов. С помощью этой же методики в ядре ^{164}Er идентифицировано 6 возбужденных состояний типа $K^\pi = 0^+$ и изучено взаимодействие ротационных полос основного и гамма-вibrационного состояний^{/18/}.

СОЗДАНИЕ НОВЫХ ДЕТЕКТИРУЮЩИХ И ЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ ПОВЫШЕННОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ

Разработаны и впервые использованы в экспериментах на пучках ускорителя ИФВЭ (Протвино) проволочные детекторы нового типа — широкоазорные безэлектродные дрейфовые камеры^{/19/}. Исследовано несколько типов таких камер, в том числе камеры размером 1×1 м². Показано, что они обладают хорошим пространственным разрешением ($0,2 \pm 0,4$ мм), высокой линейностью и работают с хорошей эффективностью ($\geq 95\%$) вплоть до загрузки $\sim 5 \cdot 10^4$ частиц/с на 1 см длины проволочки ($3 \cdot 10^6$ частиц/с·м² при постоянной загрузке). Эти особенности делают весьма перспективным использование таких камер в качестве детекторов на крупных экспериментальных установках. С помощью этих камер достигнуто рекордное пространственное разрешение $\sigma = 1,95$ мм при измерении координат осей электромагнитных ливней при энергии электронов 3 ГэВ.

Исследованы характеристики мини-дрейфовых камер с зазором ~ 4 мм. В та-

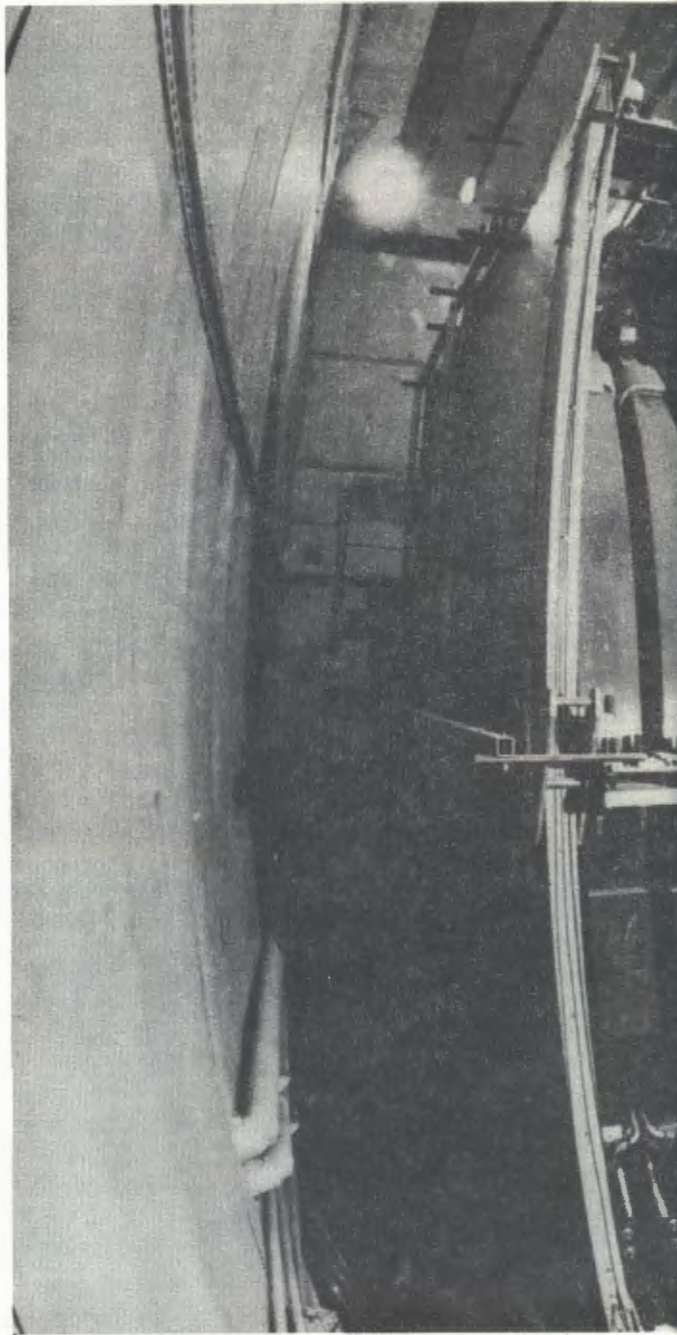
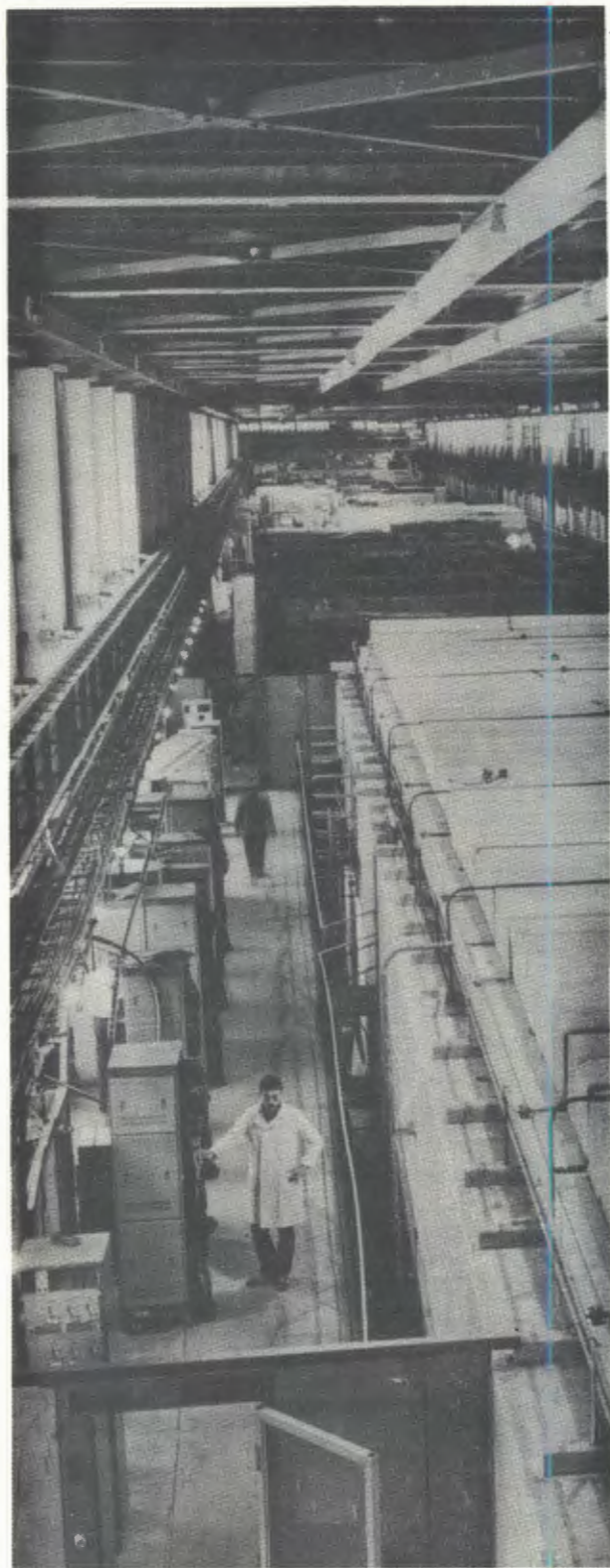


Наладка лазерной стримерной камеры.

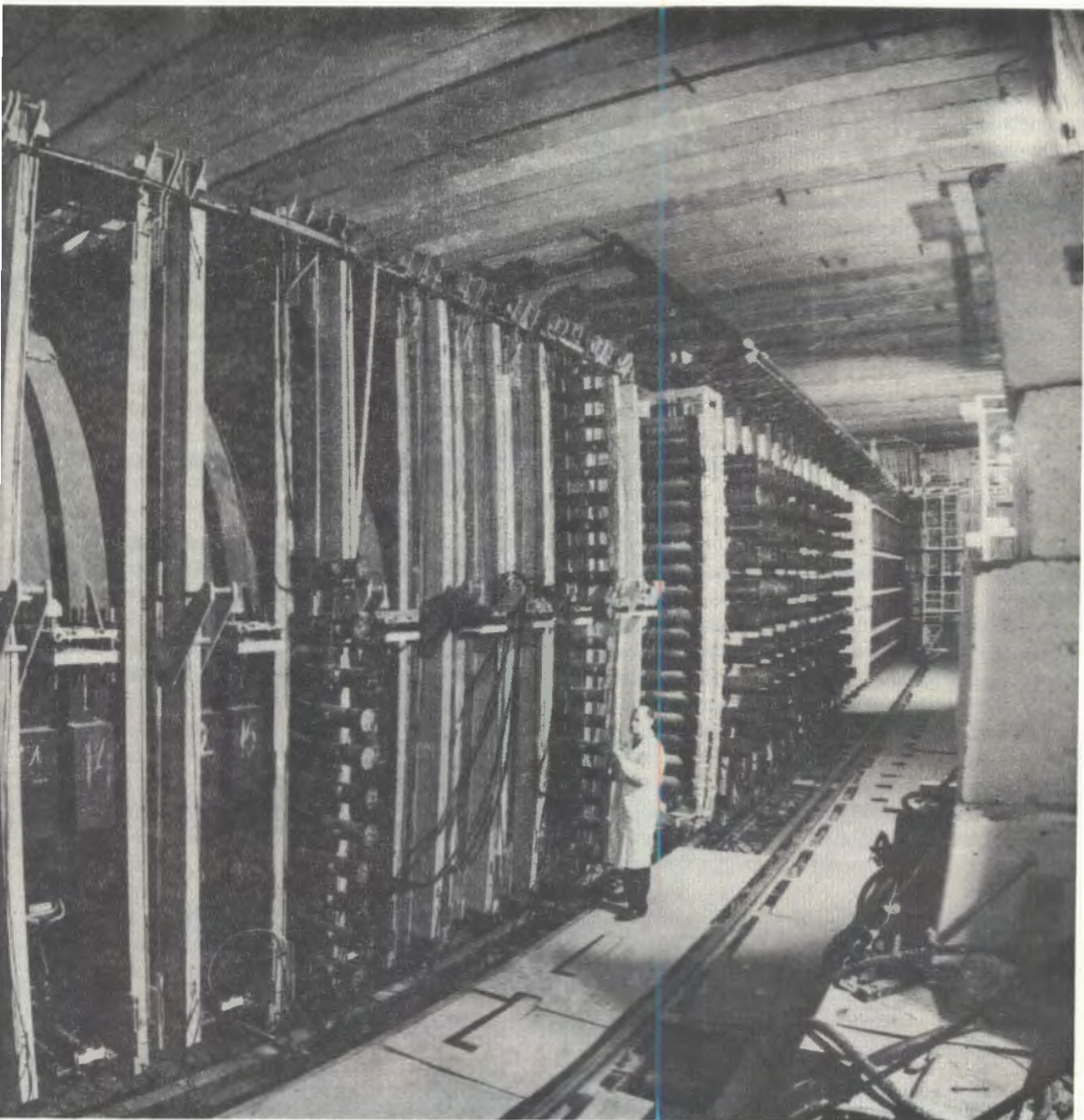
ких детекторах объединяются лучшие свойства как пропорциональных, так и дрейфовых камер: высокое пространственное разрешение (~ 100 мкм), высокая эффективность регистрации частиц при большой интенсивности (свыше 10^7 с⁻¹ см⁻²), их можно использовать в сильном (до нескольких тесла) магнитном поле. Показано, что камеры обладают хорошей линейностью дрейфовой характеристики практически во всей области дрейфового промежутка^{/20/}.

Разработана методика обработки फिल्मового материала, полученного на спектрометре РИСК, которая позволила измерить ионизационные потери частиц в области релятивистского роста ионизации^{/21/}. Наблюдается различие ионизационных потерь π^- -мезонов и антипротонов с импульсом 38 ГэВ/с. Достигнутая точность измерений ионизации всего лишь на 20% хуже, чем теоретически возможная.

Изучены временные характеристики планарных HPGe-детекторов с малой глубиной (p-n)-перехода. Получено разрешение спектрометра $\tau = 0,95$ нс на линиях ^{60}Co , что на



В 1986 году осуществлен физический пуск установки нейтринный детектор. Зарегистрированы первые нейтринные взаимодействия в пучке нейтрино широкого спектра.



порядок лучше, чем у спектрометров с полупроводниковыми детекторами^{/227/}.

Создан азотный ультрафиолетовый лазер для освещения стримерной камеры. В лазерных стримерных камерах фотографируются дифракционные изображения оптических неоднородностей в стримерных каналах, что позволяет получить хорошее пространственное разрешение (~ 100 мкм). Достигнута мощность лазера в импульсе излучения 0,6 МВт в активном объеме 36 см^3 при длительности импульса 5 нс^{/231/}.

Проведена большая работа по созданию новых электронных блоков и систем, ко-

торые обеспечивали бы проведение физических экспериментов на современном техническом уровне. Для автоматизации контроля регистрации данных в физических экспериментах разработаны: устройство вывода информации с проволочных камер, работающих в гейгеровском режиме, 8-входовая универсальная логическая матрица, таймер, обеспечивающий две последовательные экспозиции, система многопараметрического анализа и ряд других систем. Подготовлено и передано в экспериментальные группы 376 электронных блоков в стандарте КАМАК.

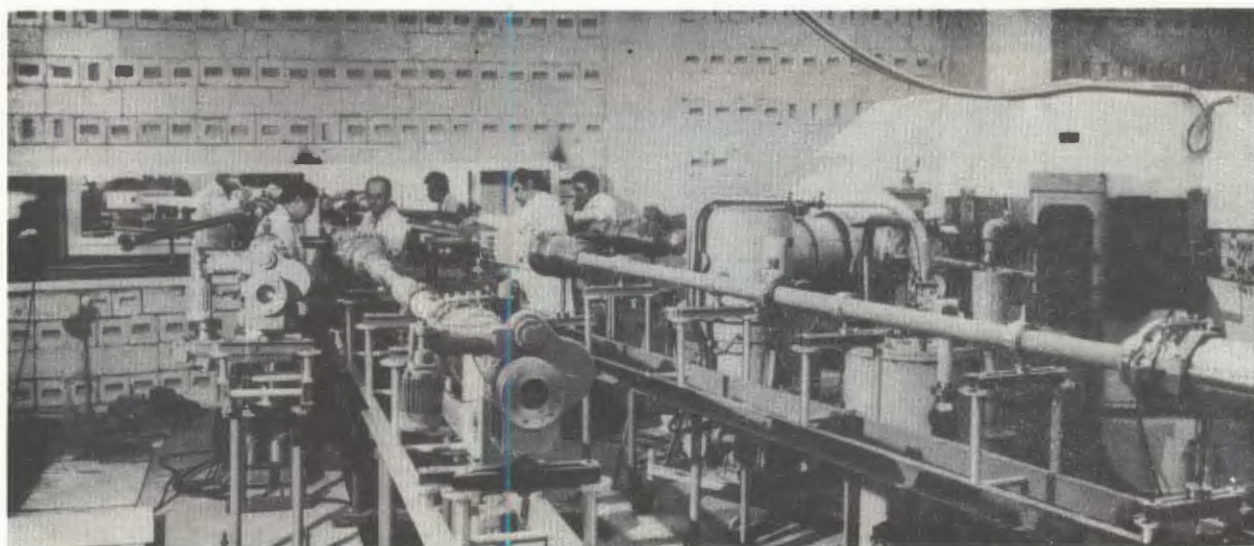
СОЗДАНИЕ КРУПНЫХ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ УСТАНОВОК

Осуществлен физический пуск крупнейшей экспериментальной установки ОИЯИ — ИФВЭ — нейтринного детектора. В 1986 г. совместно с ОНМУ и СНЭО выполнены работы по установке 52 дрейфовых камер в мишенной части детектора, собрана система из 120 сцинтилляционных счетчиков для организации триггера и временной привязки дрейфовых камер мюонного спектрометра. Разработана и введена в действие система математического обеспечения для оперативного контроля и предварительной обработки экспериментальной информации в "он-лайн" режиме с помощью комплекса из 4 малых ЭВМ СМ-4 и 2 микроЭВМ. Организован контроль ЭВМ за характеристиками магнитной системы нейтринного

детектора. Совместно с ИФВЭ была проведена большая работа по подавлению фона от мюонов и нейтронов. Предпринятые меры по усилению защиты привели к уменьшению величины фона мюонов почти в 50 раз. В октябре 1986 года нейтринный детектор сдан в эксплуатацию. В декабрьском сеансе работы ускорителя зарегистрированы первые нейтринные взаимодействия в пучке нейтрино широкого спектра. Физический пуск нейтринного детектора — большой успех физиков ОИЯИ, ИФВЭ, ученых из ГДР (ИФВЭ, Берлин) и ВНР (ЦИФИ, Будапешт).

Произведен монтаж основных узлов комплекса для исследований по ядерной спектроскопии на пучке протонов фазо-

Испытания систем и узлов комплекса ЯСНАПП, предназначенного для "он-лайн" экспериментов на пучке протонов фазотрона.

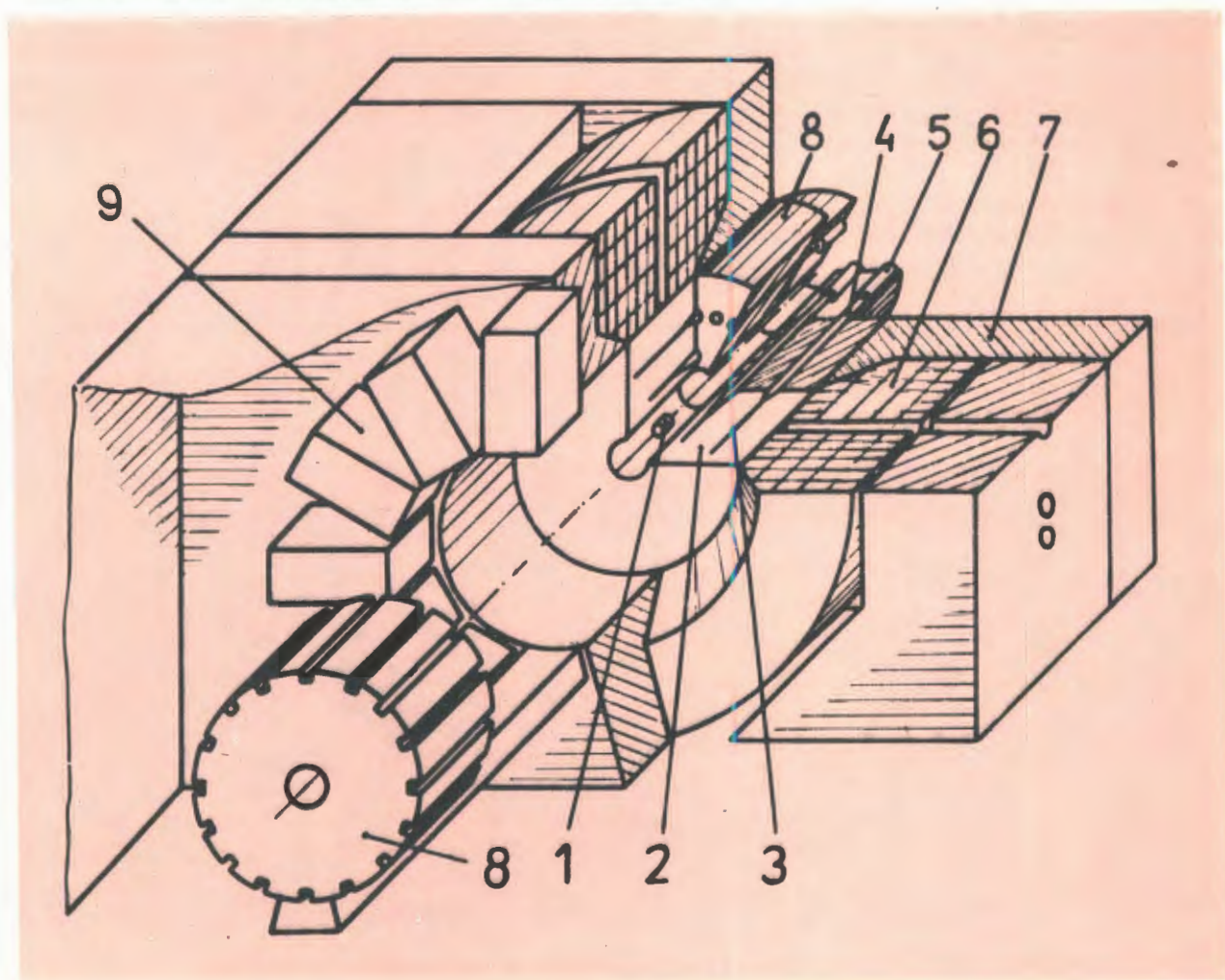


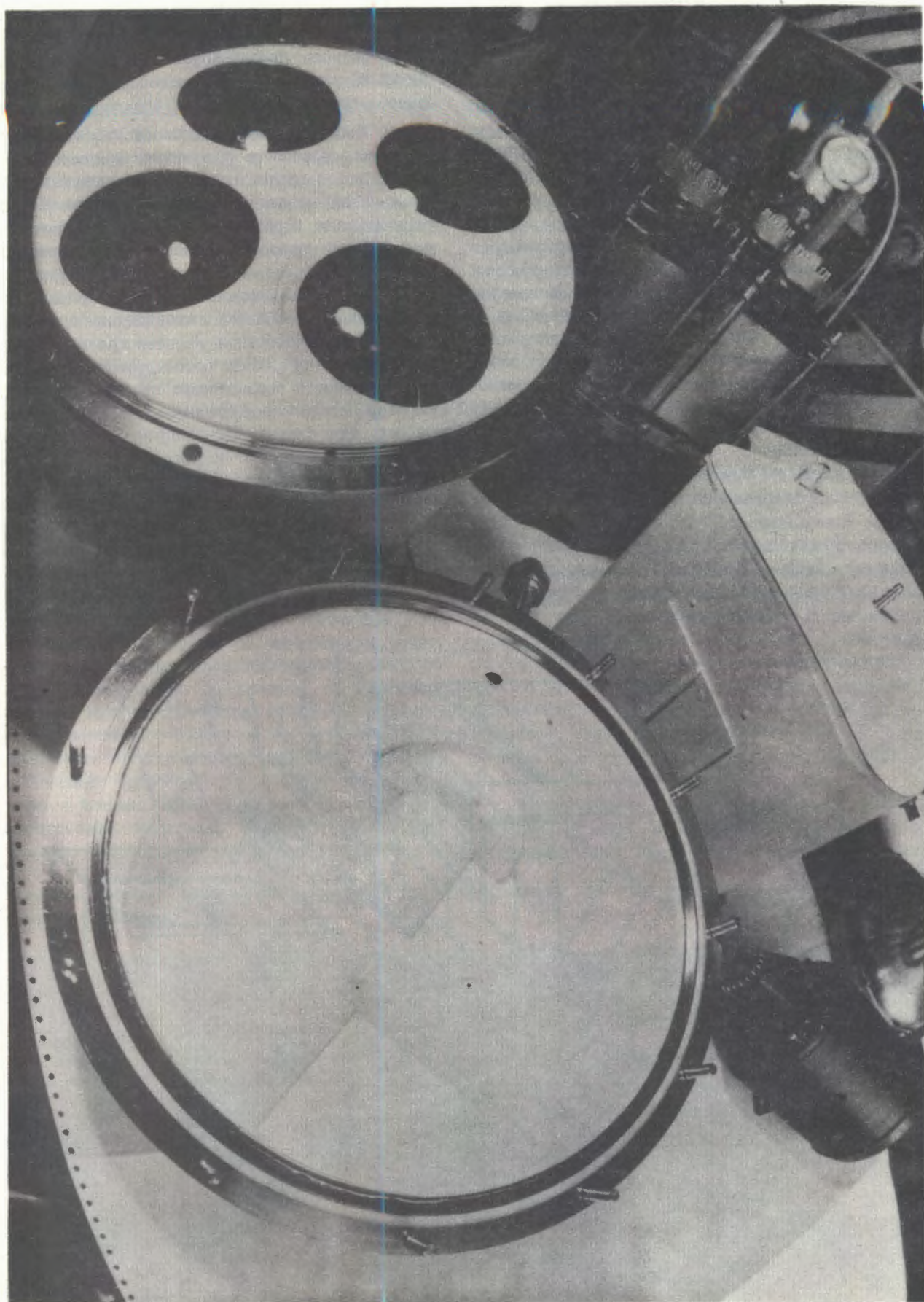
трона в павильоне ЯСНАПП. Изготовлены, смонтированы и испытаны все системы масс-сепаратора "он-лайн". Подготовлен и испытан тракт для транспортировки протонов. Установлен 90-тонный магнит установки МАТЧ. На четырех ионопроводах масс-сепаратора смонтированы установки ЭЛГА, МУК, МЛС и МАТЧ. Совместно с учеными из Института физики Университета им. М.Кюри-Скловской (Люблин, ПНР) разработан и исследован высокоэффективный источник оригинальной конструкции для масс-сепаратора^{/24/}. Данный источник плазменного типа с полым катодом предназначен для электромагнитной сепарации радиоактивных изотопов, получаемых с помощью пучка протонов фазотрона. В методических экспериментах с изотопами ксенона достигнута эффективность выделения ксенона ~20%.

На пионном пучке фазотрона ОИЯИ проводились методические исследования на

многоцелевой установке АРЕС, предназначенной для поиска редких распадов мюонов и π -мезонов, прецизионных измерений различных эксклюзивных каналов пион-ядерного взаимодействия^{/25,26/}. Выполнены экспериментальные работы по поиску оптимального варианта получения и вывода необходимого пучка пионов. Исследованы различные варианты мезонного тракта. Сконструирована и изготовлена мишенная станция. Цилиндрический магнитный спектрометр АРЕС (рис. 4) в настоящее время состоит из 18 коаксиальных пропорциональных камер (~14000 сигнальных проволок) с минимальным количеством вещества между ними, трех цилиндрических сцинтилляционных годоскопов из 36 счетчиков, имеется специализированный быстрый процессор для фильтрации информации, развита система вывода информации в режиме "он-лайн". Детектирующая часть спектрометра расположена в магнитном поле

Рис. 4. Общая схема спектрометра АРЕС. 1 – мишень, 2 – цилиндрические многопроволочные пропорциональные камеры (ЦМПК), 3 – сцинтилляционные счетчики, 4 – световоды, 5 – ФЭУ, 6 – обмотка магнита, 7 – ярмо магнита, 8 – полюса магнита, 9 – электроника для ЦМПК.





Детектор нейтронов полного поглощения для экспериментов по мю-катализу.

1,8 Тл, цилиндрическая рабочая область имеет диаметр 1080 мм и длину 600 мм.

Для исследований по мю-катализу на установке ТРИТОН разработаны, изготовлены и испытаны дейтериевые мишени высокого давления (объем 200 см^3 на давление 500 атм, 100 см^3 на давление 1500 атм) и криогенная тритиевая мишень с вариацией температуры $20,4 \div \pm 40 \text{ К}$. Основная трудность при создании таких мишеней связана с водородным охрупчиванием материала стенок сосуда, что приводит к потере необходимой механической прочности. Это происходит из-за того, что при высокой температуре водород эффективно диффундирует сквозь стенки мишени. Проведена большая работа по исследованию процесса проникновения изотопов

водорода через различные материалы в широком диапазоне давлений и температур (до 1100 К). Показано, что можно избежать этих проблем, используя сосуд из жаростойкого сплава ЭИ689 с оболочкой из чистого золота^[27].

На ускорителе Карлова университета в Праге завершено создание основных узлов установки для проведения совместного с физиками из ЧССР эксперимента по измерению коэффициента корреляции поляризации в упругом пр-рассеянии при энергии 14 МэВ. В ЛЯП ОИЯИ изготовлена поляризованная протонная мишень замороженного типа со сверхпроводящей системой. Мишень и все вспомогательное оборудование уже отправлены и устанавливаются в лаборатории Карлова университета.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМ ФАЗОТРОНА

С целью совершенствования систем фазотрона в 1986 году изготовлен и введен в эксплуатацию новый генератор временной растяжки выведенного пучка. Это позволило обеспечить постоянную во времени интенсивность выведенного пучка в течение 85% периода модуляции. Введена в опытную эксплуатацию АСУ ускорителя.

Повышена надежность работы модулятора генератора ВЧ. Введена в действие система виброконтроля вибратора частоты, позволяющая непрерывно контролировать амплитуды вибрации в наиболее ответственных узлах вариатора. Благодаря принятым мерам

ресурс работы вакуумных уплотнений валов ротора вариатора превысил тысячу часов.

В 1986 году фазотрон отработал 2720 часов (при плане 2600 часов). На нем проводились физические эксперименты, а также работы по созданию каналов пучков, формированию, настройке и измерениям параметров пучков протонов, пионов и мюонов, включая пучки для медико-биологических исследований. Интенсивность выведенного пучка протонов составляет $\sim 2 \cdot 10^{13} \text{ с}^{-1}$, пионов $\sim 1,5 \cdot 10^6 \text{ с}^{-1}$. Создан тракт пучка протонов для комплекса ЯСНАПП, сооружено устройство гашения пучка.

На пульте управления фазотроном.



Ведутся работы по изучению принципиальных возможностей создания комплекса из двух циклотронов ДЦ-1 и ДЦ-2 на базе сверхпроводящих сек-

торных магнитов^{/28, 29/} с линейным ускорителем-инжектором. Предполагаемые параметры комплекса приведены в таблице:

№№	Параметр	ДЦ-1	ДЦ-2
1.	Энергия инъекции, МэВ	15	90
2.	Энергия на конечном радиусе, МэВ	90	1600
3.	Средний радиус инъекции, м	0,47	1,663
4.	Средний радиус вывода пучка, м	0,11	3,33
5.	Максимальная индукция поля на радиусе вывода, Тл	4,26	10,4
6.	Частота высокочастотного генератора, МГц	74,25	74,25

ПРИКЛАДНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Завершены работы по созданию на пучках фазотрона ОИЯИ клиничко-физического комплекса, включающего в себя три кабины для протонной терапии и кабины для терапии π -мезонами и нейтронами. Получены физико-дозиметрические характеристики протонных пучков в рабочем режиме^{/30/}. Разработан вариант АСУ, обеспечивающий предлучевую подготовку и проведение сканирующего ротационного облучения грудной клетки человека с помощью установки "Мезон".

Проведен ряд работ по изучению и разработке методов производства радионуклидов для нужд ядерной медицины. На пучках фазотрона проведена серия экспериментов по выделению таллия из свинцовой мишени (массой 20 г). Показано, что практически полное выделение радиоактивного таллия может быть осуществлено за 5÷8 часов путем выдерживания расплава свинца при температуре около 800 К в атмосфере паров плавиковой кислоты при пониженном давлении ($\leq 0,4$ Па)^{/31/}.

Изучались условия получения иода-123 на линейном ускорителе ЛУ-100 в ИФВЭ (Протвино). Определены выходы и радионуклидная чистота ^{123}I , полученного генераторным методом из ^{123}Xe , который выделялся в режиме "он-лайн" с облучением^{/32/}.

Предложены простые нетрадиционные методы для выделения ^{111}In из металличе-

ских мишеней — серебра, кадмия, олова, облученных различными частицами. Методы основаны на повышенной летучести трихлорида и монофторида индия или самого материала мишени — кадмия^{/33/}.

Выполнен цикл исследований электромиграции различных изотопов (висмута-205, 206; лантана-140, иттербия-169) без носителей в постоянном электрическом поле. Получены данные о характеристиках таких процессов в различных растворах^{/34/}.

Выполнен ряд работ по изучению биологического действия ионизирующих излучений, температурных изменений и магнитных полей. Описаны новые закономерности репарации клеток при температурных повреждениях. Впервые установлено, что репарация от повреждений, вызываемых высокой температурой и ионизирующими излучениями, осуществляется независимыми механизмами и контролируется разными генами^{/35/}.

Определены некоторые закономерности спонтанной мутабельности дрожжей, получены новые данные о генетическом контроле мутабельности митохондрий^{/36/}, а также о влиянии состава питательных сред на частоты мутирования отдельных генов^{/37/}.

Исследовано влияние геомагнитного поля на фагопродукцию бактерий. Показано, что экранирование растущей культуры бактерий от магнитного поля Земли существенно уменьшает дисперсию величины индукции профага^{/38/}.

ЛИТЕРАТУРА

1. Bitsadze G.S. et al. *JINR, E1-86-129, Dubna, 1986.*
2. Kopeliovich B.Z., Russakovich N.A. *JINR, E2-86-298, Dubna, 1986.*
3. Bitsadze G.S. et al. *JINR, E1-86-780, Dubna, 1986.*
4. Абдинов О.Б. и др. *ОИЯИ, P1-86-11, Дубна, 1986.*
5. Абдинов О.Б. и др. — В сб.: *Краткие сообщения ОИЯИ, № 15-86. Дубна: ОИЯИ, 1986, с.34.*
6. Antipov Yu.M. et al. *Preprint ИИЕР, 86-134, Serpukhov, 1986.*
7. Ананьева М.А. и др. *ОИЯИ, P1-86-822, Дубна, 1986.*
8. Balestra F. et al. *Preprint CERN-EP/86-104, Geneva, 1986.*
9. Balestra F. et al. — In: *Proc. INS Int. Symp. on High Energy Physics, Tokyo, 1986, p.147.*
10. Armenteros R. et al. *CERN-PSCC/86-4, Geneva, 1986.*
11. Barwolff H. et al. *Preprint ИИЕР, PHE 86-1, Zeuthen, 1986.*
12. Габуня Л.Л. и др. *ОИЯИ, P1-86-520, Дубна, 1986.*
13. Вовченко В.Г. и др. — *Письма в ЖЭТФ, 1986, т.44, с.119.*
14. Авдеев С.П. и др. *ОИЯИ, P7-86-463, Дубна, 1986.*
15. Покровский В.Н. и др. *ОИЯИ, P6-86-134, Дубна, 1986.*
16. Бруданин В.Б. и др. *ОИЯИ, P6-86-120, Дубна, 1986.*
17. Вылов Ц. и др. *ОИЯИ, P6-86-476, Дубна, 1986.*
18. Громов К.Я. и др. — В сб.: *Труды 36 Всесоюзного совещания по ядерной спектроскопии и структуре атомного ядра, Л.: Наука, 1986, с.115.*
19. Будагов Ю.А. и др. *ОИЯИ, 13-86-565, Дубна, 1986.*
20. Давыдов Ю.И. и др. *ОИЯИ, 13-86-237, Дубна, 1986.*
21. Банников А.В. и др. — В сб.: *Краткие сообщения ОИЯИ, № 18-86, Дубна: ОИЯИ, 1986, с.48.*
22. Абросимов В.Н. и др. *ОИЯИ, 13-86-13, Дубна, 1986.*
23. Бан Хе Сок и др. *ОИЯИ, P15-86-146, Дубна, 1986.*
24. Latuszynski A. et al. — *Vacuum, 1986, v.36, p.263.*
25. Varanov V.A. et al. — *Nucl. Instr. Meth., 1986, v.B17, p.438.*
26. Филиппов А.И. et al. — *Nucl. Instr. Meth., 1986, B17, p.441.*
27. Быстрицкий В.М. и др. *ОИЯИ, P13-86-161; P13-86-162, Дубна, 1986.*
28. Глазов А.А., Заплатин Е.Н. *ОИЯИ, P9-86-139, Дубна, 1986.*
29. Дмитриевский В.П. — В сб.: *Труды Международного совещания по циклотронам и их применению, P9-85-707. Дубна: ОИЯИ, 1985, с.54.*
30. Абазов В.М. и др. *ОИЯИ, P9-86-648, Дубна, 1986.*
31. Новгородов А.Ф. и др. *ОИЯИ, P6-86-379, Дубна, 1986.*
32. Зайцева Н.Г. и др. — В сб.: *Труды Всесоюзного отраслевого совещания по способам производства иода-123. М.: изд. ИАЭ, 1986, с.36.*
33. Novgorodov A.F. et al. — *Appl. Radiat. Isot., 1986, v.31, p.445.*
34. Реш Ф. и др. *ОИЯИ, P6-86-641; P6-86-646; E12-86-144; P12-86-272, Дубна, 1986.*
35. Глазунов А.В., Борейко А.В. — *Цитология, 1986, т.28, с.993.*
36. Девин А.Б., Колтовая Н.А. — *Генетика, 1986, т.22, с.2244.*
37. Пуина V.L., Korogodin V.I., Fajsz Cs. — *Mutation Research, 1986, v.174, p.189.*
38. Аносова М.Г., Корогодин В.И. — *ЖМЭИ, 1986, № 1, с.29.*

ЛАБОРАТОРИЯ ЯДЕРНЫХ РЕАКЦИЙ

В 1986 году основные усилия коллектива Лаборатории ядерных реакций были сконцентрированы на работах по синтезу 110 элемента, изучению релятивистских эффектов в химических свойствах курчатовия, синтезу и изучению свойств нейтроноизбыточных ядер легчайших элементов, на изучении механизма ядерных реакций. Большое внимание уделялось совершенствованию ускорителей тяжелых ионов. На циклотроне

У-400 энергия ускоренных ионов увеличена до 20 МэВ/нуклон. На ускорителе У-200 испытана модель аксиальной инжекции. Создан и запущен микротрон МТ-25. Введена в действие установка "Василиса" и начаты эксперименты по синтезу новых элементов с использованием этой установки. Широко велись работы по прикладной тематике. В 1986 году ускорители отработали для проведения научных исследований 6400 часов.

СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ИЗОТОПОВ НОВЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

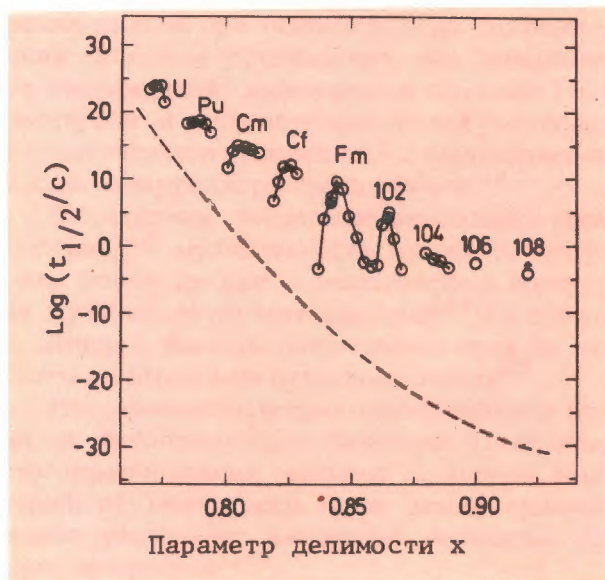
1. В реакциях холодного слияния за последние годы были синтезированы 13 изотопов пяти элементов таблицы Менделеева с $Z > 104$, показано, что в основной доле случаев все они испытывают α -распад. Этот результат коренным образом изменил представление о границе существования атомных ядер, явился прямым доказательством стабилизирующего эффекта ядерных оболочек в энергии деформации тяжелого ядра, у которого жидкокапельный барьер равен нулю (рис. 1). Вместе с тем, возможности реакций холодного слияния практически исчерпаны. Попытки синтеза 110 и 111 элементов в реакциях $^{209}\text{Bi}(^{59}\text{Co},n)^{261}110$ и $^{209}\text{Bi}(^{58}\text{Fe},n)^{272}111$ определили лишь верхнюю границу их образования на уровне 1 пб и 4 пб. Другой подход связан с использованием более асимметричных комбинаций^{1/1}.

Проведен цикл экспериментов по синтезу 110 элемента, в котором мишень из ^{232}Th облучалась ионами Ca с $A = 48, 44, 42$ и 40. В реакции $^{232}\text{Th} + ^{44}\text{Ca}$ были зарегистрированы два излучателя спонтанного деления с периодами полураспада $(0,82^{+0,31}_{-0,21})$ мс

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЕ РАБОТЫ

и $(8,6^{+4,0}_{-2,4})$ мс. Зависимость выхода этих активностей от энергии ионов ^{44}Ca представлена на рис. 2. Короткоживущая активность идентифицирована как распад спонтанно делящегося изомера ^{240m}Am , $T_{1/2} = (0,9 \pm 0,1)$ мс. Сечение образования излуча-

Рис. 1. Периоды спонтанного деления четно-четных ядер, пунктирная кривая – расчет в модели жидкой капли.



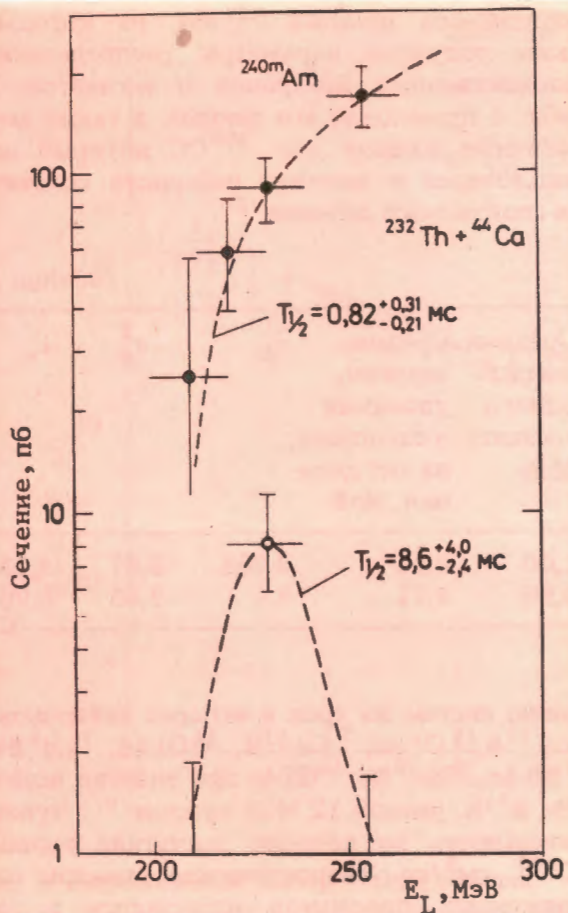


Рис. 2. Сечение образования ^{240m}Am и активности спонтанного деления с $T_{1/2} \sim 8,6$ мс в зависимости от энергии ионов ^{48}Ca . Пунктирная кривая проведена через экспериментальные точки для наглядности.

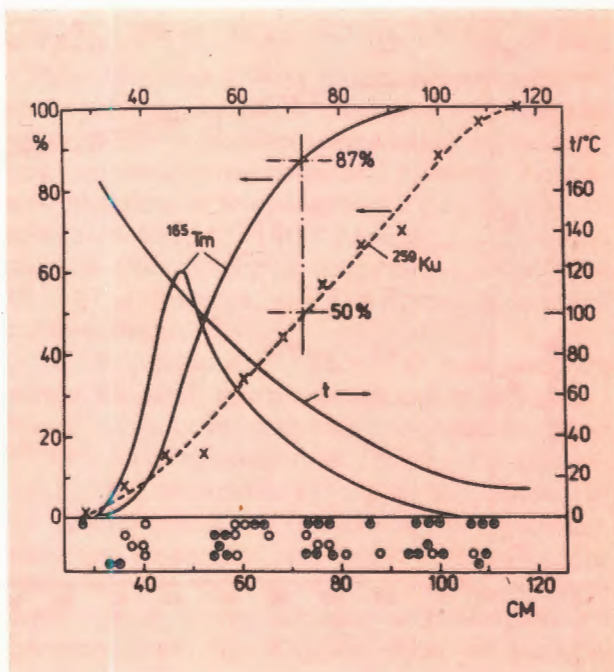
теля с $T_{1/2} \sim 8,6$ мс достигает максимального значения ~ 8 пб при энергии ионов ~ 230 МэВ. В контрольных экспериментах по облучению ^{232}Th ионами ^{40}Ar 8,6 мс активность не наблюдалась. Совокупность данных позволяет сделать предположение, что новый излучатель является спонтанно делящимся изотопом 110 элемента, однако окончательное заключение можно будет сделать после дополнительных экспериментов, которые будут проведены в ближайшем будущем с использованием нескольких независимых методов идентификации ^{12/}.

2. Сравнивалось поведение бромистых соединений гафния и курчатовия в кварцевой термохроматографической колонке, поверхность которой служила трековым детектором осколков спонтанного деления ^{259}Ku ($T = 3$ с). На рис. 3 показано распределение гафния, измеренное по γ -излучению, и распределение 45 зарегистрированных актов спонтанного деления курчатовия. Видно,

что половина треков осколков находится в пределах отрезка колонки, где осаждается примерно 90% гафния, а половина — за этими пределами. По-видимому, курчатовий образует два соединения, одно из которых обладает несколько более высокой летучестью, чем HfBr_4 , а другое осаждается при существенно более низкой температуре. Таким образом, обнаружена заметная особенность в свойствах и кинетике образования бромистых соединений курчатовия по сравнению с гафнием, что может быть следствием широко обсуждаемых релятивистских эффектов в химических свойствах, которые ожидаются из-за резкого возрастания роли этих эффектов при движении электронов в атомных элементах второй сотни ^{13/}.

3. В связи с обнаруженным недавно двухмодовым спонтанным делением ряда изотопов, в том числе ^{259}Md , представляет интерес изучение полного набора характеристик спонтанного деления этого нуклида. Была использована система, включавшая два Si-Au-детектора осколков деления, восемь детекторов γ -квантов деления (сцинтилля-

Рис. 3. Суммарные экспериментальные данные опытов по сравнению поведения бромидов Ku и Hf. Сплошные кривые: усредненное распределение γ -активности (произв. ед.) ^{165}Tm (^{165}Hf) вдоль колонки и соответствующая нормированная интегральная кривая; пунктир — суммарное интегральное распределение актов деления вдоль колонки. \circ и \bullet — акты деления, зарегистрированные по следу одного или обоих осколков, соответственно, в пяти отдельных экспериментах.



торы ВГО) и нейтронный детектор, содержавшие 56 ^3He -счетчиков, помещенных в замедлитель из оргстекла^{/4/}. Для получения ядер ^{259}Md использовалась реакция $^{248}\text{Cm}(^{18}\text{O}, \alpha 3n)^{259}\text{Md}$ $\xrightarrow[100 \text{ мин}]{\text{ЕС}}$ ^{259}Md .

Всего зарегистрировано 34 события

спонтанного деления ^{259}Md , из которых были получены параметры распределения множественных нейтронов и γ -квантов. В табл. 1 приведены эти данные, а также аналогичные данные для ^{252}Cf , который использовался в качестве реперного источника спонтанного деления^{/5/}.

Таблица 1

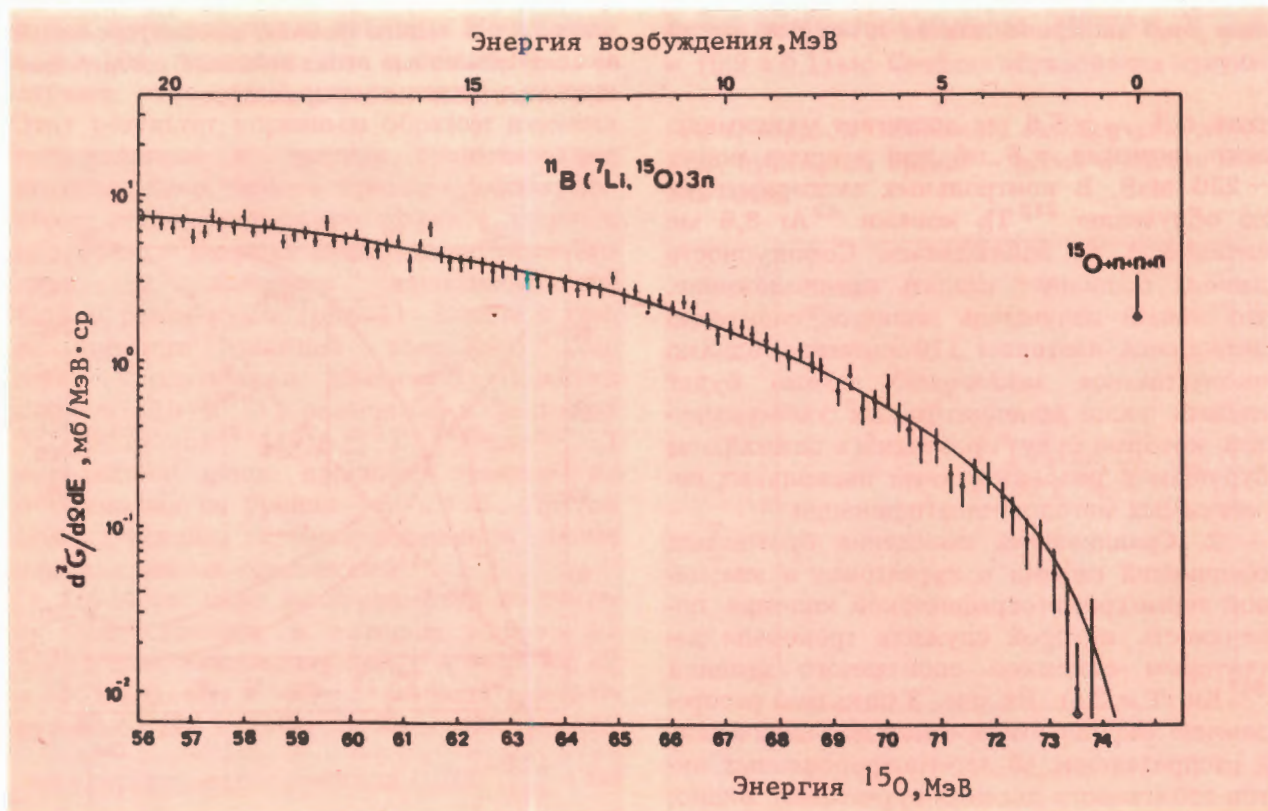
Изотоп	Число событий	$\bar{\nu}_\gamma$	σ_γ^2	Γ_γ^2	Средняя энергия одного γ -кванта, МэВ	Средняя уносимая энергия γ -квантами, МэВ	$\bar{\nu}_n$	σ_n^2	Γ_n^2
^{252}Cf	46541	6,53	3,52	0,93	1,00	6,56	3,755	1,57	0,83
^{259}Md	34	5,35	4,49	0,97	0,99	4,71	4,1	2,45	0,90

ИЗУЧЕНИЕ МЕХАНИЗМА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СЛОЖНЫХ ЯДЕР

1. Продолжались исследования стабильности мультинейтронных систем в реакциях с тяжелыми ионами^{/6,7,8/}. Были изучены следующие реакции, приводящие к образо-

ванию систем из трех и четырех нейтронов: $^7\text{Li}(^{11}\text{B}, ^{15}\text{O}) 3n$, $^7\text{Li}(^{11}\text{B}, ^{14}\text{O}) 4n$, $^7\text{Li}(^9\text{Be}, ^{12}\text{N}) 4n$, $^9\text{Be}(^9\text{Be}, ^{14}\text{O}) 4n$ при энергии ионов ^9Be и ^{11}B , равной 12 МэВ/нуклон^{/9/}. Чувствительность по сечению достигала уровня 10^{-33} см²/ср. Энергетические спектры сопряженных продуктов измерялись с по-

Рис. 4. Энергетический спектр ^{15}O из реакции $^{11}\text{B}(^7\text{Li}, ^{15}\text{O}) 3n$. Стрелкой показан порог четырехчастичного развала ($^{15}\text{O} + n + n + n$).



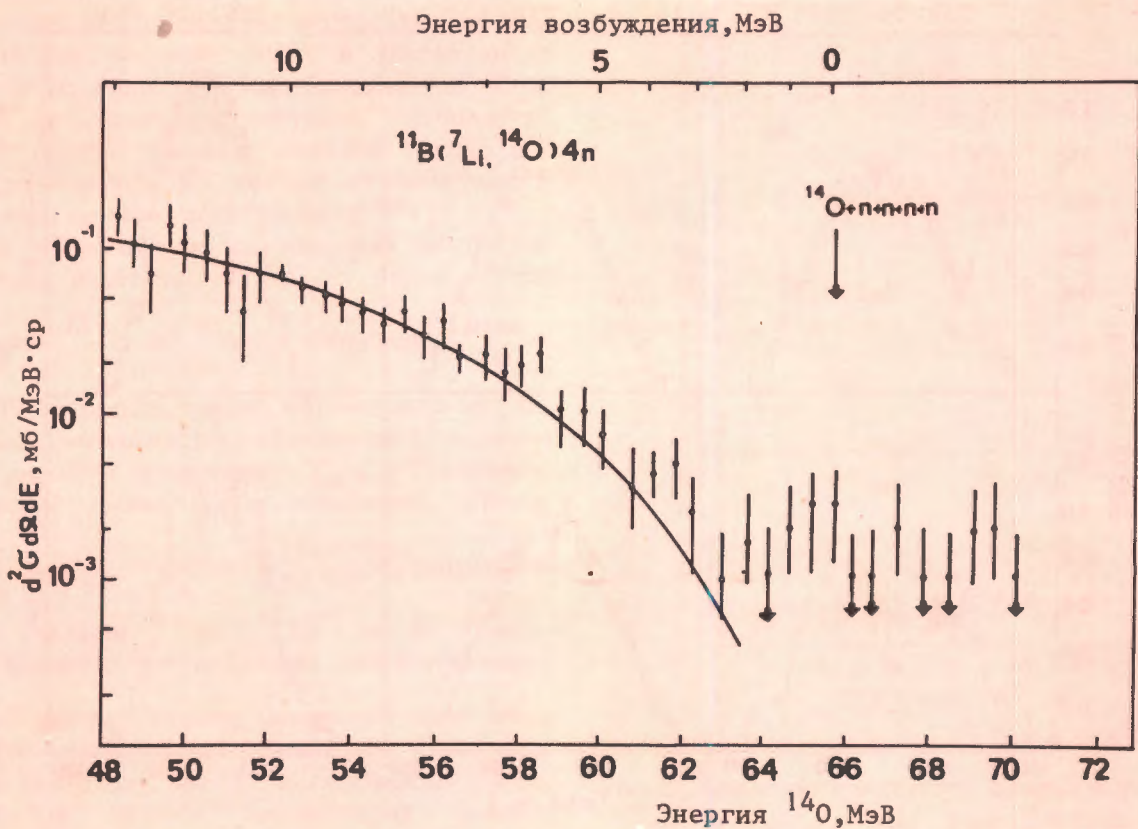


Рис. 5. Энергетический спектр ^{14}O из реакции $^{11}\text{B}(^7\text{Li}, ^{14}\text{O})4\text{n}$. Сплошной линией показана кривая фазового объема для пятичастичного развала в выходном канале реакции ($^{14}\text{O} + \text{n} + \text{n} + \text{n} + \text{n}$). Стрелкой отмечен порог пятичастичного развала.

мощью магнитного спектрометра МСП-144 установки ДЭМАС, точность в определении энергии составляла 280 кэВ. Энергетический спектр ^{15}O , измеренный в диапазоне энергий 52 ÷ 76 МэВ, представлен на рис. 4. Он хорошо описывается кривой фазового пространства для четырех нейтронов в выходном канале, что свидетельствует об отсутствии в системе трех нейтронов квазистационарных состояний. Энергетический спектр ^{14}O из реакции $^7\text{Li} + ^{11}\text{B}$ представлен на рис. 5. В этой реакции достигнута наибольшая чувствительность по сечению $\sim 10^{-33}$ см²/ср. В районе нулевой энергии связи системы из 4 нейтронов ($E_{15\text{O}} =$

$= 65,8$ МэВ) наблюдалось 6 событий, которые не могут быть отнесены к фону. Не исключено, что они принадлежат квазистационарному состоянию тетранейтрона, однако окончательный вывод можно будет сделать после существенного повышения статистики. Получена информация о вероятности заселения основного и квазистационарных состояний в изотопах гелия — ^5He , ^6He , ^7He , ^8He , а также ^3He . Впервые наблю-

дались возбужденные уровни квазистационарных состояний ^5He , ^7He , ^9He .

2. Проведены измерения полной кинетической энергии бинарных продуктов распада составных систем с $Z_{\text{и}} + Z_{\text{м}} \geq 100$ в различных комбинациях ион-мишень ($^{22}\text{Ne} + ^{232}\text{Th}$, ^{238}U ; $^{40}\text{Ar} + ^{232}\text{Th}$, ^{238}U ; $^{56}\text{Fe} + ^{238}\text{U}$, ^{238}U ; $^{56}\text{Fe} + ^{238}\text{U}$). Показано, что в случае симметричного распада системы кинетическая энергия согласуется с экспериментальной систематикой полных кинетических энергий осколков деления, в то время как с ростом массовой асимметрии $180 < M < M_{\text{миш}}$ значения полной кинетической энергии оказались на 10 ÷ 30 МэВ выше, чем это предсказывается систематикой ^{10/}.

3. В реакции $^{232}\text{Th} + ^{12}\text{C}$ при энергии ионов 85 МэВ изучались массовое распределение осколков деления составных ядер ^{244}Cm (ff-совпадения) и ^{240}Pu (aff-совпадения) и зависимость формы массового распределения осколков от энергии α -частиц. Показано, что испускание α -частиц приводит к уменьшению энергии возбуждения и к росту вклада асимметричного деления (рис. 6). Корреляционные измере-

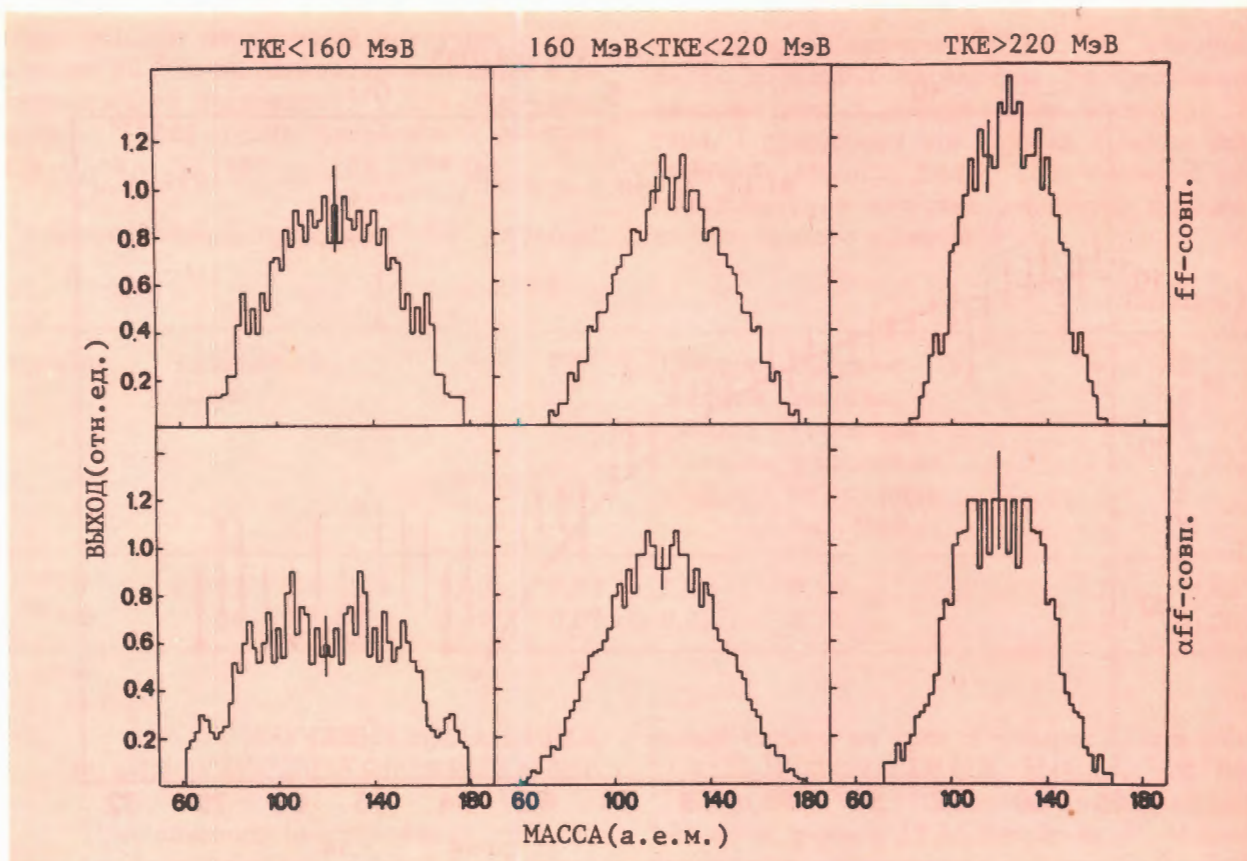


Рис. 6. Массовое распределение осколков деления для реакции $^{232}\text{Th}(^{12}\text{C}, \alpha)$ при трех различных значениях кинетической энергии. Массовые распределения на верхней части рисунка сняты в условиях совпадения двух осколков, на нижней – двух осколков и α -частицы.

ния спектров легкой заряженной частицы в совпадении с двумя осколками деления позволяют изучать характеристики низкоэнергетического деления трансфермиевых элементов /11/.

4. Продолжались исследования высокоэнергетической компоненты γ -излучения ($E_\gamma > 10$ МэВ) в реакциях с тяжелыми ионами. Изучен выход γ -квантов в зависимости от асимметрии масс во входном канале реакций $\text{Sn} + ^{40}\text{Ar}$ и $^{68}\text{Zn} + ^{64}\text{Zn}$. Показано, что для второй реакции ($A_{\text{иона}} \sim A_{\text{миш.}}$) выход γ -квантов с $E_\gamma > 10$ МэВ существенно возрастает (рис. 7).

Экспериментально установлено, что излучение γ -квантов с энергиями в области ги-

гантского дипольного резонанса имеет дипольный выстроенный характер /12-14/.

5. В реакциях $^{165}\text{Ho} + ^{68}\text{Zn}$ (440 МэВ), $^{181}\text{Ta} + ^{52}\text{Cr}$ и $^{232}\text{Th} + ^{12}\text{C}$ проведены корреляционные эксперименты с регистрацией α -частицы в совпадении с одним (αf) и двумя (αff) осколками распада составной системы. На рис. 8 представлены энергетические спектры α -частиц в тройных совпадениях (αff) для трех реакций. В реакциях с ионами ^{68}Zn и ^{52}Cr наблюдается дополнительная группа α -частиц, средняя энергия которых соответствует вылету α -частицы из точки соприкосновения двух сферических ядер с массами и зарядами, равными половине массы и заряда составной системы.

Таблица 2

Реакция	Выход α -частиц вне плоскости реакции, отнесенный к сечению образования составного ядра	Отношение выходов α -частиц в плоскости и вне плоскости реакции
$^{232}\text{Th} + ^{12}\text{C}$	1	1
$^{181}\text{Ta} + ^{52}\text{Cr}$	15	2,3
$^{165}\text{Ho} + ^{68}\text{Zn}$	18	2,9

В табл. 2 представлен в относительных единицах выход α -частиц в плоскости и вне плоскости реакции. Хотя в исследуемых реакциях формируются близкие по Z и A , E^* и ℓ составные системы, наблюдается значительное различие, которое трудно интерпретировать в рамках существующих моделей полного слияния ядер /15, 16/.

6. При облучении мишеней из обогащенных изотопов ^{144}Sm , ^{147}Sm и ^{150}Sm ионами ^{40}Ca и ^{40}Ar с энергией $E_{\text{макс.}} =$

$= 230$ МэВ обнаружено образование нуклидов, испытывающих задержанное деление с периодами полураспада $T_{1/2} \geq 1$ с. Максимальный выход имеет осколочная актив-

ность с $T_{1/2} = (0,70^{+0,12}_{-0,09})$ с, образующаяся в реакции $^{144}\text{Sm} + ^{40}\text{Ca}$ (рис. 9). Наиболее вероятным источником этой активности

Рис. 7. Спектры γ -квантов, измеренные в совпадении с КХ-рентгеновскими квантами для остаточных ядер, близких по Z к составному ядру. Открытые кружки соответствуют реакции $^{112}\text{Sn} + ^{20}\text{Ne}$ (110 МэВ) \rightarrow $^{132}\text{Nd}^*$, темные треугольники — реакции $^{68}\text{Zn} + ^{64}\text{Zn}$ (290 МэВ) \rightarrow ^{132}Nd . На вставке показано положение центра тяжести пика рентгеновских квантов в зависимости от E_γ .

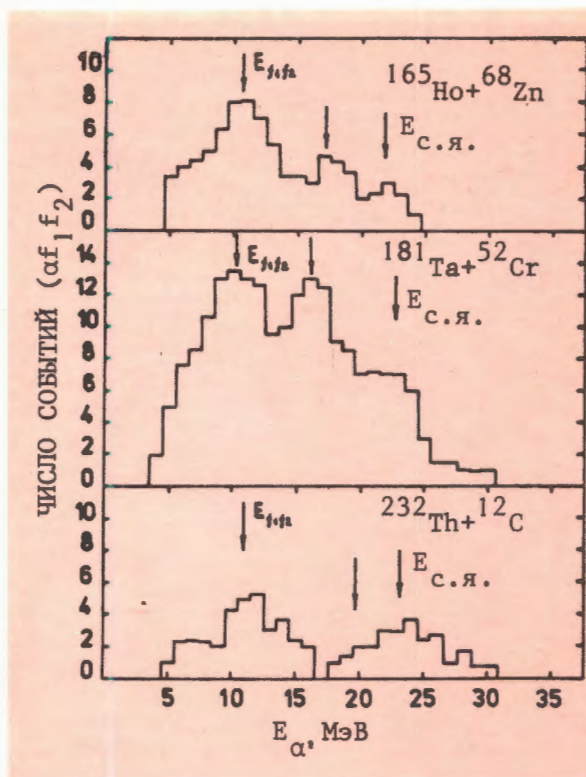
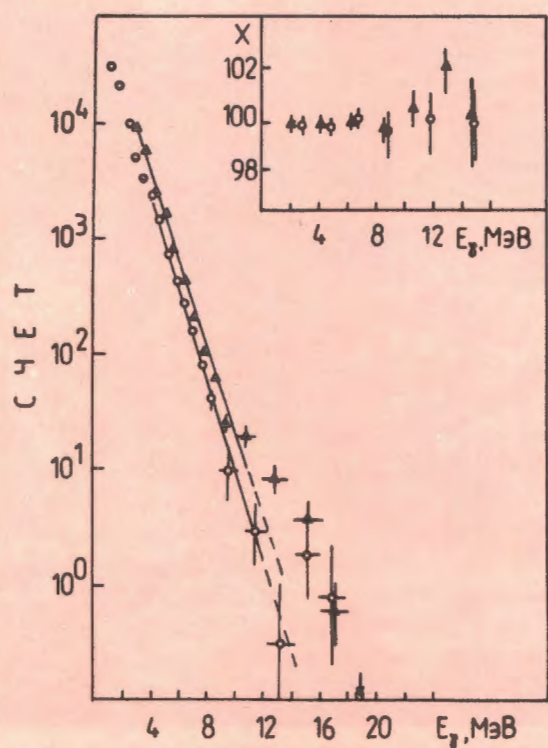


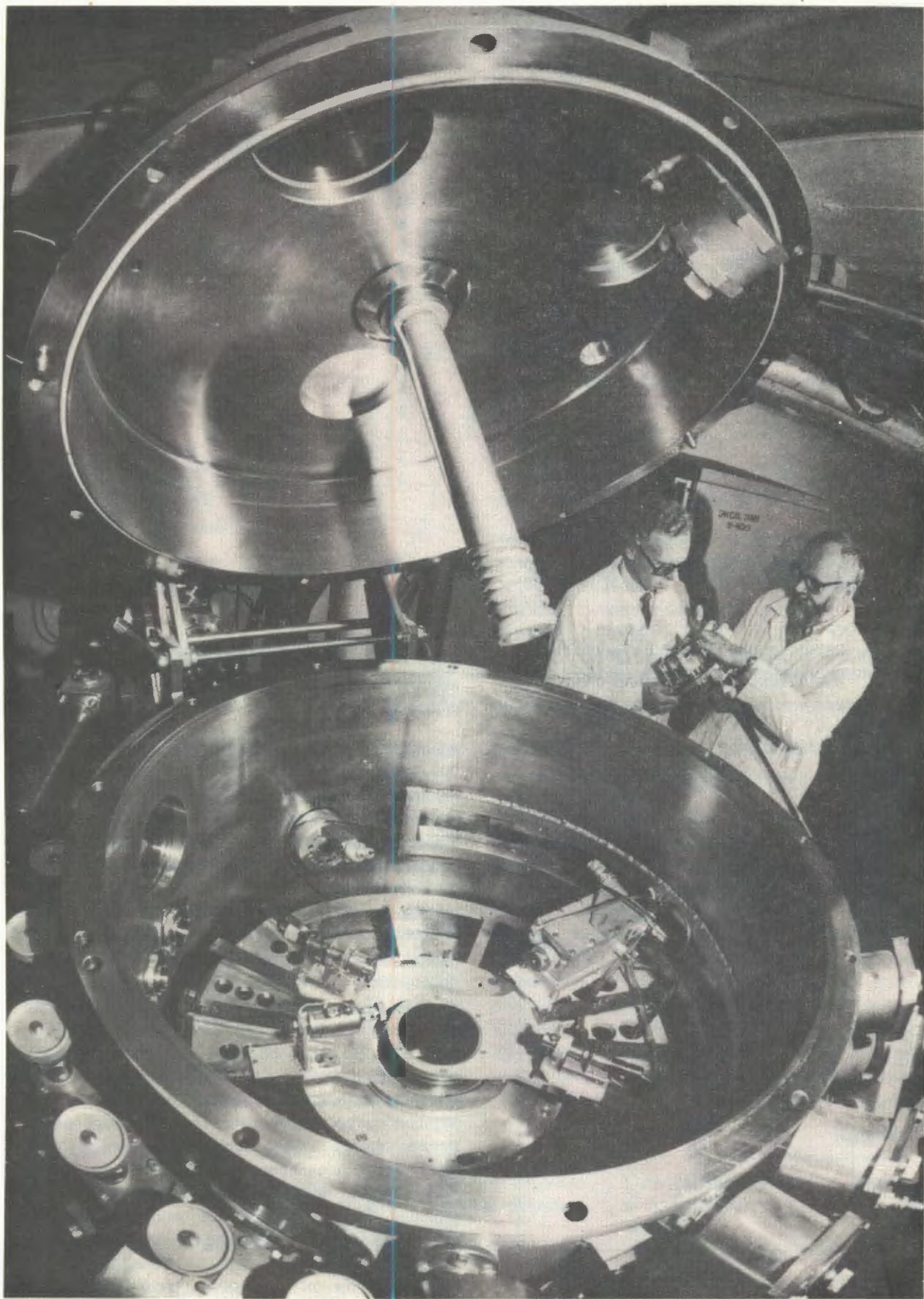
Рис. 8. Энергетические спектры α -частиц в тройных совпадениях (af_1f_2) для трех реакций. Стрелки с индексами $E_{c.я.}$ и $E_{f_1f_2}$ указывают наиболее вероятную энергию α -частиц в лабораторной системе координат при их эмиссии из составного ядра и осколков симметричного деления.

является β -запаздывающее деление в це-

почке $^{180}_{81}\text{Tl} \xrightarrow[0,7\text{ с}]{\beta^+(EC)} ^{180}_{80}\text{Hg}^*$. Обнаружение

β -запаздывающего деления в области ^{180}Hg открывает широкие перспективы для экспериментальных исследований вероятности и механизма низкоэнергетического ($E^* < Q_{\beta^+(EC)}$) деления нейтронодефицитных ядер многих элементов второй половины периодической таблицы Менделеева.

7. Проведены измерения зарядовых радиусов ядер Nd, Sm, Gd с числом нейтронов $82 \div 96$. Эта область включает переход от ядер сферических к деформированным. Использовалась методика резонансной лазерной флуоресценции /17/: атомный пучок исследуемых элементов пересекал под прямым углом лазерный луч, и резонансно-рассеянные фотоны регистрировались с помощью ФЭУ. Измерялись изотопные сдвиги — разности резонансных частот соседних изотопов. Из измеренных значений изотопных сдвигов определялись разности среднеквадратичных зарядовых радиусов $\Delta \langle r^2 \rangle$. Зависимость значений $\Delta \langle r^2 \rangle$ от числа



Камера рассеяния установки МС-А для корреляционных экспериментов с регистрацией α -частиц.

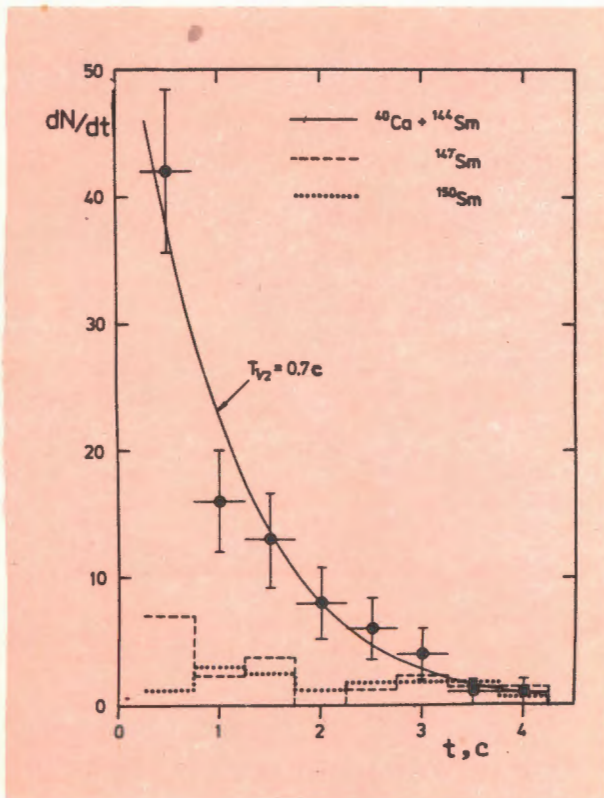


Рис. 9. Временные распределения событий запаздывающего деления, зарегистрированных при облучении ^{144}Sm , ^{147}Sm и ^{150}Sm ионами ^{40}Ca . Гистограммы для реакций с ^{147}Sm и ^{150}Sm приведены к интегральному потоку частиц $4,6 \cdot 10^{17}$, для которого представлены данные реакции $^{144}\text{Sm} + ^{40}\text{Ca}$.

нейтронов в ядре представлена на рис. 10. Учет изменения объема и деформаций ядер не может полностью объяснить нерегулярного поведения зарядовых радиусов при изменении числа нейтронов в ядрах.

8. Продолжались работы по исследованию взаимодействия тяжелых ионов с монокристаллами. В угловом распределении ионов Ne и Ar, рассеянных на большой угол монокристаллом Ge, обнаружены ¹⁸ максимумы каналирования в направлениях кристаллографических осей и плоскостей (рис. 11). Трансформация эффекта теней в эффект каналирования связана с высокой вероятностью захвата в режим вторичного каналирования для частиц, выходящих из глубины кристалла. Таким образом, выявлена новая особенность прохождения тяжелых ионов в монокристаллической среде. Создана методика измерения параметров теневых минимумов при регистрации мишенеподобных продуктов неупругих столкновений сложных ядер. С ее помощью для взаимодействия ядер Ne + Ge обнаружено ¹⁹ заметное увеличение выхода в

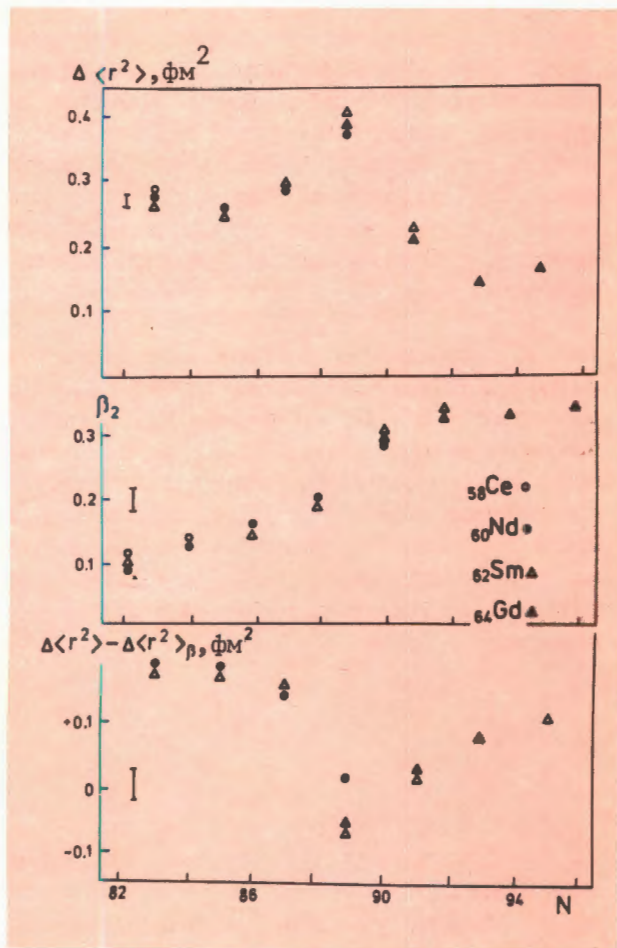
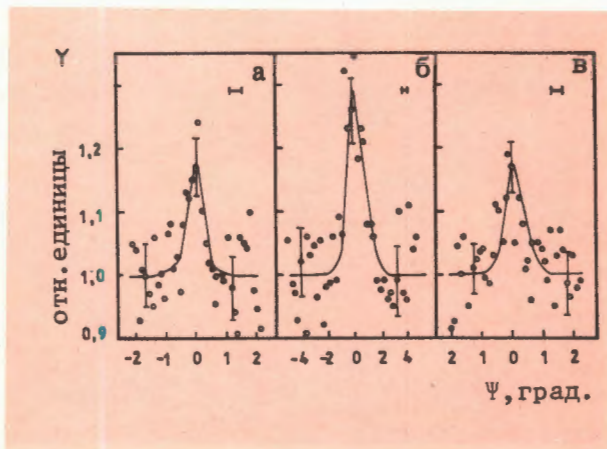


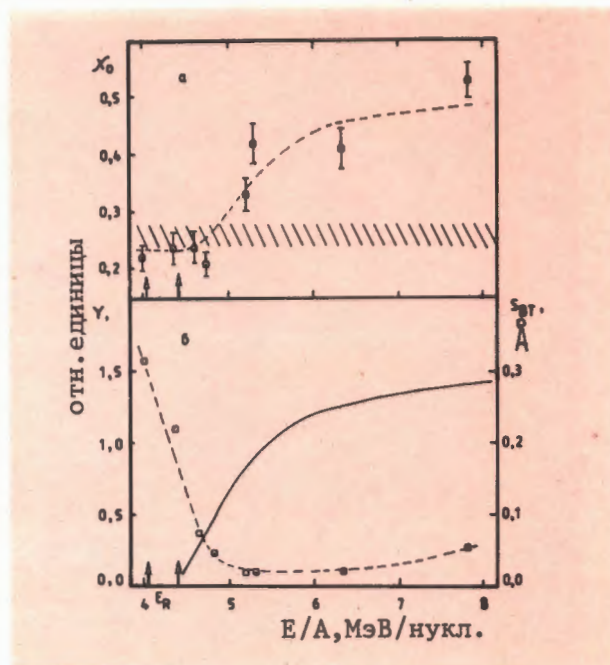
Рис. 10. Зависимость разности зарядовых радиусов и параметра деформации от числа нейтронов в ядре.

Рис. 11. Максимумы каналирования в угловом распределении рассеянных ионов, зафиксированные при облучении монокристалла Ge ионами ^{20}Ne с энергией 5,1 МэВ/нуклон. Угол регистрации в интервале $52 \div 58$ для кристаллических направлений (III) — а, $\langle \text{III} \rangle$ — б, (011) — в.



теновом минимуме при переходе от квазиупругих реакций к глубоконеупругим (рис. 12). Интерпретация результата связана с учетом длительности процесса испускания вторичных частиц возбужденным продуктом неупругой реакции. На основе измерений сделана оценка средней длительности τ и соответствующего смещения точки испускания частиц S_{BT} относительно атомного ряда.

Рис. 12. Зависимости величин выхода реакции $Y(\bullet, \square)$, относительного выхода $\chi_0(\bullet, \square)$ в теновом минимуме $\langle III \rangle$ Ge и смещения S_{BT} (сплошная линия) от энергии ионов ^{20}Ne и ^{22}Ne , измеренные при регистрации мишенеподобного продукта столкновения ядер $\text{Ne} + \text{Ge}$. При увеличении энергии ионов в области $E_{п.о.} > E_R$ (E_R — грейзинг-энергия для угла регистрации $\theta_{п.о.} = 57^\circ$) происходит переход от квазиупругих столкновений к глубоконеупругим.



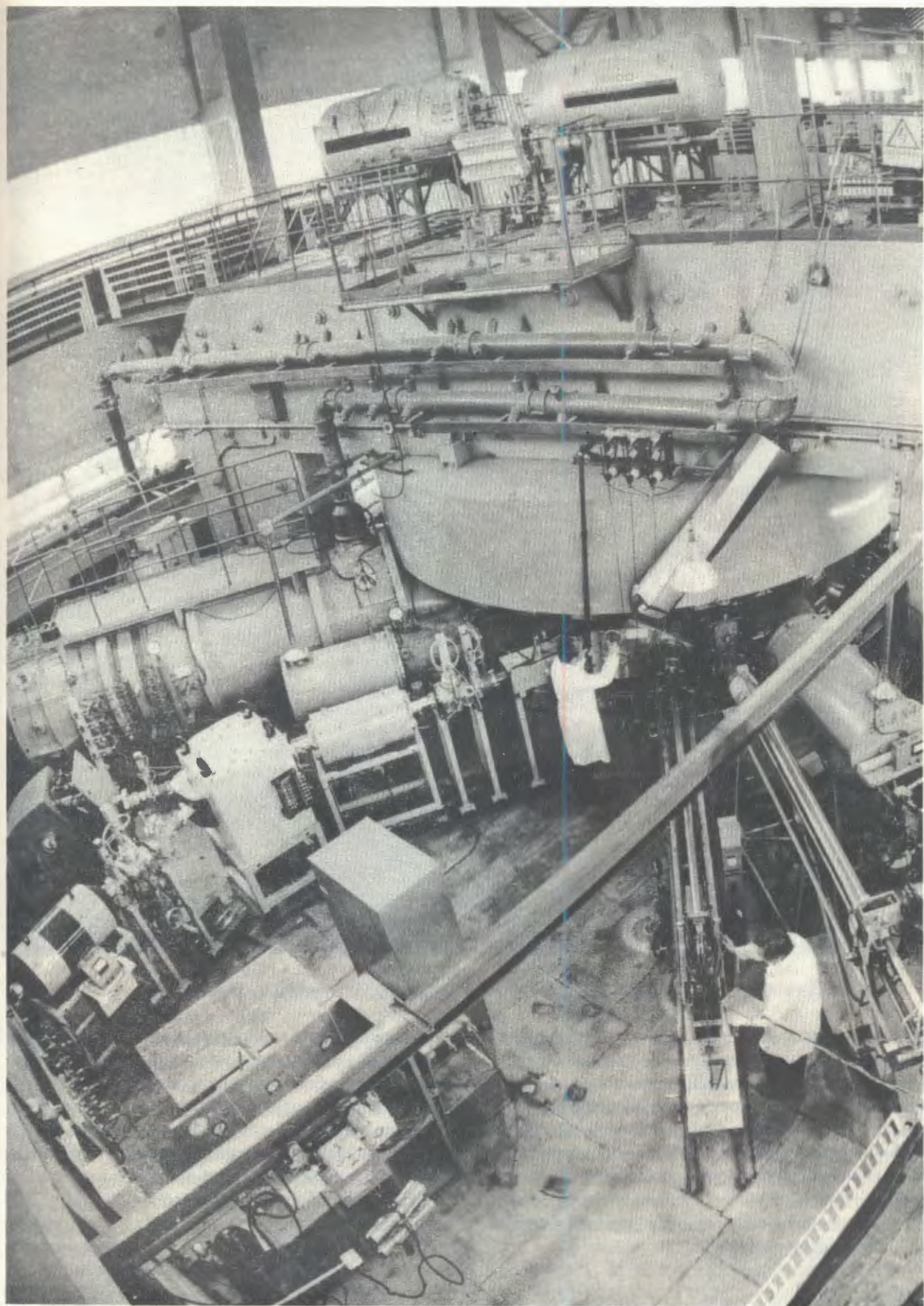
РАЗРАБОТКИ В ОБЛАСТИ УСКОРИТЕЛЕЙ

1. Программа физических исследований на циклотроне У-400 потребовала увеличения энергии ускоряемых ионов. Высоко-частотная система циклотрона У-400 обеспечила ускорение ионов с отношением A/Z от 6,6 до 22, т.е. с энергиями от 13 до 1,3 МэВ/нуклон, соответственно. Ограничение накладывалось прежде всего верхней границей частотного диапазона ускоряющего напряжения (5,6 ÷ 10,2 МГц). С целью повышения энергии ускоряемых ионов до

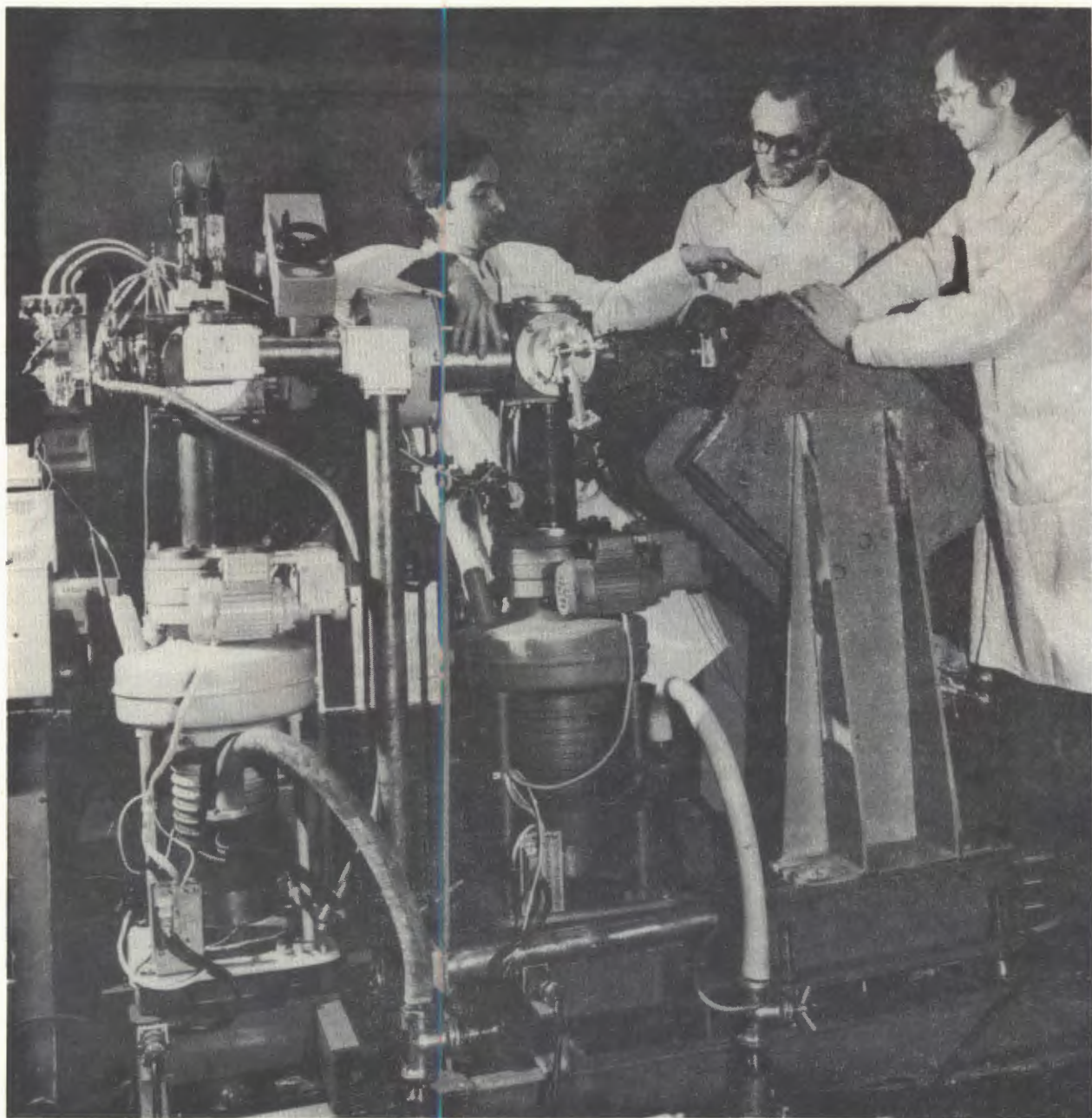
27 МэВ/нуклон необходимо было расширить частотный диапазон до 14 МГц. В лаборатории была разработана программа расчета неоднородных коаксиальных резонаторов, позволившая определить требования на изменения геометрии ускоряющей системы. Выполнено полномасштабное моделирование, разработана конструкция элементов резонансной системы, изготовлены и смонтированы эти элементы и проведена наладка. В результате получен расчетный

Отладка автоматизированной системы управления ионным источником.





Циклотрон У-400. В 1986 году энергия ускоренных ионов увеличена до 20 МэВ/нуклон.



Испытания действующей модели системы аксиальной инжекции пучка циклотрона У-200.

диапазон частот, расширяющий диапазон ускоряемых частиц до $A/Z = 4,3$ и энергии до 27 МэВ/нуклон. Проведено изменение системы высокочастотного питания. На циклотроне были ускорены ионы неона и бора до энергии 21 МэВ/нуклон, осуществлены их вывод и транспортировка на физическую мишень и начаты эксперименты по получению нейтронообогащенных изотопов легчайших элементов.

2. На циклотроне У-200 в 1986 году создана действующая модель системы аксиальной инжекции пучка 20 . На основе расчетов осуществлены проектирование, из-

готовление, монтаж и наладка элементов системы. С помощью внешнего высокочастотного источника получены ионы $^4\text{He}^{1+}$, проведена их транспортировка, инжекция и ускорение. Первые исследования процесса внешней инжекции, выполненные на созданной модели, показали, что эффективность системы близка к расчетной. В 1987 году на этой модели будут продолжены исследования и оптимизация элементов системы внешней инжекции, что явится основой для создания систем внешней инжекции на циклотронах лаборатории. Это откроет возможности для использования внешних,

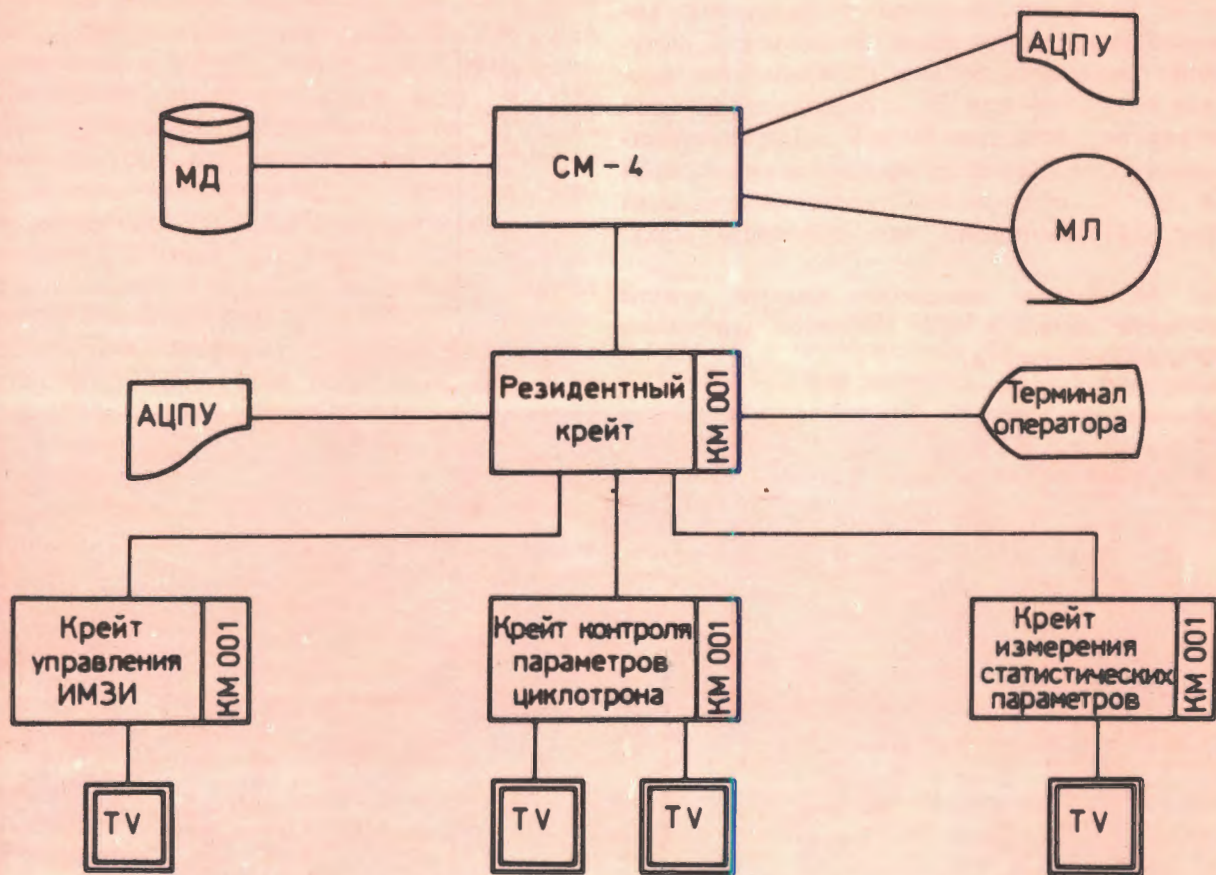


Рис. 13. Структура АСКП (автоматизированная система контроля параметров).

более эффективных источников ионов, в том числе поляризованных.

3. Продолжались работы по созданию циклотронного комплекса тяжелых ионов У-400 + У-400М. В 1986 году завершено строительство галереи и смонтировано оборудование канала для транспортировки пучков ускоренных ионов циклотрона У-400. Выполнено проектирование основных узлов циклотрона У-400М. Изготовлена вакуумная камера и завершается изготовление элементов усиления электромагнита.

4. Проводились работы по развитию циклотронных ионных источников. С целью повышения эффективности научных и прикладных исследований начата разработка системы автоматизированного управления параметрами ионного источника с помощью ЭВМ.

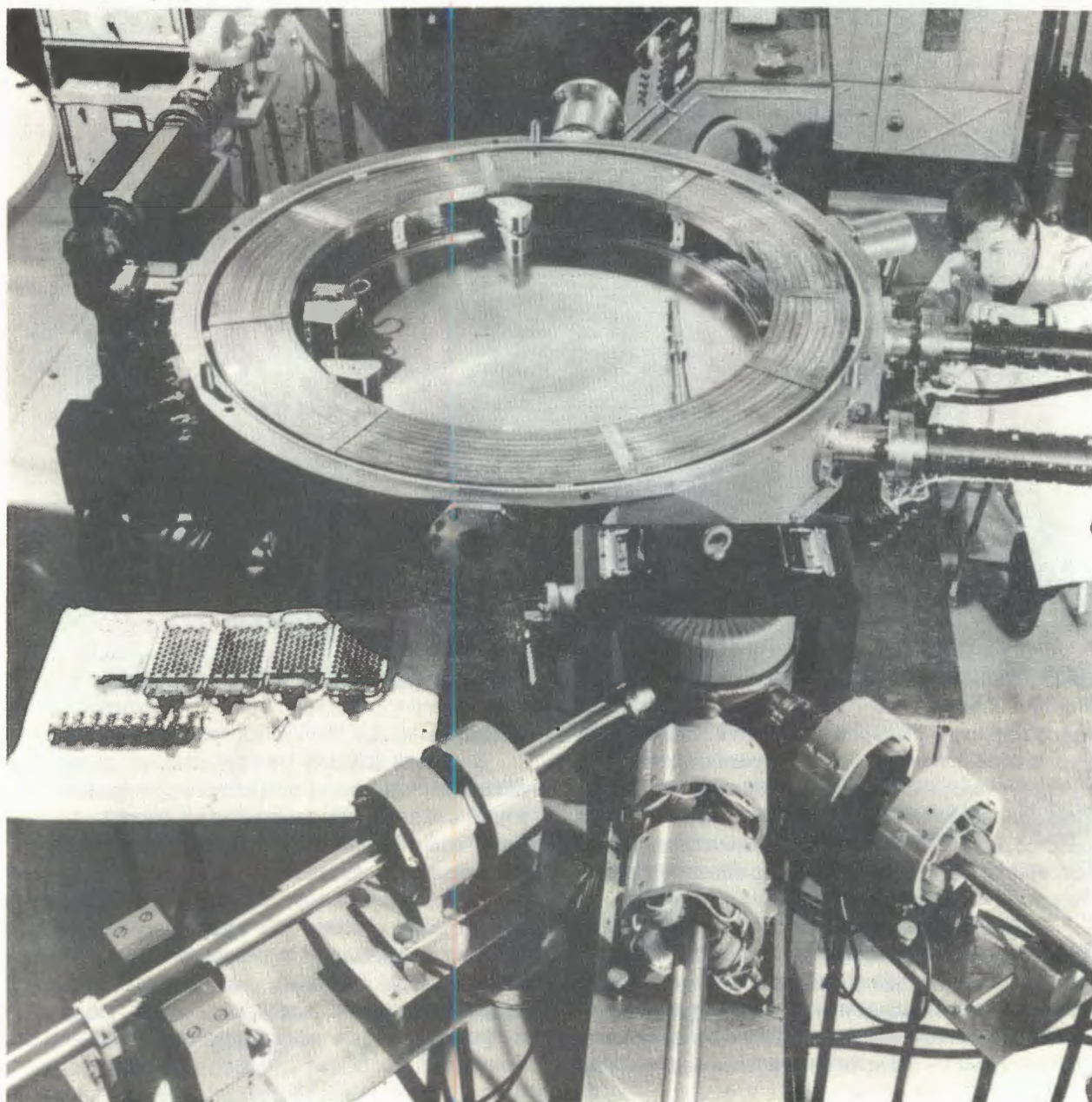
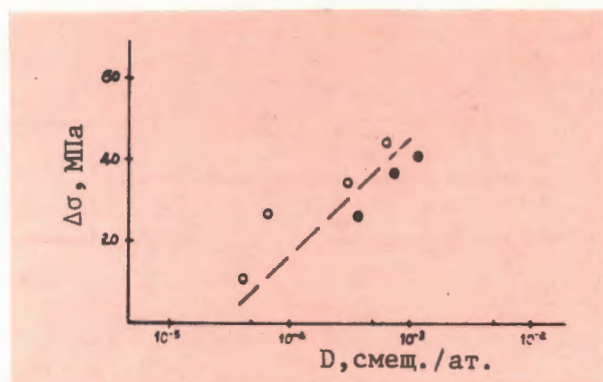
Для автоматического управления параметрами, определяющими режим работы

источника, разрабатывается система управления на базе аппаратуры КАМАК и интеллектуальных микропроцессорных контроллеров крейта, которая вошла в состав автоматизированной системы контроля параметров (АСКП) У-400 (рис. 13) ^{/21/}.

5. Проводились исследования лазерного источника ионов с распространением факела плазмы вдоль силовых линий магнитного поля с целью выяснения особенностей экстракции многозарядных ионов из лазерной плазмы и влияния продольного магнитного поля на зарядовый спектр и количественные характеристики ионного компонента плазмы. Из такого ионного источника с CO_2 -лазером были получены и ускорены на циклотроне У-200 пучки ионов $^{48}\text{Ti}^{12+}$ и $^{52}\text{Cr}^{13+}$, а с использованием лазера ЛТИПЧ-4 получены и ускорены пучки ионов $^{12}\text{C}^{3+}$ и $^7\text{Li}^{2+}$ со средним током 50 и 100 нА соответственно ^{/22,23/}.

1. Были продолжены исследования радиационного упрочнения металлов при облучении тяжелыми ионами по изменению предела текучести для Cu и Zr и по изменению микротвердости для Ni и V . Для количественного сопоставления эффектов упрочнения Zr и V облучались также нейтронами (рис. 14). Показано, что изменения меха-

Рис. 14. Дозовая зависимость прироста предела текучести циркония при облучении нейтронами (o) и ионами неона (●).



В 1986 году создан и запущен новый микротрон МТ-25.

нических свойств в том и в другом случае имеют аналогичный характер, но есть отличия в дозовой зависимости. Например, прирост предела текучести для Zr в 25% наблюдается при дозе 6,5·10¹⁹ дпа для нейтронов и 4,8·10¹⁹ дпа — для ионов неона. Изменение микротвердости для V при фиксированном значении дпа на 15 ÷ 20% меньше при облучении ионами. Данные различия связываются с разными значениями средней энергии первично-выбитых атомов. Дозовая зависимость прироста предела текучести описана полуэмпирическим выражением $\Delta\sigma = A \cdot (1 - e^{-BD})^{1/2}$, предсказываемым моделью взаимодействующих кластеров (D — доза облучения, A и B — параметры, описывающие характер взаимодействия) /24,25/.

Исследование дефектной структуры, образующейся при облучении тяжелыми ионами, проводилось на алмазах с помощью методов фото- и катодоллюминесценции. Показано, что распределение дефектов по глубине облученного слоя определяется анизотропным перераспределением примесных атомов, стимулированным радиационными дефектами /26/.

Рис. 16. Спектр γ -лучей образца хромовой руды, которая анализируется на содержание иридия. В спектре совпадений [нижняя кривая] интенсивность мешающих линий ⁵¹Cr, ⁵⁸Co и ⁵⁴Mn уменьшилась в 280,40 и 90 раз соответственно.

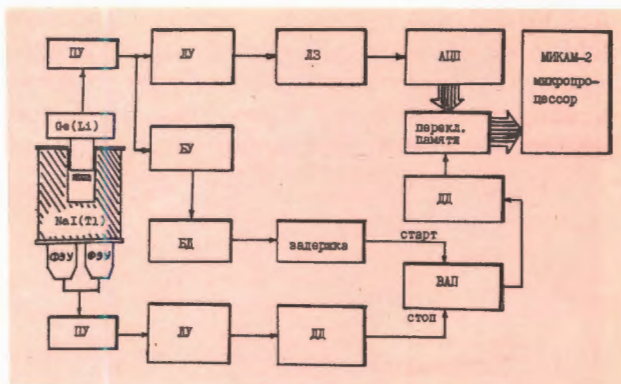
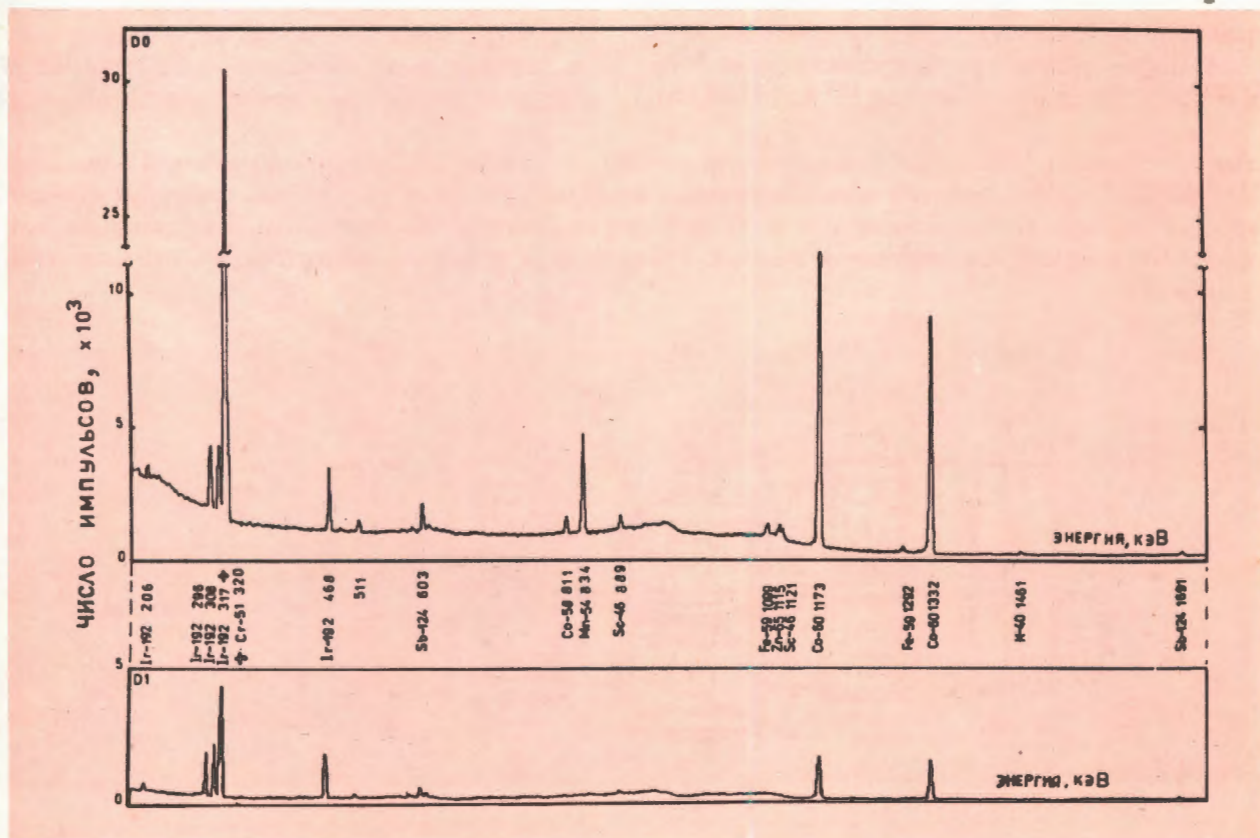


Рис. 15. Структурная схема измерительной аппаратуры. ПУ — предусилитель, ЛУ — линейный усилитель, ЛЗ — линия задержки, ДД — дифференциальный дискриминатор, БУ — быстрый усилитель, БД — быстрый дискриминатор, АЦП — аналого-цифровой преобразователь, ВАП — времяамплитудный преобразователь, ФЭУ — фотозлектронный умножитель.

2. Разработана методика массового определения содержания иридия в геологических образцах без предварительного обогащения. Создана измерительная аппаратура с антикомптоновской установкой, состоящей из Ge(Li)-детектора и кристалла NaI(Tl)

для измерения γ -спектра методом совпадений и антисовпадений каскадных γ -квантов (рис. 15). Достигнуто подавление комптоновского фона в $4 \div 7$ раз (рис. 16). Проведено массовое облучение геологических

образцов (более 2500 проб) на малогабаритном реакторе "Аргус", и при $t_{\text{обл}} = 30$ ч, $t_{\text{охл}} = 100$ сут и $t_{\text{изм}} = 1$ ч определены содержания Ir с пределом обнаружения $\sim 3 \cdot 10^{-8}$ г/г.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ АППАРАТУРА

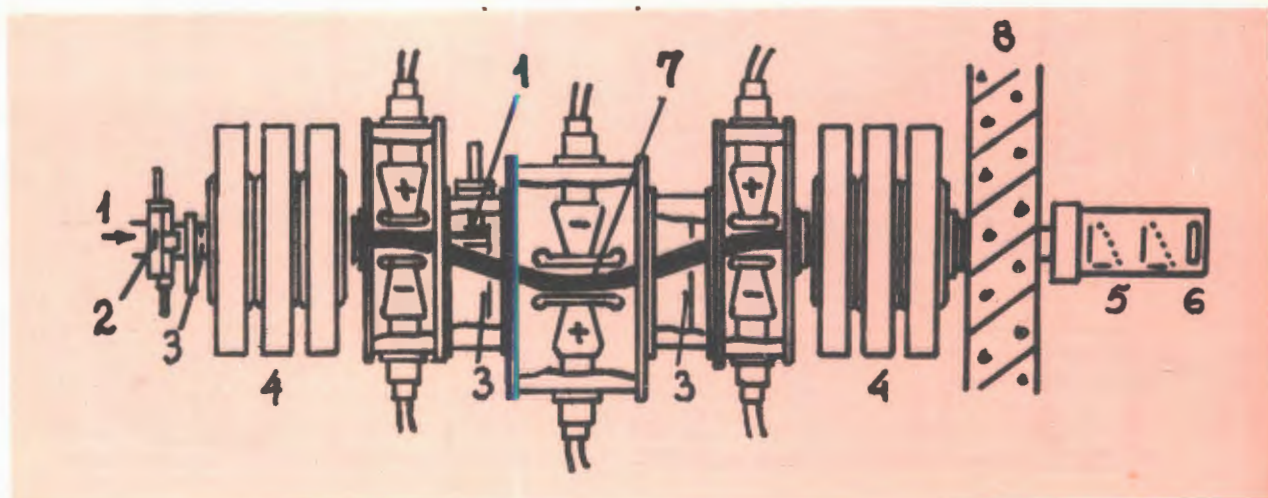
1. Установка "Василиса" (рис. 17) представляет собой сепаратор продуктов реакций полного слияния сложных ядер. В 1986 году эта установка была собрана на канале выведенного пучка циклотрона У-400. Сепарация бомбардирующих ионов и получение относительно "чистого" пучка продуктов реакций полного слияния достигается с помощью системы из трех электрических конденсаторов (диполей). Максимальное напряжение на пластинах конденсаторов ± 150 кВ. Фокусировка ядер отдачи осуществляется двумя триплетами электромагнитных квадрупольных линз. К регистрирующему устройству, включающему в себя систему измерения времени пролета ядер отдачи и Si-Au-поверхностно-барьерный детектор, доставляются атомы отдачи, вылетевшие из мишени диаметром 10 мм в направлении пучка в пределах конуса с углом раствора 6° и имеющие разброс по ионному заряду в пределах 20%.

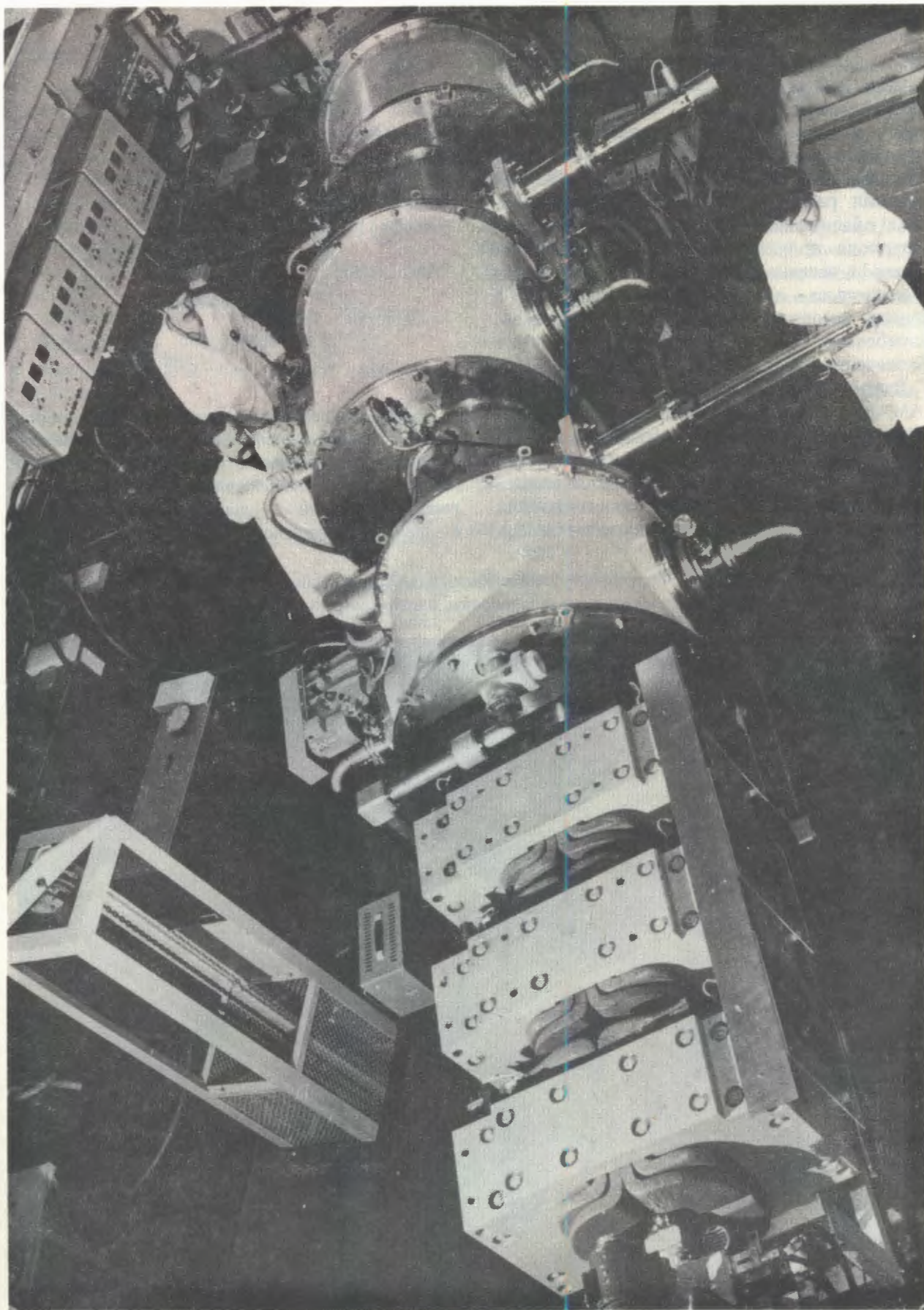
Сепаратор испытан на пучках ионов ^{27}Al и ^{40}Ar . Продукты реакций $^{107}\text{Ag}(^{27}\text{Al},5n)$,

$^{107}\text{Ag}(^{27}\text{Al},6n)$, $^{161-164}\text{Dy}(^{40}\text{Ar},4n)$ и $^{161-164}\text{Dy}(^{40}\text{Ar},5n)$ регистрировались с эффективностью $> 10\%$. Фон пучка бомбардирующих ионов, попадающих на детектор, составил $\leq 10^{-10}$ части от числа ионов в пучке.

2. Разработан и применен в совместном с ГАНИЛ (Франция) эксперименте по синтезу новых экзотических ядер временной детектор на основе эмиттера из рыхлого диэлектрика с использованием изохронной транспортировки вторичных электронов на шевронную сборку микроканальных пластин (рис. 18). Детектор использовался во время-пролетной системе масс-сепаратора ЛИСЕ, предназначенного для определения масс продуктов, образующихся в реакциях с тяжелыми ионами. Полное временное разрешение спектрометра на пучке тяжелых ионов ^{16}O с энергией 50 МэВ/нуклон составило 360 пс, при этом собственное временное разрешение детектора на основе рыхлого диэлектрика равнялось ~ 100 пс. Подобный тип детектора может найти широкое

Рис. 17. Установка "Василиса" (схематический чертеж): 1 – пучок бомбардирующих ионов, 2 – мишень, 3 – диафрагмы, 4 – триплеты электромагнитных квадрупольных линз, 5 – система измерения времени пролета ядер-продуктов реакции, 6 – Si-Au-детектор для регистрации ядер отдачи и коррелированных цепочек их α -распада или спонтанного деления, 7 – огибающая траектории ядер отдачи, 8 – бетонная стена толщиной 2 м.





Сепаратор продуктов реакций полного слияния сложных ядер – установка "Василиса".

применение для установок, работающих в исследованиях по физике высоких энергий, а также для ряда прикладных задач, в том числе диагностики пучков ионов ускорителей /27/.

3. Создан автоматизированный измерительный модуль НФС-8М на базе микро-ЭВМ СМ-1300 и аппаратуры КАМАК для изучения распадов трансфермиевых нуклидов, обеспечивающих измерение энергии и периода полураспада продуктов деления и альфа-распада генетически связанных сравнительно долгоживущих изотопов с восемью 4-полупроводниковых детекторов. Разработано соответствующее программное обеспечение (пакет программ ПЛУТОН-86).

Разработана аппаратура в стандарте КАМАК: массовый накопитель на магнитной ленте с буферной памятью на НМЛ ЕС-5012-03, аналоговые мультиплексоры и блоки отбора парных событий для многопараметрических измерений, адаптеры для волоконно-оптических линий связи и др.

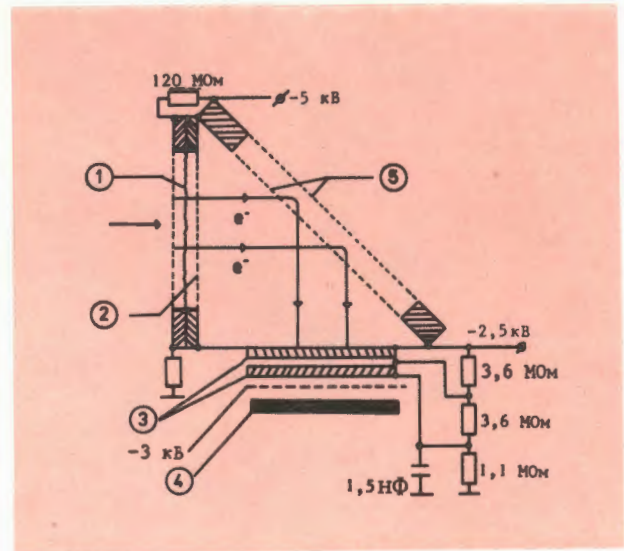


Рис. 18. Схема детектора для получения временной отметки: 1 – эмиттер вторичных электронов на основе рыхлого диэлектрического вещества, 2 – ускоряющая сетка, 3 – микроканальные пластины, 4 – анод, 5 – электростатическое зеркало.

В лаборатории создается 4П-спектрометр множественных продуктов ядерных реакций с тяжелыми ионами – установка ФОБОС. На снимке: каркас установки, изготовленный в Едином центре по физике БАН.



ЛИТЕРАТУРА

1. Flerov G.N. — In: Proc. Intern. Conf. on Nuclear Physics (Florence, 1983) Ed. P.Blasi and R.A.Ricci. Bologna: Tipografia Compositori, 1983, p.365.
2. Oganessian Yu.Ts. — In: Proc. of the Symposium "10 Years of the Uranium Beam at the UNILAC", GSI, Darmstadt, 1986, p.201.
3. Звара И.И. — В сб.: Международная школа-семинар по физике тяжелых ионов, Д7-86-434. Дубна: ОИЯИ, 1986, с.18.
4. Sokol E.A. et al. — Nucl. Instr. Meth., 1986, v.A245, p.481.
5. Сокол Е.А. и др. — В сб.: Краткие сообщения ОИЯИ, № 19-86. Дубна: ОИЯИ, 1986, с.45.
6. Пенюкжевич Ю.Э. и др. — ЭЧАЯ, 1986, т.17, в.2, с.165.
8. Белозеров А.В. и др. — Изв. АН СССР, сер. физ., 1986, т.50, № 10, с.1936.
9. Белозеров А.В. и др. — Письма в ЖЭТФ, 1986, т.44, в.11, 1986, с.498.
10. Gippner P. et al. — Z. Phys., 1986, A325, p.335.
11. Augustyniak W. et al. JINR, E7-86-732, Dubna, 1986.
12. Katanin V.V. et al. JINR, E7-86-451, Dubna, 1986.
13. Каманин В.В. и др. ОИЯИ, 13-86-376, Дубна, 1986.
14. Каманин В.В. и др. — Изв. АН СССР, сер. физ., 1986, т.50, №10, с.1929.
15. Мезенцев А.Н. и др. — В сб.: Международная школа-семинар по физике тяжелых ионов, Д7-86-434. Дубна: ОИЯИ, 1986, с.92.
16. Волков В.В. — Изв. АН СССР, сер. физ., 1986, т.50, № 10, с.1879.
17. Гангрский Ю.П. и др. — Изв. АН СССР, сер. физ., 1985, т.49, с.2261.
18. Карамян С.А. ОИЯИ, P7-86-189, Дубна, 1986.
19. Карамян С.А. ОИЯИ, P7-86-727, Дубна, 1986.
20. Виноградов Ю.Б. — В сб.: Десятое Всесоюзное совещание по ускорителям заряженных частиц. Аннотации докладов, P9-86-620. Дубна: ОИЯИ, 1986, с.18.
21. Касьянов А.А. и др. Там же с.20.
22. Быковский Ю.А. и др. ОИЯИ, P9-86-2, Дубна, 1986.
23. Быковский Ю.А. и др. ОИЯИ, P9-86-3, Дубна, 1986.
24. Гомозов Л.И. и др. ОИЯИ, 14-86-409, Дубна, 1986.
25. Дидык А.Ю. и др. ОИЯИ, 14-86-410, Дубна, 1986.
26. Вариченко В.С. и др. ОИЯИ, 14-86-411, Дубна, 1986.
27. Lukjanov S.M. et al. Preprint GANIL P86-21. Cannes, 1986.

ЛАБОРАТОРИЯ НЕЙТРОННОЙ ФИЗИКИ

В 1986 г. на импульсных реакторах ИБР-30 и ИБР-2 до остановки их в мае выполнен большой объем исследований по физике ядра и твердого тела. В области ядерно-физических исследований существенно новые результаты получены при изучении взаимодействия р-волновых нейтронов с ядрами, в измерении сечений (n, p)-реакции на радиоактивных изотопах, в изучении двухквантовых каскадов гамма-распада ядер, в применении ультрахолодных нейтронов для изучения возможного электрического заряда нейтрона и других целей.

В области физики конденсированных сред и биологических объектов начато изучение переходных процессов методом рассеяния тепловых нейтронов, осуществлены эксперименты по дифракции нейтронов с образцами под давлением, велись систематические исследования структуры и динамики кристаллических и аморфных систем. Результаты были широко представлены на II Рабочем совещании по исследованию конденсированных сред на ИБР-2 (Дубна,

сентябрь 1986 г.) и на V Международной школе по нейтронной физике (Алушта, октябрь 1986 г.).

Дальнейшее развитие получили прикладные работы на ИБР-2 и электростатическом ускорителе ЭГ-5, проводимые в области радиобиологии, материаловедения и акти-вационного анализа в сотрудничестве с институтами СССР и стран-участниц ОИЯИ.

Летом 1986 г. осуществлены перебазирование вычислительных машин и другого оборудования вычислительного центра в новое здание 119 и их ввод в эксплуатацию.

На ускорителе ЛИУ-30 продолжались наладочные работы на инжекторном и первом ускорительном участках, проводились испытания модуляторов и ускорительных секций второго ускорительного участка.

На реакторе ИБР-2 начаты работы по плановой замене отработавшего свой срок подвижного отражателя. На реакторе ИБР-30 во втором полугодии 1986 г. велись профилактические работы.

НЕЙТРОННАЯ р-ВОЛНОВАЯ СПЕКТРОСКОПИЯ

Измерены дифференциальные сечения упругого рассеяния нейтронов на ядрах с нечетными A от 63 до 123 при энергиях 300 кэВ^{1/2}. Эксперименты выполнены на реакторе ИБР-30 в бустерном режиме с разрешением 25 нс/м для углов рассеяния 45, 90 и 135°. Сечение в исследованной области энергий в хорошем приближении описывается формулой с двумя полиномами Лежандра: $\sigma(\theta) = \sigma_0 [1 + \omega_1 P_1(\cos \theta) + \omega_2 P_2(\cos \theta)] / 4\pi$.

Из усредненных по 18 энергетическим интервалам сечений определялись экспериментальные значения параметров угловых

распределений ω_1 , ω_2 и σ_0 , которые описывались в терминах нейтронных силовых функций S^0 , $S_{1/2}^1$, $S_{3/2}^1$ и параметров потенциального рассеяния R_0^∞ , $R_{1/2}^\infty$, $R_{3/2}^\infty$. Работа выполнялась с целью изучения обнаруженного в ЛНФ в 1983 г. спин-орбитально-го расщепления р-волновой нейтронной силовой функции. Результаты для силовых функций показаны на рис.1. Наглядно видно смещение максимумов кривых с полным моментом нейтрона $j = 1/2$ относительно кривых с $j = 3/2$ на $\Delta A = 12 \pm 4$. Это расщепление является результатом влияния спин-орбитального взаимодействия на нейтронную силовую функцию в области 3р-одно-частичного резонанса.

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЕ РАБОТЫ

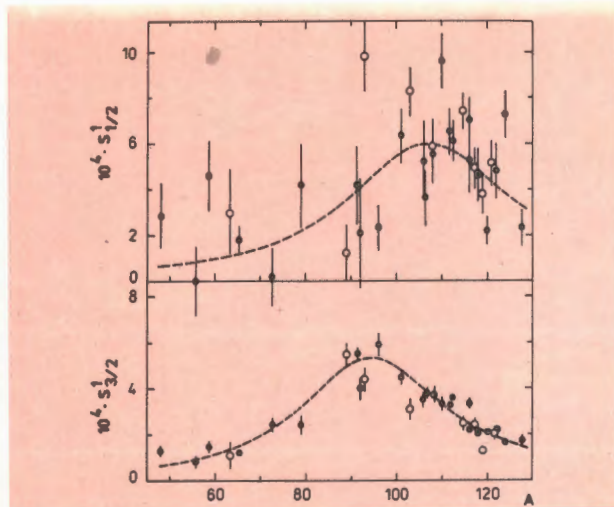
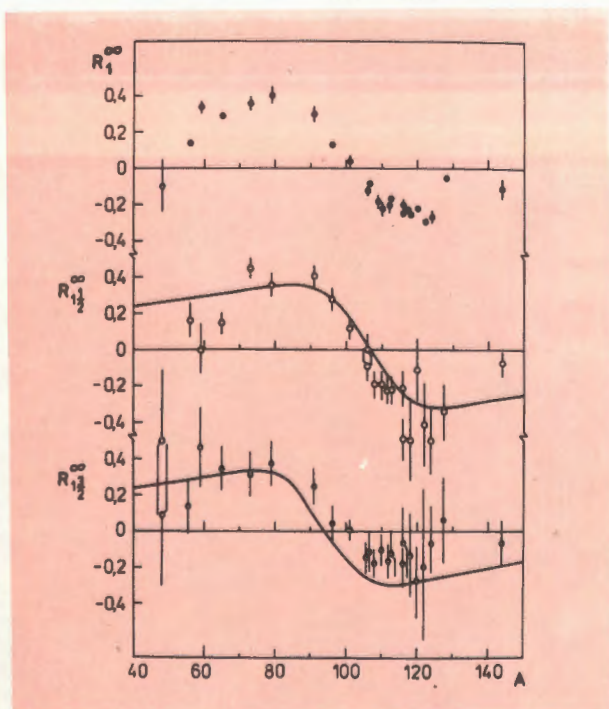


Рис. 1. р-волновые нейтронные силовые функции ядер $S_{1/2}^1$ и $S_{3/2}^1$ в зависимости от массового числа ядер A . Пунктирные линии – подгонка лоренцевскими кривыми экспериментальных точек.

Аналогичного поведения согласно теории следовало ожидать и для радиусов потенциального рассеяния $R_{1/2}^\infty$ и $R_{3/2}^\infty$. Проведенный анализ результатов с привлечением поляризационных данных действительно обнаружил спин-орбитальный эффект в потенциальном рассеянии р-нейтронов, показанный на рис.2^{2/}. Получена также информация

Рис. 2. Параметры R_1^∞ , $R_{1/2}^\infty$ и $R_{3/2}^\infty$ потенциального рассеяния р-волновых нейтронов в функции A . Сплошные линии – расчет, использующий лоренцевские линии из описания $S_{1/2}^1$ и $S_{3/2}^1$.

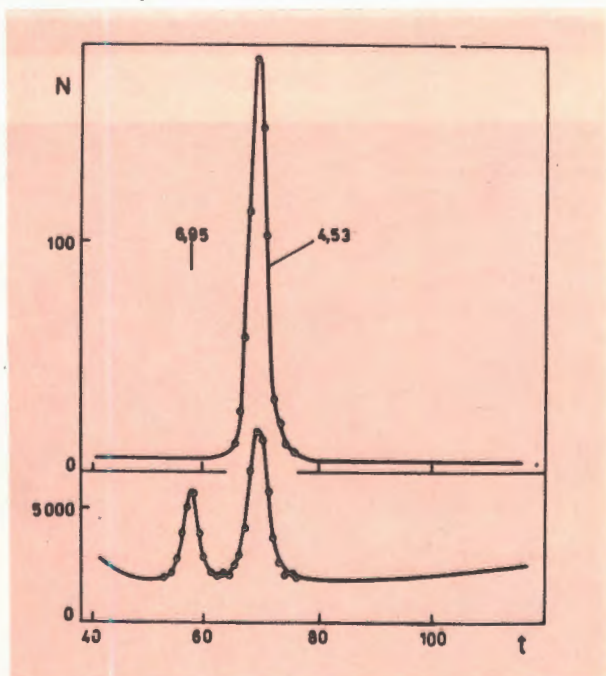


ция о корреляциях нейтронных ширин с разными значениями спина канала.

УГЛОВЫЕ КОРРЕЛЯЦИИ В р-ВОЛНОВЫХ РЕЗОНАНСАХ

Исследования угловых корреляций в спектрах гамма-лучей от захвата нейтронов в р-резонансах проведены для изотопных мишеней ^{111}Cd , ^{113}Cd . Изучались γ -кванты прямых переходов с энергией $E_{\gamma_0} = 9,46$ и $9,04$ МэВ соответственно. Работа выполнялась с целью получения спектроскопической информации о параметрах резонансов, определяющих эффекты нарушения пространственной четности. Для ^{111}Cd (рис.3) прямой гамма-переход с шириной $\Gamma_{\gamma_0} = (4,0 \pm 0,8)$ мэВ проявился только в резонансе $4,53$ эВ, в котором ранее был наблюден эффект нарушения четности. В ^{113}Cd обнаружен р-волновой резонанс с $E_p = 7,0$ эВ с параметрами: $g\Gamma_n = 3 \cdot 10^{-7}$ эВ, $\Gamma = (160 \pm 20)$ мэВ и $\Gamma_{\gamma_0} = (4,3 \pm 0,9)$ мэВ. Наблюден энергетический ход асимметрии в испускании квантов вперед и назад по пучку нейтронов (рис.4). В эксперименте с поляризованными резонансными нейтронами в резонансе 7 эВ обнаружена лево-правая асимметрия выхода квантов с энергией E_{γ_0} (рис.5)^{3/}. Величины этих "р-четных" эф-

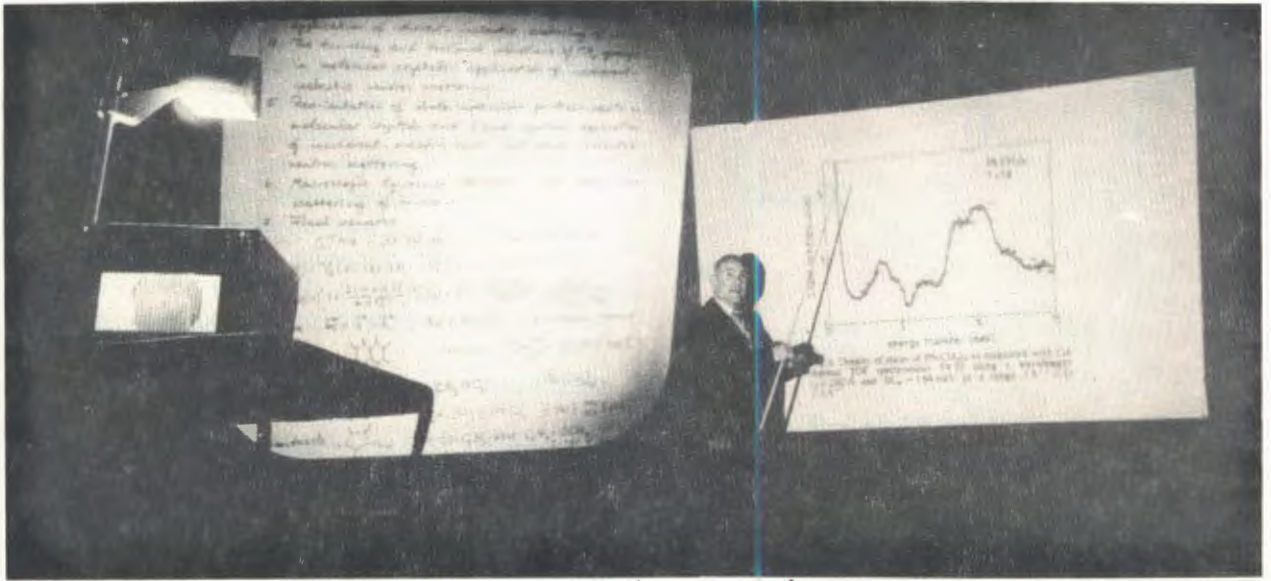
Рис. 3. Спектры по времени пролета для реакции $^{111}\text{Cd}(n,\gamma)$ в области резонансов $6,95$ и $4,53$ эВ. Внизу – при регистрации γ -квантов с $E_\gamma > 2,5$ МэВ, сверху – с $E_\gamma > 9,2$ МэВ.





С 20 по 31 октября 1986 года в Алуште проходила традиционная V Международная школа по нейтронной физике, в которой приняло участие около 150 человек. Лекции читались ведущими специалистами ОИЯИ, институтов СССР и других стран-участниц, а также научных центров Австрии, Бельгии, США, ФРГ.





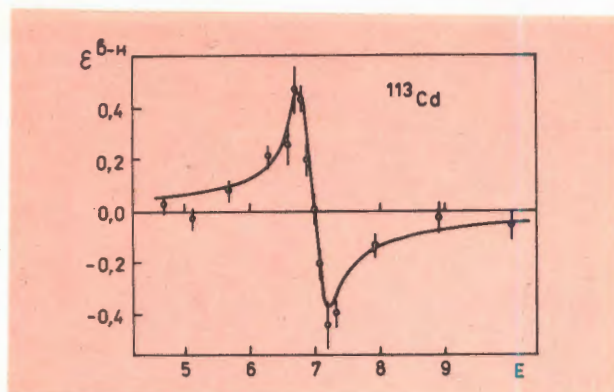
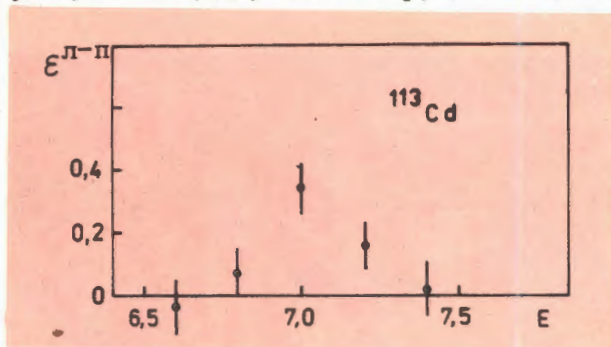


Рис. 4. Асимметрия $\epsilon = (N_{45^\circ} - N_{135^\circ}) / (N_{45^\circ} + N_{135^\circ})$ в реакции $^{113}\text{Cd}(n, \gamma)$ в области резонанса 7,0 эВ.

Рис. 5. Лево-правая асимметрия выхода γ -квантов реакции $^{113}\text{Cd}(n, \gamma)$ в области резонанса 7,0 эВ.



фактов близки к ранее измеренным для мишени ^{117}Sn .

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАРЯДА В НЕЙТРОНЕ

Согласно современным теоретическим представлениям (модель мешков в КХД), нейтрон — электрически нейтральная, но сложная составная частица — должен обладать отличным от нуля средним квадратичным зарядовым радиусом $\langle r_{in}^2 \rangle$. Надежных экспериментальных оценок этой величины не было. С целью ее получения в ЛНФ осуществлены эксперименты по дифракционному рассеянию нейтронов от монокристалла вольфрама и по определению энергетической зависимости полного нейтронного сечения висмута. В обоих экспериментах исследовалась длина рассеяния нейтрона на электроны, a_{ne} .

Полное сечение висмута измерялось методом времени пролета на реакторе ИБР-30 в интервале энергий $1 \div 100$ эВ с образцами жидкого и кристаллического висмута. Для прецизионного определения энергетической

зависимости сечения были обеспечены низкофоновые условия (фон менее 1% интенсивности пучка). Измеренное сечение висмута приведено на рис.6. По результатам экспериментов с висмутом и вольфрамом получено значение $a_{ne} = (-1,59 \pm 0,04) \cdot 10^{-16}$ см. На основании этой величины получен результат для среднеквадратического радиуса распределения заряда в нейтроне: $\langle r_{in}^2 \rangle^{1/2} = (-0,11 \pm 0,02)$ фм^{1/2}. Знак минус соответствует отрицательному значению

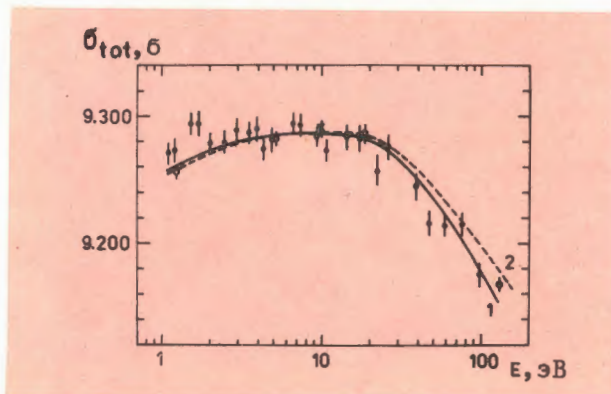
величины $\langle r_{in}^2 \rangle = \frac{3\pi}{Me^2} (a_{ne} - a_F)$, где $a_F = 1,468 \cdot 10^{-16}$ см — член Фолди, связанный с аномальным магнитным моментом нейтрона.

Выполнен теоретический расчет распределения заряда нейтрона в модели кирального мешка СВМ. Его результат $\langle r_{in}^2 \rangle_{\text{теор}}^{1/2} = -0,28$ фм^{1/2} объясняет отрицательный знак среднеквадратического радиуса в свете современных представлений о строении нуклона. Для протона расчетное значение $\langle r_p^2 \rangle^{1/2} = + (0,75 \div 0,55)$ фм.

(n,p)-РЕАКЦИЯ НА РАДИОАКТИВНЫХ МИШЕНЯХ

1. Радиоактивные мишени позволяют проводить измерения нейтронных сечений на нейтронодефицитных ядрах. В 1986 г. на реакторе ИБР-30 в бустерном режиме выполнено первое измерение энергетической зависимости сечения реакции $^7\text{Be}(n, p)^7\text{Li}$. Период полураспада бериллия-7 составляет 53 дня. Мишень активностью $2,2 \cdot 10^8$ Бк приготавливалась из BeCl_2 толщиной 50 мкм на

Рис. 6. Полное нейтронное сечение висмута σ_{tot} в зависимости от энергии нейтронов E. Черные точки — ОИЯИ, светлые — Гархингская лаборатория (ФРГ). Кривые 1 и 2 — расчетные для двух значений поляризуемости нейтрона при $a_{ne} = -1,6 \cdot 10^{-16}$ см.



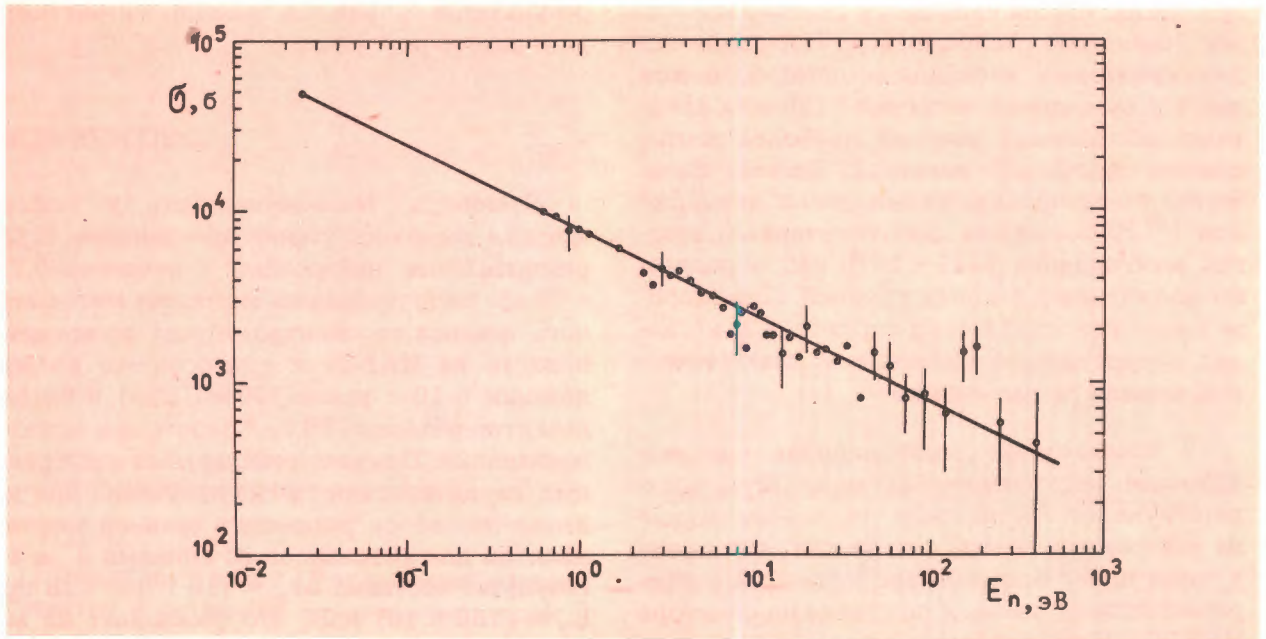
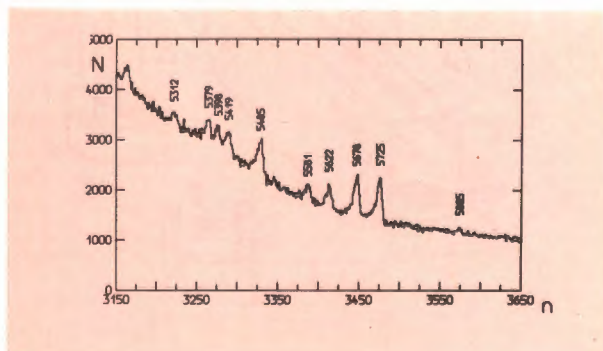


Рис. 7. Сечение реакции $\text{Be}(n, p) \text{Li}$ в зависимости от энергии нейтронов E . Линия – закон $1/v$.

подложке из лавсана и помещалась в ионизационную камеру с двумя сетками. Измеренное тепловое сечение реакции $\sigma_{\text{пр}} = (5 \pm 1) \cdot 10^4 \text{ б}$ согласуется с известными данными. Зависимость сечения от энергии нейтронов показана на рис.7^{6/}. В диапазоне до 400 эВ, рассмотренном в этой работе, сечение следует закону $1/v$. В области 140 ÷ 200 эВ проявилось локальное отклонение, требующее дальнейшего изучения в связи с возможным узким резонансом.

2. Созданы и применены в экспериментах ионизационная камера с двумя сетками и соответствующие электронные тракты на машине ЭВМ СМ-3. Разработана методика проведения и обработки многомерных измерений. Методика позволяет разделять в условиях плохого энергетического разрешения низкоэнергетические заряженные частицы (протоны, тритоны, α -частицы). Написаны

Рис. 8. Спектр γ -лучей из реакции $^{178}\text{Hf}(n, \gamma)$ на тепловых нейтронах.

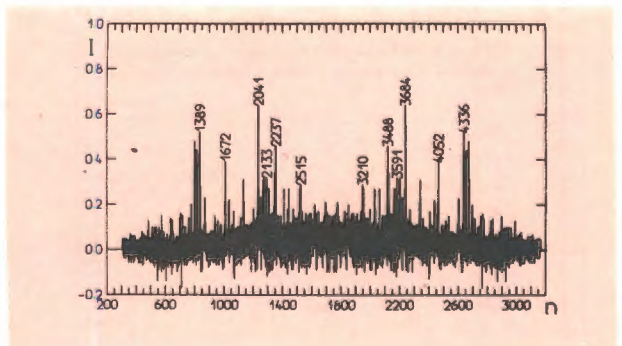


программы обработки спектров на ЭВМ PDP-11/70^{7/}.

ГАММА-РАСПАД КОМПАУНД-СОСТОЯНИЙ

1. В ходе систематических исследований двухквантовых каскадов, возбуждаемых при захвате тепловых нейтронов, изучен гамма-распад возбужденных состояний ядра-продукта ^{179}Hf . Работа выполнена с помощью спектрометра сумм амплитуд совпадающих импульсов. Гамма-гамма-совпадения регистрировались германиевыми детекторами объемом 100 ÷ 140 см³ с порогом регистрации 520 кэВ и разрешением 3,5 кэВ (по линии ^{60}Co). Пример спектра сумм ампли-

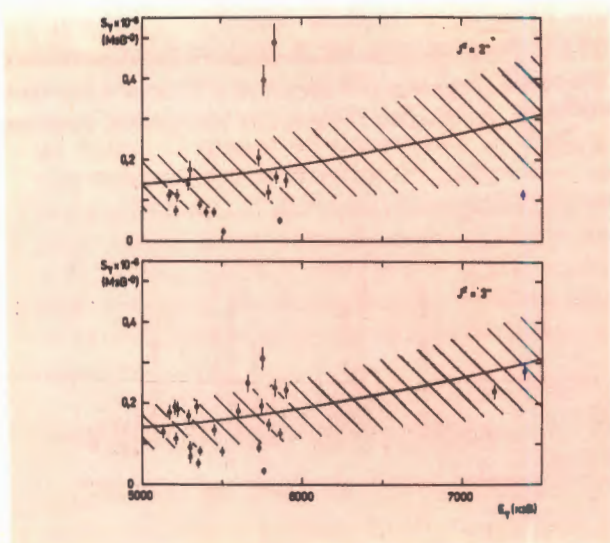
Рис. 9. Распределение интенсивности двухквантовых каскадов с суммарной энергией 5725 кэВ в реакции $^{178}\text{Hf}(n, \gamma)$. Цифры – энергии каскадных квантов в кэВ.



туд совпадающих импульсов дан на рис.8. На рис.9 показано распределение интенсивности двухквантовых каскадов в одном из пиков рис.8 с суммарной энергией 5725 кэВ. Цифрами обозначены энергии наиболее интенсивных линий в 5 каскадах. Полное количество измеренных двухквантовых каскадов для ^{179}Hf составило 236. В интервале энергии возбуждения 2217 ÷ 3410 кэВ определено положение 29 новых уровней. При анализе интенсивностей гамма-переходов в каскадах обнаружено отклонение от статистической модели гамма-распада^{/8/}.

2. Исследованы радиационные силовые функции редкоземельных ядер (S_J), соответствующие первичным гамма-переходам из нейтронных резонансов на низколежащие уровни ядра. Большинство исходных экспериментальных данных получено на реакторе ИБР-30. Используются также результаты других авторов, перенормированные с помощью дополнительных измерений абсолютных интенсивностей некоторых выбранных переходов. Получены следующие результаты в ед. 10^{-7} МэВ^{-3} : $S_{J=3} (^{148}\text{Sm}) = 0,47 \pm 0,12$, $S_{J=4} (^{148}\text{Sm}) = 0,43 \pm 0,10$ ^{/9/}, $S_3 (^{176}\text{Lu}) = 1,3 \pm 0,4$, $S_4 (^{176}\text{Lu}) = 1,6 \pm 0,6$ ^{/10/}. Данные для ^{174}Yb ^{/11/} представлены в графическом виде на рис.10 для переходов на конкретные уровни после усреднения по нейтронным резонансам. Кривые на рисунке соответствуют расчетам по модели Акселя — Бринка. Заштрихованные полосы обозначают стандартные пределы флуктуаций Портера — Томаса. Выполнен анализ полученных

Рис. 10. Радиационные силовые функции первичных γ -переходов для отдельных низколежащих состояний ядра ^{174}Yb ; по оси абсцисс — энергия γ -лучей.



результатов в рамках модели гигантского дипольного резонанса.

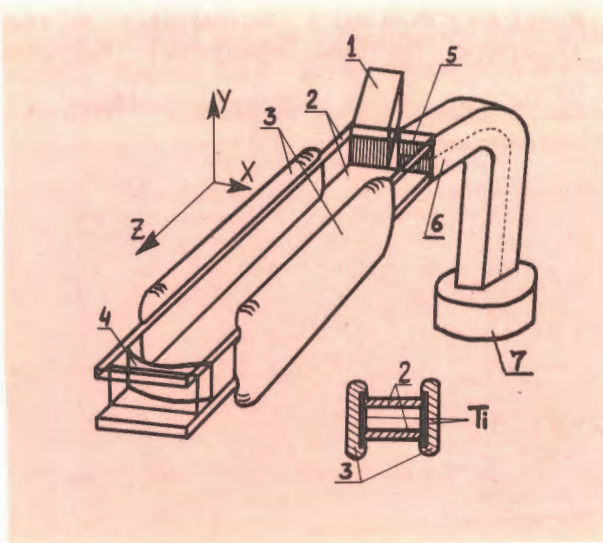
ДЕЛЕНИЕ ЯДЕР

Измерены множественность и полная энергия гамма-излучения при делении U-235 резонансными нейтронами с энергией $0,7 \div 36$ эВ. Использовалась методика многомерного анализа со спектрометром по времени пролета на ИБР-30 с инжектором. Камера деления с 10 г урана (90% U-235) и Ge(Li)-детектор объемом 30 см^3 работали в режиме совпадений. Помимо стандартных интегральных характеристик гамма-излучения при делении изучалось различие в средней энергии квантов для резонансов со спинами 3^- и 4^- . Результат составил $\Delta \epsilon_\gamma = (16 \pm 10)$ кэВ при $\bar{E}_\gamma = (760 \pm 10)$ кэВ, что указывает на малость возможного спинового эффекта^{/12/}.

УЛЬТРАХОЛОДНЫЕ НЕЙТРОНЫ (УХН)

1. Осуществлен первый эксперимент по измерению заряда нейтрона q_n с помощью УХН^{/13/}. Работа проводилась совместно с ИЯИЯЭ Болгарской Академии наук и ЛИЯФ АН СССР им.Б.П.Константинова. Использован метод измерения отклонения пучка нейтронов (при $q_n \neq 0$) в электрическом поле, реализованный на созданной

Рис. 11. Общий вид установки для определения заряда нейтрона: 1) вход в камеру; 2) корпус камеры; 3) высоковольтные электроды; 4) цилиндрическое зеркало; 5) выходная решетка; 6) выходной нейтронный канал; 7) детектор.



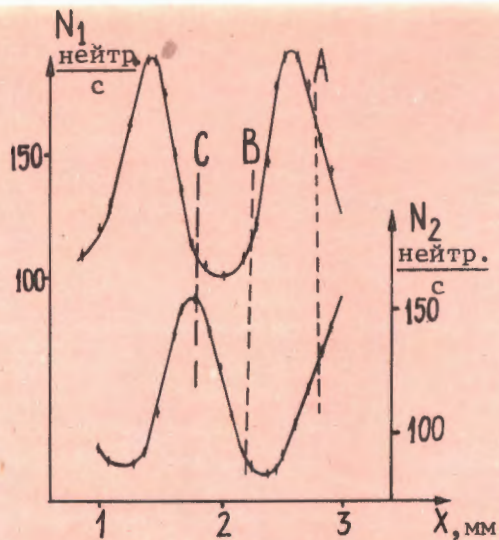


Рис. 12. Зависимость счета УХН от смещения выходной решетки в установке по измерению заряда нейтрона.

в ЛНФ установке (рис.11) с фокусировкой пучка на выходной щелевой решетке. Для повышения чувствительности установки был применен дифференциальный метод измерений со смещением изображения по оси x . На рис.12 показана кривая счета нейтронов в зависимости от смещения решетки по оси x , служившая для выбора рабочей точки. Основной параметр установки — средний квадрат времени пребывания нейтрона в камере — определен равным $(0,12 \pm 0,02) \text{ с}^2$. Знак электрического поля напряженностью 10 кВ/см чередовался каждые 50 с . Чувствительность установки на пучке реактора ВВРМ составила $9 \cdot 10^{-20} \text{ q}_0/\text{сутки}$. В первой серии измерений получен результат $q_n = (0,4 \pm 0,7) \cdot 10^{-19} \text{ q}_0$. Это — усредненное значение данных отдельных серий длительностью 10^5 с , показанных на рис.13.

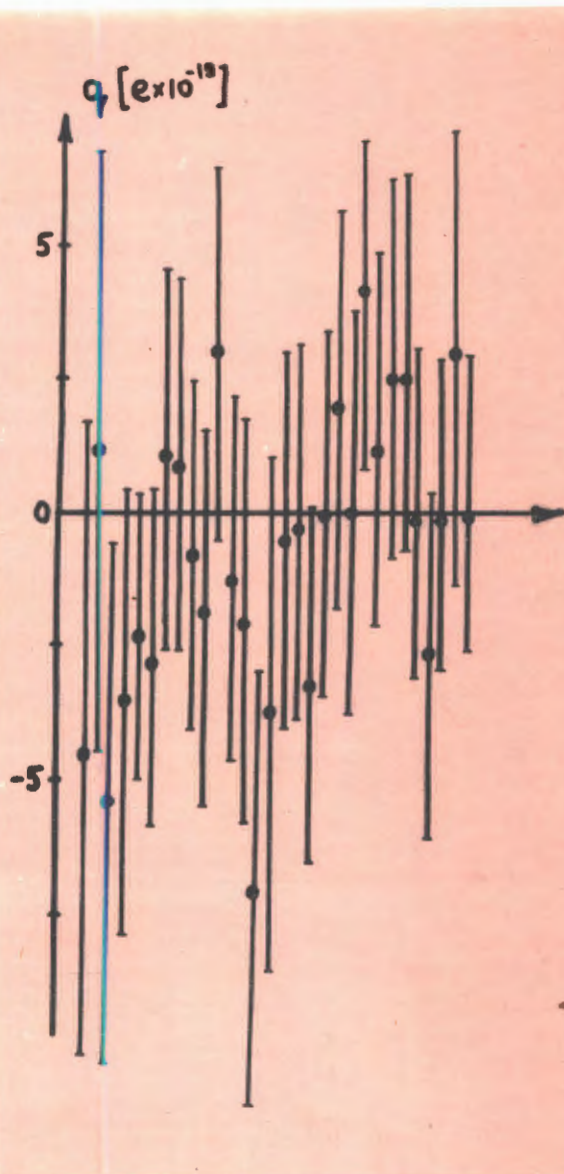
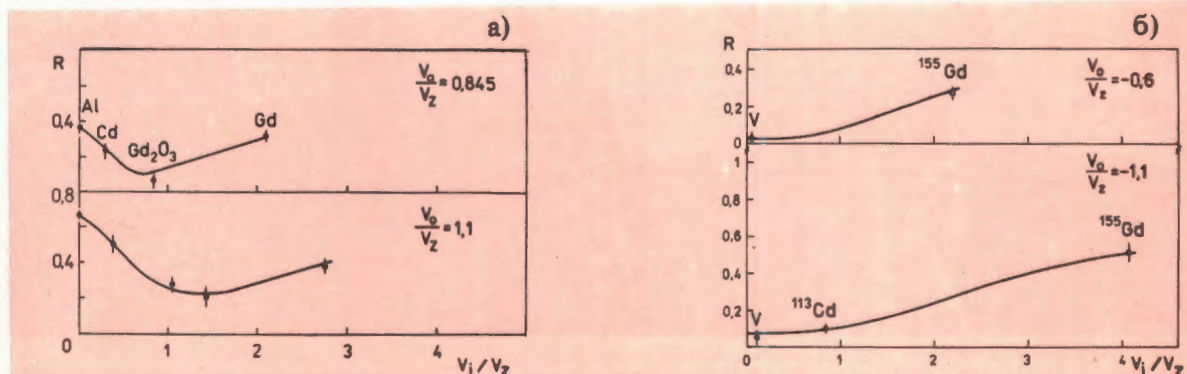
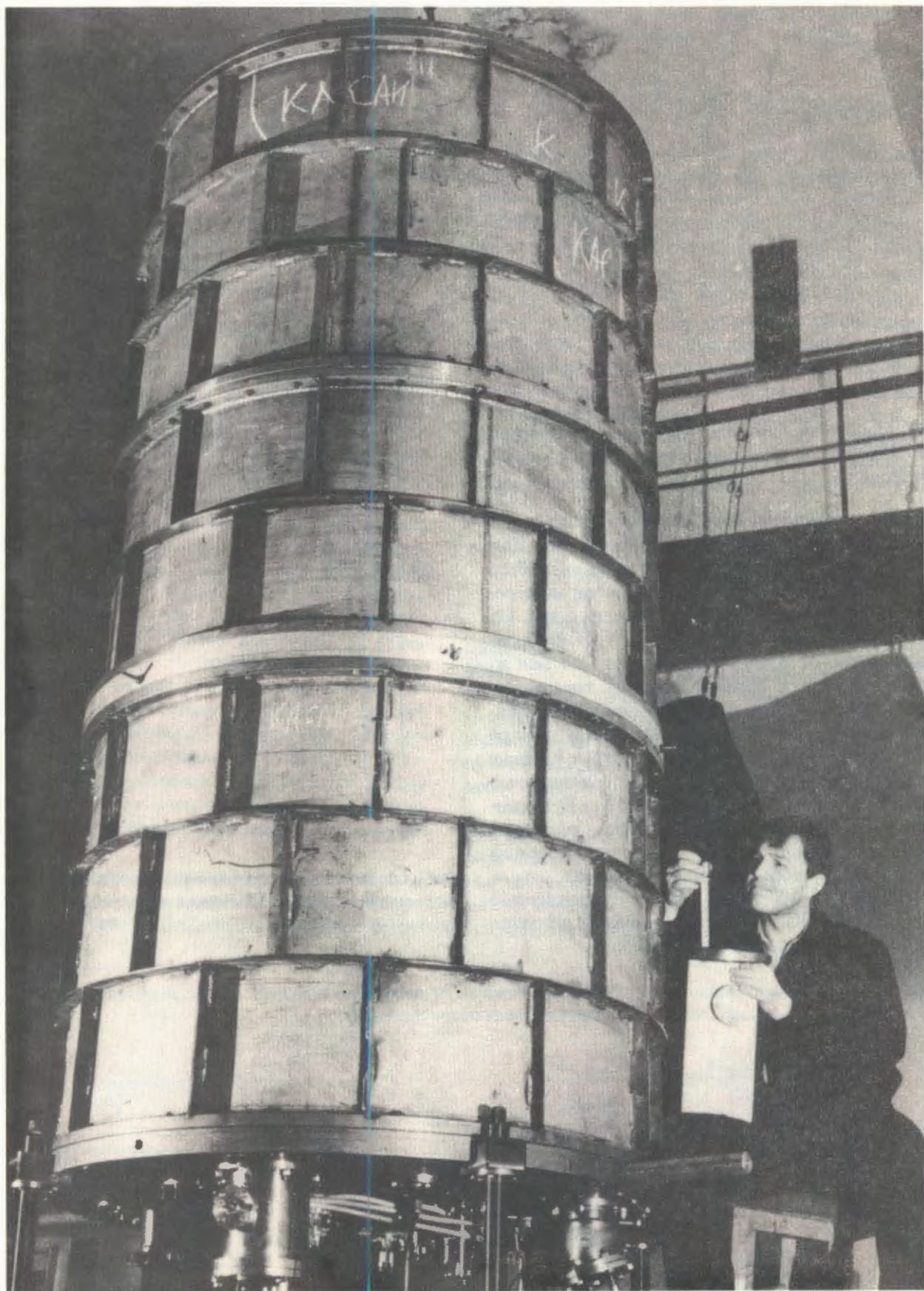


Рис. 13. Результаты определения заряда нейтрона, полученные в отдельных сериях измерений длительностью 10^5 с каждая.

Рис. 14. Коэффициент поглощения УХН в зависимости от сечения поглощения в безразмерных единицах: а) положительная длина рассеяния, б) отрицательная длина рассеяния.



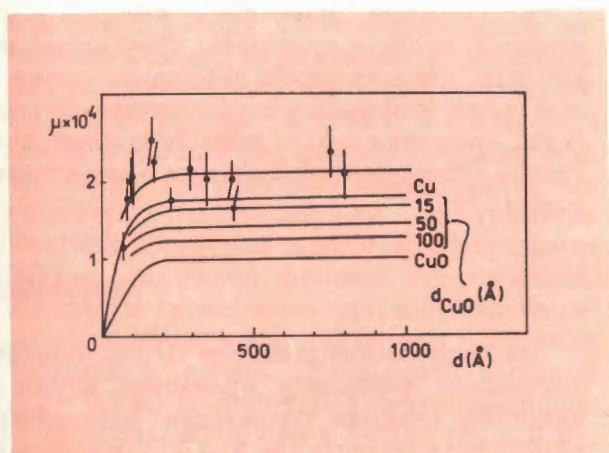


В лаборатории создается установка "Ковш", предназначенная для точного измерения времени жизни нейтрона с помощью УХН реактора ВВРМ (ЛИЯФ, Гатчина).

2. Продолжены эксперименты на канале УХН реактора ИБР-2, проводимые с целью изучения зависимости коэффициента отражения УХН от сечения поглощения. Измерялось отражение от сильнопоглощающих образцов Gd и Gd_2O_3 /14/ на основе естественного гадолиния и гадолиния-155, обладавших разными знаками длины рассеяния нейтронов. Сравнение проводилось с непоглощающими образцами ванадия, алюминия и др. Экспериментальные результаты показаны на рис.14а,б. Для образцов ^{155}Gd и V с отрицательной длиной рассеяния влияние мнимой длины рассеяния (определяемой величиной сечения поглощения) на коэффициент отражения R выделено в явном виде: $R(^{155}Gd) = 0,51 \pm 0,05$, $R(V) = 0,03 \pm 0,02$. Показано, что экспериментальные результаты соответствуют предсказаниям теории, использующей представления о комплексном показателе преломления.

3. Активационным методом измерен коэффициент поглощения ультрахолодных нейтронов μ для меди. Образцы приготавливались путем термического напыления в вакууме слоев меди на стекло марки FLOAT. Образцы облучались на стационарном реакторе в потоке УХН, спектр которых измерялся специально с помощью времяпролетного спектрометра. Результаты для μ в зависимости от толщины слоя меди показаны на рис.15. Сплошные кривые на рисунке — расчет для меди, покрытой пленкой окиси различной толщины. Обычная толщина окисной пленки, согласно литературным данным, $\sim 15 \text{ \AA}$. Видно, что экспериментальные результаты согласуются в пределах 30% с оценками по теории отражения УХН /15/.

Рис. 15. Экспериментальные (точки) и расчетные (кривые) коэффициенты поглощения УХН слоем меди в зависимости от его толщины.



МАЛОУГЛОВОЕ РАССЕЯНИЕ НЕЙТРОНОВ

1. Исследована межмолекулярная интерференция в полуразбавленных бессоле-вых растворах полиметакриловой кислоты. Эксперимент проводился на спектрометре малоуглового рассеяния нейтронов на ИБР-2 совместно с Институтом макромолекулярной химии (ЧССР). Растворы образцов готовили в D_2O и нейтрализовали с помощью Na^+OD . Полученные экспериментальные результаты /16/ проанализированы с учетом корреляций в положениях молекул, что позволило изучить распределение межмолекулярных расстояний. Результаты свидетельствуют в пользу представления о корреляционной полости. Они показаны на рис.16 в виде зависимости радиуса такой полости от степени нейтрализации α и объясняются в следующей модели: свернутые клубками молекулярные цепи в растворе ионизируются, и появившиеся заряды на цепях при $\alpha < 0,1$ отталкивают "чужие" макромолекулы. С ростом нейтрализации зарядов молекулы разбухают, клубки перекрываются, проникают друг в друга /17/.

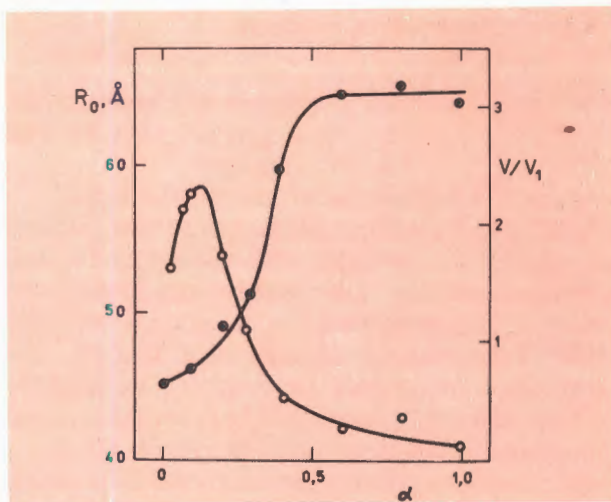


Рис. 16. Зависимость радиуса корреляционной полости макромолекулы R_0 от степени нейтрализации раствора полиметакриловой кислоты. V/V_1 — отношение фактического объема макромолекулы к номинальному.

2. Изучались системы липид — вода, являющиеся примером мембранных систем в биологии. Их характерные свойства — гидратация и набухание влияют на их фазовое состояние и взаимодействие с другими системами, например с лекарствами. Свойства мембран можно менять с помощью добавок. Это было предметом исследования в экспе-

рименте по малоугловому рассеянию нейтронов на липидной фракции яичного желтка PL. Работа выполнена совместно с Университетом им.К.Маркса (Лейпциг, ГДР). В состав образцов вводились амфифильные добавки ЕО-9 и РАЕ₈ в широком диапазоне концентрации воды. Обнаружено, что добавки оказали существенное влияние на гидратационную способность, величину максимального набухания и на толщину липидного бислоя^{/18/}.

ДИФРАКЦИЯ НЕЙТРОНОВ

1. Начато изучение структурной организации систем липид — вода методом дифракции нейтронов по времени пролета. Дифракционные эксперименты дают прямое доказательство существования бислоевой структуры и ее параметры. На рис.17 дан пример дифракции на углеводородных цепях яичного лецитина, находящихся в жидкокристаллическом состоянии. Проявились узкие рефлексы, характерные для упорядоченных фаз. Установлено и исследовано образование мультислойных структур^{/19/} под влиянием специальных добавок.

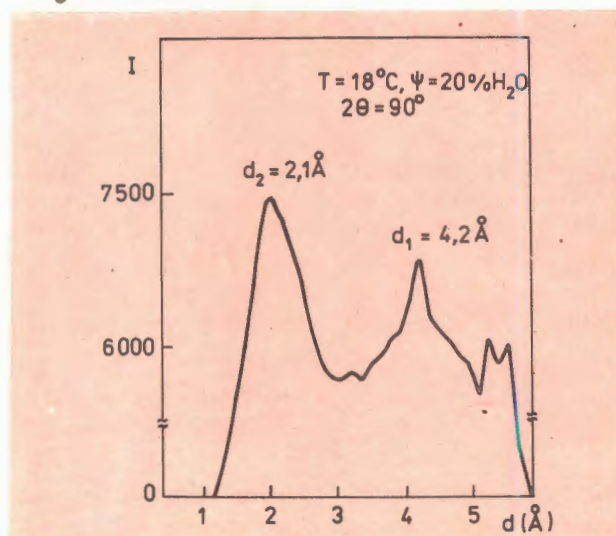


Рис. 17. Дифракция на углеводных цепях яичного лецитина.

2. На ИБР-2 начато изучение дифракции нейтронов на образцах под давлением. Исследовались твердокристаллические фазы Бриджмена в CCl_4 : фаза I при $1 < P < 3$ кбар, фаза II при $3 < P < 7$ кбар и фаза III при $P > 7$ кбар. В фазе II могут образовываться крупные монокристаллы молекулярного вещества — процесс, пока не изученный. Экспе-

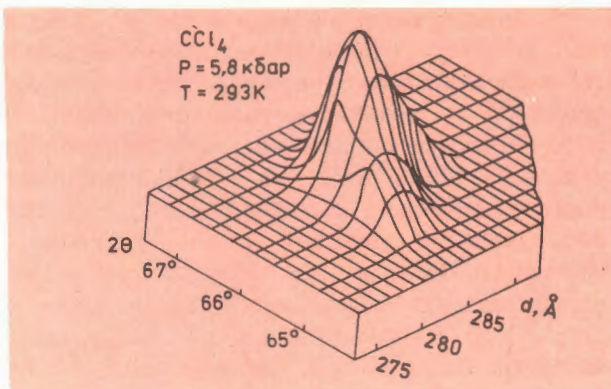


Рис. 18. Дифракционный пик от образца CCl_4 под давлением $P = 5,8$ кбар.

римент выполнялся с образцами в камере давления с широкой (120°) горизонтальной щелью, позволившей контролировать состояние образца. Дифракционные спектры регистрировались по времени пролета в диапазоне $\lambda = 1 \div 10$ Å для углов рассеяния $25 \div 80^\circ$ с помощью позиционно-чувствительного детектора. Пример дифракционного пика от CCl_4 в фазе II показан на рис.18. Сканирование по длине волны λ и углу рассеяния 2θ проведено без перемещения образца и детектора. В эксперименте наблюдается возникновение крупноблочного монокристалла и появление текстуры^{/20/}. Работа выполнена совместно с Институтом физики высоких давлений им.Л.В.Верещагина АН СССР (Троицк) и ИТЭФ (Москва).

3. Завершено нейтронографическое исследование суперионного фазового перехода в гидро- и дейтероселенатах цезия. В работе, выполнявшейся на ИБР-2, участвовали Московский химико-технологический институт им.Д.И.Менделеева и Институт кристаллографии АН СССР им.А.В.Шубникова. Проведено уточнение положения атомов водорода в кристалле CsHSO_4 ^{/21/}. Установлен ряд закономерностей фазовых переходов^{/22/}.

4. Методом дифракции нейтронов по времени пролета проведены текстурные измерения геологических образцов (кварцевой части саксонского гранулит). Результаты представлены в виде полюсных диаграмм. Обнаруженная текстура относительно слабая^{/23/}.

КИНЕТИКА

На импульсном реакторе ИБР-2 методом дифракции нейтронов проведено изучение кинетики реакции гидратации (твердения) компонента цемента $\text{Ca}_3\text{Al}_2\text{O}_8$ с рекордным

временным разрешением: дифрактограммы снимались последовательно каждые 10 с. В более ранних работах экспозиция не бывала меньше 5 мин. В реакции обнаружены новые особенности. На рис.19 представлена временная зависимость интенсивности рефлекса

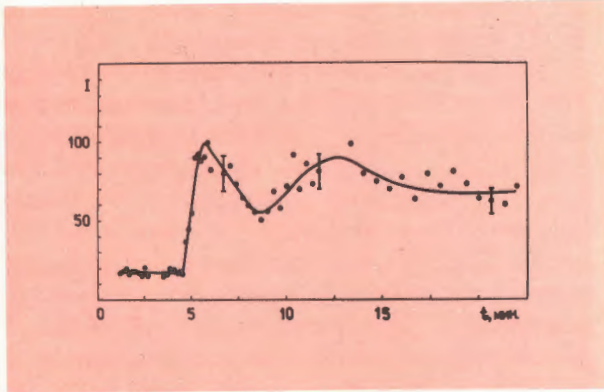


Рис. 19. Зависимость от времени дифракционного пика (211) конечной фазы трикальцийалюмината при отверждении цемента.

(211), принадлежащего стабильной гидратной фазе $\text{Ca}_3\text{Al}_2\text{O}_6 \cdot 6\text{D}_2\text{O}$. Видно, что конечная структура возникает скачкообразно после некоторого латентного периода (5 мин) и сопровождается осциллирующими изменениями дифракционного спектра, вплоть до конца экспериментов (8 ч). Обнаружены промежуточные метастабильные кристаллические состояния реагирующей смеси^{/24/}.

ДИНАМИКА КОНДЕНСИРОВАННЫХ СРЕД

1. Неупругое рассеяние медленных нейтронов является эффективным методом исследования динамики металлов с примесями водорода. Как известно, введение водорода в такие металлы, как титан, превышает температуру перехода с сверхпроводящее состояние. Однако информация о фоновых спектрах сверхпроводящих фаз гидрида титана отсутствовала. В 1986 г. в совместной работе с Институтом физики твердого тела АН СССР осуществлены эксперименты по неупругому рассеянию на спектрометре обратной геометрии КДСОГ-М с образцами $\text{TiH}_{0,71}$ различной фазовой модификации. Измерения проводились при азотных температурах. Обнаружено, что спектр колебаний водорода в ϵ -фазе, обладающей высокой ($T_k = 4,2$ К) температурой сверхпроводящего перехода, иной, чем в δ -фазе ($T_k < 2$ К).

Пик с энергией $\omega_1 = 75$ мэВ на рис.20 (кривая 1) обусловлен колебаниями атомов в октаэдрических позициях. Он отсутствует в δ -фазе (кривая 2)^{/25/}. Подобные исследования будут способствовать выяснению природы сверхпроводимости в гидридах металлов.

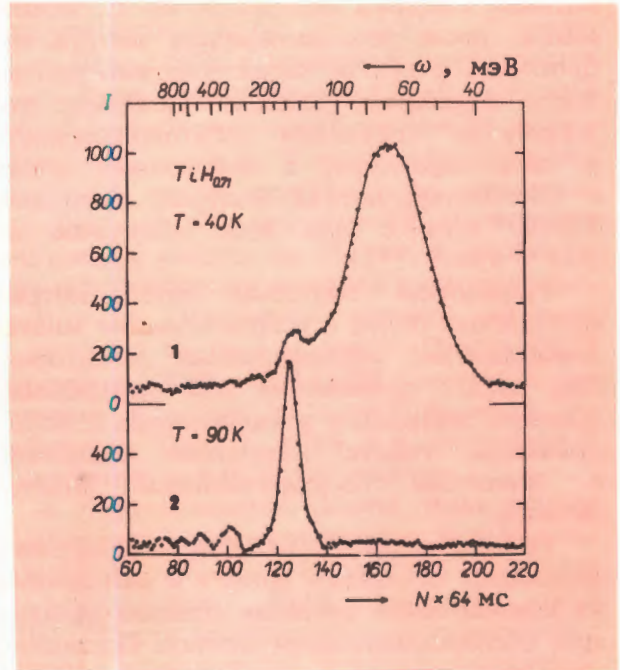


Рис. 20. Спектры неупругого рассеяния нейтронов на ϵ - и δ -фазах $\text{TiH}_{0,71}$.

Изучались также сплавы титана с кислородом, насыщенные водородом без образования гидридных фаз. Получены и проанализированы характеристики колебательного спектра водорода в таких твердых растворах. Работа проводилась совместно с ФЭИ (Обнинск) и филиалом Физико-химического института им.Л.Я.Карпова (Обнинск)^{/26/}.

2. По программе исследований динамики решетки и фазовых переходов в молекулярных кристаллах измерены спектры неупругого рассеяния нейтронов и дифракция на образцах 4,4-дифтордифенила при температурах в диапазоне $44 \div 120$ К. Проведены расчеты плотности фоновых состояний и сравнение с результатами измерений теплоемкости и рентгеновскими данными. Сделан вывод об отсутствии в исследованном веществе несоразмерного фазового перехода, проявившегося ранее в изоструктурном кристалле дифенила^{/27/}. Работа явилась совместным исследованием с Институтом ядерной физики (Краков, ПНР) и Физико-техническим институтом низких температур АН УССР (Харьков).

1. Совместно с Московским институтом радиотехники, электроники и автоматики исследована радиационная стойкость магнитоакустических резонаторов из гематита ($\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$). Образцы облучались в известных потоках быстрых нейтронов на 11 канале ИБР-2, после чего измерялись частота, добротность и другие характеристики резонаторов в рабочих условиях. Показано, что устройства сохраняют работоспособность и свои параметры в нейтронных полях с плотностью потока быстрых нейтронов $5,6 \cdot 10^{14}$ н/см²с при дозе облучения до $2 \cdot 10^{18}$ н/см² /28/.

Разработана методика спектрометрии нейтронных полей с использованием многокомпонентных активационных детекторов. Она найдет применение при определении флюенса нейтронов в радиационных исследованиях. Работа выполнена совместно с Киевским государственным университетом /29/.

Совместно с ЛЯР ОИЯИ изучено влияние облучения тяжелыми ионами и нейтронами на механические свойства сплавов ванадия при послерадиационном отжиге. Проведено сравнение радиационного воздействия быстрых нейтронов и тяжелых ионов. Обнаружилось различное поведение сплавов ванадия и циркония: в первом эффект радиационного упрочнения сплавов при действии нейтронов выше, чем от тяжелых ионов, во втором этот эффект одинаков /30/.

На ИБР-2 выполнен большой объем активационных измерений, включая определение примесей в материалах особой чистоты (Al, Si, Ge). Действующая методика с использованием резонансных нейтронов позволяет определить примеси 20 элементов с концентрациями в интервале $10^{-7} \div 10^{-10}$ г/г. Продолжались работы по применению активационного анализа для биологических, экологических и др. целей. Определено содержание активируемых элементов в заполнителях бетонов на атомных станциях.

В области радиобиологии исследовались летальные эффекты при действии быстрых нейтронов и гамма-лучей на бактерии E.coli K-12 с различным репарационным генотипом. С использованием пяти генотипов бактерий определено влияние кислорода — "кислородный эффект" — на репарацию повреждений при действии быстрых нейтронов в сравнении с гамма-лучами /31/.

2. На электрическом ускорителе ЭГ-5 прикладные исследования велись по программе сотрудничества с заинтересованными организациями. Определен микроэлементный состав 140 образцов почв и растений. Проведено облучение протонами 2000 полупроводниковых и других образцов. В ходе методических работ по определению концентрационного профиля элементов по глубине образцов проведены измерения сечений ионизации К-оболочки для Nd, Sm, Tb, Tm и Ta протонами низких энергий /32/.

ЭКСПЛУАТАЦИЯ, СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ И РАЗВИТИЕ БАЗОВЫХ УСТАНОВОК

РЕАКТОРЫ И УСКОРИТЕЛИ

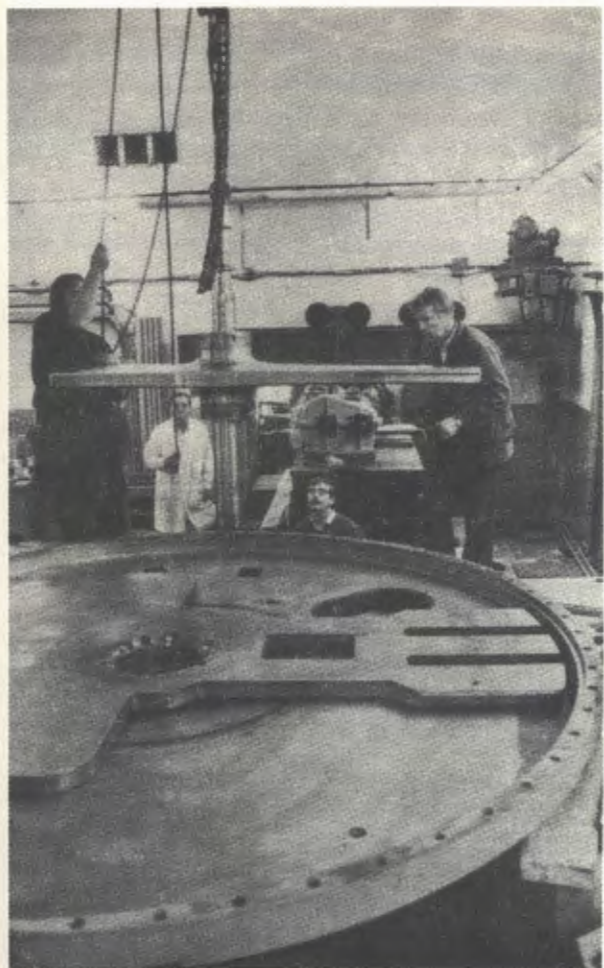
В 1986 г. реактор ИБР-2 работал в соответствии с графиком. Для физических экспериментов, проводившихся на 11 каналах, обеспечено 1683 часа на мощности 2 МВт (при плане 980 часов). В мае 1986 г. реактор ИБР-2 был остановлен по плану в связи с окончанием ресурса подвижного отражателя.

Изготовленный новый штатный отражатель ПО-2 установлен на специально подготовленном стенде для испытаний. Проведена его контрольная сборка и начаты испытания ротора в ста-

тическом режиме. Разработана и изготовлена информационная система ПО-2.

Реактор ИБР-30 работал в бустерном режиме размножения нейтронов из мишени модернизированного в 1985 г. ускорителя электронов ЛУЭ-40. В мае 1986 г. реактор с инжектором остановлен для профилактических работ.

Продолжались монтажные и наладочные работы на строящемся ускорителе электронов ЛИУ-30. Проведены стендовые испытания 10 секций и 5 модуляторов ускорительного участка. Велись исследования для обеспечения проектной величины тока в ускоряющих трактах системы.



Контрольная сборка на испытательном стенде роторов нового штатного подвижного отражателя реактора ИБР-2.

ИЗМЕРИТЕЛЬНО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР ЛНФ

1. В 1986 г., до мая, измерительный центр бесперебойно обеспечивал электронной аппаратурой и средствами вычислительной техники физические измерения на нейтронных пучках реакторов ИБР-2, ИБР-30 и на ускорителе ЭГ-5.

2. Летом 1986 г. принято в эксплуатацию новое помещение — здание 119. В короткий срок осуществлено перебазирование вычислительных машин и всего оборудования центра, а также переезд всего персонала сотрудников в новое здание. Выполнены монтажные работы по сборке и подключению измерительных модулей и центрального процессора. Указанные системы введены в действие на новом месте. Центральный процессор ЭВМ PDP-11/70, несмотря на перерыв в работе во время переезда, отработал в 1986 г. 3088 ч и обслуживает в настоящее время 16 терминалов.

3. Продолжались работы по созданию радиоэлектронной аппаратуры экспериментальных установок. Разработан и введен в эксплуатацию блок цифровых окон БЦО /33/ для многомерных измерительных систем, позволяющий получать временные спектры в амплитудных окнах и амплитудные — во временных. Создана и введена в эксплуатацию система автоматической

Зал устройств общего пользования нового измерительного центра.



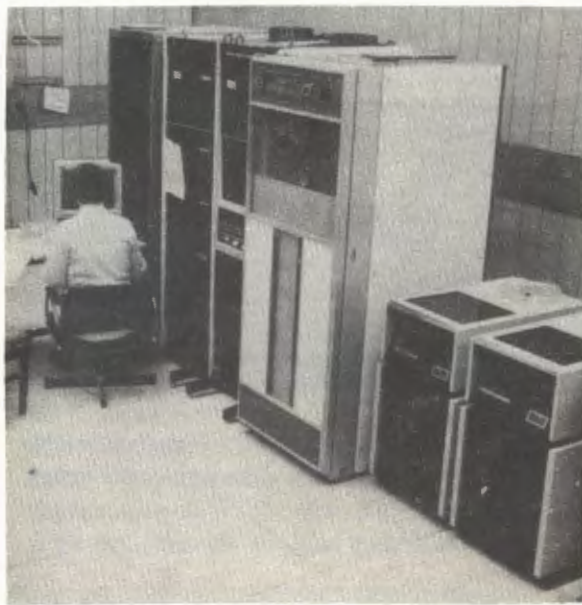
ориентации монокристаллов /34/ с соответствующим программным обеспечением /35/. Усовершенствованы устройства и методика регистрации нейтронограмм в специальных условиях /36/.

4. Совершенствовались существующие и разрабатывались дополнительные устройства измерительных модулей. В стандарте КАМАК реализована новая модульная система для обслуживания многомерных экспериментов в области нейтронной физики с набором таких модулей, как промежуточная память, многоканальный анализатор

и др. /37/. Созданы наборы программно-управляемых блоков /38/ для многоканальных систем измерения параметров физических установок, например для информационно-измерительной системы пусков реактора ИБР-30 /39/.

5. Продолжались работы по развитию локальной сети ЭВМ измерительного центра ЛНФ. Подготовлена документация по аппаратному обеспечению сетевого адаптера, используемого в локальной сети для подключения к ней различных ЭВМ с UNIBUS-каналом /40/.

Комнаты измерительных модулей. В новом измерительном центре (здание центра внизу на снимке) таких комнат 14 в соответствии с числом нейтронных пучков реактора ИБР-2.



ЛИТЕРАТУРА

1. Попов А.Б., Самосват Г.С. ОИЯИ, РЗ-86-338, Дубна, 1986.
2. Попов А.Б., Самосват Г.С. — В сб.: Краткие сообщения ОИЯИ, № 18-86. Дубна: ОИЯИ, 1986, с.30.
3. Шарапов Э.И. — В сб.: V Международная школа по нейтронной физике, ДЗ,4,17-86-747, Дубна: ОИЯИ, 1986, с.113.
4. Александров Ю.А. и др. — ЯФ, 1976, т.44, с.1384.
5. Бунатян Г.Г. ОИЯИ, Р2-86-408, Дубна, 1986.
6. Гледенов Ю.М. и др. — В сб.: Краткие сообщения ОИЯИ, № 17-86. Дубна: ОИЯИ, 1986, с.36.
7. Антонов А.Д. и др. ОИЯИ, РЗ-86-344, Дубна, 1986.
8. Бонева С.Г. и др. ОИЯИ, Р6-86-493, Дубна, 1986.
9. Бечварж Ф. и др. ОИЯИ, РЗ-86-479, Дубна, 1986.
10. Бечварж Ф. и др. ОИЯИ, РЗ-86-559, Дубна, 1986.
11. Бечварж Ф. и др. ОИЯИ, РЗ-86-587, Дубна, 1986.
12. Гундорин Н.А. и др. ОИЯИ, РЗ-86-197, Дубна, 1986.
13. Борисов Ю.В. и др. — В сб.: Краткие сообщения ОИЯИ, № 1 [21]-87. Дубна: ОИЯИ, 1987, с.40.
14. Голиков В.В. и др. ОИЯИ, РЗ-86-767, Дубна, 1986.
15. Новопольцев М.И., Покотилловский Ю.Н. ОИЯИ, РЗ-85-843, Дубна, 1986.
16. Pleštil J. et al. — J. Polymer, 1986, v.27, p.839.
17. Беззаботнов В.Ю. и др. ОИЯИ, Р14-86-692, Дубна, 1986.
18. Беззаботнов В.Ю. и др. ОИЯИ, Р14-86-395, Дубна, 1986.
19. Балагуров А.М., Горделий В.И. ОИЯИ, Р14-86-644, Дубна, 1986.
20. Алиханов Р.А. и др. ОИЯИ, Р14-86-594, Дубна, 1986.
21. Балагуров А.М. и др. ОИЯИ, Р14-86-555, Дубна, 1986.
22. Балагуров А.М. и др. ОИЯИ, Р14-86-39, Дубна, 1986.
23. Bankwitz P. et al. JINR, E14-86-23, Dubna, 1986; Feldmann K. et al. JINR, E14-86-360, Dubna, 1986.
24. Балагуров А.М., Миронова Г.М. — В сб.: Краткие сообщения ОИЯИ, № 19-86. Дубна: ОИЯИ, 1986, с.50.
25. Колесников А.И. и др. — Письма в ЖЭТФ, 1986, т.44, с.396.
26. Белушкин А.В. и др. ОИЯИ, Р14-86-41, Дубна, 1986.
27. Белушкин А.В. и др. ОИЯИ, Р14-86-429, Дубна, 1986.
28. Мошкин В.В. и др. ОИЯИ, Р14-86-171, Дубна, 1986.
29. Войтов А.И. и др. ОИЯИ, РЗ-86-155, Дубна, 1986.
30. Гомозов Л.И. и др. ОИЯИ, Р14-86-409, Дубна, 1986.
31. Комова О.В., Головачева Е.В. ОИЯИ, Р19-86-450, Дубна, 1986.
32. El-Ashry F.M. et al. JINR, E14-86-388, Dubna, 1986.
33. Вагов В.А. и др. ОИЯИ, Р10-86-562, Дубна, 1986.
34. Нитц В.В. и др. ОИЯИ, Р10-86-270, Дубна, 1986.
35. Островной А.И. ОИЯИ, Р10-86-271, Дубна, 1986.
36. Балагуров А.М. и др. ОИЯИ, Р10-86-313, Дубна, 1986.
37. Бойя Я. и др. ОИЯИ, Р10-86-574, Дубна, 1986.
38. Замрий В.Н., Роганов А.Б. ОИЯИ, Р13-86-106, Дубна, 1986.
39. Денисов В.Д. и др. ОИЯИ, Р13-86-140, Дубна, 1986.
40. Вайдхазе Ф. и др. ОИЯИ, Р10-86-468, Дубна, 1986.

ЛАБОРАТОРИЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ И АВТОМАТИЗАЦИИ

В 1986 году усилия коллектива лаборатории были направлены на развитие и эффективное использование центрального вычислительного комплекса, дальнейшее развитие локальной вычислительной сети ОИЯИ и математического обеспечения базовых ЭВМ. Продолжались работы по эффективному использованию устройств обработки камерных снимков; получили развитие численные и качественные методы решения нелинейных задач математической физики в связи с исследованиями, проводимыми в ОИЯИ. Созданы комплексы программ обработки экспериментальных данных.

РАЗВИТИЕ И ЭФФЕКТИВНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЦЕНТРАЛЬНОГО ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА ОИЯИ

1. Повышена надежность ЭВМ ЕС-1060 и ЕС-1061. На ЕС-1061 расширена на 1,6Гбайт внешняя память на магнитных дисках, общий объем которой сейчас составляет 4Гбайт, произведена замена накопителей на магнитной ленте на более надежные (производства НРБ). На ЭВМ CDC-6500 взамен вырабо-

тавших ресурс накопителей установлены контроллер и 3 накопителя на магнитных дисках по 200Мбайт каждый, сдан в опытную эксплуатацию мультиплексор терминалов на 32 входа.

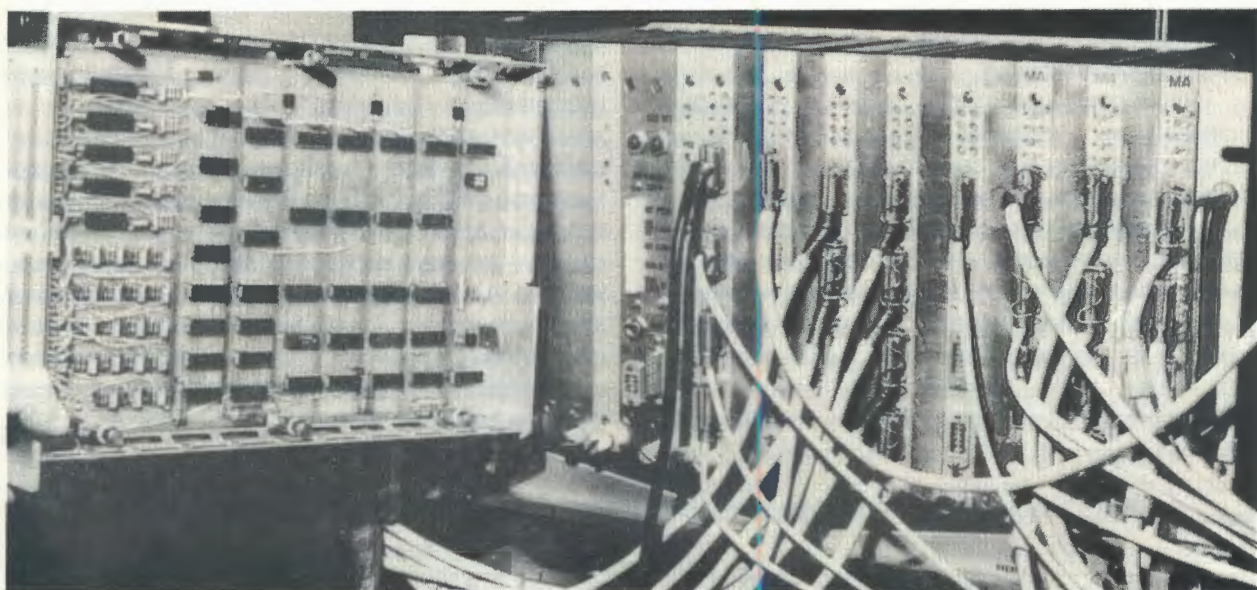
2. Существенное развитие получила локальная терминальная сеть ОИЯИ. К сети подключено 102 терминала в различных подразделениях Института, ЭВМ ЕС-1060, CDC-6500, ЕС-1010 и БЭСМ-6 (ЛВТА), машины PDP-11/70 (ЛНФ), СМ-4 (ОНМУ) и несколько персональных ЭВМ.

3. Введен в эксплуатацию на базовых ЭВМ серии ЕС новый вариант операционной системы, обеспечивающий обслуживание общих для ЕС-1060 и ЕС-1061 29-мегабайтных дисководов, а также связь с ЭВМ ЕС-1010, подключение к ЕС-1060 устройств управления дисплейных комплексов ЕС-7920 и работу магнитофонов ЕС-5612 М1. Подготовлен новый вариант системы сопровождения перманентных файлов, обеспечивающий динамический контроль за хранением информации пользователей на дисковой памяти ЕС ЭВМ.

Внедрена на ЕС-1060 и ЕС-1061 новая версия библиотеки программ общего назна-

Внешняя память ЭВМ ЕС-1061 на магнитных дисках расширена на 1,6Гбайт. Общий объем достиг 4Гбайт.





Мультиплексор терминалов позволил подключить дополнительно 32 терминала к ЭВМ CDC-6500.

чения, проведены работы по переводу библиотеки физических программ CPC (Computer Physics Communications) с ЭВМ CDC-6500 на ЕС ЭВМ. Создан комплекс программ для обеспечения удобных средств работы с библиотечными наборами данных в рамках операционной системы ОС ЕС.

На ЭВМ CDC-6500 существенно улучшены аппарат работы с библиотекой CPC и средства хранения ее архивов на дисковой и ленточной памяти^{/1-4/}.



РАЗВИТИЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИСТЕМ АНАЛИТИЧЕСКИХ ВЫЧИСЛЕНИЙ НА ЭВМ

Получили развитие программные средства для аналитических вычислений на ЭВМ. На ЕС-1061 и ЕС-1060 внедрена система REDUCE-3.1. Возможности ЭВМ ЕС-1061 позволяют использовать систему REDUCE-3 в полном объеме (с интегратором, факторизацией, блоком решения систем уравнений и т.д.). На ЕС-1060 работа системы организована в нескольких вариантах, в зависимости от решаемой задачи и от наличия оперативной памяти.

Проведена работа по организации библиотеки программ на REDUCE-3. К настоящему времени в нее включены 16 пакетов. Часть наиболее общих программных пакетов будет включена в так называемую FAP (Fast-loading Program) — библиотеку ком-



пилированных модулей системы REDUCE. Библиотека существенно расширяет возможности системы.

Разработан алгоритм работы с много-разрядными числами с ориентацией на алгоритмический язык ФОРТРАН ЕС ЭВМ. Необходимость сохранять при промежуточных вычислениях намного больше шестнадцатидесятичных разрядов чисел возникает, в частности, при вычислении знакопеременных сумм, члены которых намного больше их самих. Алгоритм решения задач подобного рода может быть использован при вычислении специальных функций мате-

матический физики и матричных элементов в квантовой механике, где возникает упомянутая выше проблема. Исследованы нелинейные эволюционные уравнения седьмого порядка типа модифицированного уравнения Кортевега—де Фриза. С помощью программы FORMINT на языке аналитических вычислений PL/I-FORMAC получены необходимые условия интегрируемости таких уравнений, сводящихся к системе нелинейных алгебраических уравнений. Показано, что все интегрируемые случаи соответствуют симметриям известных интегрируемых уравнений пятого порядка того же типа^{15-6/}.

ЭКСПЛУАТАЦИЯ БАЗОВЫХ ЭЛЕКТРОННО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ МАШИН

ЭВМ	Годовой план, ч	Общее полезное время счета за год, ч	Среднесуточное полезное время, ч	Число пропущенных задач
ЕС-1061	5500	6412	18,6	145059/90135*
ЕС-1060	5500	6342	18,4	55769/18402*
CDC-6500	7000	7621	21,5	173376/14873*
БЭСМ-6	6000	7168	21,0	53349/18849*

* Число задач, пропущенных с терминалов.

СОЗДАНИЕ И РАЗВИТИЕ СРЕДСТВ И МЕТОДОВ ВИЗУАЛЬНОЙ СВЯЗИ С ЭВМ

Массовое распространение персональных компьютеров с открытой для расширения архитектурой вызвало поток разработок графических контроллеров для них. Однако до настоящего времени отсутствует стандарт, регламентирующий выбор графических функций для этих станций. Исследована возможность использования CGI (Computer Graphics Interface) — проекта стандарта на основе подмножества элементов CGI, концептуально не противоречащих GKS (Graphical Kernel System).

Исследована методика и созданы программы для графического представления результатов моделирования в ряде задач вычислительной математики (исследование состояний полярона, нахождение связанных солитоноподобных состояний в длинном джозефсоновском переходе с неоднородностью, эволюция возмущений в тонкой капиллярной струе). Сформулированы предварительные общие требования к графическому представлению результатов модели-

рования для такого рода задач. Показано, что предложенная методика и программы могут быть использованы в других областях графического представления и анализа данных^{7,10/}.

РАЗВИТИЕ МЕТОДОВ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭВМ НА ЛИНИИ С ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫМИ УСТАНОВКАМИ

Создана и введена в эксплуатацию на ЭВМ ЕС-1060 и ЕС-1061 высокопроизводительная система массовой обработки первичных данных со спектрометра БИС-2. Основными функциональными звеньями системы являются программы калибровки, распознавания, геометрической реконструкции и определения параметров многолучевых событий. Предложен подход, методы и программные средства организации массовых процессов для широкого класса задач обработки данных на ЭВМ коллективного пользования. Принципиальными моментами нового подхода являются автосопровожде-

ние базы данных с сохранением очередей многотомных наборов информации и организация узловых точек.

В рамках данного подхода сокращаются потери различного рода ресурсов, обеспечивается повышение скорости и надежности массовых процессов как в идеализированных условиях, так и в реальных, при достижении устойчивого 5 ÷ 6-кратного увеличения производительности системы массовой обработки.

Завершается создание и тестирование на смоделированной информации программных модулей распознавания и определения параметров траекторий для нейтринного детектора. Исследованы различные алгоритмы распознавания, в том числе так называемый метод обучающей статистической выборки. На настоящем этапе наиболее предпочтительной представляется методика слежения по треку, обеспечивающая на выбранной модели приемлемую эффективность автоматического распознавания траекторий в неоднородном тороидальном магнитном поле^{/8/}.

Проведена модернизация комплекса программ для моделирования нейтронных сечений и их функционалов в области неразрешенных резонансов. Алгоритм основан на методе Монте-Карло, на использовании распределения плотности вероятности сечений, сравнении расчетных величин сечений и пропусков с экспериментальными данными.

Оптимизирован метод расчета детальной энергетической зависимости сечений за счет существенного сокращения объема памяти для массивов сечений и вычисления элементов матрицы по аналитическим формулам. В результате время счета на точку энергетической шкалы уменьшилось в три раза^{/9/}. Предложен малопараметрический метод аппроксимации функций и создана программа для робастной минимизации квадратичного функционала, нелинейно зависящего от параметров^{/11,12/}.

СОЗДАНИЕ И РАЗВИТИЕ АВТОМАТИЧЕСКИХ И ПОЛУАВТОМАТИЧЕСКИХ СИСТЕМ ОБРАБОТКИ КАМЕРНЫХ СНИМКОВ

В аппаратуру ПУОС включены блоки групповой передачи координат измеренных точек, реализован программный блок приема информации проекциями треков.

Разработан канал связи спирального измерителя с ЕС ЭВМ для передачи данных измере-

ний. Канал реализован на базе локальной системы терминалов ЕС-7920 с использованием протокола малого интерфейса. Со стороны СИ прием-передача данных осуществляется по магистрали крейта КАМАК. Программы обмена работают на малой ЭВМ ТРА/i, входящей в состав СИ. Передачей данных между устройством группового управления ЕС-7922 и ЕС ЭВМ управляет программа, работающая в режиме реального времени с использованием стандартного супервизора.

Исследованы точностные характеристики и эффективность выделения треков спиральным измерителем при обработке снимков со спектрометра РИСК. Результаты сравнительного анализа данных, полученных на СИ и ПУОС, свидетельствуют о том, что параметры СИ соответствуют требованиям, предъявляемым к измерительным системам обработки снимков со стримерных камер. Эффективность обработки на СИ близка к эффективности ПУОС, а точность и производительность СИ в рассмотренной системе обработки примерно в 1,5 раза выше^{/13,14/}.

Создан базовый комплекс программ опознавания и обработки реперных крестов и номера кадра в системе НРД. Метод поиска центров реперных крестов основан на хорошо известном гистограммировании. За счет применения ряда специальных приемов удалось сократить время обработки пары реперных крестов на ЭВМ CDC-1604A до 40 ÷ 200 мс, освободив остальное время процессора для фильтрации трековой информации.

Алгоритм определения номера кадра реализован на языке CODAP-1 ЭВМ CDC-1604A. Время обнаружения и декодирования номера кадра в зависимости от качества пленки составляет от 40 до 250 мс. За это время измерительный стол НРД проходит расстояние от 1 до 6 мм.

Разработаны алгоритмы и созданы программы управления измерительными каретками и фильмопротяжным устройством НРД. Алгоритм управления обеспечивает перемещение измерительных кареток в заданное положение с точностью 25 ÷ 50 мкм за время не более 3 с. Под управлением созданной программы фильмопротяжное устройство обеспечивает установку пленки с фиксацией в фильмовом окне с точностью 0,3 ÷ 0,6 мм и возможностью определения фактического положения служебной информации на кадре с точностью до 60 мкм вдоль пленки^{/15/}.

Для измерения снимков с жидководородных пузырьковых камер в режиме ми-

нимального управления разработан программный комплекс, рассчитанный на использование специализированного процессора НР. Основные задачи комплекса: организация и управление измерительным процессом, оперативная обработка поступающей информации, оценка качества полученных результатов, диагностика ошибок в системе и принятие решений, оптимизация режима оцифровки снимка на НРД в процессе сканирования, формирование выходного файла, фильтрация треков и распознавание событий^{/16/}.

Создан комплекс программ управления автоматом АЭЛТ-2/160, который позволяет организовать сканирование и съем данных, отображение информации, диалог между человеком и ЭВМ СМ-4. Применение драйверов позволило организовать операции управления автоматом в стандарте операционной системы. Использование управления автоматом в режиме прерываний дает возможность освободить процессор ЭВМ для выполнения других операций во время диалога и сканирования. Мультипрограммная организация диалоговой обработки фотоизображений с установки МИС позволяет поднять производительность АЭЛТ-2/160 на 20 ÷ 30%. Разработан и создан новый вариант аппаратуры управления дисплеем-монитором в измерительной системе АЭЛТ-2/160 на линии с ЭВМ СМ-4. Данный вариант аппаратуры управления дисплеем-монитором состоит из трех блоков КАМАК и имеет следующие отличительные особенности: оперирование полными 16-разрядными координатами точек; возможность занесения данных в память блока управления как из ЭВМ, так и из отсчетного канала; возможность выполнения функций выделения зоны, масштабирования и сдвига изображения^{/17-19/}. При помощи полуавтоматических устройств ПУОС—САМЕТ измерено 476,8 тыс. треков событий на снимках с камер ЛВЭ и ЛЯП. На сканирующем автомате НРД обеспечен ресурс в объеме 2856 часов для проведения массовой обработки снимков, на АЭЛТ-2/160 — ресурс в объеме 2700 часов для измерения снимков с установки МИС.

СОЗДАНИЕ И РАЗВИТИЕ МЕТОДОВ И ПРОГРАММ ОБРАБОТКИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ

Для экспериментов в области релятивистской ядерной физики требуются детекторы, обладающие 4π-геометрией, избиратель-

ностью и высоким пространственным и временным разрешением. К такому классу детекторов относится гибридный спектрометр ГИБС, представляющий собой соединение стримерной камеры, бесфильмового спектрометра на пропорциональных камерах и триггерных систем. Для этой установки разработана и создана автоматизированная система математической обработки получаемых на ней данных. Система обеспечивает автоматический счет данных по заданным цепочкам программ, разбор и предварительный анализ результатов счета. На основе программных модулей системы "Гидра" и программы FOWL создан пакет программ для моделирования экспериментов на гибридном спектрометре^{/20/}.

Разработан алгоритм, предназначенный для автоматического выбора физических гипотез из результатов кинематической идентификации событий по заданным критериям сбора с учетом визуальных оценок почернения изображений следов частиц, которые производятся при предварительном просмотре. Алгоритм испытан на данных трех экспериментов с общим объемом событий 40 тыс. Внедрение алгоритма в практику процесса обработки позволило в несколько раз сократить сроки анализа экспериментальных данных и существенно упростить этот процесс^{/21/}.

Исследована модель изображения стримерного трека на фоне равномерного шума, учитывающая эффекты перекрытия и поглощения стримеров друг другом. Предложен экономичный алгоритм обработки данных оцифровки модельного изображения, допускающий параллельную реализацию. Проверка метода на модельных данных показала его высокую надежность, сравнимую с той, которую дает ручная обработка. Предложена формализованная математическая модель распознавания треков элементарных частиц среди двумерного множества точек, полученных при оцифровке изображения. Алгоритм распознавания, проверенный на монтекарловской модели данных с водородной пузырьковой камеры, показал высокую эффективность^{/22,23/}.

ИССЛЕДОВАНИЯ ПО РЕЛЯТИВИСТСКОЙ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКЕ И ФИЗИКЕ РЕЗОНАНСОВ

Завершен определенный этап анализа данных об импульсных спектрах протонов

и дейтронов, выпускаемых под углом $0,139$ рад во взаимодействиях дейтронов с импульсом 9 ГэВ/с с ядрами водорода, дейтерия и углерода. Спектр недостающих масс в реакции $dp \rightarrow pX$ при 9 ГэВ/с был проанализирован с целью поиска сигнала об образовании дибарионных резонансов в области $2 < M_x < 2,5$ ГэВ/с².

Сделана оценка верхней границы сечения образования узких резонансных состояний в указанной реакции. В спектрах недостающих масс для реакций $dp \rightarrow dX$ и $dd \rightarrow dX$ при 9 ГэВ/с наблюдаются особенности резонансного типа вблизи значений масс, отвечающих известным нуклонным резонансам $N^*(1410)$, $N^*(1520)$ и $N^*(1680)$.

Определены дифференциальные сечения возбуждения этих резонансов в глубоконоупругом дейтрон-ядерном рассеянии при $p_0 = 9$ ГэВ/с и передаче импульса $t \approx 1,43$ (ГэВ/с)². При исследовании реакции $A(d,p)X$ при 9 ГэВ/с в области больших поперечных импульсов протонов обнаружена универсальность высокоимпульсных частей протонных спектров, т.е. независимость их формы от ядра-мишени. Анализ спектра протонов в реакции ${}^1\text{H}(d,p)X$ показал, что он удовлетворительно воспроизводится релятивистской моделью жестких столкновений с использованием структурной функции дейтрона, являющейся функцией двух независимых переменных; определены параметры этой функции^{/24-25/}. Найденны величины сечений образования $\Sigma^+/1385/$, $\Sigma^-/1385/$, $K^{*0}/892/$ -резонансов в четырехлучевых событиях с Λ -гипероном в π^-p -взаимодействиях при 16 ГэВ/с^{/26/}.

Создан комплекс программ для моделирования высокоэнергетических взаимодействий адронов и ядер с ядрами. Расчет адрон-адронных взаимодействий основан на модели кварк-глюонных струн, распространение лавины частиц в ядре рассчитывается с помощью модели внутриядерных каскадов.

Исследована статистическая (монтекарловская) модель интенсивного источника нейтронов на основе размножения в делящейся мишени частиц, генерированных в высокоэнергетических реакциях расщепления. Рассмотрено изменение характеристик источника при переходе от гомогенного делящегося блока к мишени, содержащей теплоноситель. Для генерирующего пучка прото-

нов с энергией 1 ГэВ суммарный выход нейтронов и тепловыделение уменьшаются при этом приблизительно вдвое^{/27/}.

РАЗРАБОТКА ПРИКЛАДНЫХ МЕТОДОВ ВЫЧИСЛЕНИЙ

Разработан и реализован в виде комплекса программ экономичный численный метод на последовательности сеток решения внешней задачи Неймана для уравнения Лапласа в области, дополнительной к параллелепипеду с квадратичным сечением. Исследованы свойства матрицы, аппроксимирующей граничное интегральное уравнение. Обоснована сходимость используемого итерационного процесса, получены оценки вычислительной работы. Построен экономичный алгоритм учета пространственных симметрий при решении граничного интегрального уравнения для гармонической функции. На основе этого алгоритма и метода разделения области создан комплекс программ, предназначенный для учета краевого условия на бесконечности в пространственных задачах магнитостатики. Реализован итерационный процесс на последовательности сгущающихся сеток^{/28,30/}.

Использованы численные алгоритмы расчетов на последовательности сеток для исследований зависимости распределения поля от тока в обмотке с учетом насыщения железного сердечника в магнитах синхротрона СПИН. Расчеты проведены с помощью комплекса программ GRIDS, реализующего указанные алгоритмы для решения двумерных задач магнитостатики в магнитах прямоугольной конфигурации^{/29/}.

Получены новые приближенные формулы с заданным порядком точности для континуальных интегралов по гауссовой мере, построено семейство приближенных формул с весом для континуальных интегралов по условной мере Винера. Проведено исследование с помощью построенных приближенных формул топологических эффектов в некоторых моделях квантовой механики на континуальном уровне без решеточной дискретизации^{/31/}.

Исследованы явление размывания разрыва, которое наблюдается при численном моделировании динамики флюксонов, устойчивость солитонов разрядки в модели бозе-газа и взаимодействие квазисолитонов в рамках нелинейного уравнения Дирака.

Получены новые классы точных решений n -солитонного типа в ряде релятивистских и нерелятивистских моделей^{/32-34/}.

Выполнены исследования и создана оригинальная схема вариационного расчета уровней энергии квантовомеханической системы трех тел с кулоновским взаимодействием в сфероидальных координатах, которые более всего соответствуют описанию мезомолекулярных систем. Схема включает в себя решение нелинейных спектральных задач и основана на методе обратных итераций с регуляризацией. Она позволяет решить уравнение Шредингера в трехмерной постановке и исключить ошибки, связанные с понижением размерности пространства. Проведены расчеты характеристик слабосвязанных вращательно-колебательных состояний мезомолекул $dd\mu$ и $dt\mu$, являющихся ключевыми в теории мю-катализа, с наилучшей на сегодняшний день точностью $10^{-3} \div 10^{-4}$ эВ, с использованием до 1500 опорных функций. Проведены исследования и разработаны вычислительные схемы решения нелинейных граничных и спектральных задач для интегродифференциальных уравнений, основанные на дискретном представлении эволюционных процессов ньютоновского типа и аппроксимации уравнений методами конечных разностей. Схемы имеют высокую устойчивость в окрестностях точек бифуркации.

Выполнены широкие численные исследования характеристик джозефсоновских переходов с неоднородностями, в результате чего обнаружены новые флюксонные состояния^{/35, 36/}.

АСУ ОИЯИ

Разработано и создано программное обеспечение подсистемы учета материальных ценностей АСУ ОИЯИ. Общая архитектура базы данных подсистемы реализована с использованием единого массива первичных документов в среде системы управления базами данных /СУБД/ ОКА. Доступ к базе данных осуществляется на основе концепции виртуальных файлов, что обеспечило независимость программного обеспечения от СУБД. Исследованы языковые средства прикладного программирования в информационной системе ИСК-3, позволяющие выполнять поиск и выборку записей файлов базы данных. Языковые средства представлены языком манипулирования данными.

Программы реализованы на ЭВМ БЭСМ-6.

Создан генератор программ доступа к единому массиву первичных документов для некоторого класса задач автоматизированных систем управления организационного типа^{/37-40/}.

НАУЧНО-ПРИКЛАДНЫЕ РАБОТЫ

Для использования в медицине выполнены разработки телевизионных камер на ПЗС-матрицах с целью регистрации и ввода



Телевизионная камера на основе матрицы приборов с зарядовой связью (ПЗС) позволяет получать изображение в цифровой форме для обработки на ЭВМ с целью выделения полезного изображения на фоне помех.

в ЭВМ изображений. Для автомата АЭЛТ-2/160 созданы программы автоматического прослеживания полутонных интерференционных линий. Созданы комплексы программ системы речевого вывода и САПР

печатных плат для микроЭВМ и программное обеспечение телевизионного устройства ввода в ЭВМ графической и текстовой документации^{/41,42/}.

ЛИТЕРАТУРА

1. Говорун Н.Н. и др. ОИЯИ, Д11-86-702, Дубна, 1986.
2. Кореньков В.В. и др. ОИЯИ, Р11-86-95, Дубна, 1986.
3. Заикин Н.С. и др. ОИЯИ, Р11-86-676, Р11-86-677, Дубна, 1986.
4. Емелин И.А. и др. ОИЯИ, Р11-86-654, Дубна, 1986.
5. Пойда В.Ю., Ростовцев В.А. ОИЯИ, Р11-86-526, Дубна, 1986.
6. Гердт В.П., Жарков А.Ю. ОИЯИ, Р5-86-371, Дубна, 1986.
7. Кирилов А.С. ОИЯИ, Р10-86-633, Дубна, 1986.
8. Евсиков И.И., Иванченко З.М. и др. — В сб.: IV Всесоюзный семинар по автоматизации научных исследований в ядерной физике и смежных областях. Протвино: изд. ИФВЭ, 1986, с. 76.
9. Нефедьева Л.С. и др. ОИЯИ, Р10-86-124, Дубна, 1986.
10. Смолякова Т.Ф. ОИЯИ, Р10-86-382, Дубна, 1986.
11. Злоказов В.Б. ОИЯИ, Р11-86-135, Дубна, 1986.
12. Злоказов В.Б. ОИЯИ, Р10-86-618, Дубна, 1986.
13. Калмыкова Л.П. и др. ОИЯИ, Р10-86-623, Дубна, 1986.
14. Беляев А.В. и др. ОИЯИ, Р10-86-624, Дубна, 1986.
15. Беляев А.В. и др. ОИЯИ, Р10-86-609, Р10-86-610, Р10-86-613, Дубна, 1986.
16. Багинян С.А. и др. ОИЯИ, Р10-86-472, Р10-86-528, Дубна, 1986.
17. Баранчук М.К., Семейкин А.Ю. ОИЯИ, Р10-86-318, Дубна, 1986.
18. Баранчук М.К. и др. ОИЯИ, Р10-86-331, Дубна, 1986.
19. Голяс Ю.Е. и др. ОИЯИ, Р10-86-660, Дубна, 1986.
20. Абдурахимов А.У. и др. ОИЯИ, Р10-86-611, Р10-86-612, Дубна, 1986.
21. Балгансурен Я. и др. ОИЯИ, Р10-86-412, Дубна, 1986.
22. Кулюкина Л.А. и др. ОИЯИ, Р10-86-342, Дубна, 1986.
23. Иоселиани Ц.И. и др. ОИЯИ, Р10-86-666, Дубна, 1986.
24. Ажгирей Л.С. и др. ОИЯИ, Р13-86-52, Р13-86-164, Р1-86-728, Р1-86-729, Дубна, 1986.
25. Зрелов П.В., Иванов В.В. ОИЯИ, Р10-86-547, Дубна, 1986.
26. Карнаузов В.М. ОИЯИ, Р1-86-373, Дубна, 1986.
27. Барашенков В.С. и др. ОИЯИ, Р2-86-226, Р2-86-548, Дубна, 1986.
28. Жидков Е.П. и др. ОИЯИ, Р11-86-230, Р11-86-333, Дубна, 1986.
29. Айрян Э.А. и др. ОИЯИ, Р11-86-80, Дубна, 1986.
30. Акишин П.Г. и др. ОИЯИ, Р11-86-534, Дубна, 1986.
31. Жидков Е.П., Лобанов Ю.Ю. ОИЯИ, Р2-86-433, Дубна, 1986.
32. Маханьков В.Г., Мырзакулов Р. ОИЯИ, Р5-86-206, Р5-86-356, Дубна, 1986.
33. Катыхиев Ю.В., Мырзакулов Р. ОИЯИ, Р17-86-90, Дубна, 1986.
34. Маханьков В.Г. и др. ОИЯИ, Р17-86-94, Дубна, 1986.
35. Бояджиев Т.Л. и др. ОИЯИ, Р17-86-506, Е17-86-637, Дубна, 1986.
36. Радев С.П. и др. ОИЯИ, Р5-86-653, Р5-86-699, Дубна, 1986.
37. Говорун Н.Н. и др. ОИЯИ, Р10-86-165, Дубна, 1986.
38. Маркова Н.Ф. и др. ОИЯИ, Р10-86-178, Дубна, 1986.
39. Ершов А.М. ОИЯИ, Р10-86-334, Дубна, 1986.
40. Ершова Т.А. ОИЯИ, Р10-86-96, Дубна, 1986.
41. Коженкова З.И., Пахомов В.Л. ОИЯИ, Б1-10-86-661, Дубна, 1986.
42. Горшков В.А., Пахомов В.Л. ОИЯИ, Р11-86-778, Дубна, 1986.

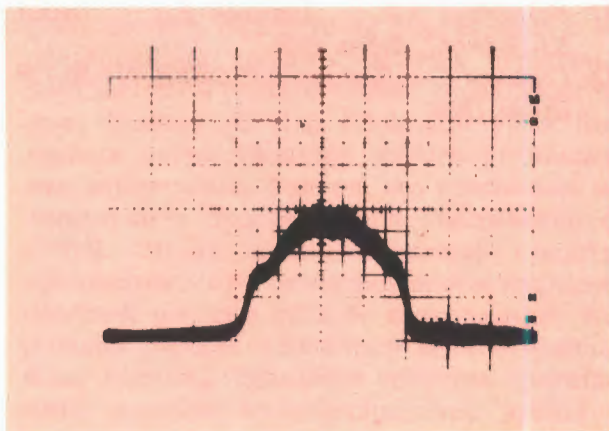
ОТДЕЛ НОВЫХ МЕТОДОВ УСКОРЕНИЯ

Основные усилия коллектива Отдела новых методов ускорения были направлены на реализацию программы создания ускорителя тяжелых ионов, основанного на принципе коллективного метода ускорения (проект КУТИ-20), на развитие методики координатных детекторов, на работы, связанные с созданием ускорительно-накопительного комплекса ИФВЭ (Протвино).

РАБОТЫ ПО КОЛЛЕКТИВНОМУ МЕТОДУ УСКОРЕНИЯ

Осуществлен комплексный запуск первой очереди КУТИ-20, рассчитанного, как известно, на ускорение электронно-ионных колец, сильно перегруженных по массе ионами (суммарная масса ионов в кольце должна превышать более чем в 40 раз суммарную релятивистскую массу электронов). Следовательно, ускоренные электронно-ионные кольца должны иметь продольную скорость, в 6 раз меньшую, чем электронные кольца, ускоренные без ионов. Скорость электронно-ионных колец, ускоренных в соленоидах со спадающим полем, определялась по времени пролета базы тремя независимыми си-

Рис. 1. Сигнал с дисектора, отображающий аксиальный размер светящегося кольца остаточного газа, возбужденного электронным кольцом после его формирования. Масштаб: 6 мм/деление.



стемами: по синхротронному свету пролетающего кольца, по взаимодействию кольца с индукторами секций и по γ -излучению сброшенных электронов. Результаты измерений дали значение скорости кольца $0,07 \pm 0,01$ от скорости света, чему соответствует энергия ионов $(2,3 \pm 0,6)$ МэВ/нуклон. Набор энергии ионов при прохождении каждой ускоряющей секции составил $0,8 \div 1$ МэВ/нуклон. Подобные измерения были также проведены для ионного пучка, очищенного от электронов после выхода из поля соленоида^{1/}.

Создано устройство, позволяющее осуществлять оперативный контроль и настройку размеров электронного кольца по свечению остаточного газа. Размер светящейся области (рис. 1) измеряется с помощью системы, состоящей из электронно-оптического преобразователя (ЭОП) и дисектора, соединенных волоконно-оптическим контактом. Пороговая чувствительность такой системы на пять порядков ниже системы ЭОП — фотопленка и составляет в условиях КУТИ-20 10^{-6} А·торр^{2/}.

Предложен способ получения в адгезаторе колец меньшего конечного радиуса, основанный на инъекции электронного

Рис. 2. "Автограф" пучка на выходе секции ЛУЭК, оставленный на мишени.



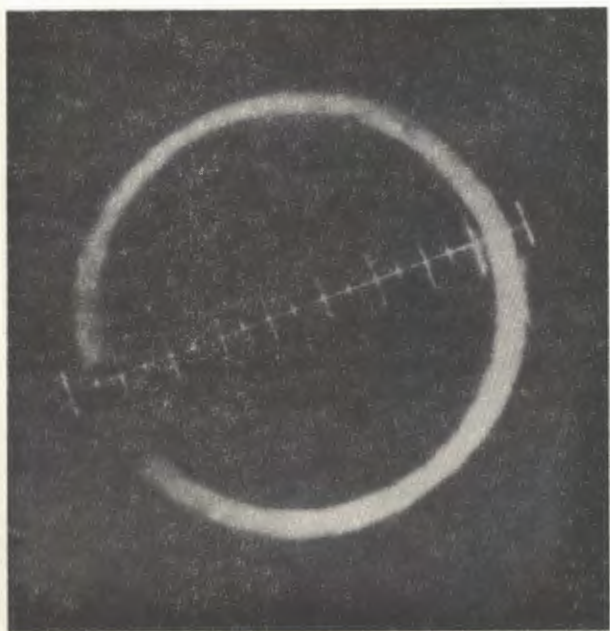
пучка в магнитное поле, имеющее большой момент. Такой способ позволяет увеличить ускоряющую способность электронных колец и уменьшить требования к возмущениям ведущего магнитного поля в ускоряющей системе^{3/}.

Создана вторая очередь ЛУЭК-20 в составе трех секций и комплекс электронной аппаратуры для управления их наладкой. Проведена посекционная наладка режима ускорения электронного пучка (рис. 2), которая показала, что на электронном стенде можно провести отработку всех систем второй очереди^{4/}.

Выполнена совместная с ИФП АН СССР (Горький) работа по модификации индукционной ускоряющей секции, и на высоком уровне мощности $10 \div 20$ МВт получено СВЧ-излучение в миллиметровом диапазоне длин волн^{5/}. Эти эксперименты показали перспективность такой генерации СВЧ-излучения и его использования в новых схемах ускорения.

Теоретически и экспериментально изучалось длительное удержание (до 40 мс) электронно-ионных колец в сжатом состоянии на базе прототипа коллективного ускорителя тяжелых ионов^{6/}. Полученные результаты, указывающие на сохранение плотности заряда кольца (рис. 3) в течение длительного удержания и на накопление ионов, являются предпосылкой для создания спектроскопического источника тяжелых ионов путем реконструкции прототипа.

Рис. 3. "Автограф" выведенного электронного кольца после его удержания в адгезаторе в течение 20 мс.



НОВЫЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ РАЗРАБОТКИ

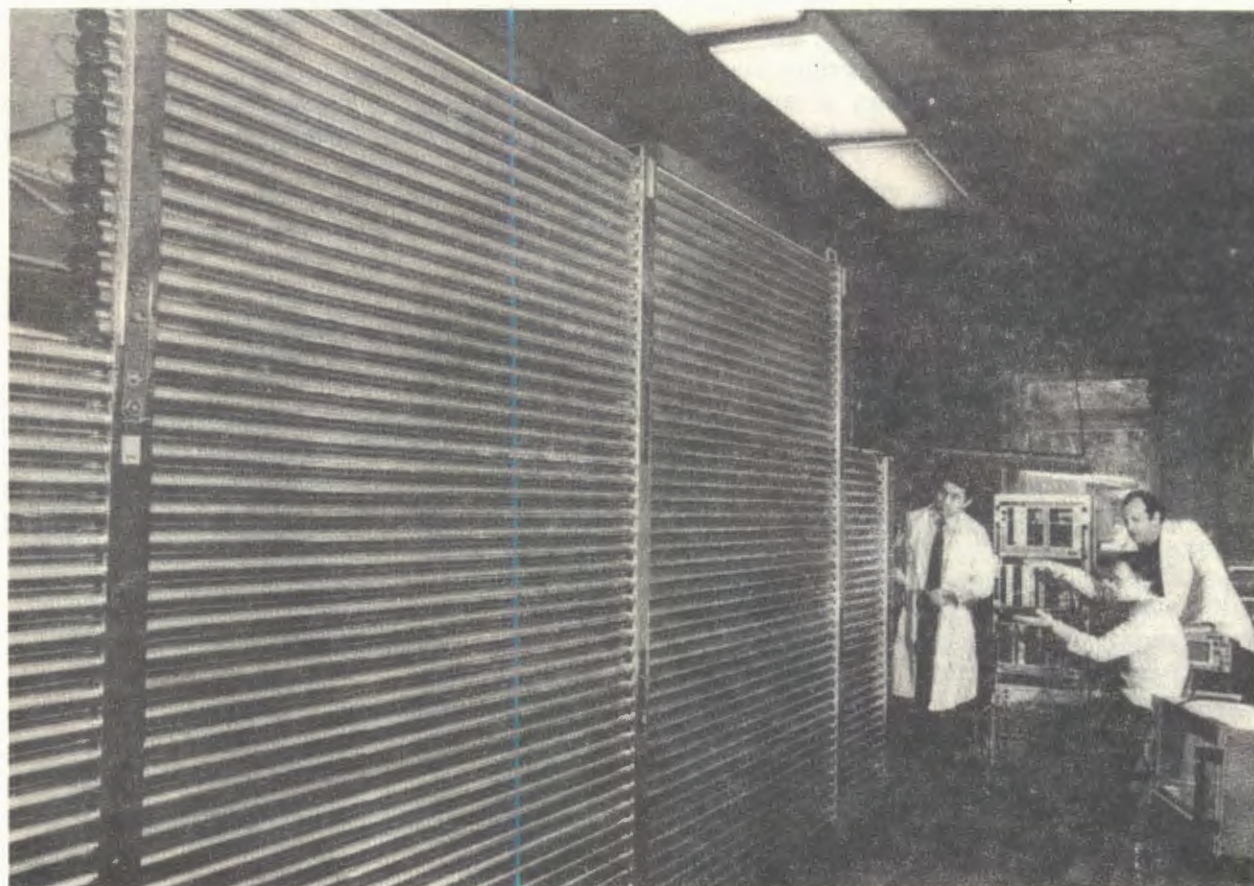
Полностью завершено комплектование нейтринного детектора дрейфовыми камерами и электроникой к ним. На нейтринном пучке в ИФВЭ осуществлен комплексный запуск системы координатных детекторов этой установки.

РАЗРАБОТКА СТАНДАРТНЫХ КООРДИНАТНЫХ ДЕТЕКТОРОВ

Разработанные ранее различные типы камер с катодами из алюминиевой фольги в процессе многолетней эксплуатации в различных экспериментах показали хорошие характеристики и стабильность в работе. Это позволило перейти к разработке стандартных детекторов, предназначенных для большого тиражирования и внедрения в эксперименты.

Изготовлен первый образец камеры размером $0,9 \times 1,3$ м². Испытания, проведенные на стенде с радиоактивным источником, дали удовлетворительные результаты. Проработана технология серийного изготовления, и заключены договоры с ИТЭФ (Москва) и ИАЭ (Москва) о совместном изготовлении большой партии таких камер силами участвующих групп.

Создание больших экспериментальных установок с использованием пропорциональных камер предъявляет особые требования к электронике: идентичность каналов и взаимозаменяемость, высокая надежность, простота настройки и регулировки, потребляемая мощность, габариты, стоимость и др. Предпринята попытка создания электроники считывания, удовлетворяющей перечисленным выше требованиям. Основу этой электроники составляет карта считывания с 32 сигнальных нитей РПК-32, которая устанавливается непосредственно на камере. Размеры этой карты таковы, что при расположении с двух сторон камеры она позволяет организовывать считывание информации с камеры с 2 мм шагом сигнальных нитей. Эта карта производит непрерывное считывание и запоминание информации с каждой сигнальной нити и хранение ее в течение 16 временных интервалов, Минимальный размер одного временного интервала выбран равным 65 нс. Порог чувствительности схемы может регулироваться в широких пределах. Минимальный порог со стандартной камерой $0,9 \times 1,3$ м² составляет 4 мкА и обеспечивает достаточно большое плато по



Испытания координатной плоскости из дрейфовых трубок для комплекса "Меченые нейтрино".

напряжению на камере. В ближайшее время начнется массовое изготовление этой электроники.

Создание регистрирующей электроники в объеме десятков и сотен тысяч регистрирующих каналов практически не представляется возможным без автоматизации процесса настройки и контроля параметров. Первая система наладки электроники в процессе изготовления была создана в ОНМУ еще в 1981 году на основе микропроцессорной системы. В 1986 г. создана новая система настройки электроники, которая в настоящее время подготовлена для наладки серийной продукции.

УЧАСТИЕ В СОЗДАНИИ КОМПЛЕКСА "МЕЧЕННЫЕ НЕЙТРИНО"

Вклад ОНМУ в создание комплекса — детекторная часть мюонного спектрометра с электроникой. Для определения положения пролетающей частицы используется метод измерения координаты по времени дрейфа в дрейфовых трубах. В сравнении с применявшимися ранее для этой цели дрейфовыми камерами использование труб,

поставляемых промышленностью, позволяет сократить объем механических работ и материальных затрат, а также время сборки детектора. В качестве основного элемента конструкции выбрана труба из алюминиевого сплава диаметром 50 мм с толщиной стенки 0,75 мм, длиной до 5 м. Внутри трубы, по центру, натягивается золоченая вольфрамовая проволока толщиной 50 мкм, которая служит анодом. 32 таких трубы склеиваются в пакеты, плотно друг к другу, в два слоя по 16, образуя сборочный модуль координатной плоскости. Дополнительную жесткость и возможность точной стыковки модулей при сборке обеспечивают специальные ложементы из алюминиевого сплава, приклеенные к трубам. Вес такого модуля около 80 кг. Точная фиксация нитей в модуле обеспечивается при сборке. Одна координатная плоскость монтируется из 6 модулей. Разработана техническая документация на модуль и изготовлены опытные образцы. Исследования, проведенные на стенде и в пучке заряженных частиц на синхрофазотроне ЛВЭ, позволяют сделать вывод, что разработанный детектор обеспечивает хорошее пространственное разрешение (лучше 0,7 мм)

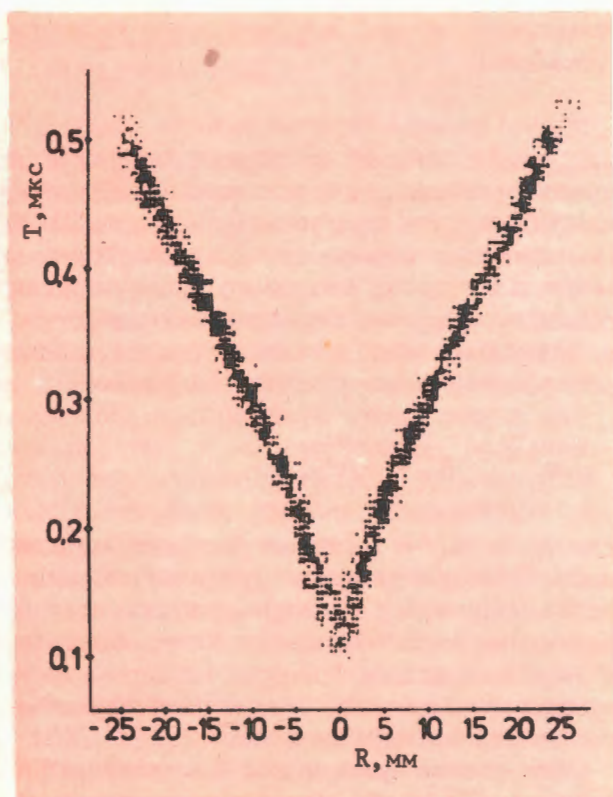


Рис. 4. Двумерная гистограмма распределения времени дрейфа в зависимости от координаты частиц в плоскости труб.

(рис. 4) и может быть принят за основу координатного детектора спектрометра мюонов. Готовится выпуск опытной партии модулей силами ОП ОИЯИ.

При разработке регистрирующей электроники для комплекса "Меченые нейтрино" решена более общая задача — создание стан-

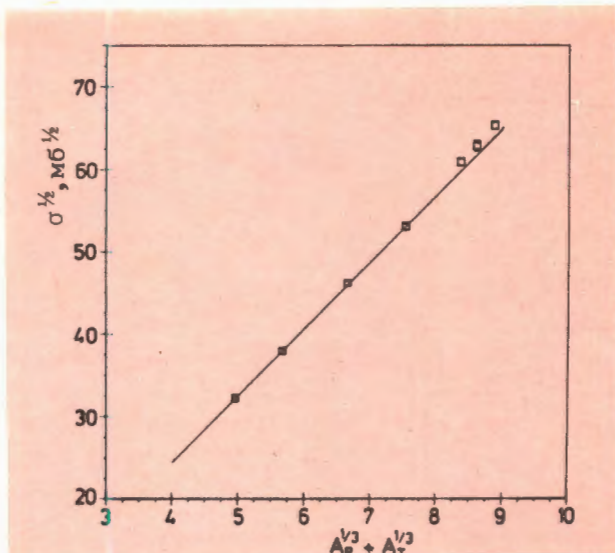


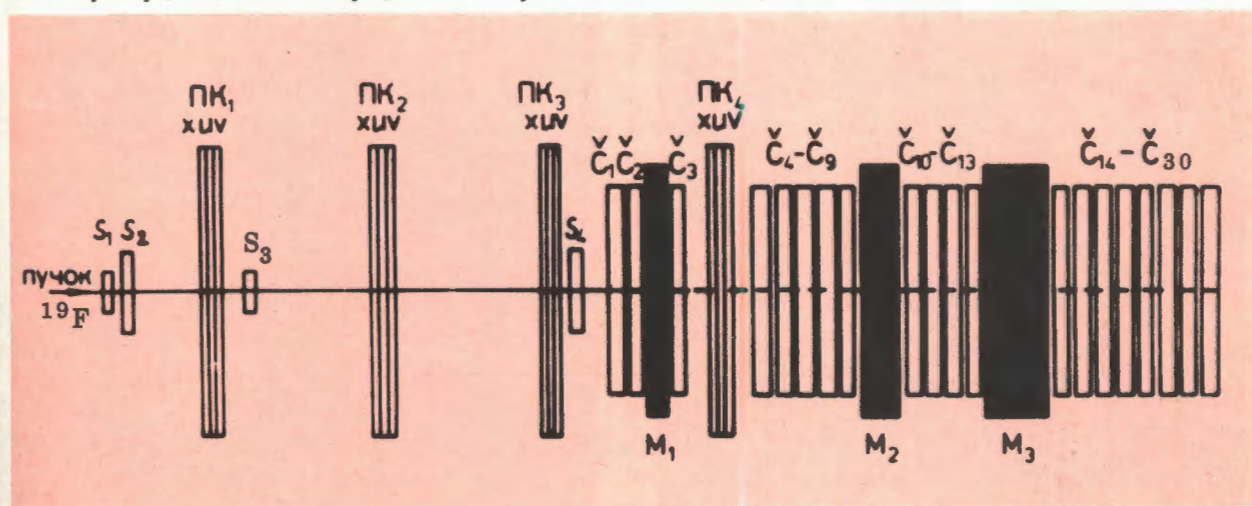
Рис. 6. Зависимость сечения $\sigma^{1/2}$ от $A_p^{1/3} + A_T^{1/3}$ (A_p и A_T — массовые числа падающего ядра и ядра мишени).

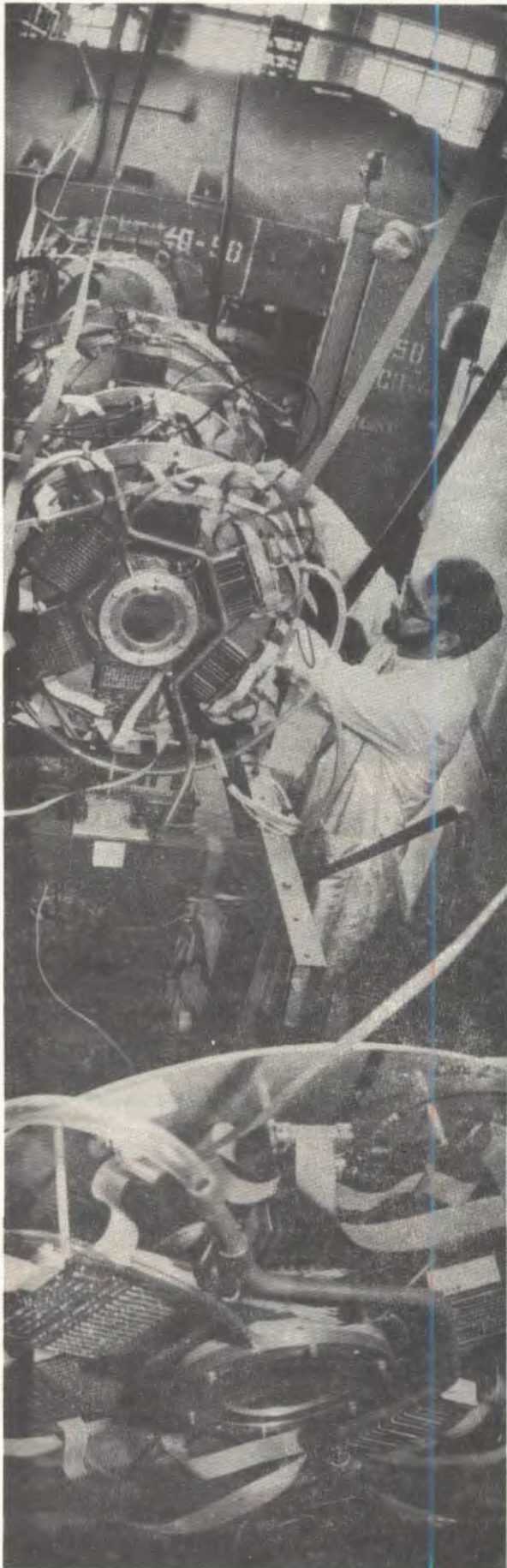
дартной электроники, которую можно использовать с широким классом дрейфовых труб и дрейфовых камер разного типа. Разработана техническая документация и изготовлены опытные образцы основных блоков.

РАЗВИТИЕ МЕТОДОВ ИССЛЕДОВАНИЯ РЕЛЯТИВИСТСКИХ ЯДЕР

С использованием основной части установки "Аномалон" (рис. 5) измерено сечение взаимодействия ^{19}F с импульсом ~ 4 ГэВ/с-нуклон с ядрами углерода, алюми-

Рис. 5. Схема экспериментальной установки: $S1-4$ — триггерные сцинтилляционные счетчики; $ПК1-4$ — пучковые пропорциональные камеры; $C1-30$ — черенковские счетчики; $M1-3$ — мишени.





Мониторные камеры пучковой части установки "Аномалон".

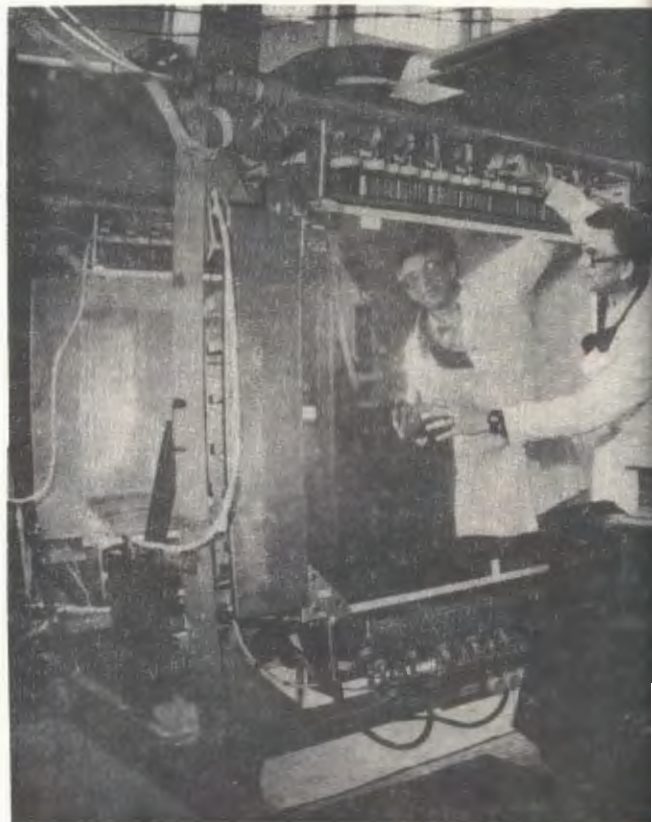
ния, меди, индия, вольфрама, висмута и урана в реакциях, когда в конечном состоянии образуются фрагменты с зарядом $Z \leq 8$. Погрешность измерений $1,5 \div 2\%$. Зависимость сечения от массового числа мишени совпадает (кроме сечения взаимодействия с тяжелыми мишенями) с предсказываемой простой геометрической моделью

$$\sigma^{1/2} \sim A_p^{1/3} + A_T^{1/3},$$

где A_p и A_T — массовые числа падающего ядра и ядра мишени (рис. 6). Сечение взаимодействия с тяжелыми ядрами от этой закономерности отклоняется, что совпадает с предсказанным ростом сечения из-за вклада кулоновского расщепления падающего ядра в поле ядра мишени¹⁷.

На основе аппаратуры "Аномалона" и магнита СП-40 на пучке синхрофазотрона создана установка, предназначенная для исследования фрагментации релятивистских ядер.

Пропорциональные камеры установки "Аномалон".



РАБОТЫ, СВЯЗАННЫЕ С СОЗДАНИЕМ УНК

С целью анализа нестационарного процесса теплопередачи в гелий от обмоток сверхпроводящих магнитов при их аварийных переходах в нормальное состояние проведены экспериментальные исследования с помощью образца на основе углеродных пленок, служивших одновременно малоинерционными нагревателями и термодатчиками. Исследования проводились при естественной конвекции насыщенного гелия как в свободных, так и в стесненных условиях. Последние моделировались помещением цилиндрического образца коаксиально в стальную трубу так, чтобы между поверхностью нагревателя-термометра и внутренней поверхностью трубки образовывался кольцевой канал с определенным зазором. Комплекс электронной аппаратуры обеспечивал проведение экспериментов на линии с ЭВМ. Нагрузка на образец подавалась в виде импульса стабилизированной мощности ступенчатой формы. Измерения проводились в интервале времен 10 мкс ÷ 1 мин с временным разрешением 50 мкс и более. Результаты получены в диапазонах удельных

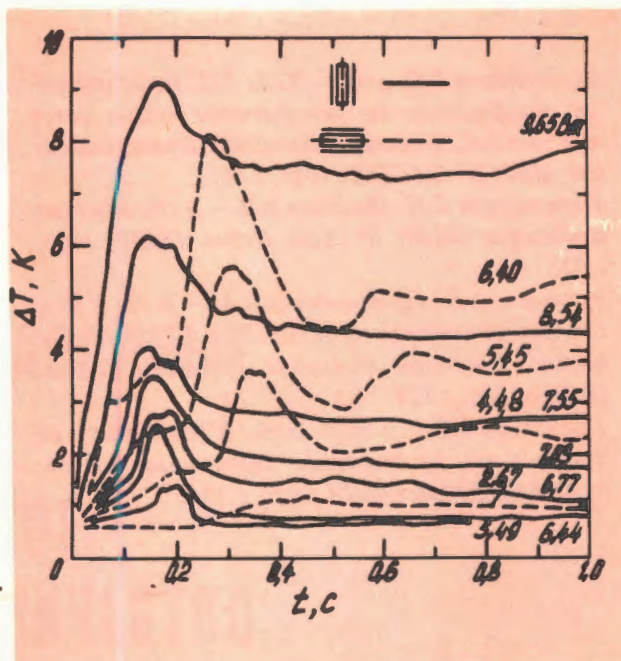
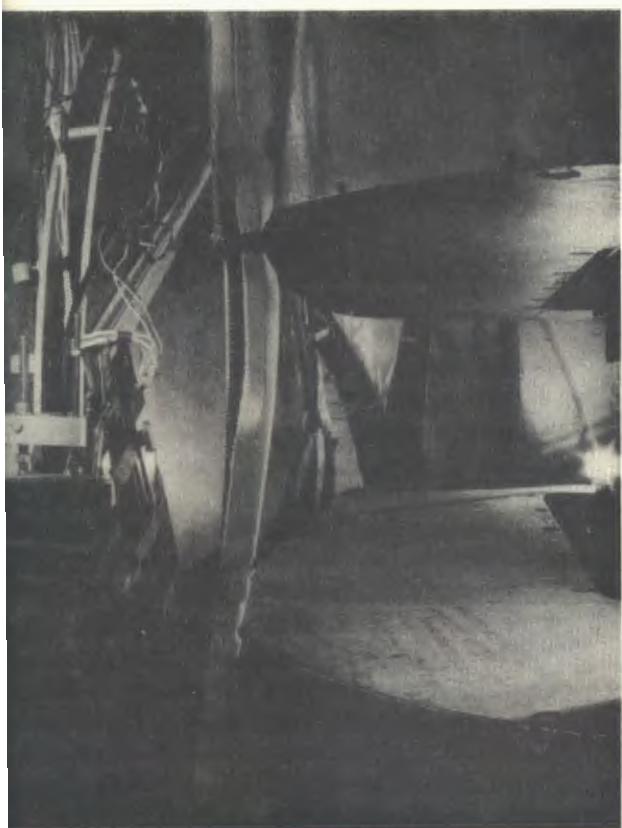


Рис. 7. Зависимость перегрева ΔT теплоотдающей поверхности от времени t , отсчитываемого от начала включения тепловой нагрузки, при вертикальной и горизонтальной ориентации образца в стесненных условиях и при различных тепловых нагрузках.

тепловых потоков $40 \div 10000 \text{ Вт} \cdot \text{м}^{-2}$ и перегревов теплоотдающей поверхности $0,1 \div 100 \text{ К}$. Для определенных условий при нагрузках, близких к критической, обнаружен ряд нелинейных эффектов: возникновение пиков перегрева теплоотдающей поверхности (рис. 7), возможность хода процесса по нескольким путям при неизменной предыстории, развитие незатухающих колебаний перегрева^{/8/}.

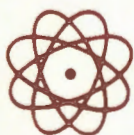
Созданы резонансный датчик истинного объемного паросодержания φ (или сплошности $(1 - \varphi)$) двухфазных потоков гелия с рабочим каналом кольцевого сечения и автоматизированная система измерения сигнала с датчика сплошности, работающая на линии с ЭВМ. Сигнальным элементом датчика служит коаксиальная кольцевая емкость, изменяющаяся в зависимости от величины φ . Его рабочая характеристика практически линейна для гелия во всем диапазоне φ . Впервые проведено измерение сплошности горизонтальных двухфазных потоков гелия в широком диапазоне их параметров. Сравнение экспериментальной зависимости сплошности от массового паросодержания с рассчитанными по ряду известных моделей показывает, что некоторые модели хорошо описывают экспериментальные результаты во всем диапазоне массового паросодержания^{/9/}.



ЛИТЕРАТУРА

1. Александров В.С. и др. — В сб.: XIII Международная конференция по ускорителям частиц высоких энергий. Аннотации докладов. Новосибирск: изд. ИЯФ СО АН СССР, 1986, с.60.
2. Тютюнников С.И., Шаляпин В.Н. — В сб.: Краткие сообщения ОИЯИ, № 18-86. Дубна: ОИЯИ, 1986, с.57.
3. Кузнецов А.Б., Прейзендорф В.А. — В сб.: X Всесоюзное совещание по ускорителям заряженных частиц. Аннотации докладов, Р9-86-620. Дубна: ОИЯИ, 1986, с.124.
4. Александров В.С. и др. — В сб.: X Всесоюзное совещание по ускорителям заряженных частиц, Р9-86-620. Дубна: ОИЯИ, 1986, с.126.
5. Аверьянов В.И. и др. — В сб.: VI Всесоюзный симпозиум по сильноточной электронике. Тезисы докладов, ч.III. Томск: изд. СО АН СССР, 1986, с.3.
6. Кузнецов И.В. и др. — В сб.: Краткие сообщения ОИЯИ, № 16-86. Дубна: ОИЯИ, 1986, с.33.
7. Головин В.М. и др. — В сб.: Краткие сообщения ОИЯИ, № 17-86. Дубна: ОИЯИ, 1986, с.13.
8. Микляев В.М. и др. ОИЯИ, Р9-86-583, Дубна, 1986.
9. Данилов В.В. и др. — В сб.: Краткие сообщения ОИЯИ, № 15-86. Дубна: ОИЯИ, 1986, с.42.

**МЕЖДУНАРОДНЫЕ
СВЯЗИ
И НАУЧНОЕ
СОТРУДНИЧЕСТВО**



МЕЖДУНАРОДНЫЕ СВЯЗИ И НАУЧНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО

Международное научно-техническое сотрудничество ОИЯИ имеет большое значение для выполнения программы научно-исследовательских работ Института, предусмотренной проблемно-тематическим планом.

Основные итоги 1986 года по международному научно-техническому сотрудничеству:

— проведены совместные исследования по 93 темам с научными центрами стран-участниц и 19 темам с международными и национальными организациями других стран;

— по вопросам научно-технического сотрудничества и для участия в научных совещаниях и конференциях в страны-участницы (кроме СССР) командировано более 600 специалистов, в другие страны — 127 специалистов ОИЯИ;

— для совместных работ, консультаций и совещаний из стран-участниц принято около 1800 специалистов, из научных центров других стран и международных организаций — 212 специалистов;

— проведено 6 крупных международных конференций, а также 38 научных и научно-организационных совещаний.

Большие надежды в области физики высоких энергий связывают ученые ОИЯИ с создаваемым в ИФВЭ (Протвино) ускорительно-накопительным комплексом. На снимке: сооружение туннеля ускорителя.



СОТРУДНИЧЕСТВО С НАУЧНЫМИ ЦЕНТРАМИ СТРАН-УЧАСТНИЦ ОИЯИ

Научная программа ОИЯИ выполняется в рамках широкого международного сотрудничества, и в первую очередь — с более чем 300 научными организациями стран-участниц. Этим в значительной степени обусловлены успехи Института в 1986 году в области теоретической и экспериментальной физики, в развитии ускорительной и вычислительной техники, научно-прикладных исследований.

Активное научно-техническое сотрудничество осуществляется с институтами Советского Союза, и в первую очередь — с Институтом физики высоких энергий (Протвино). В 1986 году в ИФВЭ работали экспериментальные установки ОИЯИ: "Гиперон", СИГМА-АЯКС, МИС-2, СКА, ПРОЗА-ПОЛЯРИМЕТР, "Димезонные атомы". Был осуществлен физический пуск установки ОИЯИ — ИФВЭ — нейтринного детектора. Продолжалась проработка физической программы и осуществлялось участие сотрудников ОИЯИ в разработке и создании узлов для УНК.

Лаборатория теоретической физики. Два отдела этой лаборатории — отдел теории элементарных частиц и отдел теории атомного ядра и конденсированных сред — проводят исследования в тесном контакте с учеными из стран-участниц Института. Международное сотрудничество отразилось в 12 темах, в том числе в трех общеинститутских, проблемно-тематического плана лаборатории, которые объединяют усилия около 200 ученых из ведущих научных центров НРБ, ВНР, СРВ, ГДР, Республики Куба, МНР, ПНР, СРР, СССР и ЧССР.

В 1986 году продолжалась активная работа с физиками НРБ в области развития и применения гармонического суперпространства. Выполнено исследование по выяснению новой важной возможности: получения и классификации гиперкэлэровых метрик из самодействий гипермультиплетов в гармоническом суперпространстве. В сотрудничестве с учеными из ИЯИЭ БАН (София) исследованы особенности γ -распада высоколежащих состояний, изотопические эффекты в затухании одночастичных мод и другие научные проблемы. С участием ученых из НРБ построена точная нелинейная теория деформируемых твердых тел с квази-частичными возбуждениями, а также ис-

следованы конформации макромолекул в жидкокристаллическом полимере. Рассмотрено поведение кинков в трехмерных и квазиодномерных структурах.

Большой вклад в исследования по квантовой теории поля вносят ученые из ГДР. Широкое сотрудничество ведется здесь с Университетом им. К. Маркса (Лейпциг) и ИФВЭ (Цойтен). Изучены модели квантовой теории с граничными условиями. Дана формулировка эффекта Казимира с точки зрения квантовой теории поля, вычислены радиационные поправки и поправки за счет движения зеркал. Ряд работ посвящен проблемам математической физики, исследованы электрослабые поправки к электрон-позитронной аннигиляции. Совместные исследования, проведенные в ГДР, позволили получить новые результаты по проверке предсказательной силы новых киральных лагранжианов квантовой хромодинамики. Рассчитаны радиальные форм-факторы для двухнейтронных передач между изотопами никеля и предложена их простая параметризация. Предложено описание слияния двух ядер при надбарьерных энергиях. Исследовано влияние структуры низколежащих состояний сферических ядер на вероятности подбарьерного слияния. На базовые ЭВМ ОИЯИ поставлена программа, которая вычисляет одночастичные волновые функции и одночастичные энергии в потенциале Саксона — Вудса с учетом кулоновского взаимодействия. Она разработана в ЦИЯИ (Россендорф). Проведены исследования электронных свойств точечных дефектов в металлических системах, неэргодического поведения и фазы стекла в кристаллах со структурными фазовыми переходами (ТУ, Дрезден), неравновесных процессов в неупорядоченных системах (Университет им. Гумбольдта, Берлин).

В сотрудничестве с учеными ПНР проведено исследование в области новых эффектов, обусловленных квантовой природой света (разгруппировка фотонов, сжатое состояние электромагнитного поля). Исследованы термодинамические свойства точно решаемой модели гармонического кристалла.

Активное научное сотрудничество ведется с учеными ЧССР. Найдены условия возникновения треугольной аномалии в калибровочных теориях, предложена и исследована нерелятивистская модель двухчастичного распада. Рассмотрено движение частицы на сложных конфигурационных многообразиях. На этой основе разработа-

ны модели для квантовой контактной спектроскопии. Совместно со специалистами ИЯФ ЧСАН (Ржеж) построен универсальный пион-ядерный оптический потенциал, с помощью которого объясняются практически все имеющиеся экспериментальные данные по упругому рассеянию пионов на ядрах. Разработан формализм, позволяющий последовательно учитывать фермиевское движение нуклонов в ядре при описании процессов рассеяния и фоторождения пионов на ядрах.

Лаборатория высоких энергий. Широкая кооперация Лаборатории с научно-исследовательскими организациями стран-участниц ОИЯИ осуществлялась практически по всем направлениям проблемно-тематического плана на 1986 год. 21 научная тема ЛВЭ, в том числе 2 общеинститутские, выполнялась объединенными группами ученых, которые провели ряд фундаментальных исследований на ускорителях ОИЯИ и ИФВЭ (Протвино). Результаты исследований представлены более чем в 130 публикациях и в виде 23 докладов на международных конференциях и симпозиумах.

Большая коллаборация ученых работала в экспериментах на двухметровой пропановой камере. Совместно с институтами НРБ, ВНР, ГДР, МНР, ПНР, СРР, СССР и ЧССР получены новые данные о кумулятивных рА-взаимодействиях, а также центральных СС- и СТА-взаимодействиях. На долю сотрудников ЦИФ (Бухарест) приходится самая большая часть фильмового материала с двухметровой пропановой камеры, обрабатываемого странами-участницами. Около 8% фотографий обработали ВМЭИ (Варна), ВМЭИ (София) и ИЯИЯЭ (София).

Анализ огромного массива экспериментальных данных, полученных на установке БИС-2 в ИФВЭ (Протвино), проводит интернациональный коллектив физиков НРБ, ВНР, ГДР, СРВ, СРР, СССР и ЧССР. Сотрудники ИЯИЯЭ (София) и ВХТИ (София) выполняли исследование А-зависимости сечений образования очарованных Λ -барионов. Большой вклад в эту работу вносит ИФВЭ (Цойтен).

В исследованиях на установке "Альфа-3С" участвуют специалисты НРБ, ГДР, ПНР и СССР. Обработка данных по α -рассеянию, проведенная сотрудниками ЦИЯИ (Россендорф), позволила в сжатые сроки получить результаты по такому актуальному направлению, как взаимодействие релятивистских ядер с ядрами. В ЦИЯИ (Россен-

дорф) изготовлены также сцинтилляционные счетчики, завершается изготовление оборудования для мишенной станции.

В обработке экспериментальных результатов с установки "Людмила" принимают участие институты НРБ, ПНР, СРР, СССР и ЧССР. Так, усилиями ИФИЯ (Бухарест) обработано и записано на ленты суммарных результатов 5300 событий. Полученные данные включены в анализ эксклюзивных каналов дейтрон-антидейтронных взаимодействий. Поиск и исследование многочастичных состояний и корреляций при взаимодействиях релятивистских ядер с протонами на однометровой водородной камере ведут институты ПНР, СССР и ЧССР. В ИЯП (Сверк) получены результаты по измерению сечения реакции ${}^4\text{He} + p \rightarrow dpp\pi$ при импульсе 8,6 ГэВ/с. В канале этой реакции обнаружены два дибарионных состояния и определены их параметры. Изучена реакция полной дезинтеграции ядра гелия.

По вопросам создания и исследования координатных детекторов частиц, систем считывания и представления информации, а также использования автоматизированных детекторов для решения научно-технических задач ведется сотрудничество с институтами НРБ, ГДР, КНДР, СРВ, СРР, СССР и ЧССР. Так, ЦИМЭТ (Йена) поставил в ОИЯИ образец линейного детектора для анализа радиохроматограмм, разработал технологию прецизионного конвертора-коллиматора. В разработках детекторов тепловых нейтронов использовалось оборудование из ППБ НИИ (Прага).

Работы по развитию микропроцессорных аппаратурных средств и математического обеспечения систем регистрации и обработки данных ведутся в ОИЯИ в сотрудничестве со специалистами практически всех стран-участниц.

Лаборатория ядерных проблем. Международное научно-техническое сотрудничество велось по 24 темам, в том числе 4 общеинститутским, проблемно-тематического плана научно-исследовательских работ в области физики высоких, средних и низких энергий.

Усилия коллаборации ученых НРБ, ВНР, СССР и ЧССР были направлены на обработку фильмового материала, полученного на установке РИСК. В ИЯИЯЭ (София) и ЦИФИ ВАН (Будапешт) проводилась обработка данных по изучению рождения частиц с большим поперечным импульсом в адрон-ядерных взаимодействиях.

Изучение свойств нейтрино в процессах радиоактивного распада ведется с участием специалистов из научных центров НРБ, ГДР, КНДР, МНР, ПНР, СРР, СССР и ЧССР. Так, в ИЯИЭ и Институте микроэлектроники (София) выполнены работы по повышению надежности полупроводниковых детекторов излучений, необходимых для поиска 2β -распада с помощью спектрометра совпадений. На имплантаторе Люблинского университета проводились работы по имплантации ионов галлия в германиевые образцы для изготовления полупроводниковых детекторов.

В исследованиях рождения и распада адронов в экспериментах на установке "Гиперон" участвуют институты НРБ, ПНР, СРВ, СССР и ЧССР. Для создаваемой в ОИЯИ установки МАРС в ИЯФ (Краков) изготовлена дрейфовая камера спектрометра вторичных частиц, в ИЭФ САН (Кошице) налажен и запущен автоматизированный стенд для отладки преобразователей "заряд — код" и "время — код" для ионизационно-координатного спектрометра.

Для нейтринного детектора, в создании которого принимали участие ученые НРБ, ВНР, ГДР, МНР, СРР и СССР, в ЦИФИ ВАН (Будапешт) изготовили и провели испытания автоматической системы контроля параметров вершинного детектора. В ИФВЭ АН ГДР (Цойтен) изготовлен ливневый детектор γ -квантов и электронов площадью $3,5 \times 3,5 \text{ м}^2$, а также 45 м^2 сцинтилляторов для системы запуска дрейфовых камер.

При участии физиков ФИ ЧСАН (Прага), Университетов в Праге и Кошице создан комплекс программ и проведена реконструкция событий упругого и радиационного рассеяния мезонов на водороде в эксперименте СИГМА-АЯКС, который осуществляется при сотрудничестве специалистов из ГДР, ВНР, Республики Куба, СССР и ЧССР. В ЦИФИ ВАН (Будапешт) продолжалась разработка блоков электроники.

Для экспериментов по программе ЯСНАПП, с участием ученых из НРБ, ВНР, ГДР, МНР, ПНР, СРР, СССР и ЧССР, в ИЯИ ВАН (Дебрецен) изготовлены два спектрометрических блока типа "сигнал — процессор" и приборы для радиохимических исследований астаторганических соединений. Из ИЯП (Сверк, ПНР) получены рентгеновский полупроводниковый детектор и блоки электроники для установки $e\text{-}\gamma$ -совпадений. В Люблинском университете выполнен ряд узлов ионного источника плазменного типа

для масс-сепаратора. В ЦИФ (Бухарест) продолжались совместные исследования по радиохимии астата. В ИЯФ ЧСАН (Ржеж) изготовлена и испытана система автоматической заливки азота для установки МУК. Из этого же института получена техдокументация на основные детали электростатической тормозящей системы для масс-сепаратора комплекса ЯСНАПП-2, разработана и передана документация на электронное устройство, обеспечивающее повышение скорости передачи данных на НМЛ ИЗОТ-5002.

В создании экспериментального комплекса МЮСПИН заинтересованы институты НРБ, ГДР, МНР, СРР, ПНР, СССР и ЧССР. В ИФЯТ (Бухарест) изготовлена делительная камера для экспериментов по исследованию процесса резмиссии мюона при безрадиационном делении урана-235. Специалистами ИФЯТ разработана также методика изготовления тонких мишеней из урана, собраны усилители и предусилители для камеры деления. Из ФИ ЧСАН (Прага) передана технология изготовления термометров для измерения сверхнизких температур, разрабатывается электроника для градиентных измерений температуры.

В Карловом университете (Прага) вводится в действие разработанная в ЛЯП ОИЯИ протонная поляризованная мишень со сверхпроводящей магнитной системой для совместного ЧССР — СССР — ОИЯИ эксперимента по измерению корреляции поляризации в упругом пр-рассеянии при энергии нейтронов 14 МэВ. Эксперимент будет проводиться в Ядерном центре Карлова университета на ускорителе Ван-де-Граафа.

В создании электронных систем реального времени для автоматизации исследований на ускорителях и в ядерной физике принимают участие специалисты НРБ, ВНР, СРВ, ГДР, МНР, КНДР, ПНР, СРР и ЧССР. Из Университета в Пловдиве передан в ОИЯИ образец персонального компьютера "Правец-82" с целью обеспечения возможности совместных разработок систем обработки и сбора информации на его основе. В Софийском университете закончена разработка блока формирователя временной привязки для γ -спектрометров. Специалисты Технического университета (Дрезден) продолжали совместные разработки электронных систем в стандарте КАМАК, работающих на связи с ЭВМ. Из ИЯФ ЧСАН (Ржеж) получена техническая документация для малосерийного выпуска в ОП ОИЯИ разработанных в ИЯФ дисплеев для многоцелевых элект-

ронных систем в стандарте КАМАК, предназначенных для сбора и обработки спектральной информации.

Лаборатория ядерных реакций. Международное научно-техническое сотрудничество проводилось в рамках 7 тем проблемно-тематического плана научно-исследовательских работ с институтами и организациями стран-участниц ОИЯИ.

В работах по синтезу трансфермиевых и сверхтяжелых элементов и поиску в природе редких атомных ядер и ядерных превращений участвовали научные организации НРБ, ВНР, ГДР, МНР, ПНР, КНДР, СРВ, СССР и ЧССР. В ИЯИЭ БАН (София) разработана высокочувствительная масс-спектрометрическая методика элементного анализа веществ, с помощью которой проводилось разделение по массам элементов, содержащихся в природных объектах, с целью поиска сверхтяжелых элементов в природе. В ЦИИРИ АН ГДР (Лейпциг) создан один из вариантов лазерного ионного источника для масс-спектрометра ЛИДИА. В ИЯП (Сверк) создан и испытан новый тип пропорциональных счетчиков нейтронов, здесь же разработан ионизационно-чувствительный счетчик для нейтронного детектора.

В исследовании механизма взаимодействий тяжелых ионов с ядрами сотрудничают ученые НРБ, ВНР, ГДР, ПНР, СРВ, СССР и ЧССР. На Базе развития и внедрения Единого центра по физике БАН (София) разработан и изготовлен вакуумный каркас установки ФОБОС, ведутся работы по изготовлению детектирующих модулей этой установки и вакуумной системы. В ЦИИИ АН ГДР (Россендорф) осуществлялись разработка и испытания детектирующих устройств установки ФОБОС, создавался проект вакуумной части этой установки. Большой вклад внесли сотрудники ИЯИ (Сверк) в наладку электронной аппаратуры и программного обеспечения установки ДЭМАС.

Изучение глубоконеупругих столкновений сложных ядер и свойств нуклидов, удаленных от долины бета-стабильности, осуществляли специалисты НРБ, ВНР, ГДР, КНДР, МНР, ПНР, СРВ, СРР, СССР и ЧССР. В ИЯИЭ БАН (София) велась подготовка лазера с перестраиваемой частотой для изучения свойств ядер. Совместно с ЦИФ (Бухарест) создана позиционно-чувствительная ионизационная камера МС-А.

В разработке и использовании ядерно-физических методов для решения задач

в смежных областях науки и техники активное участие принимают институты НРБ, ВНР, ГДР, Республики Куба, МНР, ПНР, СРВ, СРР, СССР и ЧССР. В Университете им. Л.Этвеша (Будапешт) изготовлено электронное оборудование для изучения механических свойств материалов, подвергнутых облучению тяжелыми ионами на установке РИПС. Университет предоставил также образцы материалов для радиационных исследований под пучком. АН Кубы поставила в ОИЯИ ЭВМ, на которой обрабатываются результаты химических опытов и активационного анализа.

Лаборатория нейтронной физики. Научно-техническое сотрудничество осуществлялось с институтами и организациями стран-участниц по пяти темам проблемно-тематического плана научно-исследовательских работ ОИЯИ. Формы сотрудничества — разработка и изготовление отдельных элементов физических установок, предоставление образцов и приборов, обработка экспериментальных результатов и подготовка публикаций. В исследованиях принимали участие специалисты всех стран-участниц ОИЯИ.

В Пловдивском университете идет обработка данных по α -распаду компаунд-ядер, здесь же создается ионизационная камера. Совместно с Техническим университетом (Дрезден) разрабатывается новая методика исследования реакций резонансных нейтронов с ядрами, для этих работ в ТУ изготовлена система автоматического управления смены образцов.

В Лейпцигском университете изготовлены образцы для проведения на ИБР-2 дифракционных исследований влияния эстеров на структуру модельных липидных мембран. В Высшей технической школе (Магдебург) закончена сборка дисков и начата сборка двухдискового прерывателя нейтронов для спектрометра СПН-1. При участии специалистов ИЯФ (Краков) осуществляется монтаж зеркальных нейтронных труб и узлов спектрометра НЕРА-ПР на ИБР-2, изготавливается прерыватель нейтронов, гелиевый криостат. Совместно с ПИ (Прага) продолжались работы по изготовлению трехкружных гониометров для структурных исследований.

Сотрудники ЦИФИ (Будапешт) участвуют в разработке и создании электронных блоков для автоматизированной системы снятия магнитокардиокарт. ИЯФ (Ржеж) предоставил 1000 часов пучкового времени для совместных эксперимен-

тов и передал в ОИЯИ два германиевых детектора для прикладных исследований.

Лаборатория вычислительной техники и автоматизации. В 1986 году лаборатория сотрудничала с научно-исследовательскими организациями стран-участниц ОИЯИ по 20 темам, в том числе двум общеинститутским, проблемно-тематического плана научно-исследовательских работ и международного сотрудничества.

Совместно со специалистами из НРБ, ВНР, ГДР, КНДР, МНР, ПНР, СРР, СССР и ЧССР успешно выполнялась одна из главных задач ЛВТА — эффективное использование и развитие Центрального вычислительного комплекса. ЦИФИ (Россендорф) принял участие в работе по вопросам применения языка ФОРТРАН-77 и пакетов программ машинной графики. В сотрудничестве с ЦИФРОНЕТ (Краков) был внедрен на ЭВМ CDC-6500 новый пакет программ по измерению характеристик работы операционной системы с целью ее оптимизации. В работах по развитию и использованию систем аналитических вычислений участвовали институты НРБ, ВНР, СРВ, ГДР, КНДР, СССР и ЧССР. Совместно со специалистами ЦИФИ ВАН проводились анализ и выявление ошибок в системе аналитических вычислений АМР для ЕС ЭВМ. Перевод больших программ с REDUCE на АМР позволит сэкономить ресурсы ЕС-1061 в ОИЯИ и ЕС-1045 в ЦИФИ примерно в пять раз по памяти и в 10 раз во времени центрального процессора. Сотрудники Университета им. К.Маркса (Лейпциг) участвовали в разработке алгоритмов и в создании пакетов программ для анализа и решения нелинейных уравнений. Создан пакет программ для построения базисов Гретнера для нелинейных алгебраических уравнений. Совместно с ИФП ЧСАН (Прага) завершена работа по созданию программы на языке REDUCE для построения лучевых дифференциальных уравнений.

Разработка алгоритмов и создание математического обеспечения систем управления и обработки данных электронных экспериментов осуществлялись специалистами НРБ, ВНР, ГДР, СССР и ЧССР. Плодотворным было сотрудничество с ИЯИЯЭ БАН (София). Здесь создана и введена в эксплуатацию на ЕС ЭВМ высокопроизводительная система массовой обработки данных со спектрометра БИС-2. При участии ИФВЭ АН ГДР (Цойтен) разработаны и проверены на моделированных событиях програм-

мы распознавания и геометрической реконструкции событий с установки нейтринный детектор.

Для бесфильмовых систем съема информации в физических экспериментах (сотрудничество НРБ, ПНР, СССР и ЧССР) специалистами НИЦ К.Цейс (Йена) выполнены расчеты и изготовлены оптические узлы телевизионной системы контроля стримерной камеры установки ГИБС и телевизионной системы контроля установки МИС-2. Сотрудники ФИ ЧСАН (Прага) приняли участие в изготовлении узлов калибровочных систем контроля для этих же установок.

В разработках интеллектуальных графических систем на базе микропроцессорной техники участвуют инженеры ВНР, ГДР, КНДР, ПНР, СССР и ЧССР. Совместно с ИФВЭ АН ГДР (Цойтен), ЦНП АН ГДР (Берлин) и народным предприятием РОБОТРОН выполнены разработки архитектуры и основных узлов графического процессора для управления цветным растровым дисплеем с высоким разрешением.

Отдел новых методов ускорения. В 1986 году отдел осуществлял сотрудничество с научными центрами НРБ, ВНР, ГДР, КНДР, ПНР, СРР, СССР и ЧССР по пяти темам проблемно-тематического плана научно-исследовательских работ и международного сотрудничества.

Наиболее активно велись завершающие работы по созданию ускорителя КУТИ-20. В сотрудничестве со специалистами ИЯИЯЭ БАН (София) проведены испытания блока детекторов рентгеновского излучения и опытного образца позиционно-чувствительного детектора рентгеновского излучения. Испытания показали применимость этих детекторов на КУТИ-20. Наряду с аппаратурой КАМАК, разработанной в ЦИФИ ВАН (Будапешт), в состав АСУ КУТИ-20 включены системы отбора электрон-ионных колец по величине захваченного тока пучка на начальной орбите в адгезаторе. При участии специалистов Технического университета (Дрезден) проведены испытания на механическую и электрическую прочность образцов материалов, которые будут использованы при изготовлении нового варианта камеры адгезатора и его магнитной системы.

В рамках работ по изготовлению узлов для УНК ИФВЭ (Протвино) с использованием высокоэффективного оборудования ТУ (Дрезден) были проведены исследования теплофизических свойств материалов для тепловой модели сверхпроводящего магни-



Международная школа-семинар по физике тяжелых ионов состоялась в Дубне в сентябре 1986 года. Представительный состав участников школы превышал 200 специалистов из ОИЯИ, научных центров стран-участниц Института, а также Англии, Италии, США, Финляндии, ФРГ, Швейцарии и Японии.

та. С целью создания сверхпроводящих датчиков для системы диагностики параметров циркулярных потоков гелия совместно с Электротехническим институтом ЦЭФИ САН (Братислава) на специализированном оборудовании этого института были исследованы образцы сверхпроводящих пленок ниобия, изготовленных как в ОНМУ, так и в ЭИ ЦЭФИ САН.

НАУЧНЫЕ СОВЕЩАНИЯ

В 1986 году ОИЯИ организовал и провел 6 крупных международных совещаний.

В июне в Дубне состоялся VIII Международный семинар по проблемам физики высоких энергий, в котором приняли участие ученые из социалистических стран, а также Италии, Канады, США, Франции, ФРГ, Швеции и Японии. Семинар был посвящен вопросам релятивистской ядерной физики и квантовой хромодинамики.

80 специалистов из 9 стран приняли участие в совещании "Ренормгруппа-86", проведенном в Дубне в августе. На нем были рассмотрены вопросы применения метода ренормализационной группы в теоретической физике.

Международная школа-семинар по физике тяжелых ионов, состоявшаяся в Дубне в сентябре, собрала около 200 специалистов из стран-участниц, а также 38 — из Англии, Италии, США, Франции, Швеции и Японии. Лекции на школе были прочитаны ведущими учеными в области физики тяжелых ионов.

Институт явился организатором V Международной школы по нейтронной физике, которая проводилась в октябре в Алуште.

Школа ставила своей целью ознакомление участников с последними достижениями и перспективами развития теоретических и экспериментальных исследований в области нейтронной физики. В работе школы приняли участие около 160 специалистов, в том числе 70 из ОИЯИ.

В X Совещании по ускорителям заряженных частиц, проведенном в октябре в Дубне, приняло участие 350 специалистов. На совещании были представлены доклады о современных тенденциях развития ускорителей и их систем.

В декабре в Дубне была проведена XVII Международная школа молодых ученых по физике высоких энергий с участием 81 специалиста.

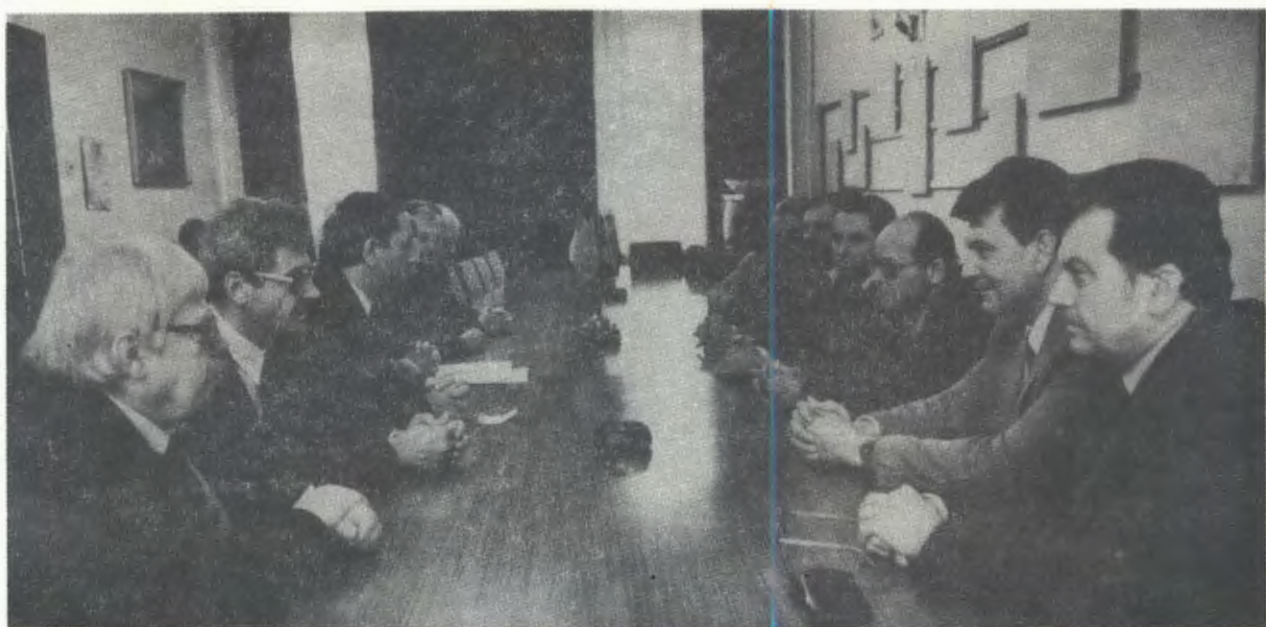
Большое значение для научной деятельности ОИЯИ имели рабочие научные совещания. Таких совещаний состоялось в истекшем году 18, в том числе по исследованиям на двухметровой пропановой камере, установке "Людмила", спектрометрах ГИБС, СИГМА-АЯКС, МИС-2, РИСК, по исследованиям конденсированных сред на экспериментальных установках ИБР-2 и др.

ЭКСКУРСИИ В ОИЯИ

В 1986 году Объединенный институт ядерных исследований посетили 90 экскурсионных групп общей численностью 1588 чел. Среди ознакомившихся с работой международного коллектива Института, его основными направлениями в научных исследованиях и базовыми установками были посол СРР, дипломатические работники ряда стран, делегация секретариата Совета Экономической Взаимопомощи, представители

Заседание в Дубне совместного оргкомитета (ОИЯИ, НРБ, ЦЕРН) школы ЦЕРН-ОИЯИ по физике, проведение которой намечено на 6-19 сентября 1987 года в Варне (НРБ).





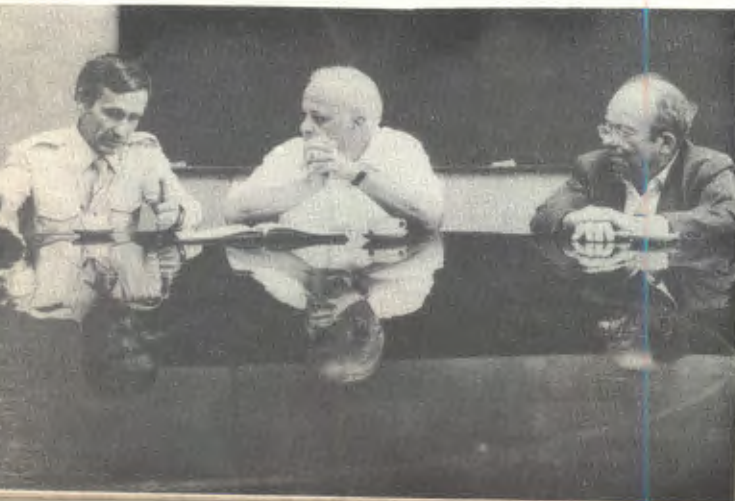
Визит в Дубну вице-президента ЧСАН академика К.Юлиша, ректора Университета им. Я.А.Коменского профессора Л.Мелиориса и ректора Карлова университета члена-корреспондента ЧСАН З.Чешки. Чехословацкие ученые обсудили с дирекцией ОИЯИ перспективы сотрудничества с Дубной ведущих учебных и исследовательских центров ЧССР.



Делегация Совета Экономической Взаимопомощи в ЛВЭ. О проводимых в лаборатории исследованиях рассказывает академик А.М.Балдин.

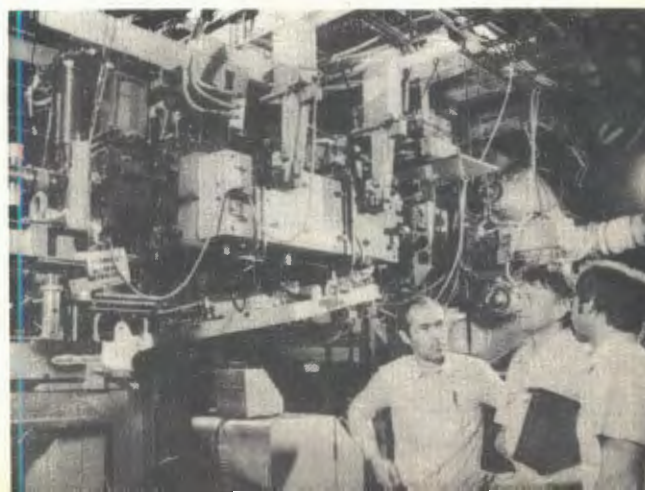


Визит в ОИЯИ директора Отдела исследований Министерства энергетики США А.Тривелписа. О работах, проводимых в Лаборатории ядерных реакций, рассказывает профессор Ю.Ц.Оганесян.





Большая делегация ученых и специалистов ОИЯИ под руководством члена-корреспондента АН СССР В.П.Джелепова приняла участие в работе XIII Международной конференции по ускорителям частиц высоких энергий, которая проходила в Новосибирске в августе 1986 года.



государственных ведомств по атомной энергии, партийные и государственные деятели социалистических стран, аккредитованные в Москве, студенты высших учебных заведений и другие.

УЧАСТИЕ ОИЯИ В МЕЖДУНАРОДНЫХ И НАЦИОНАЛЬНЫХ КОНФЕРЕНЦИЯХ

ОИЯИ командировал 122 специалиста в Болгарию, Венгрию, ГДР, Польшу, Румынию и Чехословакию для участия в 45 международных и национальных конференциях. Многие специалисты Института участвовали в конференциях, проходивших в Советском Союзе, в том числе в XIII Международной конференции по ускорителям частиц физики высоких энергий в Новосибирске, 24 Всесоюзном совещании по физике низких температур в Тбилиси и др.

В марте в Смоленске (ЧССР) состоялся семинар "Итоги 30-летнего сотрудничества ОИЯИ с научными центрами ЧССР и перспективы его развития". На семинаре было заслушано 36 докладов. Делегация ОИЯИ представила 12 докладов, в которых отразились итоги исследований по многим научным направлениям. Выступивший на открытии семинара президент ЧСАН академик Й.Ржиман подчеркнул важную роль ОИЯИ в развитии науки в социалистических странах.

Среди мероприятий года было более десятка школ, самой крупной из которых явилась международная школа "Современные проблемы физики высоких энергий — теория и эксперимент", проходившая в октябре в Варне (НРБ). В состав лекторов этой школы входило 4 специалиста ОИЯИ.

На протяжении многих лет ученые ОИЯИ принимают участие в школах по ядерной физике в Миколайках (ПНР) и Брашове (СРР). Традиционным становится участие в международной школе "Автоматизация и научное приборостроение" в Варне (НРБ).

66 специалистов Института приняли участие в 30 международных конференциях, проходивших в странах, не являющихся членами ОИЯИ.

Представительная делегация под руководством профессора А.А.Кузнецова участвовала в XXIII Международной конференции по физике высоких энергий в Беркли (США). Доклады наших ученых, представленные на этом форуме, способствовали дальнейшему утверждению приоритета ОИЯИ в области физики высоких энергий и релятивистской ядерной физики.

В Международной конференции по ядерной физике в Харрогите (Великобритания) участвовали академики Г.Н.Флеров, И.М.Франк, член-корреспондент ЧСАН И.Звара и другие ученые Института.

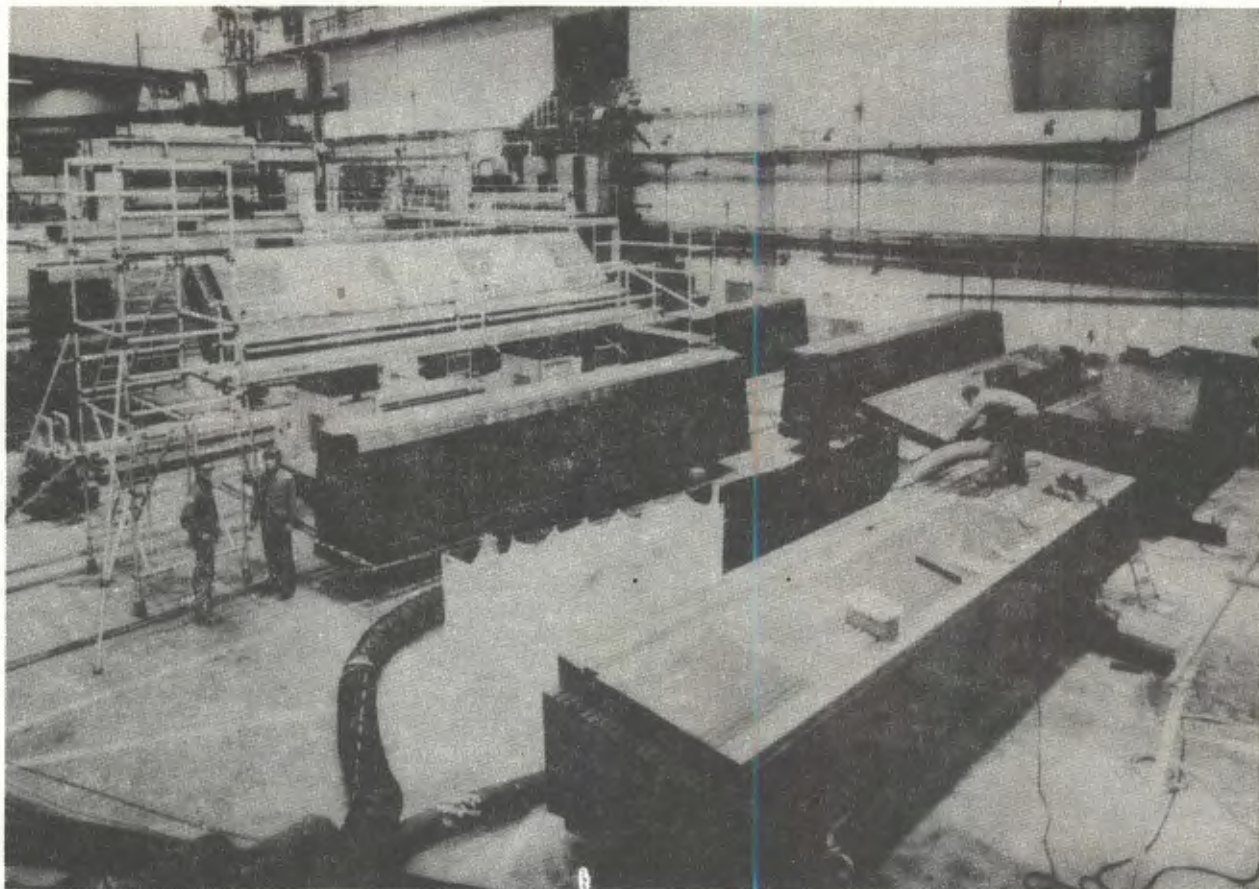
В августе в Токио проходила XI Международная конференция по системам нескольких тел в физике частиц и ядерной физике. Профессор В.К.Лукьянов и В.С.Мележик выступили на ней с приглашенными докладами. Ученые обсудили вопросы о перспективах развития физики малонуклонных систем, включая такие актуальные направления, как кварковая ядерная физика, изучение мезонных степеней свободы в ядерных процессах.

Для участия в XI Международной конференции по циклотронам и их применению в октябре в Японию выезжала делегация ОИЯИ во главе с профессором Ю.Н.Денисовым. На конференции были представлены доклады специалистов Института о развитии циклотронов для ускорения тяжелых ионов и результатах запуска установки "Ф".

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

ОИЯИ осуществляет традиционное сотрудничество с научными центрами стран-неучастниц Института. В 1986 году ОИЯИ выполнял совместные работы с учеными этих стран по 19 темам.

Важное место занимали исследования, проводимые с учеными ЦЕРНа. Продолжалась обработка как в Дубне, так и в Женеве экспериментальных данных, полученных на установке NA-4 коллаборацией Болонья (Италия) — ЦЕРН — ОИЯИ — Мюнхен (ФРГ) — Сакле (Франция). Спектрометр NA-4 демонтирован. Успешно развивается сотрудничество с ЦЕРНом в рамках проекта ДЕЛФИ. ОИЯИ выполняет свои обязательства по созданию адронного калориметра. Институт направил в Женеву 9200 детекторов. В ЦЕРНе создан участок сборки модулей калориметра, идут монтажные работы. Существенный вклад в выполнение этой задачи внесли ЦЕРН, Италия и ряд других стран-участниц ЦЕРНа, предоставившие материалы и техническое оборудование. В эксперименте PS-179 (ЦЕРН) проведен длительный сеанс набора статистики на пучке антипротонов с мишенями дейтерия, гелия-3 и гелия-4. В рамках сотрудничества с ЦЕРНом идет подготовка совместных исследований с помощью уста-

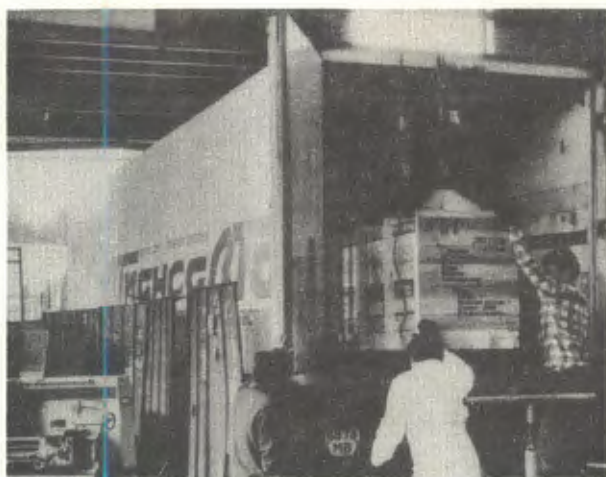


Сборка модулей адронного калориметра в ЦЕРНе (фото ЦЕРНа).

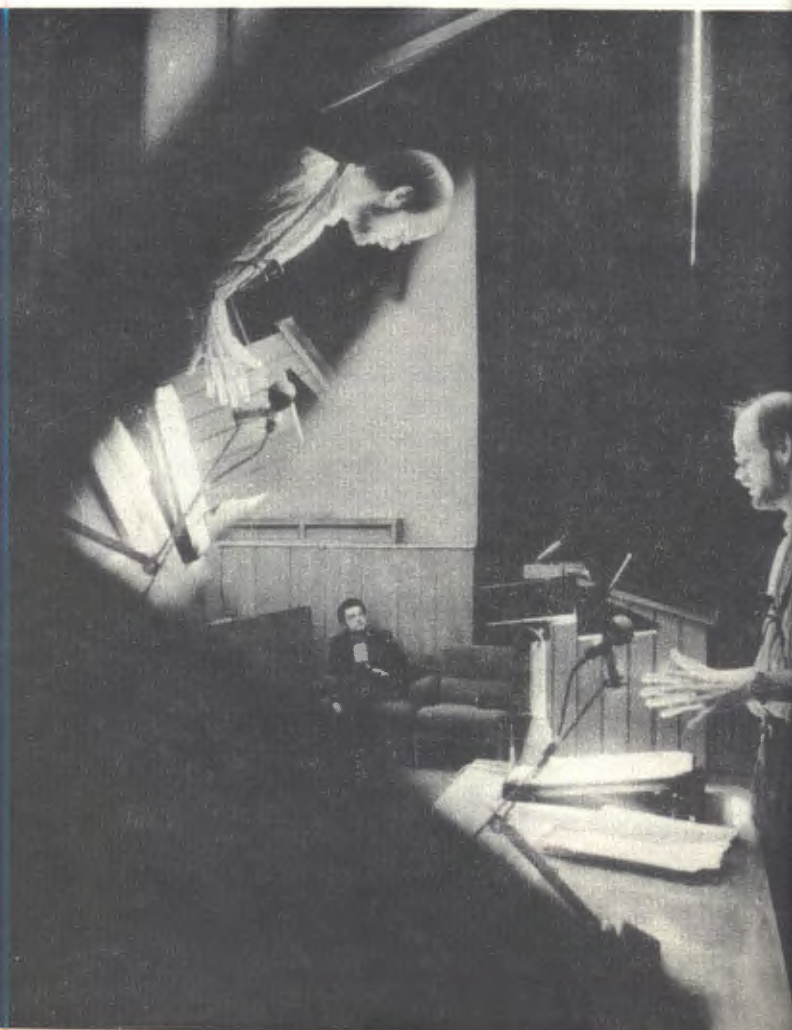
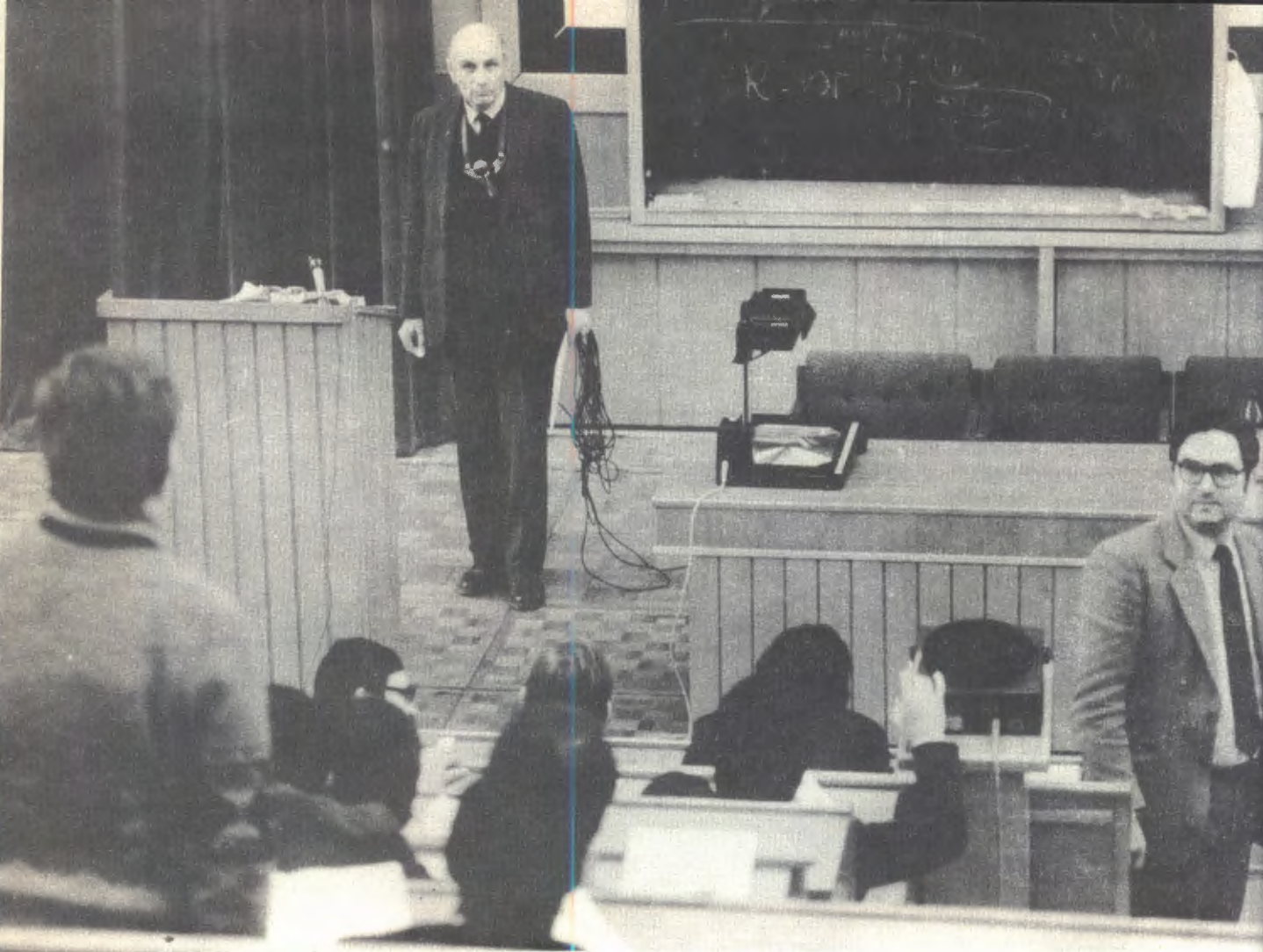
новки МИС-2 на ускорителе ИФВЭ (Протвино).

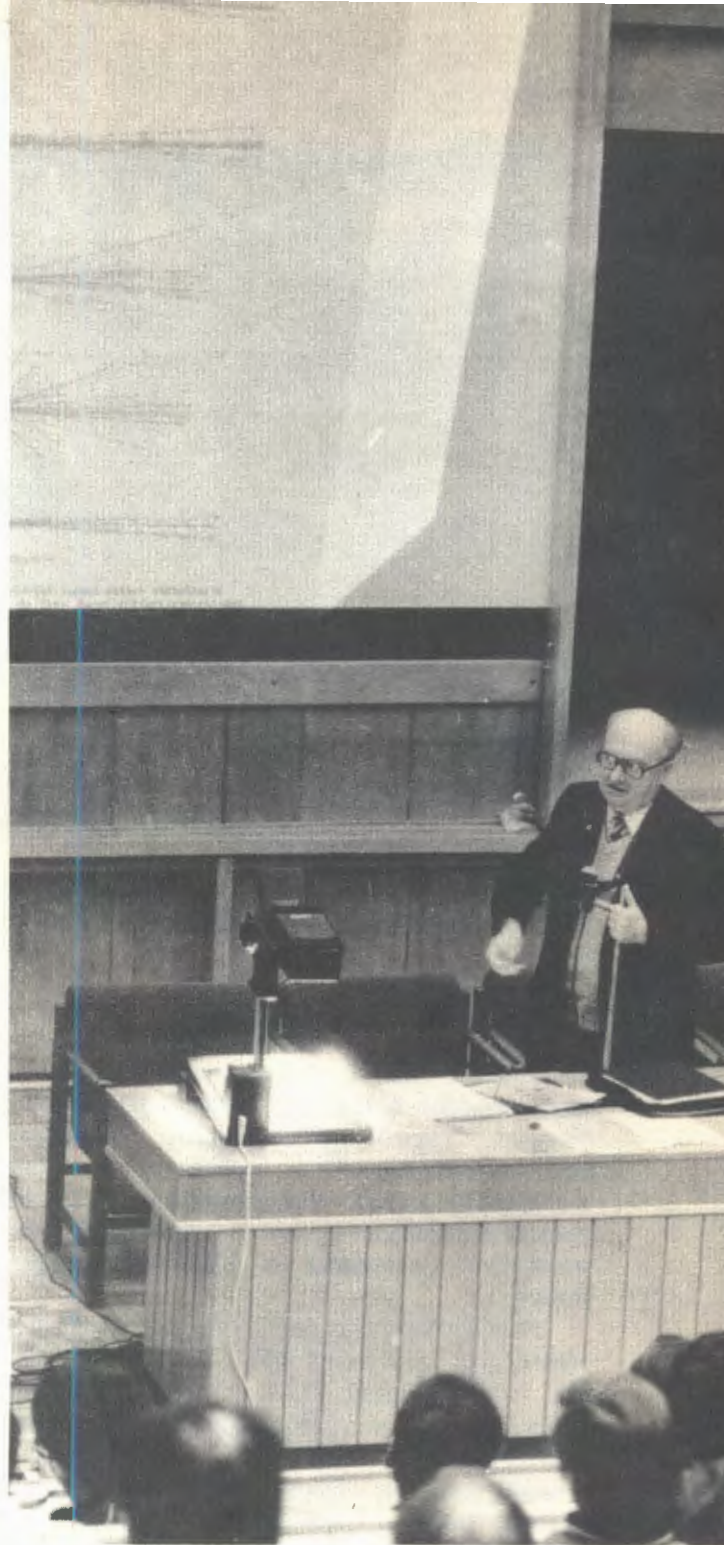
Давнее сотрудничество ОИЯИ имеет с научными центрами Франции. Совместно с Радиохимическим институтом ядерной физики (Орсе) проводились эксперименты по синтезу новых трансфермиевых элементов. На ускорителе национального центра ГАНИЛ (Кан) смонтирован разработанный и созданный в ОИЯИ детектор на основе рыхлого диэлектрика. С его помощью проведены первые эксперименты на пучке. Ведется подготовка к совместному эксперименту с использованием пучков ионов ^{48}Ca . С помощью высокоэффективного детектора из сверхчистого германия, предоставленного Центром ядерной спектроскопии и масс-спектрометрии Национального института физики ядра и физики частиц (Орсе), проведено измерение радиоактивного фона в Дубне, Киеве, Париже, в подземных лабораториях Баксана и Солотвино с целью подготовки эксперимента по поиску двойного бета-распада. Завершено сотрудничество по экспериментам на однометровой жидководородной камере с ЦЯИ (Страс-

Отправка в ЦЕРН изготовленных в ОИЯИ детекторов адронного калориметра установки ДЕЛФИ.

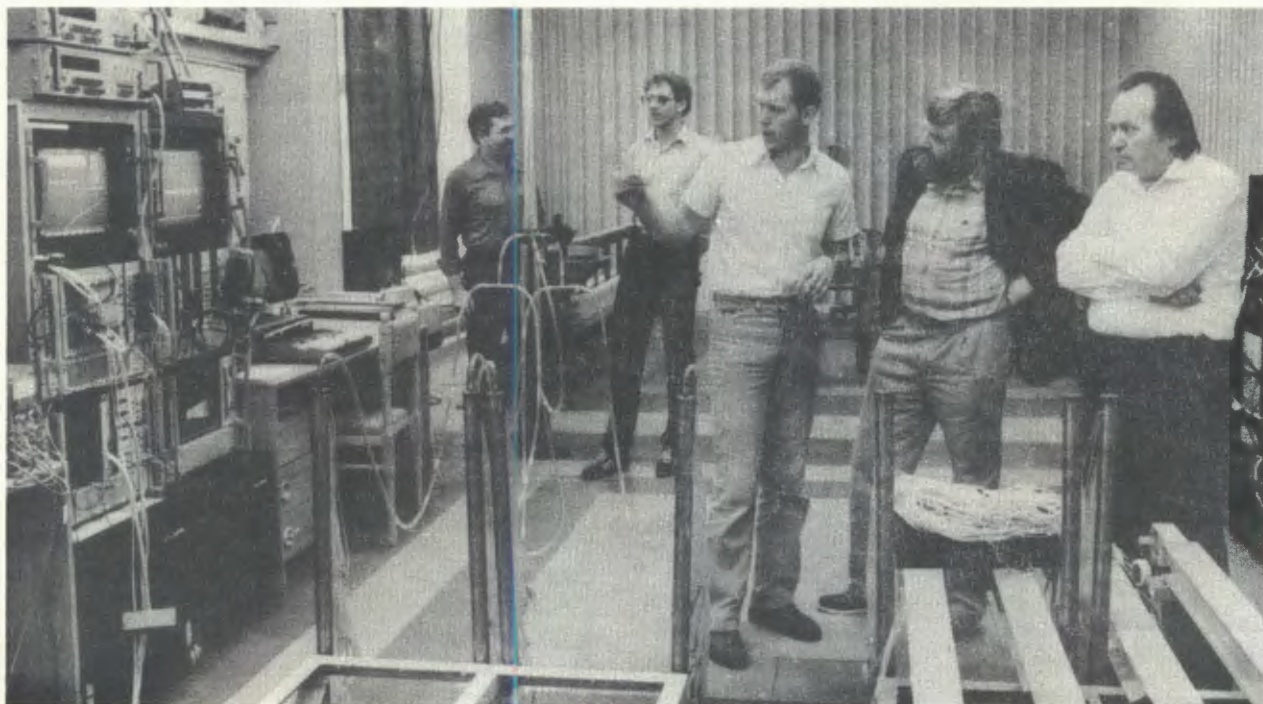


бург). Наиболее существенным вкладом французской стороны явилось развитие матобеспечения системы обработки данных. В ИЛЛ (Гренобль) на нейтронном интерферометре проведены совместные экспе-





В декабре 1986 г. в Дубне проходила традиционная XVII Международная школа молодых ученых по физике высоких энергий. Молодые ученые и специалисты из ОИЯИ, а также ряда научных центров СССР, НРБ, ГДР, Польши и Чехословакии прослушали обширные циклы лекций по актуальным теоретическим и экспериментальным проблемам физики высоких энергий.



В июне 1986 года Дубну посетил директор Центра ядерных исследований в Страсбурге профессор Р.Зельц.

рименты по измерению длины рассеяния на изотопе вольфрама-186 по методике, разработанной в ОИЯИ. Теоретиками ОИЯИ в сотрудничестве с группой Института ядерной физики (Орсе) исследованы проблемы фрагментации прочных конфигураций ядер, а с ЦЯССМ (Орсе) — выполнены исследования магнитных характеристик состояний положительной четности в деформированных ядрах.

Расширяются научные связи с исследовательскими центрами ФРГ. По договоренности с дирекцией ГСИ (Дармштадт) подготовлен протокол о сотрудничестве между ОИЯИ и ГСИ. Это поможет поднять на новый уровень исследования по физике тяжелых ионов. Совместно с Университетом г. Байрота проведены исследования динамики диметилнафталина на изготовленных Университетом образцах. В 1986 году оформилось сотрудничество ОИЯИ с Университетом г. Марбурга и ЦЯИ (Страсбург, Франция) по проблеме поиска и исследования аномального взаимодействия релятивистских фрагментов в ядро-ядерных реакциях. Теоретиками ОИЯИ совместно с группой ученых из ФРГ на основе метода обратной задачи для среднего поля ядра предложена модель описания стадии развала сжатой холодной одномерной ядерной системы.



Продолжались совместные работы с физическим отделом Университета в Юваскюля (Финляндия) по исследованию свойств нуклидов на установке СПИН ОИЯИ и на пучке циклотрона Университета. В исследованиях принимает участие группа физиков из Сассекского университета (Великобритания). В научно-исследовательских центрах СФРЮ обработано более 3% общего числа фотографий, полученных на двухметровой пропановой камере ОИЯИ. В сотрудничестве теоретиков ОИЯИ с учеными Института Н.Бора (Дания) продолжены исследования зарядово-обменных реакций типа (p, n) и $({}^6\text{Li}, {}^6\text{He})$, а с теоретиками Университета г. Катания (Италия) выполнены исследования роли квантовых поправок к уравнению Больцмана в макроскопическом описании коллективных эффектов в ядрах.

СПРАВКА
о развитии международного сотрудничества и связей
Объединенного института ядерных исследований за период 1965—1986 гг.

№№ пп	Вид сотрудничества	1965	1970	1975	1980	1985	1986
1.	Количество командировок специалистов из стран-участниц в ОИЯИ (без совещаний, но с учетом приездов по контрактам)	203	446	1026	1216	1469	1352
2.	Количество командировок специалистов ОИЯИ в страны-участницы	171	287	474	558	600	629
3.	Количество научных, методических и научно-организационных совещаний ОИЯИ	19	28	42	40	49	44
4.	Количество командировок на международные конференции и в научные центры стран-неучастниц	69	166	131	109	119	127
5.	Количество приездов специалистов из стран-неучастниц	27	176	226	93	144	210
6.	Количество стипендиатов ОИЯИ	—	8	11	7	3	2

ПЕРЕЧЕНЬ
научных и научно-организационных совещаний,
проведенных Объединенным институтом ядерных исследований
в 1986 году

№№ п/п	Название совещания	Время проведения	Место проведения	Количество участников
<i>I. Совещания, школы и симпозиумы</i>				
1.	VIII Международный семинар по проблемам физики высоких энергий	19—24 июня	Дубна	200
2.	Международное совещание "Ренорм-группа-86"	26—29 августа	Дубна	100
3.	Международная школа-семинар по физике тяжелых ионов	23—30 сентября	Дубна	180
4.	V Международная школа по нейтронной физике	20—31 октября	Алушта, СССР	160
5.	X Всесоюзное совещание по ускорителям заряженных частиц	21—23 октября	Дубна	350
6.	XVII Международная школа молодых ученых по физике высоких энергий	16—25 декабря	Дубна	120
<i>II. Рабочие совещания</i>				
7.	Совещание по нейтринному детектору	7—9 января	Дубна	50
8.	Совещание по экспериментам на установке ФОБОС	14—16 января	Дубна	40
9.	Совещание по исследованию неупругих взаимодействий ядер, ускоренных на синхрофазотроне, с ядрами фотоэмульсии	4—6 февраля	Дубна	30
10.	Совещание по системе аксиальной инжекции ионов в циклотроны	4—5 марта	Дубна	50
11.	Совещание по эксперименту на установке ДЕЛФИ	13—14 марта	Дубна	40
12.	Совещание по исследованиям на установке БИС-2	11—13 марта	Дубна	50
13.	Совещание по исследованиям на установке РИСК	18—20 марта	Дубна	50
14.	Совещание по исследованиям на установке "Людмила"	18—20 марта	Дубна	35
15.	Совещание по исследованиям на 2-метровой пропановой камере	22—24 апреля	Дубна	50
16.	Совещание по исследованиям на спектрометре ГИБС	22—24 апреля	Дубна	45
17.	Совещание по исследованиям на 1-метровой водородной камере	27—29 мая	Дубна	30

18. Совещание по исследованиям ядро-ядерных взаимодействий с помощью 2-метровой пропановой камеры	24—29 августа	Прага, ЧССР	40
19. Совещание по экспериментам на установке БИС-2	16—18 сентября	Дубна	50
20. Совещание по исследованиям конденсированных сред на экспериментальных установках ИБР-2	16—18 сентября	Дубна	50
21. Совещание по эксперименту на комплексе "Меченые нейтрино"	27—31 октября	Цойтен, ГДР	30
22. Совещание по когерентному образованию бозонных систем (МИС-2)	30 октября — 1 ноября	Дубна	50
23. Совещание по установке СИГМА-АЯКС	30 октября — 1 ноября	Дубна	40
24. Совещание по проекту "Парус"	11—13 ноября	Дубна	30

III. Научно-организационные совещания

25. 59 сессия Ученого совета ОИЯИ	14—16 января	Дубна	100
26. Комитет Полномочных Представителей стран-участниц ОИЯИ	25—28 марта	Дубна	80
27. Комитет по структуре ядра	8—10 апреля	Дубна	30
28. Комитет по нейтронной физике	8—10 апреля	Дубна	30
29. Комитет по физике тяжелых ионов	8—10 апреля	Дубна	30
30. Камерный комитет	15—17 апреля	Дубна	30
31. Фотоэмульсионный комитет	15—17 апреля	Дубна	30
32. Комитет по электронным экспериментам	15—17 апреля	Дубна	30
33. 60 сессия Ученого совета ОИЯИ и его секций по физике высоких энергий, физике низких энергий и теоретической физике	3—6 июня	Дубна	100
34. Совещание Контрольной комиссии Финансового комитета	10—12 июня	Дубна	20
35. Камерный комитет	14—16 октября	Дубна	30
36. Комитет по электронным экспериментам	14—16 октября	Дубна	30
37. Фотоэмульсионный комитет	14—16 октября	Дубна	30
38. Комитет по структуре ядра	28—30 октября	Дубна	30
39. Комитет по нейтронной физике	28—30 октября	Алушта, СССР	30
40. Комитет по физике тяжелых ионов	28—30 октября	Дубна	30
41. Заседание Финансового комитета	11—13 ноября	Дубна	20
42. Секция Ученого совета ОИЯИ по физике низких энергий	25—27 ноября	Дубна	30
43. Секция Ученого совета ОИЯИ по физике высоких энергий	2—4 декабря	Дубна	30
44. Секция Ученого совета ОИЯИ по теоретической физике	5 декабря	Дубна	30

ПЕРЕЧЕНЬ
международных и национальных конференций, симпозиумов,
совещаний и школ, в которых принимали участие специалисты
Объединенного института ядерных исследований в 1986 году

№№ пп	Наименование	Время проведения	Место проведения
<i>В странах-участницах</i>			
1.	Всесоюзная школа "Бакуриани-86" по квантовой хромодинамике и моделям большого объединения	15—25 января	СССР, Бакуриани
2.	Научная сессия ОЯФ АН СССР по физике ядра	21—23 января	СССР, Москва
3.	Конференция, посвященная физике элементарных частиц и ядерной астрофизике	27—30 января	СССР, Москва
4.	Зимняя школа по операционным системам	27—30 января	ВНР, Вышеград
5.	Международная школа по рассеянию нейтронов	28—30 января	ГДР, Штадт Велен
6.	Симпозиум "Операционная система ОС-7ЕС"	4—6 февраля	СССР, Москва
7.	Собрание Химического общества ГДР	4—7 февраля	ГДР, Берлин
8.	7 Всесоюзная школа по плазмохимии	10—26 февраля	СССР, Иваново
9.	7 Школа ИАЭ им. И.В.Курчатова	16—21 февраля	СССР, Протвино
10.	XXII Зимняя школа по теоретической физике	17 февраля— 1 марта	ПНР, Карпач
11.	XV Совещание по физике и технике низких температур	4—8 марта	ГДР, Гауссиг
12.	4 Совещание координационной группы по ядерным данным в ФЭИ	11—14 марта	СССР, Обнинск
13.	Совещание, посвященное 30-летию ОИЯИ	11—16 марта	ЧССР, Смоленице
14.	21 Школа по физике ядра и элементарных частиц	21—29 марта	СССР, Усть-Нарва
15.	Совещание по системам аналитических вычислений на мини-ЭВМ	23—30 марта	СССР, Алма-Ата
16.	III Научный семинар "Металлофизика сверхпроводников"	31 марта— 3 апреля	СССР, Киев
17.	XVII Всесоюзная школа по когерентной оптике и голографии	31 марта— 7 апреля	СССР, Баку
18.	Всесоюзная школа "Малоугловое рассеяние рентгеновских лучей и нейтронов"	1—7 апреля	СССР, Звенигород
19.	Весенняя школа по проблемам ядерной физики	7—12 апреля	ГДР, Хольцхау
20.	4 Симпозиум по слабой сверхпроводимости	7—11 апреля	ЧССР, Смоленице
21.	36 Совещание по ядерной спектроскопии в реакциях с заряженными частицами	15—17 апреля	СССР, Харьков
22.	IX Всесоюзная научная конференция "Восстановительные и компенсаторные процессы при лучевых поражениях"	15—17 апреля	СССР, Ленинград

23. VII Менделеевская дискуссия "Основные направления развития учения о растворах на современном этапе"	15—17 апреля	СССР, Ленинград
24. Всесоюзный семинар "Кварки-86"	15—18 апреля	СССР, Тбилиси
25. Совещание ИФВЭ АН ГДР по физике высоких энергий	15—20 апреля	ГДР, Цойтен
26. V Всесоюзная школа-семинар "Надежность и адаптация биологических систем"	18—27 апреля	СССР, Чернигов
27. Международный симпозиум по физике высоких энергий	21—25 апреля	ГДР, Кордобанг
28. Международный симпозиум по оптимальным алгоритмам	21—26 апреля	НРБ, София
29. III Симпозиум "Нуклон-нуклонные и адрон-ядерные взаимодействия при промежуточных энергиях"	21—24 апреля	СССР, Гатчина
30. Международный симпозиум и выставка аппаратуры "КАМАК-86"	22—25 апреля	ПНР, Варшава
31. XVI Международный симпозиум по электронной структуре металлов и сплавов	22—24 апреля	ГДР, Ионсбах
32. Всесоюзный научно-технический семинар "Экономика, организация и технология разработки и сопровождения программных средств"	22—24 апреля	СССР, Калинин
33. Всесоюзная конференция по космическим лучам	23—25 апреля	СССР, Тбилиси
34. Международный семинар по теоретической физике "Вроцлав — Лейпциг"	7—9 мая	ГДР, Лейпциг
35. Школа молодых ученых "Радиационная технология. Процессы и оборудование"	12—16 мая	СССР, Новосибирск
36. Совещание "Вакуумные системы, камеры и устройства"	13—15 мая	СССР, Нор-Амберд
37. 23 Европейское совещание по развитию циклотронов	14—17 мая	ВНР, Дебрецен
38. IX Международный симпозиум по физике элементарных частиц	25—30 мая	ПНР, Казимеж
39. VI Всесоюзный симпозиум по сильноточной электронике	27—29 мая	СССР, Новосибирск
40. Совещание "Элементарные процессы в поле лазерного излучения"	27—29 мая	СССР, Ужгород
41. Всесоюзное совещание "Диалоговые информационно-вычислительные системы"	27 мая— 2 июня	СССР, Иркутск
42. Научно-координационный совет при ИФВЭ	29—30 мая	СССР, Протвино
43. Международная конференция "Машинная графика-86"	2—6 июня	ЧССР, Смоленице
44. VII Всесоюзное совещание по использованию синхротронного излучателя	3—5 июня	СССР, Новосибирск
45. IV Всесоюзное совещание "Радиационные дефекты в металлах"	4—6 июня	СССР, Алма-Ата
46. Техническое совещание по обработке данных в стандарте КАМАК	9—12 июня	СССР, Чебоксары

47. Совещание МАГАТЭ "Ядерные данные и свойства нейтронных источников"	9—13 июня	СССР, Ленинград
48. V Международный симпозиум ИМЕКО	10—14 июня	ГДР, Йена
49. VIII Рабочее совещание "Процессы с большими поперечными импульсами"	10—12 июня	СССР, Протвино
50. 1 Всесоюзное совещание по рентгеноспектральному анализу	11—13 июня	СССР, Орел
51. Международный симпозиум по квантовой теории поля	15—21 июня	СССР, Москва
52. Симпозиум по экспериментам и методике в физике высоких энергий	16—21 июня	ЧССР, Бехине
53. Международная конференция "Проблемы квантовой теории поля и математической физики"	23—27 июня	ЧССР, Бехине
54. Биофизическая конференция	1—6 июля	ЧССР, Братислава
55. Совещание по проблемам вычислительной техники	1—6 июля	ГДР, Берлин
56. Школа-семинар "Технология программирования в научных исследованиях и разработках"	7—11 июля	СССР, Москва
57. 10 Пражская конференция по теории информатики, теории статистических решающих функций и случайных процессов	7—11 июля	ЧССР, Прага
58. IX Семинар по физике высоких энергий и теории поля	7—13 июля	СССР, Протвино
59. XI Международный семинар МАРИВД "Высокие давления в науке и технике"	12—17 июля	СССР, Киев
60. IV Всесоюзный семинар по автоматизации научных исследований в ядерной физике	29 июля — 1 августа	СССР, Протвино
61. XX Международная конференция по космическим лучам	2—15 августа	СССР, Москва
62. X Европейское кристаллографическое совещание	4—10 августа	ПНР, Вроцлав
63. Международная конференция по ускорителям высоких энергий	7—11 августа	СССР, Новосибирск
64. VI Совещание по научно-технической информации	19—22 августа	СССР, Обнинск
65. Ядерно-геофизические методы исследования при поисках и разведке твердых полезных ископаемых	25—29 августа	СССР, Батагай
66. 8 Европейская конференция по атомной и молекулярной физике ионизированных газов	26—29 августа	ГДР, Грайфсвальд
67. Международная школа по ядерной физике	1-13 сентября	СРР, Брашов
68. Международная конференция и рабочее совещание "Непертурбативные методы в квантовой теории поля"	1—7 сентября	ВНР, Шиофок
69. Международная /Мазурская/ школа по ядерной физике	2-13 сентября	ПНР, Миколайки

70. IX Советско-чехословацкое совещание "Применение функциональных методов и методов теории функций к задачам матема- тической физики"	7—13 сентября	СССР, Донецк
71. 24 Совещание по физике низких температур	8—10 сентября	СССР, Тбилиси
72. Конференция по применению микроЭВМ в автоматизации	8—12 сентября	ГДР, Магдебург
73. Европейская конференция по структуре холодных ядер	14—18 сентября	НРБ, Варна
74. Конференция молодых ученых по актуаль- ным проблемам электро- и фоторождения на нуклонах и ядрах	16—18 сентября	СССР, Нор-Амберд
75. IV Всесоюзная конференция по масс- спектрометрии	16—19 сентября	СССР, Сумы
76. Семинар "Локальные вычислительные сети"	16—19 сентября	СССР, Рига
77. IX Всесоюзная конференция "Состояния и перспективы разработки и применения сцинтилляторов и сцинтилляционных детекторов"	17—19 сентября	СССР, Харьков
78. IV Международная школа по физике конден- сированных сред	18—27 сентября	НРБ, Варна
79. Семинар по ядерной физике "Коллективная ядерная динамика"	18—20 сентября	СССР, Наманган
80. 6 Тиханьский симпозиум по радиационной химии	20—27 сентября	ВНР, Балатонсцеплан
81. Рабочее совещание по применению ядерно- физических методов в смежных областях	22—26 сентября	СССР, Харьков
82. VII Международный симпозиум по спиновым явлениям в физике высоких энергий	22—27 сентября	СССР, Протвино
83. Конференция молодых ученых по актуальным проблемам электро- и фоторождения на нукло- нах и ядрах	23—25 сентября	СССР, Ереван
84. Заседание секции СЭВ по приборам и установ- кам ядерной техники	23—26 сентября	СССР, Рига
85. 4 Международная школа "Автоматизация и научное приборостроение"	28 сентября — 8 октября	НРБ, Варна
86. II Школа по автоматизации ядерно-физических экспериментов	29 сентября — 5 октября	СССР, Приэльбрусье
87. Школа по нейтронной физике	2—14 октября	ВНР, Будапешт
88. Школа по физике твердого тела	12—22 октября	ГДР, Лейпциг
89. Симпозиум по теории элементарных частиц	12—18 октября	ГДР, Аренсхооп
90. Школа ЦИЭФ	13—17 октября	ГДР, Серран
91. Совещание по рабочим веществам для поля- ризованных мишеней	14—15 октября	СССР, Харьков
92. Фотометрия и ее метрологическое обеспечение	14—16 октября	СССР, Москва
93. Международная школа "Современные пробле- мы физики высоких энергий — теория и эксперимент"	18—28 октября	НРБ, Варна
94. XV Международный симпозиум по авто- радиографии	19—23 октября	ВНР, Матрафюред

95. Всесоюзная школа "Автоматизация и эффективность научных исследований"	20—30 октября	СССР, Протвино
96. Всесоюзный семинар "Планирование эксперимента в радиоаналитических методах и обработка результатов на ЭВМ"	24—26 октября	СССР, Юрмала
97. Всесоюзный семинар "Квантовая теория солитонов"	27—30 октября	СССР, Ленинград
98. Конференция "Современные проблемы математической физики и вычислительной математики"	28—30 октября	СССР, Москва
99. Международная конференция "Структура адронов-86"	3—7 ноября	ЧССР, Смоленице
100. Курсы по операционной системе СПМ	5—10 ноября	ЧССР, Пардубице
101. 16 Международный симпозиум по ядерной физике	10—14 ноября	ГДР, Гауссиг
102. Конференция "Частицы и ядра при высоких энергиях"	17—20 ноября	СССР, Москва
103. Международный симпозиум по применению лазеров в прецизионных измерениях	18—23 ноября	ВНР, Будапешт
104. II Рабочее совещание "Теория солитонов и приложений"	24—27 ноября	СССР, Юрмала
105. Семинар "Проблемы эффективности использования ЭВМ высокой производительности"	24—28 ноября	ГДР, Берлин
106. Конференция "Системы обработки знаний и изображений"	2—28 ноября	ЧССР, Смоленице
107. Международное совещание по физике ЛЭП	1—7 декабря	ГДР, Цойтен
108. Совещание по вопросам радиоэлектроники	декабрь	ПНР, Варшава
109. 18 Международный симпозиум по физике низких температур, криоэлектронике и биомагнетизму	1—7 декабря	ГДР, Георгенталь
110. Всесоюзная конференция по аналитической химии радиоактивных элементов	1—7 декабря	СССР, Москва
111. Совещание по мюонному катализу	10—11 декабря	СССР, Москва
112. Рабочее совещание "Физика на УНК"	19—20 декабря	СССР, Протвино

В странах-неучастницах

1. Международная конференция по проволочным камерам	25—28 февраля	Австрия, Вена
2. VI Европейская конференция по общим проблемам физики конденсированного состояния	22-25 марта	Швеция, Стокгольм
3. Международное совещание по теоретическим методам текстурного анализа	17—21 марта	ФРГ, Клаусталь-Целлерфельд

4. XI Международная конференция по криогенной технике	22—25 апреля	Зап. Берлин
5. Международная конференция по взаимодействию тяжелых ионов с ядрами в области фермиевской энергии	12—16 мая	Франция, Кан
6. Международное совещание по синтезу и свойствам экзотических ядер	19—24 мая	Франция, Гиенс
7. Международное совещание по структуре и динамике межфазовых границ и коллоидов	6—11 апреля	Франция, Гренобль
8. Рабочее совещание ИКФА по сверхпроводящим магнитам	12—16 мая	США, Аптон
9. IV Международный симпозиум по медицинским применениям циклотронов	27—30 мая	Финляндия, Турку
10. Международная конференция по линейным ускорителям /ЛИНАК-86/	2—6 июня	США, Стенфорд
11. Международная конференция "Нейтрино-86"	3—8 июня	Япония, Сендай
12. Международный симпозиум "Бета-распад ядер и нейтрино"	11—13 июня	Япония, Осака
13. VI Международная конференция по мощным пучкам заряженных частиц	9—13 июня	Япония, Кобе
14. Аспенское рабочее совещание по теоретической физике	22 июня — 6 июля	США, Аспен
15. VII Международная конференция по современным направлениям активационного анализа	23—27 июня	Дания, Копенгаген
16. Международный симпозиум по слабым и электромагнитным взаимодействиям в ядре	1—5 июля	ФРГ, Гайдельберг
17. XXIII Международная конференция по физике высоких энергий	13—23 июля	США, Беркли
18. VIII Международный конгресс по математической физике	16—25 июля	Франция, Марсель
19. Международный конгресс по вычислительной и прикладной математике	20—25 июля	Бельгия, Левен
20. XI Международная конференция по системам нескольких тел в физике частиц и ядерной физике	24—30 августа	Япония, Токио
21. Международный симпозиум по мюонному катализу	1—2 сентября	Япония, Сендай
22. Рабочее совещание "Конденсированные среды, атомная и молекулярная физика"	10 августа — 7 сентября	Италия, Триест
23. Международная конференция по ядерной физике	25—30 августа	Великобритания, Харрогит
24. Международный семинар комитета ЭЗОНЕ по персональным компьютерам	3—5 сентября	Швейцария, Цюрих
25. 7 Международная конференция по сверхтонким взаимодействиям	5—14 сентября	Индия, Бангалор
26. XII Симпозиум по микропроцессорам и микропрограммированию /Евромикро-86/	15—18 сентября	Италия, Венеция

27. XXII Международная школа по физике элементарных частиц	21 сентября — 5 октября	Югославия, Сплит
28. XI Международная конференция по циклотронам и их применению	13—17 октября	Япония, Токио
29. IV Совещание по исследованиям на ускорителе "Сатурн"	10—14 ноября	Франция, Лонде-лез-Мор
30. Международная конференция по обратным задачам	1—5 декабря	Франция, Монпелье

**ОБЩЕИНСТИТУТСКИЕ
СЛУЖБЫ**



Отдел радиационной безопасности и радиационных исследований

Деятельность Отдела радиационной безопасности и радиационных исследований в 1986 году была направлена на обеспечение радиационного контроля на рабочих местах сотрудников Института и в окружающей среде, разработку и внедрение новых средств контроля, в том числе автоматизированных систем, а также на проведение радиационных исследований в новых, неизученных режимах работы ядерно-физических установок ОИЯИ.

Дозиметрический контроль осуществлялся на следующих ядерно-физических установках ОИЯИ:

- импульсном быстром реакторе ИБР-30,
- импульсном быстром реакторе ИБР-2,
- синхрофазотроне в режиме ускорения протонов и релятивистских ядер с энергией несколько ГэВ/нуклон,
- фазотроне при работе на эксперимент и в режиме наладки каналов транспортировки пучков,
- циклотронах ИЦ-100, У-200, У-300 и У-400 в режимах ускорения ионов с энергиями до 20 МэВ/нуклон,
- микротроне МТ-25 на энергию электронов 25 МэВ,
- прототипе КУТИ-20, СИЛУНД-20 и ЛИУ-3000,
- электростатическом генераторе ЭГ-5 в режимах ускорения частиц до энергии 3 МэВ,
- линейном ускорителе электронов ЛИУ-30 при энергии до 8 МэВ в режиме пуска наладочных работ, при проведении работ с радиоактивными веществами и другими источниками ионизирующих излучений.

Контроль радиационной обстановки и индивидуальных доз внешнего облучения персонала в зонах радиационного воздействия позволил организовать деятельность подразделений Института так, что годовой уровень облучения персонала и населения не превысил ни предельно допустимых доз, ни пределов доз. К концу 1986 года на индивидуальном дозиметрическом контроле (ИДК) в ОИЯИ состояло 2368 человек,

из них 173 сотрудника, прикомандированных к ОИЯИ из сторонних организаций. Годовая доза облучения у 99,5% сотрудников, работающих в радиационно-вредных условиях труда, не превысила 15 мЗв (1,5 бэр), что ниже регламентированной величины. Доза облучения в окружающей среде от ядерно-физических установок Института составляет пренебрежимо малую величину по сравнению с природной дозой радиации; радиоактивность внешней среды в районе расположения ОИЯИ обусловлена наличием в ней естественных радиоактивных элементов и продуктов глобальных выпадений, на фоне которых вклад работы установок Института в загрязненность окружающей среды не обнаружен. В связи с аварией на Чернобыльской АЭС выполнен значительный объем работ по дополнительному контролю проб воздуха, воды, почвы и растительности в окружающей среде. Результаты спектрометрических и радиометрических анализов показали наличие в пробах продуктов деления в количестве на два порядка ниже регламентированных, а вклад в дозу облучения населения от выпадений не превысил 5% от дозы, обусловленной естественным фоном.

В направлении развития и совершенствования средств радиационного контроля создана и введена в эксплуатацию автоматизированная система сбора и обработки информации с 120 каналов установки стационарного дозиметрического контроля на ИБР-2. Совместно с ЛВЭ и ЛЯР подготовлены технические проекты автоматизированных систем радиационного контроля на синхрофазотроне ЛВЭ и ускорительном комплексе ЛЯР. Разработаны, созданы и внедрены в практику индивидуальной дозиметрии кистей рук новые термолюминесцентные детекторы; разработана конструкция комбинированной кассеты индивидуального дозиметра. Подготовлены к опытной эксплуатации низкофоновые установки для измерений малых уровней радиоактивности в образцах.

В области радиационных исследований изучена радиационная обстановка в некоторых режимах работы синхрофазотрона; завершены исследования радиационной обстановки вблизи толстых мишеней, облучаемых протонами, ядрами гелия и углерода^{1,2/}. Изучена радиационная обстановка на фазо-

троне ЛЯП в режимах его работы за 1986 г. Усовершенствована программа расчета тормозных способностей и ионизационных пробегов в веществе^{3/}. Подготовлено практическое руководство по радиационной безопасности на ускорителях заряженных частиц^{4/}.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бамблевский В.П. и др. ОИЯИ, 16-86-486, Дубна, 1986.
2. Комочков М.М. ОИЯИ, P16-96-186, Дубна, 1986.
3. Крылов А.Р., Хеннигер Ю. ОИЯИ, Б1-11-86-386, Дубна, 1986.
4. Комочков М.М., Лебедев В.Н. Практическое руководство по радиационной безопасности на ускорителях заряженных частиц. М.: Энергоатомиздат, 1986.

Опытное производство

В 1986 году Опытное производство выполнило значительный объем работ по созданию в лабораториях Института базовых и экспериментальных установок.

По заказу Лаборатории высоких энергий изготовлены 32 модуля криостатов дипольных магнитов нуклотрона, оснастка для намотки катушек дипольных магнитов, отштамповано около 100 тыс. пластин магнитопроводов дипольных магнитов.

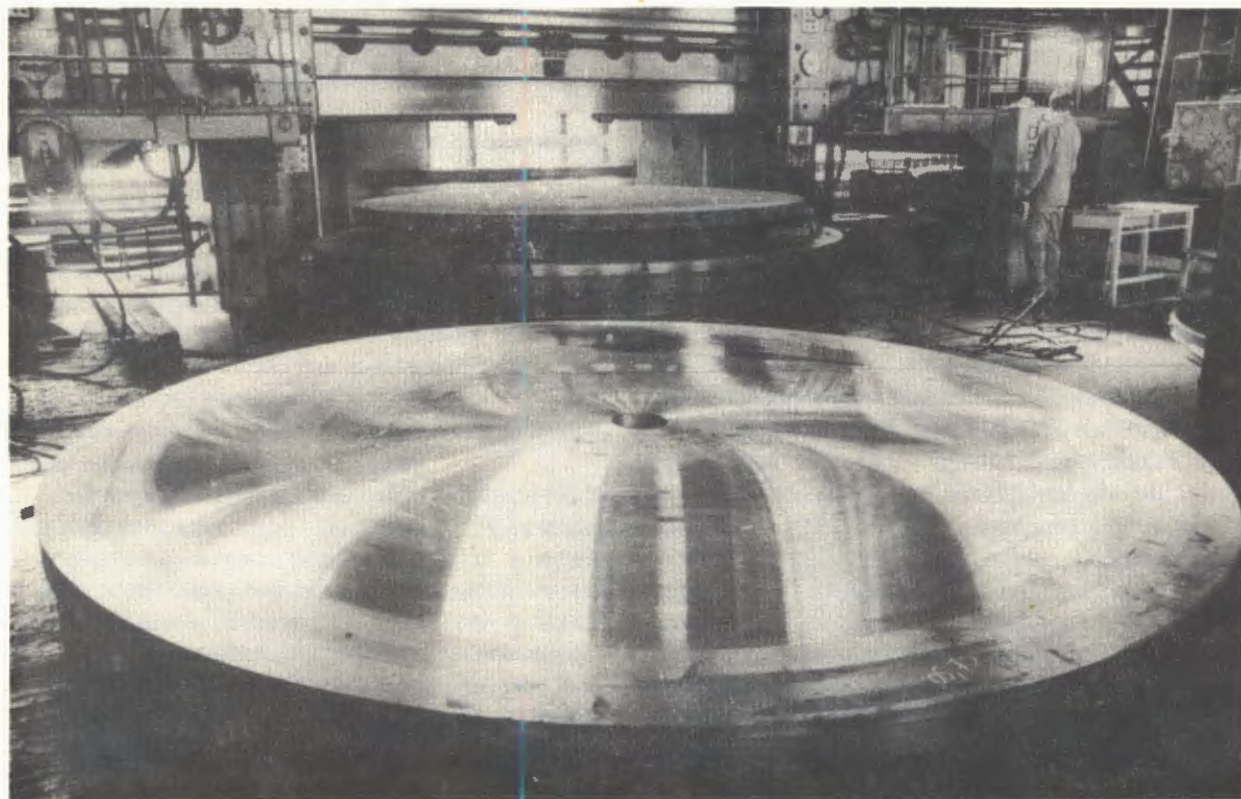
Для Лаборатории ядерных реакций в основном завершены работы по магнитопроводу магнита Е8В и вакуумной камере для ускорителя У-400М. Изготовлены также комплекты деталей ионного источника, ва-

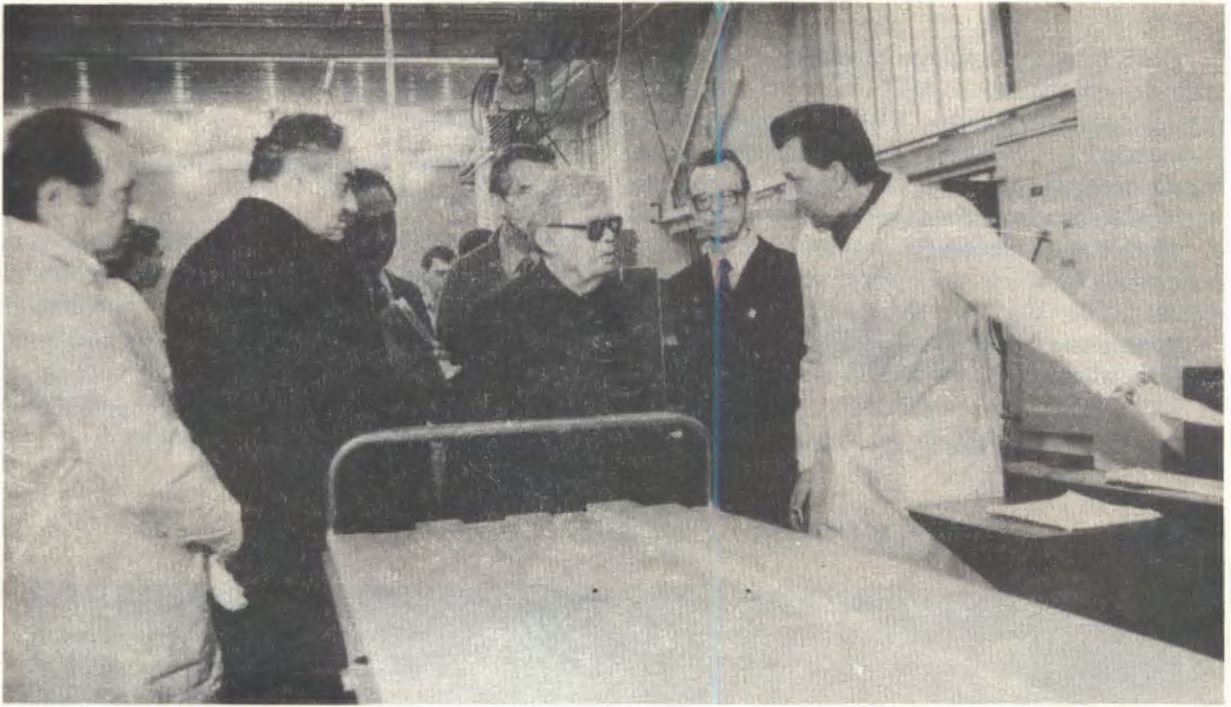
куумной системы и системы водоохлаждения, канал для облучения пленки. Выполнена механическая обработка 130 корпусов индикаторов для ЛИУ-30.

Отдел новых методов ускорения получил 5 секций питания магнитных полей и одну ускоряющую секцию ЛУЭК-20 для КУТИ-20.

Для экспериментальных установок изготовлены ярмо магнита ДЦ-1, 4 фильтра поглощения, 2 пакета балки магнитопровода электромагнита для установки МАРС, годоскопический адронный калориметр и элементы годоскопа, основание нейтронного спектрометра обратной геометрии, узлы

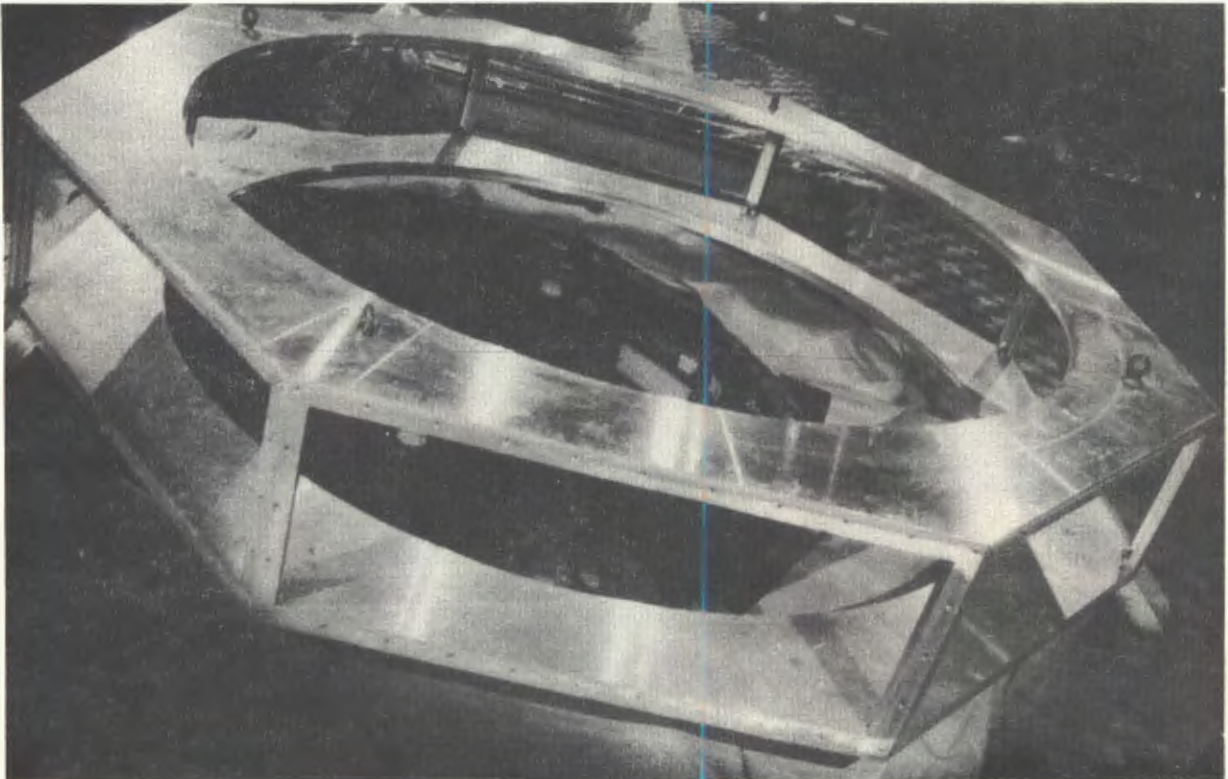
Обработка промежуточных дисков магнита для циклотрона У-400М.





Директор ОИЯИ академик Н.Н.Боголюбов знакомится с работой участка по производству стримерных детекторов адронного калориметра установки ДЕЛФИ.

Вакуумная камера ускорителя У-400М.



для 2 просмотрных столов АИСТ и др.

В 1986 году освоено серийное производство и изготовлено 10,5 тыс. стримерных трубок для установки ДЕЛФИ, создаваемой совместно с ЦЕРНом. Осуществлена подготовка производства пропорциональных камер с рабочим пространством 1000 x 1500 мм.

Выпущено большое количество блоков радиоэлектронной аппаратуры, в том числе около 1700 блоков КАМАК, 120 крейтов с источниками питания и вентиляторами, более 250 различных источников питания и др.

Продолжались работы по освоению нового оборудования и технологических

процессов на участке печатных плат. Достигнута проектная производительность изготовления печатных плат по позитивной технологии.

Освоены 2 токарных станка с оперативной системой ЧПУ.

Совместно с отделом АСУ сдана в промышленную эксплуатацию подсистема АСУ "Снабжение". Подготовлены предложения по созданию подсистем оперативно-диспетчерского планирования Опытного производства и автоматизированной разработки технологической документации.

Сборка дипольных магнитов нуклотрона.



НАУЧНАЯ ИНФОРМАЦИЯ



Издательский отдел

В издательском отделе ОИЯИ в 1986 году вышло из печати 913 наименований сообщений и препринтов ОИЯИ. Издано 259 служебных материалов. Увидели свет 13 сборников трудов различных конференций, организованных ОИЯИ. Издана книга "30 лет Объединенному институту ядерных исследований". Такие юбилейные издания стали традиционными, так, настоящее — четвертое.

Все большую популярность приобретают "Краткие сообщения ОИЯИ", цель которых — ознакомление мировой научной общественности с наиболее интересными научными, научно-техническими, методическими и прикладными результатами, полученными учеными Дубны. В 1986 году вышло из печати 8 таких сборников. Всего выпущено 20 "Кратких сообщений ОИЯИ".

В редакции журналов, на различные конференции, проводившиеся как в странах-участницах, так и в других странах, было направлено 1175 статей и докладов, содержащих результаты работ ученых Дубны, ведущихся в соответствии с проблемно-тематическим планом Института, утвержденным Комитетом Полномочных Представителей.

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", "Атомная энергия", "Journal of Physics", "Physics Letters", "Zeitschrift fur Physik", "Nuclear Physics",

"Nuclear Instruments and Methods", "Solid State Communications" и др.

В 51 страну мира рассылались публикации Дубны. В 1986 году в списке рассылки публикаций ОИЯИ появилось 22 новых адреса.

Всего за 1986 г. в научно-техническую библиотеку ОИЯИ поступило в порядке обмена 8890 публикаций из 37 стран, в том числе 1486 из ЦЕРНа. В порядке обмена в НТБ бесплатно поступают научные журналы из 21 страны (119 названий).

Для оперативного информирования читателей научно-технической библиотеки о новых поступлениях продолжался выпуск экспресс-бюллетеней НТБ и патентного отдела. Вышел в свет ежегодный библиографический указатель работ сотрудников ОИЯИ за 1985 год и отчет о деятельности ОИЯИ за 1985 год.

Издательским отделом выполнялись заказы лабораторий на ксерокопирование. За год изготовлено более 595 тысяч ксерокопий. Выполнено свыше 5 тысяч заказов на переплетные работы. Для обработки экспериментальной информации и других целей изготовлено свыше 700 тыс. различных бланков.

В июне 1986 г. на базе издательского отдела Московским правлением НТО полиграфии и книжных издательств проведена научно-практическая конференция "Оперативный выпуск информационных печатных изданий на службе научно-технического прогресса".

Научно-техническая библиотека

В 1986 году число читателей научно-технической библиотеки и ее филиалов составило 6450 человек, в том числе около 600 командированных в ОИЯИ. Количество выданной за год литературы и просмотренной на выставках новых поступлений — 373 тысячи экземпляров. По заявкам читателей получено по межбиблиотечному абонементу (МБА) 2533 наименования книг. Выполнено 917 читательских заявок, поступивших из библиотек Советского Союза.

По всем источникам комплектования (покупка, подписка, книгообмен) в 1986 году поступило 15285 экземпляров книг, репринтов, периодических изданий, в том числе более 8 тысяч на иностранных языках. Продолжалась работа по освобождению фонда от устаревшей литературы. Списано 9,5 тысяч экземпляров репринтов за прошедшие годы.

На 1-е января 1987 года библиотечный фонд составил 383507 экземпляров, из них 159346 — на иностранных языках.

Все поступившие издания своевременно обрабатывались и регистрировались в центральном каталоге и в каталогах филиалов.

Тематические картотеки пополнились 22954 карточками новых публикаций, картотека публикаций сотрудников Института — 4887 карточками.

Подготовлен и издан "Указатель работ сотрудников ОИЯИ за 1985 год". Ежедневно выпускались экспресс-бюллетени "Книги", "Препринты", "Статьи" (156 номеров), содержащие информацию о новых публикациях (24121 наименование).

Ежедневно обновлялись выставки новых поступлений книг, репринтов, представивших 9891 новое наименование.

Было организовано 16 тематических выставок.

Патентный отдел

ЗАЩИТА И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЙ

РАЦИОНАЛИЗАТОРСКИЕ ПРЕДЛОЖЕНИЯ

	1986 г. 1958—1986 гг.		1986 г. 1958—1986 гг.	
Получено положительных решений по заявкам на изобретения	63	1104	Использовано рационализаторских предложений	548 13065
Использовано изобретений	21	514	Экономический эффект от использования изобретений и рационализаторских предложений, тыс. руб.	16,0 2399,7

**АДМИНИСТРАТИВНО-
ХОЗЯЙСТВЕННАЯ
ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ**



КАДРЫ

Численность сотрудников ОИЯИ на 31 декабря 1986 года составила 7355 человек. Распределение по категориям показано в таблице.

Категория	Численность		
	в лаборат. и управл.	в производств. подразд.	всего
Научные работники	1151	2	1153
Инженеры	1726	267	1993
Техники и мастера	246	152	398
Рабочие	1795	1470	3265
Ученики	7	10	17
Служащие	269	193	462
МОП	4	63	67
	5198	2157	7355

В Объединенном институте ядерных исследований работают 6 академиков: Н.Н.Боголюбов, А.М.Балдин, Б.М.Понтекорво, Н.Содном, Г.Н.Флеров, И.М.Франк; 5 членов-корреспондентов академий наук: Н.Н.Говорун, В.П.Джелепов, И.Звара, М.Г.Мещеряков, Д.В.Ширков; 167 докторов наук, 589 кандидатов наук.

В 1986 году принято 658 человек, из них: научных работников — 212, инженеров — 122, техников и мастеров — 9, рабочих —

230, учеников — 21, служащих — 59, младшего обслуживающего персонала — 5.

Уволено из ОИЯИ за этот же период в связи с окончанием срока работы и по другим причинам 642 человека. В течение года присвоены ученые звания профессора 2 сотрудникам, старшего научного сотрудника — 13, младшего научного сотрудника — 12.

Защитили кандидатские диссертации 22 сотрудника, докторские — 10.

ФИНАНСОВАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

Комитет Полномочных Представителей правительств государств-членов Объединенного института ядерных исследований для проведения научно-исследовательских работ, капитального строительства и других мероприятий, связанных с деятельностью Института, на 1986 год ассигновал 47,5 млн.руб.

Фактические расходы за год составили 46,9 млн.руб., или 98,7% по отношению к годовым ассигнованиям.

Проблемно-тематический план научно-исследовательских работ за 1986 год выполнен в полном объеме, в сметной стоимости и по номенклатуре. Фактические расходы составили 32,4 млн.руб., или 96,7% к сметной стоимости. Достигнута экономия 1,1 млн.руб.

Распределение бюджета по разделам приведено в таблице.

Наименование разделов	Ассигнование на год, млн.руб.	Фактические расходы за год, млн.руб.	% к плану
I. Административно-управленческие и хозяйственные расходы	7,7	7,4	96,1
II. Расходы на научно-исследовательскую деятельность	25,8	25,0	96,9
Итого по основной научной деятельности	33,5	32,4	96,7
III. Капитальные вложения на строительство научно-исследовательских и других объектов	14,0	14,5	103,6
Всего:	47,5	46,9	98,7

КАПИТАЛЬНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО

Затраты на капитальное строительство научно-исследовательских и других объек-

тов планировалось в сумме 14,0 млн.руб.

Выполнение годового плана капитального строительства показано в таблице.

Структура капитальных вложений	Годовой план, млн.руб.	Фактическое выполнение, млн.руб.	% выполнения
Всего капитальных вложений, в том числе:	14,0	14,5	103,6
1. Строительно-монтажные работы	2,1	1,7	81,0
2. Оборудование и инвентарь	11,2	11,7	104,5
3. Проектно-изыскательские и прочие затраты	0,7	1,1	157,1
Ввод в действие основных средств (фондов)	14,8	15,7	106,1



ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

В составе ОИЯИ находятся производственные, вспомогательные и обслуживаю-

щие подразделения. Деятельность этих подразделений за 1986 год характеризуется основными показателями, приведенными в таблице.

Показатели	Годовой план	Фактическое выполнение	% выполнения
1. Объем готовой продукции, выполненных работ и оказанных услуг, млн.руб.	14,5	14,5	100,0
2. Результаты финансово-хозяйственной деятельности, млн.руб.	0,1	1,0	
3. Затраты на один рубль готовой продукции, выполненных работ и оказанных услуг, коп.	0-99,4	0-98,6	
4. Численность работающих	2302	2138	