

ДУБНА·1975

ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

СЗМ
0-292



JOINT INSTITUTE FOR NUCLEAR RESEARCH

1975 · DUBNA

СЗМ
2-292

ОТЧЕТ О ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОБЪЕДИНЕННОГО ИНСТИТУТА ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

11224 бр.

ЕЖЕГОДНОЕ ИЗДАНИЕ

Объединенный институт
ядерных исследований
БИБЛИОТЕКА

Оглавление

Цели и задачи Объединенного института ядерных исследований	4
Лаборатории и основные установки ОИЯИ	5
Введение	6
Проблемный план ОИЯИ на 1975 год	16
Научно-исследовательские работы, выполненные лабораториями ОИЯИ в 1975 году	
Лаборатория теоретической физики	20
Лаборатория высоких энергий	30
Лаборатория ядерных проблем	52
Лаборатория ядерных реакций	72
Лаборатория нейтронной физики	90
Лаборатория вычислительной техники и автоматизации	104
Отдел новых методов ускорения	114
Руководящие и консультативные органы	
Международные связи	
Деятельность руководящих и консультативных органов	122
Премии ОИЯИ за 1974 год	126
Международные связи и научное сотрудничество	130
Научная информация	
Издательский отдел	152
Научно-техническая библиотека	154
Изобретательство, рационализация и патентная служба	156
Общественные службы	
Административно-хозяйственная деятельность	
Отдел радиационной безопасности	160
Совет по радиоэлектронике	162
Административно-хозяйственная деятельность	164

Цели и задачи Объединенного института ядерных исследований

Объединенный институт ядерных исследований имеет своей целью:

обеспечение совместного проведения теоретических и экспериментальных исследований в области ядерной физики учеными государств - членов Института;

содействие развитию ядерной физики в государствах - членах Института путем обмена опытом и достижениями в проведении теоретических и экспериментальных исследований;

поддержание связи с заинтересованными национальными и международными научно-исследовательскими и другими организациями в деле развития ядерной физики и изыскания новых возможностей мирного применения атомной энергии;

содействие всестороннему развитию творческих способностей научно-исследовательских кадров государств - членов Института.

Всею своей деятельностью Институт будет содействовать использованию ядерной энергии только для мирных целей на благо всего человечества.

Устав ОИЯИ, глава II

Лаборатории и основные установки ОИЯИ

Лаборатория теоретической физики

Лаборатория высоких энергий
Синхрофазотрон для ускорения протонов до энергии 10 ГэВ

Лаборатория ядерных проблем
Синхроциклотрон для ускорения протонов до энергии 680 МэВ

Лаборатория ядерных реакций
Циклотроны для ускорения многозарядных ионов

Лаборатория нейтронной физики
Импульсный реактор на быстрых нейтронах

Лаборатория вычислительной техники
и автоматизации

Отдел новых методов ускорения

Введение

В 1975 году Объединенный институт успешно выполнил план научно-исследовательских работ. Получены новые важные результаты в области физики элементарных частиц, ядерной физики, а также в области развития методов исследований.

Теоретиками института получены новые данные в исследовании степенных автомодельных асимптотик, описывающих взаимодействие частиц с большой передачей импульса. На основе принципа автомодельности и правил обобщенного размерного анализа кварковых амплитуд найдена энергетическая и угловая зависимости дифференциальных сечений рассеяния на большие углы. Выводы этих работ получили экспериментальное подтверждение. В рамках нелинейной киральной и нелокальной теории поля удалось описать, в хорошем согласии с экспериментальными данными, ряд физических явлений, связанных с сильными, слабыми и электромагнитными взаимодействиями пионов при низких энергиях. Предложена и исследована возможность описания свойств недавно открытых новых узких векторных мезонов в рамках цветной симметрии и трехтриплетной модели.

Исследована роль малоквазичастичных компонент в волновых функциях высоковозбужденных состояний. Предложен принципиально новый метод вычисления нейтронных силовых функций и объяснено поведение S -волновой силовой функции в районе ее минимума. Проведен расчет формфакторов ядер в реакциях передачи нуклонов. Рассмотрены модели, описывающие системы диэлектрик - сверхпроводник, а также системы сегнетоэлектрического типа и типа бинарных растворов. Подход к исследованию модельных систем распространен на системы с обменными силами и кулоновским взаимодействием.

Ученые ОИЯИ провели ряд экспериментов на серпуховском ускорителе. На

основе 7600 событий, зарегистрированных в двухметровой водородной камере "Людмила", облученной в пучке сепарированных антипротонов с импульсом 22 ГэВ/с, проведен анализ одночастичных инклюзивных спектров вторичных частиц. С помощью двухметровой пропановой камеры исследовались когерентное взаимодействие пионов с ядрами и закономерности зарядового обмена в пион-нуклонных взаимодействиях при импульсе 40 ГэВ/с. Обе работы проводились большими группами ученых Объединенного института, а также национальных институтов стран-участниц ОИЯИ. На пучке положительно заряженных частиц с импульсом 45 ГэВ/с измерены поляризация в упругом рассеянии pp , π^+p , K^+p и параметр поворота спина в pp -рассеянии. Исследования выполнены группой ученых ОИЯИ и ИФВЭ, ИТЭФ и института в Сакле. Завершен эксперимент по поиску новых метастабильных частиц со временем жизни вплоть до миллисекундного диапазона. Верхний предел сечения возможного рождения частиц оценивается величиной $10^{-34} \div 10^{-33} \text{ см}^2$.

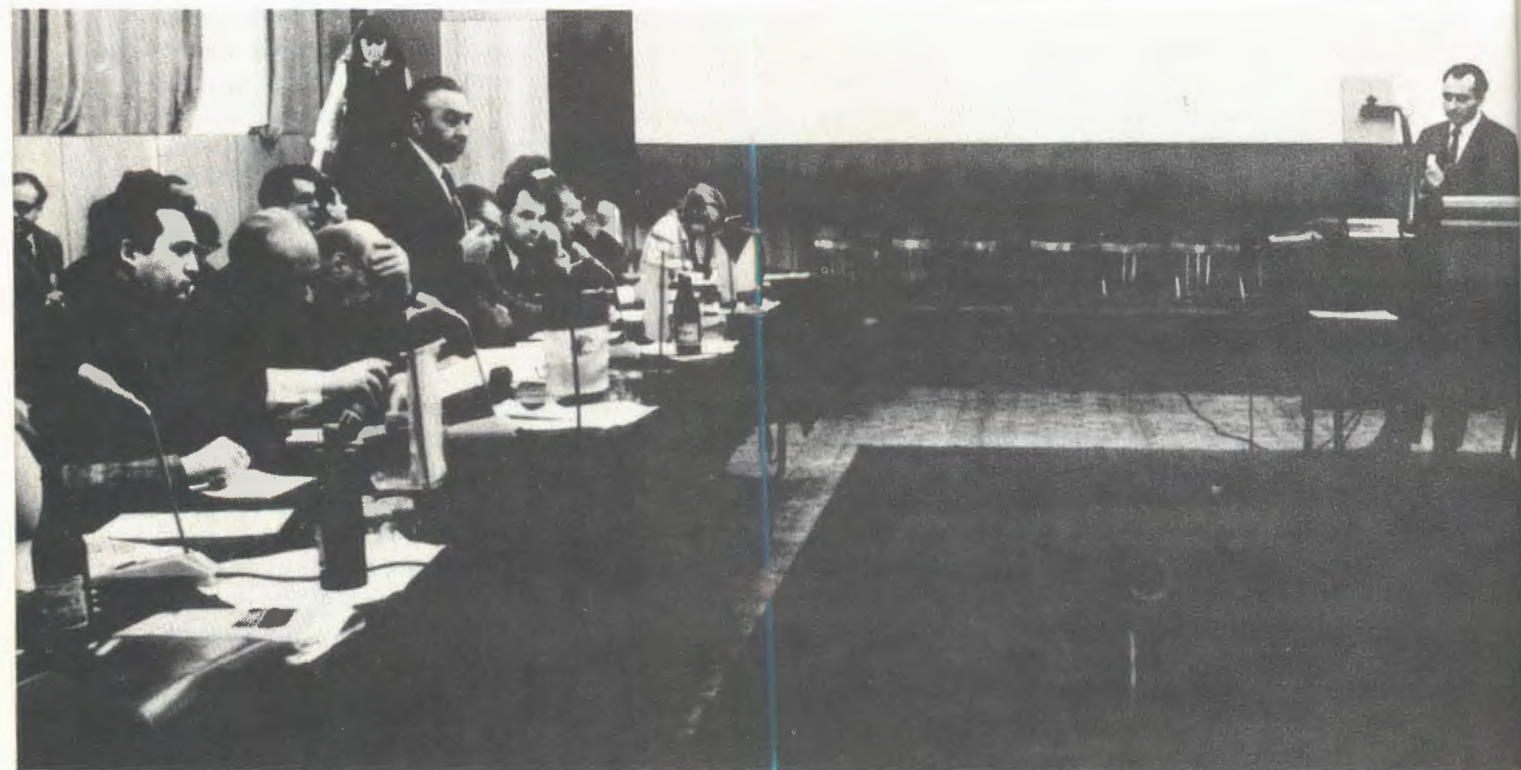
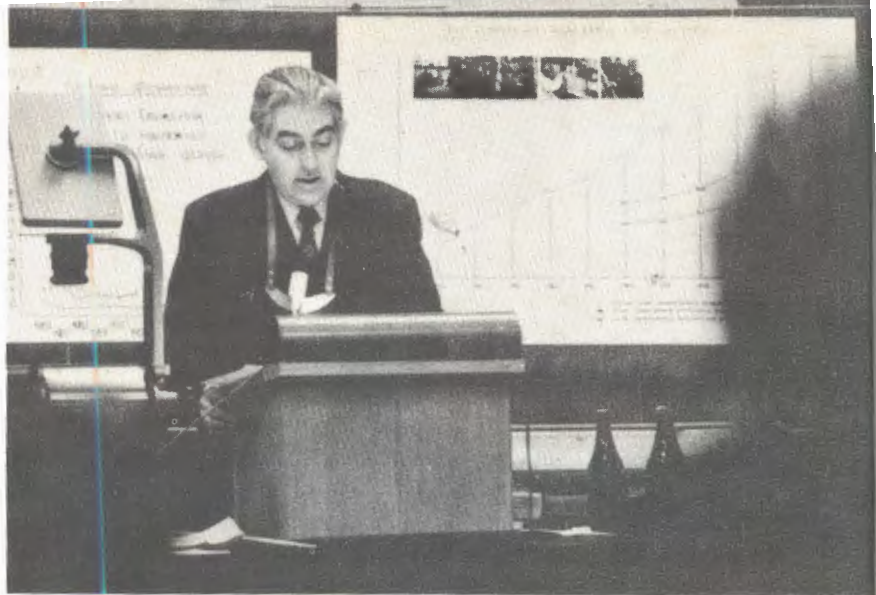
Завершена обработка результатов исследования упругого и неупругого pd -взаимодействия в области энергий $50 \div 400$ ГэВ, которое выполнено на американском ускорителе в Батавии с помощью струйной дейтериевой мишени и набора кремниевых детекторов. Работы велись в рамках советско-американского научного сотрудничества.

В экспериментах на синхрофазотроне проведены исследования упругого dd -рассеяния и ap -рассеяния на малые углы в интервале энергий $6 \div 11$ ГэВ. Измерения выполнены с помощью спектрометра ядер отдачи. С использованием метровой жидководородной камеры изучались корреляции в процессах прямого развала дейтрона в соударениях с протоном при энергии около 3 ГэВ. Эти работы ведутся

с участием физиков Института ядерных исследований и университета Варшавы. Продолжались исследования кумулятивного образования барионных систем - протонов, дейтронов, тритонов - при соударении протонов с различными ядрами /от лития-6 до урана/. В опытах используется электронная аппаратура, включая времяпролетный спектрометр. Получены новые данные о взаимодействии пионов с протонами, нейтронами и ядрами углерода при энергии 5 ГэВ в метровой пропанфреоновой камере. При анализе камерных снимков изучались процессы образования резонансов и их взаимодействия с внутриядерными нуклонами.

На синхроциклотроне завершены эксперименты по поиску редких распадов $\mu^+ \rightarrow e^+ e^+ e^-$ и $\pi^+ \rightarrow e^+ e^+ e^- \nu_e$, которые выполнялись с целью проверки выводов теории слабого взаимодействия. Применение оригинального многозачерного цилиндрического искрового спектрометра позволило провести наиболее точные измерения и оценить относительные вероятности распадов мезонов на уровне 10^{-9} . С помощью гелиевой стримерной камеры высокого давления выполнен комплекс исследований упругого рассеяния положительно и отрицательно заряженных пионов на ядрах гелия-4 в области первого барионного резонанса. Получены подробные сведения об упругом рассеянии пионов ядрами гелия-3 в диапазоне энергий 70-200 МэВ. В работах по исследованию процесса $\pi^- p \rightarrow e^+ e^- n$ определены пионный и изовекторный нуклонный формфакторы при нескольких значениях времениподобного переданного 4-импульса, произведена высокоточная оценка радиуса пиона. Большой цикл экспериментов на пионных и мюонных пучках синхроциклотрона выполнен с целью исследования электронной структуры вещества и изучения мезоатомных процессов. Успешно

*На сессиях Ученого совета
Объединенного института ядер-
ных исследований.*





развивались работы по программе ЯСНАПП.

Завершен цикл работ по синтезу и изучению свойств новых изотопов трансфермиевых элементов с $Z = 100, 102, 103, 104, 105$, которые проводились на пучках циклотрона У-300. Эти исследования позволили дать новую систематику периодов спонтанного деления и альфа-распада тяжелых ядер. При изучении ядерных реакций, вызываемых ускоренными ионами хрома-54 и марганца-55, получены предварительные данные о свойствах изотопов 107-го элемента. На циклотроне У-300 впервые ускорены и используются в экспериментах ионы кальция-48. С помощью электромагнитного масс-сепаратора получены новые протонные излучатели в области редкоземельных элементов: самарий-133 и самарий-135, изучен их радиоактивный распад. Завершена обработка результатов совместного эксперимента Дубна-Орсе /Франция/, в котором изучались реакции на тяжелых ионах с образованием составного ядра. В результате последовательного изучения реакций многонуклонных передач ученые Института сделали вывод об обнаружении ими нового класса ядерных реакций с тяжелыми ионами - глубоконеупругих реакций передачи.

С помощью импульсного реактора ИБР-30 оригинальным методом измерены магнитные моменты высоковозбужденных компаунд-состояний тербия и гольмия. Анализ данных, полученных в ОИЯИ при измерении магнитных моментов серии редкоземельных ядер, обнаружил значительную флюктуацию их значений по сравнению с ожидаемой согласно статистической теории. Пропусканием поляризованного пучка нейтронов через поляризованную мишень из металлического тербия определены спины 66 резонансов и спиновая зависимость усредненных сечений тербия. Несмотря на высокую точность

измерений, спиновая зависимость силовой функции не наблюдалась. Ученые ОИЯИ и Института атомной энергии /Москва/ совместно исследовали проблему хранения ультрахолодных нейтронов в различных условиях. Измерения в медных сосудах подтвердили обнаруженное ранее аномально большое поглощение УХН. Эта аномалия не связана с обычным неупругим рассеянием. В экспериментах по исследованию конденсированных сред с помощью нейтронов проведены измерения парамагнитного рассеяния на металлических соединениях празеодима, неупругого рассеяния нейтронов молекулами метана, а также дифракции нейтронов на окиси железа при воздействии импульсного магнитного поля.

Продолжались работы по развитию и усовершенствованию ускорительной техники. Завершена комплексная модернизация синхрофазотрона, в результате которой повышена интенсивность ускоренных пучков. Разработан криогенный источник поляризованных атомов водорода и дейтерия для синхрофазотрона.

Усовершенствованы системы реактора ИБР-30 и инжектора ЛУЭ-40. С новой мишенью инжектора мощность реактора в бустерном режиме увеличена с 7 до 15 кВт. Завершен монтаж систем циклотрона У-120М, который создается для Института ядерной физики Чехословацкой академии наук. Продолжаются работы по созданию циклотрона для ускорения тяжелых ионов У-400 и нового комплекса с реактором ИБР-2.

В работах по наладке ускорителя тяжелых ионов, создаваемого на основе коллективного метода ускорения, осуществлен захват пучка на равновесную орбиту с эффективностью 50-70%. Завершена реконструкция ускорителя электронов ЛИУ-3000, на выходе которого получен пучок диаметром 2 см с током 250 А. Запущен криогенный комплекс

О Р Г А Н Ы У П Р А В Л Е Н И Я
ОБЪЕДИНЕННОГО ИНСТИТУТА ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

КОМИТЕТ ПОЛНОМОЧНЫХ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ

Академик Х.Христов (Народная Республика Болгария)
 Профессор Д.Островски (Венгерская Народная Республика)
 До Кзем (Демократическая Республика Вьетнам)
 Доктор Ф.Гильберт (Германская Демократическая Республика)
 Ким Ген Чуя (Корейская Народно-Демократическая Республика)
 Академик Н.Солном (Монгольская Народная Республика)
 Профессор М.Совински (Польская Народная Республика)
 Академик И.Урсу (Социалистическая Республика Румыния)
 Профессор А.М.Петросьянц (Союз Советских Социалистических Республик)
 Академик Я.Кожешник (Чехословацкая Социалистическая Республика)

Финансовый комитет
 По одному представителю от
 каждой страны-участницы
 ОИЯИ

УЧЕНЫЙ СОВЕТ ОБЪЕДИНЕННОГО ИНСТИТУТА ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Председатель - академик Н.Н.Боголюбов
 академик К.Лянуус
 профессор Ч.Шимане

Ученый секретарь - кандидат физико-математических наук Ю.А.Шербаков

Народная Республика Болгария	Венгерская Народная Республика	Демократическая Республика Вьетнам	Германская Народная Республика	Корейская Народно-Демократическая Республика	Монгольская Народная Республика	Польская Народная Республика	Социалистическая Республика Румыния	Союз Советских Социалистических Республик	Чехословацкая Социалистическая Республика
академик Х.Христов доктор Ж.Желев доцент Ц.Бончев	академик Л.Пал чл.-корр. Д.Берени профессор Д.Квиш	доктор Дао Вонг Дык	академик К.Гроте профессор Г.Музюль профессор Б.Кюн	Ке Ен Сун Ким Хи Сян Ким Рак Хвал	профессор Б.Чадраа профессор Д.Чултэм	чл.-корр. А.Хрынкевич чл.-корр. Е.Яник профессор Р.Сосновски	академик Ш.Щапейка профессор Д.Барб доктор П.Драгическу	академик А.А.Логунов академик Г.Н.Флеров чл.-корр. В.П.Джелепов	профессор Ю.Дубински канд.физ.-мат. наук Й.Тучек канд.физ.-мат. наук Я.Седлак

Ученый совет
 по физике высоких энергий
 Председатель - академик К.Лянуус
 Ученый секретарь - кандидат физико-математических наук М.Г.Шафранова

Ученый совет
 по теоретической физике
 Председатель - чл.-корр. Д.И.Блохинцев
 Ученый секретарь - доктор физико-математических наук Б.М.Барбашов

Ученый совет
 по физике низких энергий
 Председатель - профессор Ч.Шимане
 Ученый секретарь - кандидат физико-математических наук Ю.П.Полов

Камерный комитет
 Председатель - канд.физ.-мат. наук В.Шимак

Комитет по электронным экспериментам
 Председатель - доктор Р.Лайсте

Фотоэмульсионный комитет⁹
 Председатель - канд.физ.-мат. наук Й.Тучек

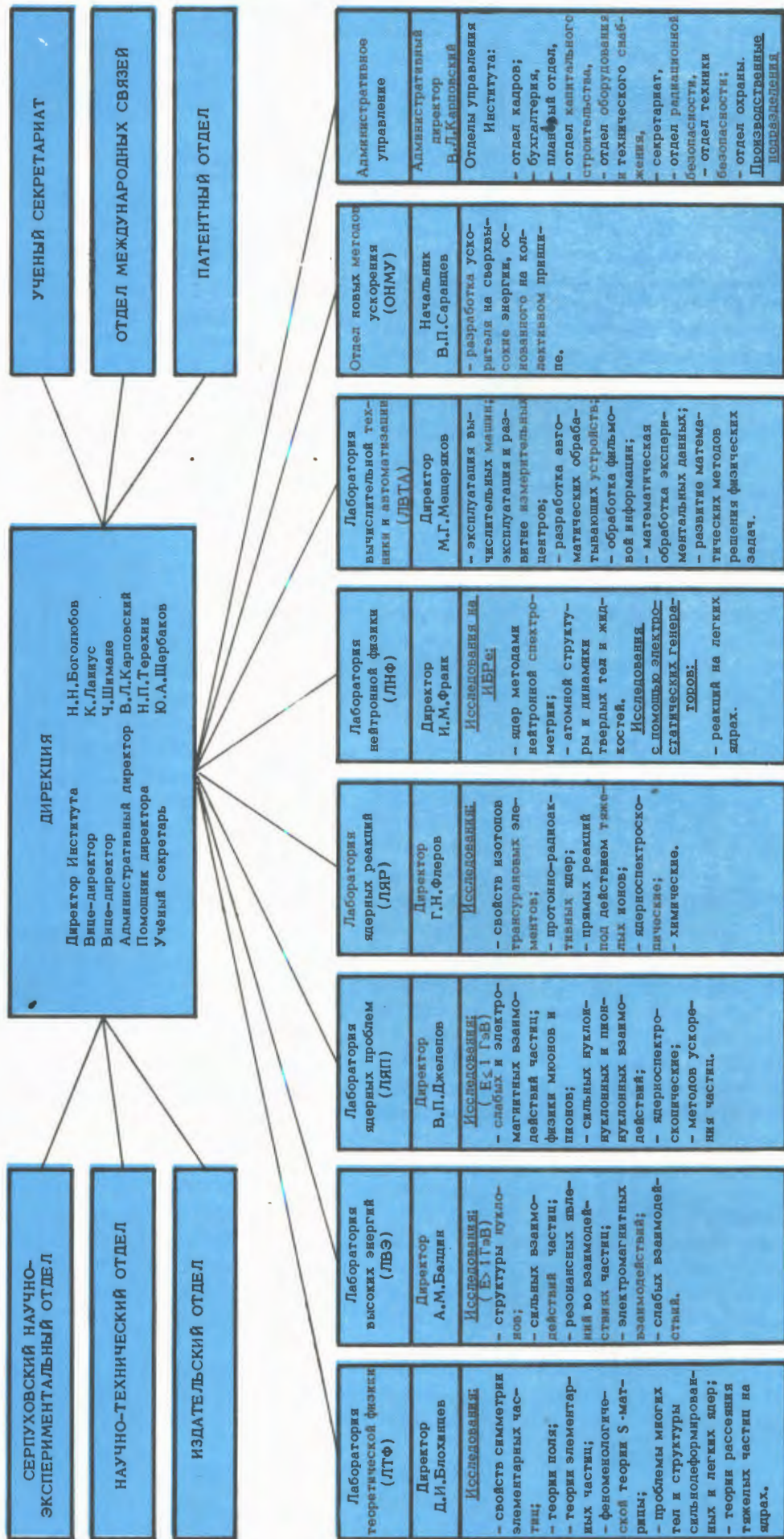
Комитет по нейтронной физике
 Председатель - доктор К.Хенинг

Комитет по структуре ядра
 Председатель - доктор Ж.Желев

Комитет по физике тяжелых ионов
 Председатель - профессор Я.Жилич

СТРУКТУРА

ОБЪЕДИНЕННОГО ИНСТИТУТА ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ



на базе крупного гелиевого ожижителя холодопроизводительностью 250 Вт. Он позволяет осуществить замкнутый режим термостатирования секции кольцевого трона при температуре жидкого гелия.

В Объединенном институте продолжалось изготовление физической аппаратуры для экспериментов на ускорителе в Батавии, где уже ведется наладка части оборудования, в том числе изготовленной в Дубне гелиевой струйной мишени. Проведены испытания новых пропорциональных камер и дрейфовых камер. Созданы неметаллические газовые и жидкостные криогенные мишени. Начались эксперименты с разработанной в ОИЯИ "замороженной" поляризованной мишенью, поляризация водорода в которой составляет около 90%. Развитие методики самошунтирующихся стримерных камер позволило создать прототип водородной стримерной камеры, в которой получены пригодные для фотографирования треки. На пучке нейтронов импульсного реактора введен в эксплуатацию спектрометр малоуглового рассеяния для исследований в области молекулярной биологии. Испытана созданная в институте поляризованная протонная мишень для поляризации пучка нейтронов строящегося ИБРа-2. Специалисты ОИЯИ разработали и изготовили рентгеновские спектрометры с высоким разрешением для поиска полезных ископаемых, решения экологических задач и др. Разработана методика изготовления ядерных фильтров из пластических материалов, способных работать в условиях агрессивных химических сред и высоких температур.

Продолжалось развитие измерительно-вычислительного комплекса института. Закончено оснащение ЭВМ БЭСМ-6 восемью накопителями на магнитных дисках типа ЕС-5052 со сменными пакетами, две машины БЭСМ-4 снабжены накопителями на магнитных лентах типа

ЕС-5012. На БЭСМ-6 введена в эксплуатацию новая операционная система "Дубна-75", которая обеспечивает использование магнитофонов типа ЕС-5012, магнитных дисков и дисплеев ВИДЕО-ТОН-340. Повышена производительность вычислительной системы CDC за счет развития ЭВМ CDC-6200 до CDC-6400 и введения новой операционной системы. Закончен перевод с БЭСМ-6 на CDC-6400 системы программ обработки filmовой информации. Завершена разработка и началась опытная эксплуатация графических дисплейных систем на базе точечных дисплеев ОСК-1 и ОСК-2 и графических дисплеев на запоминающей электронно-лучевой трубке. Лабораторные измерительные центры получили дальнейшее развитие. В ИЦ на синхроциклотроне установлены новые ЭВМ ЕС-1040 и ЕС-1010, введены дисплейные системы. Созданы система на основе ЭВМ для контроля работы циклотрона У-300 и аппаратура для автоматизации физических экспериментов. Проводились работы по совершенствованию действующего ИЦ на ИБРе-30 и по оснащению нового центра для исследований на ИБРе-2. В работах по развитию методов прикладных вычислений получено решение обратной задачи теории рассеяния, исследованы решения задач молекулярной физики и теории ядра, а также нелинейных задач, связанных с ускорением релятивистских электронных колец.

Институт в прошедшем году успешно развивал международные связи и научное сотрудничество. Лаборатории ОИЯИ совместно с национальными физическими центрами стран-членов выполняли исследования по 167 темам плана. В связи с проведением совместных работ и для решения других задач в Объединенный институт приезжали 1026 специалистов из стран-членов. 226 специалистов из других стран посетили Дубну с целью обсуждения

научных проблем и участия в научных совещаниях. Институт направил более 600 своих сотрудников в научные центры разных стран для участия в совместных исследованиях, а также в конференциях, совещаниях и др. В Дубне работали 11 стипендиатов из 5 стран.

В течение года ОИЯИ организовал 42 научных и научно-организационных

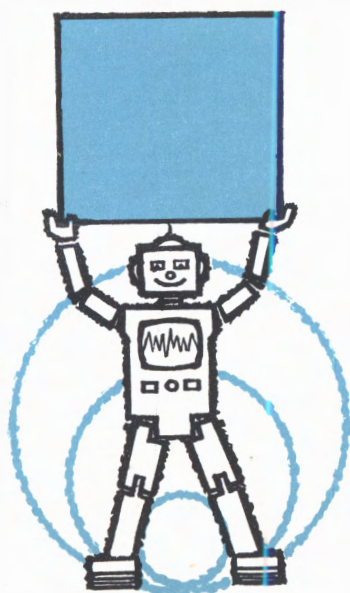
совещания, среди них 7 крупных конференций и симпозиумов и 3 школы. Работала Международная школа физиков ОИЯИ-ЦЕРН в Алуште, были проведены V Международный симпозиум по физике высоких энергий в Варшаве, VIII Международный симпозиум по ядерной электронике, выставка электронных приборов в Дубне и пр.

Н. Боголюбов

Н.Н. Боголюбов,
директор Объединенного института
ядерных исследований



Проблемный план
Объединенного
института
ядерных исследований
на 1975 год



Проблемный план Объединенного института ядерных исследований на 1975 год

Научно-исследовательская, методическая и научно-организационная деятельность Объединенного института ядерных исследований в 1975 году проводилась в соответствии с планами, утвержденными Ученым советом ОИЯИ на его XXXVII сессии:

- планами научно-исследовательских и методических работ лабораторий;
- планами сотрудничества и совместных работ, осуществляемых ОИЯИ и институтами стран-участниц;
- планом поездок сотрудников ОИЯИ в страны-участницы.

При утверждении планов научно-исследовательских и методических работ лабораторий Ученый совет отметил как наиболее важные следующие направления.

Лаборатория теоретической физики

1. Развитие исследований в области квантовой теории поля и теории элементарных частиц:

- исследование глубоконеупругих и инклюзивных процессов на основе принципа автомодельности;
- исследование сильных взаимодействий на основе нелинейных и нелокальных вариантов теории;
- исследование ультрафиолетовых асимптотик в квантовых теориях с калибровочными полями;
- изучение теоретических вопросов, связанных с новыми частицами.

2. Развитие теории атомного ядра и ядерных реакций:

- изучение структуры ядерных состояний с промежуточной и высокой энергией возбуждения;
- развитие теории взаимодействия электронов и ядерных частиц с ядрами.

3. Развитие теории конденсированных сред.

Лаборатория высоких энергий

1. Физические исследования на ускорителях:

- изучение закономерностей множественного образования частиц с ис-

пользованием материалов, полученных с помощью 2-метровой пропановой пузырьковой камеры, камеры "Людмила", 2-метровой водородной пузырьковой камеры;

- исследование поведения амплитуд бинарных реакций с использованием полученных на базовой установке Объединенного института БИС материалов по регенерации нейтральных каонов на ядрах, материалов по pp -, pd - и pHe -рассеянию в широкой области энергий;

- исследования по релятивистской ядерной физике с помощью материалов, получаемых на установках СКМ-200, на установке по исследованию dd -рассеяния;
- исследование электромагнитной структуры элементарных частиц с использованием материалов, получаемых на установках БИС и "Фотон".

2. Методические исследования:

- развитие синхрофазотрона как релятивистского ускорителя ядер;
- улучшение качества пучков синхрофазотрона, расширение их набора, развитие системы пучков в корпусе №205 на основе медленного вывода;
- проведение работ по проектированию жесткофокусирующего ускорителя релятивистских ядер - нуклотрона, основанного на технике сверхпроводимости;
- совершенствование пузырьковых и стримерных камер;
- развитие криогенных систем, создание сверхпроводящих систем;
- развитие и внедрение в эксперимент современной электронной аппаратуры;
- развитие методики получения пучков ионизированных атомов.

Лаборатория ядерных проблем

1. Физические исследования на ускорителях:

- проверка законов сохранения лептонного заряда в редких распадах пионов и мюонов и исследование μ - e -распада в области малых энергий позитронов распада;
- изучение электромагнитной структуры адронов в процессах образования лептонных пар при пион-протонных соударениях;

- исследование структуры ядер при рассеянии протонов и пионов и при захвате мезонов ядрами;

- исследование электронной структуры вещества и мезоатомных процессов на пионных и мюонных пучках синхроциклотрона;

- исследование упругого нуклон-нуклонного рассеяния с целью проверки T - и P -инвариантности;

- исследование свойств тяжелых ядер с помощью мюонов и эксперименты по программе ЯСНАПП;

- исследование дифракционной диссоциации пионов на ядрах с помощью МИС;

- поиск метастабильных частиц в миллисекундной области времен жизни и исследование поляризационных явлений в мезон-протонном рассеянии на ускорителе ИФВЭ.

2. Работы по созданию сильноточного фазотрона /установки "Ф"/ и подготовке аппаратуры для исследований на нем:

- разработка системы вывода пучка из установки "Ф", изготовление систем растяжки пучка и управления установкой, макетирование источников ионов;

- продолжение работ по созданию установок АРЕС, КДГС, ГОДЕСК, МЮОН и СПИН и разработка новых проектов экспериментов на сильноточном фазотроне.

3. Методические исследования:

- завершение работ по созданию прототипа установки У-120М;

- развитие лабораторного центра накопления и обработки информации и изготовление электронной аппаратуры, управляемой ЭВМ;

- проведение исследований по проекту суперциклотрона;

- продолжение работ по созданию установки РИСК.

Лаборатория ядерных реакций

1. Работы по созданию ускорителя тяжелых ионов У-400.

2. Работы по синтезу и изучению физических и химических свойств сверхтяжелых элементов в предполагаемой об-

ласти стабильности, $Z \geq 110$, $N \sim 184$, в реакциях с тяжелыми ионами.

3. Синтез трансурановых элементов с $Z > 105$ и изучение свойств их радиоактивного распада.

4. Поиск сверхтяжелых элементов в природе.

5. Работы по синтезу и изучению свойств ядер, удаленных от долины бета-стабильности.

6. Работы по практическому использованию тяжелых ионов для решения важных научно-технических задач.

Лаборатория нейтронной физики

1. Проведение экспериментально-конструкторских работ по созданию комплекса ИБР-2 с инжектором ЛИУ-30; курирование строительно-монтажных работ, подготовка к пуску и участие в пусконаладочных работах на ИБРе-2.

2. Изготовление начального участка ускорителя ЛИУ-30, проектирование электронного оборудования системы управления и защиты этого ускорителя.

3. Завершение подготовки первоочередных физических экспериментов на ИБРе-2.

4. Изучение свойств атомных ядер с помощью нейтронов и заряженных частиц.

5. Исследования с ультрахолодными нейтронами, изучение фундаментальных свойств нейтрона.

6. Изучение конденсированных сред, сложных соединений и биологических объектов с помощью нейтронных пучков.

7. Создание измерительно-вычислительного центра к пуску ИБРа-2 для обеспечения первоочередных физических исследований.

Лаборатория вычислительной техники и автоматизации

1. Эффективное использование основных ЭВМ в лаборатории.

2. Развитие измерительно-вычислительного комплекса ОИЯИ:

- проведение работ, необходимых для развития системы CDC-6200 до уровня CDC-6500;

- ввод в эксплуатацию на БЭСМ-6 памяти на магнитных дисках типа ЕС-5052;

- ввод в эксплуатацию на БЭСМ-6 системы математического обеспечения ДД-75;

- ввод в опытную эксплуатацию графических дисплейных систем.

3. Создание, развитие и использование автоматических и полуавтоматических систем обработки камерных снимков:

- эффективное использование автоматических и полуавтоматических измерительных систем /HPD, АЭЛТ-1, СИ-1, системы ПУОСы - САМЕТ/;

- комплексная настройка сканирующего устройства СИ-2;

- создание макета универсального просмотрово-измерительного стола БПС-3У;

- монтаж сканирующего автомата АЭЛТ-2 и подготовка его к комплексной наладке.

4. Создание программ обработки экспериментальных данных и проведение научно-технических расчетов:

- завершение работ по созданию усовершенствованной системы программ обработки снимков с жидководородных и пропановых пузырьковых камер;

- создание на БЭСМ-6 и CDC-6200 геометрических и кинематических процессоров для водородных, искровых и стримерных камер;

- разработка итерационных методов решения нелинейных задач;

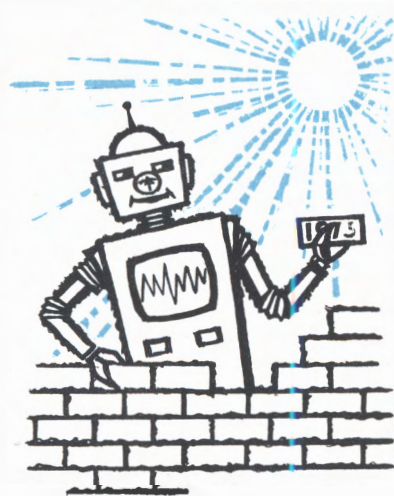
- разработка новых методов математического моделирования систем заряженных частиц.

Отдел новых методов ускорения

Работы по запуску ускорителя тяжелых ионов.



Научно-
исследовательские
работы,
выполненные
лабораториями ОИЯИ
в 1975 году



Лаборатория теоретической физики

Структура
теории поля

Результаты, полученные ранее для автомодельной асимптотики формфакторов элементарных частиц в рамках принципа автомодельности и соображений о составной природе элементарных частиц, обобщены для случая ядерных формфакторов.

Новые результаты получены при исследовании автомодельных асимптотик в конформно-инвариантной теории поля. Исследован вопрос об области аналитичности четырехточечных функций, а также изучен широкий класс автомодельных решений уравнений конформной инвариантности в случае непрерывного спектра масс для матричных элементов, удовлетворяющих требованиям спектральности и причинности. Определено число необходимых вычитаний в представлении Дайсона-Йоста-Лемана для хронологических произведений локальных токов при использовании автомодельной асимптотики формфакторов в глубоконеупругой области.

Развита теория сильной поляризации вакуума, и на ее основе предложена модель солитона. В таком подходе самосогласованное решение задачи о частице и поле не содержит расходимостей.

В области основ квантовой теории поля исследовались различные модели квантовой теории поля методом ренормгруппы. Показано, что сочетание требований ренормгруппы и условия спектральности по квадрату импульса позволяет установить характер неаналитичности по константе, которая в логарифмических моделях имеет вид $\exp(-1/g)$. Предложен метод обнаружения внутренних симметрий путем анализа особых решений на фазовой плоскости асимптотических инвариантных зарядов. Получено простое доказательство инвариантности размерной регуляризации. Проведено большое количество

двухпетлевых расчетов для ренормгруппового анализа различных моделей.

Продолжались исследования по теории квантованных полей в римановом пространстве-времени. На основе введенного понятия - скалярного произведения в пространстве решений уравнений Максвелла - сформулированы правила квантования электромагнитного поля, пригодные для любого риманова мира. Полученные результаты позволяют учесть влияние гравитации на электродинамические процессы.

В рамках квантовой теории поля с пространством импульсов постоянной кривизны выведены уравнения для спинорного и электромагнитного полей. На основе этих уравнений получен ряд физических следствий гипотезы об искривленном пространстве импульсов. Изучены свойства масштабных преобразований в данной теории поля. С помощью обобщенного анализа размерностей получены предсказания для полного сечения и инклюзивных функций распределения в области ультравысоких энергий. На основе требования инвариантности относительно локальных калибровочных преобразований введено взаимодействие с электромагнитным полем. Установлено, что скалярная компонента электромагнитного поля является переменной углового типа. Этот факт может объяснить наблюдающуюся на опыте целочисленность электрических зарядов частиц. По вопросу о роли фундаментальной длины получен ряд выводов, допускающих экспериментальную проверку.

Разрабатывались различные проблемы нового направления в теории элементарных частиц - проблемы суперсимметрий между бозонами и фермионами. Наиболее интересный результат - предложенная новая суперсимметричная теория, в которой калибровочным полем служит спинорное суперполе. Полученные уравнения движения полиномиальны /суперсим-

метричный аналог теории Янга-Миллса/. Построены проекционные операторы, выделяющие неприводимые представления суперсимметрий из любого заданного суперполя. С помощью этой техники указан общий метод построения уравнений движения для суперполей.

Завершено построение представления когерентных состояний в релятивистской квантовой теории поля: найдены представители для всех операторов, предложен метод расчета эффектов, получены уравнения движения.

Симметрии взаимодействий элементарных частиц

Предложена и исследована возможность интерпретации новых векторных мезонов в трехтриплетной кварковой модели Боголюбова, Тавхелидзе и др. и Зака-Намбу. Получены значения лептонных ширин $\Gamma(J/\Psi \rightarrow e^+e^-)$, хорошо согласующиеся с экспериментом. Рассмотрены модели нарушения $SU_3 \times SU_3$ и $SU_3 \times SU_3^c$ и "смешивание" новых $\tilde{\omega} \equiv J/\Psi(3,1)$ и $\tilde{\phi} \equiv \Psi(3,7)$ мезонов в указанных схемах симметрии и получены экспериментальные следствия исходных предположений для вероятностей сильных и электромагнитных распадов J/Ψ -мезонов.

Рассматривались радиационные распады обычных и новых векторных мезонов с применением релятивистской модели четырехмерного гармонического осциллятора. Расчеты производились в рамках трехтриплетной модели с целыми зарядами кварков. Исследование производилось с целью определения эффектов подавления радиационных распадов новых, узких векторных мезонов.

Проводились работы по исследованию представлений конформной супералгебры. Было показано, что в данном случае применим метод индуцированных представлений, и этим методом были найдены две серии скалярных и серия спинорных представлений. Построены двух- и трехчастичные функции Грина для полей, преобразующихся по скалярным представлениям, и двухточечные - для спинорных полей.

Изучались канонические реализации алгебры Ли, в которых операторы Казимира для классических алгебр Ли диагональны /шуровы реализации, аналоги неприводимых представлений/, и был получен ряд результатов, например, решен вопрос о существовании минимальных антиэрмитовых вещественных форм классических алгебр Ли. До сих пор этот вопрос был решен только для $SU(n)$.

В связи с исследованием важной проблемы спонтанного нарушения дискретных симметрий изучалась модель Изинга. Удалось значительно упростить вывод известной формулы Онзагера для статистической суммы в двумерной модели Изинга. Были получены неравенства для корреляционных функций моделей Изинга, которые можно считать как улучшающими, так и обобщающими известные неравенства Гриффитса, Кэли и Шермэна. Такие неравенства широко применяются в теории фазовых переходов и в евклидовой квантовой теории.

Получены точные решения уравнений движения заряженной релятивистской струны в электромагнитном поле /постоянное поле и поле плоской электромагнитной волны/.

Взаимодействие элементарных частиц

Новое развитие получил квазипотенциальный подход к описанию релятивист-

ских составных систем. Построены релятивистские формфакторы и амплитуды взаимодействия составных частиц. Изучены квазипотенциальные уравнения для трехчастичных систем, использующие переменные "светового фронта", введенные Дираком. Была продолжена работа по изучению решений уравнений квазипотенциального типа для частиц со спинами и описанию их на основе эксперимента в пределе больших энергий и фиксированных передач импульса. Развита метод вычисления степенных асимптотик адрон-адронного рассеяния на большие углы на аналитических квазипотенциалах при высоких энергиях. Разработан метод приближенного решения квазипотенциального уравнения Логунова-Тавхелидзе со степенными сингулярными квазипотенциалами вида $g r^{-2n}$. Предложено новое квазипотенциальное уравнение для связанных состояний кварка и антикварка, применимое при сколь угодно сильном взаимодействии между кварками.

Выполнен ряд исследований по кваркам. На основе феноменологических соображений и правил Цвейга оценена масса кварков. При использовании релятивистской составной модели с кварковым потенциалом, имеющим особенность на конечном расстоянии, выполнены аналитические и численные расчеты основных свойств π -мезона, а также исследовано самодействие безмассового кварка.

В рамках функционального интегрирования с помощью канонических преобразований Боголюбова была построена строгая процедура вычислений эффективной массы и основного уровня энергии в задаче полярона.

Продолжались исследования высокоэнергетических процессов в теории поля методом, основанным на суммировании асимптотики диаграмм Фейнмана и гипотезе уменьшения взаимодействия на малых расстояниях. Обнаружены отклонения

от выводов партонной модели и нарушение скейлинга, на которое есть экспериментальное указание. Факт падения эффективного заряда на малых расстояниях используется для объяснения малой ширины распада Ψ -мезонов.

В рамках квантовой киральной теории поля были описаны низкоэнергетические характеристики пионов и каонов: электромагнитные формфакторы и радиусы, поляризуемость и комптон-эффект на мезонах. Результаты находятся в хорошем согласии с экспериментом. Сделан ряд предсказаний для будущих экспериментов. Проведена программа перенормировок для киральной теории. Сформулирована ковариантная теория возмущения для теории со спонтанно нарушенной симметрией и для гравитации. Вычислена асимптотика амплитуды рассеяния спиновых частиц с аномальным магнитным моментом в квантовой теории поля, найдено эйкональное представление для этого процесса и получено релятивистское обобщение для кулоновского и ядерного взаимодействия в квантовой теории поля.

Отмечено скейлинговое поведение инклюзивных сечений, не противоречащее квантово-полевому описанию их в приближении тормозных квантов.

С помощью предложенного ранее инвариантного метода описания структуры частиц показана необходимость модификации модели векторной доминантности на малых расстояниях при применении ее к описанию протонного формфактора. Получена новая формула для протонного формфактора, имеющая дипольную асимптотику. Проведенное сравнение предсказаний новой формулы со всей совокупностью экспериментальных данных показало, что по сравнению с существующими моделями она лучшим образом описывает экспериментальные данные.

На основе представлений о когерентной природе возбуждений адронов в столкновениях при высоких энергиях и принципа автомодельности в полуинклюзивных реакциях рассмотрено явление роста средней множественности вторичных частиц в зависимости от поперечного импульса. Сделано предсказание о масштабной закономерности поведения сечений полуинклюзивных реакций, которое получило экспериментальное подтверждение при изучении π^-p -взаимодействий для $E_\pi = 40 \text{ ГэВ}$. Выполнен ряд исследований по взаимодействию адронов с ядрами, работы тесно связаны с тематикой Лаборатории высоких энергий. При изучении столкновений пионов с ядром ксенона получено указание на присутствие пионного газа.

Завершен цикл исследований множественных процессов в столкновениях протона с ядром. Получено подтверждение предсказания о реализации промежуточных состояний кластерного типа и об относительно слабом взаимодействии с нуклонами "лидирующих систем", образованных в среднем акте множественного рождения. Выявлена принципиальная роль пространственно-временных факторов в процессах при высоких энергиях. Наряду с множественными процессами изучались и бинарные. На основе гипотезы об унифицирующей переменной дан анализ pp^- , $p\bar{p}^-$, π^+p^- и K^+p^- -процессов рассеяния вперед. Предсказано изменение знака реальных частей этих процессов при высоких энергиях. Опыты в этом направлении проводятся в Батавии.

Продолжается исследование изоспиновых неравенств для различных реакций, например

$$0,1/2 \rightarrow 0', 1/2' \text{ и } 0,1/2 \rightarrow 0', 0', 1/2',$$

и для реакций с частицами произвольного спина и их сравнение с экспериментальными данными.

Выполнен ряд исследований по физике лептонов. Изучалась возможность расщепления масс мюона и электрона на основе четырехфермионного точечного взаимодействия. В основу расчетов положено предположение о наличии у ν_{μ} ненулевой массы. Расщепление в такой схеме мало, и оно указывает на то, что различие масс мюона и электрона имеет более глубокое происхождение и связано с внутренней структурой мюона.

Исследовались глубоконеупругие лептон-адронные процессы в рамках квантовой теории поля. Рассматривались модели неабелевых калибровочных полей Янга-Миллса с массой, возникающей благодаря механизму Хиггса-Киббла. Показано, что в рамках этих моделей бйоркеновский скейлинг для моментов структурных функций нарушается логарифмическим образом /как и в случае асимптотических свободных моделей/.

Важные для дальнейших экспериментальных исследований результаты были получены в квазипотенциальном подходе при расчете процесса развала позитрония в поле атома.

Показано, что опыты по рассеянию поляризованных электронов на поляризованных нуклонах позволяют проверить существенные предсказания партонной модели для формфакторов. Опыты проводятся в настоящее время на линейном ускорителе Станфордского университета /США/.

Проводится обработка экспериментальных данных и извлечение информации о формфакторах π - и K -мезонов с учетом радиационных поправок в экспериментах по πe - и Ke -рассеянию. Эксперименты выполняются в Национальной ускорительной лаборатории им. Ферми /Батавия,

США/ советской и американской группами.

Закончена разработка непрерывного аналога метода Ньютона, позволяющего находить решения системы уравнений Шредингера /стационарные, квазистационарные и решения, соответствующие рассеянию/ единообразным способом с абсолютной точностью $\sim 10^{-4}$. С помощью этого метода найдены все квазистационарные состояния μ -мезомолекул с ядрами различных изотопов водорода.

Полумикроскопическое описание ядерных состояний

Одной из наиболее важных задач теории атомного ядра является выяснение общих закономерностей усложнения структуры состояний с ростом энергии возбуждения. Большое внимание было уделено разработке математических методов описания структуры состояний с промежуточной и высокой энергией возбуждения. В течение минувшего года был выполнен цикл работ, посвященный анализу распределения одноквазичастичной компоненты по ядерным состояниям. На основе предложенных ранее приближенных методов решения основных уравнений модели для описания высоколежащих ядерных уровней было исследовано влияние многоквазичастичных компонент волновой функции на распределение одноквазичастичной компоненты и на свойства низколежащих неротационных состояний деформированных ядер.

Эти результаты позволяют ожидать, что распределение одноквазичастичной компоненты в ядерном спектре определяется главным образом взаимодействием с компонентами типа "квазичасти-

ца + один фонон", а более сложные конфигурации не играют важной роли. Согласно рассчитанных таким образом /в рамках сверхтекучей модели атомного ядра/ нейтронных силовых функций с экспериментальными оказалось вполне удовлетворительным как для деформированных, так и для сферических ядер. Причем получено правильное количественное описание силовых функций и в области их максимума и в области их минимума. Следует отметить, что до этих работ не удавалось получить правильного описания s -волновой нейтронной функции в районе ее минимума. Дальнейшее развитие этих исследований связано с включением в рассмотрение одновременно нескольких одноквазичастичных компонент, а также уровней сплошного спектра. Вопросы, связанные с фрагментацией одно- и многоквазичастичных конфигураций по ядерным уровням, исследовались также в формализме функций Грина.

Были продолжены работы по полумикроскопическому описанию плотности ядерных состояний. Так, на базе новой одночастичной схемы уровней, разработанной при изучении низколежащих неротационных состояний трансурановых элементов, проведен расчет плотности уровней этих ядер при энергии связи нейтрона, изучена зависимость полной плотности от энергии возбуждения. Получено хорошее согласие с экспериментом. Удалось объяснить также экспериментально наблюдавшуюся аномалию в поведении $E1$ -силовой функции ядра ^{238}U .

Другое направление исследований - это описание свойств низколежащих ядерных состояний. Основной упор здесь в истекшем году был сделан на изучение ангармонических эффектов в четночетных ядрах, на изучение роли взаимодействия двухквазичастичных и вибрационных движений в этих ядрах. Для деформированных ядер исследования пока-

зали возрастание роли этого взаимодействия по мере роста энергии возбуждения. Учет взаимодействия квазичастиц с фононами приводит к стабилизации констант остаточных дальнедействующих сил. Для сферических ядер из области $A \sim 80 \div 100$ и для тяжелых изотопов ртути были удовлетворительно описаны экспериментальные данные об энергиях и приведенных вероятностях электрических переходов в случае ряда низколежащих уровней.

Получены новые результаты в теории коллективного движения нуклонов в атомных ядрах. Изучались изменения в структуре ядерных состояний с увеличением углового момента и оценены максимальные угловые моменты состояний, образующихся, например, в реакциях столкновения тяжелых ионов.

Предложено объяснение ряда эффектов, наблюдаемых в ядрах, переходных между сферическими и деформированными, основанное на квантовой коллективной модели. Изучались источники протонной радиоактивности и β -нестабильные ядра, исследование которых ведут экспериментаторы Объединенного института ядерных исследований.

Завершен важный этап построения теории α -распада. На основе нового метода извлечения приведенных ширины проведена классификация α -переходов.

Ядерные реакции

Исследована возможность синтеза новых заураниевых элементов /в районе $Z \sim 114$, $A \sim 298$ /. На основе метода, разработанного ранее, получены оценки вероятности образования искоемых продук-

тов реакций с учетом неадиабатических эффектов.

Предложен новый метод вычисления волновых функций на осцилляторном базисе, основанный на сепарабельном разложении потенциала. Этот метод имеет большое преимущество над простым разложением по осцилляторным функциям благодаря тому, что лучше описывает периферийную часть волновых функций /константу асимптотической нормировки/, что очень важно для правильного расчета многих реакций.

При разработке методов решения обратной задачи рассеяния большое значение придается упрощению техники восстановления взаимодействия. Здесь удалось найти способ приближенного построения потенциала по данным рассеяния без решения сложных интегральных уравнений /по простым рекуррентным формулам/.

Системы с малым числом нуклонов удобны для исследования, так как позволяют применять безмодельные методы, вычислять ядерные свойства исходя из "первых принципов". С другой стороны, получаемые здесь результаты ложатся в основу представлений о более сложных объектах. В настоящее время достаточно хорошо изучены связанные состояния трехнуклонных ядер, но остаются актуальными исследования состояний непрерывного спектра, особенно резонансов. В этом плане выполнена работа по описанию свойств трехчастичных резонансов на базе уравнений Фаддеева. Разработан метод многомерных сепарабельных разложений, позволяющий единым образом рассматривать как связанные состояния, так и рассеяние трех тел.

Анализ зарядовых формфакторов большой группы ядер показал, что для каждого ядра имеются характерные радиальные вариации распределений плотности заряда. Установление их физиче-

ской природы и истинного хода в ядрах остается одной из важных проблем теоретической ядерной физики.

Разработана каскадно-экситонная модель ядерных реакций, которая впервые дала принципиальную возможность описывать угловые распределения в реакциях так называемого предравновесного распада ядер. Теоретический анализ на основе этой модели спектров вторичных частиц в протон-ядерных реакциях при энергиях несколько десятков МэВ позволил установить явление, сходное по своей природе с ядерным скейлингом. Это, в свою очередь, наметило пути анализа механизма этого интересного явления ядерной физики на основе теории ядерных реакций предравновесного типа.

В области релятивистской ядерной физики предложена модель двухстадийного механизма фрагментации релятивистских тяжелых ионов. Получено хорошее совпадение теории с экспериментом в описании относительных выходов изотопов в таких реакциях. Детально исследована роль ферми-движения ядерных нуклонов в механизме кумулятивного мезообразования - явления, экспериментально открытого и исследованного в Лаборатории высоких энергий ОИЯИ. Показано, что ферми-движение не объясняет выходы кумулятивных частиц и механизм явления требует своего глубокого теоретического исследования.

Построена каскадная модель инклюзивного рождения частиц в адрон-ядерных реакциях. На основе предположения о слабом взаимодействии с ядром частиц из области фрагментации налетающего адрона удалось получить согласие с экспериментами, выполненными в Дубне и Серпухове.

Продолжались исследования вопросов поглощения мюонов и пионов легкими ядрами, а также вопросов, связанных с

установлением структуры нейтральных токов на основе ядерных экспериментов. Вычисление сдвига уровней в тяжелых мезоатомах, вызванного поляризацией электрон-позитронного вакуума из-за нейтральных токов, показало, что такой сдвиг весьма мал по сравнению с основным эффектом чисто электромагнитного происхождения. Рассмотрен радиационный захват пиона в легких мезоатомах на основе модели оболочек с волновыми функциями пиона в поле оптического потенциала Кисслингера-Эриксона. Теория хорошо согласуется с экспериментом. Проведено сравнение с аналогичными процессами в мю-захвате и фотовозбуждении ядер. Совместный анализ рассчитанных уровней ядер и измеренных спектров жестких гамма-квантов от радиационного захвата пиона дает новую информацию о структуре гигантских ядерных резонансов.

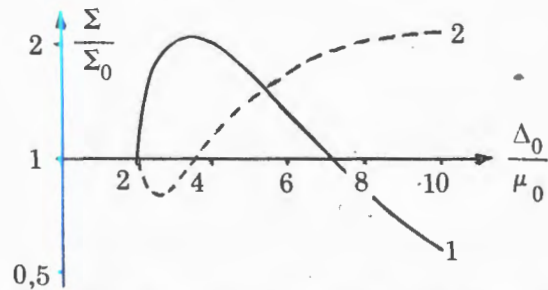
Теория конденсированного состояния

На базе традиционного для сотрудников ОИЯИ метода исследования модельных гамильтонианов Н.Н.Боголюбова /мл./ были получены новые результаты для целого ряда модельных систем. В частности, удалось распространить этот метод на случай, когда в гамильтониан взаимодействия входят операторы, не ограниченные по норме. Новые перспективные результаты получены в модели с двумя типами фазовых переходов: металл-вырожденный полупроводник и металл-сверхпроводник. Эти исследования представляют значительный интерес с точки зрения возможности повышения температуры возникновения сверхпроводящей фазы в системах со струк-

турным фазовым переходом. На рисунке схематично представлена эволюция щели в фазе со структурным искажением (Σ) в двух предельных случаях $1 - \omega_D \gg \mu_0$, $2 - \omega_D \ll \mu_0$, ω_D - дебаевская частота, μ_0 - химический потенциал в неискаженной фазе, Δ_0 - энергия электрон-дырочного взаимодействия/.

$$1. \Sigma = \frac{4\mu_0^2}{\Delta_0} \left(\frac{\Sigma_0}{\Delta_0} \right) \frac{\mu_0}{\Delta_0 - \mu_0}$$

$$2. \Sigma = \frac{2\mu_0 \omega_D}{\Delta_0 - \mu_0} \left(\frac{\Sigma_0}{2\omega_D} \right) \frac{4\mu_0(\Delta_0 - \mu_0)}{\Delta_0^2}$$



1. Эволюция энергетической щели в фазе со структурным искажением.

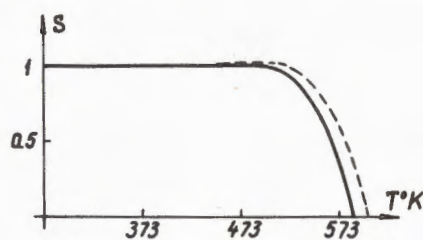
Метод исследования модельных гамильтонианов позволил получить и проанализировать уравнения для эффективной намагниченности в случае, когда наряду с обменным взаимодействием учитывается и кулоновское взаимодействие электронов проводимости. Он оказался весьма эффективным и привел к новым результатам для негейзенберговских моделей магнетиков - моделей с многоспиновыми взаимодействиями "кластерного" типа, в рамках которых на единой основе можно описывать ферро-, ферри-, антиферромагнетизм.

Анализ полной совокупности экспериментальных данных в окрестности кри-

тической точки жидкость-пар позволил построить уравнение состояния для классической жидкости и предсказать поведение различных равновесных характеристик ее, еще не снятых экспериментально, при приближении к критической точке. Численные величины найденных из анализа экспериментальных данных критических индексов $\beta = 0,35$; $\gamma = 1,16$; $\delta = 4,3$ согласуются с гипотезой подобия фазовых переходов II-го рода и приводят к следующим численным величинам для критических индексов теплоемкости, поверхностного натяжения, корреляционной длины и автокорреляционной функции:

$$\alpha = 0,14; \Theta = 1,24; \nu = 0,62; \eta = 0,13.$$

Развит новый подход в теории упорядочивающихся сплавов и бинарных смесей. Рассчитанные с его помощью характеристики степени упорядочения в расположении атомов по узлам решетки /параметры порядка/ хорошо согласуются с экспериментальными данными. Впервые удалось сформулировать метод расчета любых равновесных характеристик квазибинарных систем $A(B_{1-x}C_x)$. Рисунок иллюстрирует хорошее совпадение поведения параметра дальнего порядка $S(T)$ для $Zn_{1/2}A_{1/2-x}Au_x$, найденного экспериментально /- - - -/, с результатами развитого теоретического подхода /—/; $X_{Au} = 0,3$.



2. Поведение параметра дальнего порядка в зависимости от температуры.

Окончен большой цикл исследований по теории акустического спинового ре-

зонанса на электронах проводимости в металлах. Новые возможности классификации сложных магнитных структур в кристаллах открывает законченный в этом году большой цикл исследований по теории обобщенных цветных групп.

В различных конкретных задачах физики твердого тела в настоящее время широко используются модели Изинга, Андерсона и Хаббарда. Весьма существенны здесь формулировка и исследование аппроксимаций, в той или иной степени учитывающих эффекты корреляции. В модели Изинга предложена новая аппроксимация /типа расщепления корреляций/, в модели Андерсона построена новая аппроксимация спектральной плотности, и в модели Хаббарда сформулирована новая аппроксимация двухвременной функции Грина, учитывающая эффекты рассеяния в массовом операторе. Эти результаты использованы в конкретных задачах теории магнетизма и теории поверхностных явлений. В рамках развитого ранее в институте подхода к учету эффектов сильного ангармонизма была предпринята попытка описать равновесные свойства сегнетоэлектриков общего вида /с сосуществующими фазовыми переходами типа порядок-беспорядок и типа смещения/. Сформулирован новый оригинальный подход, позволяющий проанализировать влияние колебаний решетки на плотность электронных состояний в неупорядоченных сплавах.

Новый метод расчета на ЭВМ интегралов по зоне Бриллюэна, предложенный и развитый в истекшем году, позволяет весьма значительно сократить затраты машинного времени и, несомненно, станет весьма полезным в самых различных конкретных задачах теории твердого тела. Отметим, наконец, что использование нового варианта выборки в методе Монте-Карло дало возможность впервые получить фазовый переход типа плавления

в трехмерном случае для потенциалов типа "твердых сфер".

Стоит подчеркнуть, что ряд существенных выводов во всех перечисленных проблемах может быть проверен в экспериментах по рассеянию нейтронов. Это либо обсуждено в работах сотрудников Объединенного института, либо находится

в стадии активного обсуждения и исследования.

Стоит отметить также широкие и прочные связи сотрудников института, ведущих работы по теории конденсированного состояния вещества, с исследователями научных центров СССР: многие важные и перспективные работы выполнены в соавторстве с ними.



Лаборатория высоких энергий

В лаборатории выполнялись научные исследования в области физики элементарных частиц, релятивистской ядерной физики, велись работы по созданию новых приборов для физических экспериментов, разработке и совершенствованию методов исследований, совершенствованию синхрофазотрона, расширению возможностей синхрофазотрона для постановки новых экспериментов. Важная часть научной программы лаборатории была связана с экспериментами на серпуховском ускорителе 70 ГэВ и на ускорителе 400 ГэВ в Батавии. На синхрофазотроне большинство экспериментов проводилось по программе исследований в новой области - релятивистской ядерной физике. В лаборатории продолжалась разработка проекта жесткофокусирующего ускорителя ядер - нуклотрона.

Большая часть исследований осуществлялась на основе широкого международного сотрудничества с лабораториями и институтами стран-участниц ОИЯИ и некоторых других стран.

Научно-исследовательские работы

Поведение амплитуд рассеяния
в зависимости от энергии
взаимодействующих частиц

◇ Исследована область кулон-ядерной интерференции упругого pp -рассеяния в интервале энергий 80-286 ГэВ. Исследования проведены советско-американской группой на ускорителе 400 ГэВ в Батавии при помощи струйной водородной мишени с регистрацией протонов отдачи кремниевыми позиционно-чувствительными полупроводниковыми детек-

торами /с энергетическим разрешением 40 - 100 кэВ/. При малых переданных импульсах, $0,0010 \leq |t| \leq 0,0075$ /ГэВ/с², изучена зависимость дифференциального сечения $d\sigma/dt$ от переданного импульса $|t|$ и определена энергетическая зависимость отношения реальной части амплитуды рассеяния к мнимой части $\rho = \text{Re}A / \text{Im}A |_{t=0}$, которая описывается выражением

$$\rho(E) = (-0,660 \pm 0,007) + (0,108 \pm 0,002) \cdot \ln E.$$

Проведено сопоставление полученных данных с некоторыми моделями.

В эксперименте принимали участие сотрудники ОИЯИ, ФНАЛ/Батавия/, Рокфеллеровского университета/Нью-Йорк/, Рочестерского университета /Нью-Йорк/.

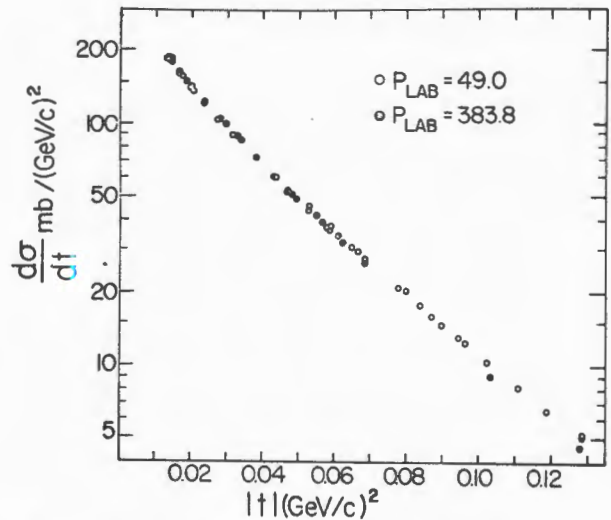
◇ Проведена обработка результатов исследования упругого pd -рассеяния в области энергии 50-400 ГэВ, выполненного с помощью газовой струйной дейтериевой мишени и набора полупроводниковых кремниевых детекторов на ускорителе 400 ГэВ /Батавия/ советско-американской группой. В области переданных импульсов $0,013 \leq |t| \leq 0,140$ /ГэВ/с² определено сжатие дифракционного конуса, которое зависит от энергии пучковых частиц и определяется выражением

$$(0,94 \pm 0,04) \ln(s/1 \text{ ГэВ}^2) (\text{ГэВ}/c)^{-2}.$$

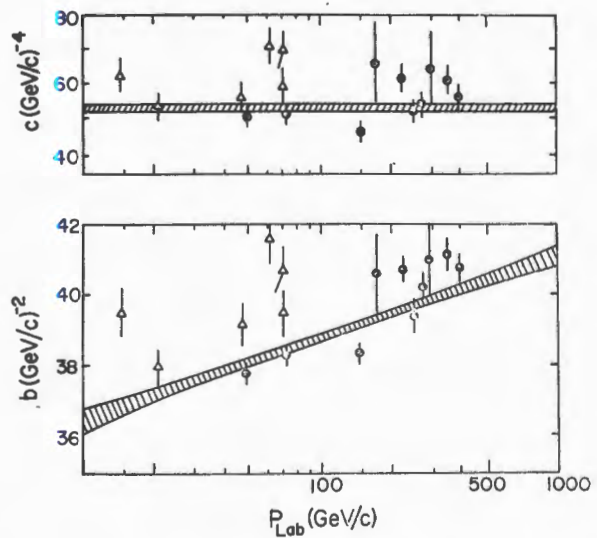
Сужение дифракционного конуса оказалось сильнее, чем в случае упругого pp -рассеяния. Определено сечение упругого pd -рассеяния, которое оказалось равным:

при энергии 49 ГэВ $\sigma_{el} = 7,45 \pm 0,04$ мб,
при энергии 148 ГэВ $\sigma_{el} = 7,07 \pm 0,04$ мб,
при энергии 384 ГэВ $\sigma_{el} = 7,23 \pm 0,05$ мб.

Дифференциальное сечение $d\sigma/dt$ для упругого pd -рассеяния при энергиях 49 и 384 ГэВ показано на рис. 3. Вычислено отношение сечений $\sigma_{el}(pd)$ к полному



3. Зависимость дифференциального сечения $d\sigma/dt$ от переданного импульса $|t|$ для упругого pd -рассеяния при энергиях 49 и 384 ГэВ.



4. Энергетическая зависимость параметра наклона b для упругого pd -рассеяния. Дифференциальное сечение $d\sigma/dt$ фиксировалось функцией $d\sigma/dt \sim \exp(bt + ct^2)$. Параметр c от энергии пучка не зависит.

сечению $\sigma_t(pd)$, оказавшееся при энергии пучка свыше 150 ГэВ равным 0,1 и не зависящим от энергии пучка. С помощью дифференциального сечения $d\sigma/dt$ для упругого pd -рассеяния определен параметр наклона $b(pd)$ /рис. 4/.

В эксперименте принимали участие сотрудники ОИЯИ, ФНАЛ /Батавия/, Рокфеллеровского университета /Нью-Йорк/, Rochesterского университета /Нью-Йорк/.

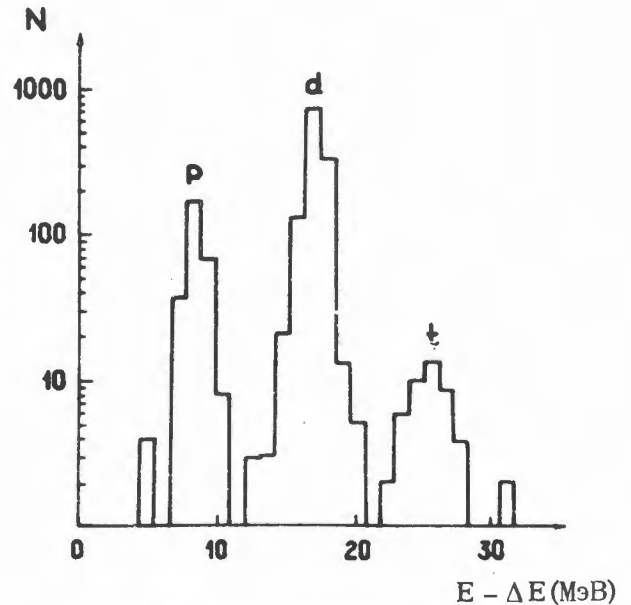
◇ Проведен анализ упругой регенерации K^0 -мезонов в интервале импульсов каонов от 12 до 50 ГэВ с помощью установки БИС на серпуховском ускорителе 70 ГэВ. В области малых переданных импульсов, $|t| \leq 0,03$ /ГэВ/с², найдено, что параметр b , описывающий наклон дифференциального сечения $d\sigma/dt$, оказался равным $b = 31 \pm 4$ /ГэВ/с⁻² и не зависящим от импульса каона. Экспериментально найденная ω -траектория Редже находится в согласии с расчетами по ее параметризации при $a_\omega(t) = 0,46t$.

Работа велась совместно учеными ОИЯИ, ЦИФИ /Будапешт/, ФИ ЧСАН /Прага/, ИФВЭ /Берлин/.

◇ Проведено уточнение анализа трансмиссионной регенерации $K_L^0 \rightarrow K_S^0$ на водороде в интервале импульсов каонов 14-50 ГэВ с помощью установки БИС на серпуховском ускорителе. При изучении энергетической зависимости модуля и фазы амплитуды регенерации каонов на водороде установлено, что уменьшение модуля модифицированной амплитуды регенерации с увеличением импульса каонов описывается выражением

$$2|f_{21}^0(0)|k = (0,84 \pm 0,42) \exp(-0,50 \pm 0,15) kb,$$

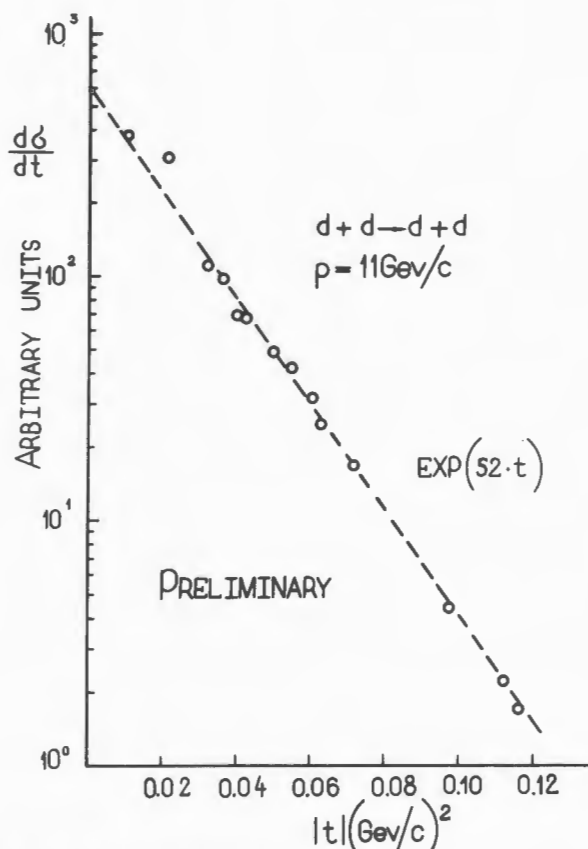
а фаза амплитуды не зависит от импульса и ее средняя величина равна $\phi_{21}^0 = 132 \pm 5^\circ$. Полученные результаты были сравнены с различными теоретическими моделями.



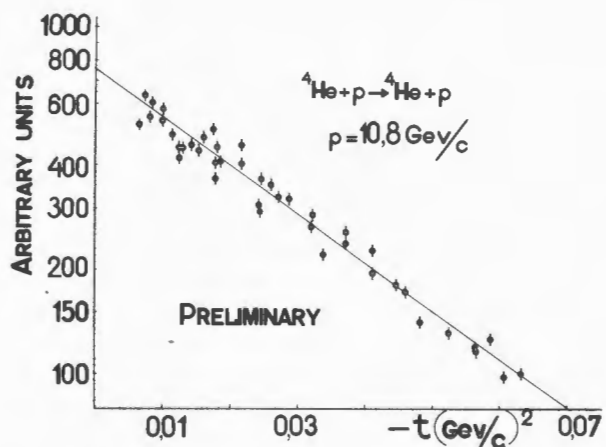
5. Иллюстрация разделения частиц в канале $E - \Delta E$ при изучении процессов упругого dd -рассеяния.

Работа выполнена совместно учеными ОИЯИ, ЦИФИ /Будапешт/, ФИ ЧСАН /Прага/, ИФВЭ /Берлин/.

◇ Проведены измерения и начата обработка процессов упругого dd -рассеяния и αp -рассеяния с помощью спектрометра ядер отдачи /СЯО/ на синхрофазотроне в интервале энергий 6-11 ГэВ. В состав спектрометра входят 8 телескопов из полупроводниковых кремниевых детекторов толщиной 10-6000 мкм, что позволяет с помощью двумерного анализа регистрировать и идентифицировать протоны до энергии 40 МэВ, дейтроны до 50 МэВ и альфа-частицы до 150 МэВ с разрешением 30-100 кэВ /рис. 5/. При энергии пучка 11 ГэВ найдены дифференциальные сечения процессов упругого dd -рассеяния /рис. 6/ и с их помощью определен параметр наклона $b(dd) = 52 \pm 2$ /ГэВ/с². По значениям дифференциального сечения упругого αp -рассеяния /рис. 7/ определен параметр наклона $b(\alpha p) = 39 \pm$



6. Дифференциальное сечение упругого dd -рассеяния при энергии 11 ГэВ.



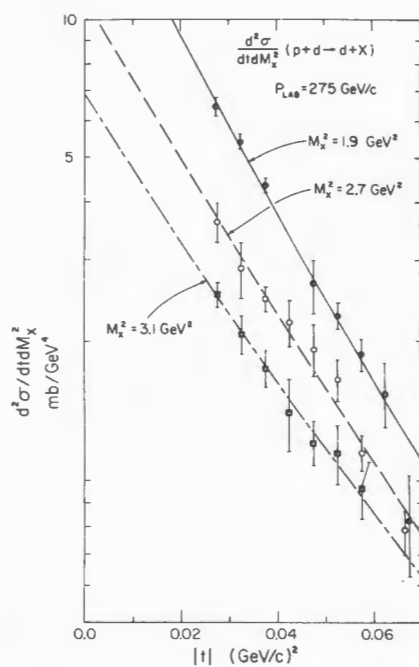
7. Дифференциальное сечение упругого αp -рассеяния при энергии 10,8 ГэВ.

$\pm 2 / \text{ГэВ}/\text{с} / -2$. Для снижения шумов электроники и улучшения стабильности работы детекторов введена в строй система охлаждения и термостабилизации детекторов до температуры -100°C .

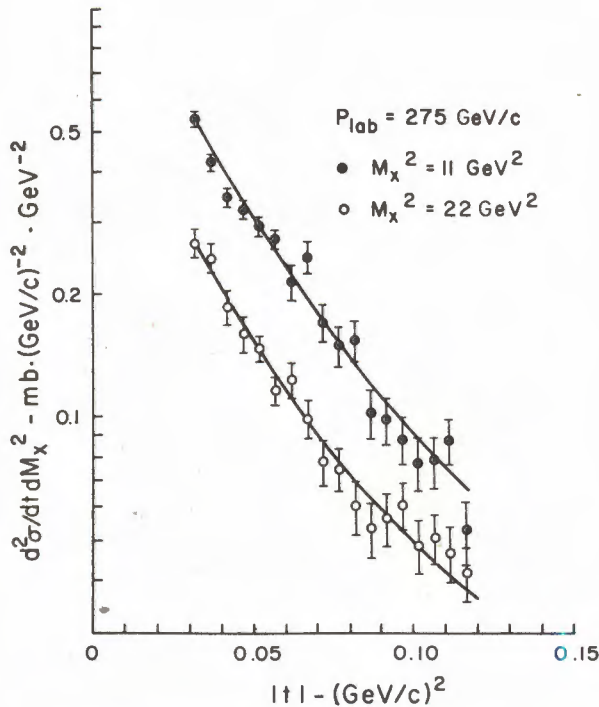
В работе принимали участие сотрудники ОИЯИ и ИЯИ /Варшава/.

Механизм рождения и распада частиц и резонансов.
Поиск новых резонансов

◇ *Обработаны результаты исследования неупругого pd -взаимодействия в области энергии 50-400 ГэВ, выполненного с помощью газовой струйной дейтериевой мишени и набора полупроводниковых кремниевых детекторов на ускорителе 400 ГэВ /Батавия/ советско-американской группой физиков. В облас-*



8. Дифференциальное сечение неупругого pd -взаимодействия при энергии протонов 275 ГэВ и малых возбуждениях протона.



9. Дифференциальное сечение $d^2\sigma/dtdM^2(X)$ при фиксированных значениях $M^2(x) = 11$ и 22 ГэВ^2 и фиксированной энергии пучка 275 ГэВ .

ти малых переданных импульсов $0,03 \leq |t| \leq 0,07 \text{ /ГэВ/с}^2$, в реакции $pd \rightarrow X + d$ изучено когерентное возбуждение протонов высоких энергий при небольших массах возбуждения, равных $M^2(X) = 1,4 - 4,0 \text{ ГэВ}^2$, и энергиях пучка $50, 80$ и 275 ГэВ . Изучена структура дифференциального сечения $d^2\sigma/(dtdM^2(X))$ и обнаружен максимум при $M^2(X) = 1,9 \text{ ГэВ}^2$ /рис. 8/. Для области переданных импульсов $0,03 \leq |t| \leq 0,12 \text{ /ГэВ/с}^2$ и энергии пучка от 150 до 400 ГэВ изучена область возбуждения протонов с массами $M^2(X) = 5 - 40 \text{ ГэВ}^2$. Обнаружено, что дифференциальное сечение $d^2\sigma/(dtdM^2(X))$

1/ медленно меняется с энергией;

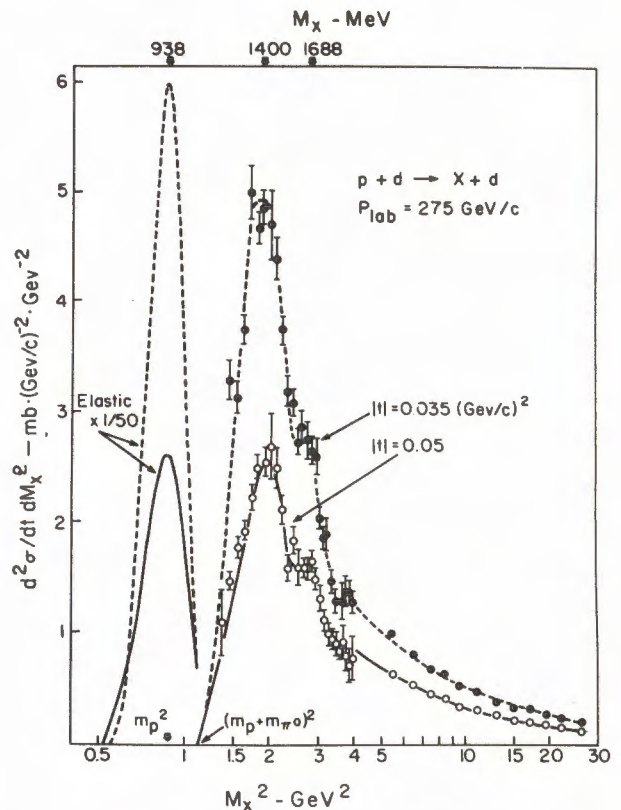
2/ экспоненциально падает в зависимости от $|t|$.

3/ хорошо описывается зависимостью $\approx 1/M^2(X)$ /рис. 9/.

Структура зависимости от $M^2(X)$ показана на рис. 10.

В обработке событий принимали участие группы физиков ОИЯИ, Рокфеллеровского университета /Нью-Йорк/ и Рочестерского университета /Нью-Йорк/.

◇ Проведена обработка неупругих π^-p, π^-n и π^-C -взаимодействий при импульсе 40 ГэВ/с с помощью двухметровой пропановой пузырьковой камеры, облученной на серпуховском ускорителе 70 ГэВ . На основе анализа около 15 тыс. событий, 16 тыс. гамма-квантов



10. Дифференциальное сечение $d^2\sigma/dtdM^2(X)$ при фиксированных значениях $|t| = 0,035$ и $0,050 \text{ /ГэВ/с}^2$ и фиксированном значении энергии пучка 275 ГэВ .

и 1300 Λ -гиперонов и K^0 -мезонов получены следующие результаты.

а/ Впервые изучены корреляции по быстротам и азимутальным углам гамма-квантов и заряженных вторичных частиц. Величина $R(0,0)$ оказалась равной:

для $(\gamma \pi^\pm)$ -пар $R(0,0) = 0,31 \pm 0,08$.
 для $(\gamma \gamma)$ -пар $R(0,0) = 0,19 \pm 0,10$.

Обнаружено совпадение полученных данных с предсказаниями мультипериферической модели с учетом кластеров.

б/ Изучена фрагментация протонов, вылетающих назад в лабораторной системе в π^-C -взаимодействиях. Показано, что имеет место масштабная инвариантность этого процесса в интервале энергий пучка от 3 до 40 ГэВ.

в/ Найдены азимутальные корреляции между парами $(\gamma \gamma)$ или $(\pi^- \pi^-)$ в центральной области π^-N -взаимодействий или в одной из областей фрагментации /при $|\Delta y^*| < 1$ /.

г/ Найдено, что с ростом числа заряженных частиц в π^-N -взаимодействиях средний поперечный импульс заряженных частиц уменьшается, а гамма-квантов - остается постоянным.

д/ Не обнаружено факторизации между величинами поперечных и продольных компонент импульсов вторичных частиц.

е/ Получены сечения когерентного рождения пионов на ядре углерода при 40 ГэВ/с:

для $\pi^-C \rightarrow C + (\pi^- \pi^- \pi^+)$
 $\sigma = 2,7 \pm 0,2$ мб /e1/,
 для $\pi^-C \rightarrow C + (\pi^- \pi^- \pi^+ \pi^0 \pi^0)$
 $\sigma = 0,8 \pm 0,5$ мб /e2/,
 для $\pi^-C \rightarrow C + (\pi^- \pi^- \pi^- \pi^+ \pi^+)$
 $\sigma = 0,37 \pm 0,08$ мб /e3/.

Среднее значение $M(3\pi)$ оказалось равным $1,20 \pm 0,01$ ГэВ для реакции /e1/ и среднее значение $M(5\pi) = 2,05 \pm 0,2$ ГэВ для реакций /e2/ и /e3/.

ж/ Получены инклюзивные сечения рождения Λ -гиперонов и K^0 -мезонов:

	$\pi^- p$	$\pi^- n$	$\pi^- C$
$\sigma(\Lambda)$, мб	$1,57 \pm 0,20$	$2,1 \pm 0,4$	$14,6 \pm 1,2$
$\sigma(K^0)$, мб	$5,20 \pm 0,71$	$6,9 \pm 1,1$	$42,5 \pm 3,5$

Среднее число Λ -гиперонов и K^0 -мезонов на одно π^-C -взаимодействие в пределах ошибок совпадает со средним числом Λ и K^0 для π^-p -взаимодействий, т.е. в ядре углерода не происходит существенного размножения нейтральных странных частиц.

з/ Обнаружено сохранение изотопической инвариантности инклюзивных реакций $\pi^+ p \rightarrow \pi^+ + \dots$ и $\pi^- n \rightarrow \pi^- + \dots$

и/ Обнаружено, что в π^-p -взаимодействиях форма одночастичных распределений поперечных и продольных компонент импульсов мезонов в переменных $p_\perp / \langle p_\perp \rangle$ и $p_{||} / \langle p_{||} \rangle$ не зависит от множественности событий, типа частиц и начальной энергии в области 40-300 ГэВ.

Исследование проводилось большой объединенной группой ученых из разных лабораторий и институтов: ОИЯИ, ИФВЭ /Алма-Ата/, ЦИФИ /Будапешт/, ИАФ /Бухарест/, ИЯИ и ИЯТ /Краков/, ИЯИ /Варшава/ и Варшавского университета, ФИ и МЭИ /София/, ФТИ /Ташкент/, ТГУ /Тбилиси/, ИФМ /Улан-Батор/, Ханойского университета, Университета в Чандигаре /Индия/.

◇ Завершена обработка π^-p -взаимодействий при импульсе 5 ГэВ/с с помощью метровой жидководородной камеры, облученной на синхрофазотроне. При анализе реакций $\pi^-p \rightarrow p \pi^- \pi^+ \pi^-$ сравнивались экспериментальные данные, полученные при больших переданных импульсах, $|t| > 0,4$ /ГэВ/с², с предсказаниями реджизованного однопионного

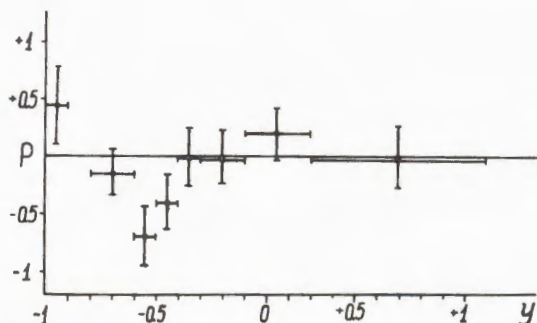
обмена по модели OPER. Оказалось, что модель OPER качественно описывает распределение эффективных масс систем $(p\pi^+)$ и $(\pi^+\pi^-)$. Для реакции $\pi^-p \rightarrow p\pi^-\pi^+\pi^-$ рассчитаны значения корреляционной функции и исследовано ее поведение.

Исследование реакции $\pi^-p \rightarrow n\pi^-\pi^+$ и сравнение полученных данных с моделью OPER показало, что модель OPER качественно описывает основные характеристики этой реакции.

Изучение поляризации Λ -гиперонов в реакции $\pi^-p \rightarrow \Lambda + \dots$ показало, что она имеет сложный характер /рис. 11/, для Σ -гиперонов величины поляризации равны:

$$\begin{aligned} \text{для } \Sigma^- & \quad \alpha_{\bar{p}} = 0,18 \pm 0,12; \\ \text{для } \Sigma^+ \rightarrow p\pi^0 & \quad \alpha_{\bar{p}} = 0,78 \pm 0,27; \\ \text{для } \Sigma^+ \rightarrow n\pi^+ & \quad \alpha_{\bar{p}} = 0,18 \pm 0,23. \end{aligned}$$

◇ Проведен анализ одночастичных инклюзивных спектров вторичных частиц, образованных при облучении двухметровой жидководородной камеры "Людмила" в пучке сепарированных антипротонов с импульсом 22,4 ГэВ/с на серпуховском ускорителе. На основе анализа около 7600 событий получены импульсные спектры протонов, пионов и отрицательных частиц. Оценено сечение фрагментации налетающих антипротонов: $\sigma = 4,5 \pm 0,2$ мб. Оказалось, что инвариантные сечения для канала $\bar{p}p \rightarrow \pi^+ + \dots$ в центральной области близки к сечениям реакции $\pi^+p \rightarrow \pi^+ + \dots$ и хорошо укладываются в схему раннего скейлинга. В области фрагментации происходит резкое падение этого сечения в интервале импульсов от 4,5 до 22,4 ГэВ/с. Такое поведение хорошо согласуется с расчетами по мультипериферической модели в предположении сильной энергетической зависимости сечения аннигиляции и при наличии большой множественности в аннигиляционном канале.



11. Зависимость поляризации Λ -гиперонов от величины продольной компоненты быстрой скорости.

Было обнаружено, что в распределении по величине относительного продольного импульса x имеется преобладание вылета π^- -мезонов в переднюю полусферу при малых значениях x . Отношение наклонов в этом распределении для π^- -мезонов в задней и передней полусферах в с.ц.м. равно $\sim 1,5$ и не зависит от поперечного импульса.

Для проведения исследований организовано широкое сотрудничество ученых ОИЯИ, ФИ ЧСАН /Прага/, Карлова университета /Прага/, ИЭФ САН /Кошице/, ИАФ /Бухарест/, НИИЯФ МГУ /Москва/, ИТЭФ /Москва/, ТГУ /Тбилиси/, ИФВЭ /Алма-Ата/, университета в Хельсинки.

◇ При изучении реакции $dp \rightarrow ppn$ в метровой жидководородной камере при импульсе 3,3 ГэВ/с, облученной на синхрофазотроне, получены данные о достаточно сильной корреляции между плоскостями развала и квазиупругого рассеяния в реакции прямого развала дейтрона. При малых переданных импульсах корреляция может быть качественно объяснена в рамках простой модели Глаубера без учета перерассеяния. Для анализа использовано 13455 событий.

Для реакции $dp \rightarrow dp \pi^+ \pi^-$ определено сечение: $\sigma = 276 \pm 24$ мкб.

При изучении спектра эффективных масс в реакциях $dp \rightarrow dp \pi^+ \pi^-$ и $dp \rightarrow dp \pi^+$ на статистике 331 событие получено указание на максимум с массой $M(d\pi^+) = 2151 \pm 5$ МэВ и шириной $\Gamma = 13 \pm 6$ МэВ. Найденный в реакции $dp \rightarrow dp \pi^+$ пик с $M(d\pi^+) = 2294 \pm 5$ МэВ и шириной $\Gamma = 47 \pm 13$ МэВ интерпретируется как кинематический эффект.

Отличие в области малых передач хода дифференциального сечения от расчета по модели Глаубера и обнаружение максимума с $M = 2151$ МэВ вблизи порога реакции, идущей с перезарядкой, указывают на существование зависимости процесса перезарядки $pr \rightarrow rp$ от спина.

Работа выполнена группами физиков ОИЯИ, Варшавского университета и ИЯИ /Варшава/.

◇ Изучен механизм образования пиков в спектре эффективных масс Λp по результатам обработки событий в пропановой пузырьковой камере, облученной пучком нейтронов со средним импульсом 7 ГэВ/с на синхрофазотроне. Разработана модель для выяснения природы образования пиков в спектрах эффективных масс Λp с массами $M = 2058, 2127, 2184$ и 2254 МэВ/с² в реакции взаимодействия нейтронов с ядрами углерода.

Модель основана на импульсном приближении. Согласно предлагаемой модели система Λp образуется как конечный продукт в реакциях

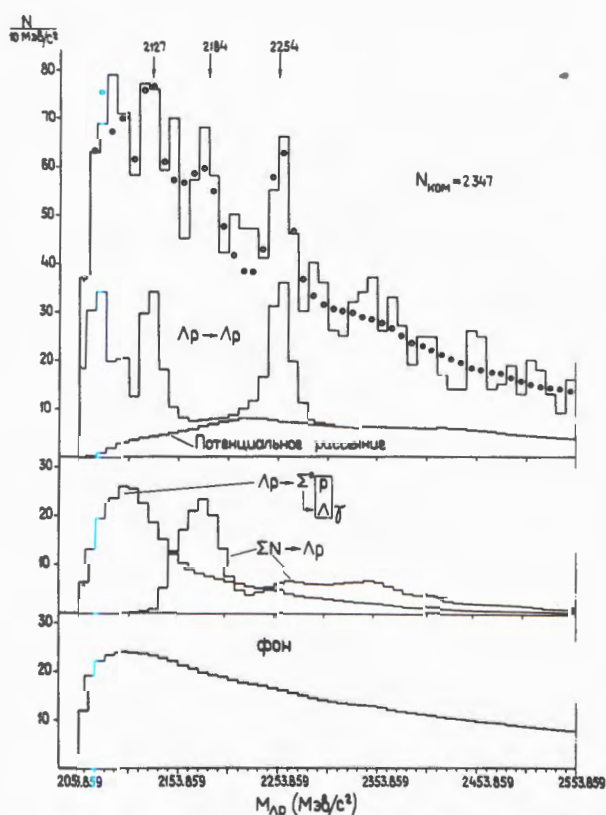
- а/ внутриядерный каскад;
- б/ конверсия $\Sigma^{+,0} N \rightarrow \Lambda p$;
- в/ конверсия $\Lambda p \rightarrow \Sigma p$ и $\Sigma^0 \rightarrow \Lambda p$ через Λp -взаимодействие и распад Σ^0 ;
- г/ упругое рассеяние Λp , резонансное и потенциальное.

Вычислена зависимость сечения упругого рассеяния Λp от импульса Λ -гиперона в системе покоя протона. Полученные результаты находятся в хоро-

шем согласии с существующими данными прямых опытов по Λp упругому рассеянию.

На рис. 12 приведены результаты эксперимента /гистограммы/ и расчетов по модели /точки/, а также вклады процессов а, б, в, г в спектр масс Λp . Пик при сумме масс Λ и протона обусловлен отрицательной длиной рассеяния при низких энергиях, при $M = 2127$ и $M = 2254$ МэВ/с² - резонансным Λp -взаимодействием в упругом канале, при $M = 2184$ МэВ/с² - каскадным процессом $n C \rightarrow \Sigma^+ \dots$ и $\Sigma N \rightarrow \Lambda p$.

Показано, что легкое ядро может служить в качестве конденсированной мишени нуклонов для изучения упругого



12. Распределение эффективных масс Λp -системы.

рассеяния нестабильных частиц на протонах при низких энергиях.

◇ Продолжается изучение пр-взаимодействий при энергиях от 1 до 5 ГэВ с помощью метровой жидководородной камеры, облученной в пучке моноэнергетических нейтронов на синхрофазотроне. По программам геометрической реконструкции обработано 80 тыс. событий. На магнитные ленты записана информация о ~73 тыс. событий при 8 энергиях падающих нейтронов. По программе идентификации каналов реакций обработано около 35 тыс. событий.

◇ Завершена обработка данных для определения формфактора в K^0 -распадах на основе материалов, полученных при облучения бесфильмового искрового спектрометра в пучках нейтральных каонов на серпуховском ускорителе.

а/ На основе анализа 67839 $K_{\mu 3}$ -распадов для векторного и скалярного формфакторов найдено два решения, согласующихся с линейной аппроксимацией. В предположении μ -е универсальности получено:

$$\lambda_+ = 0,045 \pm 0,004 \text{ и } \lambda_0 = 0,025 \pm 0,006.$$

Обнаружено, что в матричном элементе $K_{\mu 3}$ -распада доминирует векторная связь.

б/ На основе анализа 50000 распадов $K_L^0 \rightarrow \pi^\pm e \bar{\nu}$ исследована структура матричного элемента распада. Получены предельные значения для параметров, характеризующих возможные отклонения вида взаимодействия от V-A теории: $|f_s/f_t| < 0,07$ и $|f_t/f_+| < 0,34$. В рамках V-A структуры матричного элемента изучено поведение векторного формфактора $f_t(t)$ до значений $|t| = 10 / \text{ГэВ}^2 / \text{с}^2$, переданного лептонной паре. В случае использования модели линейной зависимости $f_+(t)$ для параметра наклона получено значение $\lambda_+ = 0,0327 \pm 0,0042$.

Работа проводилась учеными ОИЯИ, ЦИФИ /Будапешт/, ФИ ЧСАН /Прага/, ИФВЭ /Берлин/.

◇ Продолжались работы по исследованию образования нейтральных пионов и гамма-квантов в ксеноновой камере, облученной пучком π^- -мезонов с импульсом 3,5 ГэВ/с.

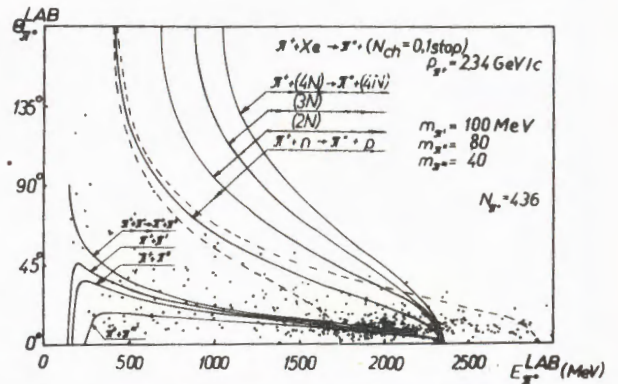
Для ливней, вызванных гамма-квантами с энергией $E_\gamma = 1600 - 3400 \text{ МэВ}$, определены экспериментально зависимости среднего значения числа частиц в максимуме ливня:

$$\bar{N}_{\text{макс}} = (3,99 \pm 0,70) + (2,925 \pm 0,276) E_\gamma,$$

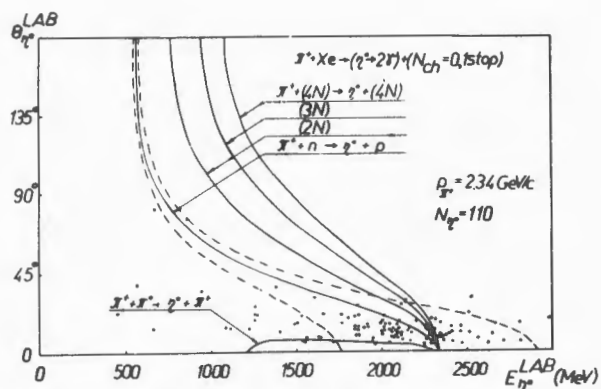
и среднего положения максимума ливня:

$$\bar{t}_{\text{макс}} = (5,7 \pm 1,0) + (1,9268 \pm 0,0004) E_\gamma.$$

Линейная зависимость $N_{\text{макс}}$ и E_γ находится в соответствии с предсказаниями теории электронно-фотонных ливней. Для $\pi^+ \text{Xe}$ -взаимодействий при 2,34 ГэВ/с зависимость сечения $f(p^2)$ от квадрата импульса протона p^2 при испускании про-



13. Распределение π^0 -мезонов из реакции $\pi^+ \text{Xe} \rightarrow \pi^0 + n$ / $N_{\text{зар}} = 0$ или 1 оставивка/ при импульсе 2,34 ГэВ/с /зависимость угла испускания π^0 -мезонов от их энергии в лаб. системе/. Пунктирные линии соответствуют реакции $\pi^+ p \rightarrow \pi^0 p$ с учетом ферми-движения у нейтрона - мишени.



14. Распределение η^0 -мезонов из реакции $\pi^+ \text{Xe} \rightarrow \eta^0 + N_{\text{зар}} = 0$ или 1 установка/ при импульсе 2,34 ГэВ/с /зависимость угла испускания η^0 -мезонов от их энергии в лаб. системе/. Пунктирные линии соответствуют реакции $\pi^+ n \rightarrow \eta^0 p$ с учетом ферми-движения у нейтрона-мишени.

тонов назад в лабораторной системе описывается формулой

$$f(p^2) = (0,866 \pm 0,110) \cdot \exp[-(17,227 \pm 0,758) p^2].$$

Получено указание на то, что испускание протонов происходит в результате взаимодействия налетающих π^+ -мезонов с несколькими /двумя или больше/ периферическими нуклонами, что свидетельствует о значительной кластеризации поверхности ядра-мишени.

Анализ механизма испускания одиночных протонов в квазидвухчастичных событиях $\pi^+ \text{Xe}$ -взаимодействий приводит к оценке верхнего значения $P_F \leq 350 \text{ МэВ/с}$ для дисперсии распределения по импульсам ферми-движения, что заметно превышает известную величину.

Экспериментально обнаружено, что в угловом распределении π^0 -мезонов наблюдается сгущение π^0 -мезонов около малых /до 30° / углов /рис. 13/. Наблюдаемое явление можно связать с реальным существованием пионов как квантов ядерного поля внутри ядра. Аналогичное явление, но слабее выраженное, наблюдается для η^0 -мезонов /рис. 14/.

◇ При изучении взаимодействий π^- -мезонов с энергией 50 ГэВ с ядерными фотоэмульсиями, облученными в магнитном поле 180 килогаусс на серпуховском ускорителе, показана несправедливость гипотезы о "пассивности" быстрого адрона после первого взаимодействия с нуклоном ядра. Обнаружено, что средние поперечные импульсы π^+ - и π^- -мезонов и доля энергии, уносимая частицами, очень слабо зависят от размеров ядра-мишени.

Из анализа взаимодействий, вызванных протонами с энергиями 70 ГэВ при облучении фотоэмульсий на серпуховском ускорителе, следует, что энергетический и зарядовый спектр медленных частиц /при кинетической энергии протонов $T_p < 30 \text{ МэВ}$ / и вылет подбарьерных частиц не могут быть удовлетворительно объяснены с помощью модели испарения. Совокупность экспериментальных данных по всем вторичным частицам указывает на первоначальный характер процессов, формирующих спектр медленных частиц. В эксперименте использованы фотоэмульсии как обычного состава, так и насыщенные легкими ядрами, что дает возможность разделить взаимодействия на группах легких (C, N, O) и тяжелых (Ag, Br) ядер.

Работа проведена объединенной группой физиков ОИЯИ, ИФВЭ /Алма-Ата/, Радиового института /Ленинград/, ФИАН /Москва/, ФТИ /Ташкент/.

Электромагнитная структура элементарных частиц

◇ Осуществлен физический запуск 90-канального черенковского масс-спектрометра /установка "Фотон"/ на пучке π^- -мезонов с импульсом 3,65 ГэВ/с на синхрофазотроне.

Исследования аппаратуры показали, что изменение амплитуды по всей поверхности спектрометра не превышает

5% и изменение величины энергетического разрешения - не более 10%, пространственное разрешение для искровых камер $\Delta x = 0,45$ мм и $\Delta y = 0,30$ мм. Для измерения ионизационных потерь заряженных релятивистских частиц изготовлены и смонтированы сцинтилляционные счетчики размером $2 \times 10 \times 100$ см³.

С помощью установки "Фотон" получен первый экспериментальный материал и начата его обработка на ЭВМ.

Работы проводятся совместно группами сотрудников ОИЯИ, университета в Лодзи, ИФВТУ /Варшава/, ФИАН /Москва/, ЕрФИ /Ереван/.

◇ Для проведения эксперимента по определению формфактора пиона с помощью πe -рассеяния на ускорителе 400 ГэВ в Батавии в ОИЯИ изготовлен комплекс аппаратуры, включающий многоканальную систему из нескольких блоков дрейфовых камер /размерами $0,13 \times 0,13$ м² и $0,26 \times 0,26$ м²/ с необходимой электроникой, пультом управления и т.д. Проведено методическое исследование всего комплекса аппаратуры и получены рабочие параметры. Пространственное разрешение дрейфовых камер оказалось равным 60-70 мкм, что превысило существующий уровень, эффективность регистрации событий - выше 99%. В сеансах на ускорителе набрано 40 тыс. рабочих запусков установки, началась обработка записанной информации.

Работа выполняется совместно физиками ОИЯИ, ИАФ /Бухарест/ и Калифорнийского университета /Лос-Анджелес/.

Релятивистская ядерная физика

◇ Продолжены исследования кумулятивного образования барионных систем /протонов, дейтронов и трития/ с помощью электронной методики, включая время-

пролетный спектрометр, в антилабораторной системе координат. На синхрофазотроне медленно выведенным пучком протонов с импульсом 8,4 ГэВ/с облучались ядра ⁶Li, ⁷Li, Be, C, Al, Si, Fe, ⁵⁸Ni, ⁶⁴Ni, Cu, ¹¹⁸Sn, ¹²²Sn, ¹²⁴Sn, ¹⁴⁴Sn, ¹⁵⁴Sn, ¹⁸²W, ¹⁸⁶W, Pb, U.

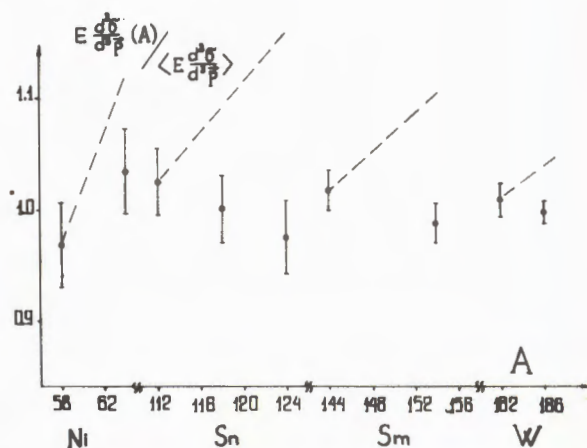
Обнаружено, что

а/ Сечение кумулятивного рождения нуклонных систем по сравнению с сечением кумулятивного образования пионов с ростом атомного веса фрагментирующего ядра возрастает более сильно.

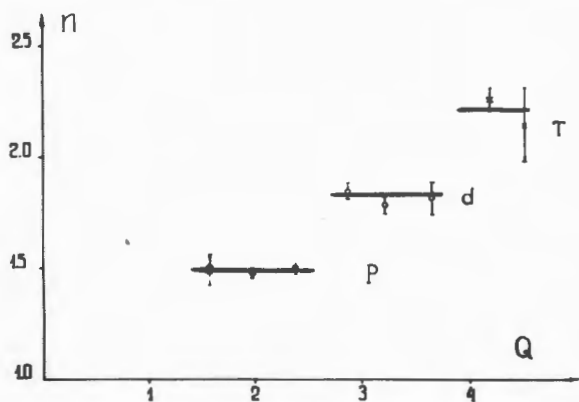
б/ Сечение образования кумулятивных протонов, измеренное на изотопах Ni, Sn, Sm и W, в пределах погрешности эксперимента /±3%/ не зависит от избытка нейтронов в ядре /рис. 15/.

в/ Экспериментальные данные по кумулятивному образованию протонов, дейтронов и трития описаны зависимостью от заряда ядра Z в виде

$$E \frac{d^3 \sigma}{d^3 p} \approx g Z^n.$$



15. Отношение выходов протонов для ядер изотопов /Ni, Sn, Sm, W/, нормированное на среднее значение по серии изотопов, в зависимости от атомного веса A. Пунктиром показана зависимость от заряда ядра Z.



16. Зависимость параметра n от порядка кумулятивности Q при описании выхода

нуклонных систем в виде $E \frac{d^3 \sigma}{d^3 p} \sim g Z^n$.

Параметр n не зависит от порядка кумулятивности Q /минимального числа нуклонов фрагментирующего ядра, участвующих во взаимодействии/ для образования протонов в интервале $Q = 1,5-2,5$ и для образования дейтронов в интервале $Q = 2,6 - 3,6$ /рис. 16/.

г/ Параметр n в зависимости от заряда ядра меняется "ступенчатым" образом и равен:

для протонов	$n = 1,49 \pm 0,02,$
для дейтронов	$n = 1,82 \pm 0,04,$
для трития	$n = 2,2 \pm 0,1.$

Работа выполнялась сотрудниками ОИЯИ и ЛГУ /Ленинград/.

◇ Изучены α Li - и α Ne-взаимодействия при облучении стримерной камеры СКМ-200 пучком релятивистских ядер гелия с импульсом 17 ГэВ/с на синхрофазотроне. С металлической мишенью из ${}^6\text{Li}$ получено 68 тыс. рабочих запусков установки и с мишенью из ${}^7\text{Li}$ около 12 тыс. Примесь однозарядных частиц в пучке не превышала 10^{-4} . Сечение неупругого взаимодействия α -частиц в мишени ${}^6\text{Li}$ оказалось равным:

$$\sigma_{in} = 320 \pm 15 \text{ мб.}$$

По приближенной оценке доля расщепления α -частиц по схеме $\alpha {}^6\text{Li} \rightarrow {}^3\text{He} + \dots$ оказалась равной 0,15 от величины сечения σ_{in} . Суммарная доля расщеплений α -частиц по схеме $\alpha {}^6\text{Li} \rightarrow {}^3\text{He} + \dots, \alpha {}^6\text{Li} \rightarrow {}^3\text{H} + \dots, \alpha {}^6\text{Li} \rightarrow \text{d} + \dots, \alpha {}^6\text{Li} \rightarrow \text{p} + \dots$ составила $0,80 \pm 0,04$ от величины σ_{in} .

Подробно изучен вопрос о множественности вторичных заряженных частиц в α Li - и α Ne-взаимодействиях.

◇ Определено сечение поглощения $\sigma_{\text{погл}}$ взаимодействия α -частиц с импульсом 17 ГэВ/с на ядрах углерода, алюминия и меди, которое определяется как разность полного сечения взаимодействия σ_t и сечения дифракционного взаимодействия $\sigma_{\text{диф}}$. Сечения поглощения оказались равными:

на ядре углерода	$\sigma = 450 \pm 20 \text{ мб,}$
на ядре алюминия	$\sigma = 720 \pm 30 \text{ мб,}$
на ядре меди	$\sigma = 1150 \pm 50 \text{ мб.}$

A-зависимость сечения найденных $\sigma_{\text{погл}}$ не противоречит зависимости, определяемой полуэмпирической формулой Брадта и Петерса.

Работа проводится совместно группами физиков ОИЯИ, ЛГУ /Ленинград/, ИФВЭ /Алма-Ата/, МГУ /Москва/.

◇ Выполнены исследования взаимодействий дейтронов с импульсом 9,4 ГэВ/с и α -частиц с импульсом 17 ГэВ/с с ядрами фотозмульсии, облученной на синхрофазотроне.

При изучении взаимодействия α -частиц с ядрами (C, O) и (Ag, Br) получены результаты, включающие данные о множественности вторичных частиц, расщепления α -частиц на ${}^3\text{He}, {}^3\text{H}, {}^2\text{H}, \text{p}, \text{n}$, распаде ядер мишеней. Выделены и изучены центральные столкновения с ядрами серебра, брома и процессы полного разрушения ядер серебра, брома и свинца. Обнаружено постоянство углового распределения "каскадных" частиц /напри-

мер, протонов с кинетической энергией от 30 до 400 МэВ/ в широком диапазоне энергии и массы налетающих частиц и массы ядер мишени, включая ядро свинца. Полученные данные сравниваются с предсказаниями модели ударной волны в ядре.

В работе принимают участие группы физиков из Дубны, Варшавы, Кошице, Ленинграда, Москвы, Ташкента и Улан-Батора.

Теоретические исследования

◇ Продолжалась разработка методов и идейных основ релятивистской ядерной физики. Изучена роль относительно малой величины энергии связи в столкновениях релятивистских ядер. Показано, что в рамках полюсной модели можно объяснить все основные закономерности фрагментации ядер:

1/ приближенную факторизуемость сечений; 2/ равенство средних скоростей фрагментов; 3/ распределение фрагментов по величинам поперечных и продольных компонент импульсов.

На основе этого рассмотрения предложено ввести релятивистские инвариантные параметры, которые позволят провести классификацию столкновений релятивистских ядер, что особенно важно для планируемых в ОИЯИ исследований этой проблемы методом трековых приборов.

Выдвинута идея проверки кварковой структуры ядерного вещества. В частности, предложена постановка задачи о применении формул кваркового сечения, полученных А.Н.Тавхелидзе и его сотрудниками, к упругому рассеянию легких ядер на большие углы. Аналогичные идеи несколько позже были использованы

американскими физиками для обнаружения свойств дейтрона как шестикварковой системы.

◇ Закончена разработка метода определения пространственно-временных характеристик процесса множественной генерации частиц в адрон-адронных столкновениях.

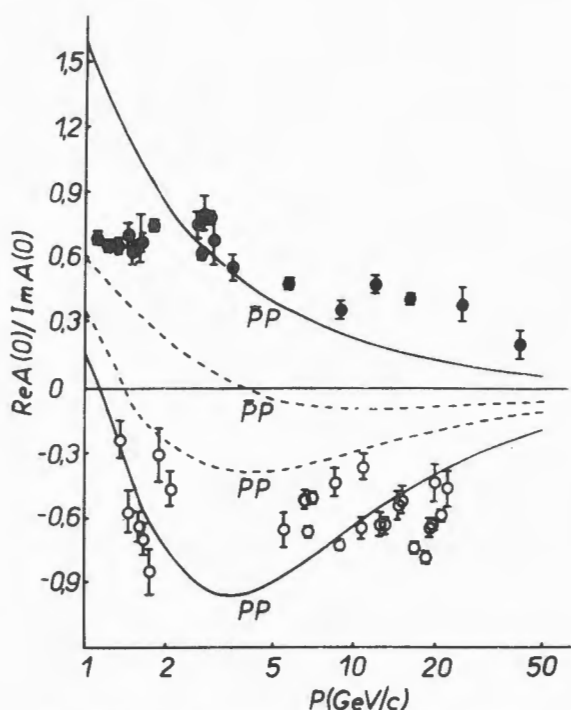
Проанализированы двухчастичные корреляции при малых относительных импульсах частиц. Показано, что характер углового распределения относительного импульса определяется размерами системы, генерирующей частицы. Корреляционный метод обобщен на случай, когда рассматриваются не только тождественные, но и различные частицы, относящиеся к единому изотопическому мультиплету.

Разработаны основы нового подхода к теории эриксоновских флюктуаций, базирующегося на анализе свойств перекрывающихся резонансов.

◇ При анализе струй и ливней с энергией в сотни и тысячи ГэВ показана неразрывная связь многомерного статистического анализа многочастичных реакций между адронами с проблемой вероятностного распознавания образов возбужденных адронов и фэйрболов в пространстве скоростей Лобачевского. Эта информация важна для разработки элементов многомерной статистики в инвариантном неевклидовом фазовом пространстве физики высоких энергий.

◇ Проверены результаты определения квантовых чисел системы, распадающейся на протон и ω -мезон и наблюдавшейся в ряде экспериментов. Показано, что пику с массой $M(p\omega) = 1800 \text{ МэВ}/c^2$ лучше соответствует спин-четность $3/2^-$ и в процессах $ар \rightarrow ар\omega$ система $(p\omega)$ образуется, вероятно, с сохранением спиральности в t -канале.

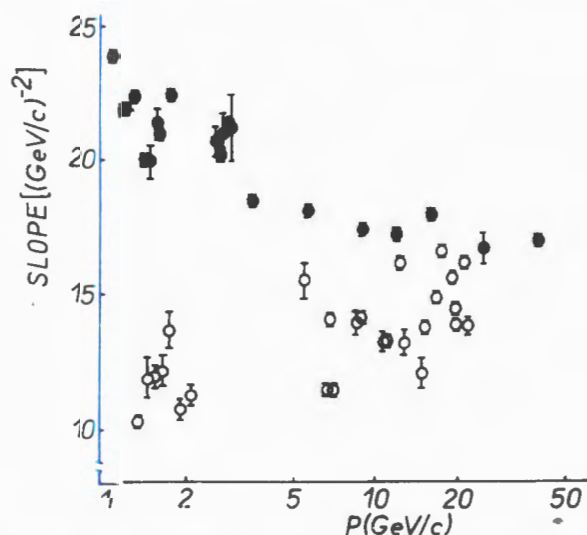
◇ Для определения абсолютного значения реальной части амплитуды рассея-



17. Отношение реальной части амплитуды упругого pp -рассеяния /значки \circ / и $\bar{p}p$ -рассеяния /значки \bullet / вперед к ее мнимой части в зависимости от импульса налетающей частицы. Расчет проводился с использованием аналитичности в плоскости $\cos\theta$.

ния вперед ρ и параметра наклона b дифференциального сечения на основе экспериментальных данных по дифференциальным сечениям упругого pp и $\bar{p}p$ -рассеяния вне интерференционной области применен новый метод, отличный от метода с использованием формулы Бете в интерференционной области, вынуждающего делать ряд предположений. Новый метод основан на оптимальном использовании аналитических свойств амплитуды рассеяния в $\cos\theta$ -плоскости. Проведен анализ экспериментальных данных по $d\sigma/dt$ вне интерференционной области при $|t| > 0,05$ /ГэВ/с² для упругого pp -рассеяния в интервале импульсов от 1,349 до 21,88 ГэВ/с и для упругого $\bar{p}p$ -рас-

сеяния от 1,11 до 40,1 ГэВ/с. Полученные величины для $\rho = \text{Re}A/\text{Im}A$ /рис. 17/ и для параметра b /рис. 18/ значительно больше общепринятых.



18. Параметры наклона дифференциального сечения упругого pp -рассеяния /значки \circ / и $\bar{p}p$ -рассеяния /значки \bullet / при $t=0$ в зависимости от импульса налетающей частицы. Расчет проводился с использованием аналитичности в плоскости $\cos\theta$.

Совершенствование действующих и разработка новых физических приборов и установок

◇ Для проведения исследований упругого и неупругого p - He -рассеяния на малые углы в интервале энергий 8-500 ГэВ с помощью струйной гелиевой мишени на ускорителе в Батавии продолжались работы по изготовлению комплекса оборудования: магнитной фокусирующей системы для ядер отдачи, каретки с детекторами, пропорциональной камеры

низкого давления. На ускорителе в Батавии ведется подготовка и наладка комплекса аппаратуры, включая изготовленную в ОИЯИ гелиевую струйную мишень.

◇ Начался набор статистики на установке "Альфа", облучаемой пучком α -частиц с импульсом 16,6 ГэВ/с на синхрофазотроне. На физический эксперимент начала работать /на линии с ЭВМ/ первая очередь аппаратного комплекса "Альфа", включающая 1000-канальную систему регистрации с наносекундной логикой выделения событий рассеяния на малые углы и несколько пропорциональных камер с размерами 0,15 x 0,15; 0,35 x 0,20 и 0,9 x 0,3 м². Зарегистрировано 1,15 млн. рабочих запусков установки от взаимодействий α -частиц с твердыми мишенями из С, СН₂, Al, Cu, Sn, Pb. Углы рассеяния измерялись с точностью 3-30 мрад, импульсы вторичных частиц - с точностью ~ 0,3%.

◇ Для стримерной камеры СКМ-200 разработана аппаратура системы контроля за временем памяти камеры, разработана и налажена новая высоковольтная колонка для генератора импульсного напряжения с улучшенной стабильностью, проведено исследование состава и структуры выведенного пучка α -частиц.

◇ На установке, включающей двухметровую жидководородную камеру "Людмила", осуществлен комплекс мероприятий по повышению эффективности работы камеры и обслуживающих ее систем. С помощью автоматических систем достигнута стабилизация режима температуры в камере с точностью 0,015° и давления - с точностью ~ 0,03 кГ/см².

Закончено изготовление механических узлов и электронных блоков, обеспечивающих два расширения камеры за один цикл работы ускорителя. В таком режиме получено 4000 фотографий. Проводится обработка этого режима.

Создана и проходит отладку система прецизионных измерений топографии магнитного поля в камере, обеспечивающая измерение z-компоненты вектора магнитной индукции с точностью $\pm 0,1\%$ в рабочих условиях.

Создан и применен в камере прибор, позволяющий с помощью ультразвука определять уровень жидкого водорода.

За 1975 г. с помощью камеры "Людмила" получено 170 тыс. фотографий в пучке антипротонов с импульсом 22,4 ГэВ/с.

Работа проводилась сотрудниками ОИЯИ совместно с рядом заводов и производственных объединений Советского Союза и ЧССР.

◇ В области создания пропорциональных и дрейфовых камер:

а/ Изготовлена и прошла испытания большая дрейфовая камера размером 1,5 x 1 м².

б/ Проведены исследования характеристик системы из четырех дрейфовых камер с размерами 20 x 20 см² на линии с ЭВМ НР2116В. Достигнута эффективность камер 99% и пространственное разрешение 0,16 мм.

в/ Для проведения многосторонних испытаний на стенде проволочных камер ЭВМ ЕС-1010 соединена с электронной регистрирующей аппаратурой.

г/ Разработана специализированная пропорциональная камера низкого давления и проведены ее испытания.

◇ В области разработок по вычислительной технике и автоматизации измерений сделано следующее.

а/ Завершены разработки и изготовление устройств сопряжения в системе КАМАК с ЭВМ. Для ЭВМ БЭСМ-4 разработан драйвер ветви, позволяющий использовать большие системы /до 14 крейтов/ на линии с БЭСМ-4. Созданы интерфейсная карта и универсальный блок сопряжения с ЭВМ ЕС-1010. Это позволило осуществить первый этап управления мед-

ленным выводом пучка из ускорителя с помощью ЕС-1010 и вывести информацию об орбите пучка на дисплей. На установках БИС, ДИСК, "Фотон", "Альфа" с помощью малых ЭВМ проведена дальнейшая автоматизация измерений и обработки данных. Создана автоматическая система, состоящая из установки АДМАП и ЭВМ ТРА-70 и служащая для автоматизации производства оригиналов печатных плат.

Для автоматической проверки модулей КАМАК с помощью ЭВМ ТРА-70 и дисплея ГД-71 создан контроллер для ТРА-70 и стенд. Создана химлаборатория по изготовлению печатных плат для АДМАП.

б/ Продолжались работы по дальнейшему оснащению физических установок устройствами быстрой электроники.

Для многоканальных электронных установок разработаны 8-канальный формирователь, набор смесителей и разветвителей логических каналов на интегральных схемах, тракт регистрации величины ионизации в пропорциональных камерах и др. Отлажено и передано в эксплуатацию свыше 100 электронных блоков в стандарте КАМАК.

На основе специализированной интегральной схемы "усилитель-формирователь" разработан канал регистрации координат для многопроволочных пропорциональных камер. Для установки "Альфа" создана 1500-канальная система регистрации сигналов от пропорциональных камер.

Разработан набор электронных блоков для регистрации сигналов с дрейфовых камер, в том числе для обеспечения эксперимента по измерению формфактора каона в совместном эксперименте ОИЯИ-ФНАЛ на ускорителе в Батавии.

◇ В области создания и совершенствования приборов и устройств криогенной техники проведены следующие работы:

а/ В процессе изготовления неметаллических газовых и жидкостных криогенных мишеней определены коэффициенты проницаемости полимерных материалов для ряда газов, исследован на стенде режим работы жидководородной мишени, предназначенной для использования в сильных электрических и магнитных полях.

б/ Закончен цикл экспериментов по исследованию образцов сверхпроводящих сплавов с дефектами различного типа в условиях низких температур /от 2 К до 9 К/ и сильных магнитных полей /от 0 до 10 Т/.

в/ Закончены исследования многоцелевого гелиевого рефрижератора, предназначенного для криостатирования крупных сверхпроводящих устройств. Установка может быть использована в режимах:

- термостатирования жидким гелием при температуре 4,5 К с холодопроизводительностью 240 Вт при расходе сжатого гелия 1200 $\text{нм}^3/\text{ч}$ и жидкого азота 50 л/ч;

- ожижения гелия с производительностью 60 л/ч жидкого гелия при расходе сжатого газа 1000 $\text{нм}^3/\text{ч}$ и жидкого азота 65 л/ч.

Предусмотрен комбинированный режим - термостатирование с одновременным ожижением.

Проведено теоретическое исследование гелиевых каскадных ожижительно-рефрижераторных циклов с параллельным и последовательным включением детандеров.

г/ Проведены исследования соленоида на 80 кЭ, показавшие однородность магнитного поля на уровне 10^{-5} на участке 20 мм.

Выполнен эскизный проект соленоида с запасенной энергией 1 МДж.

Исследованы автоматы гашения поля при эвакуации энергии из соленоида

СПС-350. С помощью сверхпроводящего выключателя /СВ/ достигнуто рекордно малое время переключения большого тока в цепь поглотителя энергии. Закончена теория инженерного расчета многожильных СВ.

Обнаружено, что наибольшее напряжение пробоя по поверхности изолятора в жидком гелии достигается при отсутствии нормальной к этой поверхности составляющей электрического поля.

Исследования свойств ситаллов показали возможность их применения в сильноточных высоковольтных тоководах.

Совершенствование синхрофазотрона, создание каналов частиц

◇ Завершена комплексная модернизация синхрофазотрона. Проведено большое количество инженерных работ по совершенствованию параметров ускорителя.

◇ С помощью линейного ускорителя ЛУ-20, системы модуляции энергии вводимых частиц, коррекции магнитного поля в динамическом режиме интенсивность ускоренного пучка протонов возросла до $1,5 \times 10^{12}$ р/цикл.

Освоено ускорение ядер тяжелее водорода и получены интенсивные пучки ядер дейтерия интенсивностью до $2,5 \times 10^{11}$ д/цикл и альфа-частиц - интенсивностью до 1×10^9 а/цикл. На линейном ускорителе ЛУ-20 достигнут эксплуатационный режим ускорения дейтронов и альфа-частиц с быстрым переходом от ускорения одних частиц к ускорению других.

◇ На ионном источнике КРИОН достигнута плотность тока 300 А/см^2 .

В теплом режиме получен ток дейтерия, равный 1 мА. Измерены сечения ионизации электронным ударом положительных ионов аргона от $^{+4} \text{ Ar}$ до $^{+12} \text{ Ar}$ при энергии электронов $2500 \pm 150 \text{ эВ}$. Они равны /в единицах 10^{-18} см^2 /: $\sigma_4 = 4,6$; $\sigma_5 = 3,5$; $\sigma_6 = 2,3$; $\sigma_7 = 1,4$; $\sigma_8 = 0,88$; $\sigma_9 = 0,65$; $\sigma_{10} = 0,45$; $\sigma_{11} = 0,30$; $\sigma_{12} = 0,20$ /с ошибками $\pm 15\%$ /. Получено согласие с расчетом парциальных сечений ионизации по формуле Бете.

На линейном ускорителе ЛУ-20 с помощью лазерного ионного источника ускорены ионы углерода до энергии 60 МэВ .

Разработан криогенный источник поляризованных атомов водорода и дейтерия. Начались пробные пуски.

◇ Осуществлен высокоэффективный быстрый вывод протонов и легких ядер для облучения физических установок. Созданы несколько каналов транспортировки частиц. Для строящегося экспериментального павильона составлен проект каналов первичных и вторичных частиц.

Эксплуатация синхрофазотрона

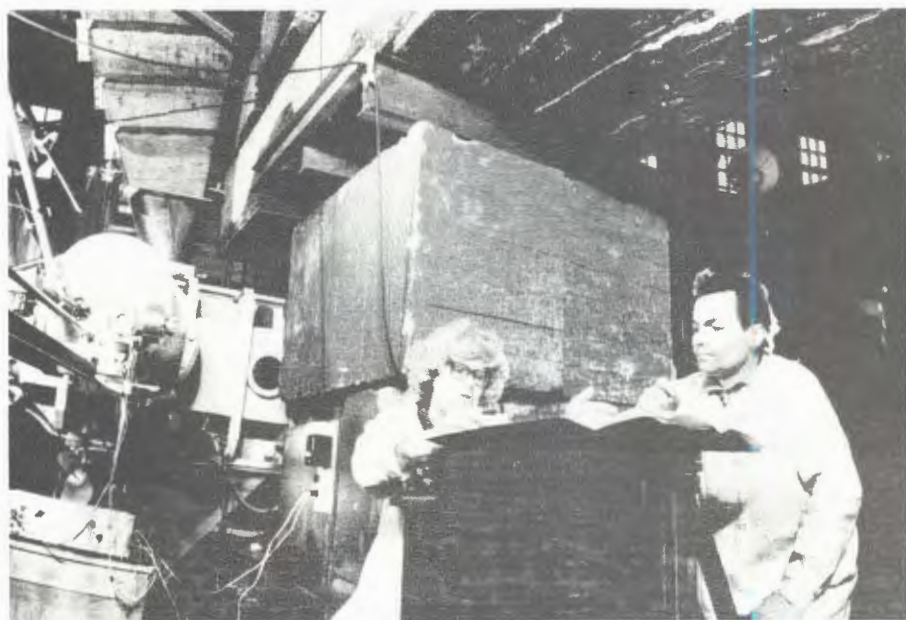
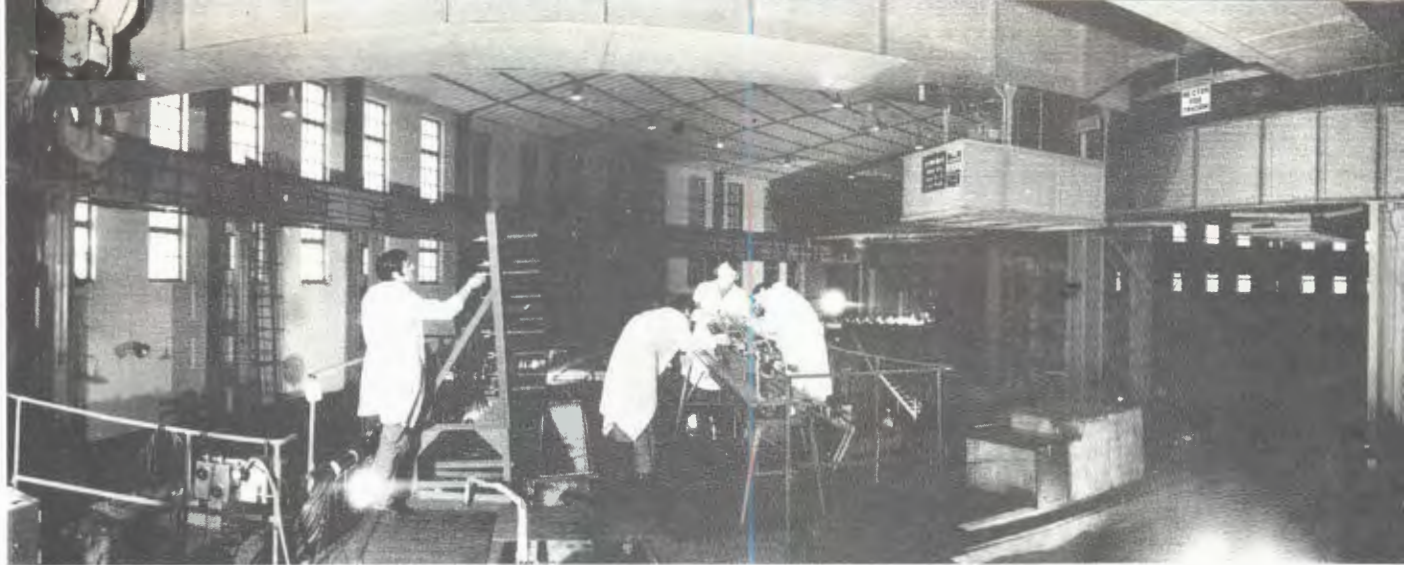
Запланированное время работы ускорителя - 5114 ч.

Ускоритель работал:

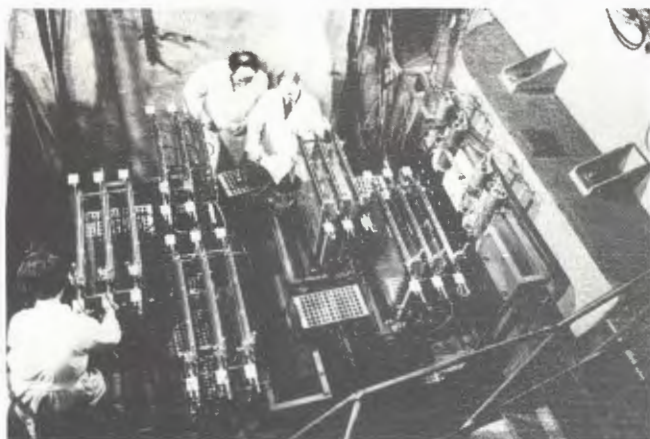
а/ на экспериментальные исследования по физике элементарных частиц и релятивистской ядерной физике - 3108 ч со средней интенсивностью $2,1 \times 10^{11}$ ускоренных протонов, $4,5 \times 10^{10}$ ускоренных дейтронов и 6×10^8 ускоренных альфа-частиц за цикл ускорения;

б/ на совершенствование систем ускорителя - 1506 ч.

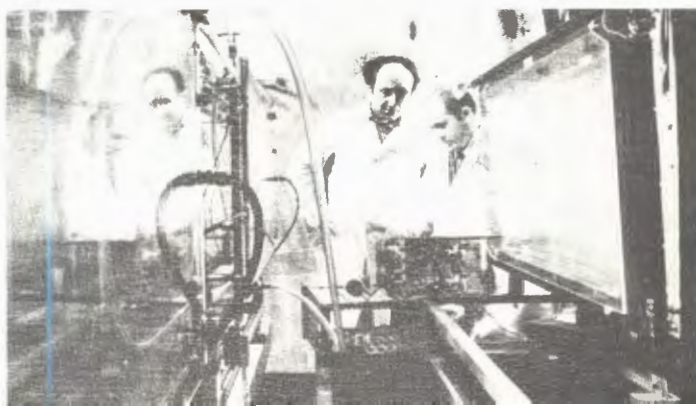




На пучках релятивистских протонов и альфа-частиц синхрофазотрона исследуется упругое рассеяние и фрагментация ядер. Ведутся поиски ударных волн в ядерной материи и легких изотопов с аномальной плотностью вещества. Работы осуществляются в соответствии с согласованной программой экспериментов ОИЯИ и Национальной ускорительной лаборатории им. Ферми. В них принимают участие ученые Болгарии, Польши, СССР.

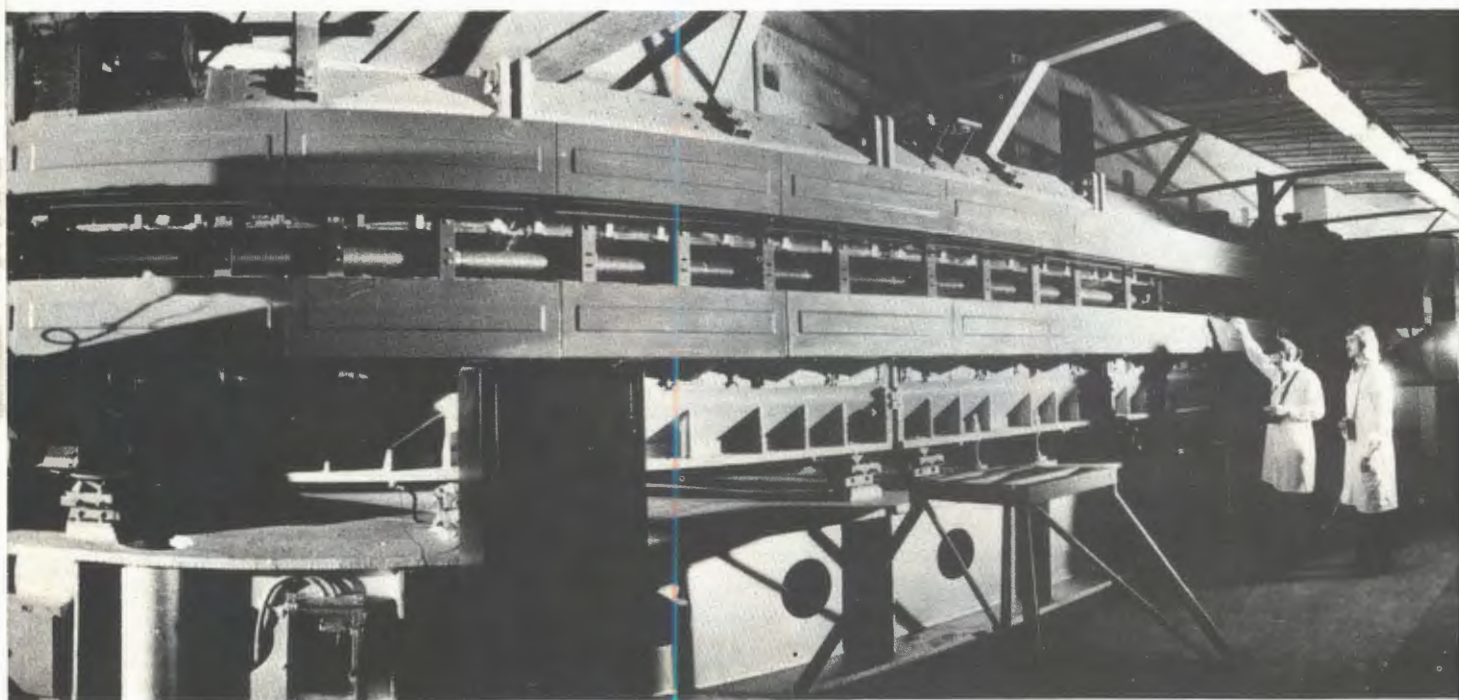


Подготовка бесфильмового искрового спектрометра ОИЯИ, действующего на ускорителе ИФВЭ, к очередному сеансу по набору статистики в экспериментах по поиску "очарованных" частиц. На фотографии показаны пять блоков из пятнадцати двухкоординатных искровых камер, расположенных непосредственно за спектрометрическим магнитом.





Директор Института физики высоких энергий профессор Л.Д.Соловьев обсуждает с участниками экспериментов на установке БИС ОИЯИ ход и предварительные результаты экспериментов. Слева направо: И.А.Савин, Т.С.Григалашвили, Д.Вестергомби, Л.Д.Соловьев, М.Ф.Лихачев.

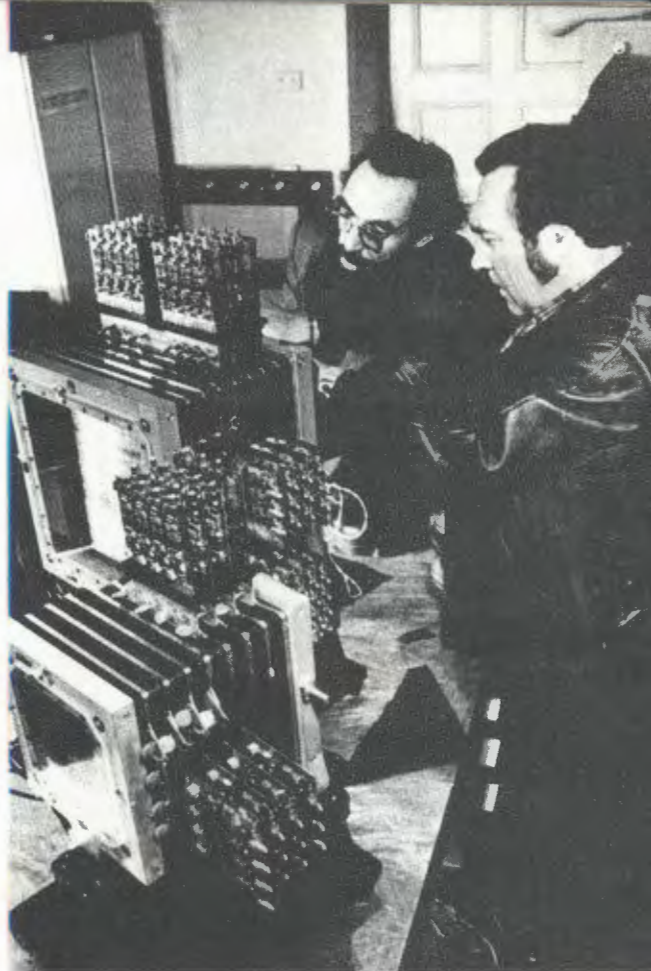
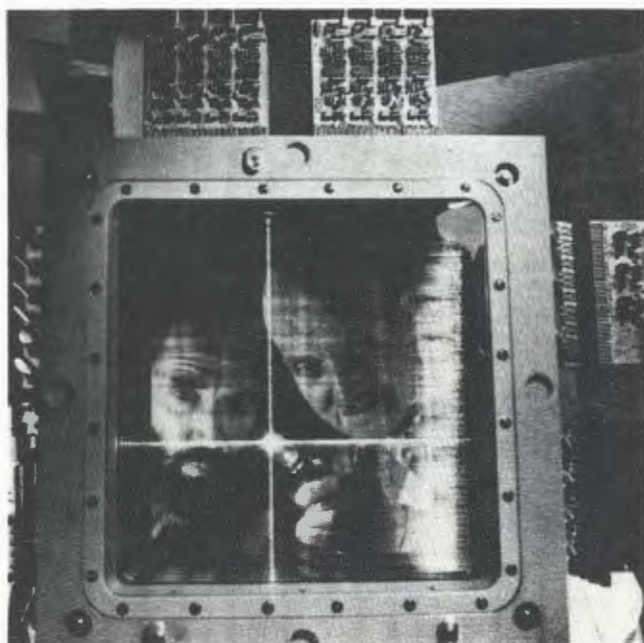


Участок кольца ускорителя Института физики высоких энергий на энергию 76 ГэВ.

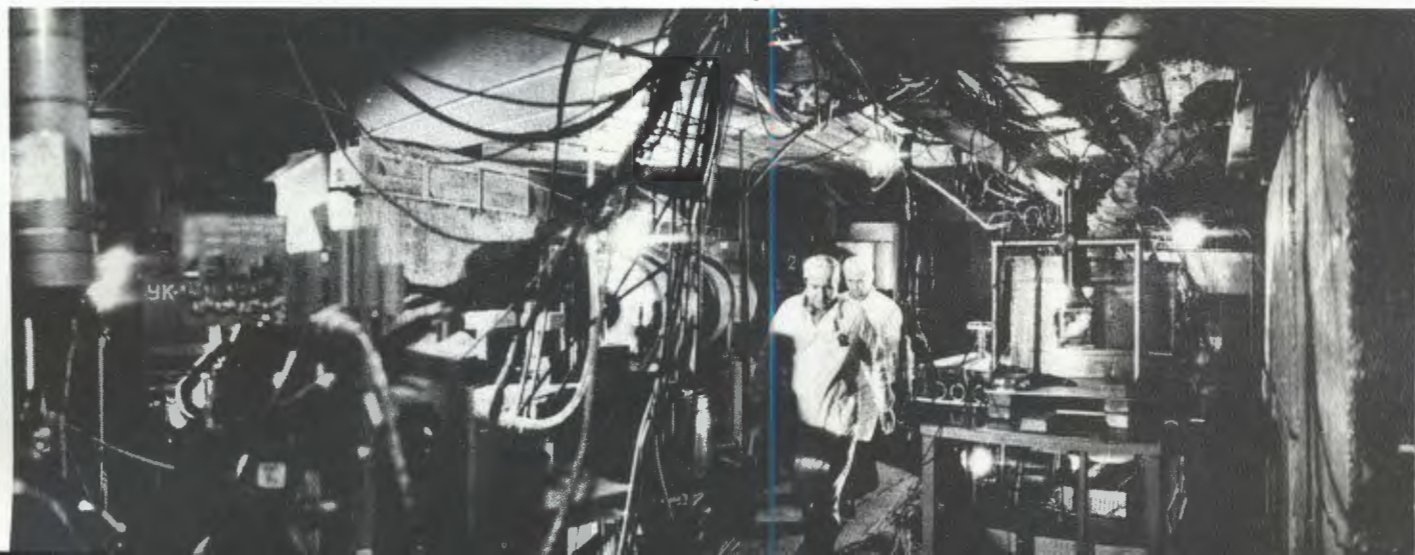
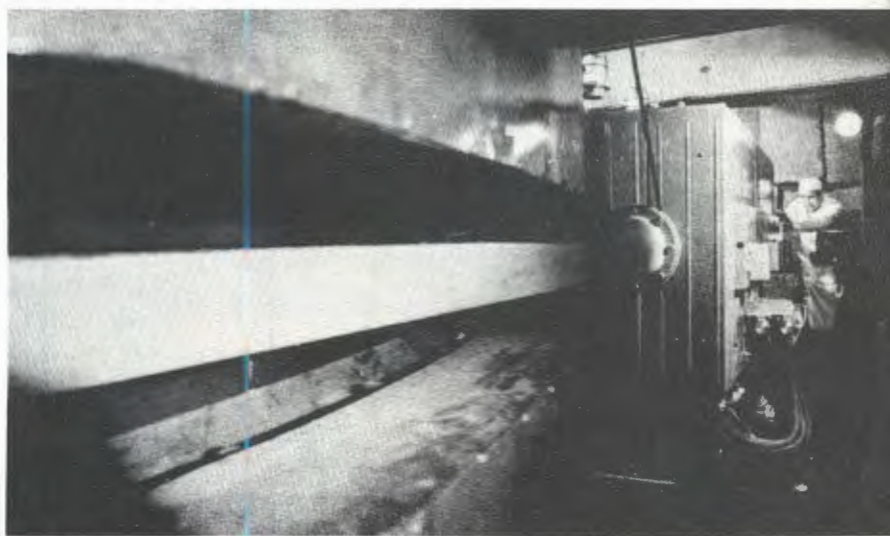
В пучке легких релятивистских ядер /дейтерия и альфа-частиц/ на синхрофазотроне проведено облучение двухметровой пропановой камеры. С помощью полученных материалов во многих лабораториях стран-участниц ОИЯИ ведется изучение множественного образования частиц.

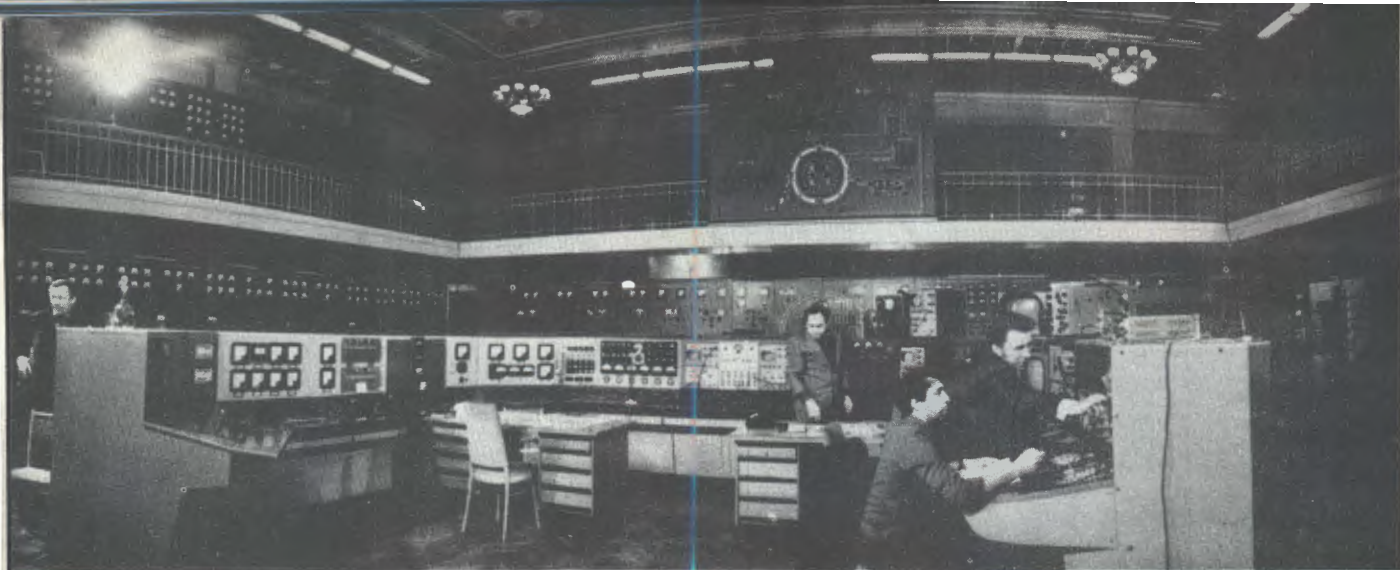


Наладка аппаратуры дрейфовых камер, изготовленной специалистами Лаборатории высоких энергий для проведения эксперимента по определению электромагнитного радиуса каона в Национальной ускорительной лаборатории /Батавия, США/.



Основные исследования по релятивистской ядерной физике в Лаборатории высоких энергий проводятся на пучке ядер, выведенном из синхрофазотрона. На снимках: а/ Идет подготовка канала медленного вывода для очередного эксперимента. б/Измерительная аппаратура в районе выведенного пучка дейтронов и альфа-частиц.





На синхрофазотроне отработаны режимы вывода пучка релятивистских ядер для облучения пузырьковых камер. На снимке: главный зал управления ускорителем. Идет наладка режима короткого вывода пучка для пропановой камеры.

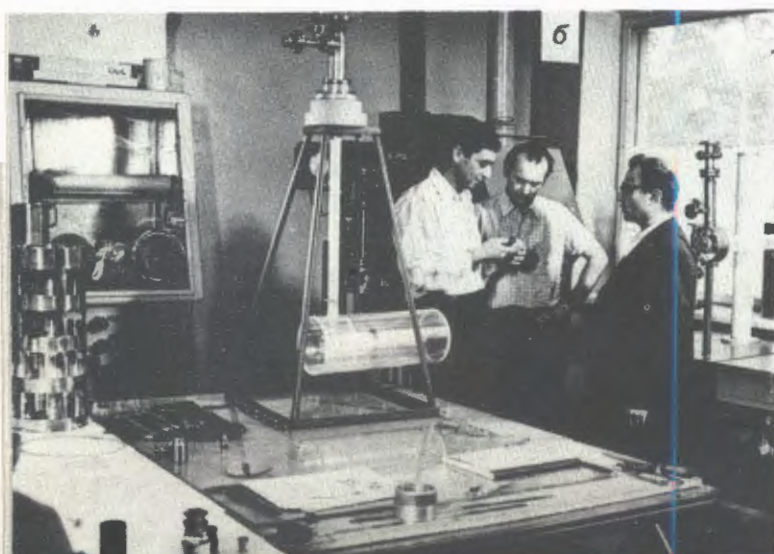
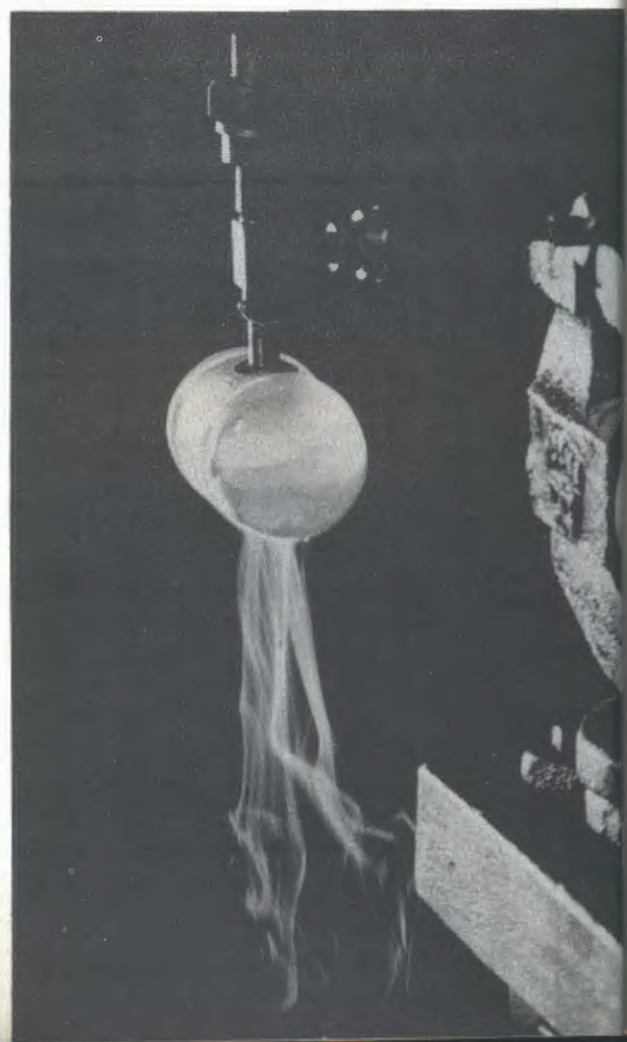


Разработан и испытан блок криогенных мишеней для физического эксперимента по кумулятивному мезообразованию. Мишени отличаются очень малым количеством вещества стенок. Они наполняются водородом, дейтерием, гелием.

в/ Внутренний сосуд мишени во время испытаний на прочность при температуре жидкого азота.

а/ Сбор блока криогенных мишеней.

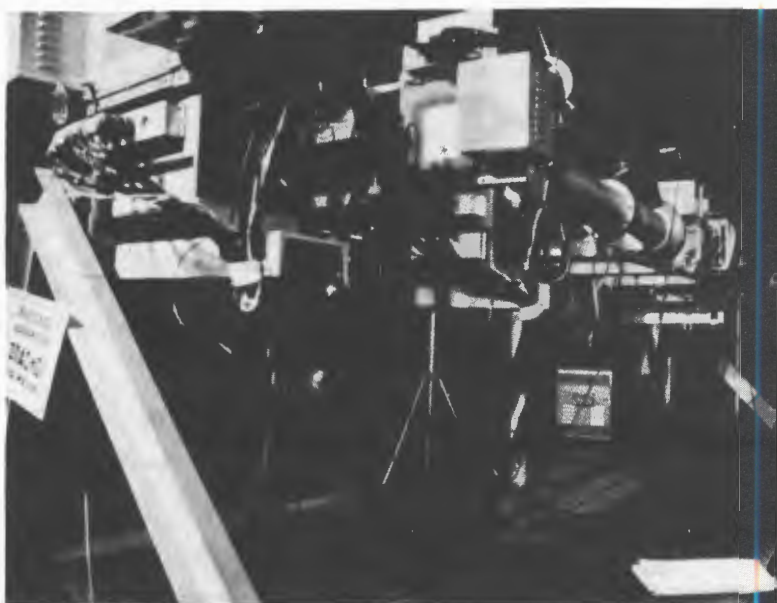
б/ Обсуждение результатов испытания мишени.



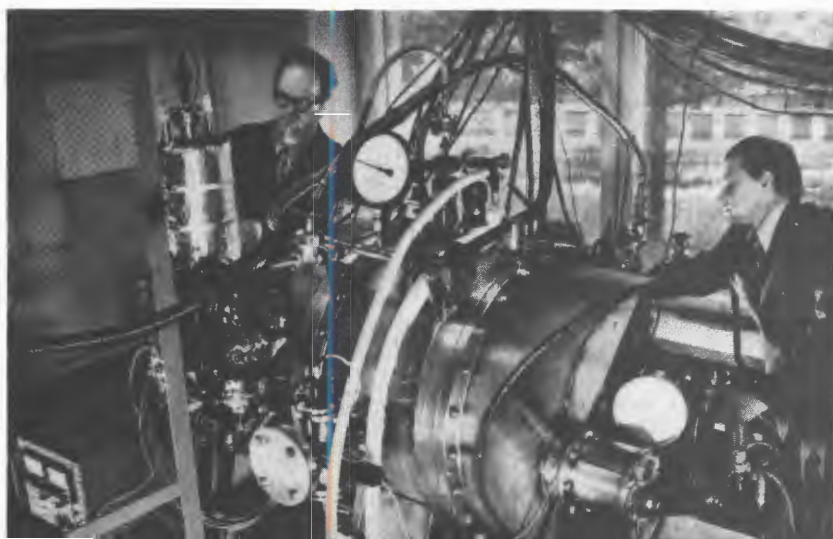
В связи с разработкой проекта ускорителя релятивистских ядер - нуклотрона создаются импульсные сверхпроводящие магниты, а также системы криогенного и электротехнического их обеспечения. В работах участвуют организации стран-членов ОИЯИ. На снимке - подготовка к испытаниям на стенде импульсного сверхпроводящего дипольного магнита.



На 90-канальном черенковском масс-спектрометре ОИЯИ, представляющем сложную систему проволочных искровых и пропорциональных камер, сцинтилляционных счетчиков и детекторов электромагнитного излучения, работающих на линии с ЭВМ, проведены работы по физической наладке. Отладка установки произведена на пучке отрицательных пионов синхрофазотрона ЛВЭ.



Начаты работы по созданию источника "Криполь" для получения поляризованного пучка дейтронов на синхрофазотроне.



Лаборатория ядерных проблем

В 1975 году научно-исследовательская деятельность лаборатории велась по следующим основным направлениям:

- исследования по актуальным вопросам физики элементарных частиц и атомного ядра;

- разработки, связанные с реконструкцией действующего синхроциклотрона в сильноточный фазотрон;

- развитие методов исследований, включая создание крупных установок, для проведения экспериментов на ускорителе ИФВЭ и сильноточном фазотроне.

Основной ускорительной базой лаборатории по-прежнему являлся синхроциклотрон ОИЯИ. Крупные эксперименты были проведены также на синхрофазотроне ОИЯИ и протонном синхротроне ИФВЭ.

Исследования велись на основе широкого международного сотрудничества с научно-исследовательскими институтами стран-участниц ОИЯИ.

Научно-исследовательские работы

Проверка законов сохранения,
изучение симметрий взаимодействия
и структуры
элементарных частиц

◇ Завершены работы по поиску распадов $\mu^+ \rightarrow e^+ e^+ e^-$ и $\pi^+ \rightarrow e^+ \nu_e e^+ e^-$. Эксперименты проводились с помощью многозарядного цилиндрического искрового спектрометра, помещенного в магнитное поле и управляемого годоскопической системой сцинтилляционных счетчиков. Установлены верхние границы вероятностей распадов: $W_{\mu \rightarrow 3e} / W_{\mu \rightarrow e \nu} < 1,9 \cdot 10^{-9}$, $W_{\pi \rightarrow 3e \nu} / W_{\pi \rightarrow \mu \nu} < 5 \cdot 10^{-9}$.

Впервые в мире исследования распадов π^- и μ^- -мезонов проводились на уровне вероятностей порядка 10^{-9} , что оказалось возможным благодаря развитой в ОИЯИ оригинальной методике цилиндрических спектрометров с большой светосилой.

Опыты по поиску распада $\mu \rightarrow 3e$ имеют фундаментальное значение в связи с проверкой справедливости закона сохранения мюонного лептонного заряда и предпринимались многими группами экспериментаторов. В эксперименте, выполненном в ОИЯИ, граница вероятности распада снижена в 70 раз, что позволяет с рекордной точностью оценить константы взаимодействий, не сохраняющих мюонный заряд. Например, если такое взаимодействие связано с нейтральными токами, то для характеризующей его константы F_n можно получить чрезвычайно жесткое ограничение: $F_n/G < 4,4 \cdot 10^{-5}$, где G - константа слабого взаимодействия.

Поиски распада $\pi^+ \rightarrow e^+ \nu_e e^+ e^-$ проводились впервые, и полученные экспериментальные данные являются в настоящее время уникальными. Интерес к этому распаду связан, в частности, с так называемым шестифермионным взаимодействием, рассматривавшемся в работах ряда теоретиков. Результаты проведенных поисков распада $\pi^+ \rightarrow e^+ \nu_e e^+ e^-$ позволяют исключить существование шестифермионного взаимодействия с точно-

стью, лучшей, чем достигнутая в нейтринных опытах Брукхейвена и ЦЕРНа.

◇ Проведена проверка T -инвариантности в NN -соударениях. В упругом pp -рассеянии при энергии 635 МэВ измерена угловая зависимость поляризации $P(\theta)$. Сравнение результатов измерений с данными о параметре асимметрии a , полученными ранее в ОИЯИ, позволило провести наиболее чувствительную проверку T -инвариантности NN -взаимодействия. Найденные по разности P - a значения T -неинвариантной фазы рассеяния λ_1 при 635 МэВ оказались равными $0,01 \pm 0,02$. Оценки показывают, что вклад T -неинвариантного члена в амплитуду упругого pp -рассеяния не превышает $0,01 \pm 0,02$.

◇ Завершено измерение сечений упругого ed -рассеяния в интервале квадратов переданных импульсов $0,49 \leq q^2 \leq 1,19 \text{ Фм}^{-2}$. Проведена обработка данных эксперимента, сделаны расчеты радиационных поправок. Получены следующие значения дифференциальных сечений /таблица 1/.

◇ Завершен эксперимент по поиску метастабильных частиц с временами жизни более 5 мс. Вся совокупность ранее проведенных в физике элементарных частиц опытов не исключала возможности существования таких частиц.

В эксперименте, выполненном сотрудниками ОИЯИ на ускорителе ИФВЭ, была

Таблица 1

$q^2, \text{Фм}^{-2}$	0,49	0,575	0,755	0,855	1,08	1,19
$\frac{d\sigma}{d\Omega} \frac{10^{-30} \text{ см}^2}{\text{ср}}$	$40,3 \pm 2,5$	$32,5 \pm 1,6$	$15,0 \pm 0,2$	$11,1 \pm 0,2$	$6,47 \pm 0,7$	$4,84 \pm 0,07$

исследована область времен жизни от 5 мс до 1 сут. Метод поиска долгоживущих частиц заключался в регистрации запаздывающего излучения от свинцовой мишени, облученной протонами с энергией 45-70 ГэВ.

Запаздывающее излучение с энергией, превосходящей энергию обычных радиоактивных распадов, могло наблюдаться при распаде гипотетических долгоживущих частиц, родившихся и "застрявших" внутри осколка ядра-мишени. Эксперимент проводился на линии с ЭВМ БЭСМ-3М.

В результате проведенных измерений запаздывающее высокоэнергетическое излучение не обнаружено. Значение верхнего предела сечения образования в свинцовой мишени квазирadioактивного ядра, распадающегося с испусканием частиц высокой энергии, составляет 10^{-35} - 10^{-34} см²/ядро Рв. Верхний предел сечения рождения долгоживущих частиц в NN-столкновениях может быть получен после учета предполагаемой вероятности застревания новой частицы в ядре и составляет 10^{-34} - 10^{-33} см².

◆ *Новые результаты получены при исследовании процесса $\pi^- p \rightarrow e^+ e^- n$ на синхротроне. Определен пионный $F_\pi(k^2)$ и изовекторный дираковский формфактор нуклона $F_1^v(k^2)$ при пяти значениях времениподобного переданного 4-импульса k^2 /таблица 2/.*

Следует отметить, что измерения формфакторов именно в этой области переданных импульсов, недоступной для измерений на встречных пучках, дают наиболее весомый вклад в определение среднеквадратичного радиуса пиона и нуклона.

Величина радиуса, определенного по данным, полученным в ОИЯИ в 1975 году, составляет: $\langle (r_\pi^2) \rangle^{1/2} = \langle r_{F_1^v}^2 \rangle^{1/2} = 0,67 \pm 0,09$ Фм.

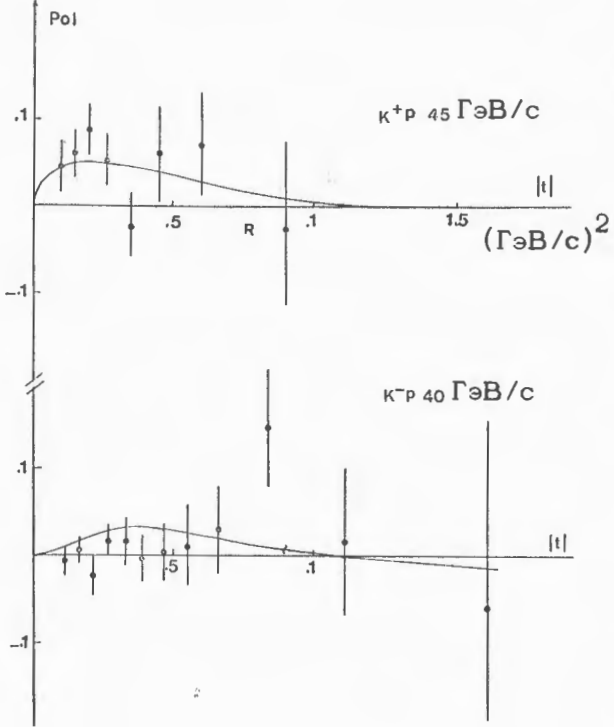
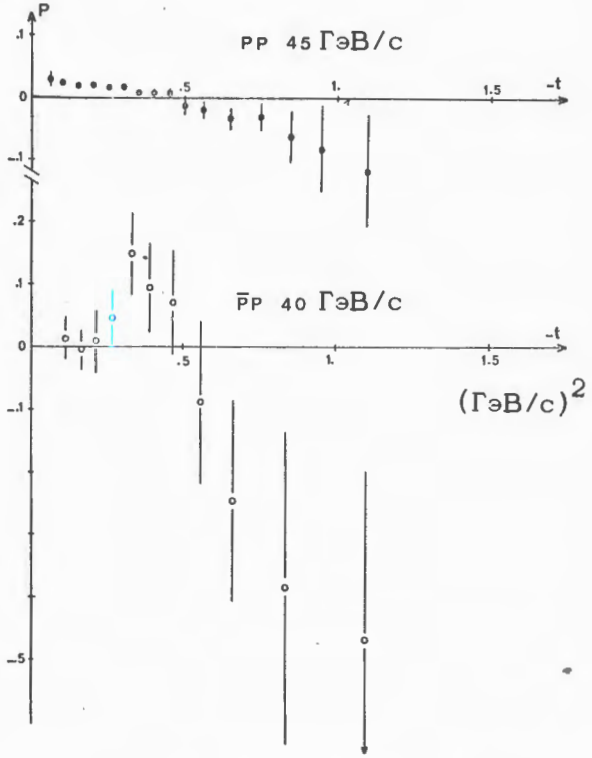
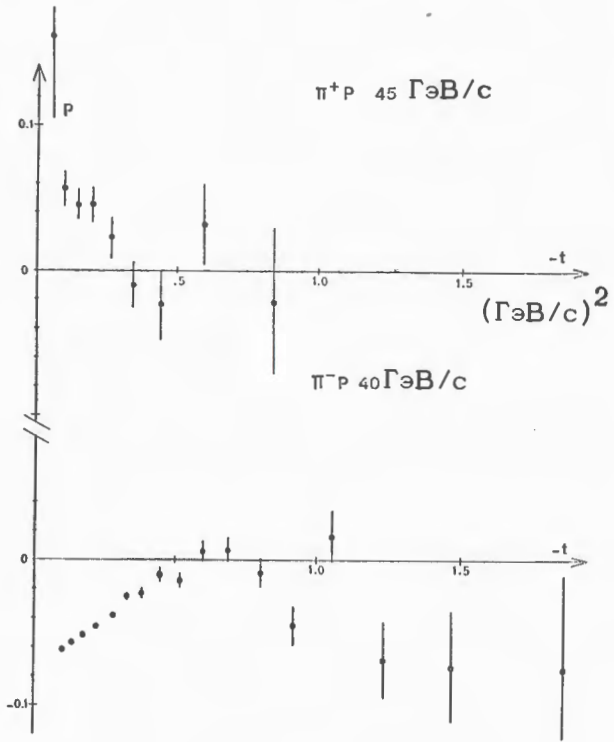
◆ *Предложен оригинальный метод обнаружения элементарных частиц, принадлежащих к семейству с новым квантовым числом "шарм", по наблюдению в фотоземльсии аномальных ядерных фрагментов. Проведено облучение эмульсионных камер протонами с энергией 70 и 250 ГэВ на ускорителях в Серпухове и Батавии, полученные данные обрабатываются.*

Взаимодействие пионов, каонов и нуклонов с нуклонами и ядрами

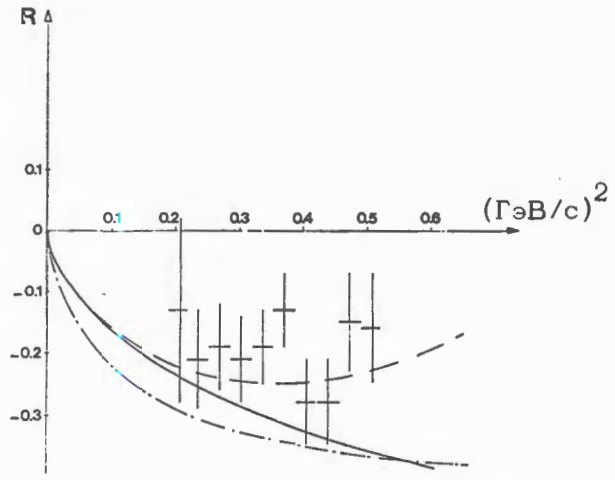
◆ *Закончена обработка данных, полученных объединенной группой ученых ИФВЭ, Сакле, ОИЯИ, ИТЭФ в эксперименте на пучке положительно заряженных частиц с импульсом 45 ГэВ/с. Определены поляризации в упругом pp^- , $\pi^+ p^-$ и $K^+ p^-$ рассеянии. Измерен параметр поворота спина R в упругом pp^- рассеянии. Эти*

Таблица 2

$k^2, \text{Фм}^{-2}$	1,48	1,88	2,26	2,65	3,05
$F_\pi(k^2) = F_1^v(k^2)$	$0,95 \pm 0,14$	$1,11 \pm 0,10$	$1,18 \pm 0,08$	$1,24 \pm 0,08$	$1,34 \pm 0,07$



19,20,21. Зависимость поляризации P в $\pi^\pm p$ -, $K^\pm p$ -, pp - и $\bar{p}p$ -рассеянии от переданного импульса.



22. Зависимость параметра поворота спина R в $\pi^- p$ -рассеянии от переданного импульса.

результаты совместно с данными, полученными на пучке отрицательных частиц ранее в этом же эксперименте, показаны на рис. 19, 20, 21, 22.

Сопоставление новых данных с известными ранее позволяет сделать следующие заключения:

1. Энергетическая зависимость поляризации в упругом π^-p -рассеянии в интервале энергий 10-40 ГэВ хорошо описывается зависимостью

$$P(s, t) = A(t) s^{a_{\text{eff}}(t)}.$$

При этом a_{eff} оказывается равной разности траекторий ρ -реджиона и померона:

$$a_{\text{eff}}(t) = a_{\rho}(t) - a_p(t).$$

Последнее обстоятельство свидетельствует о том, что вклад в поляризацию дает только интерференция ρ и померонной амплитуд. Заметный вклад ветвлений в исследованном интервале $20 \leq s \leq 80 \text{ ГэВ}^2$ и $0,2 \leq t \leq 40 \text{ /ГэВ/с/}^2$ отсутствует.

2. Характер энергетической зависимости поляризации в K^+p упругом рассеянии также можно описать ρ -померонной интерференцией.

3. Поляризация в упругом pp - и $\bar{p}p$ -рассеянии убывает быстрее, чем предсказывает полюсная модель Редже с обменом помероном и ρ -мезоном.

4. Средняя величина параметров P и R в π^-p -рассеянии дает возможность сделать следующие оценки:

$$\frac{\text{Re}(f_{+-})}{|f_{++}|} \approx (1-2)\%,$$

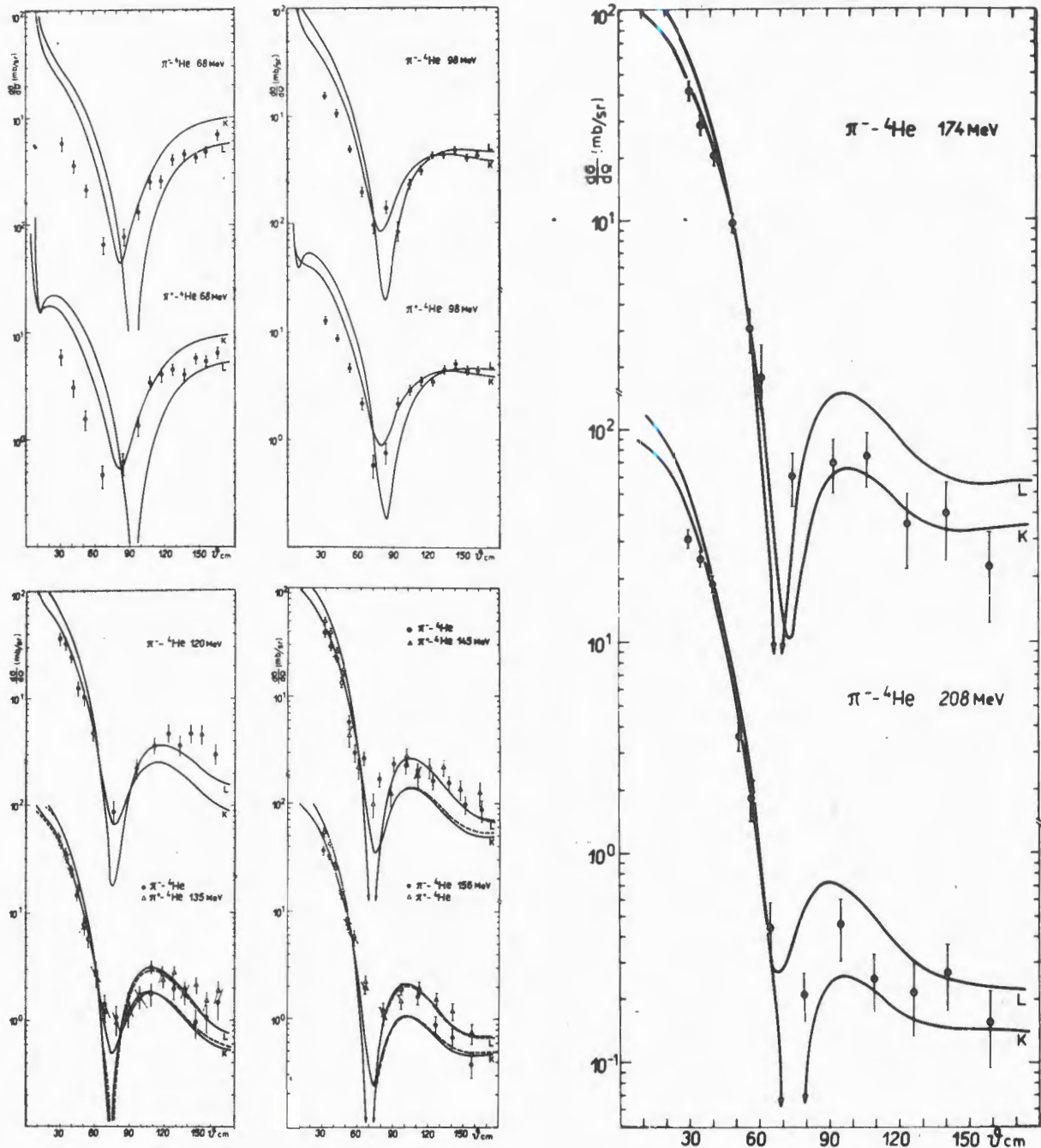
$$\frac{\text{Im}(f_{+-})}{|f_{++}|} \approx (12 \pm 3)\%$$

для интервала $0,1 < t < 0,5 \text{ /ГэВ/с/}^2$. Видно, что спиральность в s -канале π^-p -рассеяния не сохраняется. Масштаб не-

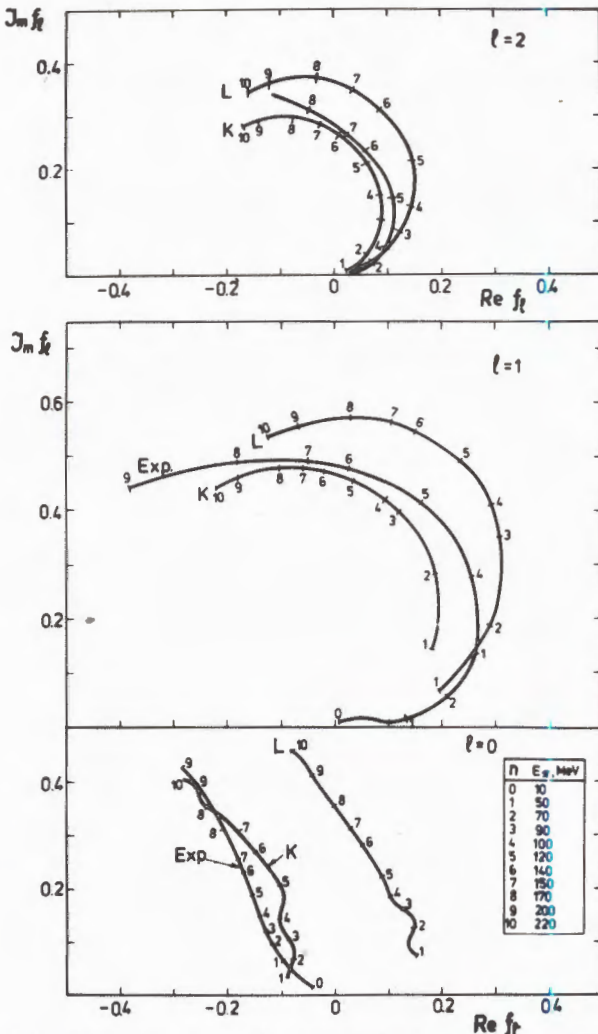
сохранения $|\frac{f_{+-}}{f_{++}}| \sim (12 \pm 3)\%$.

◇ Проведен комплекс исследований упругого рассеяния положительно и отрицательно заряженных пионов на ядрах гелия-4 в области первого барионного резонанса. Опыты выполнялись на гелиевой струйной камере высокого давления. Измерения дифференциальных сечений упругого рассеяния велись при шести значениях энергии в диапазоне углов от 0 до 180° . Интегрирование соответствующих кривых позволило найти значение полных сечений упругого рассеяния. Полученные угловые распределения были сопоставлены с рассчитанными по оптической модели, причем потенциалы брались двух типов: потенциал Кисслингера и потенциал Лапласа /рис. 23, 24, 25/. Теория в общем правильно описывает экспериментальные данные, хотя для достижения полного количественного согласия, по-видимому, необходимо ее уточнение. Был также проведен зависящий от энергии фазовый анализ экспериментальных данных. Из полученных диаграмм Аргана видно /рис. 26/, что в случае s -волны использование потенциала Кисслингера дает заметно более хорошее согласие с экспериментом.

◇ Впервые получены обширные данные по упругому рассеянию пионов на ядрах гелия-3 в диапазоне энергий 68-208 МэВ. Экспериментальные данные сопоставлялись с расчетами по оптической модели /рис. 27, 28, 29, 30/. Теория в основном правильно описывает результаты опыта. Однако для полных сечений экспериментальные значения оказываются значительно ниже теоретических оценок.



23, 24, 25. Дифференциальные сечения упругого рассеяния пионов на ядрах гелия-4 при различных энергиях. Кривая К соответствует расчету по оптической модели с потенциалом Кисслингера, кривая L - с потенциалом Лапласа.



26. Диаграммы Аргана для трех парциальных волн при $l=0,1,2$. Получены на основе зависящего от энергии фазового анализа рассеяния пионов на гелии-4. Кривые K и L получены путем расчетов по оптической модели с потенциалами Кисслингера и Лапласа соответственно.

Полученные экспериментальные данные использованы для определения константы взаимодействия $f^2(\pi^+ \text{He}^3 \text{He}^3 \text{H})$. На рис. 31 приведен результат их экстраполяции в полюс при $s = M^2$ /здесь M -

масса трития, а s - квадрат полной энергии системы пион-ядро ^3He /. Для величины константы взаимодействия было найдено:

$$f^2 = 0,101 \pm 0,018.$$

Это значение несколько ниже ранее выполненной в ОИЯИ теоретической оценки $f^2 = 0,16$.

◆ Новые результаты получены при исследовании взаимодействий π^- -мезонов с импульсом 5 ГэВ/с с протонами, нейтронами и ядрами ^{12}C . В работе анализировались фотографии с метровой пропанфреоновой камеры.

1. Получены сведения об угловой зависимости параметра наклона структурной функции протонов, вылетающих в заднюю полусферу в процессе $\pi^- + ^{12}\text{C} \rightarrow p + \dots$

2. В результате анализа ~8000 случаев множественного рождения пионов в π^-n -взаимодействиях /в ядре углерода/ и сопоставления этих данных с аналогичными результатами для процессов π^+p /5 ГэВ/, π^-n /40 ГэВ/, $p\bar{p}$ /22,4 ГэВ/, π^+p /10-400 ГэВ/ и $p\bar{p}$ /10-400 ГэВ/ установлено, что в этих процессах величины $n_i \sigma_i / \sigma_{\text{неупр}}$ в зависимости от $\langle n_{\pm} \rangle_{n_i}$ подобны.

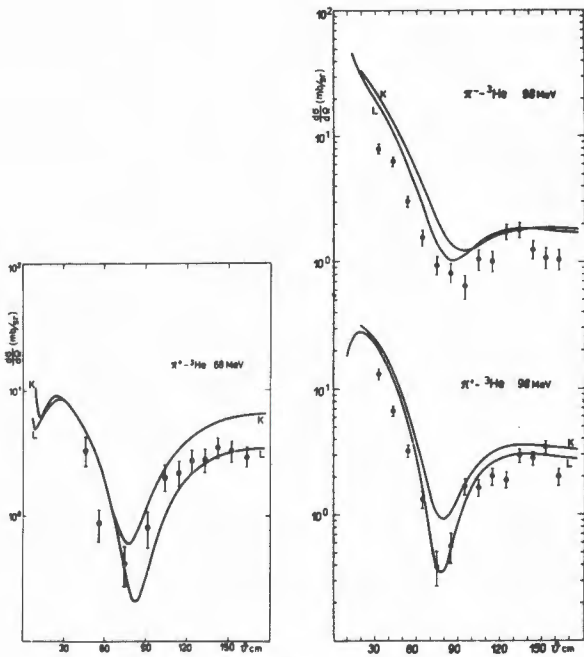
3. Исследовано рождение резонансов ρ , f , Δ в четырехчастичной реакции $\pi^-n \rightarrow \pi^- \pi^+ \pi^- n$ на нейтроне ядра углерода. Найдено, что наличие ядра увеличивает ширины резонансов и изменяет их относительные выходы по сравнению с величинами, полученными в экспериментах на свободных нуклонах.

4. Измерены сечения взаимодействия A_1^- , ρ -мезонов и Δ_{33} -изобары с нуклонами ядра ^{12}C :

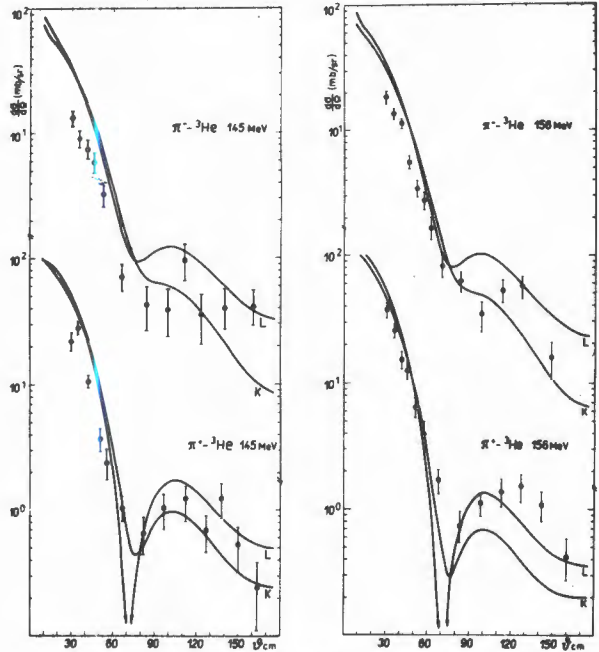
$$\sigma(\rho^0 N) = 24_{-10}^{+13} \text{ мб,}$$

$$\sigma(A_1^- N) = 48_{-10}^{+17} \text{ мб,}$$

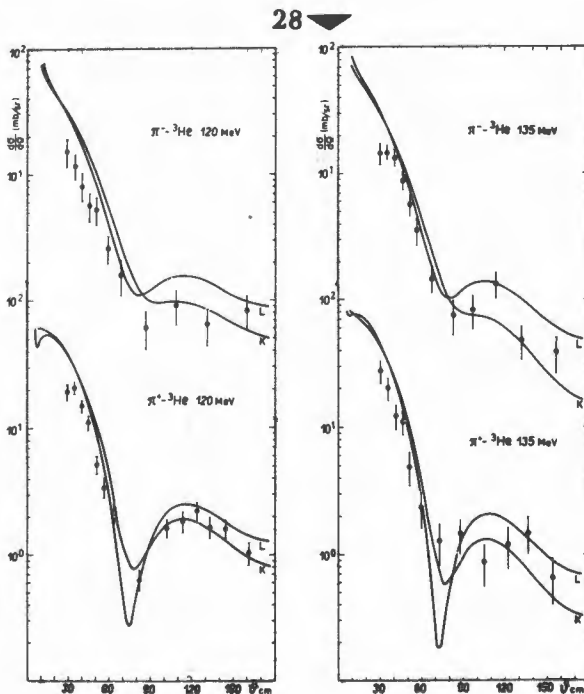
$$\sigma(\Delta^- N) = 75_{-18}^{+30} \text{ мб.}$$



27

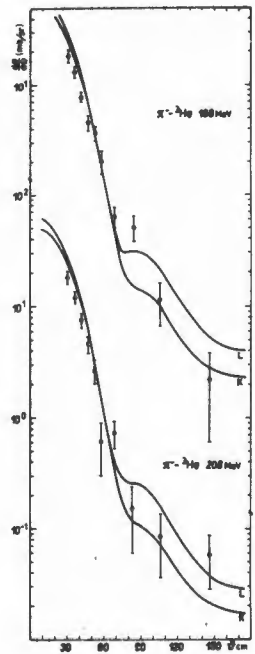


29

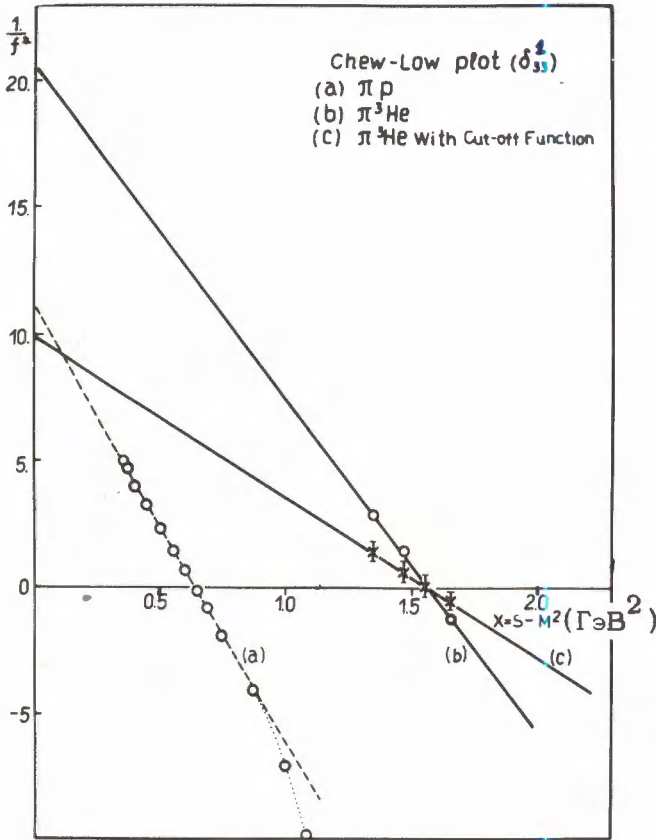


28

30



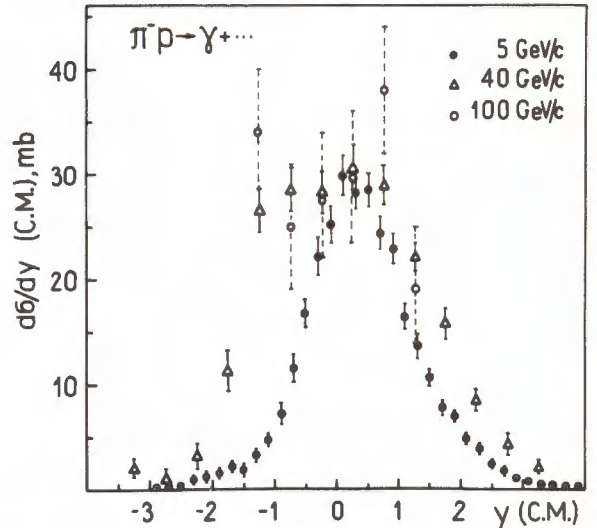
27, 28, 29, 30. То же, что и на рис. 23, 24, 25, но для рассеяния пионов на гелии-3.



31. Экстраполяция по теории Чу и Лоу фазы δ_{33}^1 , выраженной в терминах константы связи, в полюс.

В настоящее время сведения о процессах подобного типа крайне малочисленны. Экспериментальные данные свидетельствуют о том, что сечения взаимодействия резонансов с нуклонами близки по величине к сечениям обычных адрон-адронных взаимодействий.

5. Получены инклюзивные распределения γ -квантов, образующихся в $\pi^- p$ -взаимодействиях при 5 ГэВ/с . При сравнении этих результатов с данными экспериментов при больших энергиях установлено, что процесс образования γ -квантов в $\pi^- p$ -взаимодействиях обнару-



32. Дифференциальные сечения процесса $\pi^- p \rightarrow \gamma + \dots$ при импульсах 5, 40 и 100 ГэВ/с.

живает скейлинговое поведение уже при 5 ГэВ/с /рис. 32/.

6. Впервые определены сечения пяти реакций с образованием нескольких π^0 -мезонов в конечном состоянии. Установлено, что в четырехлучевых событиях средний выход π^0 -мезонов в одном взаимодействии равен $\langle n_{\pi^0} \rangle = 1,10 \pm 0,004$.

◇ На установке, состоящей из четырехканального годоскопа черенковских гамма-спектрометров, изучались реакции $\pi^- p \rightarrow \pi^0 \pi^0 p$ и $\pi^- p \rightarrow \pi^0 \eta p$. Измерены дифференциальные сечения реакций при энергии пионов 275 МэВ .

Ядерная структура
и механизм
ядерных реакций

◇ На пучке протонов от синхроциклотрона запущен многопараметрический двухплечевой магнитный спектрометр.

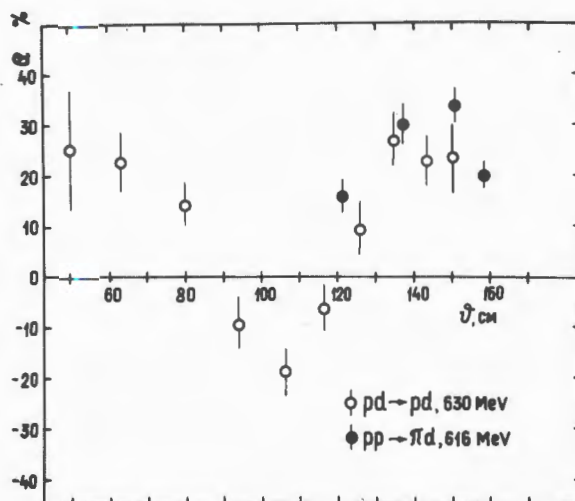
Разрешение спектрометра $\frac{\Delta P}{P} = 1,8\%$, интервал импульсов - 8%. Измерено квазиупругое рассеяние протонов с энергией 670 МэВ на дейтронных кластерах в ${}^6\text{Li}$ и ${}^7\text{Li}$ под углом 165° в системе центра масс с определением полной кинематики события. В реакции ${}^6\text{Li}(p, pd)$ ${}^4\text{He}$ альфа-частица в большинстве случаев образуется в основном состоянии. Для реакции ${}^7\text{Li}(p, pd)$ ${}^5\text{He}$ наиболее вероятны такие события, когда остаточное ядро образуется в возбужденном состоянии. Определена полуширина внутриядерного импульсного распределения дейтронных кластеров, которая для ${}^6\text{Li}$ составляет ~ 100 МэВ/с, а в случае ${}^7\text{Li}$ ~ 130 МэВ/с.

◇ Измерено дифференциальное сечение ранее не наблюдавшегося процесса прямого выбивания протонной пары из ядра углерода протонами с энергией 640 МэВ. Реакция $(p, 3p)$ наблюдалась в условиях квазиупругого рассеяния налетающих протонов назад и сопровождалась большой передачей импульса протонной паре $/\sim 7,5 \text{ Фм}^{-1}/$. Сечение реакции при этом равно

$$\frac{d\sigma}{d\Omega_1 d\Omega_2 d\Omega_3} = (8,46 \pm 2,1) \cdot 10^{-30} \text{ см}^2 \cdot \text{ср}^{-1}$$

Рассеяние протонов в таких условиях представляет интерес для понимания физической природы ассоциирования нуклонов в ядрах и механизма ядерных процессов, в которых налетающая частица когерентно взаимодействует с группой нуклонов ядра, сообщая ей импульс, значительно превышающий импульс Ферми.

◇ Завершен опыт по измерению асимметрии квазиупругого рассеяния поляризованных протонов с энергией 635 МэВ ядрами ${}^6\text{Li}$ и ${}^{12}\text{C}$. В опыте установлена



33. Угловая зависимость параметра асимметрии в процессах $pd \rightarrow pd$ и $pp \rightarrow \pi d$.

зависимость измеренной асимметрии квазиупругого рассеяния поляризованных протонов от проекции импульса остаточного ядра на направление пучка протонов. Полученный результат не описывается в рамках полюсного приближения.

◇ Измерена асимметрия упругого рассеяния поляризованных протонов ядрами дейтерия. Найдено, что поляризация дейтронов в p, d упругом рассеянии на углы, близкие к 180° , в пределах ошибок совпадает с поляризацией дейтронов в реакции $pp \rightarrow \pi d$ /рис. 33/. Согласно теоретической работе, выполненной в лаборатории, этот результат свидетельствует о том, что основной вклад в упругое рассеяние протонов с энергией, близкой к 600 МэВ, дейтронами дает диаграмма с обменом пионом.

◇ Продолжалось изучение обнаруженного в 1974 году в ОИЯИ нового физического явления - возбуждения высокоспиновых ядерных состояний в реакциях захвата отрицательных пионов ядрами. В 1975 году были проведены исследования в области тяжелых $Z \sim 82$ и средних $Z \sim 50$ ядер. Обнаружено более 50 высокоспи-

новых состояний со спинами от 9^+ до $37/2^-$, доказано, что в реакции (π^- , xn) образуются нейтронодефицитные изотопы, значительно удаленные от полосы β -стабильности.

Спектроскопия
нейтронодефицитных ядер.
Короткоживущие изотопы.

Радиохимия

◇ Продолжались исследования по программе ЯСНАПП /ядерная спектроскопия на пучке протонов с энергией 670 МэВ/.

1. Завершены исследования сложных схем распада изотопов тулий-161, тулий-166, изотопов с $A=139,140$, иттрия-83, рублидия-81 и др. ядер. Измерены позитронные спектры при распаде 10 ядер.

Успешно продолжались исследования возмущенных и невозмущенных корреляций гамма-излучения и измерения времени жизни возбужденных состояний ядер.

2. Продолжались исследования альфа- и бета-распада изотопов полония, астата и радона с помощью большого прецизионного альфа-спектрометра ОИЯИ и полупроводниковых спектрометров бета- и гамма-излучения. Завершены исследования схем распада изотопов ^{209}Rn и ^{209}At .

Определенные в работах по этой теме в предыдущие годы энергии альфа-распада для 21 изотопа рекомендованы в этом году Международным бюро стандартов в качестве наиболее точных.

3. Продолжались разработки быстрых радиохимических методов выделения изотопов. Основное внимание обращалось на разработку методик, перспективных для второго этапа программы ЯСНАПП, т.е. газотермохроматографических методов. Так, в частности, разработаны экспрессные методы выделения молибдена и некоторых редкоземельных элемен-

тов /времена химического выделения - менее одной минуты/. Выполнены интересные исследования по химии горячих атомов.

Мезомолекулярные процессы,
электронная структура
вещества

◇ Определены характеристики ряда мю-мезоатомных процессов в газообразном водороде и дейтерии, изучение которых имеет важное значение для интерпретации данных опытов по прецизионному измерению скорости фундаментальных слабых реакций захвата мю-мезона водородом и дейтерием, а также для проверки существующих теоретических представлений, которые в последние годы интенсивно разрабатывались. Впервые измерена скорость образования мезомолекулы $p\bar{\mu}$, которая при пересчете к плотности жидкого водорода оказывается равной: $\lambda_{p\bar{\mu}} = /5,53 \pm 0,16/ \cdot 10^6 \text{ c}^{-1}$, и определены характеристики $p\bar{\mu}$ -системы: заселенность различных спиновых состояний и скорость $\lambda_f(p\bar{\mu})$ ядерной реакции синтеза $p\bar{\mu} \rightarrow {}^3\text{He} + \mu + \gamma$ в этой мезомолекуле, величина которой $\lambda_f(p\bar{\mu}) = /0,29 \pm 0,02/ \cdot 10^6 \text{ c}$. Показано, что скорость $\lambda_{3/2 \rightarrow 1/2}$ перехода $d\bar{\mu}$ -атома из состояния со спином $3/2$ в состояние со спином $1/2$ относительно мала: $\lambda_{3/2 \rightarrow 1/2} = 5 \cdot 10^4 \text{ c}^{-1}$. Этот результат имеет принципиально важное значение для интерпретации данных опытов по мю-захвату в дейтерии, т.к. согласно теории скорости мю-захвата из разных спиновых состояний должны отличаться в три раза.

В опытах с изотопически чистым водородом с небольшой добавкой пробного газа /ксенона/ измерена скорость образования мезомолекулы $p\bar{r}\mu$, которая при пересчете к плотности жидкого водорода оказалась равной: $\lambda_{p\bar{r}\mu} = /2,34 \pm$

$\pm 0,17/ \text{с}^{-1}$. В этих же экспериментах удалось получить оценку сечения упругого рассеяния $p\mu$ -атомов на протонах.

В опытах с газообразным дейтерием были проведены измерения скорости образования мезомолекулы $dd\mu$ для различных энергий $E_{d\mu}$ атома $d\mu$. При этом показано, что в согласии с предсказаниями теории зависимость $\lambda_{dd\mu}$ от $E_{d\mu}$ или от температуры мишени носит резонансный характер, величина $\lambda_{dd\mu} / 300^\circ \text{K}$ примерно на порядок выше, чем $\lambda_{dd\mu} / 30^\circ \text{K}$. Найдена также скорость ядерной реакции синтеза в $dd\mu$ -молекуле: $dd\mu \rightarrow {}^3\text{He} \mu + n + 3,5 \text{ МэВ} : \lambda_f (dd\mu) \geq 1,8 \cdot 10^6 \text{ с}^{-1}$.

◇ Исследована периодическая зависимость деполаризации μ -мезонов от атомного номера центрального атома Z в кислородсодержащих кислотах и основаниях ($Z_n O_m H_k$). Показано, что остаточная поляризация μ -мезона связана /в первом приближении линейно/ с разностью энергий связи $O-H$ и $Z-(OH)$, определяемых физическими свойствами центрального атома. То есть впервые установлена связь параметра деполаризации /через химические реакции мю-мезоатома кислорода/ с электронной структурой большого класса неорганических соединений.

◇ Исследованы реакции мю-мезоатома кислорода со стабильным молекулярным радикалом $C_9H_{18}NO$. Получено абсолютное значение средней константы скорости химических реакций. На основании этого значения сделан вывод о размерах реакционных участков молекул радикала и определено, что центрами реакции являются группы CH_3 .

◇ Исследована структура К-серии мю-мезорентгеновского излучения фосфора в соединениях с разной валентностью этого элемента. Показано, что аналогично ранее полученным данным для атомов серы структура для атомов К-

серии не зависит от величины валентности. Этот результат противоречит следствиям модели больших мезомолекул.

Теоретические исследования

◇ Показано, что модель кварков и обменное вырождение вкладов вторичных реджионов приводят к ряду простых соотношений между поляризационными параметрами, измеренными в πp -, Kp - и NN -рассеянии на небольшие углы. Аналогичные выражения возникают для реальных частей амплитуды рассеяния. Имеется хорошее согласие с экспериментом.

◇ Вычислено сечение реакции $\pi^{\pm} a \rightarrow \pi^{\pm} X$ в модели однопионного обмена. Расчет хорошо согласуется с существующими данными.

◇ Рассмотрены способы формирования и детектирования пучков релятивистских позитрониев, образующихся в результате распадов мезонов на ускорителях высоких энергий. Показано, что движение пучка релятивистских позитрониев в магнитных полях приводит к возникновению осцилляций интенсивности пучка. Этот эффект позволяет проверить преобразования специальной теории относительности с относительной точностью 10^{-4} для значений гамма-факторов $10^3 \div 10^4$.

Крупные экспериментальные установки, новые методы исследования, электроника

◇ Впервые использована в эксперименте предложенная в ОИЯИ поляризованная мишень нового типа - замороженная поляризованная мишень с рекордной степенью поляризации /около 90%/. Проведены измерения поляризационных эффек-

гов в протон-протонном рассеянии с целью устранения существующей неоднозначности фазового анализа.

◇ *Продолжается набор статистики* на пятиметровом магнитном искровом спектрометре. В 1975 году получено 305 тысяч стереофотографий. Основное внимание было уделено изучению дифракционной диссоциации пионов на легких ядрах. Проводится дальнейшее совершенствование этой крупнейшей экспериментальной установки. Запущен гамма-детектор, ввод в действие которого позволил улучшить триггер установки. Для повышения эффективности спектрометра в систему общего триггера вводятся данные с большой пропорциональной камеры. Ведется настройка на пучке многосекционной кремниевой мишени-детектора. Испытана система пучковых пропорциональных камер. Прделана большая работа по созданию программ математического обеспечения, проведена пробная обработка снимков.

◇ *Проводились работы* по созданию действующего макета аппаратуры для изучения ориентированных ядер/установка "Спин"/. Действующий макет позволит изучать распределения излучения от ядер с периодами полураспада 10-20 мин. Самые короткоживущие ядра, изучаемые этим методом в других лабораториях, имеют $T_{1/2}$ около нескольких часов.

Завершены работы по созданию криогенной части установки. На образце в стационарном режиме получена температура 16 мК, необходимая для получения ориентированных ядер.

◇ *Продолжалась работа* по развитию предложенной в ОИЯИ методики самошунтирующихся водородных и гелиевых стримерных камер. Основной особенностью режима самошунтирования является то, что локализованные следы получаются не в результате ограничения развития разряда в камере, а путем управления

распределением интенсивности свечения разрядов с помощью соответствующих примесей к рабочему газу. Эта методика открывает реальные возможности использования водородных стримерных камер в эксперименте.

◇ *Продолжалась разработка различных узлов установки АРЕС*, предназначенной для проведения широкого круга исследований на реконструированном синхротроне. Разработана технология изготовления и созданы прототипы цилиндрических и гиперболических пропорциональных камер, исследование характеристик которых показало, что их эффективность близка к 100%.

◇ *Проведено около двадцати сеансов* облучения биологических объектов на созданном в ОИЯИ высокоинтенсивном π -мезонном пучке. Получены данные об относительной биологической эффективности и кислородном отношении для ряда биологических тестов. Широко используется π -мезонный пучок и для проведения физических исследований, в частности, для изучения обнаруженного в ОИЯИ эффекта возбуждения высокоспиновых состояний ядер. Благодаря применению оригинальной фокусирующей системы, интенсивность π -мезонного пучка оставалась в 1975 году самой высокой /~ 5 рад/мин/, несмотря на то, что внутренний ток синхротрона существенно уступает по интенсивности мезонным фабрикам.

◇ *Завершены работы* по созданию оригинальных приборов для измерения средней энергии протонов в пучках синхротрона с использованием излучения Вавилова-Черенкова. Достигнутая точность измерения средней энергии /~ 0,03%/ является рекордной. Аппаратура сравнительно проста, удобна в обращении и уже использовалась в ряде экспериментов.

◇ *Мощное развитие* получил лабораторный центр накопления и обработки информации. Установлены новые ЭВМ ЕС-1040 и ЕС-1010. Созданы 2 станции подготовки данных на перфоленте для малых ЭВМ на основе дисплея ВТ-340. К ЭВМ М-6000 подключен дисплей ВТ-340. Проведены работы по развитию программного обеспечения. Создан компилятор для трансляции написанных на ФОРТРАНе программ, в которые включены управляющие операторы стандарта КАМАК.

◇ *Продолжалась разработка системы цифровых блоков* в стандарте КАМАК. Разработано 10 типов блоков: универсальный контроллер каркаса, устройство считывания информации с искровых камер, десятичный дисплей, два логических блока, управляющий блок и 4 счетчика, в том числе счетчики с полной десятичной индикацией. Изготовлено 100 блоков. Разработана система для чтения информации с разных групп блоков. Аппаратурой в стандарте КАМАК обеспечено 3 новых эксперимента.

◇ *Разработано шесть типов логических блоков* наносекундного диапазона на основе быстродействующих интегральных схем. Новые блоки отличаются большими логическими возможностями, надежностью и компактностью. Выпущено 200 блоков новой серии.

◇ *Продолжалась разработка систем спектрометрических блоков.* Разработано 5 новых типов блоков. Создана система 3-мерного амплитудного анализа импульсов от полупроводниковых детекторов.

Разработка ускорителей

◇ *Выполнен значительный комплекс* расчетных, конструкторских и экспериментальных работ, связанных с рекон-

струкцией синхроциклотрона ОИЯИ в сильноточный фазотрон:

а/ Разработана система вывода пучка с использованием железно-токового канала с эффективностью вывода до 70%. Выполнены расчеты и экспериментальные исследования по системам вывода пучка при использовании электростатического канала для увеличения коэффициента вывода до 90%.

б/ Совместно с НИИЭФА проведены исследования по макетам отдельных узлов вариатора частоты и шиммам магнитной структуры поля.

в/ Выполнены конструкторская разработка и моделирование узлов системы питания для "магнитной" растяжки пучка. Осуществлены эксперименты на действующем синхроциклотроне по временной растяжке пучка с помощью С-электрода.

г/ Создана модель для исследования ионных источников закрытого типа для установки "Ф". На поляризованном ионном источнике получена поляризация 55-60%.

д/ Для оптимизации мезонных траекторий выполнены расчеты траекторий пионов в интервале энергий 80-400 МэВ для различных углов вылета пионов и различных положений мишени при прямом и обратном направлениях магнитного поля ускорителя. Закончена разработка элементов тракта пучка протонов для получения интенсивного пучка пионов малых энергий и тракта пучка протонов для установки ЯСНАПП.

◇ *Завершены исследования* по предварительному выбору параметров ускорительного комплекса суперциклотрона. Подготовлена система для исследования вывода пучка частиц на основе эффекта расширения замкнутых орбит. Рассчитана и спроектирована ускоряющая система электронной модели, обеспечивающая уменьшение эмиттанса выводимого пучка. Выполнены расчеты по оптимизации процесса эффекта расширения замкнутых ор-

бит. Проведен цикл экспериментальных работ по снижению потерь пучка в процессе ускорения.

◇ Завершены работы по изготовлению всех систем ускорителя У-120М, который после проведения комплексных испытаний в ОИЯИ будет установлен в Институте ядерной физики ЧСАН /Ржеж/.

Начата наладка и доводка основных узлов ускорителя. Завершены расчеты по системе вывода пучка из ускорителя для всего диапазона индукций магнитного поля. Завершена работа по созданию системы питания и стабилизации тока основной обмотки магнита с использованием статического вентильного преобразователя.

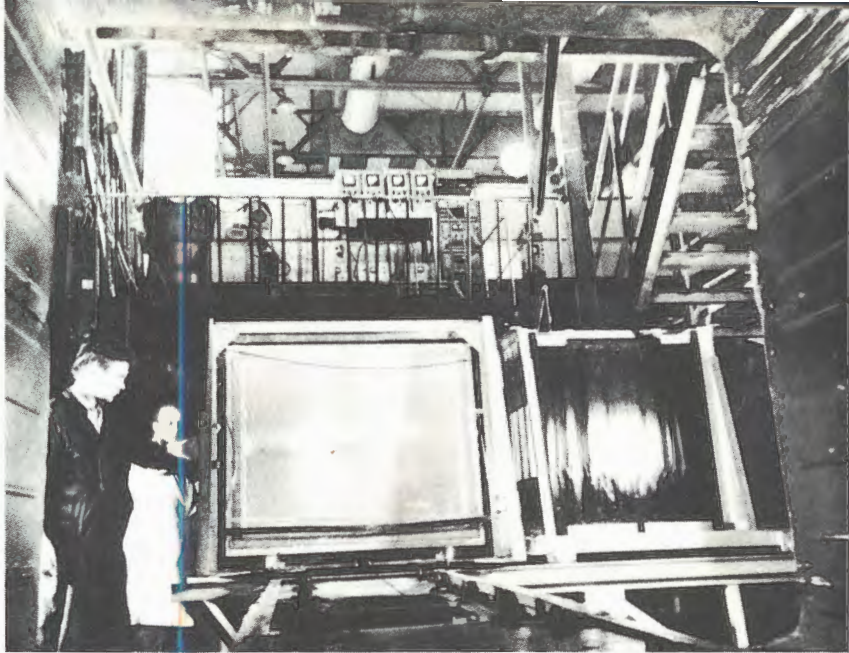
Работа
синхроциклотрона

№№ пп	Вид работы	Время в часах	%
1.	Экспериментальные работы по физике	5526	89,4
2.	Исследования отдела синхроциклотрона	164	2,6

1	2	3	4
3.	Подготовка к работе физической аппаратуры и технологическая подготовка ускорителя	437	7,1
4.	Эксплуатационные простои	56	0,9
5.	Ремонтные и монтажно-наладочные работы	2197	
6.	Работа мезонного тракта	1880	
7.	Разработка системы "магнитной" растяжки".	2070	
8.	Работа протонного тракта	715	
9.	Работа системы "ВЧ растяжки"	1255	



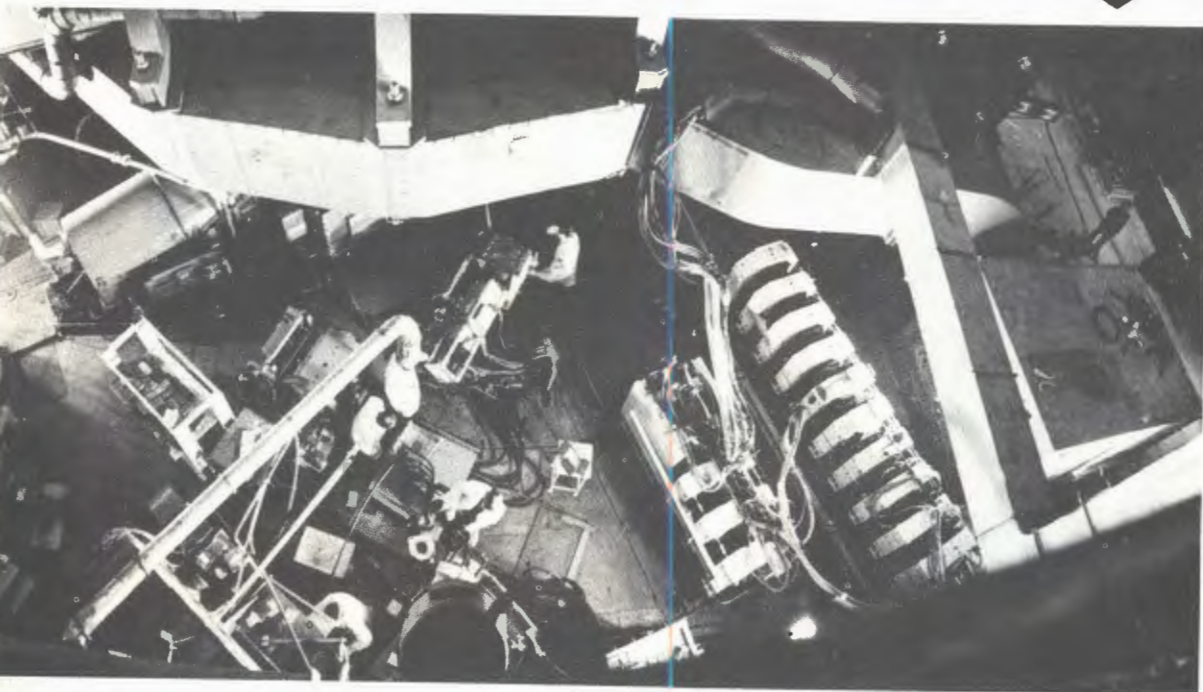
На ускорителе 76 ГэВ в Протвино ведется совместный эксперимент ОИЯИ-ЦЕРН по исследованию процессов дифракционной диссоциации мезонов ядрами с помощью магнитного искрового спектрометра. В 1975 году получено свыше 300 тысяч фотографий событий. Идет подготовка к обработке полученных событий на сканирующем автомате HPD в Дубне.





В отделе ядерной спектроскопии и радиохимии проводятся исследования ядер, удаленных от линии бета-стабильности, по программе ЯС-НАПП. В этих работах участвует большой интернациональный коллектив физиков.

На протонный пучок синхроциклотрона мишени транспортируются с помощью пневмопочты.



При обработке результатов экспериментов широко используются последние достижения в технике полупроводниковых детекторов, электроники и ЭВМ.

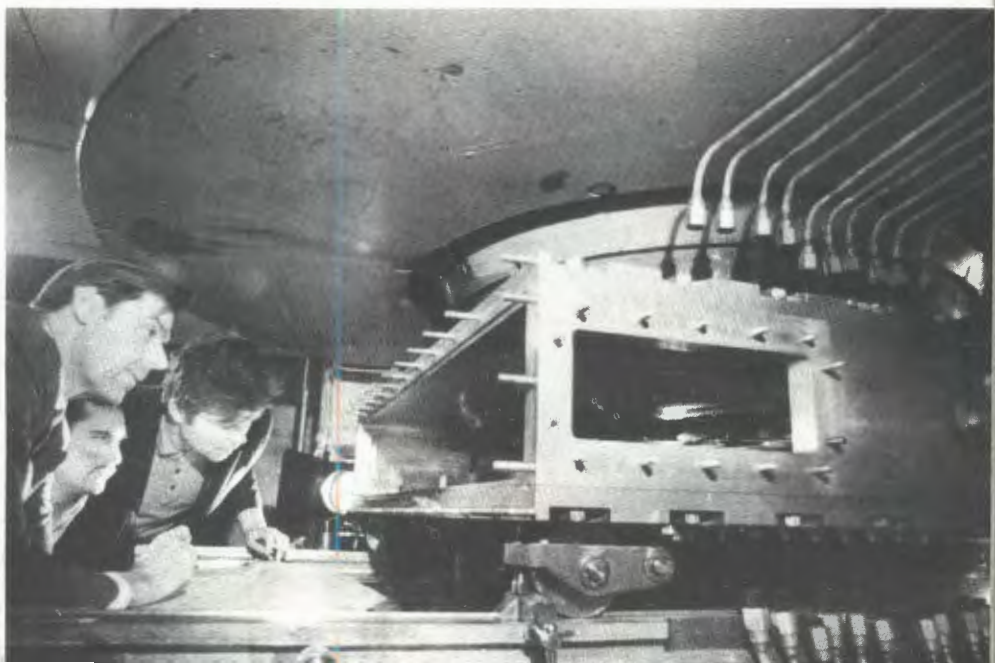


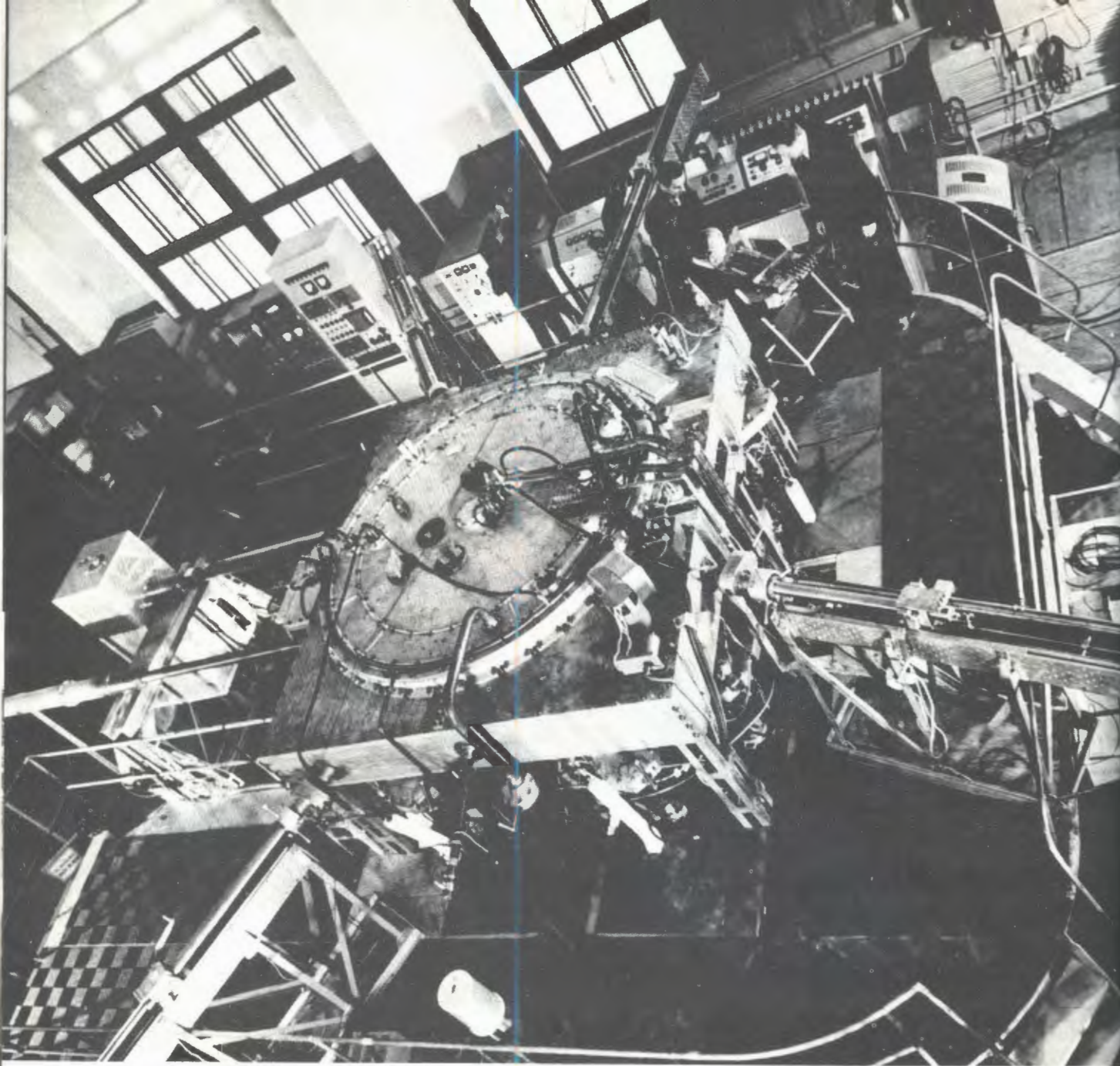


Для выделения радиоактивных изотопов из облученных мишеней используются различные радиохимические методы и электромагнитные масс-сепараторы. Масс-сепаратор в установке ЯСНАПП позволяет быстро и с рекордно высокой эффективностью получать чистые моноизотопные препараты с периодами полураспада до 1 минуты.



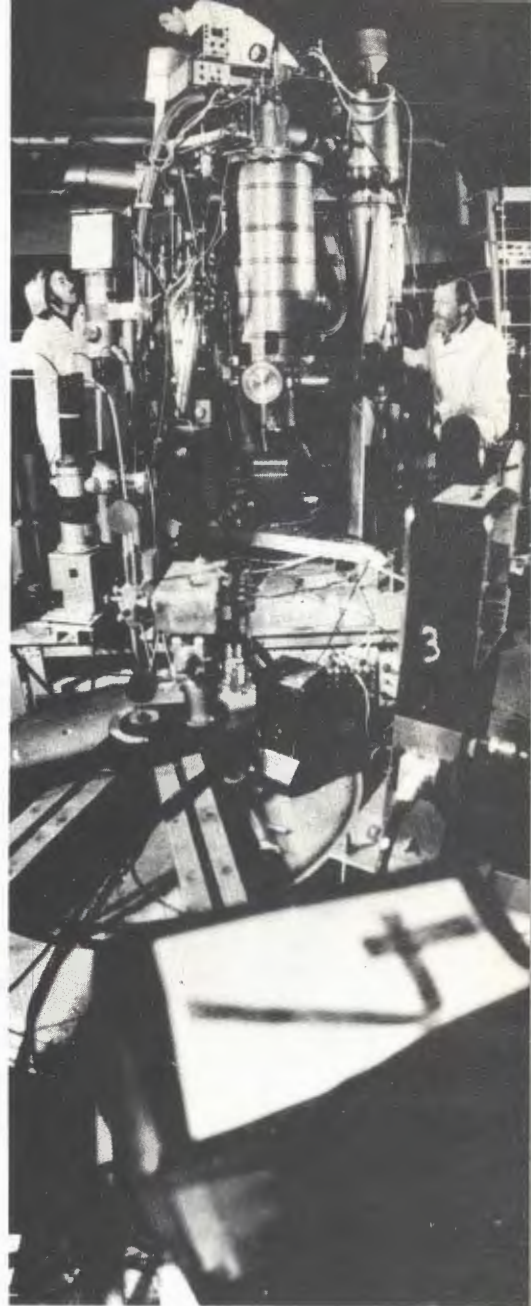
Заканчивается сооружение прототипа изохронного циклотрона с регулируемой энергией У-120М, изготавливаемого для ЧССР. Ведется монтаж камеры в зазоре электромагнита. Ход работ обсуждается на еженедельных совещаниях.





На электронной модели циклотрона с жесткой фокусировкой экспериментально обнаружен и исследован эффект расширения замкнутых орбит. Ведется подготовка к осуществлению высокоэффективного вывода пучка с использованием этого эффекта.

Разработанный в Лаборатории ядерных проблем несколько лет назад метод получения сверхнизких температур, основанный на растворении гелия-3 в гелии-4, находит все более широкое применение в экспериментах с поляризованными частицами и ядрами. С его помощью создана так называемая "замороженная" поляризованная мишень, используемая в опытах по рассеянию поляризованных протонов на поляризованных протонах.



С помощью того же метода охлаждаются образцы в действующем макете установки СПИН, предназначенной для изучения распадов ориентированных ядер. На образце в стационарном режиме получена температура 16 мК, достаточная для проведения экспериментов.

Ахроматический черенковский прибор для автоматического измерения средней энергии протонов в выведенном пучке от синхроциклотрона.



Лаборатория ядерных реакций

Основные усилия коллектива лаборатории в течение истекшего года были направлены на синтез 107-го элемента, на совершенствование ускорителей У-300 и У-200 и создание нового ускорителя У-400, на расширение ассортимента ускоряемых ионов - были ускорены ионы кальция-48. Проведен большой комплекс работ по изучению механизма взаимодействия сложных ядер, синтезу и изучению ядер, удаленных от линии β -стабильности. Широкое развитие получили исследования по использованию пучков тяжелых ионов для решения научно-технических задач и совершенствованию метода акти-вационного анализа.

За комплекс работ по синтезу и изучению свойств атомных ядер вблизи границы ядерной устойчивости Г.Н.Флеров, В.З.Белов, В.В.Волков, В.А.Карнаухов, Ю.В.Лобанов, В.Л.Михеев, Ю.Ц.Оганесян, А.С.Пасюк, Л.А.Петров, В.М.Плотко, Г.М.Тер-Акопьян были удостоены Государственной премии СССР в области науки и техники за 1975 год. Этот комплекс исследований включил в себя синтез и изучение физических и химических свойств нильсбория /105-го элемента/, открытие и изучение протонной радиоактивности ядер, открытие и изучение нового механизма ядерных реакций - глубоконеупругих передач и синтез новых нейтроноизбыточных изотопов легких ядер, создание и усовершенствование источников тяжелых ионов.

Научно-исследовательские работы

Синтез и исследование свойств
трансфермиевых элементов

◇ Продолжались эксперименты по синтезу новых трансфермиевых элементов с помощью нового метода синтеза,

предложенного и реализованного в лаборатории, использующего мишени из стабильных элементов вблизи свинца и ускоренные на циклотроне ионы с массой ≥ 40 а.е. Исследовались реакции $^{209}\text{Bi}(^{54}\text{Cr}, 2n)^{261}107$ и $^{209}\text{Pb}(^{55}\text{Mn}, 2n)^{261}107$. Основная серия экспериментов была проведена с ионами хрома-54 с максимальной энергией 290 МэВ, при этом энергия возбуждения составного ядра $^{263}107$ была порядка 14-28 МэВ. Идентификация $^{261}107$ проводилась по спонтанному делению. Была создана специальная установка для синтеза короткоживущих спонтанно делящихся ядер, позволяющая их регистрировать и определять периоды полураспада спонтанно делящихся ядер с $T_{1/2} \geq 0,3$ мс. Чувствительность аппаратуры такова, что наблюдение одного осколка спонтанного деления в течение суточного облучения потоком 10^{12} частиц/с соответствует сечению $\sim 5 \cdot 10^{-36}$ см².

На основе временного распределения осколков спонтанного деления можно оценить период полураспада $^{261}107$, который составляет $T_{1/2} \sim 1,5 - 2$ мс. Так как изотоп $^{261}107$ в основной доле случаев испытывает α -распад / $\sim 80\%$ /, то парциальный период спонтанного деления ядра $^{261}107$ значительно больше и составляет по оценкам $\sim 0,01$ с.

Работы по синтезу 107-го элемента потребовали проведения экспериментов по синтезу и изучению свойств неизвестных изотопов 103-го и 105-го элементов, которые могли быть генетически связаны друг с другом и со 107-м элементом цепочками α -распадов. Для определения вероятности спонтанного деления нейтронодефицитных изотопов элемента 103 с $N = 147-150$ были выбраны реакции $^{203}\text{Tl}(^{50}\text{Ti}, 2-3n)^{250, 251}103$ и $^{205}\text{Tl}(^{50}\text{Ti}, 2-3n)^{252, 253}103$.

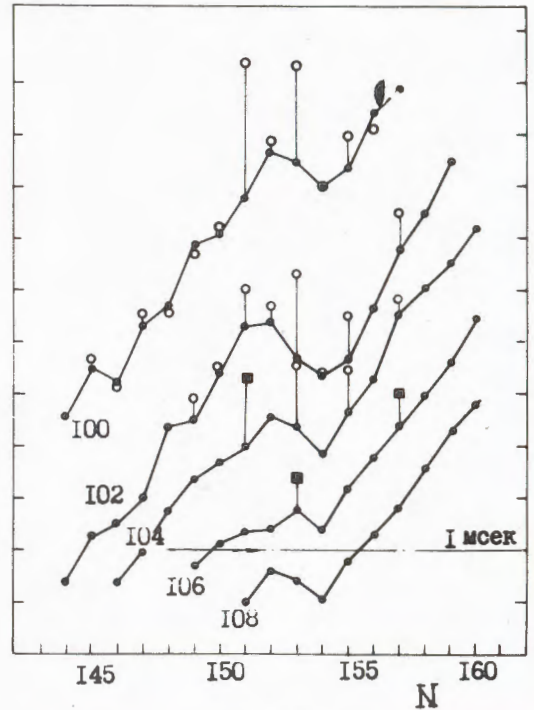
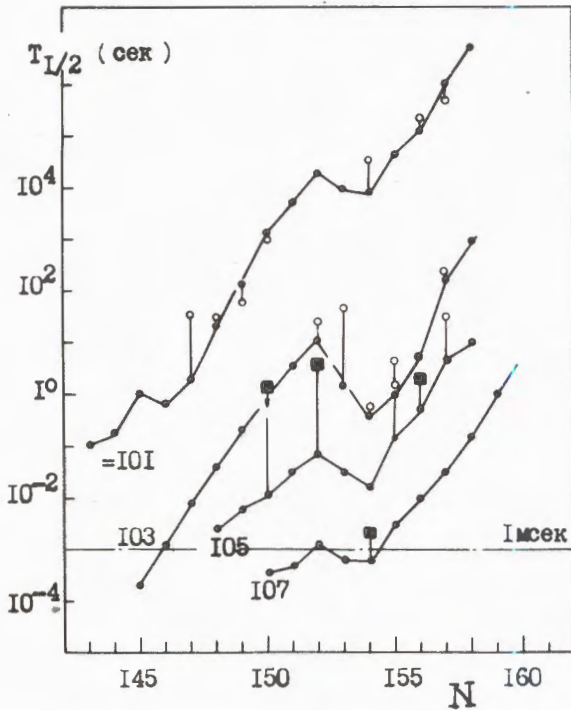
Проведенные эксперименты показали, что вероятность спонтанного деления этих изотопов не превышает 1%. Ранее было

показано, что для более тяжелых изотопов 103-го элемента с массой 254-258 вероятность спонтанного деления составляет менее 0,1%. Отсутствие спонтанного деления у изотопов 103-го элемента существенно упрощает поиск спонтанно делящихся ядер элемента 105. Были проведены эксперименты по синтезу изотопов 105-го элемента с массовыми числами 255, 257 в реакциях $^{206, 207}\text{Pb} + ^{51}\text{V}$, $^{208}\text{Pb} + ^{51}\text{V}$, $^{209}\text{Bi} + ^{50}\text{Ti}$, $^{205}\text{Tl} + ^{54}\text{Cr}$. В результате был синтезирован новый изотоп $^{257}105$. Период полураспада изотопа / $T_{1/2} \sim 5,5$ с/ определяется преимущественно альфа-распадом, ветвь на спонтанное деление составляет $\sim 15-20\%$. Получены предварительные сведения о свойствах $^{255}105$.

Проведены эксперименты по синтезу новых короткоживущих нейтронодефицитных изотопов ^{242}Fm $^{250}102$ и ^{254}Ku в реакциях $^{204}\text{Pb}(^{40}\text{Ar}, 2n)^{242}\text{Fm}$ $^{233}\text{U}(^{22}\text{Ne}, 5n)^{250}102$, $^{206}\text{Pb}(^{50}\text{Ti}, 2n)^{254}\text{Ku}$.

Была создана специальная установка, позволяющая регистрировать короткоживущие спонтанно делящиеся ядра с периодом полураспада $T_{1/2} \geq 100$ мкс. В результате экспериментов получены новые активности спонтанного деления с периодами полураспада $T_{1/2} \sim 0,8$ мс (^{242}Fm), $T_{1/2} \sim 0,25$ мс ($^{250}102$) и $T_{1/2} \sim 0,5$ мс (^{254}Ku).

Полученные данные о радиоактивных свойствах нечетно-четных изотопов с $Z = 103, 105$ и 107 интересно сопоставить с экспериментальными значениями периодов полураспада для четно-нечетных изотопов с $Z = 100, 102, 104, 106$ с точки зрения закономерностей изменения свойств элементов трансурановой области. При альфа-распаде тяжелых ядер, как следует из рис. 34, в целом наблюдается неплохое согласие между экспериментальными и расчетными значениями вплоть до $Z = 107$. Это означает, что расчеты достаточно хорошо воспроиз-



34. Систематика периодов альфа-распада для элементов с $Z \geq 100$. Открытые кружки - известные экспериментальные значения. Зачерненные квадраты - результаты, полученные в экспериментах по синтезу новых изотопов Ku , Ns и элементов $I06$ и $I07$.

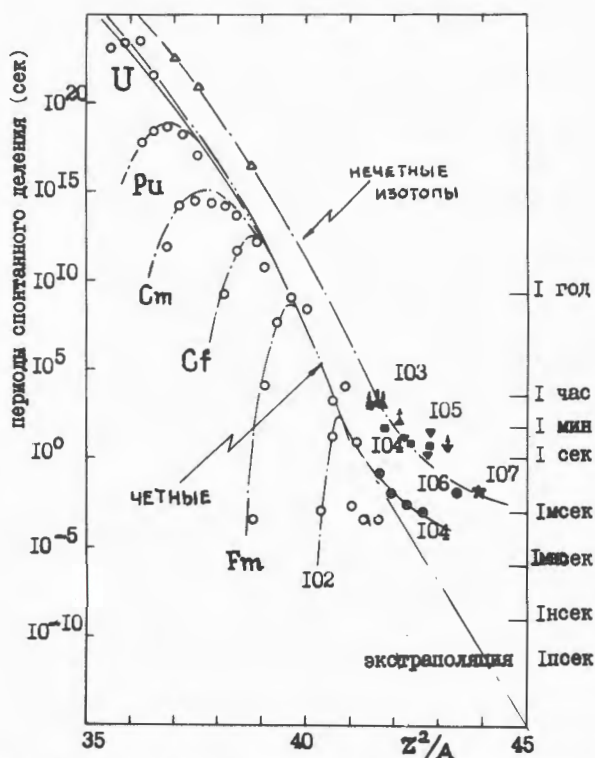
дят массы ядер, по крайней мере до атомного номера $I07$.

В отличие от этого ситуация с временами жизни тяжелых ядер относительно спонтанного деления оказывается значительно более сложной. Наблюдаемое в прежних опытах резкое уменьшение периодов спонтанного деления с ростом параметра делимости Z^2/A для $Z = 92-102$ было до последнего времени основой многих систематик и экстраполяций в область $Z > 102$. Для более тяжелых элементов предсказывалось такое же сильное падение времени жизни относительно спонтанного деления. В действительности, как видно из рис. 35, времена жизни изотопов с $Z^2/A \geq 42$ оказались на много порядков выше ожидаемых значений. Так, например, для ядра $^{261}107$

$Z^2/A = 43,9$ период полураспада по меньшей мере в 10^{10} превосходит значение, предсказываемое систематикой Сяборга и Вайолы. Эта громадная разница в периодах $T_{s.f.}$ не может быть объяснена запретом на нечетное число протонов, равно как в случае $^{259}106$ - запретом на нечетное число нейтронов.

Эти отклонения могут быть скорее вызваны существенным изменением барьеров деления очень тяжелых ядер, а повышение стабильности должно найти свое объяснение в рамках теоретических концепций, которые используются для предсказания повышенной стабильности сверхтяжелых ядер.

◇ При облучении кюриевой мишени ^{246}Sm ионами кислорода-18 синтезирован изотоп $I04$ -го элемента ^{260}Ku с периодом полу-



35. Систематика периодов спонтанного деления трансураниевых ядер. Зачерненные значки - экспериментальные значения, полученные в работе по синтезу новых изотопов элементов с $Z = 103 \div 107$.

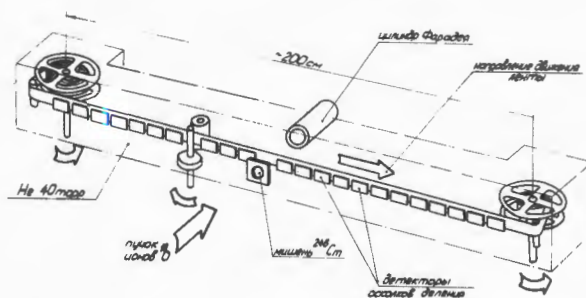
распада $T_{1/2} \sim 0,1$ с, образующийся с максимальным сечением $\sim 1,5 \cdot 10^{-33}$ см². Для того, чтобы уменьшить вклад долгоживущего фона, была создана специальная установка с лентой-сборником длиной в сотни метров /рис. 36/. Независимая идентификация ^{260}Ku в этих экспериментах проводилась путем измерения интегральных угловых распределений и функции возбуждения, а также при изучении ряда перекрестных реакций.

◇ Впервые в мире ускорены и используются в экспериментах ионы кальция-48. Применение пучков ионов кальция-48 и тяжелых мишеней из плутония, кюрия, берклия представляется наиболее перспективным методом образования сверх-

тяжелых элементов с максимальным количеством нейтронов. Уникальными в этом отношении являются реакции $^{248}\text{Cm}(^{48}\text{Ca}, xn)^{206-x}116$ /которая может приводить к образованию изотопа 116-го элемента со 178 нейтронами/ и $^{244}\text{Pu}(^{48}\text{Ca}, xn)^{292-x}114$ /в которой может образовываться изотоп 114-го элемента со 176 нейтронами/.

Для того, чтобы при ускорении ионов металлического ^{48}Ca получать максимальный ток при минимальном расходе вещества, был модифицирован ранее созданный источник ионов. Получена интенсивность ускоренных ионов ^{48}Ca $\sim 1,7 \cdot 10^{12}$ част/с при максимальной энергии 255 МэВ. При изучении механизма взаимодействия ионов кальция с ядрами исследована функция возбуждения в реакциях с образованием изотопа $^{252}102$ на мишенях из разделенных изотопов свинца -206, -207, -208, т.е. в реакциях с вылетом 2, 3 и 4 нейтронов. Показано, что реакция $(^{48}\text{Ca}, 2n)$ является доминирующим каналом, его сечение $\sigma_{2n} \sim 5 \cdot 10^{-31}$ см². Эта величина превышает более чем на порядок сечение реакций, приводящих к образованию изотопа $^{252}102$ в реакциях с использованием ионов кислорода или неона.

◇ На нейтронном детекторе с ^3He -счетчиками были определены вероятности испускания различного числа нейтронов при



36. Схема экспериментальной установки, используемой в работе по синтезу изотопа ^{260}Ku .

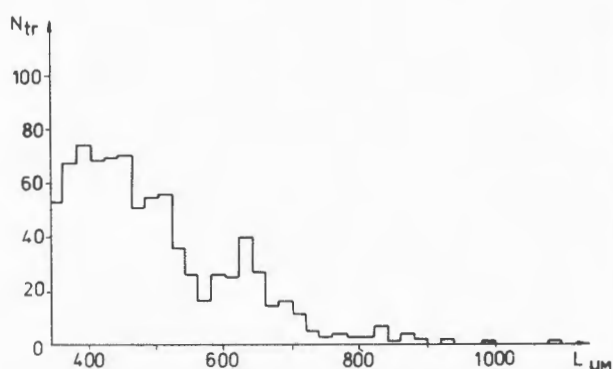
спонтанном делении урана-238 и изучено распределение нейтронов по множественности. Измерялось совпадение осколков деления с нейтронами, эффективность регистрации нейтронов составляла 0,216; 0,264 и 0,383. Получены значения P_{ν} : $P_0 = 0,052$; $P_1 = 0,277$; $P_2 = 0,366$; $P_3 = 0,247$; $P_4 = 0,050$; $P_5 = 0,008$; при этом оказалось, что $\bar{\nu} = 1,99 \pm 0,02$; $\sigma_{\nu}^2 = 1,00$; $\Gamma_2 = 0,75$.

Поиск изотопов сверхтяжелых элементов в природных материалах

◇ Проведены измерения длин треков тяжелых космических ядер в 150 мм^3 оливинов из метеорита Марьялахти /рис. 37/. Получены значения относительной распространенности ядер с атомными номерами $Z > 70$. Определено значение верхней границы распространенности ядер с $Z \geq 110$ в галактических космических лучах, которое оказалось в 10^{-9} раз меньше интенсивности ядер группы железа. Изучались оливины из метеорита Игл Стейшн. Разработана методика выявления треков, заключенных в объеме кристаллов оливина, основанная на измерении пространственной ориентации треков относительно главных оптических направлений в кристаллах.

◇ Продолжалась разработка термохроматографического метода разделения газообразных соединений элементов по летучести, который обладает рекордным быстродействием / $\sim 0,1 \text{ с}$ / и высокой эффективностью.

Были выведены модельные уравнения, позволяющие по температуре осаждения соединений и характеристикам условий опыта вычислять теплоту адсорбции веществ. Эти соотношения были экспериментально проверены на 40 известных элементах и могут быть использованы для выбора метода выделения и разделе-



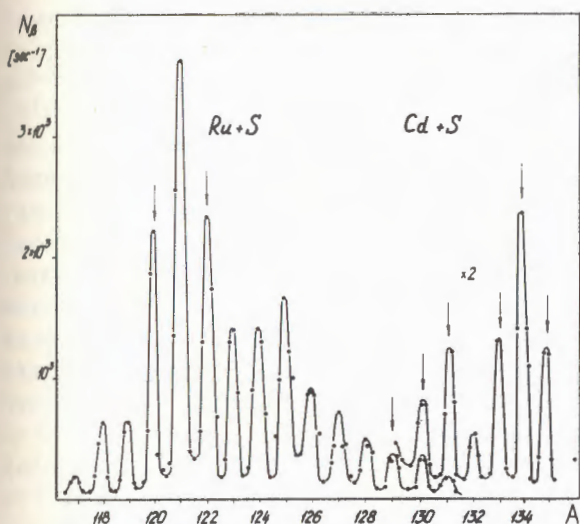
37. Систематика длин треков тяжелых космических ядер, полученная при измерениях на образцах оливинов / 150 мм^3 / из метеорита Марьялахти.

ния новых элементов. В частности, первый опыт был проведен в работе по поиску сверхтяжелых элементов в урановой мишени, облученной ионами ксенона.

Предложена модель движения молекул вдоль колонки для случая сильно неравновесной экспрессной фронтальной термохроматографии. Методом Монте-Карло проведены расчеты положения и формы адсорбционной зоны. На основе расчетов был сделан вывод, что температура кипения бромистого нильсбория примерно на 80° выше, чем того же соединения ниобия.

Изучение протонного распада ядер

◇ Проведено усовершенствование параметров масс-сепаратора БЭМС-2 на линии с циклотроном У-300. Улучшена теплоизоляция ионного источника: использование тонких вольфрамовых фольг /1 мкм/ на входе в ионизатор позволяет поддерживать температуру 2700 К в длительных экспозициях на пучке тяжелых ионов. Усовершенствованы конструкция и температурный режим мишени, совместно с ПНР изготовлена и введена в действие новая приемная камера БЭМС-2, рас-



38. Интенсивность β -счета в фокальной плоскости масс-сепаратора БЭМС-2 в зависимости от A .

39. Таблица изотопов. В зачерненных квадратах указаны значения периодов полураспада новых изотопов, наблюдавшихся впервые на масс-сепараторе БЭМС-2.

Sm													3		15		45	
Pm															25	60	107	
Nd									6		20				510	720		
Pr									24	28	140	96						
Ce									330	780 210	1800	300 570						
La																		
Ba	32	30	120	160														
A	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137

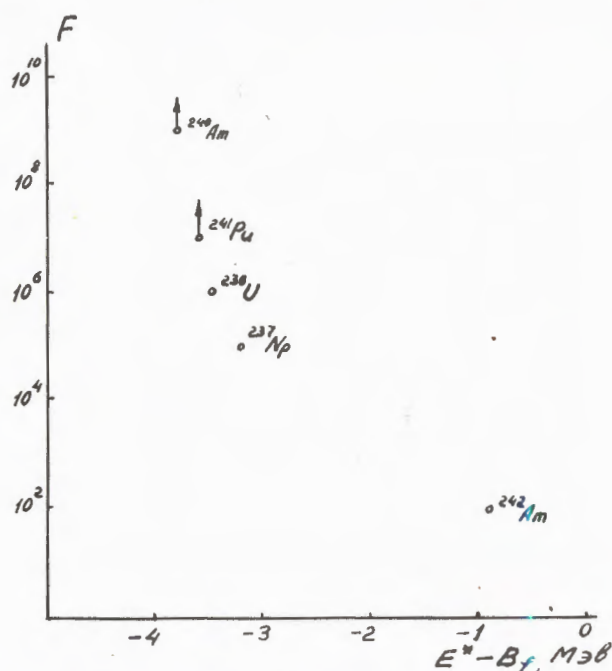
считанная на одновременное исследование двух изотопов, модернизирован комплекс электронной аппаратуры, позволяющий работать с пятью различными спектрометрическими детекторами одновременно.

♦ Совместно с группой физиков из ПНР проведены эксперименты по измерению полных энергий К-захвата легких изотопов цезия ^{116}Cs , ^{118}Cs , ^{120}Cs , образующихся в реакции $^{92}\text{Mo} (^{32}\text{S}, 3\text{pkn})$. На линии с ЭВМ измерялись двумерные энергетические спектры совпадений ($\gamma - e^+$).

♦ Открыты первые излучатели запаздывающих протонов для области редкоземельных элементов: $^{133}\text{Sm} / T_{1/2} = 3,2 \pm 0,4$ с/, $^{135}\text{Sm} / T_{1/2} = 15 \pm 5$ с/, $^{129}\text{Nd} / T_{1/2} = 6 \pm 3$ с/, $^{131}\text{Nd} / T_{1/2} = 20 \pm 8$ с/. Для изотопов самария измерены спектры запаздывающих протонов и проведен анализ их усредненной формы. Открыты новые β^+ -активные изотопы $^{120}\text{Ba} / T_{1/2} = 32 \pm 5$ с/, $^{122}\text{Ba} / T_{1/2} = 120 \pm 20$ с/, $^{129}\text{Pr} / T_{1/2} = 24 \pm 5$ с/, $^{130}\text{Pr} / T_{1/2} = 28 \pm 2$ с/, $^{131}\text{Pr} / T_{1/2} = 140 \pm 30$ с/, $^{134}\text{Pm} / T_{1/2} = 25 \pm 5$ с/, $^{135}\text{Pm} / T_{1/2} = 60 \pm 15$ с/.

Спонтанно делящиеся изомеры

◇ Закончены эксперименты по поискам электронов конверсии, испускаемых при распаде спонтанно делящихся изомеров U, Pu и Am. Изомеры были получены в реакциях (γ, γ') и (γ, n) на микротроне Лаборатории ядерных реакций при энергиях тормозного излучения 9 и 15 МэВ. Обнаружены конверсионные линии, связанные с разрядкой изомера $^{238\text{mf}}\text{U}$ с периодом полураспада 0,2 мкс, для спонтанно делящихся изомеров ^{239}Pu , ^{241}Pu , ^{240}Am , ^{241}Am получены верхние границы интенсивностей конверсионных линий. На основе этих данных определена вероятность ветви γ -излучения при распаде спонтанно делящихся изомеров и определены факторы запрета для радиа-



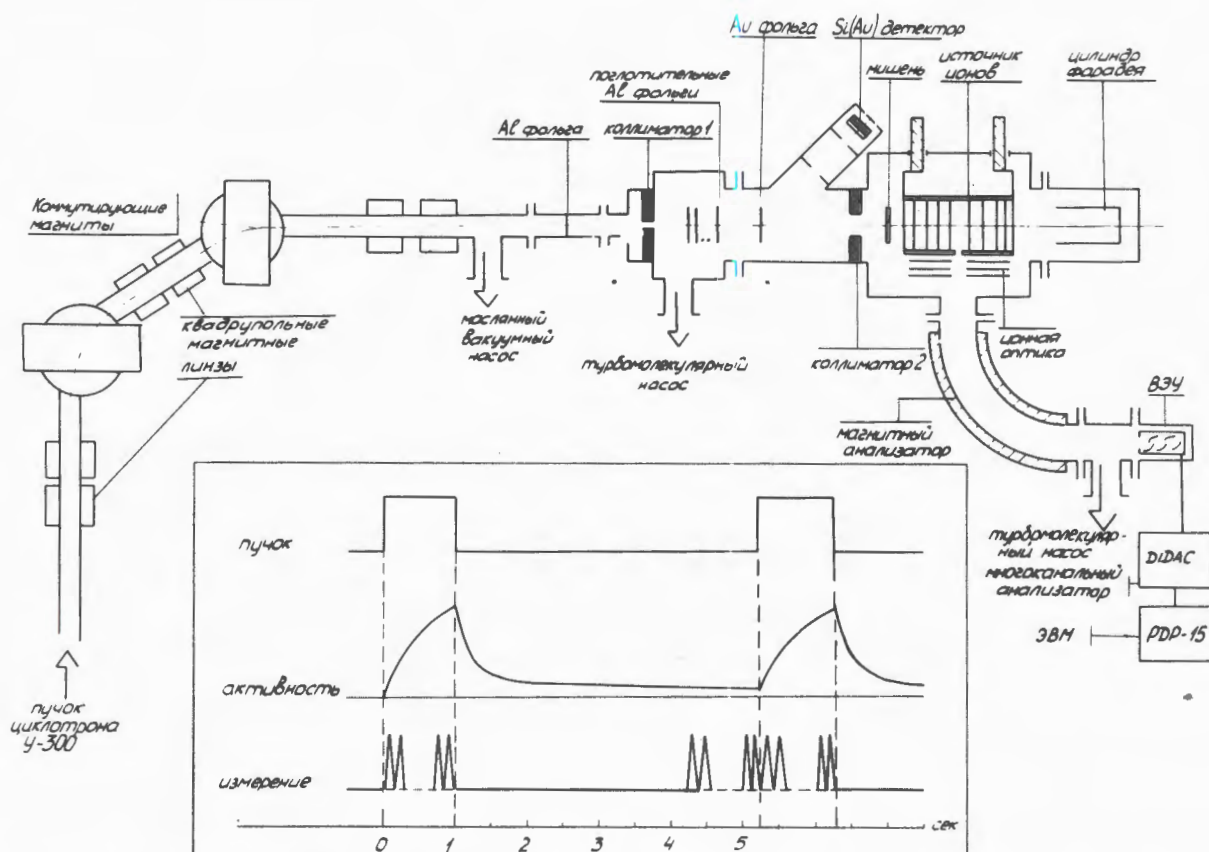
40. Зависимость фактора запрета для радиационных переходов, связанных с изменением деформации, от энергии возбуждения.

ционных переходов, связанных с изменением деформации ядра. Для $^{238\text{mf}}\text{U}$ фактор запрета составляет 10^6 , а для $^{239\text{mf}}\text{Pu}$, $^{241\text{mf}}\text{Pu}$, $^{240\text{mf}}\text{Am}$, $^{241\text{mf}}\text{Am}$ превышает 10^{10} . В то же время он не превышает 10^2 для переходов с высоковозбужденных уровней ядра /5,5 - 6 МэВ/ в изомерное состояние. Таким образом, фактор запрета сильно зависит от энергии возбуждения ядра.

◇ Проведены опыты по поиску ветви запаздывающего деления при β -распаде изотопов Pa, образующихся в реакциях $^{238}\text{U}(n, p)^{238}\text{Pa}$ / $T_{1/2} = 2,3$ мин/ и $^{238}\text{U}(\gamma, np)^{236}\text{Pa}$ / $T_{1/2} = 9,1$ мин/ на нейтронном генераторе Лаборатории ядерных реакций и микротроне Института физических проблем /Москва/. Было показано, что вероятность запаздывающего деления для указанных изотопов мала / 10^{-7} - 10^{-8} /. Это объясняется малой проницаемостью барьера деления для уровней, заселяемых при β -распаде.

Механизм взаимодействия тяжелых ионов с ядрами

◇ Проведена обработка данных, которые получены в выполненном совместно учеными Дубны и Орсе эксперименте. Исследование осуществлено с помощью французского масс-спектрометра щелочных элементов на пучке тяжелых ионов циклотрона У-300. Схема эксперимента представлена на рис. 41. Продукты ядерных реакций, выбитые из мишени, тормозились стопкой тонких графитовых фольг, расположенных внутри источника ионов. После электромагнитного разделения по массам продукты реакций регистрировались на линии с ЭВМ. Нижний предел чувствительности методики составлял ~ 0,1 мб. Были изучены реакции слияния ядер с ионами от бора до аргона с образованием составных ядер рубидия и цезия. На рис. 42 приведены функции возбуждения реакций



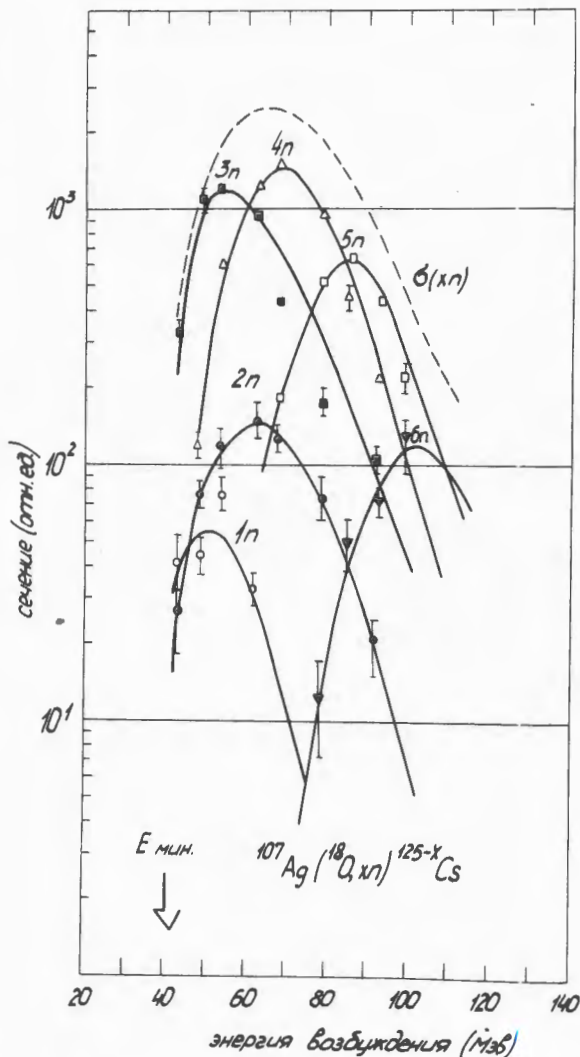
41. Схема эксперимента с использованием масс-спектрометра щелочных элементов на пучке тяжелых ионов циклотрона У-300.

слияния $^{107}\text{Ag} + ^{18}\text{O}$ с испарением $1 \div 6$ нейтронов. Изучено влияние углового момента и энергии возбуждения на сечение реакций с испарением $1 \div 7$ нейтронов.

Измерены изотопные распределения рубидия и цезия, образующихся в качестве осколков деления составных ядер в реакциях $^{182}\text{W}(^{40}\text{Ar}, f)$, $^{238}\text{U}(^{40}\text{Ar}, f)$. На основе анализа изотопных распределений была получена систематика среднего числа нейтронов при делении возбужденных ядер ^{180}W , ^{222}U , $^{278}\text{110}$ на дополнительные осколки Rb и Cs. На рис. 43 представлены изотопные распределения рубидия для трех энергий бомбардирующих

ионов. Были изучены изотопные распределения Rb и Cs для деления ядер урана ионами бора, неона и аргона. Полученные экспериментальные данные сравнивались с предсказаниями различных теоретических моделей.

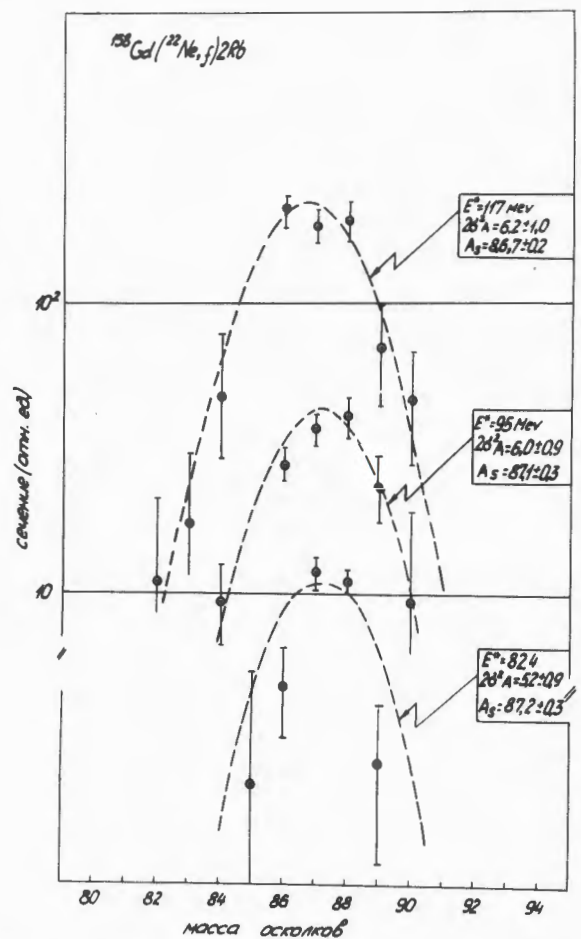
♦ Была разработана методика для регистрации продуктов ядерных реакций по характеристическому рентгеновскому излучению при использовании германиевого детектора X-лучей с разрешением 200-400 эВ. Метод применяется для определения зависимости относительного выхода отдельных продуктов ядерных реакций от энергии, угла вылета, толщины поглотителя и т.д. С его помощью определены кулоновские барьеры различных реакций, используемых в работах по синтезу 106-го и 107-го элементов.



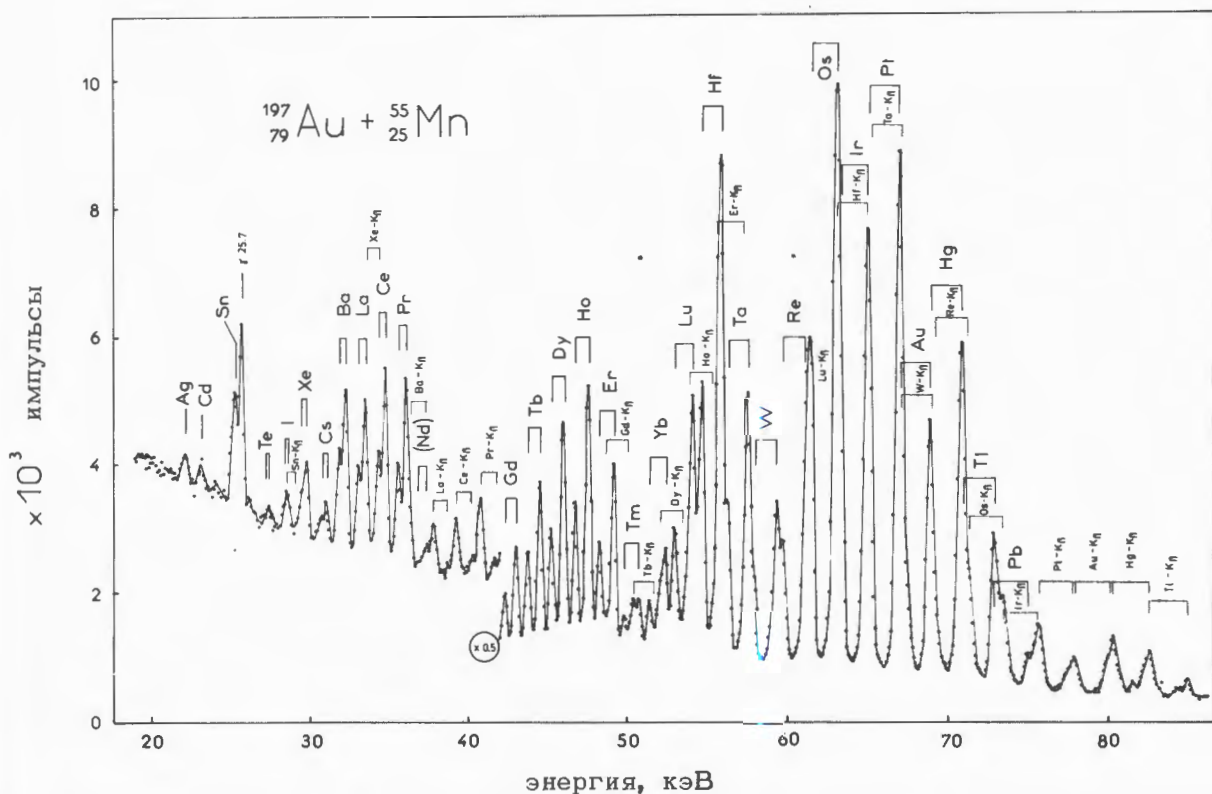
42. Функция возбуждения реакции слияния $^{107}\text{Ag} + ^{18}\text{O}$ с испарением 1, 2, 3, 4, 5 и 6 нейтронов.

◇ При облучении ^{232}Th ионами ^{11}B с энергией 81 МэВ и ^{12}C ионами ^{22}Ne с энергией 174 МэВ были выделены изотопы гелия и лития в первом случае и изотопы бора и бериллия во втором. Как видно из рис. 45, 46, сечения их образования подчиняются обобщенной θ_{qq} -зависимости. Таким образом, θ_{qq} -зависимость имеет место и в случае легкой мишени ^{12}C .

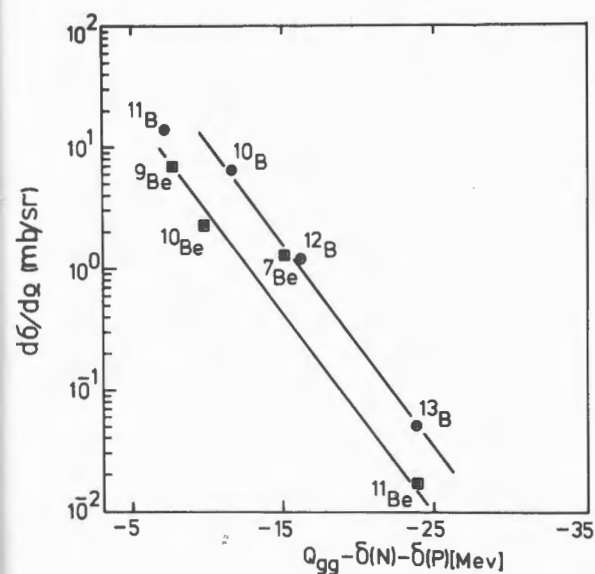
◇ Продолжалось изучение закономерностей глубоконеупругих реакций передач нуклонов. Показано, что с ростом A и Z тяжелого иона в сечение многонуклонных передач все больший вклад начинают давать реакции подхвата нуклонов /рис. 47/. Так, если в комбинации $^{232}\text{Th} + ^{16}\text{O}$ сечение реакций подхвата нуклонов в десятки раз меньше сечений срыва, то в реакции $^{232}\text{Th} + ^{40}\text{Ar}$ оба направления передачи нуклонов /от легкого к тяжелому ядру и наоборот/ становятся равновероятны-



43. Изотопные распределения рубидия, образующегося в качестве осколков деления составного ядра вольфрама.



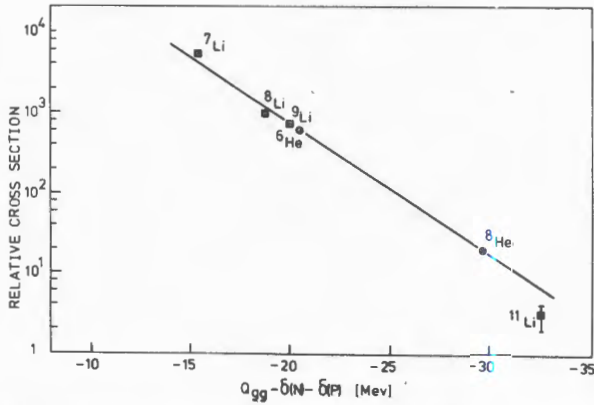
44. Спектр характеристического рентгеновского излучения продуктов ядерной реакции $^{197}\text{Au} + ^{55}\text{Mn}$.



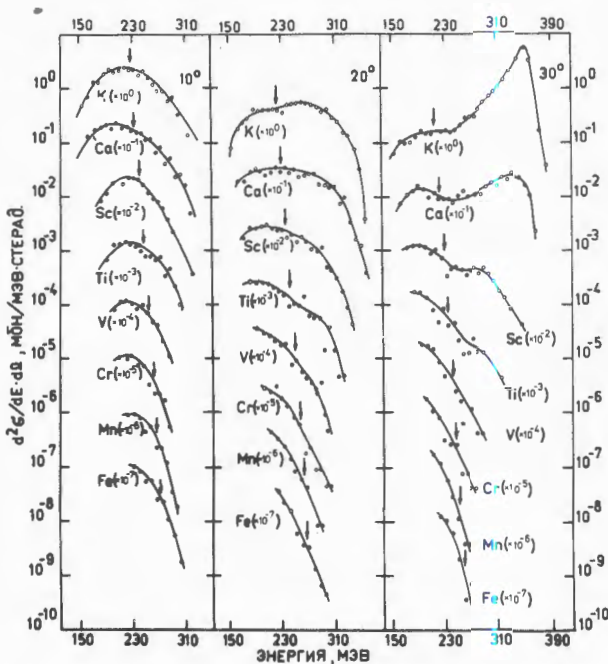
45. Обобщенная Q_{gg} -систематика сечений образования изотопов B и Be в реакции $^{12}\text{C} + ^{22}\text{Ne}$. Энергия ионов $^{22}\text{Ne} = 174 \text{ МэВ}$, угол регистрации продуктов -12° в л.с.к.

ми. На основе этого можно сделать предположение, что двойная ядерная система, образующаяся при столкновении более тяжелых ионов (Kr, Xe) с тяжелыми ядрами (U, Th) должна эволюционировать преимущественно в направлении более симметричной формы.

◇ Анализ экспериментальных данных, полученных при изучении реакций много-нуклонных передач, позволил сделать вывод об открытии в Дубне нового класса ядерных реакций с тяжелыми ионами - глубоко неупругих реакций передачи.



46. Обобщенная Q_{99} -систематика сечений образования изотопов Li и He в реакции $^{232}\text{Th} + ^{11}\text{B}$. Энергия ионов ^{11}B - 87 МэВ, угол регистрации продуктов - 40° в л.с.к.



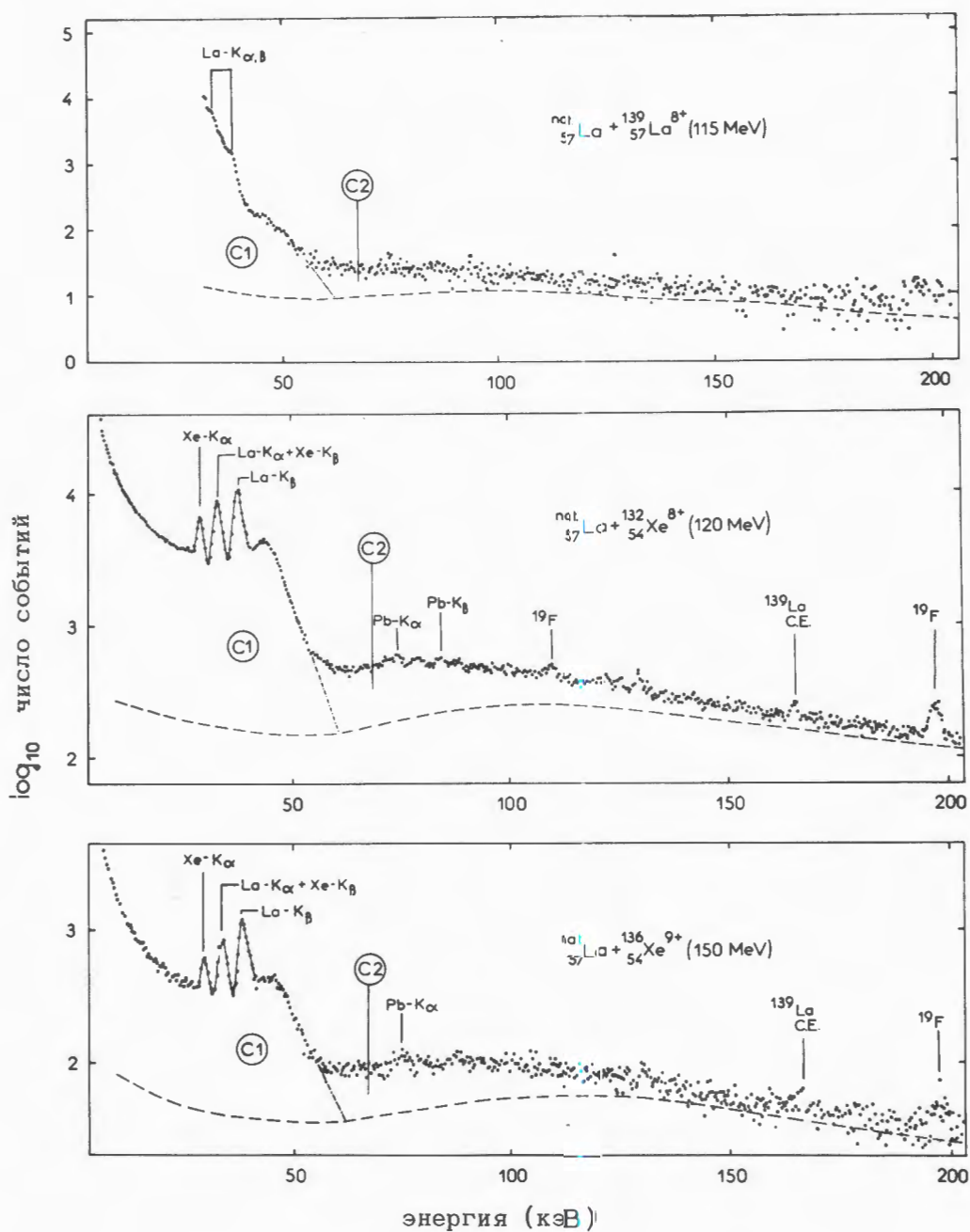
47. Элементные энергетические спектры K, Ca, Sc, Ti, V, Cr, Mn, Fe для углов регистрации 10° , 20° , 30° в реакции $^{232}\text{Th} + ^{40}\text{Ar}$. Энергия ионов ^{40}Ar - 379 МэВ, стрелкой указаны кулоновские барьеры взаимодействия продуктов реакции при $r_0 = 1,44$ Фм /расчет сделан в предположении сферических форм ядер/.

Угловые распределения глубоконеупругих реакций передач резко асимметричны: легкие продукты реакции вылетают преимущественно под малыми углами. Распределения продуктов реакции по A и Z имеют максимумы вблизи A и Z исходных ядер. Эти свойства характерны для прямых реакций. В то же время кинетическая энергия продуктов реакции не зависит от исходной энергии ионов и близка к величине выходных кулоновских барьеров или даже меньше ее. В сечении образования легких продуктов наблюдаются закономерности, которые свидетельствуют об установлении за время взаимодействия частичного статистического равновесия в отношении обмена тепловой энергией и нуклонами между ядрами. Эти особенности характерны для распада составной системы. Механизм глубоконеупругих реакций передачи не имеет аналога среди реакций под действием легких бомбардирующих частиц и является специфичным для тяжелых ионов.

Изучение структуры ядра спектрометрическими методами

◇ Проведены эксперименты по наблюдению эффекта теней в реакциях $^{238}\text{U}(^{12}\text{C}, f)$; $^{238}\text{U}(^{16}\text{O}, f)$; $^{238}\text{U}(^{22}\text{Ne}, f)$ при использовании монокристаллической мишени UO_2 . Получены предварительные данные по средним делительным ширинам возбужденных составных ядер с $Z = 92 \div 102$, соответствующие временам жизни $\sim 10^{-17} - 10^{-18}$ /с, которые существенно превышают теоретические оценки времен жизни составных ядер. Проводится теоретический анализ полученных результатов.

◇ Выполнена работа по систематизации экспериментальных данных по интенсивностям и временам заселения ротационных полос в реакциях образования состав-



48. Спектр характеристических рентгеновских лучей / $Z = 54, 57$ / и квазимолекулярного излучения / C1, C2; $Z' = 111, 114$ / , возбуждаемых в столкновениях $\text{La} + \text{Xe}$ и $\text{La} + \text{La}$.

ного ядра с тяжелыми ионами в области редкоземельных ядер. Рассмотрен количественно вопрос о корреляции среднего спина заселяемого уровня полосы $\sqrt{\langle I^2 \rangle}$ и среднего углового момента составного ядра $\sqrt{\langle l^2 \rangle}$. Показано систематическое уменьшение отношения $\sqrt{\langle I^2 \rangle} / \sqrt{\langle l^2 \rangle}$ с увеличением массы бомбардирующих ионов. Сделаны расчеты распределения ядер по угловому моменту и энергии возбуждения на стадии после испарения нейтронов для фиксированного конечного продукта. Продолжены эксперименты по измерению приведенных вероятностей электромагнитных переходов для вращательных состояний редкоземельных изотопов, образующихся в реакциях с тяжелыми ионами. В области сильного изменения зависимости момента инерции от энергии /бэкбендинга/ обнаружено небольшое торможение переходов для ряда ядер.

◇ Продолжались исследования квазимолекулярных рентгеновских спектров тяжелых и сверхтяжелых квазимолекул, образующихся в столкновениях тяжелых ионов. Проводились эксперименты с ионами Ni, Kг, Nb, Хе, La и Вi при энергиях ионов около 1 МэВ/нуклон и исследовались электронные состояния квазимолекулярных систем с эффективным ядерным зарядом $Z = 56, 72, 82, 110, 114$ и 166. На рис. 48 представлены в качестве примера полученные в экспериментах с ионами Хе и La сплошные спектры квазимолекулярных рентгеновских лучей, испускаемых системами с $Z_{эфф} = 110$ и 114. Экспериментально показана двухкомпонентная структура квазимолекулярных спектров. Высокоэнергетическая компонента вызвана квазимолекулярным КХ-излучением, т.е. переходами на $1s\sigma$ -состояние, а низкоэнергетическая часть спектра - промежуточными ЛК-переходами на $2p\sigma$ -состояние квазимолекул. Появление структурных эффектов в квазимолекулярных спектрах указывает на при-

менность адиабатической модели образования квазимолекулярных и квазиатомных состояний в столкновениях тяжелых ионов. С помощью ионов от Ni до La широко исследовались сечения образования отдельных компонент рентгеновских спектров, форма и граничная энергия сплошных спектров, угловые распределения испускаемых квантов. Установлены угловые анизотропии спектров и их сильная зависимость от энергии квантов. В случае Ni+Ni максимум анизотропии наблюдается при энергии квантов, соответствующей энергии КХ-лучей двойной системы, т.е. квазиатома с $Z = 56$. Проведены первые эксперименты по определению вероятности образования К-вакансий в столкновениях Вi+Вi при энергии ионов 140 и 170 МэВ. Она оказалась почти на 5 порядков меньше, чем в случае столкновений Nb+Nb. Поэтому дальнейшее исследование квазимолекулярных спектров в далекой области сверхтяжелых квазиатомов / $Z \sim 160$ / требует существенного улучшения фоновых условий в экспериментах.

◇ С помощью Ge(Li) - и NaJ(Tl) - детекторов измерялись гамма-спектры и спектры гамма-гамма-совпадений в реакциях $^{120,122,124}\text{Sn}(^{12}\text{C}, 6n)^{126,128,130}\text{Ba}$ и $^{162}\text{Dy}(^{12}\text{C}, 6n)^{168}\text{Hf}$ на пучке ионов ^{12}C с энергией 110 МэВ. Получены сведения о распределении спинов возбужденных состояний нейтронодефицитных ядер Ва и Hf, их структуре и проведена идентификация состояний.

Экспериментальная аппаратура и научно-прикладные работы

◇ Проведены работы по автоматизации физических экспериментов с использованием ЭВМ "Минск-32" и ТРА и по со-

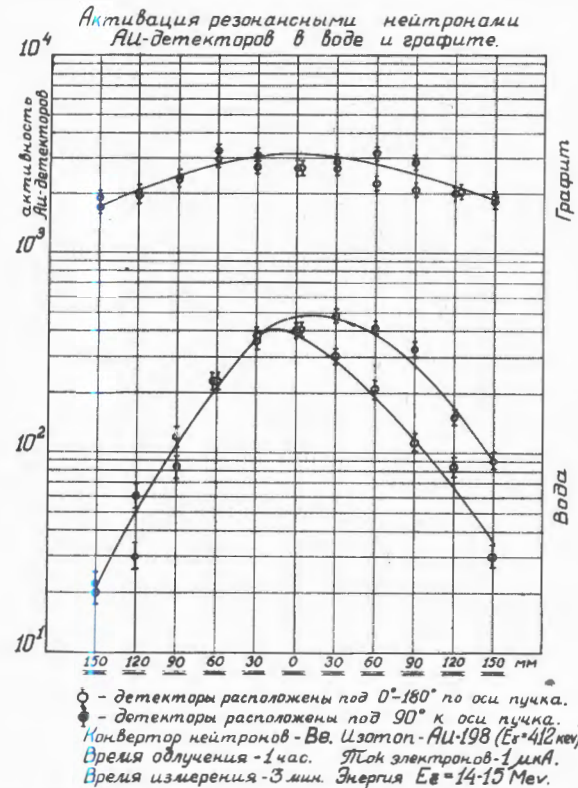
зданию автоматизированной системы сбора данных о параметрах ускорителя МЗИ с использованием ЭВМ PDP-8/1.

В стандарте КАМАК разработаны два прецизионных амплитудных кодировщика, разработаны и изготовлены контроллеры для ЭВМ "Минск-32", ТРА/1 и PDP-8/1, блоки многомерного анализа, таймер, адаптер КАМАК для подключения внешних устройств. Изготовлена аппаратура визуального контроля за качеством пучка ускорителя и система стабилизации интенсивности. Для изучения глубоконепругих реакций взаимодействия сложных ядер изготовлена аппаратура и создано математическое обеспечение, позволяющие проводить эксперименты на линии с ЭВМ "Минск-32". Аппаратура дает возможность регистрировать и обрабатывать двумерные спектры, получаемые при использовании магнитного спектрометра и метода $\Delta E \times E$.

◇ Разработаны и изготовлены 9 рентгеновских спектрометров с высоким разрешением.

◇ Для проведения работ по рентгенофлуоресцентному анализу 8 спектрометров было передано в различные организации.

Совместно с Норильским горно-металлургическим комбинатом внедрен метод анализа руд и продуктов цветной металлургии, совместно с ГЕОХИ АН СССР выполнен анализ уникальных образцов /лунные образцы, образцы из Антарктиды/, совместно с Дальневосточным научным центром АН СССР выполнен анализ шельфовых пород, совместно с Всесоюзным научно-исследовательским институтом ядерной геологии и геохимии метод применялся для анализа образцов из сверхглубоких скважин и т.д. 2000 образцов были использованы для оценки применимости рентгено-флуоресцентного анализа в медицине, биологии, экологии, технологии производства сплавов и т.д.



49. Сравнительные характеристики замедлителей /вода, графит/ при активации резонансными нейтронами Аи-детекторов на микротроне Лаборатории ядерных реакций.

Создано математическое обеспечение для ЭВМ "Минск-32" по многоэлементному анализу.

◇ На микротроне изучены различные конверторы нейтронов /Ве, Zr, Рb и U / и замедлители /вода и графит/. Показано, что микротрон в сочетании с графитовым замедлителем существенно повышает чувствительность активационного анализа для целого ряда элементов.

◇ Разработана методика изготовления ядерных фильтров из пластических материалов, способных работать в условиях сильно агрессивных химических сред и высоких температур. Исследована воз-

	ЭТАЛОН	конвертеры нейтронов				
	Cf-252	Be	Zr	Pb	U _{ест}	Pb
размеры конверторов, мм	d-4 ℓ-6	d-50 ℓ-100	d-50 ℓ-50	d-50 ℓ-50	d-50 ℓ-3	d-50 ℓ-3
выход, n/сек·4π	154·10 ⁸	20·10 ⁸ (2α,1)	34·10 ⁸ (2α,1)	21·10 ⁸ (2α,1)	13·10 ⁸ (2α,1)	26·10 ⁸ (2α,1)

$$E_n - 14 \cdot 15 \text{ Mev}, J_n - 1 \text{ мкА.}$$

50. Интегральный выход фотонейтронов на микролоне Лаборатории ядерных реакций при использовании различных конверторов / d - диаметр цилиндрических конверторов; ℓ, δ - их длина/.

возможность использования ионов углерода и кислорода для производства ядерных фильтров. Разработана методика изготовления ядерных фильтров из лавсановой пленки с порами 0,03 - 0,1 мкм.

◇ На внутреннем пучке ускорителя У-300 проведено исследование радиационного распухания образцов никеля и нержавеющей сталей. Плотность числа пор и их параметры оказываются такими же, как и в материалах, подвергшихся длительному облучению в реакторах на быстрых нейтронах.

Разработки
в области ускорителей

◇ В ОИЯИ создается четырехметровый изохронный циклотрон тяжелых ионов

/У-400/, который позволит получать интенсивные пучки ионов от Ne до Xe включительно с максимальной энергией $E =$

$$= 725 \frac{Z^2}{A^2} \text{ МэВ/нуклон. Подготовлен}$$

полный технический проект У-400. Ведется изготовление электромагнита ускорителя. Смонтирована нижняя балка весом 750 т, изготовлено 10 секций основной обмотки электромагнита. Разработан пусковой минимум для ускорителя У-400.

◇ Ведутся работы по созданию изохронного циклотрона У-200 для ПНР. Закончены магнитные измерения и сформировано изохронное магнитное поле при уровне магнитного поля в центре 21,5 кЭ, что позволит ускорять тяжелые ионы вплоть до аргона включительно до энергий $E =$

$$= 178 \frac{Z^2}{A^2} \text{ МэВ/нуклон.}$$

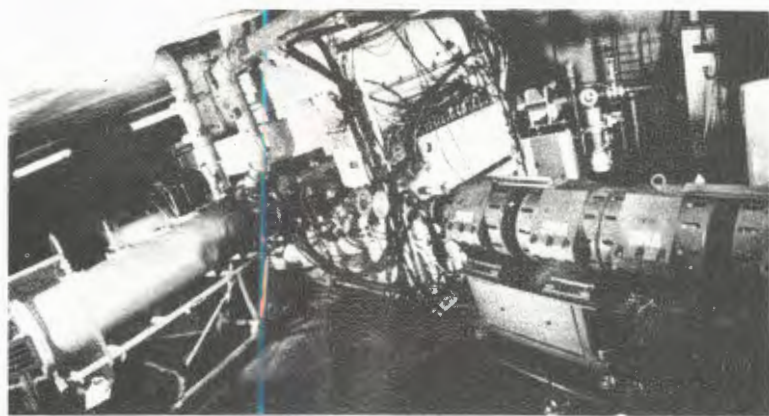
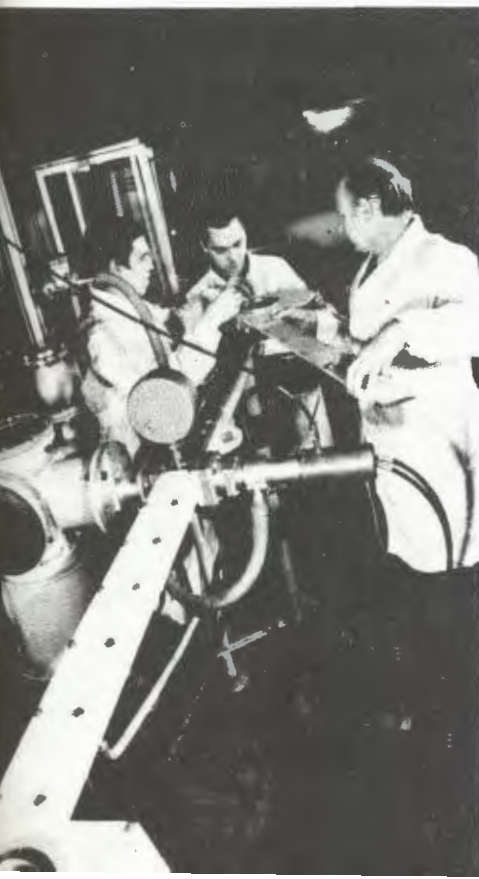
◇ Основные физические эксперименты в истекшем году проводились на ускорителе У-300, время работы которого на физические и химические исследования составило 5200 ч. Интенсивность пучков ионов Ti, Cr, Mn, Fe, используемых в работах по синтезу элементов с $Z > 104$, равнялась $5 \div 10 \cdot 10^{11}$ частиц/с.



Для синтеза и изучения короткоживущих спонтанно делящихся изотопов элементов 106, 107 применялась специальная установка, позволяющая регистрировать спонтанно делящиеся ядра с $T_{1/2} \geq 0,3$ мс при сечениях $\geq 10^{-35}$ см² и определять периоды их полураспада.



Для уменьшения фона спонтанного деления долгоживущих изотопов была создана установка с лентой-сборником длиной в несколько сотен метров. С ее помощью в реакции $^{246}\text{Cm} + ^{180}$ повторно синтезирован изотоп курчатовия ^{260}Ku с периодом полураспада $T_{1/2} = 0,08 \pm 0,02$ с.



Усовершенствование ионного источника позволило впервые получить на циклотроне У-300 пучок ионов ^{48}Ca с энергией ≈ 260 МэВ и интенсивностью $\sim 10^{12}$ частиц/с.



Группа сотрудников лаборатории отбирает образцы метеоритов для работ по поиску сверхтяжелых элементов в природе.



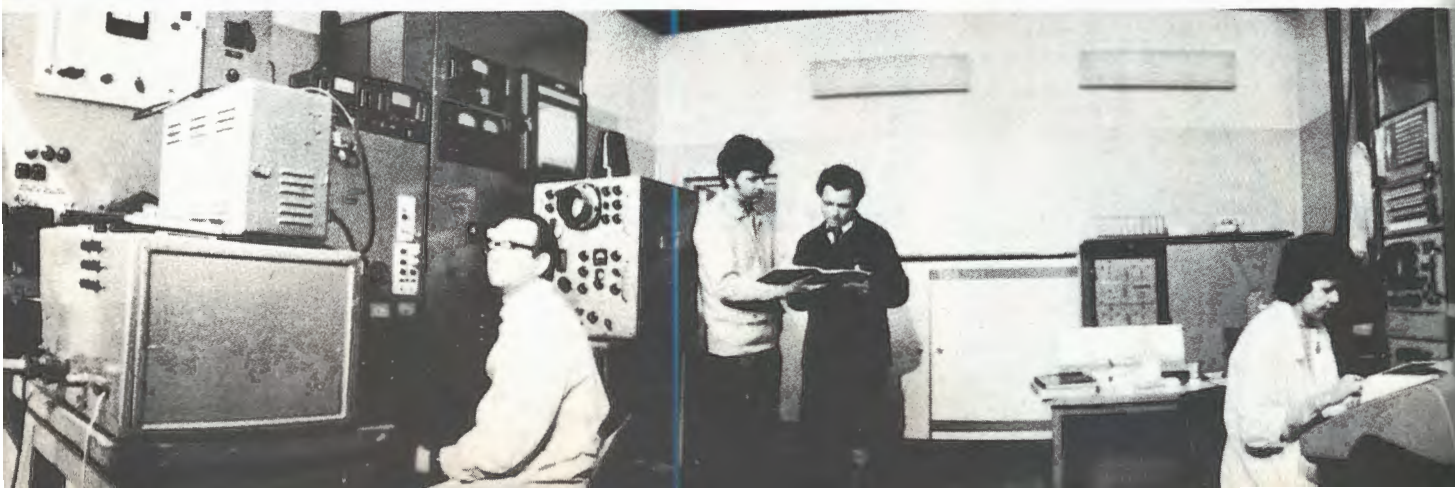
Продолжались эксперименты по поиску долгоживущих сверхтяжелых элементов в природе с использованием нейтронного детектора, установленного в соляной шахте.

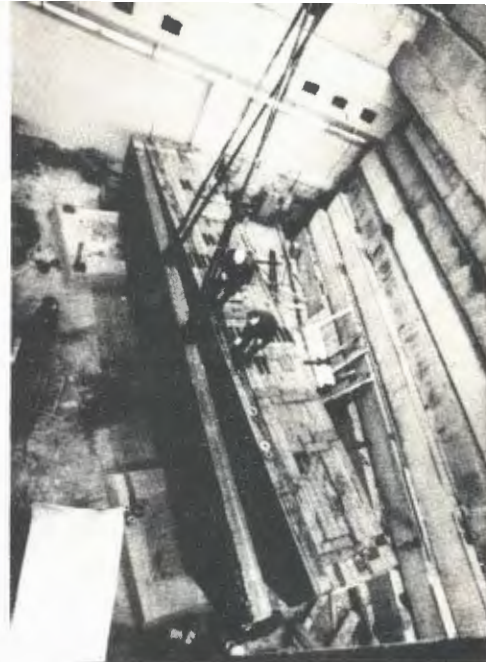


Исследованы квази-молекулярные рентгеновские спектры тяжелых и сверхтяжелых квазимолекул с эффективным зарядом от $Z=56$ до $Z=166$. Ведется подготовка аппаратуры к очередному эксперименту.

На микротроне с использованием графитового замедлителя проводится многоэлементный активационный анализ различных материалов.

Пульт микротрона и ЭВМ ТРА-1, используемая для многоэлементного анализа образцов.



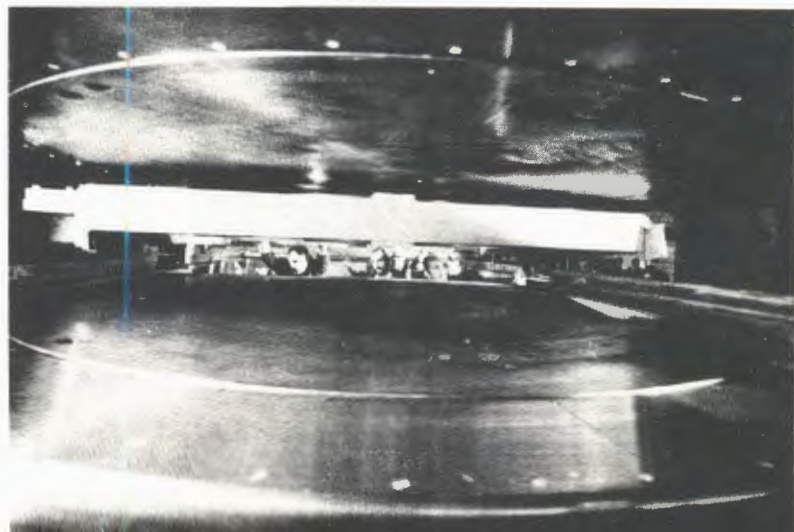


Уникальные возможности открывают пучки тяжелых ионов для создания прецизионных ядерных фильтров, способных работать в напряженных условиях высоких температур и агрессивных сред. На увеличенной фотографии участка ядерного фильтра можно рассмотреть его структуру.

В Лаборатории ядерных реакций совместно с ЦЭМом создается четырехметровый изохронный циклотрон У-400, предназначенный для ускорения интенсивных пучков ионов различных элементов от углерода до ксенона включительно. Изготавливается электромагнит ускорителя.



Ведутся работы по созданию изохронного циклотрона У-200П для Польской Народной Республики. Проведены магнитные измерения и сформировано изохронное магнитное поле. Уровень магнитного поля в центре равен 21,5 кЭ.



Лаборатория нейтронной физики

Основная деятельность Лаборатории нейтронной физики в 1975 году была направлена на проведение исследований свойств ядер, фундаментальных свойств нейтрона и конденсированных сред, на сооружение мощного реактора ИБР-2 с ускорителем-инжектором ЛИУ-30 и на подготовку физических экспериментов на ИБРе-2.

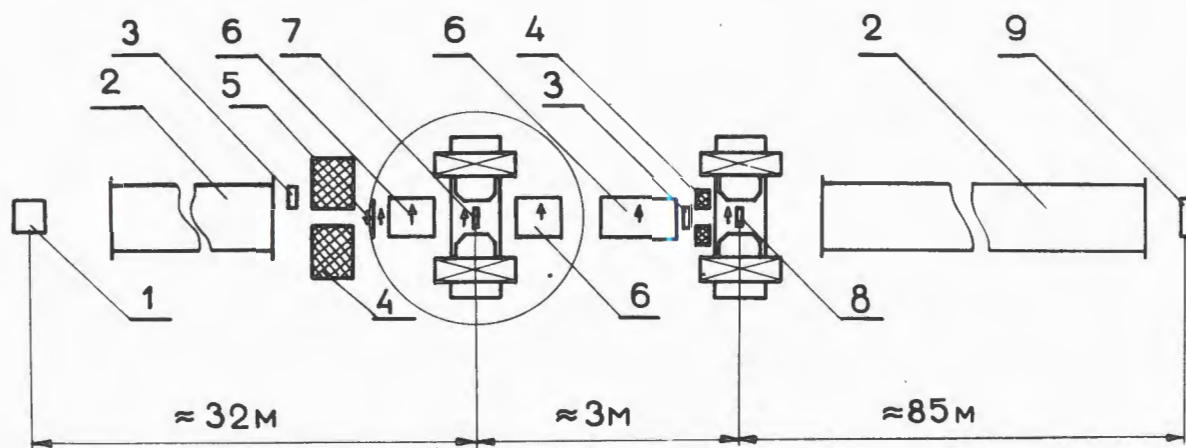
Введены в эксплуатацию крупные физические установки: поляризованная протонная мишень для экспериментов с поляризованными нейтронами и спектрометр малоуглового рассеяния нейтронов для исследования сложных соединений и биологических объектов.

Выполнен большой объем строительных и монтажных работ по пусковому минимуму для реактора ИБР-2.

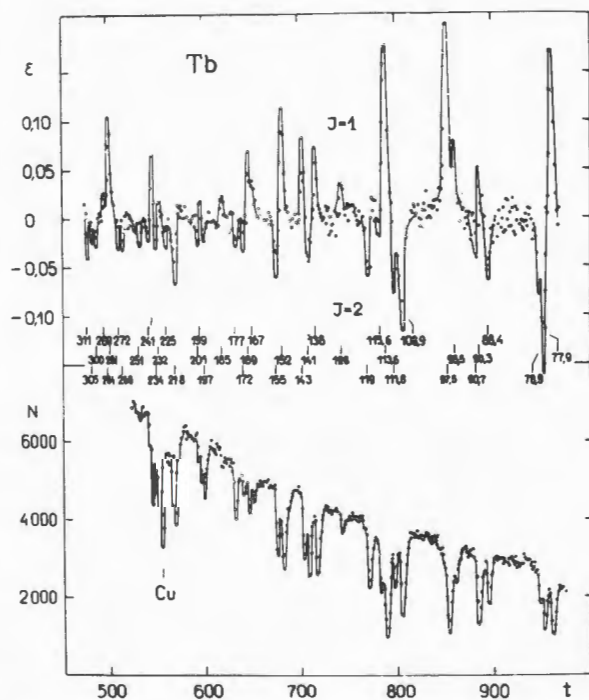
Научно-исследовательские работы

Спиновая зависимость нейтронных сечений ядер

◇ *Пропускание поляризованных нейтронов* через поляризованную мишень металлического тербия измерено в широком интервале энергий до 100 кэВ с помощью усовершенствованной установки /рис. 51/ "Поляризованная протонная мишень" и криостата с растворением гелия-3 в гелии-4. На рис. 52 внизу показан участок полученного экспериментального спектра и вверху - величина изменения пропускания /эффект пропускания $\epsilon = (N_p - N_a) / (N_p + N_a)$ / при перевороте направления поляризации нейтронов. Знак величины ϵ непосредственно определяет спин резонанса J. Получены спины 66 резонансов тербия до энергии 300 эВ. Впервые измерена спи-



51. Схема установки для экспериментов с поляризованными нейтронами и ядрами. Основные узлы: 1 - активная зона реактора, 2 - нейтронотвод, 7 - вращающийся магнит с поляризованной протонной мишенью ЛМН, 8 - криостат с растворением ${}^3\text{He}$ в ${}^4\text{He}$, 9 - детектор.



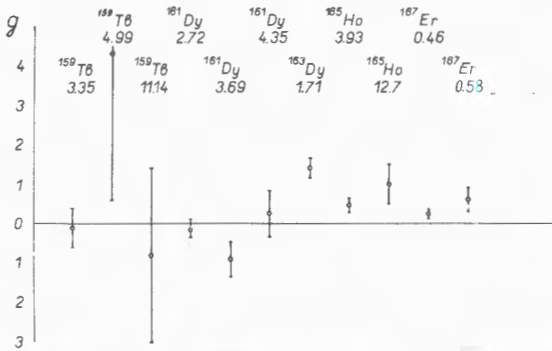
52. Участок экспериментального спектра /внизу/ и спиновый эффект ϵ /вверху/, полученные в измерениях пропускания поляризованных нейтронов через поляризованную мишень тербия / t - канал временного анализатора/.

новая зависимость усредненного полного сечения тербия при энергии до 100 кэВ и установлена наиболее точная оценка возможного спинового эффекта в нейтронной силовой функции тербия: $(S^+ - S^-) / \langle S \rangle \leq 5\%$.

◇ Зависящие от спина амплитуды рассеяния тепловых нейтронов ядрами тербия измерены методом дифракции нейтронов на антиферромагнитном Tb Ag с применением криостата с растворением гелия-3 в гелии-4. Для разности амплитуд получено значение $a^+ - a^- = -0,35 \pm 0,14$ Фм, соответствующее спин-некогерентному сечению рассеяния 5 ± 4 мб. Результат свидетельствует в пользу вклада в тепловое сечение отрицательного уровня, имеющего спин $J = 2$.

Магнитные моменты компаунд-состояний ядер

Впервые выполнены измерения магнитных моментов резонансов тербия и гольмия, которые проводились методом сдвига резонансной энергии за счет сверхтонкого магнитного взаимодействия



53. Значения g -факторов нейтронных резонансов редкоземельных ядер, исследованных в ЛНФ.

в ядерных мишенях, ориентированных при сверхнизких температурах. Для резонансов тербия 3,35; 4,99 и 11,1 эВ измеренные магнитные моменты равны $-0,2 \pm 1,0$; $4,3 \pm 3,7$ и $-1,7 \pm 4,4$ ядерн. магн., для резонансов гольмия 3,93 и 12,7 эВ соответственно $1,8 \pm 0,7$ и $3,9 \pm 1,9$ ядерн. магн.

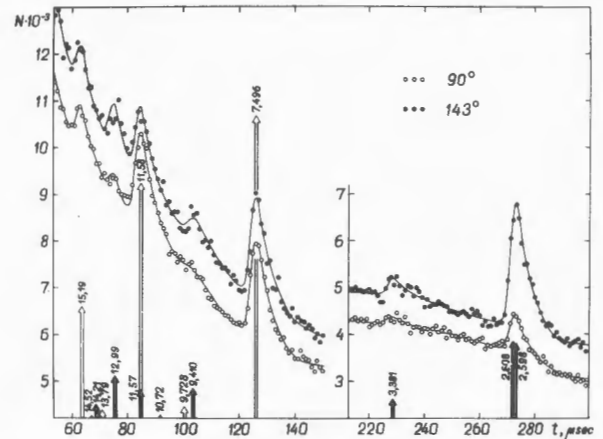
Проведен анализ этих и ранее полученных в Лаборатории нейтронной физики результатов по g -факторам компаунд-состояний редкоземельных ядер. Сводка результатов дана на рис. 53. Среднее экспериментальное значение $g_{\text{э}} = 0,34 \pm 0,20$ найдено согласующимся с проведенным в ЛНФ расчетом по статистической теории: $g_{\text{T}} = 0,40$. Среднеквадратичное отклонение $\Delta g_{\text{э}} = 0,51 \pm 0,20$ указывает на сравнительно высокую величину флуктуаций магнитных моментов нейтронных резонансов.

Угловые распределения рассеяния нейтронов

Начато изучение угловой зависимости рассеяния нейтронов в p -волновых нейтронных резонансах ядер. Для ^{89}Y измерены несколько резонансов с энерги-

ей до 25 кэВ. Пример полученных спектров показан на рис. 54 /углы рассеяния равны 90° и 143° /. p -волновые резонансы /обозначенные на рисунке черными стрелками/ проявляют асимметрию рассеяния, изучение которой позволило для нескольких резонансов выделить вклады отдельных спиновых каналов реакции, не различимые в обычно проводимых экспериментах. Нейтронные ширины Γ_{n}^- -резонансов со спином $J=1$, соответствующие каналу со спином $1-1/2$, оказались заметно больше ширины второго спинового канала $1+1/2$: $\Gamma_{\text{n}}^- / (\Gamma_{\text{n}}^- + \Gamma_{\text{n}}^+) \approx 0,8$.

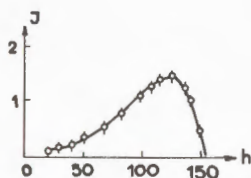
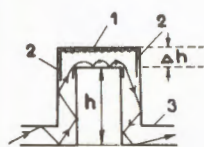
Эти результаты являются первыми данными о вкладе отдельных спиновых каналов в сечение образования составного ядра, полученными методом рассеяния нейтронов.



54. Экспериментальные спектры рассеяния нейтронов в зависимости от времени пролета для s - и p -волновых резонансов иттрия. Спектр под углом 143° сдвинут вверх на 500 отсчетов для удобства рассмотрения.

Ультрахолодные нейтроны

◇ Хранение УХН в медных и стеклянных сосудах исследовалось в совместной работе с Институтом атомной энергии

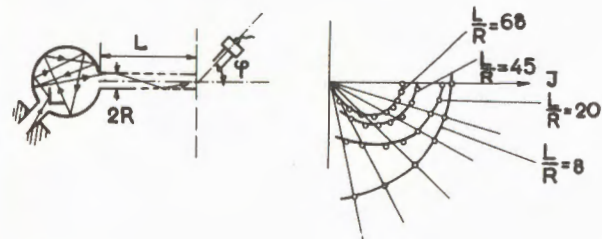


55. Дифференциальный экспериментальный спектр УХН. Изменение высоты h на 25 см соответствует интервалу энергии 25 нэВ.

им. И.В.Курчатова /Москва/. Измерения в медных сосудах, выполненные в разных энергетических интервалах с шагом $10 \div 25$ нэВ, подтвердили обнаруженный ранее факт аномально большого поглощения. Установлено, что время жизни УХН в стеклянных сосудах не зависит от температуры в диапазоне от -100° до $+300^\circ$ С.

♦ Энергетические спектры и угловое распределение УХН измерялись в совместной работе с ИАР /Дмитровград/ на реакторе СМ-2. Пример дифференциального спектра показан на рис. 55, разрешение достигало 10^{-8} эВ. Угловое распределение УХН на выходе нейтронотводов найдено выстроенным вдоль оси /рис. 56/. При прохождении сферической полости направленные распределение разрушалось, но при последующем распространении УХН по трубе восстанавливалось вновь.

Измерено время удержания нейтронов в большом, объемом 230 л, сосуде из



56. Измерение угловой направленности УХН: о - угловое распределение УХН на разных расстояниях от сферической полости.

нержавеющей стали, получено значение $\tau = 47 \pm 2$ с. При подъеме этого сосуда на высоту 128 см τ увеличивалось до 104 с из-за изменения энергетического спектра под влиянием поля тяжести Земли.

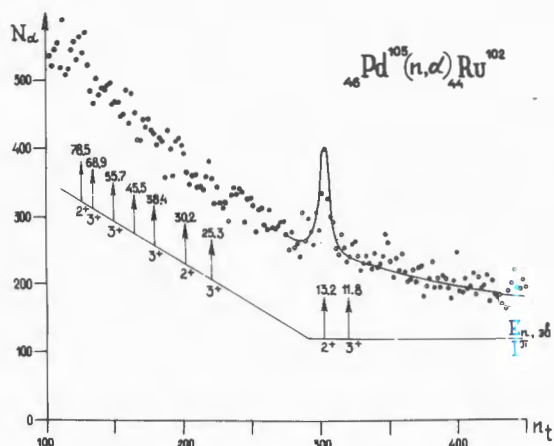
♦ В ходе создания установки "Тристом" для измерения э.д.м. нейтрона изготовлена вакуумная камера, испытаны магнитный экран и высоковольтный источник напряжения. Достигнут уровень неоднородности и стабильности остаточного магнитного поля $3 \div 4 \cdot 10^{-5}$ Э. Предложены три типа затворов для УХН, основанные на отражении нейтронов от намагниченной ферромагнитной пленки.

♦ Выполнены теоретические работы, посвященные анализу различных возможных причин аномалии во времени хранения ультрахолодных нейтронов.

Альфа-распад резонансных состояний ядер

Продолжен поиск α -реакции на резонансных нейтронах в области ядер с массовым числом вблизи $A \sim 110$. Зарегистрирована α -реакция на изотопной мишени ^{105}Pd /рис. 57/. Альфа-ширина резонанса 13,2 эВ найдена равной $\Gamma_\alpha = 1,3 \pm 0,2 \cdot 10^{-7}$ эВ. Для семи резонансов с энергией ниже 78,5 эВ получены верхние оценки значений Γ_α .

Проведены тщательные исследования альфа-распада нейтронного резонанса самария-147, $E_0 = 3,42$ эВ, с целью уточнения значения Γ_α , являющейся опорной константой /эталонном/ в измерениях α -реакции на других ядрах. Использован новый метод сравнения выхода альфа-частиц из реакции $^{147}\text{Sm}(n, \alpha)$ с выходом тритонов из реакции $^6\text{Li}(n, t)$ при одновременной регистрации альфа-частиц и тритонов одним и тем же детектором.



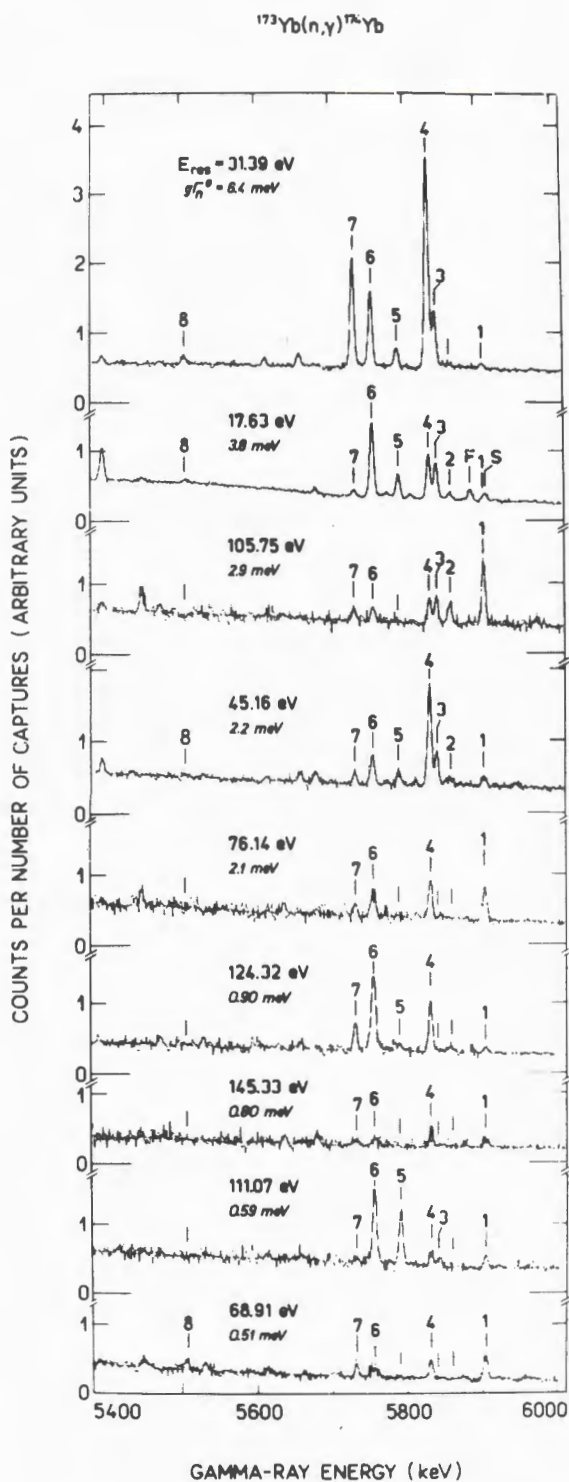
57. Временной спектр α -реакции под действием резонансных нейтронов на изотопе ^{105}Pd . Цифры над стрелками - энергии резонансов в эВ.

Получено значение $\Gamma_\alpha = 1,8 \pm 0,2$ мкэВ. Неопределенность измерения этой константы ранее достигала 40%.

Гамма-распад нейтронных резонансов

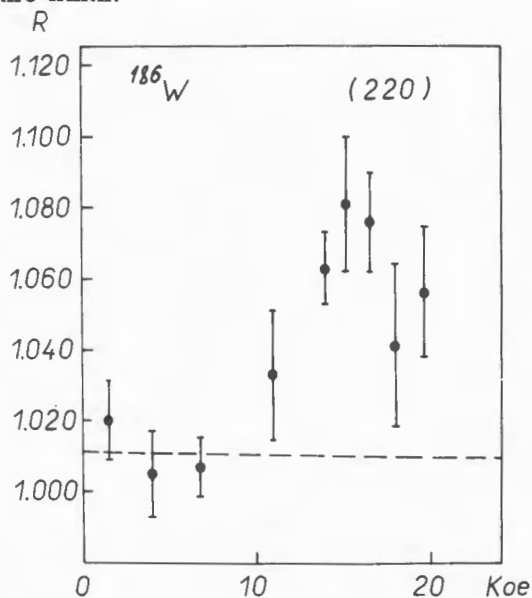
Методом времени пролета с разрешением 70 нс/м измерены гамма-спектры из 9 резонансов ^{173}Yb на обогащенной мишени Yb_2O_3 , показанные на рис. 58. Анализировались интенсивности девяти первичных переходов на уровни с энергией ниже 2000 кэВ. Найдена статистически достоверная корреляция между приведенными нейтронными ширинами и парциальными радиационными ширинами /коэффициент корреляции $R = +0,40/$.

58. Спектры гамма-лучей в резонансах ^{173}Yb . Энергия гамма-лучей E_γ дана в кэВ; E_0 , энергия нейтронов, - в эВ; $g\Gamma_n$, приведенная нейтронная ширина, - в мэВ.



Взаимодействие нейтрон-электрон

Исследование дифракции поляризованных тепловых нейтронов на монокристалле вольфрама-186 в магнитном поле продолжалось в совместной работе с Институтом ядерной физики /Ржеж, ЧССР/. Подтвержден эффект аномального роста поляризационного отношения для отражения /220/ в области поля 15 ± 20 кЭ /рис. 59/. Измерения ведутся с целью выяснения природы обнаруженного ранее дополнительного рассеяния, дающего вклад в брэгговские пики.

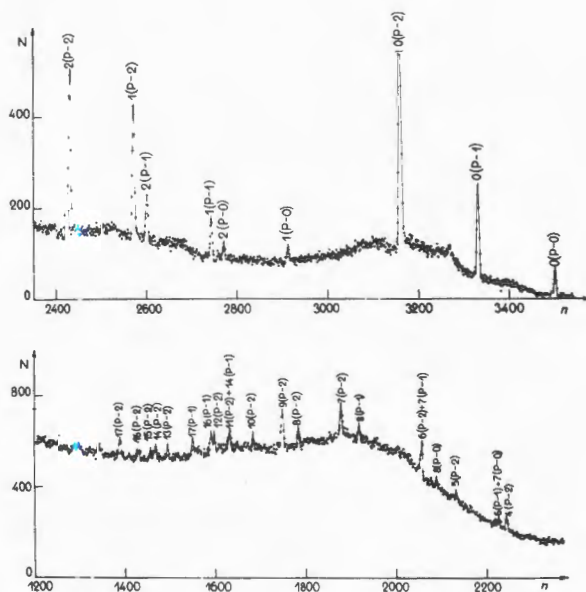


59. Поляризационное отношение R в зависимости от магнитного поля для отражения /220/ нейтронов от монокристалла вольфрама-186. Пунктир - результат расчета.

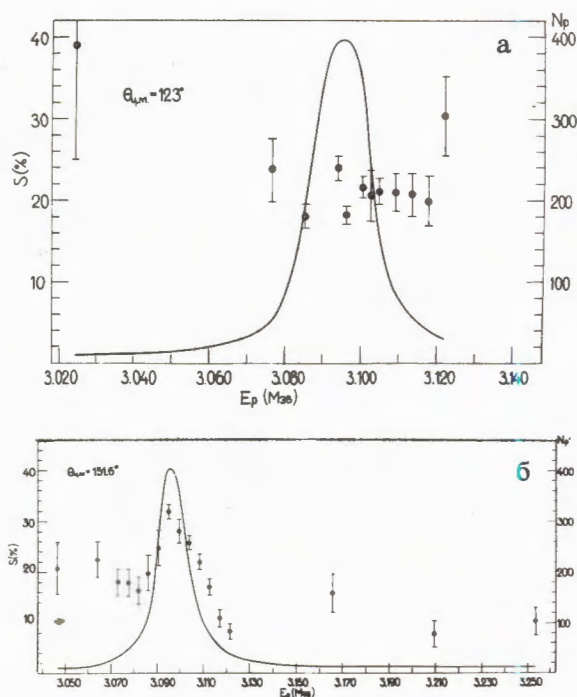
Ядерные реакции с заряженными частицами

◇ Радиационный захват протонов на ^{89}Y исследован в области энергий протонов 2,2-3,4 МэВ с помощью электростатиче-

ского ускорителя ЭГ-5 и Ge(Li) детектора объемом 37 см^3 . Измерялись спектры гамма-квантов высокоэнергетических переходов, усредненные по энергии возбуждения составного ядра в диапазоне 1,2 МэВ. Пример спектров дан на рис. 60. Пики пронумерованы в соответствии с порядком расположения уровней, заселяемых этими переходами. Символы с буквой r обозначают двухкратный, однократный вылет и полное поглощение γ -кванта. Для ядра-продукта ^{90}Zr получены энергии, спины и четности 17 уровней, для некоторых из них - впервые. Результаты работы свидетельствуют, что спектроскопия методом усредненных резонансов, предложенная для изучения реакций, возбуждаемых нейтронами, перспективна и для изучения радиационного захвата протонов, в особенности в области массовых чисел $A = 80-100$.



60. Усредненный спектр первичных гамма-квантов из реакции радиационного захвата протонов ядрами иттрия-89, n - номер канала шириной 3 кэВ.



61. Энергетическая зависимость вероятности переворачивания спина протона при неупругом рассеянии на ^{28}Si : а/ под углом 123° с.ц.м.; б/ под углом $151,6^\circ$ с.ц.м.

◇ В реакции $^{28}\text{Si}(p, p')$ измерены энергетические и угловые зависимости вероятности "спин-флипа" протонов и дифференциальное сечение неупругого рассеяния в районе резонансов при энергии протонов 3,095 и 3,334 МэВ. Изменение ориентации спина протона /спин-флип/ происходит только при появлении гамма-квантов мультипольности E2, испускаемых перпендикулярно плоскости реакции. Это позволило регистрировать спин-флип с помощью измерения спектров протонов в совпадении с соответствующими гамма-квантами. Эксперименты показали, что энергетическая зависимость вероятности переворачивания спина может иметь как резонансный /рис. 61а/, так и нерезонансный /рис. 61б/ характер в зависимо-

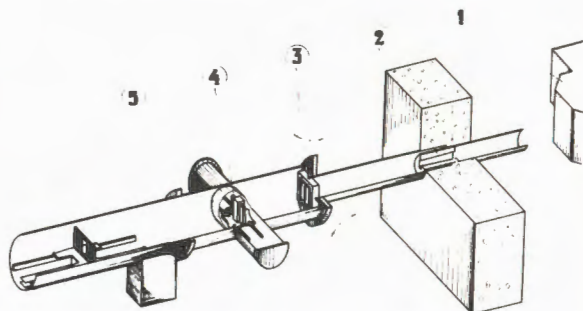
сти от угла наблюдения в системе центра масс.

Полученный результат является отклонением от теоретически ожидаемого нерезонансного поведения для изолированного уровня и интерпретируется как следствие интерференционных эффектов при появлении дополнительных механизмов образования составного ядра.

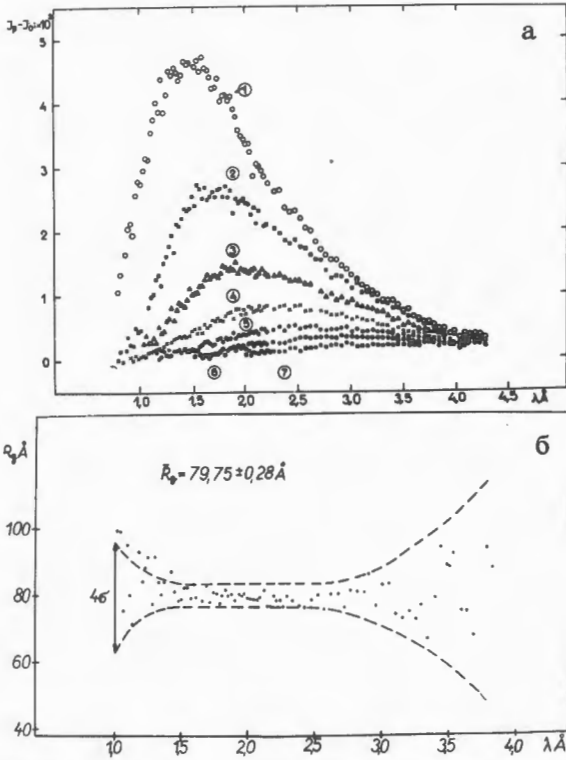
Исследование биологических объектов

◇ Испытан спектрометр малоуглового рассеяния нейтронов по методу времени пролета и начата его регулярная эксплуатация. В состав спектрометра /рис. 62/ входят: коллиматоры /на расстоянии 7,7 и 22 м от ИБРа/, образец с регулировкой температуры в диапазоне $-5 \div +100^\circ\text{C}$ от внешнего термостата и камера детекторов /на расстоянии 12,8 м от образца/.

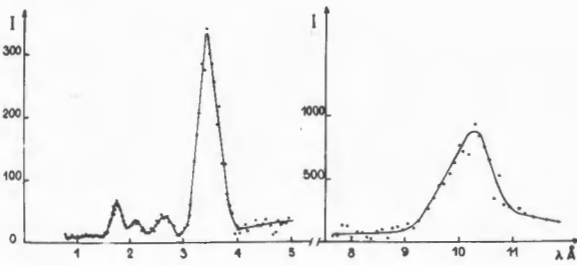
На рис. 63 показаны экспериментальные данные исследования раствора 50S субчастицы рибосомы E.Coli для семи углов рассеяния $/5 \cdot 10^{-3} \div 16,04 \cdot 10^{-3} \text{ рад}/$. Точность полученного на основе этих данных значения радиуса инерции молекулы рибосомы $R_g = 79,75 \pm 0,28 \text{ \AA}$ лучше точности измерения $/\pm 1 \text{ \AA}/$ в других экспериментах.



62. Спектрометр малоуглового рассеяния нейтронов по методу времени пролета: 1 - реактор; 2,3 - коллиматоры; 4 - образец; 5 - детектор.



63. Малоугловое рассеяние нейтронов на растворах рибосом: а/ зависимость его интенсивности от длины волны/, б/ результат измерений радиуса инерции рибосомы.



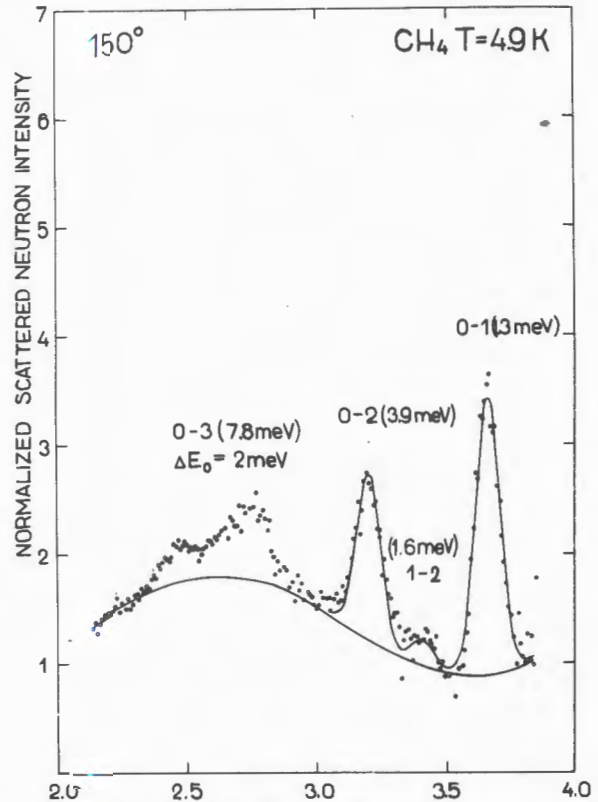
64. Нейтронограмма коллагена с увлажнением D_2O , полученная методом малоугловой дифракции. Пики соответствуют отражениям /600/, /500/, /400/, /300/, /100/.

Опыт с коллагеном /рис. 64/, обладающим нитевидной структурой с величиной периодичности $d = 630 \pm 670 \text{ \AA}$, демонстрирует предоставляемую спектрометром возможность изучения дифрак-

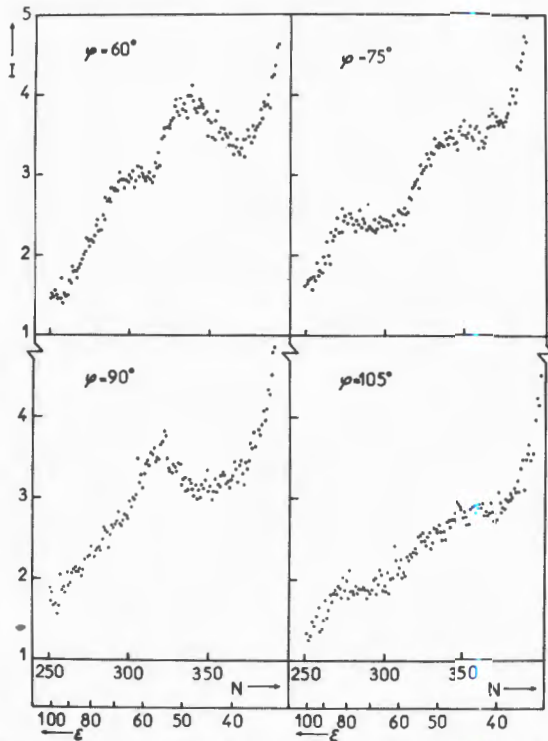
ции в структурах с большим периодом. На основе дифракционных максимумов, измеренных под углом 16.10^{-3} rad , определено значение $d: 654 \pm 6 \text{ \AA}$. Интенсивности отражений зависят от способа увлажнения образца. Результаты свидетельствуют о перспективности применения импульсного реактора ИБР и метода времени пролета для исследования малоуглового рассеяния нейтронов.

Динамика конденсированных сред

♦ В измерениях неупругого рассеяния нейтронов на метане при температуре 4,9 К, выполненных с помощью спект-



65. Пример спектра неупругого рассеяния нейтронов на поликристаллическом метане при температуре 4,9 К, полученного под углом 150° . По оси абсцисс - длина волны падающих нейтронов в \AA .

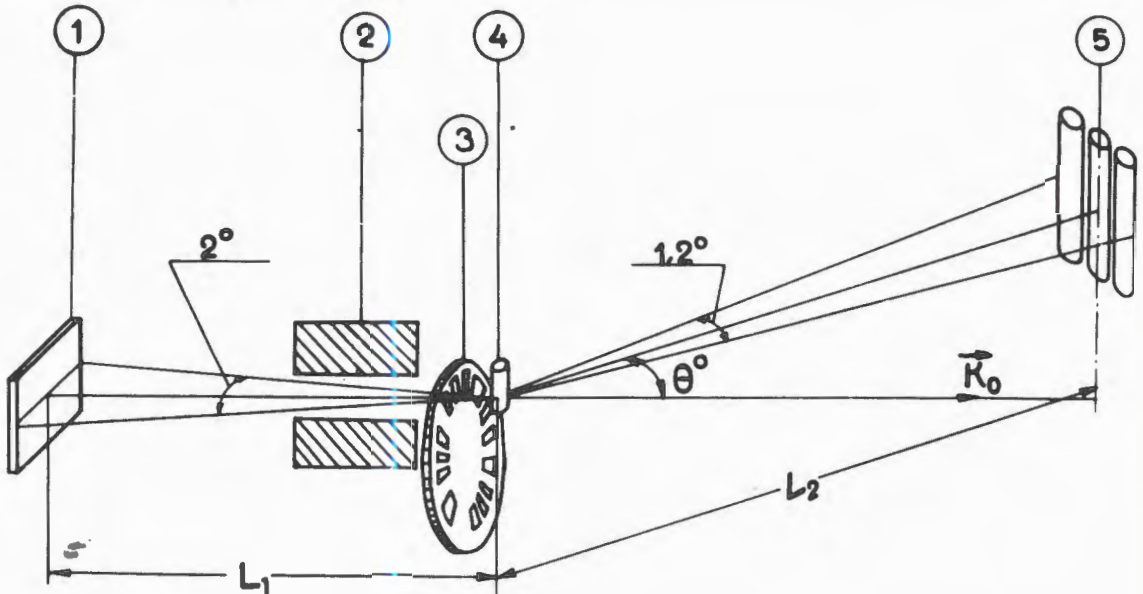


66. Пример спектров неупруго рассеянных /под углами ϕ / нейтронов на антиферромагнитном поликристаллическом образце $FeMnNi(Be)$. N - номер канала анализатора шириной 32 мкс, ϵ - переданная образцу энергия в мэВ.

рометра обратной геометрии, обнаружен новый уровень /двугорбый пик О-2 с верхней границей 7,8 мэВ на рис. 65/. Уровень интерпретируется как проявление вращательных возбуждений экситонного типа, отвечающих переносу состояний свободного квантового вращения. Ранее подобные экситоны /"молекулярные ротоны"/ были наблюдаемы только для водорода.

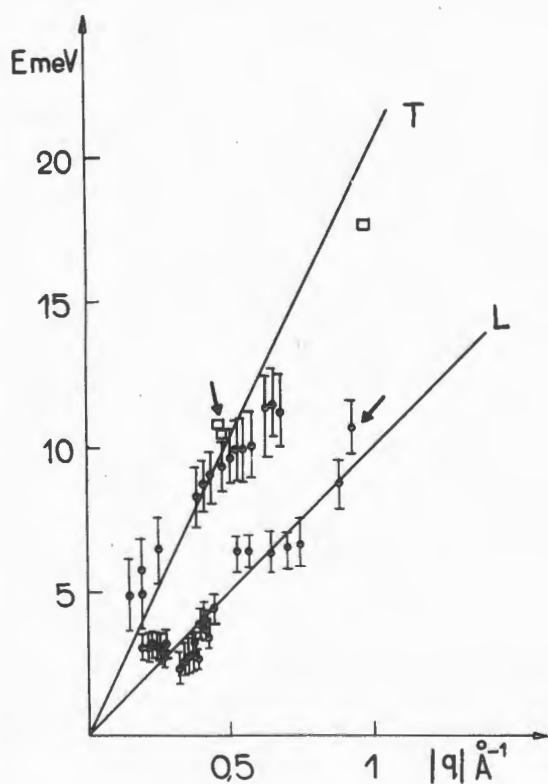
◇ Антиферромагнитные сплавы $FeMnNi(Be)$ с различным содержанием бериллия изучались с помощью рассеяния нейтронов методом времени пролета. Получены нейтронограммы и спектры неупругого рассеяния /рис. 66/. Показано, что возбуждения с энергией $\epsilon = 46$ мэВ соответствуют локализованным модам колебаний, связанным с присутствием бериллия. Пики при энергии выше 46 мэВ интерпретируются как когерентное неупругое магнитное рассеяние /магноны/, что указывает

67. Схема корреляционного спектрометра на ИБРе-30: 1 - реактор, 2 - коллиматор, 3 - прерыватель, 4 - образец, 5 - детектор.



на возможность наблюдения магнонов даже в поликристаллических образцах.

◇ *Испытан модельный вариант корреляционного спектрометра /рис. 67/ на ИБРе-30 для измерения неупругого рассеяния тепловых нейтронов. Прерывателем служил алюминиевый диск диаметром 30 см с псевдослучайной последовательностью 127 сегментов /открытых либо закрытых кадмием/. Частота вращения составляла 6000 об/мин при случайной фазе относительно частоты реактора. Накопление и предварительная обработка данных велись с помощью малой ЭВМ ТРА-1 с объемом памяти 16 К /128x128/. Измерено упругое и неупругое рассеяние нейтронов монокристаллом Al. Получены*

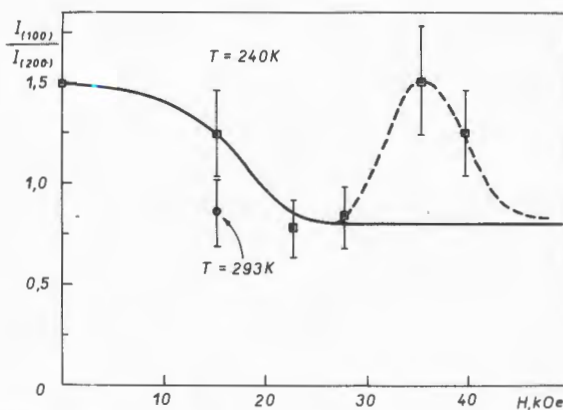


68. Зависимость энергии фононов E от абсолютного значения импульса $|q|$ для монокристалла алюминия.

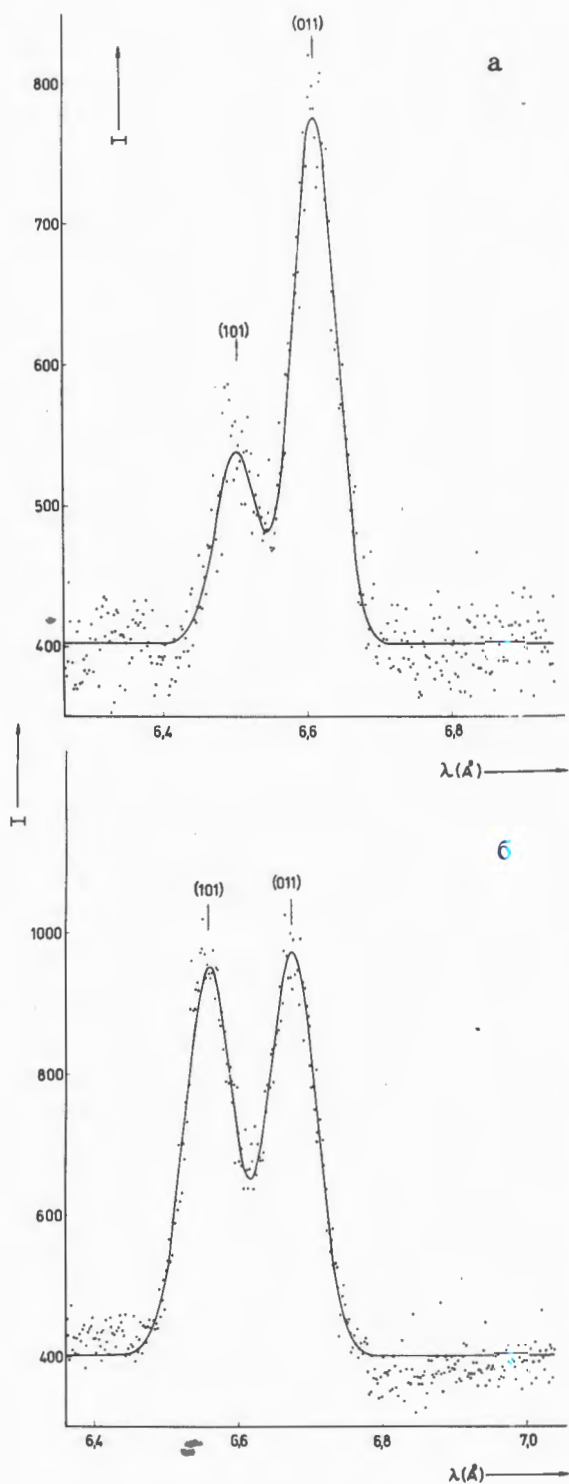
дисперсионные кривые для фононов, показанные на рис. 68. Здесь дисперсионные ветви L и T соответствуют направлению /111/ для продольной (L) и поперечной (T) компонент. Квадратами обозначены точки, ранее полученные на спектрометре ВКСН-300. Корреляционный спектрометр позволил измерить одновременно 39 фононных пиков /вместо одного на ВКСН-300/.

Нейтронोगрафия

◇ *Дифракция нейтронов на монокристалле гематита в импульсных магнитных полях изучалась при $T = 240$ К. Магнитное поле вызывает поворот вектора антиферромагнетизма от направления, параллельного оси /111/, к перпендикулярному. В условиях эксперимента это ведет к уменьшению рассеяния /сплошная кривая на рис. 69/. Обнаружено, однако, появление дополнительного рассеяния /пунктир/ с увеличением поля H до 35 кЭ. Увеличение рассеяния интерпретируется как результат возникновения особых доменов - зародышей новой фазы с размерами $10^2 \div 10^3$ /Å, которые существенно*



69. Зависимость интенсивности магнитного отражения /100/ в гематите от величины магнитного поля при $T = 240$ К.



70. Нейтронограмма в области пиков: а/ /101/ и /011/ в NdFeO_3 при температуре 300 К под углом рассеяния 95° , λ - длина волны нейтрона; б/ то же для температуры 80 К.

меньше наблюдаемых обычно 10^5 \AA / . Появление таких доменов ведет к уширению энергетического спектра нейтронов, участвующих в рассеянии.

◇ *Магнитная структура* ортоферритов PrFeO_3 и NdFeO_3 измерена с разрешением $0,6 \div 1,0\%$ методом дифракции по времени пролета на расстоянии 34 м от реактора. Для определения направления антиферромагнитной оси использовано соотношение интенсивностей отражений /011/ и /101/. Изменение этого соотношения /рис. 70/ с понижением температуры до 80°К демонстрирует поворот магнитных моментов /переход от структуры типа G_x к структуре типа G_z /.

Эксплуатация, совершенствование и развитие основных установок и аппаратуры

Реактор и ускорители

В 1975 году реактор ИБР-30 проработал на эксперимент 4200 часов, из них 1850 часов - в режиме совместной работы с инжектором-ускорителем ЛУЭ-40. Введена в эксплуатацию улучшенная система контроля и защиты реактора. Изготовлены, установлены и введены в работу новые урановые подвижные зоны. Разработана и изготовлена мишень инжектора из естественного урана. Использование этой мишени позволило увеличить мощность реактора в бустерном режиме до 11 кВт.

Электростатический ускоритель ЭГ-5 за 1975 год проработал 4176 часов. Ускоритель ЭГ-2 эксплуатировался в соответствии с потребностями эксперимента.

Измерительно-вычислительный центр (ИВЦ)

В процессе разработки аппаратуры для ИВЦ ИБРа-2 выполнено проектирование и макетирование ряда аналого-цифровых и цифровых блоков в стандарте КАМАК; установлены три малые ЭВМ; проектировалась и изготовлялась электронная аппаратура спектрометра ДИН-2, создаваемая в качестве типовой.

Выполнен цикл работ по созданию радиоэлектронной аппаратуры для реакторов: изготовлена пусковая аппаратура для ИБРа-30, разработана часть аппаратуры для проектируемых механических селекторов ИБРа-2.

Разрабатывались и проектировались спектрометрические и другие блоки для физических экспериментов на ИБРе-30 и ЭГ-5.

Эксплуатировались и совершенствовались установки действующего ИВЦ: модернизированы входные устройства анализаторов АИ-4096, достигнута взаимозаменяемость анализаторов, усовершенствована связь многомерных анализаторов с ЭВМ БЭСМ-4. ЭВМ БЭСМ-4 проработала на эксперимент и обработку данных 4300 часов.

Подготовка физических установок для ИБРа-2

Установка "Поляризованная протонная мишень", предназначенная для получения поляризованного пучка нейтронов, испытана в эксперименте по изучению спиновой зависимости нейтронного сечения

для ^{159}Tb . Кристалл LMN имел площадь 25 см^2 , поляризация протонов достигала 70%.

Введен в регулярную эксплуатацию на пучке нейтронов ИБР-30 спектрометр малоуглового рассеяния нейтронов по методу времени пролета для нейтронных исследований в области молекулярной биологии.

Испытан 20-метровый зеркальный нейтронотвод полного внутреннего отражения, изготовленный по разработанной в ЛНФ методике.

Изготовлен и установлен в нейтронный канал для испытаний рабочий макет большого корреляционного прерывателя пучка нейтронов.

Продолжалось изготовление и испытание отдельных узлов установки "Тристом" для измерения э.д.м. нейтрона с помощью УХН.

На реакторе ИБР-30 создан нейтронный канал и выполнялись работы по формированию нейтронных пучков для медико-биологических исследований.

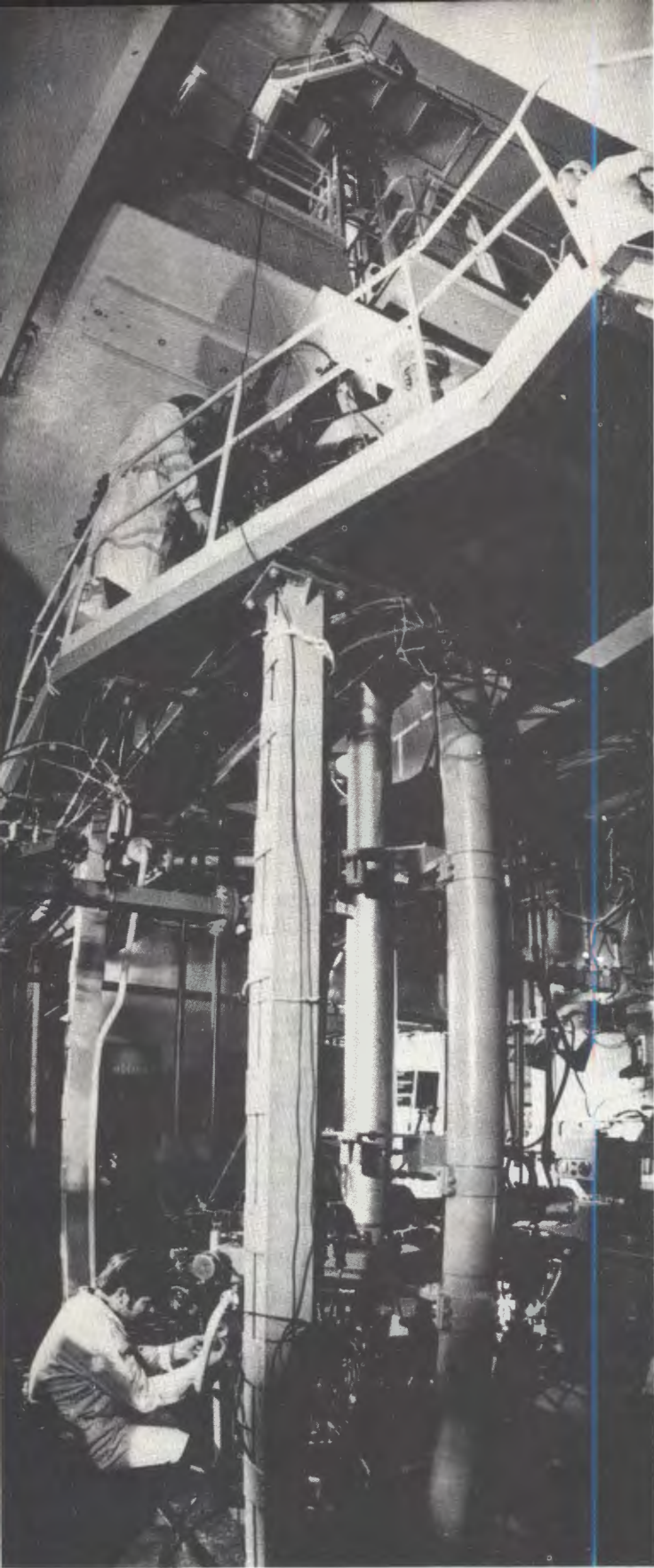
Продолжались работы по созданию /совместно с ФЭИ, Обнинск/ спектрометра неупругого рассеяния ДИН-2.

Сооружение ИБРа-2 с инжектором

Продолжалось строительство мощного реактора ИБР-2 с инжектором-ускорителем ЛИУ-30. Лаборатории поставлялось технологическое оборудование, в том числе: рабочий экземпляр подвижного отражателя, корпус активной зоны реактора, электронная аппаратура системы управления и защиты.

В ходе работ на ЛИУ-30 разработан и изготовлен новый вариант электронной пушки с более высокими эксплуатационными параметрами.



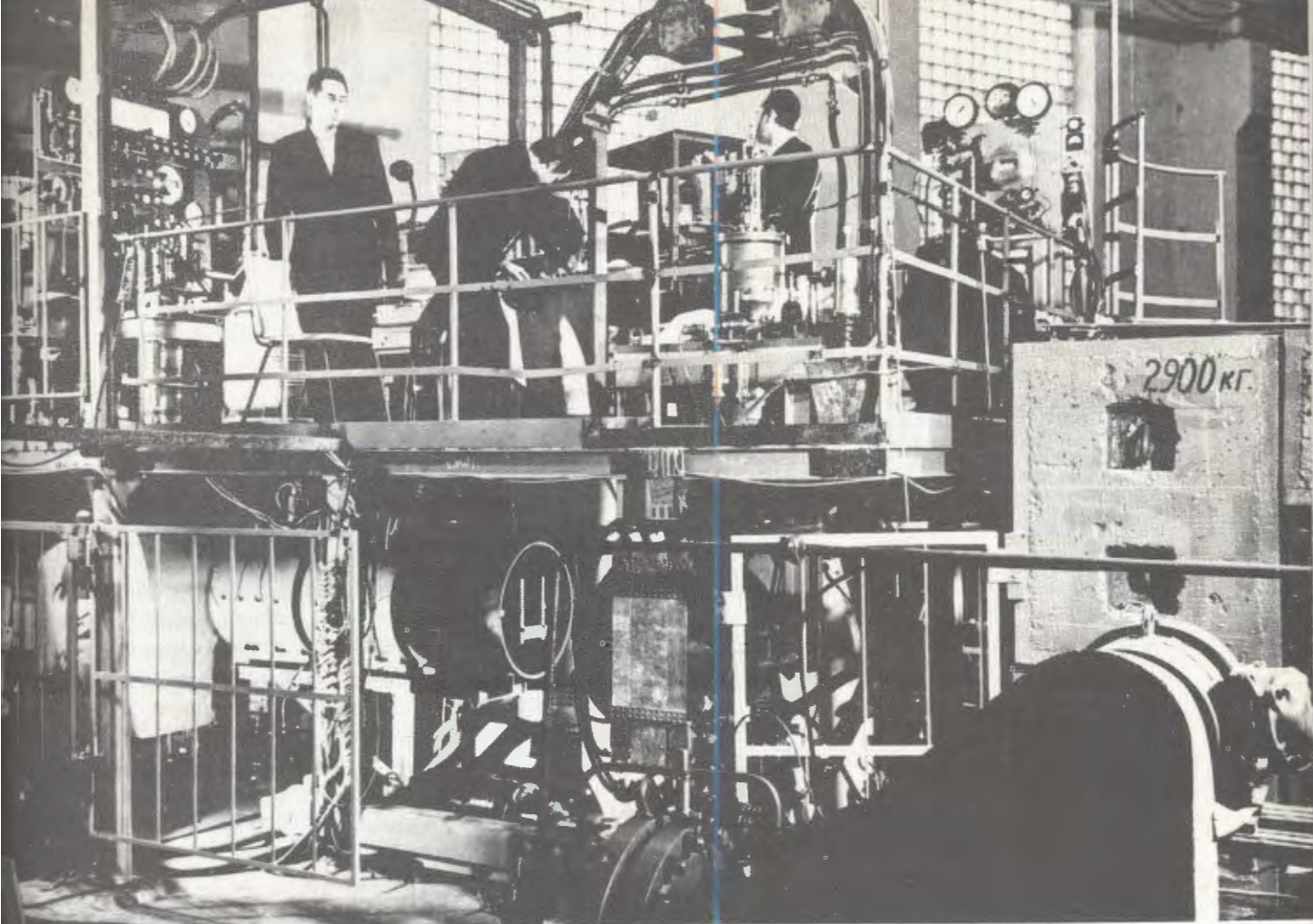


Инжектор к импульсному реактору ИБР-30 - линейный ускоритель электронов ЛУЭ-40. В 1975 году, благодаря введению в действие новой мишени ускорителя, мощность установки увеличена до 11 кВт /в полтора раза/.



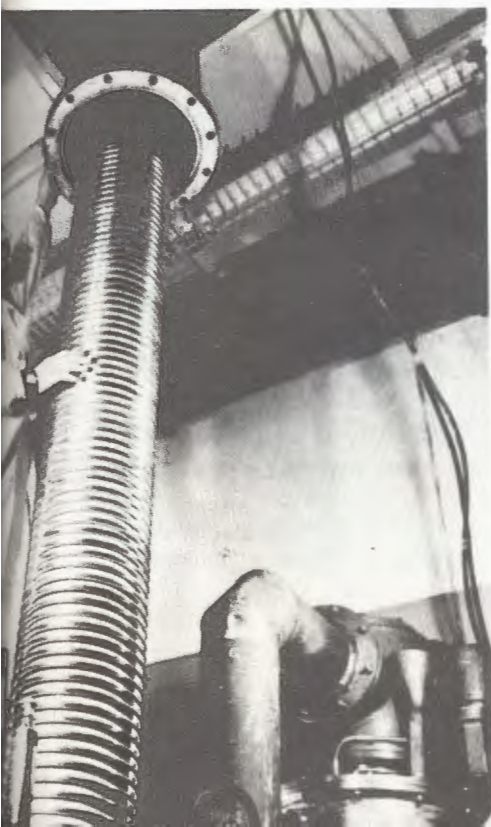
Узлы поляризованной протонной мишени: а/ система быстрого /10 с/ реверса поляризации нейтронов; б/ пульт управления установкой.



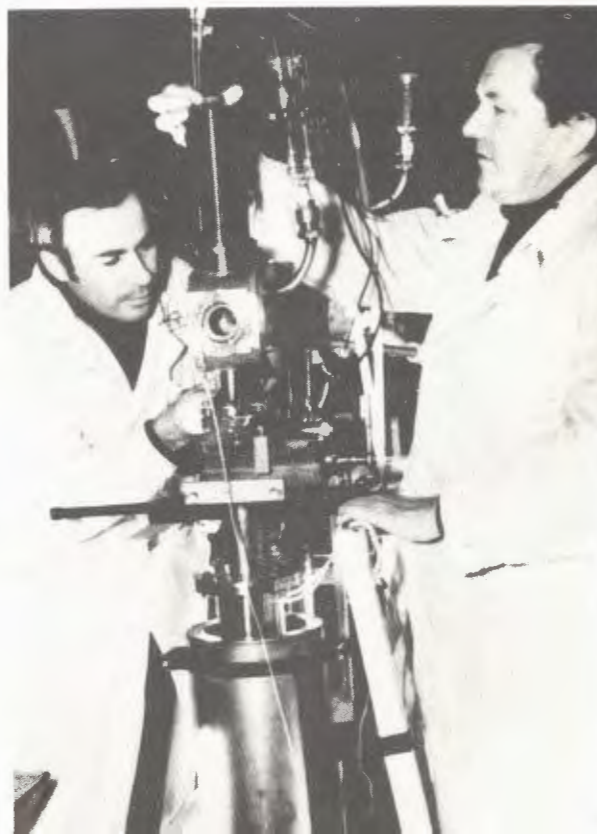


Комплекс аппаратуры: ядерный рефрижератор, магнитный канал и поляризатор для исследований с поляризованными ядрами и нейтронами на нейтронном пучке импульсного реактора.

Стенд для испытания секций ускорительной трубки на вакуум.



Создана установка для получения пучка нейтронов на ЭГ-5 путем бомбардировки протонами мишени из чистого лития. Она предназначена для экспериментов по исследованию (n, α) -реакций.



Лаборатория вычислительной техники и автоматизации

Основные усилия лаборатории в истекшем году были направлены на дальнейшее развитие и повышение эффективности центрального измерительно-вычислительного комплекса Объединенного института, расширение его конфигурации и улучшение математического обеспечения; на эффективное использование базовых ЭВМ института, а также сканирующей автоматической и полуавтоматической аппаратуры для просмотра и измерения снимков с трековых камер.

Завершалось создание и осуществлялся запуск в эксплуатацию комплексов программ на CDC-6400 и БЭСМ-6 для автоматической обработки данных экспериментов по физике элементарных частиц и атомного ядра, а также модифицировалось математическое обеспечение физических экспериментов на линии с ЭВМ.

Изучались взаимодействия при высоких энергиях протонов и дейтронов с ядрами водорода, дейтерия и углерода, а также нейтронов с протонами и исследовалось рождение странных частиц в пион-протонных соударениях.

Выполнялись теоретико-численные исследования решений нелинейных задач в связи с научно-инженерными работами, проводимыми в ОИЯИ.

Значительная часть приводимых результатов получена в сотрудничестве лаборатории с институтами стран-участниц ОИЯИ.

Развитие и использование измерительно- вычислительного комплекса ОИЯИ

Расширение конфигурации ЭВМ
центрального комплекса

На ЭВМ CDC-6200 проведены работы по развитию этой вычислительной машины

до уровня CDC-6400. При этом установлены дополнительно два накопителя типа CDC-841 на магнитных дисках сосменным пакетом, а также введена новая операционная система SCOPE(3.4). В результате производительность вычислительной системы CDC повысилась на 20-30%, а пользователи получили доступ к частным пакетам дисков.

НА ЭВМ БЭСМ-6 завершены работы по вводу в эксплуатацию 8 стандартных накопителей на магнитных дисках ЕС-5052, коммутатора магнитных дисков и стойки питания.

В начале 1975 года сданы с эксплуатацию также 8 накопителей типа ЕС-5012 на магнитных лентах. Изготовлен и отлажен второй контроллер для подключения к БЭСМ-6 еще восьми накопителей ЕС-5012.

К ЭВМ БЭСМ-4-I и БЭСМ-4-II подключено по 4 накопителя ЕС-5012.

Разработан проект блока сопряжения накопителя ЕС-5010 на магнитной ленте с ЭВМ М-222. Работа проводится по заданию АН МНР.

Создание и развитие математического обеспечения ЭВМ

Разработана и введена в эксплуатацию на ЭВМ БЭСМ-6 программная система ДД-75, включающая в себя диспетчер для управления работой внешних устройств машины и организации мультипрограммной обработки задач в потоковом режиме, развитую подсистему программирования, содержащую два варианта трансляторов с языка ФОРТРАН, трансляторы с языков АЛГОЛ и АВТОКОД, а также обширную библиотеку программ общего назначения и программы для работы с информационными массивами на дисках ЕС-5052. Ориентация всей системы на

широкое применение дисковых установок типа ЕС-5052 для размещения очередей задач, библиотек, результатов счета и информационных массивов пользователей сделали ее практически максимально эффективной для машины той конфигурации, которая эксплуатируется сейчас в ОИЯИ. Следует отметить, что система ДД-75 обеспечивает сейчас в среднем 95-98% загрузки центрального процессора БЭСМ-6. При этом могут решаться одновременно 2-3 задачи пользователей и до 4-х служебных задач. Ввод в эксплуатацию нового транслятора с языка ФОРТРАН, сделанного в 1975 году, также повысит эффективность БЭСМ-6.

Созданы программные эмуляторы малых ЭВМ, позволяющие вести подготовку и отладку на БЭСМ-6 программ, написанных для ЭВМ ТРА и М-6000.

Эксплуатация электронных вычислительных машин

ЭВМ	Годовой план /в час/	Общее полезное время за год /в час/	Среднее суточное полезное время за год /в час/	Число пропущенных через ЭВМ задач
БЭСМ-6	6000	6960	20,5	68290
CDC-6400	5880	7490	21,3	94776

Создание и развитие автоматических и полуавтоматических систем обработки камерных снимков

◇ "Спиральный измеритель - 1". Проведена ревизия и модернизация опико-механической части автомата на основа-

нии результатов опыта эксплуатации в 1974 году.

Введен режим управления сканированием с использованием данных предварительного просмотра, записанных на магнитную ленту.

Проведены исследования по улучшению алгоритмов фильтрации. В результате усовершенствования программ скорость фильтрации доведена на ЭВМ БЭСМ-6 до 8 секунд/событие и на CDC-6400 до 2,5 секунд/событие.

◇ Сканирующий автомат НРД. Завершены изготовление и автономная настройка макетов электронных блоков модернизированной электроники автомата.

Написаны и отлажены тестовые программы проверки работы всех блоков новой электроники НРД/проверка связей, проверка функционирования, проверка в имитационных режимах и т.д./.

Подготовлен и принят проект "Повышение эффективной производительности НРД в два раза".

Проведен первый этап методического анализа результатов измерений, полученных с помощью НРД, который показал, что точность, даваемая цепью НРД - THRESH (НРД), равна точности, даваемой цепью ПУОС - THRESH /ПУОС/. Начат массовый обсчет данных с НРД.

◇ Автомат на электронно-лучевой трубке АЭЛТ-2/160. Были завершены монтаж и настройка основного оборудования сканирующего устройства АЭЛТ-2/160, в том числе:

а/ оптико-электронной сканирующей установки;

б/ управляющего блока на базе ЭВМ БЭСМ-4;

в/ оборудования, поступившего по контракту из ЦЕРНа;

г/ средств диалога человека и ЭВМ;

д/ оборудования канала связи между управляющей ЭВМ БЭСМ-4 и CDC-6400.

Аппаратура автомата переведена в режим круглосуточной работы.

◇ Автомат на электронно-лучевой трубке АЭЛТ-1. Введена в эксплуатацию программа on-line -контроля результатов обработки снимков и качества работы операторов.

Усовершенствованы средства диалога оператора с ЭВМ. В результате повысился процент событий, успешно прошедших программы кинематического анализа. АЭЛТ-1 переведен на круглосуточный режим работы.

◇ Просмотрово-измерительные проекторы БПС-ЗУ-М2. Проведена большая часть работ по настройке макетного образца БПС-ЗУ-М2, изготовленного в ЦЭМе ОИЯИ.

Прибор был предъявлен на рассмотрение Межведомственной комиссии АН СССР, одобрен и рекомендован в серийное производство. Управление научного приборостроения АН СССР приняло решение о выпуске серии проекторов БПС-ЗУ-М2.

◇ ПУОС-САМЕТ-БЭСМ-4. Необходимость измерений сложных событий на полуавтоматических устройствах ПУОС и САМЕТ обусловила дальнейшее развитие системы этих полуавтоматов на линии с ЭВМ.

Была завершена модификация математического обеспечения этой системы и расширены возможности электронной схемы связи полуавтоматов с ЭВМ БЭСМ-4. В результате на линию с БЭСМ-4 можно подключать одновременно 15 полуавтоматов ПУОС и 6 столов САМЕТ.

Ввод в эксплуатацию новой системы программ обеспечил высокую надежность системы и позволил успешно выполнить /совместно с ФИ ЧСАН/ разработку программного автосопровождения /ПАС/ на столах САМЕТ, а также подготовить введение on-line -контроля измерений на

полуавтоматах до пространственной реконструкции включительно.

В связи с необходимостью дальнейшего повышения производительности труда при измерениях сложных событий в Лаборатории вычислительной техники и автоматизации подготовлены два проекта: "ПУОС-КАМАК" и "Развитие системы ПУОС-САМЕТ-БЭСМ-4".

Просмотр и измерение снимков с трековых камер

Просмотр снимков со всех трековых камер ОИЯИ в 1975 году проводился на столах УПС-50-80, БПС-1, БПС-2 и САМЕТ.

В 1975 году было измерено на полуавтоматических устройствах /ПУОС и САМЕТ/ 90 тыс. событий и на автоматических сканирующих устройствах /HPD, АЭЛТ-1, СИ-1/ 160 тыс. событий с различных трековых камер ОИЯИ.

Методы визуальной связи с ЭВМ

Завершены разработки и начата опытная эксплуатация графических дисплейных систем на базе точечных дисплеев ОСК-1 и ОСК-2 и графических дисплеев на запоминающей ЭЛТ.

Разработана удаленная дисплейная станция, в состав которой входят ЭВМ М-6000, графический дисплей и периферийные устройства. Эта станция предназначена для обработки данных на ЭВМ БЭСМ-6 в режиме диалога.

Сдано в эксплуатацию программное обеспечение дисплейных систем, нашедшее применение в ОИЯИ для решения задач теоретической и экспериментальной физики.

Начаты также работы по расширению средств доступа к БЭСМ-6 с помощью терминального оборудования индивидуального пользования.

Разработка методов расчетов и создание систем обработки экспериментальных данных

Системы программ обработки камерных снимков

Закончен перевод с ЭВМ БЭСМ-6 на ЭВМ CDC-6400 системы программ обработки фильмовой информации. По программам проведен пробный обсчет данных с метровой и 2-метровой жидководородных камер ЛВЭ и проводится массовый обсчет событий, измеряемых на "Спиральном измерителе".

Разработаны методы проверки результатов обмера камерных снимков, которые позволяют производить отбрасывание "плохо измеренных" событий в режиме on-line при фильтрации результатов сканирования на СИ-1.

Программа THRESH приспособлена для обработки многолучевых событий с камеры "Людмила", измеряемых на HPD.

На ЭВМ БЭСМ-6 и CDC-6400 введена в действие новая версия служебных пакетов системы ГИДРА.

Создана новая версия геометрической программы /ГЕОМСК/, предназначенной для обработки событий, регистрируемых в СКМ-200.

Использование ЭВМ на линии с экспериментальными установками

◇ В связи с ориентацией установки БИС Лаборатории высоких энергий на поиск "очарованных" частиц произведена моди-

фикация имевшегося математического обеспечения.

Изменена операционная система, учитывающая специфику режимов работы установки.

Проведены исследования по распознаванию треков.

Создан комплекс программ контроля пропорциональных камер и системы избирательного запуска.

Продолжались работы по созданию математического обеспечения установки ФОТОН.

Проведена отладка геометрической программы на полученном экспериментальном материале.

Создана программа - координатор для программного переключения режимов установки.

Завершено создание математического обеспечения для установки по поиску новых метастабильных частиц.

Создана система программ, позволяющая осуществлять сбор данных, их полную обработку и контроль оборудования в реальном масштабе времени.

Отработана методика анализа данных с установки, включающей пропорциональные и дрейфовые камеры.

◇ *Обработка спектров.* Создан вариант математического обеспечения для ЭВМ БЭСМ-6, позволяющего вести обработку больших массивов информации однотипной структуры.

Разработан проект математического обеспечения измерительного модуля для установки СПИН.

Для ОНМУ подготовлена к вводу в эксплуатацию ленточно-ориентированная система математического обеспечения ЭВМ М-6000 на линии с ЭВМ БЭСМ-6.

◇ *Бесфильмовая система* регистрации и обработки информации со стримерных камер. Завершены работы по созданию телевизионной установки /с использова-

нием плумбиков/ на линии с ЭВМ М-6000.

Разработана и испытана в режиме сканирования тест-объектов прецизионная отсчетная система для регистрации координат треков.

Разработаны универсальные блоки управления сканированием для передающих телевизионных трубок, а также специальная тестовая аппаратура для автономной проверки телевизионной установки и исследования характеристик трубок /импульсные источники света, генератор поджига светодиодов, программное устройство и др./.

Методы прикладных вычислений

Получено решение обратной задачи теории рассеяния методом Ньютона-Канторовича с использованием регуляризации. Дано обоснование метода и предложена простая схема счета. Численные расчеты показали достаточную эффективность нового метода.

Разработаны новые методы численного решения задач на собственные значения для интегро-дифференциальных уравнений в теоретической физике. Проведены исследования квазистационарных состояний мезомолекул водорода.

Проведено численное исследование электромагнитных полей, возбуждаемых движением плотных сгустков электронов в неоднородных структурах, представляющее большой интерес для коллективных методов ускорения. Математически задача свелась к системе уравнений Максвелла в неоднородной области с движущимся разрывом в правой части. Используя метод конечных разностей с неравномерной сеткой, полученную систему уравнений удалось решить на ЭВМ.

Завершен цикл работ по исследованию формы сгустка электронов в коллективном ускорителе ОНМУ. В связи с этим

разработан метод суммирования кратных тригонометрических рядов с использованием регуляризации и факторизации.

Продолжались исследования различных моделей солитонного типа в нелинейной классической теории поля. Было обнаружено, что при взаимодействии солитонов в рамках связанных уравнений Шредингера и Буссинеса возможно ускорение "частиц", составляющих солитон.

Изучались проблемы стохастизации движения в нелинейных системах, допускающих солитонные решения /с помощью математического моделирования/. Показано, что в приближении одного, возможно двух, взаимодействующих скалярных полей неоднородных устойчивых стационарных решений не существует, что представляется весьма интересным как с точки зрения теории плазмы, так и нелинейной классической теории поля.

Выполнены работы по проблеме устойчивости релятивистских электронных колец. Полученные с помощью математического моделирования результаты указывают на возможность нелинейной стабилизации продольной неустойчивости колец и согласуются с результатами, полученными в Беркли для не слишком больших токов.

Разрабатывались алгоритмы решения задач на собственные значения для уравнения Шредингера с потенциалом Саксона-Вудса. Составлены программы и ведется отработка разностных алгоритмов на ЭВМ.

Составлены программы вычисления компонент магнитного поля ускорителя /синхрофазотрона/ с учетом искажения его медианной плоскости /прогиб/. Рассчитаны периодические траектории в этих полях, характеризующие фактическое отклонение замкнутой траектории в синхрофазотроне от равновесной теоретической орбиты под влиянием геометрических искажений медианной плоскости.

Проведен расчет распределения магнитного поля для нескольких конфигураций септум-магнита.

Завершена работа по расчету пространственного распределения электрического поля для прямоугольных электродов.

Совместно с НИИЭФА им. Д.В.Ефремова /г. Ленинград/ разработан метод решения нелинейных краевых задач магнитостатики с использованием непрерывного аналога метода Ньютона.

Проведено исследование влияния разностного резонанса $2\nu_z - \nu_x = 1$ третьего порядка на движение частиц в циклических ускорителях.

АСУ и ИПС ОИЯИ

АСУ. Решались задачи учета производственных запасов, расходов материалов и оборудования в ОИЯИ, а также контроля финансовой деятельности. Составлены и отлажены программы приема, контроля, редактирования и обработки всех документов, отражающих движение материальных ценностей; программы, входящие в информационно-поисковую систему, программы составления отчетов и ответов на запросы по информационным массивам системы. Составлены и записаны на диск массивы моделей всех классификаторов в объеме, достаточном для отладки системы. Проведена комплексная ее отладка.

ИПС. Закончен первый этап создания автоматизированной информационной системы ОИЯИ, совместимой с международной системой ядерной информации ИНИС. Получены и отлажены алгоритмы формирования, поиска и выдачи информации, а также алгоритмы функционирования автоматизированного информационного архива. Генерированы основные пакеты про-

грамм и проведена экспериментальная эксплуатация системы в пакетном режиме обработки запросов.

Участие в физических исследованиях

◇ *Исследование нуклон-ядерных взаимодействий при $4 \div 10$ ГэВ/с.* На синхротроне ОИЯИ научно-экспериментальным сектором ЛВТА при участии сотрудников ЛВЭ был проведен цикл экспериментальных исследований спектров вторичных частиц, испущенных в столкновениях протонов и дейтронов с ядрами водорода, дейтерия и углерода при трех значениях начального импульса, равных 4,5; 6,3 и 8,8 ГэВ/с. Измерения проводились с помощью магнитного спектрометра с проволочными искровыми камерами на линии с ЭВМ БЭСМ-4. Полученный экспериментальный материал /около $2 \cdot 10^6$ событий/ проходит полную обработку на ЭВМ CDC-6400.

Получены предварительные результаты измерений, выполненных на пучке дейтронов с импульсом 6,3 ГэВ/с. Характер измеренных спектров свидетельствует о важной роли многократных N-N рассеяний в ядерных взаимодействиях дейтронов при $|t| \sim 0,4$ /ГэВ/с².

◇ *Участие в исследованиях на 1-метровой жидководородной камере ЛВЭ.* Целью

этой работы, которая проводится ЛВТА совместно с ЛВЭ и Бухарестским университетом, является исследование нейтрон-протонных взаимодействий при $1 \div 5$ ГэВ/с.

Определены спектры нейтронов, образованных в результате стриппинга при рассеянии дейтронов на ядрах ²⁷Al. Исследования проводились в восьми точках интервала импульсов 1,5 ÷ 5 ГэВ/с. Определены с точностью ~3% величины топологических сечений взаимодействий в заданном интервале импульсов.

◇ *Исследование π^-p взаимодействий при 16 ГэВ/с.* Работа выполняется ЛВТА совместно с Институтом атомной физики СРР и Бухарестским университетом.

Было обработано более 2000 четырехлучевых событий со странными частицами. Эти события были обнаружены на 100000 снимках π^-p -взаимодействий при 16 ГэВ/с, полученных с помощью жидководородной камеры ЦЕРНа. Из них было идентифицировано 920 случаев образования Λ^0 -частиц, 1524 случая образования K^0 -частиц, 21 случай образования Λ^0 -частиц, 14 случаев образования Ξ^- -частиц.

◇ *Научные публикации ЛВТА.* По состоянию на 31 декабря 1975 года сотрудниками ЛВТА было опубликовано 102 и направлено в печать 19 научных работ.





Одна из основных задач, стоявших перед коллективом Лаборатории вычислительной техники и автоматизации в 1975 году, - расширение конфигурации ЭВМ центрального комплекса, а также развитие их математического обеспечения.

Группы операторов лаборатории провели счет 68290 задач на ЭВМ БЭСМ-6 и 94776 задач на CDC-6400. На снимке: зал устройств ввода-вывода информации.



Завершены монтаж и настройка основного оборудования монитормного сканирующего автомата АЭЛТ-2/160 с системой диалога человек-ЭВМ для обработки снимков с треновых камер.





Осуществлен запуск сканирующего автомата "Спиральный измеритель-1" и проводились работы по созданию измерительного комплекса на базе устройств "Спиральный измеритель".

Проведены работы по настройке опытного образца просмотрно-измерительного проектора БПС-ЗУ-М2.

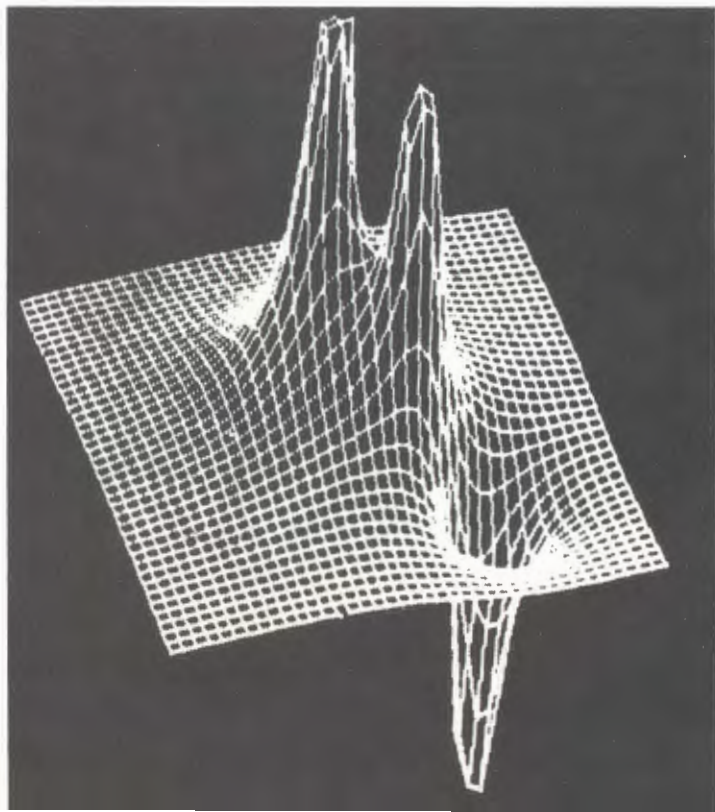




Удаленная дисплейная станция на линии с ЭВМ БЭСМ-6 используется для решения задач теоретической и экспериментальной физики в режиме диалога человек-ЭВМ.



Общий вид проектора БПС-ЗУМ2. Прибор принят к серийному выпуску.



Развитое математическое обеспечение дисплейной станции позволяет оперативно представлять на экране дисплея сложную графическую информацию.

Отдел НОВЫХ методов ускорения

Ускоритель
тяжелых
ионов

◇ *Инжектор УТИ СИЛУНД* находился в опытной эксплуатации и отработал по программе запуска ускорителя 1500 ч. В это время продолжалось совершенствование его систем, направленное на улучшение их надежности и на подготовку к переводу на автоматическое управление, а также на повышение стабильности параметров ускоренного пучка.

Максимальный ток доведен до 900 А, в рабочих режимах нестабильность энергии уменьшена в два раза и составляет $\pm 1\%$.

Исследованы некоторые характеристики источника электронов ускорителя.

◇ *Автоматическое управление* синхронизацией модуляторов СИЛУНДа, обеспечивающее точность ± 1 нс, включено в режим опытной эксплуатации. Многоканальная система измерения электрических параметров УТИ, работающая на линии с ЭВМ ТРА, измеряет в каждом цикле работы УТИ 36 параметров СИЛУНДа, адгезатора и его многоступенчатой магнитной системы. Две трети параметров последовательно измеряются с шагом 1 нс, а треть параметров - с шагом 20 нс. Полученные данные используются оператором при настройке работы УТИ.

◇ *Для обеспечения захвата частиц* на замкнутую орбиту был разработан и испытан импульсный корректор, осуществляющий на пути частиц в адгезаторе быстро выключаемое искажение поля азимутальной протяженностью 80° , что и позволяет реализовать захват частиц на замкнутую орбиту. Основным элементом корректора является линия на бегущей поперечной электромагнитной волне с задним фронтом порядка 1 нс.

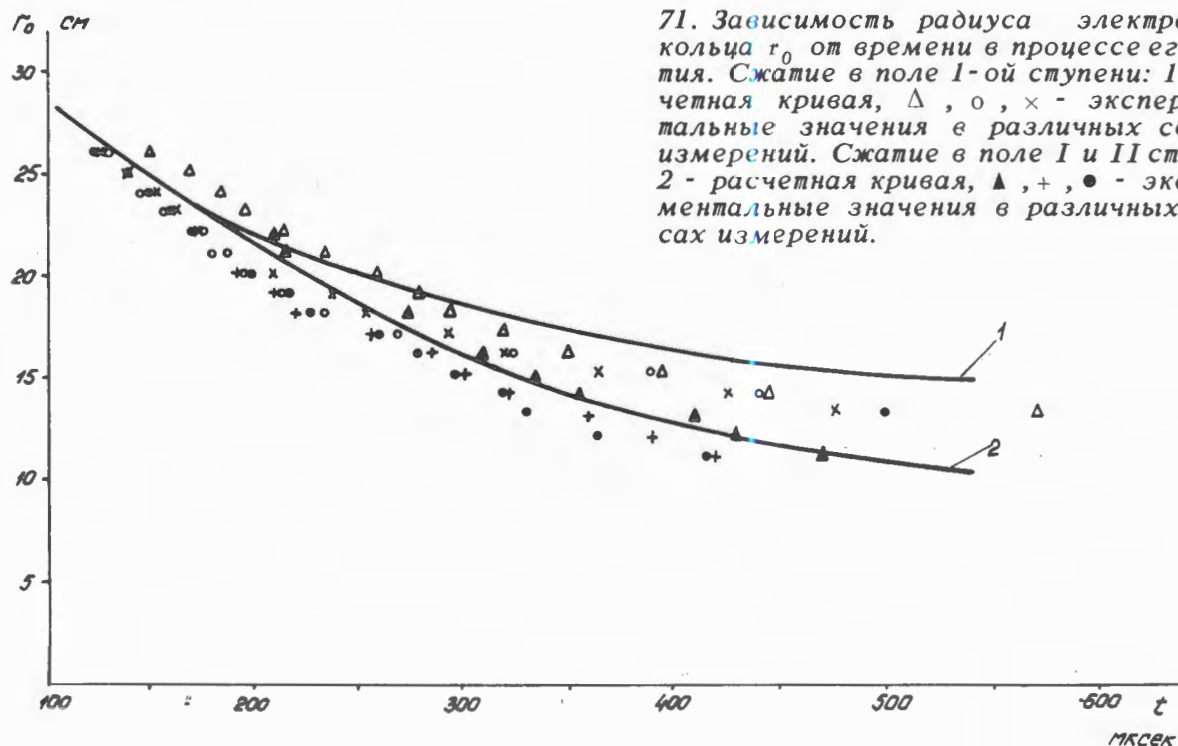
◇ Завершены исследования работы газодинамического источника нейтральных атомов. Получены импульсные струи различных газов с регулируемой длительностью в пределах $30 \div 1000$ мкс, с плотностью $10^{10} \div 10^{11}$ см³ и направленной скоростью от $3 \cdot 10^4$ см/с /ксенон/ до $1,5 \cdot 10^5$ см/с /гелий/. Проведены исследования плазменной пушки, работающей в режиме испарения материала электродов. Получены потоки атомов свинца и индия плотностью $10^9 \div 10^{11}$ см³ и направленной скоростью $10^5 \div 3 \cdot 10^5$ см/с.

◇ Производилась наладка ускорителя тяжелых ионов. Исследования показали, что размеры пучка на первом обороте на всех азимутах не превышают $3 \div 4$ см. Эффективность захвата с применением корректора, пересчитанная на один оборот, составляет $50 \div 70\%$. Эксперимен-

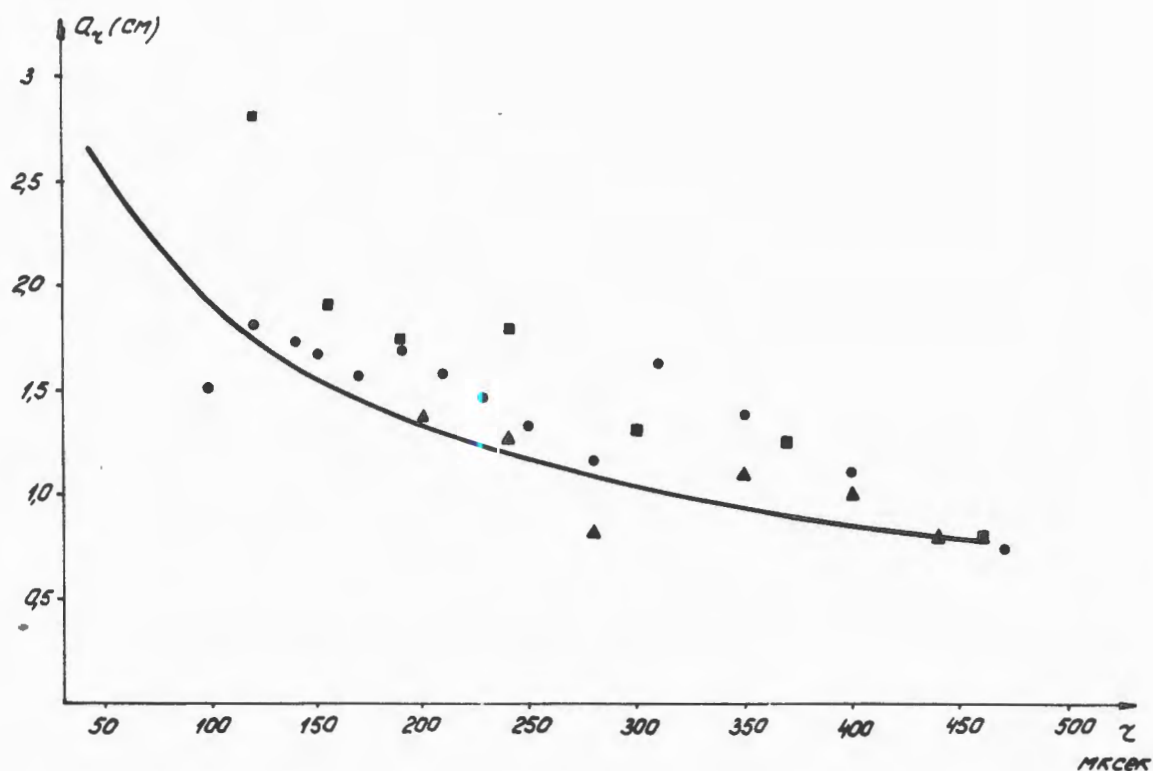
тально были найдены допуски на параметры, определяющие захват. С помощью подвижной мишени была снята зависимость радиуса сжимающегося кольца электронов от времени в диапазоне радиусов от 35 до 7 см, а также был измерен радиус малого сечения кольца /в частности, при радиусе кольца, равном 11 см, размер сечения - 6 мм/. Результаты этих измерений хорошо согласуются с расчетом.

Было изучено влияние резонансов. Потеря частиц при прохождении резонанса 0,5 не наблюдалось. Суммарные потери частиц при прохождении резонансов 0,25 и 0,2 не превышали $10 \div 20\%$. Изменений размеров сечения кольца не обнаружено.

Все работы по запуску УТИ велись при активном использовании измерительного центра.



71. Зависимость радиуса электронного кольца r_0 от времени в процессе его сжатия. Сжатие в поле 1-ой ступени: 1 - расчетная кривая, Δ , \circ , \times - экспериментальные значения в различных сеансах измерений. Сжатие в поле II ступени: 2 - расчетная кривая, Δ , $+$, \bullet - экспериментальные значения в различных сеансах измерений.



72. Зависимость радиального размера сечения кольца a_r от времени при его сжатии в поле I и II ступени /сплошная линия - расчетные значения, \blacksquare , \bullet , \blacktriangle - экспериментальные значения в различных сеансах измерений/.

◇ Проводилось теоретическое изучение вопросов коллективного метода ускорения. В частности, исследован суммовый резонанс бетатронных колебаний с учетом кулоновского заряда пучка и проведен численный эксперимент на ЭВМ по инжекции ионов в электронное кольцо и по ускорению двухкомпонентного кольца. Результаты численного эксперимента хорошо согласуются с прежними теоретическими расчетами и довольно надежно подтверждают значение предельно допустимого ускорения, используемое в ОНМУ при проектировании коллективных ускорителей.

Работы на модели коллективного ускорителя

◇ На выходе ускорителя электронов ЛИУ-3000 получен пучок электронов диаметром 20 мм с током до 250 А при энергии электронов 1,5 МэВ. Создан, налажен и испытан в рабочих условиях комплекс первой ступени сжатия кольца с параметрами 30 кВ, 30 кА и длительностью униполярного импульса 1 мс при цикличности 1 Гц.

◇ Продолжалось изучение одного из важнейших для коллективного метода этапов - инжекции электронного пучка в

адгезатор. Исследована работа двух вариантов инъекции. Результаты измерений хорошо согласуются с расчетом. Проведенная работа позволила создать многооборотную систему инъекции.

Электродинамическая ускоряющая система электронных колец

◇ *Запущен криогенный комплекс* на базе введенного в эксплуатацию гелиевого ожижителя ХГУ-250. Этот комплекс позволяет осуществлять замкнутый рефрижераторный режим по термостатированию при температуре жидкого гелия крупной сверхпроводящей установки - секции кольцетрона. Экспериментальные исследования показали, что в таком режиме теплопритоки в кольцетроне не превышают 120 Вт и, следовательно, при запуске кольцетрона по полной схеме с введением в резонаторы ВЧ мощности для компенсации последней есть запас холодопроизводящей мощности порядка 130 Вт.

◇ *Разработана технология* напыления ниобий-титановых сверхпроводящих покрытий с регулируемым составом компонент. Впервые в мире добротность резо-

наторов с ниобий-титановым покрытием доведена до $5 \cdot 10^7$ на частоте 1,4 ГГц.

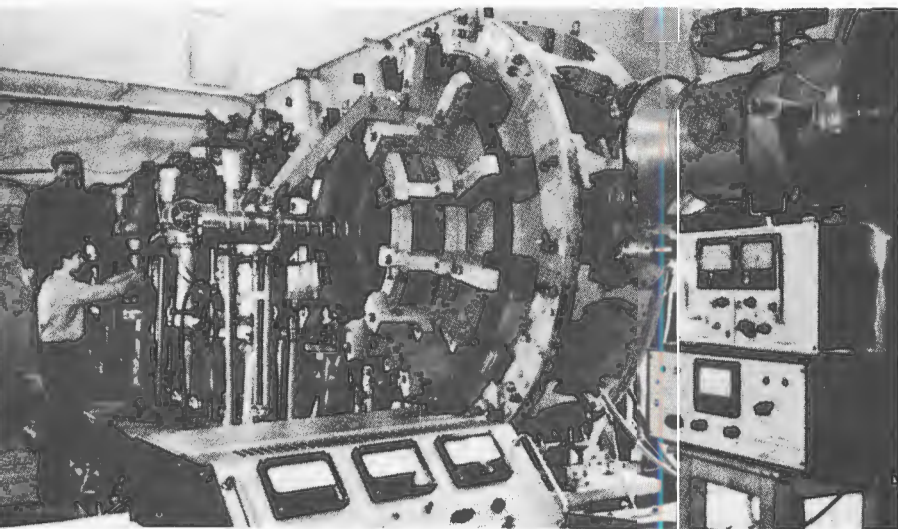
◇ *Создан сверхпроводящий соленоид* /длиной 70 см/ спадающего магнитного поля со средним значением 2 Т и регулируемым в пределах $0 \div 1$ Т/м с требуемой точностью градиентом. Соленоид может быть использован в качестве дополнительной секции УТИ для повышения энергии ускоряемых ионов.

Расчитан переходный участок, обеспечивающий стыковку адгезатора со сверхпроводящим соленоидом спадающего поля.

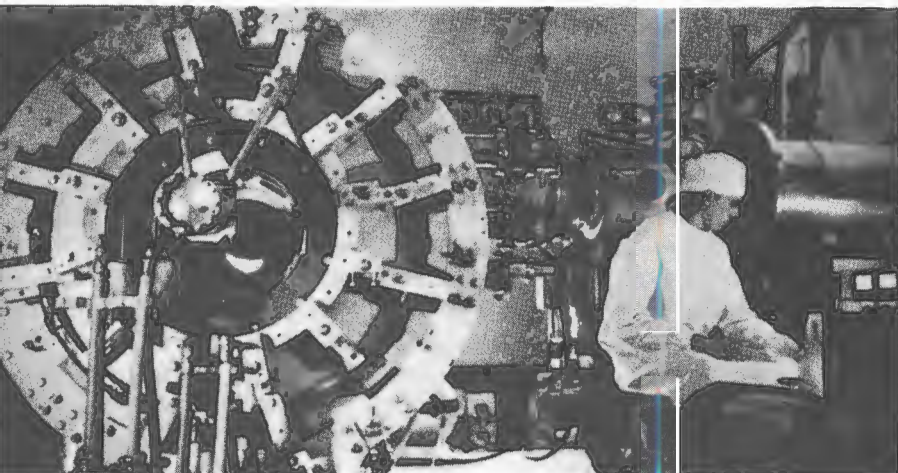
◇ *Продолжались исследования* систем, синхронизирующих одиночные /произвольные/ заряженные сгустки относительно фазы ВЧ ускоряющего поля, которые основаны на движении этих сгустков в поле бегущей замедленной волны. Проведены высокочастотные исследования различных типов замедляющих систем большой апертуры во внешнем магнитном поле. Выполнен электродинамический расчет замедляющей системы типа "Модифицированная спираль". Результаты хорошо согласуются с экспериментом.

◇ *Создан ускоряющий элемент* на импульсных линиях для варианта ускоряющей секции, состоящей из последовательности таких элементов. На зазоре элемента получено импульсное напряжение длительностью 18 нс.

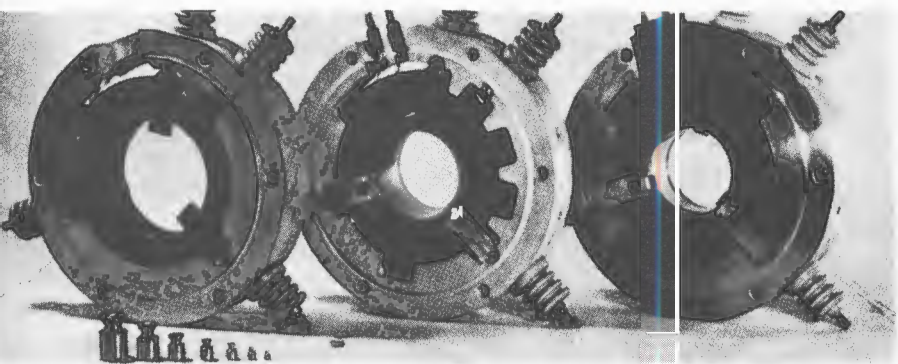




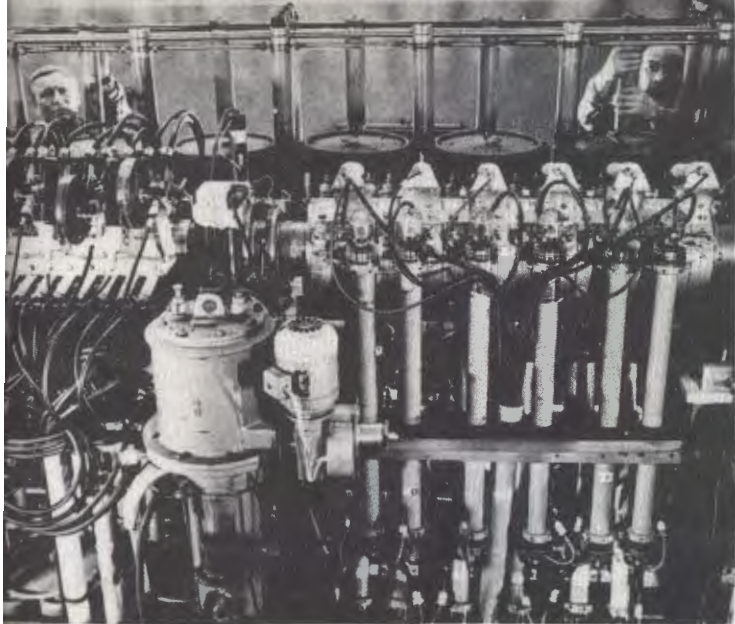
Прототип коллективного ускорителя тяжелых ионов.



Адгезатор /компрессор/ коллективного ускорителя тяжелых ионов.



Индуктор СИЛУНДа в различных стадиях сборки.



Линейный индукционный ускоритель электронов СИЛУНД, энергия 2,5÷3 МэВ, ток пучка 600÷900 А.

Проводится настройка телескопа из 6 пропорциональных камер для диагностики электронного кольца на этапе ускорения. На снимке: внешний вид пропорциональных камер.



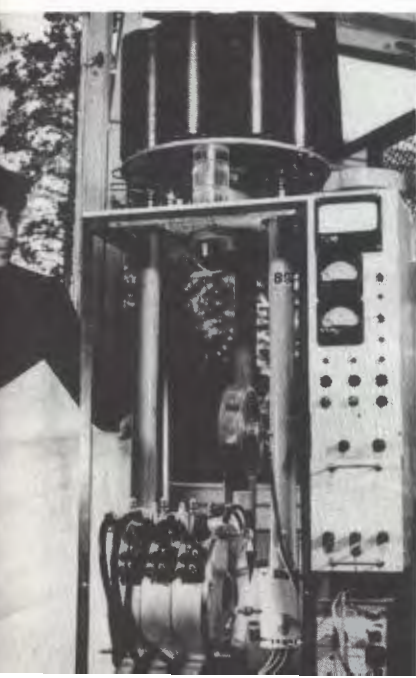
Корректор траектории электронного пучка.

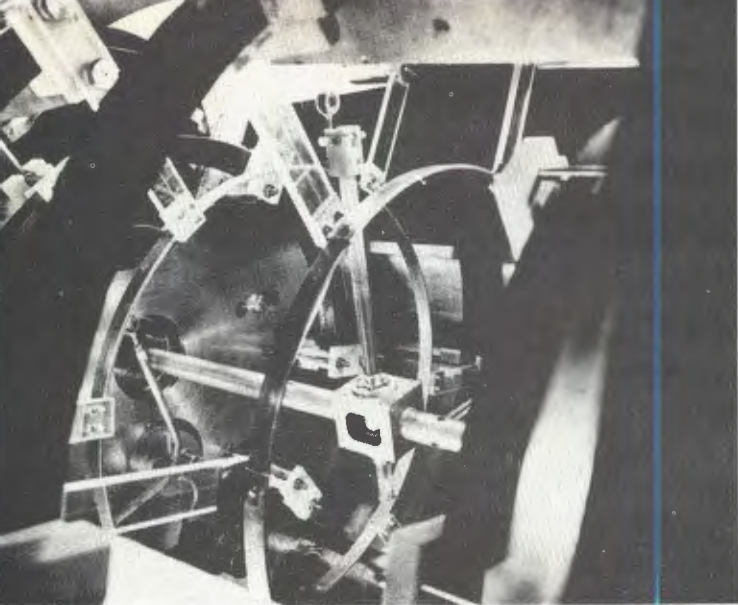


Подготовка катушек III ступени и выводного соленоида к магнитным измерениям.



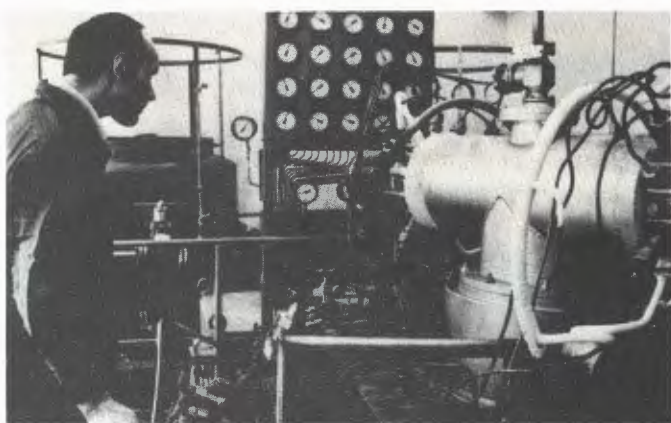
Генератор импульсного напряжения для питания адгезатора.



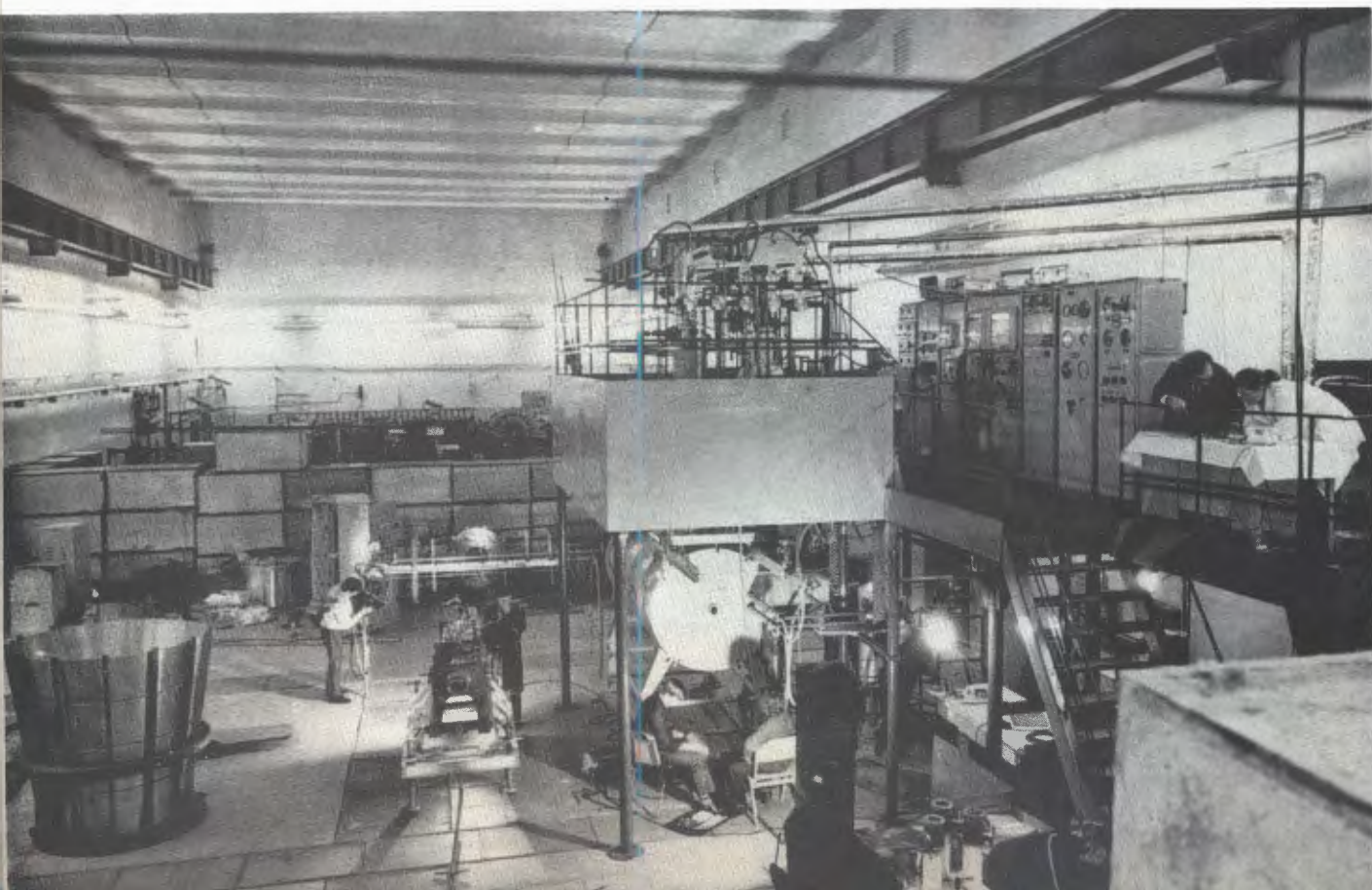


Витки I ступени магнитной системы сжатия в адгезаторе модели коллективного ускорителя. Ступень сжатия позволяет производить компрессию электронного кольца от 36 см /радиус кольца/ до 12 см с частотой 1 Гц.

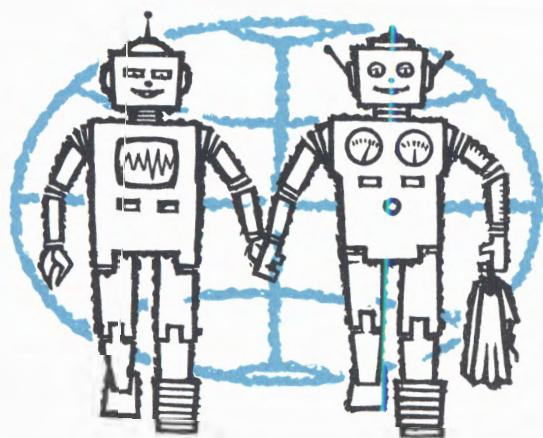
Настройка режима работы холодильной гелиевой установки.



Зал кольцетрона - сверхпроводящей ускоряющей секции коллективного ускорителя. Видны криогенные гелиевые магистрали, вакуумный кожух со сверхпроводящим соленоидом, резонаторно-модульный узел, система магнитометрии и контрольно-измерительные приборы.



Руководящие
и консультативные
органы
Международные
связи



Деятельность руководящих и консультативных органов

◇ XXXVII сессия Ученого совета Объединенного института ядерных исследований состоялась 14-17 января 1975 года. Ученый совет заслушал отчеты о выполнении решений XXXV и XXXVI своих сессий о научно-исследовательской деятельности лабораторий в 1974 году, информацию о решениях ученых советов по теоретической физике, физике высоких и низких энергий, об итогах международного сотрудничества и связях ОИЯИ в 1974 году и планах на 1975 год, о кадрах специалистов из стран-участниц.

Сессия утвердила проблемно-тематический план научно-исследовательских работ и международного сотрудничества лабораторий ОИЯИ, а также планы проведения научных совещаний ОИЯИ и командирования специалистов ОИЯИ на международные и национальные научные конференции, симпозиумы, совещания, школы на 1975 год.

Сессия согласилась с представленным дирекцией института проектом пятилетнего плана развития ОИЯИ на период 1976-1980 годов и рекомендовала рассмотреть его на очередном совещании Комитета Полномочных Представителей.

Состоялись выборы на должности директоров и заместителей директоров лабораторий.

◇ Комитет Полномочных Представителей на совещании 18-19 февраля 1975 года одобрил работу института по выполнению научно-исследовательской программы 1974 года, решения XXXVII сессии Ученого совета по результатам научных исследований лабораторий в 1974 году и планам научной деятельности на 1975 год, утвердил проблемно-тематический план научно-исследовательских работ и международного сотрудничества лабораторий института на 1975 год и определил главные задачи на этот год.

Комитет одобрил решения Ученого совета Объединенного института об ито-

гах международного сотрудничества ОИЯИ в 1974 году и планах на 1975 год, планы проведения научных совещаний ОИЯИ и командирования специалистов института на международные и национальные конференции и совещания на 1975 год.

Комитет Полномочных Представителей утвердил представленный дирекцией института отчет об исполнении бюджета на 1973 год и протокол заседания финансового комитета от 12-14 ноября 1974 года, принял к сведению сообщение дирекции ОИЯИ об исполнении бюджета за 1974 год, утвердил бюджет, штатную численность и план капитального строительства на 1975 год.

Комитет согласился с решением XXXVII сессии Ученого совета ОИЯИ о проекте пятилетнего плана развития института на период 1976-1980 гг. и утвердил общий объем финансирования, общий объем ассигнований на основную деятельность ОИЯИ, прирост штатной численности сотрудников ОИЯИ, поручил дирекции института разработать проект перспективного плана развития ОИЯИ на 1976-1990 годы.

◇ XXXVIII сессия Ученого совета /28 - 30 мая 1975 года/ рассмотрела проект проблемно-тематического плана научно-исследовательских работ и международного сотрудничества лабораторий института на 1976 год и решения ученых советов по физике высоких и низких энергий.

Члены Ученого совета заслушали доклад дирекции института о проекте перспективного плана развития ОИЯИ на 1980-1990 годы.

Совет утвердил решение жюри о премиях ОИЯИ за лучшие работы, выполненные в 1974 году, предложил дирекции института уточнить "Положение о порядке присуждения ежегодных премий ОИЯИ за лучшие научные, научно-методические и научно-технические работы".

Состоялись выборы на должности заместителей директоров лабораторий.

Участники сессии заслушали информацию академика Х.Христова "Современное состояние и развитие Института ядерных исследований и ядерной энергетики Болгарской академии наук", отметив плодотворность научного сотрудничества ОИЯИ с этим институтом.

◇ На IX сессии Ученого совета по теоретической физике /16-18 декабря 1975 года/ были заслушаны отчеты о выполнении планов научных работ и международного сотрудничества Лаборатории теоретической физики ОИЯИ в 1975 году и одобрены планы на 1976 год.

Подробно обсудив проблемы и перспективы развития релятивистской ядерной физики, Ученый совет отметил успешное развитие в ОИЯИ экспериментальных и теоретических исследований в этой области и подчеркнул актуальность дальнейшего развития этого направления в ОИЯИ. В программу заседаний были включены другие научные сообщения и обзорные доклады.

◇ Ученый совет по физике высоких энергий в 1975 году заседал дважды.

На XX сессии /26-27 мая/ рассматривались предложения ЛВЭ, ЛЯП, ЛВТА и ОНМУ об изменениях в тематическом плане научно-исследовательских работ на 1976 год. Обсуждались планы сотрудничества с ИФВЭ и состояние экспериментов на серпуховском ускорителе.

Были заслушаны доклады о деятельности специализированных комитетов и их рекомендациях, проведены выборы нового состава рабочих органов комитетов. Совет ознакомился с решениями Комитета Полномочных Представителей по пятилетнему плану развития ОИЯИ на 1976-1980 гг., а также докладами "Программа исследований на встречах пучках ЦЕРНа

в 1975 году" и "Редкие распады π^- - и μ^- -мезонов".

На XXI сессии /18-21 ноября/ члены Ученого совета рассмотрели отчеты дирекций ЛВЭ, ЛЯП и ЛВТА о научно-исследовательской деятельности в 1975 году и в связи с этим ряд докладов: "Вывод пучков из синхрофазотрона", "Техника сверхпроводимости и физика высоких энергий", "Поиск очарованных частиц", "Эксперименты на МИС ОИЯИ в ИФВЭ", "Поляризация в упругом pp^- , π^-p^- и Kp^- рассеянии при 45 ГэВ/с", "Операционная система "Дубна-75" для ЭВМ БЭСМ-6", "Создание и развитие математического обеспечения экспериментов в области физики высоких энергий с бесфильмовым съемом данных" и др. Были внесены некоторые изменения в планы исследовательских работ на 1976 год.

Совет обсудил предложения специализированных комитетов, состояние работ, выполняемых с помощью экспериментальных установок ОИЯИ на серпуховском ускорителе, план международного сотрудничества ОИЯИ по физике высоких энергий на 1976 год, дал ряд рекомендаций по планам использования экспериментальных установок. Совет заслушал два обзорных доклада: "Старое и новое в нейтринной физике" /Б.М.Понтекорво/ и "Новые векторные мезоны" /А.Б.Говорков/.

Комитеты, заседания которых проходили 15-17 апреля и 21-23 октября, рассматривали вопросы, связанные с организацией сотрудничества ОИЯИ и институтов стран-участниц в области камерной, электронной и фотоэмульсионной методики, обсуждали состояние экспериментальных работ ОИЯИ соответствующего профиля, одобрили введение ряда тем в тематический план ОИЯИ с 1976 года.

◇ Камерный комитет дал ряд рекомендаций по планам эксплуатации и совершенствованию установки "Людмила", эксплуатации средств обработки फिल्मовой

информации: полуавтоматических устройств, "Спирального измерителя", НРД, АЭЛТ-1; обсудил проекты новых экспериментов на 1976 год; рассмотрел вопросы, связанные с координацией деятельности лабораторий ОИЯИ и институтов стран-участниц в области камерной методики, а также ряд методических вопросов.

◇ Фотоэмульсионный комитет заслушал информацию о ходе исследований взаимодействий пи-мезонов и альфа-частиц с ядрами, поиска новых нестабильных частиц, о разработке фотоэмульсий, наполненных ядрами свинца, производстве микроскопов и другого оборудования для фотоэмульсионных исследований.

◇ Комитет по электронным экспериментам рассмотрел состояние работ, выполняемых с помощью электронных экспериментальных установок на синхрофазотроне и синхроциклотроне ОИЯИ, серпуховском ускорителе и ускорителе ФНАЛ /США/, и научно-экспериментальную программу ОИЯИ на 1976 год в области электронных методов исследования. Комитет обсудил ход исследований на установке БИС ОИЯИ, результаты изучения поляризационных эффектов в рассеянии при высоких энергиях, исследования кумулятивного эффекта и др. Был принят ряд новых проектов исследования, обсуждались вопросы развития вычислительной техники, создания и развития электронной аппаратуры и систем управления экспериментальными установками на линии с ЭВМ, координация разработок электронной аппаратуры и стандартизации.

Комитет одобрил проект исследований взаимодействия протонов на внутреннем пучке ускорителя ФНАЛ в сотрудничестве с физиками США.

◇ Ученый совет по физике низких энергий ОИЯИ в 1975 году провел две сессии, на которых одобрил отчеты председателя Совета о выполнении решений предыду-

щих сессий, а также отчеты председателей специализированных комитетов о работе и решениях комитетов.

На XX сессии Совета /26-27 мая/ была заслушана информация о решениях Комитета Полномочных Представителей по пятилетнему плану развития ОИЯИ на 1976-1980 гг., а также обсуждены предложения дирекций лабораторий об изменениях проблемно-тематических планов на 1976 г. в области физики низких энергий и структуры ядра.

На XXI сессии /25-28 ноября/ члены Ученого совета ознакомились с отчетами дирекций лабораторий о выполнении проблемно-тематических планов за 1975 год и изменениях в планах на 1976 год в области физики низких энергий и структуры ядра. Наиболее детально была рассмотрена научная деятельность лаборатории нейтронной физики, которая получила хорошую оценку. Совет обсудил состояние работ по сооружению ИБРа-2 и У-400.

На сессии были сделаны сообщения о работе совещаний, организованных ОИЯИ по тематике Совета, а также об участии ученых ОИЯИ в работе международных конференций и симпозиумов.

Совет одобрил планы международного сотрудничества и связей на 1976 год, дал рекомендации Ученому совету ОИЯИ о замещении вакантных должностей заместителей директоров ЛНФ, продлил полномочия рабочих органов специализированных комитетов по структуре ядра и физике тяжелых ионов на срок в один год.

◇ *Комитет по нейтронной физике* соби-рался на свои заседания в Варне /НРБ/ 22-24 апреля и Дубне 28-30 октября. Комитет заслушал информацию о научной деятельности Лаборатории нейтронной физики, работах по созданию ИБРа-2, измерительно-вычислительного центра и экспериментальных установок.

Были утверждены новые темы научно-исследовательских работ, обсуждены вопросы международного сотрудничества ЛНФ и обзорные доклады.

◇ *Комитет по структуре ядра* заседал в Варне /НРБ/ 24-27 апреля и Дубне 28-30 октября. Комитет рассмотрел сообщения о ходе выполнения проблемно-тематических планов отдела ядерной спектроскопии и радиохимии, отдела физики атомного ядра Лаборатории ядерных проблем и сектора №5 Лаборатории нейтронной физики, а также о работах по созданию математического обеспечения для обработки спектрометрической информации в Лаборатории вычислительной техники и автоматизации.

Комитет обсудил отчеты начальников отделов о выполнении завершаемых в 1975 году тем и докладов о результатах работ, проводимых в отделах физики атомного ядра, ядерной спектроскопии и радиохимии Лаборатории ядерных проблем, поддержал включение в проблемно-тематический план новых тем, одобрил проекты создания комплекса накопления и обработки информации в Лаборатории ядерных проблем, плана международного сотрудничества на 1976 год и плана сотрудничества по программам ЯСНАПП и ИРИС.

Члены комитета ознакомились с информацией о прошедших симпозиумах и совещаниях и подготовке к совещаниям и конференциям по тематике Комитета.

◇ *Комитет по физике тяжелых ионов* на своих заседаниях в Дубне 15-17 апреля и 28-30 октября заслушал доклады об экспериментах по синтезу тяжелых элементов с $Z \geq 105$, новом подходе к изучению формы барьеров деления на основе запаздывающего деления ядер, изучении нового механизма ядерных реакций - глуконепругих передач. Был сделан анализ всех основных направлений физики тяжелых ионов, синтеза новых трансура-

новых элементов, изучения свойств ядер, удаленных от линии β -стабильности, а также научно-прикладных исследований с тяжелыми ионами. Комитет обсудил проблемы, связанные с ходом сооружения У-400 и У-200П, информацию о предложениях по изменению проблемно-тематического плана и международному сотрудничеству Лаборатории ядерных реакций на 1976 год, возможных направлениях сотрудничества с Ок-Риджской национальной лабораторией /США/ в области синтеза новых элементов, а также об итогах работы Школы-семинара по ядерной физике тяжелых ионов /Дубна, 23 сентября - 4 октября 1975 года/.

◇ Заседание Финансового комитета состоялось 11-12 ноября 1975 года со следующей повесткой дня: итоги работы Контрольной комиссии от 20-22 мая 1975 года, отчет дирекции института Финансовому комитету о выполнении указаний Контрольной комиссии от 20-22 мая 1975 года, доклад дирекции института об ожидаемом исполнении бюджета за 1975 год, проектах бюджета, штатной численности и плана капитального строительства на 1976 год, информация о проектах структуры ОИЯИ и схемы должностных окладов сотрудников института.

По всем этим вопросам Финансовый комитет представил рекомендации Комитету Полномочных Представителей.

Премии ОИЯИ за 1974 год

На соискание премий Объединенного института ядерных исследований за 1974 год были выдвинуты лучшие научно-исследовательские и научно-методические работы, выполненные сотрудниками института.

Решением Ученого совета ОИЯИ от 29 мая 1975 года присуждены следующие премии:

По научно-исследовательским работам

Две первые премии:

1/ "Исследования по квантовой теории поля /уравнения для релятивистских амплитуд и релятивистское конфигурационное представление, квантовая электродинамика с учетом сильных взаимодействий, формфакторы элементарных частиц".

Авторы: И.С.Златев, П.С.Исаев, В.Г.Кадышевский, М.Д.Матеев, Р.М.Мир-Касимов, Н.Б.Скачков.

2/ "Новый метод синтеза тяжелых ядер с $Z > 100$. Закономерность изменения стабильности тяжелых элементов с $Z \geq 104$ относительно спонтанного деления. Синтез элемента с атомным номером 106".

Авторы: Ю.Ц.Оганесян, Ю.П.Третьяков, А.С.Ильинов, А.Г.Демин, А.А.Плеве, С.П.Третьякова, В.М.Плотко, М.П.Иванов, Ю.С.Короткин, Г.Н.Флеров.

Вторая премия:

"Исследование кумулятивного мезонообразования".

Авторы: А.М.Балдин, В.К.Бондарев, Н.Гиордэнеску, В.Н.Зубарев, А.Д.Кириллов, Н.С.Мороз, С.А.Нежданова, А.А.Повторейко, В.А.Свиридов, В.С.Ставинский.

По научно-методическим работам

Первая премия:

"Исследование магнитных моментов компаунд-состояний ядер".

Авторы: В.П.Алфименков, В.А.Вагов, В.Н.Замрий, Л.Ласонь, Ю.Д.Мареев,

О.Н.Овчинников, Л.Б.Пикельнер, Ш.Салаи, Ф.Л.Шапиро, Э.И.Шарапов.

Две вторые премии:

1/ "Прецизионные измерения времени жизни положительного мюона".

Авторы: М.П.Баландин, В.М.Гребенюк, В.Г.Зинов, А.Д.Конин, А.Н.Пономарев.

2/ "Разработка, наладка и запуск линейного ускорителя ЛУ-20 - инжектора синхрофазотрона ОИЯИ".

Авторы: И.М.Баженова, Ю.Д.Безногих, М.А.Воеводин, Л.П.Зиновьев, И.И.Карпов, Л.Г.Макаров, В.А.Мончинский, В.А.Попов, И.Н.Семенюшкин, Ю.В.Смирнов.





Высший орган управления институтом - Комитет Полномочных Представителей на своем совещании 18-19 февраля 1975 года утвердил пятилетний план развития ОИЯИ на период 1976-1980 гг.





Международные связи и научное сотрудничество

Дирекция Объединенного института ядерных исследований, руководствуясь решениями Ученого совета и Комитета Полномочных Представителей, продолжала активно развивать и укреплять международные связи и научное сотрудничество с научно-исследовательскими организациями стран-участниц института и других стран.

Международное сотрудничество института за год характеризуется следующими данными:

- лаборатории Объединенного института выполняли совместно с научно-исследовательскими организациями стран-участниц работы по 167 темам;

- в связи с выполнением совместных работ и для решения других задач в ОИЯИ было принято 1026 специалистов из стран-участниц;

- ОИЯИ направил в страны-участницы в связи с сотрудничеством, а также для участия в научных совещаниях 474 своих сотрудника;

- институт организовал 23 научных и научно-методических совещания и 19 научно-организационных совещаний;

- на международные и национальные конференции и в научные центры стран, не являющихся участницами Объединенного института, был командирован 131 сотрудник ОИЯИ;

- в течение года лаборатории института приняли для обсуждения научных проблем и для участия в совещаниях 226 специалистов из научных центров стран-неучастниц;

- в лабораториях института работали 11 стипендиатов из 5 стран в разное время в течение года.

Сотрудничество с научными центрами стран-участниц

Лаборатории ОИЯИ в 1975 году активно сотрудничали с научно-исследовательскими организациями стран-участниц в теоретических и экспериментальных исследованиях, в области разработки и изготовления новых экспериментальных установок и аппаратуры, разработки и совместного использования новых вычислительных программ и в других направлениях.

Успешно продолжалось сотрудничество с 16 лабораториями стран-участниц по изучению процессов множественного рождения частиц путем совместной обработки снимков, получаемых с 2-метровой пропановой камеры. Продолжались также эксперименты на установке БИС по регенерации нейтральных каонов с участием научно-исследовательских организаций Болгарии, Венгрии, ГДР, Чехословакии. Вместе с научно-исследовательскими организациями Советского Союза и Чехословакии велись исследования взаимодействий антипротонов с протонами на жидководородной камере "Людмила". В исследованиях взаимодействий адронов с нуклонами и ядрами при высоких энергиях с помощью фотоэмульсионной методики участвовали физики Болгарии, Венгрии, Польши, Румынии, СССР, Чехословакии.

Получены первые сотни тысяч фотографий на ускорителе ИФВЭ /Серпухов/ с помощью магнитного искрового спектрометра. В этих работах принимают активное участие специалисты Польши и Чехословакии. Успешно проводились исследования взаимодействий пионов с ядрами гелия-3 и гелия-4 в сотрудничестве с физиками Болгарии, Вьетнама, Румынии, Советского Союза, Чехословакии.

Активно велось изучение свойств нейтрондефицитных изотопов по программе ЯСНАПП с участием научно-исследовательских организаций 8 стран-членов Объединенного института. Продолжалось плодотворное сотрудничество с научными центрами НРБ, МНР, СРР в исследованиях двойной перезарядки пионов с помощью фотоэмульсионной методики.

Сотрудничество с научными центрами стран-участниц осуществлялось также в экспериментах по поиску в природе сверхтяжелых элементов, исследованию спонтанно делящихся изомеров, изучению взаимодействий тяжелых ионов с ядрами.

Взаимодействия медленных нейтронов с ядрами изучались совместно с научными организациями Болгарии, Монголии, Польши, Румынии и Чехословакии. Фундаментальные исследования свойств нейтрона и исследования по ядерной физике велись в содружестве с учеными большинства стран-участниц, в области физики конденсированных сред - со специалистами ВНР /ЦИФИ, Будапешт/, ГДР /ЦИЯИ, Россендорф/, ПНР /ИЯФ, Краков/ и др.

Совместно с научными центрами стран-участниц активно велись работы в области теории элементарных частиц, атомного ядра и конденсированных сред. Свойства симметрии элементарных частиц и их структура изучались совместно с университетами в Софии и Ханое, физическими институтами Венгрии, Польши, Румынии. Структура теории поля разрабатывалась вместе с институтами Болгарии, Венгрии, ГДР, Советского Союза. Научно-исследовательские организации Болгарии, ГДР, Польши, СССР активно участвовали в работах по теории структуры ядра, институты Болгарии, Венгрии, ГДР, Польши, СССР и ЧССР - в разработке теории ядерных реакций. Продолжались совместные исследования

с Софийским университетом, Центральным институтом физических исследований в Будапеште, Техническим университетом в Дрездене в области квантово-статистических моделей в теории конденсированного состояния.

По проблемам радиационной безопасности успешно выполнялись эксперименты с участием специалистов Технического университета /ГДР, Дрезден/, Института атомной физики /СРР, Бухарест/, Института ядерных исследований и ядерной энергетики /НРБ, София/, Лаборатории радиационной дозиметрии ЧСАН /ЧССР, Прага/ и организаций Советского Союза.

ОИЯИ продолжал активно сотрудничать с институтами Советского Союза в Серпухове, Москве, Ленинграде, Ереване, Ташкенте, Тбилиси, Алма-Ате и других городах. Объединенный институт использовал примерно одну треть времени работы ускорителя ИФВЭ в Серпухове. В 1975 году там работали пять физических установок ОИЯИ, в том числе МИС, водородная пузырьковая камера "Людмила", бесфильмовый искровой спектрометр. Большой объем экспериментального материала /снимки с трековых приборов, магнитные ленты/, полученный на этих установках, позволил физикам стран-участниц вести исследования в области самых актуальных проблем физики высоких энергий.

Институт также осуществляет широкое сотрудничество со странами-участницами в области создания новых физических установок, электронной аппаратуры и методических разработок. Продолжалась совместная разработка установок РИСК и СПИН, а также установки "Ф". Завершались работы по наладке ускорителя У-120М для Чехословакии. Интенсивно велись работы по созданию циклотрона У-400 и циклотрона У-200П для Польши. В странах - членах ОИЯИ

создавался комплекс аппаратуры для ИБРа-2 и вычислительного центра ЛНФ. Научно-исследовательские организации Болгарии, Венгрии, ГДР, Польши, Румынии, Советского Союза, Чехословакии участвовали в создании ускорителя тяжелых ионов на коллективном принципе.

Продолжались работы по развитию измерительно-вычислительного комплекса ОИЯИ и методов использования ЭВМ на линии с экспериментальными установками, по созданию автоматических и полуавтоматических систем для обработки камерных снимков и программ обработки экспериментальных данных, по развитию методов прикладных вычислений и массовой обработки снимков с трековых камер. Наиболее активные участники этих совместных работ - Центр вычислительной техники /ГДР, Адлерсхофф/, Центральный институт физических исследований /ВНР, Будапешт/, Институт экспериментальной физики /ЧССР, Кошице/.

Продолжались совместные работы по ядерной спектроскопии на основе исследования в ОИЯИ и в институтах Болгарии, Советского Союза, Чехословакии и других стран-участниц свойств радиоактивных изотопов, получаемых с помощью синхроциклотрона Объединенного института. Совместно с учеными Венгрии, ГДР, Советского Союза, Чехословакии разрабатывались быстрые радиохимические методы выделения изотопов из облученных мишеней и проблемы химии горячих атомов, а также исследовались свойства нестабильного элемента астата.

Научные командировки

Большое значение для осуществления и укрепления сотрудничества ОИЯИ с научно-исследовательскими организациями стран - членов института имеет командирование специалистов из стран-

участниц в лаборатории ОИЯИ и сотрудников института - в научные центры этих стран.

В 1975 году в связи с выполнением совместных работ и для решения других задач Объединенным институтом было принято 1026 специалистов из стран-участниц /в 1974 году - 896, а в 1973 году - 684/. Кроме того, в течение года в Объединенный институт были командированы из стран-участниц 642 специалиста для участия в научных и научно-организационных совещаниях. Таким образом, всего за 1975 год ОИЯИ принял 1668 специалистов стран-участниц.

Дирекция Объединенного института придает также большое значение командированию в страны-участницы сотрудников ОИЯИ. В 1975 году были направлены в страны-участницы 474 сотрудника. В последние годы в командировки все чаще направляются специалисты, являющиеся непосредственными исполнителями совместных работ. Вместе с тем дирекция большое внимание уделяет тому, чтобы в страны-участницы института выезжали ведущие ученые. В 1975 году акад. Н.Н.Боголюбов был в Чехословакии, акад. К.Ланиус - в Польше, проф. Ч.Шимане в Польше и ГДР, акад. И.М.Франк - в Польше, проф. В.П.Джелепов - в Чехословакии, акад. Б.М.Понтекорво - в Венгрии и ГДР, проф. М.Г.Мещеряков - в Польше, проф. Н.Н.Говорун - в ГДР, проф. А.М.Балдин и В.П.Саранцев - в Румынии, проф. В.Г.Соловьев - в Монголии и Болгарии, д-р Л.Чер - в ПНР, д-р Г.Лизурей - в Венгрии и т.д. Несколько наших специалистов выезжали на длительные сроки.

Научные совещания ОИЯИ

Одной из эффективных форм международного сотрудничества являются научные совещания. Институт проводит боль-

шое количество научных и научно-организационных совещаний. Они дают возможность ученым обмениваться сведениями о новейших достижениях в разных областях физики и намечать наиболее перспективные направления исследований, способствуют укреплению и расширению сотрудничества со странами-участницами ОИЯИ и другими странами.

В 1975 году ОИЯИ провел 7 крупных международных конференций и симпозиумов, 3 международных школы, 13 рабочих совещаний и 19 научно-организационных совещаний. Наиболее важными мероприятиями 1975 года были традиционная Международная школа физиков ОИЯИ-ЦЕРН, которая успешно прошла в Алуште в мае, V Международный симпозиум по физике высоких энергий и элементарных частиц в Варшаве в сентябре, VIII Международный симпозиум по ядерной электронике и выставка электронных приборов в Дубне в июне, Международная школа-семинар по физике взаимодействия тяжелых ионов с ядрами и синтезу новых элементов в Дубне в сентябре-октябре. Следует отметить также II Совещание по использованию новых ядерно-физических методов для решения научно-технических и народнохозяйственных задач, которое проходило в Дубне в декабре и вызвало большой интерес ученых.

Участие ОИЯИ в научных совещаниях других физических центров

Институт в 1975 году принял участие в большом числе конференций и совещаний в Советском Союзе, а также в 32 конференциях, совещаниях и школах в Болгарии, Венгрии, ГДР, Польше, Румынии, Чехословакии, среди которых XXV Совещание по ядерной спектроскопии и структуре атомного ядра и III Конференция по нейт-

ронной физике в СССР, Школа по физике атомного ядра и Школа по физике элементарных частиц в Болгарии, Международный симпозиум "Нейтрино-75" и Международный симпозиум по структуре ядра в Венгрии, Международный симпозиум по взаимодействию быстрых нейтронов с ядрами и Собрание по применению ядерных методов для анализа состава материалов в ГДР, Летняя школа по ядерной физике и Международная конференция по мессбауэровской спектроскопии в Польше, III Генеральная конференция Европейского физического общества в Румынии, Симпозиум по рассеянию адронов при высоких энергиях, Международный семинар по ядерной спектроскопии и Конференция стран СЭВ по физике и технике низких температур в Чехословакии.

80 специалистов института участвовали в 33 конференциях, симпозиумах и школах, проведенных в странах, не являющихся членами ОИЯИ. Наиболее представительные делегации были направлены на такие крупные международные совещания, как Международная конференция по физике высоких энергий и структуре ядра в Санта-Фе, США, Международная конференция по плутонию и другим актинидным элементам и IV Международный симпозиум по трансплутониевым элементам в Баден-Бадене, ФРГ.

Сотрудничество и связи с научными центрами стран, не являющихся участницами ОИЯИ

По нескольким темам проблемно-тематического плана лаборатории ОИЯИ сотрудничали с научными центрами стран-неучастниц. Главным образом это сотрудничество осуществлялось путем выполнения совместных работ на базовых

установках в Дубне и Серпухове, а также мощных экспериментальных установках в Батавии и Гренобле.

Более 5 лет на синхроциклотроне ОИЯИ успешно ведутся исследования при использовании стримерной камеры высокого давления с участием итальянских физиков из Турина и Фраскати. По протоколу о сотрудничестве между ОИЯИ и Национальным институтом ядерной физики Италии и по соглашению с ЦЕРНом в 1975 году начались эксперименты на ускорителе в Серпухове с помощью магнитного искрового спектрометра совместно с итальянскими учеными. Физики ОИЯИ продолжали подготовку совместного с ЦЕРНом эксперимента по инклюзивному глубоконеупругому рассеянию мюонов на водороде и дейтерии, который будет проведен на строящемся новом ускорителе этого центра.

Интернациональная группа болгарских, польских, румынских и советских физиков ОИЯИ вместе с американскими учеными продолжала эксперименты на крупнейшем ускорителе в Национальной лаборатории им. Ферми в Батавии. В 1975 году одновременно проводились три эксперимента: завершено изучение взаимодействия протонов с дейтронами при малых переданных импульсах и набран статистический материал в опытах по исследованию дифракционной диссоциации протонов на водороде и дейтерии и измерению формфактора пиона при 100 ГэВ. В двух работах использовалась струйная мишень ОИЯИ, а в последней - дрейфовые камеры, изготовленные в ОИЯИ. В конце года в Батавию направлена группа специалистов института для подготовки нового эксперимента по исследованию рассеяния протонов на гелии.

В области физики низких энергий осуществлялось сотрудничество с Институтом Лаауэ-Ланжевена в Гренобле, успешно проведен совместный эксперимент с

французскими физиками из Орсе. Продолжались совместные работы с Университетом в Сассексе по исследованию угловых зависимостей излучений от ориентированных ядер.

Совместные исследования выполнялись также с научными центрами Финляндии, Югославии, Индии, Дании и других стран.

Экскурсии в ОИЯИ

Для ознакомления с деятельностью Объединенного института, его лабораториями и работой экспериментальных установок в течение года было принято 65 групп экскурсантов /1357 человек/, из них 53 группы /1329 человек/ из стран-участниц, 12 групп /28 человек/ из других стран.

СПРАВКА

о развитии международного сотрудничества и связей
Объединенного института ядерных исследований
за период 1970-1975 гг.

№№ пп	Вид сотрудничества	1970	1971	1972	1973	1974	1975
1.	Количество совместных работ	250	270	285	290	290	167*
2.	Количество командировок специалистов из стран-участниц в Дубну /без совещаний/	446	543	503	684	896	1026
3.	Количество командировок специалистов ОИЯИ в страны-участницы	287	397	431	417	426	474
4.	Количество научных, методических и научно-организационных совещаний	28	27	29	39	38	42
5.	Количество командировок на международные конференции и в научные центры стран-неучастниц	166	139	132	140	112	131
6.	Количество приездов специалистов из стран-неучастниц	176	225	226	157	206	250
7.	Количество стипендиатов ОИЯИ	8	19	15	17	8	11

Примечание: *В связи с переходом на тематическое планирование научно-исследовательских работ и международных связей в 1975 году указано количество тем, по которым выполнялись совместные работы.

ПЕРЕЧЕНЬ
научных совещаний,
проведенных Объединенным институтом ядерных исследований
в 1975 году

№№	Тематика совещаний	Время проведения	Место проведения	Количество участников
1	2	3	4	5
<i>I. Симпозиумы и семинары</i>				
1.	Международное совещание по структуре ядра и нейтронной физике	21-26 апреля	Варна, НРБ	60
2.	IV Международный семинар по проблемам физики высоких энергий /множественные процессы/	5-11 июня	Дубна	220
3.	Международное совещание по методике нитяных камер	17-20 июня	Дубна	138
4.	VIII Международный симпозиум по ядерной электронике и выставка электронных приборов	24-29 июня	Дубна	147
5.	XIV Совещание по ядерной спектроскопии и теории ядра	15-19 июля	Дубна	166
6.	V Международный симпозиум по физике высоких энергий и элементарных частиц	3-9 сентября	Варшава, ПНР	125
7.	Совещание по использованию новых ядерно-физических методов для решения научно-технических и народно-хозяйственных задач	1-4 декабря	Дубна	110
<i>II. Рабочие совещания</i>				
8.	Совещание Сотрудничества по исследованиям взаимодействий ядер при помощи фотэмульсионной методики	28-31 января	Дубна	30

№№	Тематика совещаний	Время проведения	Место проведения	Количество участников
1	2	3	4	5
9.	Совещание по установке РИСК	4-7 марта	Дубна	39
10.	Совещание по экспериментам с нейтральными каонами на установке БИС	11-14 марта	Дубна	31
11.	Совещание Сотрудничества по обработке материалов с установки "Людмила"	18-21 марта	Дубна	16
12.	Совещание по исследованиям на двухметровой пропановой камере	3-5 июня	Дубна	35
13.	Совещание по установке РИСК	8-12 сентября	Цойтен, ГДР	35
14.	Совещание Сотрудничества по обработке материалов с однометровой водородной камеры	16-19 сентября	Дубна	17
15.	Совещание по экспериментам с нейтральными каонами на установке БИС	23-26 сентября	Дубна	39
16.	Совещание по исследованиям на двухметровой пропановой камере	3-8 октября	Бухарест, СРР	33
17.	Совещание по установке СПИН	7-10 октября	Дубна	40
18.	Совещание по спиральным измерителям СИДУБ	7-10 октября	Дубна	29
19.	Совещание по исследованию дифракционной диссоциации пионов на установке МИС	25-27 ноября	Дубна	56
20.	IV Совещание экспертов-патентоведов стран-участниц ОИЯИ	9-12 декабря	Дубна	44
III. Школы				
21.	Международная школа физиков ОИЯИ-ЦЕРН	14-28 мая	Алушта, СССР	110

№№	Тематика совещаний	Время проведения	Место проведения	Количество участников
1	2	3	4	5
22.	Международная школа-семинар по ядерной физике тяжелых ионов	23 сентября-4 октября	Дубна	187
23.	Школа молодых ученых по ускорительным установкам	4-15 сентября	Ужгород, СССР	97

IV. Научно-организационные совещания

24.	Сессии Ученого совета ОИЯИ	14-17 января,	Дубна	60
		28-30 мая	Дубна	60
25.	Сессии Ученого совета по физике высоких энергий ОИЯИ	26-27 мая,	Дубна	30
		18-21 ноября	Дубна	30
26.	Сессии Ученого совета по физике низких энергий ОИЯИ	26-27 мая,	Дубна	30
		25-28 ноября	Дубна	30
27.	Сессия Ученого совета по теоретической физике ОИЯИ	16-19 декабря	Дубна	25
28.	Совещание Контрольной комиссии Финансового комитета ОИЯИ	20-22 мая	Дубна	20
29.	Совещание Финансового комитета	11-14 ноября	Дубна	20
30.	Совещания Камерного комитета	15-17 апреля,	Дубна	30
		21-23 октября	Дубна	30

№№	Тематика совещаний	Время проведения	Место проведения	Количество участников
1	2	3	4	5
31.	Совещания Фотоэмульсионного комитета	15-17 апреля,	Дубна	25
		21-23 октября	Дубна	25
32.	Совещания Комитета по электронным экспериментам	15-17 апреля,	Дубна	25
		21-23 октября	Дубна	25
33.	Совещания Комитета по физике тяжелых ионов	15-17 апреля,	Дубна	25
		21-23 октября	Дубна	25
34.	Совещание Комитета по структуре ядра	28-30 октября	Дубна	25
35.	Совещание Комитета по нейтронной физике	28-30 октября	Дубна	25

ПЕРЕЧЕНЬ
международных и национальных конференций,
симпозиумов, семинаров, совещаний и школ,
в которых принимали участие специалисты Объединенного института
ядерных исследований в 1975 году

№№ пп	Наименование	Время проведения	Место проведения
1	2	3	4

А. В странах-участницах института

1.	Научная сессия "Приборостроение-75"	26-29 января	София, НРБ
----	-------------------------------------	--------------	------------

№№ пп	Наименование	Время проведения	Место проведения
1	2	3	4
2.	Всесоюзная школа по неупругим взаимодействиям	26 января - 7 февраля	Бакуриани, СССР
3.	XXV Собрание по ядерной спектроскопии и структуре атомного ядра	28-31 января	Ленинград, СССР
4.	Зимняя школа по ядерной физике	4-16 февраля	Закопане, ПНР
5.	Научная сессия Отделения ядерной физики АН СССР по экспериментальным и теоретическим вопросам физики высоких энергий и элементарных частиц	11-14 февраля	Гатчина, СССР
6.	Зимняя школа Вроцлавского университета	16 февраля - 4 марта	Карпач, ПНР
7.	Лейпцигская ярмарка	8-18 марта	Лейпциг, ГДР
8.	Симпозиум по физике и технике низких температур	16-22 марта	Гауссиг, ГДР
9.	Конференция по средствам и методам измерений параметров магнитных полей	18-21 марта	Ленинград, СССР
10.	Международный семинар по ядерной спектроскопии и ядерным реакциям	6-16 апреля	Либлице, ЧССР
11.	VIII сессия Всесоюзной школы по физике элементарных частиц высоких энергий	8-19 апреля	Ереван, СССР
12.	Международный семинар по глубоко-неупругим взаимодействиям лептонов с адронами	24-26 апреля	Сухуми, СССР
13.	Радиохимическая конференция	27 апреля - 7 мая	Мариански Лазни, ЧССР

№№ пп	Наименование	Время проведения	Место проведения
1	2	3	4
14.	Совещание по применению ядерных методов для анализа состава материалов	11-17 мая	Дрезден, ГДР
15.	Рабочее заседание по проблемам теоретической физики	14-16 мая	Лейпциг, ГДР
16.	Семинар по математическому обеспечению БЭСМ-6	19-23 мая	Киев, СССР
17.	V рабочее совещание по статистической физике	26-30 мая	Львов, СССР
18.	Летняя школа по применению ЭВМ в физике	5-17 июня	Смоленице, ЧССР
19.	VI сессия Всесоюзной школы по ядерной физике	9-19 июня	Москва, СССР
20.	III Конференция по нейтронной физике	9-13 июня	Киев, СССР
21.	Международный симпозиум "Нейтрино-75"	15-22 июня	Балатонфюред, ВНР
22.	Заседание комиссии СЭВ	16-20 июня	Росток, ГДР
23.	Симпозиум по рассеянию адронов при высоких энергиях	16-22 июня	Либлице, ЧССР
24.	Семинар по повышению эффективности БЭСМ-6	23-27 июня	Иркутск, СССР
25.	Симпозиум по использованию цикло-тронов	19 августа - 1 сентября	Дебрецен, ВНР
26.	Летняя школа по ядерной физике	22 августа - 8 сентября	Миколайки, ПНР
27.	Конференция стран СЭВ по мессбауэ-ровской спектроскопии	24-30 августа	Краков, ПНР

№№ пп	Наименование	Время проведения	Место проведения
1	2	3	4
28.	Международная конференция по тонким пленкам	24-31 августа	Будапешт, ВНР
29.	II Европейская конференция по аналитической химии	24-31 августа	Будапешт, ВНР
30.	Школа болгарских физиков	25 августа - 10 сентября	София, НРБ
31.	Международный симпозиум по структуре ядра	31 августа - 7 сентября	Балатонфюред, ВНР
32.	Национальная конференция физиков	1-9 сентября	Будапешт, ВНР
33.	III Генеральная конференция Европейского физического общества	8-14 сентября	Бухарест, СРР
34.	Заседание рабочей группы по ядерному приборостроению стран-членов СЭВ	17-20 сентября	Дубна, СССР
35.	Школа по физике высоких энергий БАН	20-30 сентября	Гюлечице, НРБ
36.	XIV Международный конгресс по холоду	20-30 сентября	Москва, СССР
37.	Конференция "ЭКОДУ-20"	21-27 сентября	Будапешт, ВНР
38.	Школа по ядерной физике малых энергий	21 сентября - 2 октября	Алушта, СССР
39.	VI Всесоюзная конференция по физике электронных и атомных столкновений	22-24 сентября	Тбилиси, СССР
40.	Семинар по обработке физической информации	23-30 сентября	Ереван, СССР
41.	Школа по физике атомного ядра БАН	28 сентября - 8 октября	Варна, НРБ

№№ пп	Наименование	Время проведения	Место проведения
1	2	3	4
42.	Семинар по вопросам теории и проектирования преобразователей информации	30 сентября - 2 октября	Киев, СССР
43.	Международная конференция по измерению малых радиоактивностей	5-11 октября	Татранска Ломница, ЧССР
44.	Школа-семинар по физике элементарных частиц	18-26 октября	Кутаиси, СССР
45.	Международная конференция стран СЭВ по физике и технике низких температур	19-26 октября	Братислава, ЧССР
46.	Симпозиум по медицинской физике	21-26 октября	Варшава, ПНР
47.	Всесоюзная конференция по космическим лучам	29-31 октября	Самарканд, СССР
48.	Международный семинар по физике элементарных частиц	30 октября - 6 ноября	Смоленце, ЧССР
49.	Международная осенняя школа по магнетизму и рассеянию нейтронов	9-15 ноября	Гауссиг, ГДР
50.	Международный симпозиум по взаимодействию быстрых нейтронов с ядрами	14-23 ноября	Гауссиг, ГДР
51.	Научная сессия Отделения ядерной физики АН СССР по физике высоких энергий и элементарных частиц	17-21 ноября	Москва, СССР
52.	Заседание Химического общества ГДР	24-29 ноября	Дрезден, ГДР
53.	Семинар по электромагнитным взаимодействиям ядер при малых и средних энергиях	8-10 декабря	Москва, СССР

№№ пп	Наименование	Время проведения	Место проведения
1	2	3	4
<i>Б. В странах-неучастницах института</i>			
1.	Международная конференция и выставка "Мини-компьютер форум"	10-23 февраля	Лондон, Англия
2.	Международный семинар по перспективам развития физики высоких энергий	2-9 марта	Новый Орлеан, США
3.	Европейское совещание по циклотронным установкам	5-12 марта	Лондон, Англия
4.	Конференция по ускорителям частиц	9-22 марта	Вашингтон, США
5.	Международная конференция по магнитной технологии	20-29 апреля	Рим, Италия
6.	Международный симпозиум по ядерной электронике	18-27 мая	Стрезе, Италия
7.	Симпозиум "Нейтроны в биологии"	3-9 июня	Брукхейвен, США
8.	Международная конференция по физике высоких энергий и структуре ядра	8-23 июня	Санта-Фе, США
9.	Международный симпозиум по взаимодействиям и рабочее совещание ОИЯИ	10-21 июня	Лома-Коли, Финляндия
10.	Международная конференция по физике элементарных частиц	22 июня - 1 июля	Палермо, Италия
11.	VI Международный коллоквиум по многочастичным реакциям	13-22 июля	Чилтон, Англия
12.	V Международная конференция по информационному поиску	15-27 июля	Лондон, Англия

№№ пп	Наименование	Время проведения	Место проведения
1	2	3	4
13.	XXXIX конференция Международного метеоритного общества	27 июля - 7 августа	Париж, Франция
14.	Международная конференция по нейтронной дифракции и X Международный конгресс по кристаллографии	3-16 августа	Петтен, Амстердам, Нидерланды
15.	Международный симпозиум по структуре ядра	9-19 августа	Йоутса, Финляндия
16.	Международная конференция по физике низких температур	12-22 августа	Отаниеми, Финляндия
17.	VII Международная конференция по изохронным циклотронам	17-27 августа	Цюрих, Швейцария
18.	Международный симпозиум по взаимодействию электронов и фотонов высоких энергий	20-29 августа	Станфорд, США
19.	IV Международный симпозиум по поляризационным явлениям в ядерных реакциях	24-30 августа	Цюрих, Швейцария
20.	Рабочее совещание по "он-лайн"-масс-сепараторам	2-6 сентября	Орхус, Дания
21.	V Международная конференция по плутонию и другим актинидным элементам и IV Международный симпозиум по трансплутониевым элементам	7-22 сентября	Баден-Баден, ФРГ
22.	Международная школа по физике элементарных частиц	14-28 сентября	Башко-Поле, Югославия
23.	Генеральная конференция МАГАТЭ	22-28 сентября	Вена, Австрия
24.	Симпозиум по высоковозбужденным состояниям в ядрах	22-29 сентября	Юлих, ФРГ

№№ пп	Наименование	Время проведения	Место проведения
1	2	3	4
25.	Европейский форум по применению ЭВМ в науке и технике "Еврокомп-75"	22 сентября - 2 октября	Лондон, Англия
26.	Ежегодное консультативное совещание сотрудников по связи с ИНИС	5-12 октября	Вена, Австрия
27.	II Международный симпозиум по применению системы КАМАК	11-18 октября	Брюссель, Бельгия
28.	II Международная конференция по ионным источникам	26 октября - 5 ноября	Гатлинберг, США
29.	Сообщание Научного комитета ЦЕРНа	17-22 ноября	Женева, Швейцария
30.	Совещание экспертов по подготовке заседания рабочей группы по ускорителям на сверхвысокие энергии	22-26 ноября	Женева, Швейцария
31.	Юбилейные торжества, посвященные 75-летию Нобелевского фонда	7-13 декабря	Стокгольм, Швеция





С деятельностью ОИЯИ ознакомились руководители Комитета по мирному использованию атомной энергии НРБ. На снимке: ученый секретарь ОИЯИ Ю.А.Щербаков, председатель комитета К.Костадинов, заместитель председателя комитета С.Русков, начальник международного отдела института В.С.Шванев и руководитель болгарской национальной группы сотрудников института М.Матеев /июнь 1975 г./.

На Международном совещании по методике проволочных камер ведущие специалисты стран-участниц ОИЯИ и других стран обсудили проблемы создания новейшей техники детектирования ядерных частиц - пропорциональных и дрейфовых камер.



Директор Лаборатории теоретической физики ОИЯИ член-корреспондент АН СССР Д.И.Блохинцев дает интервью заместителю главного редактора журнала "NBI" /ГДР/ З.Шредеру.



ОИЯИ в течение многих лет сотрудничает с ЦЕРНом. Директор Лаборатории высоких энергий член-корреспондент АН СССР А.М.Балдин с административным директором ЦЕРНа Д.Хемптоном и профессором И.Гольдшмидт-Клермоном.





Директор ОИЯИ академик Н.Н.Боголюбов и вице-директор профессор Ч.Шимане принимают делегацию ЦЕРНа.

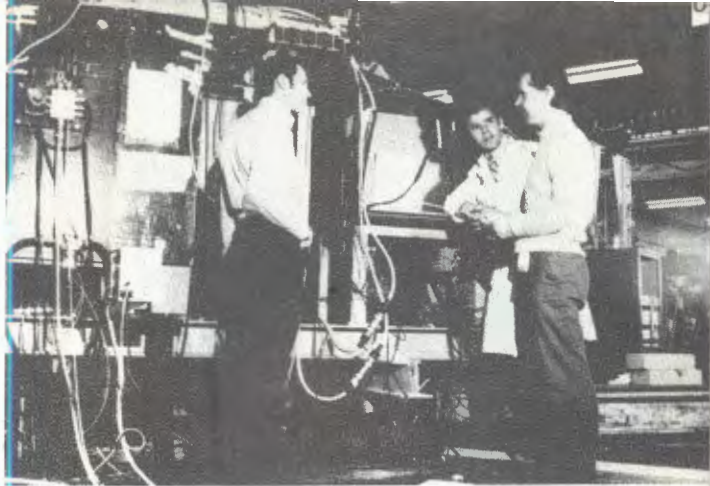
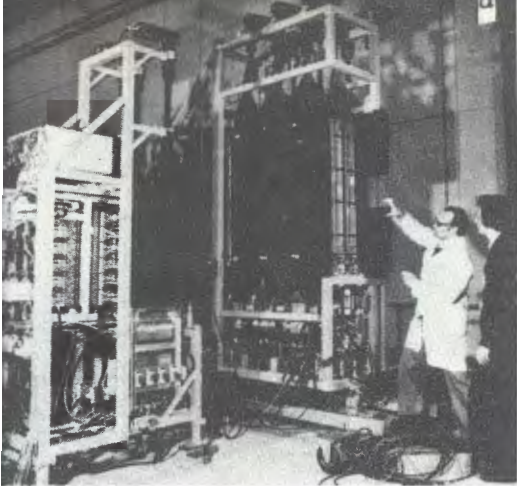


Традиционная школа молодых физиков ОИЯИ-ЦЕРН состоялась в Алуште. Ведущие ученые обоих центров и их стран-участниц прочитали курсы лекций по актуальным проблемам теоретической и экспериментальной физики.



Большой интерес для молодых ученых представили также семинары и многочисленные дискуссии по сложным вопросам современной физики.





Ученые ОИЯИ по программе обмена участвовали в экспериментах, проводимых в ЦЕРНе на встречных протон-протонных пучках.

а/ И.А.Савин и Г.Вестергомби у детектора нейтронов установки SFM, с помощью которой исследовались процессы рождения изобар, а также упругое рассеяние протонов на протонах на большие углы.
 б/ И.А.Голутвин /справа/ и В.В.Кухтин /в центре/ за работой на экспериментальной установке для исследования прямого рождения лептонов в протон-протонных столкновениях.

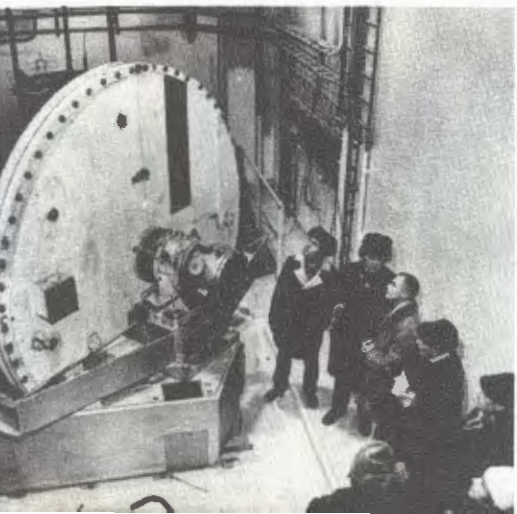
ОИЯИ посетила индийская делегация по вопросам научно-экономического сотрудничества. Заместитель директора ЛВТА член-корреспондент АН СССР Н.Н.Говорун знакомит директора Департамента электроники Индии Кришнамуртхи, профессора Баласубраманиам и других членов делегации с аппаратурой для обработки filmовой информации.



Директор Института Лауэ-Ланжевена профессор Р.Мессбауэр /Франция/ посетил ОИЯИ с целью обсуждения вопросов сотрудничества. На снимке: сотрудники Лаборатории нейтронной физики знакомят гостя с работами по созданию отражателя реактора ИБР-2.



Многолетнее сотрудничество связывает физиков Дубны с научными центрами Италии. На снимке: встреча ведущих ученых Лаборатории ядерных проблем с директором Национального института ядерной физики профессором К.Вилли и профессором Г.Пирраджино.





Директор ЛНФ академик И.М.Франк рассказывает директору Института Лауэ-Ланжевена профессору Р.Мессбауэру о работах ученых лаборатории.



В Лаборатории ядерных проблем успешно ведутся исследования по использованию ядерных частиц в медицине. На снимке: кандидат физ.-мат. наук О.В.Савченко /второй слева/ знакомит ученого из Швеции Борие Ларссена с экспериментальной установкой на медицинском пучке.



Успешно продолжается сотрудничество ученых ОИЯИ и Национальной ускорительной лаборатории им. Ферми в Батавии. На снимке: прием в дирекции Объединенного института директора этой лаборатории Р.Вильсона.

В Дубне побывали члены комиссии Международного союза чистой и прикладной химии - ИЮПАК. Гости посетили Лабораторию ядерных реакций. Делегацию сопровождал директор ЛЯР академик Г.Н.Флеров.

Вице-директор института профессор Ч.Шимане и директор Лаборатории ядерных проблем член-корреспондент АН СССР В.П.Джелепов принимают директора Лос-Аламосской лаборатории профессора Гаральда Агню.



Научная информация



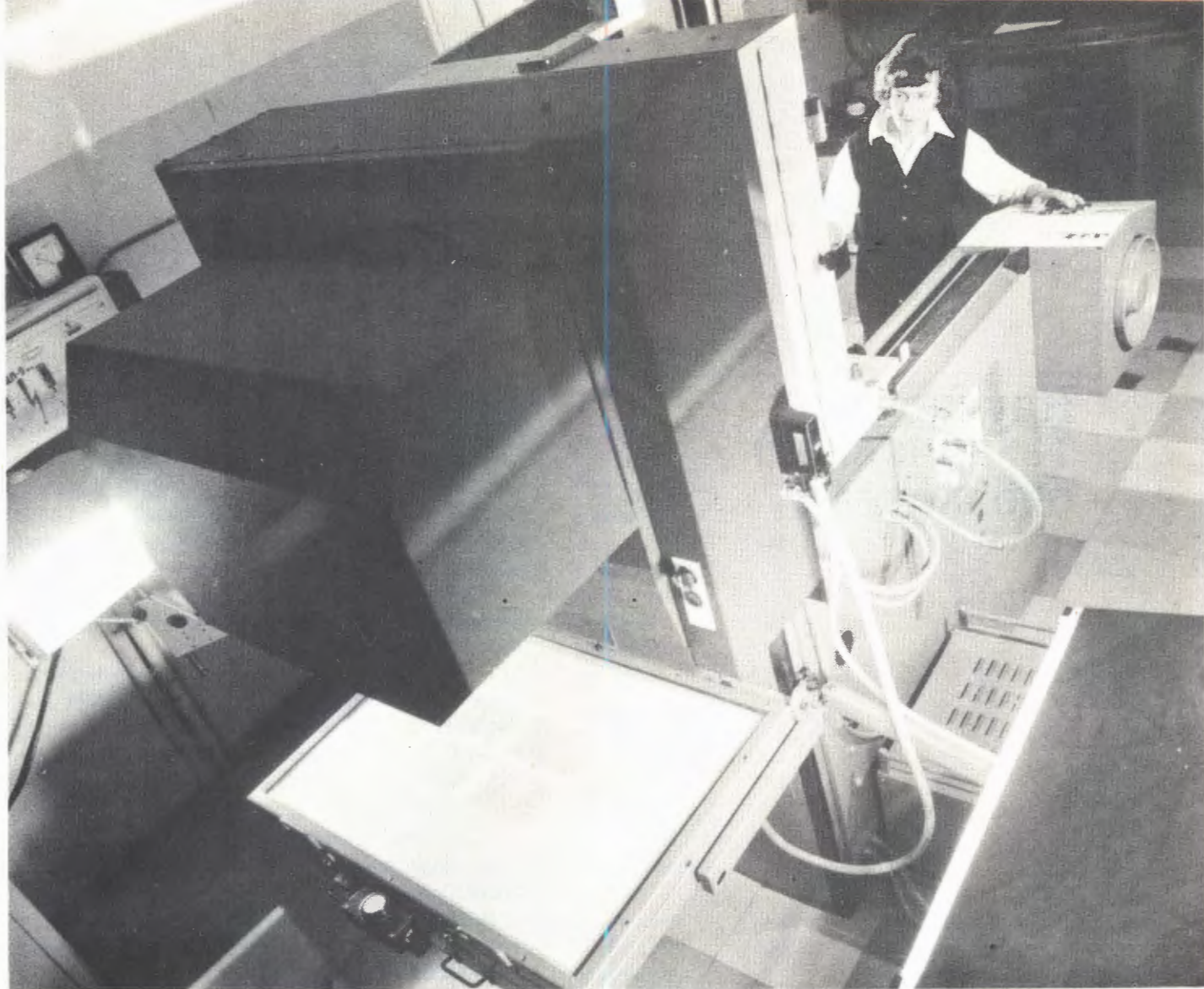
Издательский отдел

Издательский отдел в 1975 году отпечатал 5 млн. 500 тыс. оттисков. Выпущено в свет 923 наименования препринтов и сообщений. Общий объем всех публикаций за год составил 1346 уч.-изд. листов. Среди материалов различных конференций, школ и совещаний, изданных отделом в 1975 году, наибольший интерес вызвали сборники Международной школы по физике ОИЯИ-ЦЕРН /Алушта/, Школы-семинара молодых ученых по актуальным проблемам физики элементарных частиц /Сочи/, VIII Международного симпозиума по ядерной электронике /Дубна/. Всего выпущено 8 таких сборников. Началась публикация цикла "Лекции для молодых ученых", издано 6 брошюр цикла.

Постоянно растет список адресатов, получающих препринты и сообщения института. По просьбам различных научных учреждений в этот список включены еще 55 библиотек институтов и университетов. Публикации института регулярно рассылаются в 56 стран мира по 800 адресам. Помимо этого, в 1975 году отправлено по отдельным запросам 11700 брошюр; реализовано около 3035 сборников материалов конференций и школ. В обмен на публикации ОИЯИ научно-техническая библиотека получила свыше 6,5 тыс. изданий.

Число статей и докладов научных сотрудников института, направленных в различные журналы и на конференции, в 1975 году достигло 834. В научные журналы СССР было направлено 309 статей, в журналы других стран - 168. На международные конференции оформлено 188 докладов, на совещания и конференции в СССР - 169.

Издательский отдел обслуживал лаборатории, библиотеку, управление института такими видами работ, как ксерокопирование, изготовление бланков для обработки экспериментальной информации, различных вспомогательных бланков.



▲
Для изготовления штриховых, полутоновых и растровых снимков в издательском отделе ОИЯИ используется прецизионный репродукционный фотоаппарат AVZ 56 производства ГДР.



В печатном цехе издательского отдела.

Научно-техническая библиотека

В 1975 году число читателей научной технической библиотеки и ее филиалов составило 5450 человек, в том числе 777 прибывших в командировки. По сравнению с 1974 годом число читателей увеличилось на 150 человек. Количество выданной за год литературы и просмотренной на выставках новых поступлений приблизилось к 500 тысячам печатных единиц.

По заказам читателей получено по межбиблиотечному абонементу 1894 названия книг и журналов. По всем источникам комплектования в библиотеку поступило 21123 печатных единицы.

Все поступившие в библиотеку издания своевременно обрабатывались и отражались в сводных каталогах центральной библиотеки и каталогах филиалов. Картоoteca публикаций сотрудников ОИЯИ в 1975 году пополнилась 4697 новыми карточками. Подготовлен и издан указатель публикаций сотрудников института за 1974 год. Проводилась работа по очистке фонда от устаревшей и малоиспользуемой литературы.

На 31 декабря 1975 года библиотечный фонд составлял более 340 тысяч единиц.

Информационная служба библиотеки еженедельно выпускала экспресс-информацию о новых поступлениях: "Книги", "Препринты", "Статьи", всего за год выпущено 148 номеров, включивших 22300 названий. Напечатано 105 списков на новые журналы, полученные библиотекой. Еженедельно обновлялись выставки новых поступлений.

Было организовано 6 тематических выставок литературы к совещаниям и школам, проходившим в институте. Были изданы тематические списки этой литературы.

По запросам ученых выдано большое количество библиографических справок.

Обмен изданиями

Всего за 1975 год в научно-техническую библиотеку ОИЯИ поступило в порядке обмена 7168 публикаций из 43 стран и международных центров. Кроме того, в порядке обмена библиотека бесплатно получила периодические издания 125 названий из 23 стран.

Количество поступлений показывает следующая таблица:

Наименование страны	Препринты	Оттиски	Журналы	Книги
1	2	3	4	5

Страны-участницы ОИЯИ

Болгария	2		7	
Венгрия	86		5	15
ГДР	73		4	1
КНДР			2	
Польша	95		8	4
Румыния	51		13	7
СССР	1477		33	265
Чехословакия	8		9	1
Всего:	1792		81	293

Другие страны и международные организации

Австралия	53	15	1	
Австрия	18		5	50
Аргентина	5			
Бельгия	35		4	
Бразилия	87			
Великобритания	313			12

	1	2	3	4	5
Венесуэла		1			
Греция		5			
Дания		38	35	1	
Евратом		26		2	5
Западный Берлин		22			
Израиль		26			
Индия		70		4	13
Ирландия		16			
Испания		24			3
Италия		390	140	1	1
Канада		50	52		3
Ливан		2			
Мексика		40			
Нидерланды		16			2
Новая Зеландия		7			
Норвегия		10			
Пакистан		4			
Португалия		1			
Судан		2			
США		1743	35	5	42
Турция		3		1	
Финляндия		30		1	
Франция		335	66	2	8
ФРГ		695	74	7	5
Швеция		27			
Швейцария		8		1	
ЦЕРН		537		2	5
Югославия		2			1
Япония		293	25	7	5
Всего:	4934	442	44	448	
Общее количество:	6726	442	125	448	



Изобретательство, рационализация, патентная служба

Правовая охрана открытий

	1975	1971- 1975	1958- 1975
Зарегистриро- вано открытий	4	10	16

Защита и использование изобретений

	1975	1971- 1975	1958- 1975
Получено поло- жительных ре- шений	54	230	439
Использовано изобретений	15	92	220

В 1975 году выпущено 4 номера бюллетеня "Заявки и изобретения", в которых помещены аннотации о 90 первичных заявках на изобретения с датой приоритета, начиная с 1 января 1975 года.

Рационализаторские предложения

	1975	1971- 1975	1958- 1975
Использовано рационализатор- ских предложений	510	2390	5827
Экономический эффект в тыс.руб.	32,0	205,4	1405,4

Патентная информация

Вышел из печати реферативный сборник "Патенты по регистрации ионизирую-

щего излучения в следовых камерах“, подготовленный патентным отделом ОИЯИ совместно с ЦНИИАтоминформ. Сборник содержит аннотации 200 описаний изобретений к авторским свидетельствам СССР и патентам США, Великобритании, Японии, ФРГ, Франции и других стран.

Итоги конкурсов

А. Внедренные изобретения

- 1 премия: Г.С.Казанский, А.И.Михайлов - “Способ инъекции заряженных частиц в синхрофазотрон“, авторское свидетельство № 405482.
- 2 премия: 1/ Е.И.Дьячков, А.Г.Зельдович - “Способ защиты от загрязнений поверхностей низкотемпературного сосуда“, авторское свидетельство № 309329.
- 2/ В.В.Кольга, Л.М.Онищенко - “Способ измерения частоты поперечных некогерентных колебаний сгустка заряженных частиц“, авторское свидетельство № 422129.

Б. Изобретения

- 1 премия: В.А.Акуличев, Л.Р.Гаврилов, В.Г.Гребинник, В.А.Жуков, Г.И.Селиванов, Г.Либман, А.П.Маньч, Ю.И.Рудин, Л.Розенберг - “Акустическая пузырьковая камера“, авторское свидетельство № 275243.
- 2 премия: 1/ А.А.Смирнов - “Электрический фильтр“, авторское свидетельство № 449457.
- 2/ Л.М.Сороко - “Магнитный спектрометр заряженных частиц“, авторское свидетельство № 40575.

В. Рационализаторские предложения

- 1 премия: 1/ В.П.Пугачевич - “Конструкция двухкоординатной магнитострикционной искровой камеры размером 1x1 м для экспериментальной установки “Фотон“ /№ 1768 - ЛВЭ/.
- 2/ А.Г.Комиссаров - “Усовершенствование электрического питания магнитной системы электронной модели кольцевого циклотрона“ /№1768 - ЛВЭ/.
- 2 премия: В.Е.Сосульников, А.И.Иванов - “Метод очистки гелия от примесей водорода“ /№1745 - ЛВЭ/.

Поощрительная премия: Н.А.Блинов - “Устройство для разделки концов кабеля“ /№1069 - ЛЯП/.

Разработка правовых норм

IV Совещание экспертов-патентоведов стран-участниц ОИЯИ состоялось 9-12 декабря 1975 года в Дубне, выработало проект “Положения ОИЯИ об изобретениях“ и рекомендовало дирекции института вынести этот документ на рассмотрение очередной сессии Комитета Полномочных Представителей.

Изобретения с наибольшим эффектом использования

1. Магнит циклического ускорителя, авторское свидетельство 481237, авторы В.П.Дмитриевский и др. /ЛЯП/.
2. Устройство для дозировки и управления заряженными частицами высоких энергий, авторское свидетельство 405186, авторы М.И.Соловьев и др. /ЛВЭ/.
3. Способ инъекции заряженных частиц в синхрофазотрон, авторское свидетельство 405482, авторы Г.С.Казанский и др. /ЛВЭ/.

4. Жидководородная мишень, авторское свидетельство 288178, авторы Л.Б.Голованов и др. /ЛВЭ/.

5. Способ определения свойств материала, авторское свидетельство 333452, авторы В.Г.Зинов и др. /ЛЯП/.

6. Струйная газовая мишень, авторские свидетельства 330822, 336843, 342231, авторы В.Д.Бартенев, Л.С.Золнин и др. /ЛВЭ/.

7. Детектор тяжелых заряженных частиц на основе поликарбоната, авторское свидетельство 430737, авторы В.П.Перелыгин и др. /ЛЯР/.

Базовые установки ОИЯИ с наибольшим количеством изобретений, использованных при их создании и модернизации

Синхроциклотрон ЛЯП	- 5
Синхрофазотрон ЛВЭ	- 9
ИБР ЛНФ	- 2
100-сантиметровая пузырьковая водородная камера ЛВЭ	- 14
Камера "Людмила" ЛВЭ	- 10

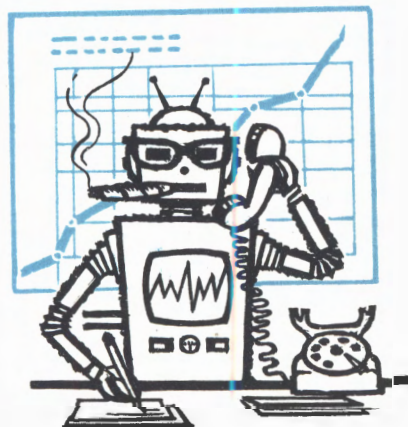
Перечень открытий сотрудников ОИЯИ за 1975 год

№№ п/п	Наименование	Фамилия, имя, отчество авторов	Место работы авторов	Страна-участница	№ диплома, № бюллетеня ОИПОТЗ
1.	Явление запаздывающего деления атомных ядер	Г.Н.Флеров В.И.Кузнецов Н.К.Скобелев	ОИЯИ ЛЯР ОИЯИ ЛЯР ОИЯИ ЛЯР	СССР СССР СССР	№ 160 в №46 за 1975 год /приоритет от 12/VI-1971 г./
2.	Явление существования мюония в конденсированных средах	А.И.Бабаев М.Я.Балац Г.Г.Мясищев Ю.В.Обухов В.Г.Фирсов В.С.Роганов	ИТЭФ ИТЭФ ИТЭФ ИТЭФ ИТЭФ ОИЯИ ЛЯП	СССР СССР СССР СССР СССР СССР	№ 161 в № 48 за 1975 год /приоритет от 3/XI - 1965 г./
3.	Явление двухчастотной прецессии положительного мю-мезона в атоме мюония в магнитном поле	И.И.Гуревич И.Г.Ивантер Л.А.Макарьина Е.А.Мелешко Б.А.Никольский В.И.Селиванов В.П.Смьлга Б.В.Соколов В.Д.Шестаков И.В.Яковлева В.С.Роганов	Институт атомной энергии "- "- "- "- "- "- "- "- "- "- ОИЯИ ЛЯП	СССР СССР СССР СССР СССР СССР СССР СССР СССР СССР СССР	№ 162 в № 48 за 1975 год /приоритет от 1/V - 1969 г./
4.	Явление захвата отрицательно заряженных пи-мезонов ядрами химически связанного водорода	С.С.Герштейн А.Ф.Дунайцев Ю.Д.Прокошкин В.И.Рыкалин В.И.Петрухин Л.И.Пономарев	Институт физики высоких энергий "- "- "- ОИЯИ ЛЯП ОИЯИ ЛТФ	СССР СССР СССР СССР СССР СССР	№ 164 в № 48 за 1975 год /приоритет от 4/IV - 1962 г./



Общественные службы

Административно- хозяйственная деятельность



Отдел радиационной безопасности

◇ *Дозиметрический контроль* радиационных зон показал, что работа ядерно-физических установок и эксперименты с источниками излучений были организованы так, что превышения допустимых величин доз в зонах радиационного воздействия, а также изменения установленных границ зон, связанного с увеличением уровней излучений от постоянно действующих базовых установок, не было. Групповая доза 2083 сотрудников ОИЯИ, контролировавшихся с помощью индивидуальных дозиметров, составила 843,42 бэр за год, причем для 90,6% контролируемого персонала индивидуальная годовая доза была меньше 1,5 бэр.

Режимы работы базовых установок, являющихся источниками излучений, характеризовались в среднем пониженной радиационной опасностью. Синхрофазотрон более полугода работал в режиме ускорения дейтронов и альфа-частиц, который значительно менее радиационно опасен, чем режим ускорения протонов. Циклотроны У-200 и У-300 работали полгода в тандемном режиме ускорения ионов ксенона, в котором уровни излучений ниже, чем при ускорении легких ядер. Для синхроциклотрона режимы и интенсивность были регламентированы в связи с проведением строительных работ вблизи корпуса ускорителя.

С целью уточнения радиационных зон исследована радиационная обстановка и составлены картограммы полей излучения для залов ускорителей У-200 и У-300. Лаборатории ядерных реакций при тандемном режиме их работы с ионами ксенона и для электронных ускорителей Отдела новых методов ускорения, введенных в регулярное действие как источники излучения.

Для снижения радиационной нагрузки на персонал и более эффективного его использования в районах нахождения источников излучений разработаны меро-

приятия по сокращению числа и размеров контролируемых зон в Лаборатории ядерных проблем. Установленная в соответствии с этими мероприятиями дополнительная защита в зале синхроциклотрона позволяет при работе ускорителя обеспечить условия труда, соответствующие работе вне контролируемой зоны, в помещениях измерительного центра в корпусе синхроциклотрона.

Подведены итоги за 1975 год и обобщены результаты интегрального дозиметрического контроля радиационной обстановки на ядерно-физических установках ОИЯИ за 1973-1975 годы. Опыт проведения интегрального дозконтроля показывает, что такой контроль позволяет оптимально организовывать время и условия работы ядерно-физических установок для соблюдения предельно допустимых доз облучения в зонах постоянного нахождения персонала и проведения строительных работ; помогает вскрывать резервы снижения радиационной нагрузки на персонал и более эффективного его использования в зонах источников радиации.

◇ *Контроль радиоактивности окружающей среды* показал, что среднегодовые

концентрации радиоактивных веществ в воздухе рабочих помещений и сбрасываемых водах не превышают допустимых. Уровень радиоактивности почвы и растительности не изменился по сравнению с 1974 г. и не превышает уровня естественного фона. Гамма-фон в районе контролируемой зоны ОИЯИ такой же, как и в районах, не имеющих ядерно-физических установок.

◇ *Научно-методические работы* выполнялись с целью установления степени адекватности показаний дозиметров эквивалентной дозе в полях излучений вблизи ядерно-физических установок ОИЯИ. Продолжались исследования характеристик радиационных полей вблизи этих установок. Измерены спектры протонов высокой энергии, генерируемых в железной защите синхроциклотрона на энергию 660 МэВ, и спектр быстрых нейтронов в пучке №6 ИБРа-30. Продолжалось сличение показаний дозиметров, используемых в ГДР, ОИЯИ, СРР, ЧССР и ЦЕРНе с целью выбора перспективных методов индивидуальной дозиметрии. Проведен комплекс мероприятий по метрологии нейтронов, обеспечивший уровень поверки нейтронных дозиметров, соответствующий Госстандарту СССР.



Совет по радиоэлектронике

Международный симпозиум по ядерной электронике

В Дубне проведен очередной, VIII Международный симпозиум по ядерной электронике, организованный Объединенным институтом ядерных исследований и посвященный вопросам автоматизации физического эксперимента и экспериментальных установок с использованием малых ЭВМ и блоков в системе КАМАК.

В работе симпозиума приняли участие 120 специалистов из всех стран-участниц ОИЯИ, а также специалисты из ЦЕРНа, Англии, Франции и Западного Берлина. Работа велась в четырех секциях:

- блоки для аналоговых и многоканальных измерений,
- контроллеры, драйверы и микропроцессоры,
- визуальное представление данных,
- системы и установки для ядерно-физических исследований.

На симпозиуме были подведены итоги исследований в области ядерной электроники в ОИЯИ и странах-участницах за последние два года, состоялся обмен опытом, рассмотрены направления дальнейшей деятельности.

Отмечено, что в странах-участницах ОИЯИ достигнуты значительные успехи в области создания электронной аппаратуры и ее применения в физических исследованиях. Разработка и использование аппаратуры в стандарте КАМАК получили большое развитие в ВНР, ПНР, ГДР, СРР, ЧССР, а также в лабораториях Объединенного института. В Венгрии и Польше налажен промышленный выпуск блоков многих типов в этом стандарте.

Существенный прогресс наблюдается в разработке временных и аналоговых блоков в стандарте КАМАК, особенно с программно управляемыми параметрами, что является фундаментом для построения самонастраивающихся автоматизированных систем.

Значительно расширились возможности применения малых ЭВМ в физических экспериментах. Этому способствует рост выпуска таких ЭВМ в странах-участниках: в ВНР - ЕС-1010 и ТРА-70, в ГДР - КРС-4200, в ПНР - "Мера-300".

Большой интерес вызывает применение в электронной аппаратуре микропроцессоров и других больших интегральных схем. Дискуссия о перспективах использования микропроцессоров в ядерной электронике прошла очень оживленно.

Успешному проведению симпозиума способствовала Выставка электронных приборов для ядерных исследований.

Выставка

Одновременно с симпозиумом в Дубне проведена Выставка электронных приборов для ядерных исследований, разработанных в странах - членах ОИЯИ. Ее участники показали достижения своих стран в области ядерного приборостроения.

Спектрометр Мессбауэра /НРБ/ вызвал интерес у специалистов по физике твердого тела.

Внешнеторговое предприятие МЕТРИМПЕКС /ВНР/ экспонировало целый ряд приборов и блоков системы КАМАК, среди которых наиболее интересными были многоканальный амплитудный анализатор типа ИЦА-70 на интегральных схемах и дисплейная станция, построенная

на базе дисплея ГД-71 и мини-ЭВМ ТРА-70.

Объединение заводов ядерного приборостроения ПОЛОН /ПНР/ показало большой набор блоков, выполненных в стандарте КАМАК, в том числе новый вариант конструкции крейта КАМАК и источник питания к нему.

Объединение "Роботрон" /ГДР/ продемонстрировало малую ЭВМ типа КРС-4200 в комплексе с большим набором внешних устройств и блоков системы КАМАК, позволяющим автоматизировать широкий круг физических задач.

Объединение заводов ТЕСЛА /ЧССР/ экспонировало набор полупроводниковых приборов и микрозлементов, среди которых можно отметить элементы средней степени интеграции /счетчики, регистры, операционные усилители и др./.

Заседания Совета

На заседаниях Совета по радиоэлектронике и его президиума обсуждалась возможность применения в условиях ОИЯИ микропроцессоров и микрокомпьютеров, рассматривались вопросы о заключении контракта с Польской Народной Республикой на поставки в лаборатории Объединенного института ядерных исследований современной аппаратуры, а также о возможности дальнейшего расширения производства новых блоков КАМАК в Центральном экспериментальном мастерских и оснащения ЦЭМа технологическим оборудованием. Согласовывались и корректировались квартальные планы ЦЭМа по выпуску электронных изделий.

Издана номенклатура на радиоизделия, принятые к поставке и потреблению в ОИЯИ на 1976-1980 годы.

Выпущена очередная серия "Информационных листков ОИЯИ" с описанием новых блоков в стандарте КАМАК, разработанных в ЛВЭ.



Административно- хозяйственная деятельность

Кадры

Численность сотрудников Объединенного института ядерных исследований на 31 декабря 1975 года составила 6266 человек. Распределение по категориям показано в таблице.

Категория работников	Численность		
	в лабора- ториях и управле- нии	в произ- водствен- ных под- разделе- ниях	Всего
Научные сотрудники	859	-	859
Инженеры	1217	167	1384
Техники и мастера	323	130	453
Рабочие	1546	1258	2804
Служащие	312	146	458
Младший обслуживающий персонал	135	126	261
Ученики	42	5	47
Итого:	4434	1832	6266

В ОИЯИ работают 6 академиков: Н.Н.Боголюбов, К.Ланиус, Б.М.Понтекорво, А.Ульман, Г.Н.Флеров, И.М.Франк; 8 членов-корреспондентов академий наук: А.М.Балдин, Д.И.Блохинцев, Н.Н.Говорун, В.П.Джелепов, И.Звара, М.Г.Мещеряков, С.М.Поликанов, Д.В.Ширков; 89 докторов наук и 409 кандидатов наук.

В 1975 году в ОИЯИ принято 698 человек:

научных сотрудников	- 135
инженеров	- 118
техников и мастеров	- 60
рабочих	- 267
учеников	- 53

служащих	- 41
младшего обслуживающего персонала	- 24

Уволено из ОИЯИ за этот же период в связи с окончанием срока работы и по другим причинам 473 человека.

В течение года учеными и научно-техническими советами ОИЯИ избраны на должности на новые сроки 105 научных сотрудников. Присвоены ученые звания младшего научного сотрудника 36 и звания старшего научного сотрудника 8 человекам. В течение 1975 года защитили кандидатские диссертации 48 сотрудников, докторские - 14.

Финансовая деятельность

Для проведения научно-исследовательских работ, капитального строительства научно-исследовательских и других объектов и других мероприятий Комитет Полномочных Представителей ассигновал на 1975 год 39504 тыс. руб.

Фактические расходы за 1975 год составили 43363 тыс. рублей /или 109,7% по отношению к годовым ассигнованиям/, распределение которых по разделам бюджета приводится в таблице.

Наименование разделов	Годовые ассигнования / в тыс. руб./	Фактические расходы	В % к плану
1. Административно-управленческие и хозяйственные расходы	4495	4435	98,7
2. Расходы на научно-исследовательскую деятельность	20009	19475	97,3

	1	2	3
3. Капитальные вложения на строительство научно-исследовательских и других объектов	15000	19453	129,7
Итого:	39504	43363	109,7

Капитальное строительство

Затраты на капитальное строительство научно-исследовательских и других объектов в 1975 году планировались на год в сумме 15000 тыс. руб. Выполнение годового плана по отдельным статьям капитального строительства отражено в таблице.

Структура капитальных вложений	Годовой план	Фактическое выполнение	% выполнения
--------------------------------	--------------	------------------------	--------------

Всего капитальных вложений:	15000	19453	129,7
-----------------------------	-------	-------	-------

В том числе:

1. Строительно-монтажные работы	4982	5351	107,4
2. Оборудование, инструмент и инвентарь	9259	13419	144,9
3. Прочие затраты /в том числе на			

	1	2	3
проектно- изыскательские работы/	759	683	90,0

Введено в действие основных фондов на сумму 16129 тыс.руб. при годовом плане 15000 тыс.руб., или 107,5% к плану.

Производственная деятельность

В составе Объединенного института ядерных исследований находятся специализированные подразделения: экспериментальные мастерские /опытный завод/, отдел главного энергетика, транспортный отдел, ремонтно-строительный участок и другие, которые обслуживают лаборатории института. Излишняя продукция и услуги реализуются сторонним организациям.

Деятельность производственных подразделений в 1975 году характеризуется следующими основными показателями.

Показатели	Годовой план	Фактическое выполнение	% выполнения
1. Объем готовой продукции, выполненных работ и оказанных услуг в тыс.руб.	8160	8393	102,8
2. Результаты финансово-хозяйственной деятельности /прибыль/ в тыс.руб. в % к объему	471	1555	5,8 18,5

	1	2	3
3. Затраты на один рубль реализованной продукции в копейках	94,2	81,5	
4. Численность работающих	1686	1652	

Охрана труда,

техника безопасности

и производственная санитария

В 1975 году проведен ряд организационно-технических мероприятий, направленных на улучшение условий труда и безопасности работ. Между дирекцией и профсоюзным комитетом института были заключены соглашения о проведении мероприятий по охране труда, технике безопасности и производственной санитарии, которые выполнены в установленные сроки. На выполнение этих мероприятий израсходовано 30830 рублей, в том числе:

на мероприятия по предупреждению несчастных случаев - 5950 руб;

на мероприятия по предупреждению заболеваний на производстве - 5550 руб.;

на мероприятия по общему улучшению условий труда - 19330 руб.

В ОИЯИ был организован и проведен месячник по охране труда. В период его проведения от сотрудников института поступило 1020 предложений, из них 264 были выполнены в ходе месячника.



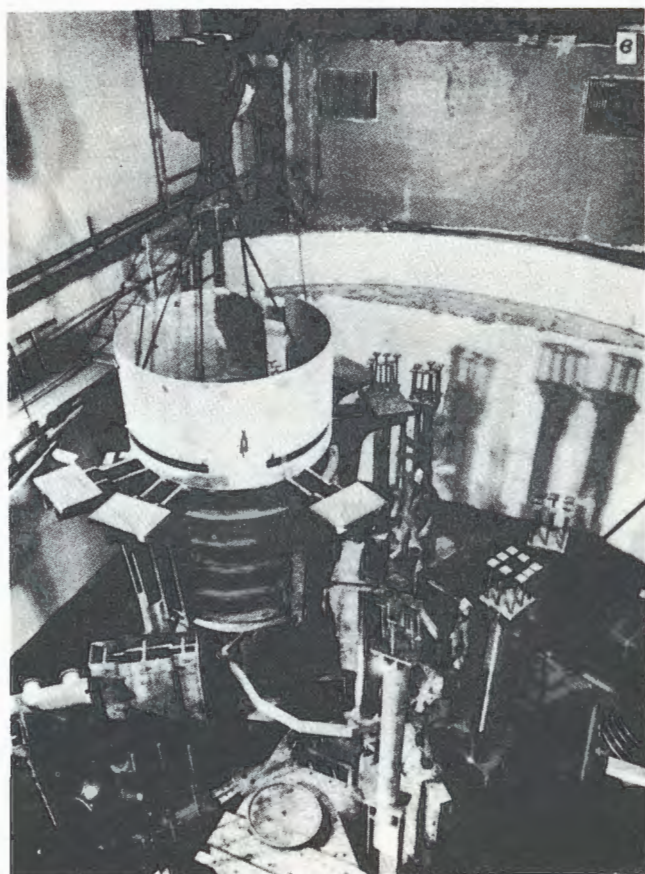


Продолжается строительство жилых кварталов города. В 1975 году дубненцы получили 250 новых квартир.





Продолжаются работы по сооружению комплекса ИБР-2.
 а. Строительство здания реактора.
 б. Юстировка фундаментов для шиберов.
 в. Монтаж оболочки активной зоны нового реактора.



Ведется строительство нового здания Лаборатории вычислительной техники и автоматизации.





Введена в действие первая очередь нового экспериментального корпуса Лаборатории высоких энергий /здание №205/.



Закончено строительство здания для циклотрона У-400 и началось сооружение ускорителя.

Введена в эксплуатацию первая очередь Восточной котельной.

