

XXIX Сессия Ученого совета Объединенного института ядерных исследований

27—30 октября 1970 г. в Дубне состоялась очередная XXIX сессия Ученого совета Объединенного института ядерных исследований. Открыв сессию, директор Института академик Н. Н. Боголюбов сделал сообщение о выполнении решений Ученого совета. Одним из наиболее важных событий года было подписание в Дубне 18 июня 1970 года Соглашения о научно-техническом сотрудничестве между Государственным комитетом по использованию атомной энергии СССР и Объединенным институтом ядерных исследований. Участники Соглашения будут развивать совместное научно-техническое сотрудничество в области ядерной физики, обеспечивая эффективное использование имеющихся в их распоряжении ускорителей, реакторов, аппаратуры для обработки экспериментальной информации и других исследовательских установок, а также создавать новое оборудование для этих целей. Подписанное Соглашение расширяет возможности Института по научному сотрудничеству с национальными физическими центрами Советского Союза, а также по участию специалистов из стран-участниц ОИЯИ в научных программах советских институтов.

Н. Н. Боголюбов отметил также мероприятия, связанные с реализацией подготовительной части новой пятилетней программы развития Института. Сюда относятся в первую очередь работы по развитию материальной базы исследований новых методов ускорения, сооружению нового мощного импульсного реактора и развитию вычислительного комплекса ОИЯИ. Велись работы по подготовке к реконструкции основных установок Института — синхроциклотрона, ускорителя тяжелых ионов и синхрофазотрона.

С отчетом о научно-исследовательской деятельности Лаборатории теоретической физики в истекшем году выступил проф. Д. И. Вдохинцев. Ученые Лаборатории в рамках нелокальной и нелинейной квантовой теории поля рассмотрели проблему введения электромагнитного поля и проверки градиентной инвариантности в теории слабых взаимодействий. Объединение методов перенормировок и нелокальных методов позволило построить матрицу рассеяния.

В исследованиях рассеяния сильно взаимодействующих частиц высоких энергий на основе метода функционального интегрирования было развито приближение прямолинейных путей для нахождения асимптотик амплитуд и сечений упругих и неупругих процессов.

Многие результаты работ находятся в соответствии с выводами «дроpletной» модели ядра и модели когерентных состояний. В Лаборатории была сформулирована модель когерентных состояний для описания упругих и неупругих столкновений адронов при высо-

ких энергиях. Эти результаты на Международной конференции по физике высоких энергий в Киеве были встречены с большим интересом.

В 1969 г. было предсказано существование новой области деформированных нейтроноизбыточных ядер в районе $A \approx 100$. Эти расчеты стимулировали проведение опытов. Летом прошлого года появились экспериментальные данные, полученные в Беркли и подтверждающие эти расчеты, т. е. экспериментально обнаружена новая область деформированных ядер в районе $A \approx 100$.

Появились экспериментальные указания на существование возбужденных состояний, равновесная деформация которых отличается от равновесной деформации ядер в основных состояниях. (Заметим, что для большинства известных ядер такого отличия нет.) Существование такого типа состояний было предсказано теоретиками Лаборатории в 1966 г.

Итоги работы Лаборатории высоких энергий были представлены в докладе проф. А. М. Балдина. На ускорителе Института физики высоких энергий в Серпухове исследовалось pp - и pd -рассеяние в интервале энергий $8 \div 70$ Гэв. Экспериментами подтвержден установленный ранее факт сужения дифракционного конуса pp -рассеяния; результаты измерения величины $\alpha_{pp} = ReA/ImA$ согласуются с предсказаниями теории полюсов Редже с разрезами. Изучение pd -рассеяния показало, что дифракционный конус сужается, α_{pd} ведет себя в соответствии с выводами дисперсионных соотношений. В этих опытах принимали участие физики ИФВЭ, а также болгарские, польские и вьетнамские ученые. После комплексной наладки магнитного искрового спектрометра, работающего с ЭВМ, проведена рабочая экспозиция с жидководородной мишенью и получены предварительные результаты в исследованиях регенерации $K_L^0 \rightarrow K_S^0$ -мезонов в интервале импульсов $14-38$ Гэв/с.

Завершен цикл работ по исследованию на синхрофазотроне упругого π^+p -рассеяния на малые углы. Измерены вещественные части амплитуд рассеяния, которые соответствуют предсказаниям теории дисперсионных соотношений. Эти данные являются единственными в области энергий $2-7$ Гэв. Новым методом с использованием газового черенковского дифференциального годоскопа измерены с высокой точностью полные сечения π^+p -взаимодействия при импульсах пионов в области от $3,88$ до $6,03$ Гэв/с. Систематическая ошибка составляет всего около 20 мкб, а полная ошибка — около 50 мкб.

В исследованиях с ксеноновой пузырьковой камерой закончен цикл работ по изучению нейтральных бозонов, распадающихся на π^0 -мезоны и γ -кванты. Изу-

чение взаимодействий отрицательных пионов с протонами при импульсе $5 \text{ Гэв}/c$ велось с помощью 1-метровой жидководородной пузырьковой камеры. Совместно с физиками ГДР обработано более трех тысяч шести-лучевых событий на снимках, полученных с этой камеры. Найдены распределения событий по каналам реакций, сечения этих реакций, импульсные и угловые распределения вторичных частиц, распределения эффективных масс, а также сечения ряда резонансов.

Полученные в лаборатории данные о сечении образования η^0 -мезона в реакции $\pi^- p \rightarrow \eta^0 n$ (импульс пиона $7 \text{ Гэв}/c$) указывают на отсутствие плато в дифференциальном сечении для интервала передач импульса $0 \leq |t| \leq 0,24 \text{ (Гэв}/c)^2$ и на изменение наклона при переходе к малым передаваемым импульсам $|t| \leq 0,02 \text{ (Гэв}/c)^2$. Изучение радиационных распадов бозонных резонансов ведется с помощью спектрометра полного поглощения и искровых камер.

Большим достижением коллектива Лаборатории явилось осуществление на синхрофазотроне режима ускорения дейтронов до энергии 11 Гэв . Проведены также предварительные эксперименты по ускорению α -частиц.

Проф. В. П. Джелепов сообщил о работах, выполненных в Лаборатории ядерных проблем. На синхроциклотроне ведется поиск новых типов взаимодействий фермионов и изучаются возможности нарушения закона сохранения лептонного заряда. С помощью магнитного искрового спектрометра в истекшем году получено 300 тыс. снимков, содержащих информацию о редких распадах мезонов. В опытах удалось понизить в 20 раз, по сравнению с известными данными, верхнюю границу относительной вероятности очень редкого распада $\mu^+ \rightarrow e^+ e^+ e^-$. Полученное значение составляет $R \leq 6,2 \cdot 10^{-9}$ (на уровне 90% достоверности). Для другого редкого процесса $\pi^+ \rightarrow e^+ e^+ e^- \nu$ верхняя граница относительной вероятности дается значением $R \leq 3,4 \cdot 10^{-8}$.

Впервые наблюдался процесс обратного электро-рождения пионов $\pi^- p \rightarrow e^+ e^- n$ при энергии 275 Мэв . Этот эксперимент предпринят с целью изучения электромагнитной структуры пиона и нуклона в области времениподобных переданных импульсов. В результате анализа 55 событий изучаемой реакции определена величина дифференциального сечения испускания электронов с энергией $E > 40 \text{ Мэв}$ под углом 90° к пучку пионов: $d^2\sigma/d\Omega_1 d\Omega_2 = (3,0 \pm 0,8) \times 10^{-33} \text{ см}^2/\text{стер}^2$. Сделана оценка электромагнитных форм-факторов протона и пиона во времениподобной области передаваемого импульса.

На электронном синхротроне в Ереване проведен первый этап измерений сечения *ер*-рассеяния при $4,13 \text{ Гэв}$. Работа ведется с помощью оригинальной установки с полупроводниковыми счетчиками, в ней принимают участие физики Еревана и Бухареста. Сделанные оценки радиуса протона дают величину $0,96 \pm 0,08 \text{ ф}$.

С помощью однометровой пропановой камеры, облученной на синхрофазотроне пионами с импульсом $5 \text{ Гэв}/c$, продолжались исследования редких процессов образования частиц и резонансов, продукты распада которых содержат η^0 -мезона и γ -кванты. Обнаружен новый резонанс в системе $\pi^- \gamma$ с массой 275 Мэв . К настоящему времени изучено также около 40 реакций, сопровождающихся рождением Λ , Σ^0 , K^0 , \bar{K}^0 , π^0 и др. в различных комбинациях из 2, 3, и 4 таких частиц и определены сечения этих реакций. Последнее труднодоступно для измерения на водородных камерах.

С целью выяснения механизма поглощения отрицательных мюонов ядами исследовалось испускание заряженных частиц при мю-захвате на ядрах ^{28}Si , ^{32}S , ^{40}Ca и ^{64}Cu . Для этой цели применялась система сцинтилляционных и кремниевых поверхностно-барьерных детекторов. Впервые удалось осуществить разделение по массам образовавшихся заряженных частиц. Измеренные энергетические спектры падают экспоненциально и простираются до 50 Мэв . Полученные данные позволяют сделать вывод в пользу кластерного механизма поглощения мюонов в поверхностном слое ядра.

Докладчик сообщил также о разработках новой физической аппаратуры. В лаборатории успешно осуществлен физический запуск установки ЯСНАПП-1 (для ядерной спектроскопии на пучке протонов), на которой будут проводиться исследования с короткоживущими изотопами. Введен в эксплуатацию спектрометр со стримерной камерой высокого давления, предложенной и созданной в ОИЯИ. Существует более эффективный вывод протонов из синхроциклотрона, позволивший вдвое поднять интенсивность пучка. Продолжаются работы по подготовке к реконструкции синхроциклотрона.

Вице-директор Института проф. А. Михуль рассказал Ученому совету о ходе работ по программе ОИЯИ на ускорителе в Серпухове.

В семнадцати лабораториях стран — участниц ОИЯИ ведется изучение фотоэмульсий, облученных в пучке отрицательных пионов высоких энергий. Монтируется оборудование для облучения эмульсий в сильном импульсном магнитном поле.

После реконструкции системы расширения и проведения других усовершенствований получены устойчивые рабочие условия на 2-метровой пропановой пузырьковой камере. Начато рабочее экспонирование камеры на пучке отрицательных частиц с импульсом $40 \text{ Гэв}/c$. Закончено сооружение 2-метровой жидководородной камеры. На этой установке созданы системы управления, термостатирования и др., проведены водородные испытания. На ускорителе для камеры создается канал сепарированных частиц и ведется монтаж магнита.

Ученые Института подготовили несколько экспериментов на Серпуховском ускорителе. С участием физиков из ИФВЭ и ГДР ведется поиск новых тяжелых частиц и антиядер. Заканчивается монтаж оборудования для опытов по поиску монополя Дирака. Производится наладка сложной установки для исследования *ле*-рассеяния с целью определения форм-фактора отрицательно заряженного пиона. В этой работе вместе с физиками ОИЯИ и ИФВЭ принимают участие польские, румынские и американские ученые. Группа физиков ИФВЭ и ОИЯИ начала исследование интерференции K^0 -мезонов по их распадам.

Готовятся также другие эксперименты, в том числе изучение поляризационных явлений в пион-нуклонном рассеянии, продолжается сооружение большого универсального магнитного спектрометра.

В Институте продолжают разработку коллективного метода ускорения. В. П. Саранцев сообщил о наладочных работах и физических испытаниях секции создаваемого здесь сильноточного линейного ускорителя. Газофокусированный электронный пучок с током 600 а ускорен до энергии 350 кэв . Смонтирована ускорительная секция с тепловыми резонаторами.

Многие работы были связаны с теоретическими исследованиями вопросов устойчивости кольца, изучения в переходных структурах и фокусировки.

Первые опыты ускорения α -частиц на модели коллективного ускорителя показали необходимость улучшения вакуума в камере адгезатора. В результате принятых работ был достигнут вакуум $5 \cdot 10^{-8}$ тор. Затем было проведено несколько сеансов ускорения α -частиц. Измерения показали, что энергия ускоренных α -частиц превышает 20 Мэв. Число частиц, упавших на мишень за время облучения, составляло для разных сеансов $(3 \div 5) \cdot 10^9$. Проведенные эксперименты доказали принципиальную возможность создания ускорителя, основанного на коллективном методе.

В Лаборатории вычислительной техники и автоматизации основные работы были направлены на расширение вычислительной базы института, а также на усовершенствование вычислительных машин для более эффективного их использования в исследовательских работах. Об этом сообщил в своем докладе проф. М. Г. Мещеряков. Введены в эксплуатацию новые ЭВМ: БЭСМ-4 и несколько малых машин разных типов. Продолжалось развитие системы связи центральной машины БЭСМ-6 с периферийными ЭВМ. Разработан и осуществляется совместно с ЦИФИ ВНР проект многомашиной системы ввода — вывода информации с БЭСМ-6 на основе машин ТПА, расположенных в измерительных центрах лабораторий.

Некоторые машины модернизируются: расширена оперативная память и созданы специальные каналы связи с экспериментальной аппаратурой, вводятся системы обработки информации с многомерных анализаторов с использованием оперативной памяти ЭВМ и стандартных накопителей.

Благодаря усовершенствованию транслятора с ФОРТРАНа и мониторинг системы «Дубна», используемых на БЭСМ-6, достигнуто ускорение трансляции в 1,5 раза. За счет постановки модернизированного диспетчера скорость печати увеличена в два раза. Мониторная система «Дубна», разработанная в Лаборатории, в настоящее время используется для создания систем обработки данных в некоторых институтах стран — участниц ОИЯИ.

Сканирующий автомат НРД для обработки камерных снимков прошел стадию комплексной отладки и испытывается на реальных снимках с водородной камеры. Закончена разработка большинства принципиальных схем электронных блоков сканирующего автомата «Спиральный измеритель», проведены испытания оптико-механических узлов прибора. В опытную эксплуатацию сданы два больших просмотрово-измерительных стола на линии с ЭВМ ТПА.

Значительное место в программе лаборатории занимают разработки методов визуального представления информации на ЭВМ. В настоящее время несколько ЭВМ оснащены осциллографами со световым карандашом, разрабатываются и более совершенные модели дисплея. Введен в эксплуатацию дисплей на автомате ЭЛТ, связанный с магнитным барабаном БЭСМ-4, это дало возможность вести обработку снимков с визуальным контролем.

В Лаборатории выполнен большой комплекс работ по созданию программ, в первую очередь для больших пузырьковых камер и физических установок, работающих на линии с ЭВМ.

Академик И. М. Франк сообщил о завершении модернизации основных установок Лаборатории нейтронной физики. На новом реакторе достигнута средняя мощность 25 *квт*, которая в 10 раз превышает мощность прежнего реактора. Осуществлен запуск инжектора — линейного ускорителя электронов на 30 Мэв и начата эксплуатация системы ИБР + инжектор.

Запуск новой системы позволил продолжить изучение α -распада резонансных состояний ядер. С помощью улучшенной методики измерены 11 резонансов изотопной мишени ^{147}Sm и 2 резонанса ^{145}Nd . Наблюдались парциальные α -переходы в основное и некоторые возбужденные состояния дочерних ядер. Проведен анализ впервые полученных двух десятков парциальных ширин.

Осуществлены измерения пропускания и радиационного захвата нейтронов в уране-238 для резонансов с энергией до 1200 эв. Эти эксперименты выполнены на одном детекторе, который является новым вариантом 260-литрового жидкостного сцинтилляционного детектора с метилборатом. Полученные данные, в отличие от имевшихся в литературе сведений, указывают на постоянство радиационных ширин различных резонансов урана-238. В совместной работе с ФЭИ (Обнинск) и ЦИЯИ (Россендорф, ГДР) исследовался доплер-эффект на уране-238. Измеренные характеристики зависимости функции пропускания от температуры важны для проблемы безопасности реакторов на быстрых нейтронах.

Продолжались исследования *ne*-взаимодействия развываемые в Лаборатории новым методом — путем наблюдения дифракции нейтронов на монокристалле вольфрама-186.

Усовершенствованы методика и аппаратура для изучения дифракции нейтронов в конденсированных средах, находящихся во внешнем магнитном поле высокой интенсивности. Продолжались измерения с гематитом. С помощью спектрометра с обратной геометрией были измерены спектры неупругого некогерентного рассеяния в ряде молекулярных кристаллов. Проводилось исследование магнетиков с помощью неупругого рассеяния нейтронов.

На реакторе ИБР-30 смонтирован и запущен канал ультрахолодных нейтронов для развития экспериментов, успешно ведущихся в Лаборатории. Здесь начаты исследования выхода ультрахолодных нейтронов из различных конверторов при разных температурах.

Продолжались работы, связанные с проектированием нового мощного реактора ИБР-2 с инжектором, а также с подготовкой программы физических исследований на нем. Ведется проектирование строительного комплекса ИБР-2.

Результаты исследований, выполненных в Лаборатории ядерных реакций, сообщил академик Г. Н. Флёров. В Лаборатории проведены различные эксперименты по поиску сверхтяжелых элементов в природе. В соляной шахте на глубине 40 и 320 м водного эквивалента в условиях низкого фона велись поиски новых трансурановых элементов в свинцовом стекле и в галените. Методом больших пропорциональных счетчиков проводились поиски природного излучателя в различных минералах. Из разных районов Тихого океана доставлено около 10 т конкреций. Измерения, проведенные с этими образцами методом диэлектрических детекторов, указывают на возможность содержания в них природного спонтанно делящегося излучателя.

В Лаборатории были проведены усовершенствования конструкции источника ионов цинка и проведены опыты по синтезу сверхтяжелых изотопов с атомным номером около 125.

Успешно завершены опыты по синтезу и исследованию физических и химических свойств 105-го элемента. При облучении ^{243}Am ускоренными ионами ^{22}Ne был зарегистрирован излучатель осколков спонтанного деления с периодом полураспада $1,8 \pm 0,6$ сек. Выход изотопа соответствует сечению образования

$5 \cdot 10^{-34}$ см². Изучение углового распределения ядер отдачи и контрольные эксперименты показали, что новый изотоп имеет атомный номер 105. Исследование функции возбуждения независимо подтвердило этот факт. Наиболее вероятное массовое число нового элемента 261. С помощью усовершенствованной установки был изучен α -распад изотопов нового элемента. Результаты анализа амплитудно-временных корреляций дают основание считать, что наблюдался α -распад изотопов ^{260,261}105. В опытах по химической идентификации 105-го элемента было зарегистрировано 18 атомов нового элемента. Его свойства близки к предсказанным для элемента эка-тантала.

С помощью газонаполненного масс-сепаратора велись поиски нового явления — протонного распада ядер из основного состояния. При облучении разделенных изотопов ⁹⁶Ru, ¹⁰²Pd, ¹⁰⁶Cd и ¹¹²Sn, ускоренными ионами ³²S и ³⁵Cl, во всех случаях были зарегистрированы излучатели запаздывающих протонов — неидентифицированные изотопы редкоземельных элементов. Продолжались также исследования спонтанно исчезающих изомеров в широкой области масс ядер.

Синтезировано 11 новых нейтроноизбыточных изотопов легких элементов: ¹⁸C, ^{20,21}N, ^{22,23,24}O, ^{23,24,25}F, ^{25,26}Ne и исследованы закономерности образования этих изотопов в реакциях с тяжелыми ионами. В опы-

тах по поиску границы ядерной стабильности переобогащенных нейтронами ядер получены экспериментальные доказательства ядерной нестабильности ¹⁴Be. В этих опытах был использован разработанный в Дубне метод, основанный на применении тонких полупроводниковых детекторов (≈ 10 мк) с высоким энергетическим разрешением и магнитного анализатора.

В отдельном докладе проф. А. Михула сообщалось о международном сотрудничестве ОИЯИ с другими научными центрами. В течение года лаборатории Института проводили около 250 научных работ совместно с исследовательскими центрами стран-участниц ОИЯИ. 250 специалистов Института выезжали в страны-участницы для выполнения совместных работ, чтения лекций и участия в конференциях. 160 ученых были командированы в другие страны. ОИЯИ принял 360 ученых из стран-участниц и 150 — из других стран. Сотрудники Института были участниками 60 международных и национальных научных совещаний, проведенных в СССР, Польше, ГДР, Венгрии, Румынии, Франции, Италии и др., в том числе XV Международной конференции по физике высоких энергий в Киеве, которая явилась крупнейшим совещанием физиков в 1970 г.

В. А. Бирюков

IV Всесоюзная конференция по теплообмену и гидравлическому сопротивлению

В январе 1971 г. в Ленинграде проходила IV Всесоюзная конференция по теплообмену и гидравлическому сопротивлению при движении двухфазного потока в элементах энергетических машин и аппаратов. В работе конференции приняли участие 650 делегатов от 123 научно-исследовательских организаций, высших учебных заведений, заводов, электростанций и проектно-конструкторских предприятий.

На пленарном заседании были заслушаны доклады Б. С. Петухова «Теплообмен при турбулентном течении жидкости в однофазной околоскритической области», В. М. Боришанского «Современные представления о тепловом расчете парогенерирующей поверхности», М. Е. Дейча «Особенности течения двухфазных сред в проточных частях турбин».

На конференции работали две секции: 1) теплообмен и гидродинамика при кипении, конденсации и испарении. Теплообмен и гидродинамика в околоскритической области; 2) теплообмен и гидродинамика при организованном движении двухфазного потока и кризисы теплообмена.

Отличительной особенностью конференции явилось то, что на заседаниях заслушано ограниченное число докладов. Эти доклады носили обзорный характер по основным проблемам: а) гидродинамические характеристики при течи двухфазного потока в каналах различной формы и кризис теплоотдачи при кипении; б) теоретические и экспериментальные исследования режимов течения, распределения фаз, температурных полей и истинных объемных паросодержаний в неравновесных и равновесных потоках. Исследование устойчивости двухфазных потоков; в) температурный режим поверхности в закризисной области; г) теплогидродина-

мические характеристики прямоточных парогенераторов калиевого пара; д) выделение из потока инертного газа малых примесей конденсирующихся паров (комплекс исследований, связанных с разработкой МГД-установок) и пр.

Значительное место в программе конференции занимали доклады, посвященные особенностям течения высокоскоростных неравновесных двухфазных потоков при наличии конденсации применительно к ступеням турбин, работающим на насыщенном и влажном паре.

Особый интерес вызвали доклады, посвященные кризисам теплоотдачи в парогенерирующих каналах и расчету температурного режима теплопередающих поверхностей во всех зонах докритической области течения двухфазного потока. Успехи, достигнутые в исследовании двухфазных потоков жидкометаллических теплоносителей, позволили разработать конструкции парогенерирующих каналов с устойчивым перегревом. В таких каналах используются специальные интенсификаторы, позволяющие избегать кризисных режимов работы.

Оптимистичны выводы из доложенных работ о возможности вывода путем конденсации металлических присадок из потока инертного газа. Показано, что в оптимальных режимах работы возможно сконденсировать и вывести до 70% металлической присадки.

По заслушанным докладам проходила дискуссия. Она способствовала более широкому обмену мнениями по проблемным вопросам, координации научных исследований между различными организациями.

Э. В. ФИРСОВА, Б. Л. ПАСАРЬ