

XVIII сессия Ученого совета Объединенного института ядерных исследований

С 31 мая по 4 июня 1965 г. в Дубне проходила XVIII сессия Ученого совета Объединенного института ядерных исследований. Руководили работой сессии директор Института академик Н. Н. Боголюбов, вице-директора профессор И. Улегла и профессор Э. Феньвеш. Основной вопрос сессии — научные доклады о результатах исследований, выполненных учеными Объединенного института, а также некоторых лабораторий стран-членов.

Члены Ученого совета заслушали 7 докладов, представленных на соискание премий ОИЯИ за лучшие работы. От имени группы авторов — физиков Объединенного института и институтов Болгарии и Чехословакии — выступила М. Г. Шафранова, которая доложила результаты комплекса работ «Разработка методов исследования упругого рассеяния протонов и π -мезонов высоких энергий на протонах и ядрах в области кулоновской интерференции; открытие конструктивной интерференции в pp -рассеянии и исследование зависимости реальной части амплитуды упругого pp -рассеяния от энергии». Один из методов основан на использовании многократных прохождений внутреннего пучка протонов ускорителя через тонкую водородсодержащую мишень с регистрацией протонов отдачи. Для второго метода разработан специальный режим камеры Вильсона, позволяющий регистрировать протоны отдачи в газе камеры, через которую пропускается пучок π -мезонов интенсивностью около 10^4 за цикл. Проведенные в течение нескольких лет подробные исследования упругого pp -рассеяния позволили обнаружить в области очень малых углов рассеяния интересный эффект — превышение дифференциального сечения над значениями, вычисленными на основе простой дифракционной теории бесспиновых частиц. В этой области углов существенную роль играет электромагнитное взаимодействие и, следовательно, возможна интерференция между кулоновской и ядерной амплитудами. Анализ результатов привел к заключению о наличии отрицательной действительной части в амплитуде рассеяния и, таким образом, о существовании конструктивной интерференции в pp -рассеянии. Результаты экспериментов согласуются с предсказаниями дисперсионных соотношений. В последующем была также изучена энергетическая зависимость эффекта, при этом отношение частей амплитуды $\alpha \text{Re}A/\text{Im}A$ меняется от $-0,17 \pm 0,07$ (при $E_{\text{кин}} = 2 \text{ Гэв}$) до $-0,25 \pm 0,07$ (при $E_{\text{кин}} = 10 \text{ Гэв}$). При изучении упругого πp -рассеяния авторы получили оценку реальной части амплитуды также и этого процесса. Здесь характер ядерных сил такой же, как и в pp -рассеянии, что тоже находится в согласии с предсказаниями дисперсионных соотношений.

«Квазипотенциальный метод в теории поля» — так назывался доклад Р. Н. Фаустова о работах, представленных теоретиками института. Этот метод успешно разрабатывается в ОИЯИ в течение нескольких лет; работы, выполненные в ОИЯИ, получили широкую известность. Авторы показали, что система двух взаимодействующих частиц в квантовой теории поля может быть описана уравнением типа Шредингера с обобщенным комплексным потенциалом, зависящим от энергии. Исследовались общие свойства квазипотенциала. Было установлено, что для связанных состояний можно построить локальный потенциал как суперпозицию потенциалов Юкавы с зависящими от энергии интенсивностями. Авторами разработан метод исследования аналитических свойств парциальных амплитуд в l -плоскости и изучены асимптотические свойства полной амплитуды рассеяния, причем показано, что в общем случае амплитуда рассеяния в теории поля имеет переджевский характер. Квазипотенциальный метод применялся к изучению амплитуд многоканальных реакций. Метод оказался весьма эффективным при вычислении уровней энергии связанных состояний в квантовой электродинамике.

В Лаборатории ядерных проблем создана метровая пузырьковая камера в магнитном поле. Доклад об этом сделал Ю. А. Будагов. Камера с чувствительным объемом 200 л заполняется пропаном или другими тяжелыми жидкостями и обладает высокой эффективностью регистрации γ -квантов. Цикл работы от 9 до 1 сек. При изготовлении камеры авторы применили оригинальные конструкции. Камера размещена в магните с напряженностью поля 17 кэ, для ее облучения пучком π -мезонов синхрофазотрона создан магнитный канал. В процессе работы выполнены исследования, посвященные анализу гидродинамических процессов в пузырьковых камерах, разработан общий метод гидродинамического расчета пузырьковых камер любых размеров. Показана возможность осуществления высокоэффективного резонансного режима работы пузырьковой камеры с частотой до 50 циклов в секунду. Разработки используются для постройки камер в других институтах. На созданной камере получено около 60 000 фотографий.

В. С. Евсеев доложил Ученому совету результаты экспериментов по обнаружению максимально возможной асимметрии в угловом распределении нейтронов, испускаемых при поглощении поляризованных мюонов ядрами. Измерение в опытах на синхроциклотроне коэффициента асимметрии для нейтронов низкой энергии (около 10 Мэв) дало неожиданно большую величину (около $-0,35$), превышающую в 1,5–2 раза теоретически рассчитанное значение. Дальнейшие исследо-

вания показали, что коэффициент асимметрии растет с увеличением энергии нейтронов и при 20—30 $Mэв$ достигает предельно возможного значения $-(1,00 \pm 0,15)$. Этой же группой ученых исследовалось угловое распределение нейтронов с энергией около 40 $Mэв$, испускаемых при μ -захвате ядрами серы. Коэффициент асимметрии здесь также оказался близким к -1 . Эта величина на порядок превышает расчеты на основе теории универсального слабого взаимодействия ($-0,1$). Попытки удовлетворительно объяснить обнаруженное явление пока не дали результатов.

С докладом о широком круге исследований распадных свойств K_2^0 -мезонов выступил Н. И. Петров. Более 5 лет велись эксперименты на синхрофазотроне, в них принимала участие большая группа физиков ОИЯИ и Академии наук Грузинской ССР. На двух камерах Вильсона диаметром 40 см и 1 м в магнитном поле было зарегистрировано более 14 тысяч V^0 -событий, позволивших получить важные для теории слабых взаимодействий результаты. При изучении K_{23}^0 -распадов установлено, что в соответствии с теорией ($V-A$)-взаимодействия в распадах K_2^0 -мезонов осуществляется векторный вариант. Исследование двухчастичных распадов показало, что вклад нейтральных токов здесь очень сильно подавлен (до 10^{-4} от заряженных токов). Получено более прямое доказательство существования распада K_2^0 на два заряженных и один нейтральный пионы; открыт трудно наблюдаемый распад на три нейтральных пиона. Впервые были измерены величины относительных вероятностей распадов K_2^0 -мезона по различным схемам; это позволило сделать выводы о правилах отбора в распадах K_2^0 . В наклонных пучках K_2^0 -мезонов экспериментально проверена гипотеза антигравитации; при этом было установлено, что гравитационные массы частиц и античастиц имеют одинаковые знаки. Докладчик привел результаты и других исследований свойств K_2^0 -мезонов.

На циклотроне многозарядных ионов изучалось новое явление — спонтанное деление ядра Am^{242} , находящегося в изомерном состоянии. Об этих исследованиях сообщил С. М. Поликанов. При облучении U^{238} ускоренными ионами Ne^{22} и O^{16} был обнаружен изотоп, делящийся с необычно малым периодом полураспада (около 13 мсек). В дальнейшем физики использовали в качестве мишеней также изотопы Pu и Am . Опыты подтвердили предположение о том, что здесь они имеют дело с распадом ядра, находящегося в изомерном состоянии, причем было установлено, что атомный номер этого ядра $Z \leq 95$ и масса $M \leq 242$. Для проверки предположения, что эффект объясняется делением ядра Am^{243} , Am^{243} облучали нейтронами с энергией 14 $Mэв$. В реакции $Am^{243}(n, 2n)Am^{242}$ был получен изотоп Am^{242} с тем же периодом полураспада (~ 13 мсек), что и в реакции синтеза с помощью заряженных тяжелых ионов. Обнаруженный эффект резкого увеличения спонтанного деления (в 10^{20} раз) является качественно новым, и его исследование может дать интересные сведения о структуре ядра и механизме деления ядер.

О разработке многоканальной регистрирующей аппаратуры и создании измерительного центра Лаборатории нейтронной физики рассказал Г. И. Забиякин. В течение нескольких лет здесь велись разработки комплекса электронной аппаратуры для многоканальных спектрометрических измерений и обработки большого объема экспериментальной информации. В измерительных павильонах вдоль нейтронновода импульсного реактора и вблизи электростатического генератора расположены

детекторы и электронная аппаратура с дистанционным управлением для предварительного отбора данных. Через преобразующие блоки закодированная информация поступает в запоминающие устройства, откуда возможен вывод ее на дрифтопечат, перфоратор или по кабелю в Вычислительный центр ОИЯИ на быстродействующие вычислительные машины. В настоящее время измерительный центр позволяет регистрировать данные от семи независимых экспериментов. С использованием аппаратуры измерительного центра проведены сложные физические исследования.

Ученый совет рассмотрел предложения жюри и принял решение присудить премии ОИЯИ за 1964 г. авторам первых трех из перечисленных выше работ.

На сессии Ученого совета было доложено также несколько недавно завершенных в Институте исследований. В. Г. Зинов рассказал об экспериментах по изучению на синхроциклотроне атомного захвата μ -мезонов и процессов с μ -мезомолекулами. Л. Л. Немцов сообщил об экспериментальном и теоретическом исследовании процессов с образованием жестких γ -квантов в пион-нуклонных столкновениях. Результаты первых экспериментов с поляризованными резонансными нейтронами привел Ю. В. Таран. О теоретических работах, посвященных динамической модели симметричных элементарных частиц доложил Нгуен Ван Хъеу.

В Объединенном институте ядерных исследований введен в действие новый ускоритель — микротрон, служащий инжектором импульсного реактора. Об этом сообщил членом совета Ф. Л. Шапиро. Как известно, принцип микротрона предложил В. И. Векслер около 20 лет назад. Однако лишь сравнительно недавно в Советском Союзе удалось построить такие ускорители, в которых практически достигались большие энергии и интенсивности пучков. Запущенный в Дубне микротрон является дальнейшим развитием этого метода. Он позволяет ускорять пучки электронов до 30 $Mэв$ при токах до 60 $ма$ в импульсе. Ускоренный в микротроне пучок фокусируется на мишень в активной зоне импульсного реактора и является источником быстрых нейтронов, размножаемых реактором. Достигнутое сокращение времени всплеск импульсного реактора резко повышает разрешающую способность реактора, что открывает новые большие возможности для экспериментов.

На заседании секции Ученого совета ОИЯИ по ядерной физике низких энергий профессор И. М. Франк сделал краткий отчет о деятельности секции за период с 1960 по 1965 г. Были обсуждены и утверждены предложения Венгерского оргкомитета по проведению IV рабочего совещания по физике и технике исследовательских реакторов в Будапеште.

Члены секции заслушали 11 научных докладов, представленных странами-участницами и лабораториями ОИЯИ. И. В. Сизов сообщил о пуске электростатического генератора ЭГ-5 в Лаборатории нейтронной физики ОИЯИ и первых физических измерениях на нем. ЭГ-5 расположен таким образом, что одновременно могут вестись измерения на шести пучках в двух экспериментальных залах. В настоящее время на ЭГ-5 можно ускорять протоны, дейтроны, ионы He^3 и He^4 до энергии 4,0 $Mэв$. Стабильность энергии пучка ускоренных частиц в пределах $\pm 0,1\%$. Для протонов ток пучка на мишени, расположенной в 10 м от магнитного анализатора, составляет 20—30 $мкА$, а ионов He^4 10—12 $мкА$. На ЭГ-5 проведены измерения дифференциальных сечений реакции $O^{12} + He^3$ в области энергий ионов He^3 1,4—3,55 $Mэв$.

В докладе Я. Урбанца (ЧССР) «Аномалии интенсивностей жестких γ -лучей при захвате резонансных нейтронов» сообщалось, что в опытах, выполненных на импульсном быстром реакторе ОИЯИ, были обнаружены аномально высокие интенсивности перехода на основное и первое возбужденное состояние в резонансе при $E_n = 24,5$ эв. Энергии переходов равны 9,23 и 8,42 Мэв соответственно. Это говорит о том, что этот резонанс является очень сильным p -волновым резонансом; в случае, если он является S -волновым резонансом, можно сделать заключение, что применение жестких γ -лучей для идентификации четности захватного уровня в некоторых случаях оказывается спорным. Спектры импульсов сцинтилляционного и германиевого спектрометров записывались с помощью многомерного анализатора с памятью на магнитной ленте (128 амплитудных и 256 временных каналов). В случае измерений с германиевым спектрометром использовались 4096 амплитудных каналов. Разрешение времяпролетного спектрометра 0,12 мксек/м при измерениях со сцинтилляционным спектрометром и 0,6 мксек/м — с германиевым.

М. Петрашку (СРР) рассказал об измерениях, проводимых методом времени пролета, сечения деления Pu^{239} в интервале энергий 0,001—0,5 эв. В качестве детектора использовалась газовая сцинтилляционная камера со смесью 85% аргона и 15% азота. В измерениях использовался слой окиси плутония толщиной ~ 1 мг/см². Показано, что в широком интервале энергий от 0,1 до 0,001 эв произведение $\sigma_t \cdot v$ постоянно в пределах $\pm 10\%$.

Доклад Н. Марталогу (СРР) был посвящен изучению неупругого рассеяния протонов с энергией 8,5 Мэв на Ne^{20} и S^{32} путем измерения угловых корреляций (p, p', γ).

В докладе М. Петрашку (СРР) сообщалось об измерениях угловых корреляций γ -лучей при захвате тепловых нейтронов ртутью-199. Идентифицированы пять неизвестных энергетических уровней. Были определены спины нескольких уровней и захватного состояния.

Об измерениях угловых распределений и поляризации нейтронов в реакции $B^{11}(p, n)C^{11}$ рассказал Н. Марталогу (СРР); он привел также результаты измерений поляризации упруго и неупруго рассеянных протонов с энергией 5,8 Мэв на Mg^{24} .

М. Петрашку (СРР) сообщил об исследовании схемы уровней J^{128} методом γ - γ -совпадений.

В докладе Я. Грабовского (ОИЯИ) «О неупругом рассеянии сложных ядер» обсуждалась относительная роль кулоновского и ядерного механизмов возбуждения коллективных и одночастичных уровней при неупругом рассеянии сложных ядер в надбарьерной области энергий. Результаты этой работы могут быть использованы для интерпретации экспериментальных данных.

И. Бургет (ЧССР) сообщил о динамической поляризации протонов в облученных полимерах. Из исследованных полимеров наилучший результат получен для поликапролактана. Достигнута поляризация 4,8% при $T^0 = 2,1^\circ K$ и поле $H = 19$ эв.

В докладе Е. Сосновского (ОИЯИ) о нейтронно-дифракционных исследованиях на реакторе ИБР сообщалось об экспериментах с целью выяснения возможностей реактора ИБР в области нейтронографии. Тепловые нейтроны рассеивались на поликристаллических образцах, и для фиксированного угла методом времени пролета измерялся энергетический спектр рассеянных нейтронов. Проверка метода производилась на образцах с известной структурой: Al, Zn, ZnO, Si. В диапазоне длин волн 1—6 Å была получена высокая разрешающая способность и большая светосила. Этот метод был применен к исследованию структуры сегнетоэлектрика — антиферромагнетика $BiFeO_3$. Получены нейтронограммы этого соединения для температур 20 и 450° С при углах рассеяния $2\theta = 90$ и 52° .

На сессии Ученого совета ОИЯИ обсуждался также ряд организационных вопросов, связанных с деятельностью института. Ученый совет рассмотрел и одобрил представленный дирекцией план развития Объединенного института ядерных исследований на пятилетие 1966—1970 гг.

В. Бирюков, Ю. Рябов

Международный симпозиум по электронным и фотонным взаимодействиям при высоких энергиях

В работе симпозиума, состоявшегося 8—12 июня 1965 г., приняло участие более 350 ученых из разных стран, в том числе 5 советских физиков. Местом работы был выбран Гамбург, так как недавно здесь был запущен электронный синхротрон DESY на 6 Гэв — одна из наиболее совершенных и мощных машин этого типа.

Экспериментальные и теоретические работы, обсуждавшиеся участниками симпозиума, группировались в основном около четырех вопросов: исследование электромагнитной структуры нуклонов и атомных ядер, проверка квантовой электродинамики на малых расстояниях, электро- и фоторождение частиц, совершенствование экспериментальной техники. Отдельное заседание было посвящено краткому обзору современного состояния работ по сильным взаимодействиям.

По электромагнитной структуре нуклонов существенно новых результатов не приводилось. Экспериментальные данные по рассеянию электронов на про-

тонах и дейтронах, доложенные в работах К. Бьюкена и М. Яриана из Станфордского университета и большой группы физиков ускорителя DESY (Х. Беренд, Х. Шопер и др.), несколько уточняют ранее известные значения сечений рассеяния, однако не изменяют общего положения в этой области.

Как было отмечено в обзоре Р. Хофштадтера, вплоть до очень больших значений передаваемого импульса q^2 экспериментальные данные хорошо согласуются с теоретическими выражениями для эффективных сечений, если электрический формфактор нейтрона F_{En} положить равным нулю, а три других формфактора нуклона — электрический и магнитный формфакторы протона E_{Ep} и E_{Mp} и магнитный формфактор нейтрона F_{Mn} — выбрать пропорциональными друг другу:

$$F_{Ep}(q^2) = F_{Mp}(q^2)/2,79 = F_{Mn}(q^2)/(1-1,91);$$

$$F_{En}(q^2) = 0.$$