

ведения в рождении адронов с большим поперечным импульсом, а также согласование автомоделного поведения глубоконеупругого рассеяния с удержанием кварков.

Дальнейшее экспериментальное и теоретическое изучение лептонных и адронных процессов с большей передачей импульса дает уникальную возможность понимания динамики сверхмалого расстояния ( $10^{-15}$  см) и структуры элементарных частиц. Это направление в ближайшие годы будет оставаться одним из основных в физике элементарных частиц.

Значительное внимание было уделено обсуждению механизмов рождения адронов на ядрах, в частности механизму многократного рассеяния, ферми-движения и механизму когерентных флюктуаций. Здесь склады-

вается весьма любопытная ситуация, состоящая в том, что наше представление о ядре как квантовомеханической системе, связанной парными силами, оказывается далеко неточным. Ядро все больше становится похоже на своеобразную элементарную частицу с теми же законами и механизмами взаимодействия. Для физики элементарных частиц это интересно тем, что дает возможность полнее изучать динамику кварковых систем, включая в рассмотрение еще одну переменную — число кварков.

Следующий VIII Коллоквиум намечено провести в июне 1977 г. в г. Страсбурге (Франция).

ГРАМЕНИЦКИЙ И. М., ЕФРЕМОВ А. В.

### III Международная конференция по свойствам ядер, удаленных от линии стабильности

Изучение свойств ядер, удаленных от линии стабильности, является важнейшей задачей современного этапа исследования радиоактивности. Этим объясняется большой интерес, который вызвала конференция на Корсике (Франция, 19—26 мая 1976 г.) среди специалистов в области структуры ядра. Инициатором конференции являлся ЦЕРН, оргкомитет возглавлял проф. Р. Клапиш. Общее число участников — 157 из 21 страны. В конференции приняла участие делегация ОИЯИ, возглавляемая акад. Г. Н. Флеровым.

Научная программа конференции включала 46 докладов. Ниже дается краткое содержание наиболее интересных сообщений.

Первая сессия конференции освещала технику исследований. Обсуждались методы быстрой электроматричной сепарации продуктов ядерных реакций с тяжелыми ионами (П. Армбрустер, ФРГ), изотоп-сепараторы на пучках (Х. Равн, ЦЕРН), методы идентификации легких продуктов реакций (Г. Батлер, США), вопросы быстрой химии (Н. Траутман, ФРГ). Наиболее эффективными для изучения короткоживущих изотопов являются первые два метода. В качестве примера упомянем двойной фильтр Вина, введенный недавно в строй на ускорителе тяжелых ионов UNILAK в Дармштадте (ФРГ): его быстродействие 1—3 мкс, коэффициент очистки продуктов от пучка  $10^{12}$ . Большого прогресса достигла техника изотоп-сепараторов на пучках. В различных лабораториях мира сейчас около 20 таких приборов. Достоинства этого метода исследования продемонстрированы в докладе Х. Равна на примере сепараторов ISOLDE-II (ЦЕРН) и БЭМС-II (ОИЯИ).

Изотопы, удаленные от линии стабильности, являются необычными с точки зрения классической ядерной спектроскопии. Это касается как методов исследования, так и характера получаемой информации. Перспективы дальнейшего продвижения в область «необычного» рассматривались в докладах Д. Вилкинсона (Англия) и М. Ро (Сакле, Франция). Предметом настойчивого поиска и исследования должны быть ядерные состояния с повышенной плотностью вещества, с необычной формой, высоким угловым моментом.

Специальная сессия была посвящена экспериментальным и теоретическим исследованиям атомных масс. Из экспериментальных работ особо следует отметить доклад К. Тибо (Орсе, Франция) о прямом измерении

массы короткоживущих ядер с помощью масс-спектрометра. Для изотопов рубидия с  $A \geq 75$  достигнута точность определения массы  $\sim 60$  кэВ. Получены результаты, подтверждающие наличие Вигнеровского члена (энергия симметрии) в формуле для массы ядра.

Большой прогресс достигнут в развитии методов измерения характеристик основных состояний короткоживущих ядер. Доклад С. Экстрёма (Швеция) содержал результаты первых экспериментов об измерении спинов с помощью атомных пучков для изотопов, разделенных на масс-сепараторе ISOLDE-II. Получены значения спинов ряда легких изотопов Rb, I, Cs, Au. В докладе Г. Хуберта (Орсе, Франция) сообщалось о применении оптической «накачки» с помощью лазера для измерения спинов масс-сепарированных изотопов натрия.

Пятая сессия конференции обсуждала свойства относительно легких ядер. В. Бененсон (США) посвятил свой доклад главным образом анализу известной массы легких ядер на основе формулы Вигнера для изотопических мультиплетов. В ряде случаев получены оценки кубического члена изобарической формулы. Интересное сообщение сделал Д'Аурия (Канада). С помощью масс-сепаратора ISOLDE-II был открыт изотоп  $^{74}\text{Rb}$ . Это ядро испытывает сверхразрешенный  $\beta$ -распад, что указывает на то, что в ядре произошла инверсия изотоп-спина: его значение для основного состояния равно 1.

Значительное количество докладов на конференции было посвящено исследованию эмиссии запаздывающих частиц. В этой области достигнут значительный прогресс и в экспериментальном отношении, и в смысле интерпретации полученных результатов. При анализе экспериментальных данных совместно используются как понятия ядерной спектроскопии, так и подходы, характерные при рассмотрении ядерных реакций. В докладах Д. Черни (Беркли, США) и Р. Робертсона (Принстон, США) приведен обзор и новые данные об относительно легких излучателях запаздывающих протонов, в спектрах которых проявляется изобарный аналог исходного ядра (первый доклад). Во втором докладе сообщалось об открытии  $^{24}\text{Si}$  — первого излучателя запаздывающих протонов с изотоп-спином  $T = 2$ . Доклад Д. Харди (Чок-Ривер, Канада) касался протонных аналогов излучателей промежуточной массы ( $A < 100$ ). Наибольший интерес представляет предложенный автором метод определе-

ния времени жизни возбужденных состояний в диапазоне  $10^{-15}$ — $10^{-16}$  с по измерению спектров КХ-излучения в совпадении с запаздывающими протонами. Время жизни уровня определяется из сравнения вероятности вылета протона с известной вероятностью заполнения вакансии в *K*-оболочке, образовавшейся за счет *K*-захвата. Такие измерения проведены для  $^{69}\text{Se}$ .

Доклад Б. Ионсона (ЦЕРН) содержал довольно полный обзор работ по изучению запаздывающей эмиссии протонов,  $\alpha$ -частиц, нейтронов ядрами с  $A > 70$  (приведены подробные ссылки на работы ученых Дубны). Детально изложена статистическая модель процесса эмиссии задержанных частиц, теория статистических флуктуаций, объясняющая тонкую структуру спектра. Анализ последней используется для определения плотности уровней ядер с большим дефицитом нейтронов.

В докладе В. А. Карнаухова (ОИЯИ) излагались результаты экспериментов, проведенных с помощью масс-сепаратора БЭМС-II на пучке циклотрона. Высокая эффективность прибора позволила получить 19 новых короткоживущих изотопов в области редкоземельных элементов, пять из которых испытывают распад с испусканием протонов. Доклад К. Кратца (ФРГ) был посвящен исследованию спектров запаздывающих нейтронов ряда изотопов с разрешением 12—19 кэВ. Анализ тонкой структуры по теории, развитой для запаздывающих протонов, обнаружил некоторые аномалии в спектрах, их причина пока неясна.

На конференции была прочитана серия докладов по «классической» ядерной спектроскопии. Остановимся только на докладе Р. Шелайна (США), содержащем обзор многих аспектов ядерной спектроскопии в области удаленных ядер. Автор отметил, что теория предсказывает появление новых магических чисел при наличии деформации. Был отмечен особый интерес к исследованию ядер вблизи новых замкнутых оболочек:  $^{282}\text{Rn}$  и  $^{202}\text{Rn}$ ,  $^{180}\text{Gd}$  и  $^{128}\text{Gd}$ ,  $^{80}\text{Zr}$  и т. д.

Специальная сессия конференции была посвящена тяжелым элементам. Она открывалась докладом А. Собичевского (Варшава, ПНР), освещающим расчеты времени жизни тяжелых ядер относительно спонтанного деления. С помощью метода оболочечной поправки В. М. Струтинского показано, что для элементов тяжелее фермия происходит резкое изменение зависимости времени жизни от числа нейтронов: исчезает максимум при  $N = 152$ . Этот результат находится в согласии с экспериментальными данными, полученными в Дубне для изотопов курчатовия.

Г. Н. Флеров (ОИЯИ) в своем докладе изложил основные моменты программы Лаборатории ядерных реакций в области тяжелых элементов. Были представлены результаты поисков сверхтяжелых элементов в естественных образцах. Изложены первые эксперимен-

тальные данные о синтезе тяжелых элементов с помощью ускоренных ионов кальция. Обсуждались перспективы синтеза сверхтяжелых элементов с помощью пучков  $^{48}\text{Ca}$ . Проанализированы работы, которые привели к открытию в Дубне новых элементов с атомным номером 104, 105, 106, 107. Было продемонстрировано, что использование спонтанного деления дает возможность надежной идентификации новых элементов, даже несмотря на крайне низкую вероятность их образования в ядерных реакциях.

Доклад А. Гиорсо (Беркли, США) касался описания экспериментальных попыток получить изотоп  $^{260}\text{Ku}$ , открытый в 1964 г. в Дубне. В Беркли были проведены с этой целью опыты по облучению мишеней из  $^{246}\text{Cm}$  и  $^{249}\text{Bk}$  пучками  $^{18}\text{O}$  и  $^{15}\text{N}$  соответственно. Спонтанное деление со временем жизни около 0,1 с ( $^{260}\text{Ku}$ ) не наблюдалось, на основании чего А. Гиорсо делалось утверждение о неправильности результатов дубненской группы.

Г. Н. Флеров (ОИЯИ) в ответном выступлении отметил, что ошибка в работе берклиевской группы заключается в том, что фон долгоживущей активности спонтанного деления ( $^{256}\text{Fm}$ ,  $^{259}\text{Md}$ ) очень высок и его наличие в присутствии короткоживущего спонтанно делящегося изомера полностью маскирует проявление  $^{260}\text{Ku}$ . В опытах дубненской группы применялась более совершенная методика, для которой уровень фона был в 15 раз ниже.

Д. Гоффманом (США) были изложены результаты экспериментов, позволяющих открыть самый тяжелый изотоп фермия —  $^{259}\text{Fm}$ . Изотоп был получен по реакции  $^{257}\text{Fm}(t, p)^{259}\text{Fm}$ . Он испытывает спонтанное деление с периодом полураспада 1,5 с и интересен тем, что массовое распределение осколков деления имеет вид узкой симметричной кривой. Измерение энергии осколков указывает на то, что среднее число нейтронов на акт деления не превышает двух, а это в два раза меньше, чем для других изотопов фермия.

Несколько докладов на конференции были посвящены астрофизическим аспектам (Д. Шрам, США; К. Такахаши, ФРГ; К. Вене, Швеция). Рассматривалась роль быстрого захвата нейтронов в нуклеосинтезе. К. Вене проанализировал влияние явления запаздывающего деления на процесс нейтронного захвата в области тяжелых изотопов трансурановых элементов. Общий вывод всех теоретических подходов следующий: маловероятно, чтобы процесс быстрого нейтронного захвата мог бы привести к синтезу сверхтяжелых элементов.

Конференция показала, что изучение свойств ядер, удаленных от линии бета-стабильности, является быстро развивающимся направлением ядерной физики. Получаемая здесь информация качественно отличается от доступных в традиционных областях исследований.

КАРНАУХОВ В. А.