

системе с магнитными пробками (доклад Ю. В. Скосырева). Эффективный нагрев плазмы наблюдался при увеличении ее диаметра до 150 мм.

Результаты исследования возбуждения несимметричных магнитно-звуковых волн в установке ТМ-1-ВЧ обсуждались в докладе В. Л. Вдовина. В экспериментах использовалась система возбуждения, состоящая из двух асимметричных витков, позволявшая вводить в плазму до 150 кВт высокочастотной мощности. Магнитно-звуковые волны в области гармоник ионно-циклотронной частоты затухают слабо, вследствие чего наблюдаются собственные колебания тороидального плазменного шнура. Циклотронные волны испытывают сильное затухание. Наблюдался нагрев ионов на гармонике ионно-циклотронной частоты. Программа исследований ионно-циклотронного нагрева плазмы на установке TFR была представлена в докладе Ж. Адама (Франция). На этой установке исследуются дисперсионные зависимости и затухание волн на малом уровне мощности (~1 кВт). В дальнейшем предполагается провести эксперименты с мощным генератором ~500 кВт.

Группа экспериментаторов установки TFR представила первые результаты по инжекции пучков нейтральных атомов. Подготовлена система из пяти источников. Мощность пучка каждого источника 170 кВт при энергии атомов от 25 до 35 кВ. Направление инжекции составляет ~10° по отношению к большому радиусу установки. Длительность инжекции, а также работы источников может достигать 100 мс. Эксперименты проведены при плотности плазмы (2—4) 10<sup>13</sup> см<sup>-3</sup>, токе 140—160 кА и мощности пучка нейтральных атомов ~150 кВт. Получено приращение ионной температуры ~200 эВ, причем ее прирост пропорционален вводимой мощности при изменении последней в 4 раза.

Проект нагрева плазмы в этой же установке с помощью инжекции гранул водорода обсуждался в докладе Ж. Кутана (Франция). Микрокристаллы водорода, содержащие от нескольких десятков до нескольких тысяч молекул, образуются при продувке холодного газа через сверхзвуковое сопло. Далее гранулы ионизируются электронным пучком и ускоряются до энергии 600 кэВ. Предполагается инжектировать эквивалентный по протонам ток до 50 А. Согласно расчетам, при времени инжекции ~40 мс температура ионов и плотность плазмы должны удваиваться. На стеллараторе «Вега» планируется провести эксперимент по заполнению вакуумной камеры плазмой, полученной при испарении и ионизации льдинки водорода или дейтерия в луче лазера. В докладе Ж. Тонона (Франция) освещена программа подготовки такого эксперимента. Для объема вакуумной камеры установки «Вега» ~0,5 м<sup>3</sup> необходимо иметь 10<sup>18</sup>—10<sup>19</sup> частиц в мишени, т. е. 1 мм<sup>3</sup> льда. Приведенные в докладе расчеты показывают, что необходимо использовать СО<sub>2</sub>-лазер с длительностью импульса 10<sup>-6</sup>—3·10<sup>-6</sup> с и энергией 10<sup>2</sup>—10<sup>3</sup> Дж.

В целом следует отметить, что эксперименты по высокочастотному нагреву плазмы во Франции находятся в стадии подготовки. В ближайшее время следует ожидать результатов экспериментов по нагреву плазмы в области частот нижнего гибридного резонанса на установке «Вега» (Гренобль). Токамак «Шетула» (Гренобль) реконструируется для применения метода нагрева плазмы магнитным сжатием на пролетном времени.

АЛИЦАЕВ В. В.

## Второй всесоюзный семинар по ядерной физике высоких энергий

Быстро развивающаяся область исследований — ядерная физика высоких энергий, лежащая на стыке физики частиц и «классической» ядерной физики, уже настолько разрослась, что настоятельно нуждается в специальном форуме для обсуждения своих проблем. Исходя из этого, совет по ядерным реакциям Отделения ядерной физики АН СССР принял в октябре 1974 г. решение о регулярном (раз в два года) проведении семинаров на базе Лаборатории ядерной физики высоких энергий Ленинградского университета. Первый семинар состоялся в июле 1974 г., второй проходил с 29 июня по 2 июля 1976 г. Основное внимание на семинаре было уделено направлениям, связанным с возможностью существования второй, более плотной фазы ядерной материи, проблемам ее экспериментального обнаружения и вопросу о существовании флюктуаций плотности в ядрах.

Доклады на семинар представили 14 институтов Москвы, Ленинграда, Дубны, Харькова, Новосибирска, Томска и Еревана. Всего было заслушано 27 докладов по пяти разделам.

**1. π-Конденсат.** В докладе А. Б. Мигдала был дан обзор современного состояния вопроса, отличившийся высоким уровнем и ясностью изложения, а также были сформулированы задачи, стоящие как перед теоретиками, так и перед экспериментаторами. Интересным частным вопросом посвящались остальные доклады. Среди них следует отметить расчеты А. Б. Курепина

и О. А. Маркина по рассеянию пионов  $E_{\pi} \leq 100$  МэВ, предсказывающие обнаруживаемые эффекты π-конденсата при рассеянии на деформированных ядрах и предложения по поиску  $O^-$ ,  $O^+$ -изомеров и сверхплотных гиперядер в докладе В. Ф. Литвина.

**2. Ударные волны.** Надежды, возлагавшиеся физиками на возможность возникновения ударных волн в столкновениях релятивистских ядер и их использования для получения сверхплотных ядерных объектов, несколько поколебались. Эта мысль содержалась в докладе В. Д. Тонеева, который показал, что расчеты столкновений релятивистских ядер по каскадной модели удовлетворительно описывают эксперименты Грайнера — Шопера. Однако В. Е. Бунаков высказал соображения, по которым упомянутое выше согласие теории с экспериментом не исключает наличия «гидродинамических» эффектов в столкновениях релятивистских ядер.

**3. Кумулятивный эффект.** Современное состояние изучения кумулятивного эффекта было освещено в докладах В. С. Ставинского и Г. А. Лексина. Различные теоретические подходы к описанию явления содержались в докладах А. И. Титова, М. А. Брауна и др., В. Б. Копеловича. По-видимому, ядерный скейлинг можно считать установленным, а дальнейшее его изучение перспективным и для физики частиц, учитывая недавние указания на нарушение скейлинга в нуклон-нуклонных

взаимодействиях при сверхвысоких энергиях (Г. Б. Христиансен и др.).

4. Реакции фрагментации. Определенный прогресс достигнут в понимании механизма реакций. Этот вопрос рассматривался в докладах В. И. Остроумова, В. В. Авдейчикова и В. И. Комарова. Новые данные по изотопному эффекту при фрагментации были представлены Л. В. Красновым. Экспериментальные данные с точки зрения их количественного описания полумпирической формулой проанализировал Ю. П. Яковлев.

5. Рассеяние протонов высоких энергий ядрами. Здесь следует отметить доклад А. А. Воробьева и Г. Д. Алхазова об интерпретации опытов по рассеянию протонов с  $E_p \approx 1$  ГэВ в Гатчине (СССР) и Сакле (Франция). В результате анализа упомянутых данных

и данных о зарядовом распределении ядер, полученных из других опытов, авторы пришли к выводу об отсутствии заметного избытка поверхностной нейтронной плотности у ядер, лежащих на линии  $\beta$ -стабильности, и о существовании такого избытка у ядра  $^{48}\text{Ca}$ .

Интересной была дискуссия о возможности извлечения из опытов данных о корреляциях нуклонов.

Работа семинара проходила в обстановке высокой творческой активности всех его участников. Дискуссии по некоторым докладам представляли значительный научный интерес. Семинар явился заметным вкладом в развитие рассматривавшихся на нем вопросов ядерной физики.

ЛИТВИН В. Ф.

## Международная конференция о взаимодействии мезонов с ядрами

В настоящее время во многих странах Европы и Америки вступили в строй или реконструируются ускорители частиц на промежуточную энергию (до 1 ГэВ). Основное преимущество ускорителей нового поколения — высокоинтенсивные пучки  $\pi$ -мезонов. Стабильно работает мезонная фабрика Швейцарского института ядра (SIN), на которой широко развернулись экспериментальные исследования с  $\pi$ - и  $\mu$ -мезонами, получены новые интересные результаты об изучении проблемы трех тел на Лос-Аламосской мезонной фабрике (LAMPF) в США, проведены первые исследования по физике частиц на канадском сильноточном ускорителе TRIUMF. Близится к завершению реконструкция циклотрона NEVIS в США, начаты эксперименты на реконструированном синхротроне ЦЕРНа (Швейцария), развернуты работы в Лаборатории ядерных проблем (ЛЯП) ОИЯИ по реконструкции синхротрона в сильноточный фазотрон (установка «Ф»), ведется строительство мезонной фабрики в Институте ядерных исследований АН СССР.

Ввод в действие мощных ускорительных установок и все увеличивающийся поток информации о взаимодействии мезонов с нуклонами и ядрами вызвал необходимость созыва международного совещания для обсуждения проводимых в настоящее время экспериментальных и теоретических работ по изучению взаимодействия пионов и каонов с ядрами и нуклонами и выбора наиболее перспективной стратегии дальнейших исследований в этой области ядерной физики.

Такая международная конференция состоялась 24—28 мая 1976 г. в Институте Меллона и Карнеги-Меллонском Университете в г. Питсбурге (шт. Пенсильвания, США). Общее число участников составило 260 человек из 18 стран мира. За пять дней работы на восьми пленарных и двух секционных заседаниях было заслушано 80 докладов.

В большинстве докладов были представлены результаты теоретических работ. Тематически эти сообщения можно разделить на следующие разделы: 1. Фундаментальные мезон-нуклонные взаимодействия. 2. Упругое пион-ядерное рассеяние и теория многократного рассеяния. 3. Новые теоретические подходы (приближения). 4. Образование и поглощение пионов. 5. Упругие зарядообменные и инклюзивные реакции. 6. Многочастичные системы. 7. Рассеяние каонов и реакции с об-

разованием гиперфрагментов. 8. Электромагнитные процессы. 9. Новая аппаратура для исследования взаимодействий мезонов с ядрами.

Об измерении полного поперечного сечения рассеяния  $\pi^\pm$ -мезонов на водороде и дейтерии в интервале энергии 50—300 МэВ сообщалось в докладе Д. Доминго (SIN). Измерения проводились под углом  $0^\circ$  на установке, основными элементами которой являлись проволочные искровые камеры. Поперечное сечение определено с погрешностью 1—2%.

Анализу реакции  $\pi^\pm + p \rightarrow \pi^\pm p \gamma$ , измеренной при энергии первичного пиона 269, 298 и 324 МэВ в широком интервале углов ( $100$ — $240^\circ$ ) регистрации  $\gamma$ -квантов с энергией 15—30 и 50—70 МэВ, был посвящен доклад Д. Собера из Католического университета (Вашингтон). Подобные работы интересны тем, что дают возможность получить информацию о немассовых эффектах  $\pi p$ -взаимодействия и о магнитном моменте  $\Delta$  (1232) резонанса. Экспериментальная аппаратура, состоящая из искровых камер и черенковского  $\gamma$ -спектрометра полного поглощения, позволяла детектировать все конечные продукты реакции. Экспериментами установлено, что удовлетворительное описание всех данных обеспечивается расчетами «доминантности внешней эмиссии»  $\gamma$ -кванта, выведенной из главного члена разложения Лоу.

Вопросы изобар-ядерной динамики, свободного изобарного пропагатора при описании образования барионных резонансов при взаимодействии  $\pi$ -мезонов с ядрами явились темой выступления Е. Моница из Лос-Аламосской научной лаборатории. Было сделано предложение о поиске коллективного состояния в ядре  $^{16}\text{O}$  при изучении реакции  $^{16}\text{O}(\gamma, p)^{15}\text{N}_{g.s.}$

Пионным степеням свободы в ядрах посвятил свой доклад М. Ро из Сакле (Франция). Мезоны и кварки, форм-фактор дейтрона, кварковая картина дейтрона (дейтрон — как шесть кварков?), сверхплотные ядра и нейтронная материя — проблемы, которые в настоящее время стоят перед теоретической физикой  $\pi$ -ядерных взаимодействий. Поиски решений этих вопросов связываются со слабым током в ядерной материи, с эффектами  $\pi$ -конденсата, предложенного А. Б. Мигдалом (СССР).

Обзорный доклад Е. Асланди из Страсбургского университета (Франция) содержал последние данные