

СОВЕЩАНИЯ И КОНФЕРЕНЦИИ

006.3:539.121.628

IX МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ ПО ФИЗИКЕ
ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

В польском городе Кракове с 24 по 26 сентября 1963 г. проходила IX Международная конференция ученых социалистических стран по физике высоких энергий.

Конференция была посвящена в основном взаимодействиям частиц с энергиями, начиная от нескольких Гэв до сотен Гэв, с нуклонами и ядрами. В соответствии с программой первые три заседания были посвящены работам, выполненным на ускорителях; два заседания — результатам, полученным в космических лучах, одно заседание — методическим вопросам и одно заседание — отдельным вопросам теории взаимодействия частиц высокой энергии. Последние два заседания проходили параллельно.

В работе конференции принимали участие 111 ученых из социалистических стран; делегация от Академии наук СССР состояла из 9 человек, от Объединенного института ядерных исследований — 10 человек, от Болгарии — 4, Венгрии — 5, ГДР — 9, КНР — 2, Польши — 60, Румынии — 6 и от Чехословакии — 6 человек. Ниже мы остановимся на работах, которые, по нашему мнению, являются наиболее интересными.

Работу конференции открыл вступительным словом проф. М. М и е н с о в и ч. Затем в большом обзорном докладе Е. Л. Ф е й н б е р г (Москва) обрисовал современное состояние теории сильных взаимодействий при высоких энергиях *).

Г. И. Б у д к е р (Новосибирск) ознакомил участников конференции с перспективами физических исследований на малогабаритных ускорителях с большой плотностью тока, разрабатываемых в настоящее время.

Работы в области синхротронных энергий были представлены обзорными докладами об исследованиях, выполненных в Дубне — «Захват мюонов ядрами» (А. И. М у х и н) и «Работы по фазовому анализу нуклон-нуклонного рассеяния» (Ю. М. К а з а р и н о в).

В захвате поляризованных μ^- -мезонов ядрами Ca^{40} В. С. Е в с е в ы м и др. изучалось угловое распределение вылетевших из ядра нейтронов относительно направления спина μ -мезонов. Значения коэффициентов асимметрии A в угловом распределении $f(\theta) \sim 1 + A \cos \theta$ в зависимости от энергетического порога регистрации нейтронов (поляризация мюонов $P_\mu = 0,190 \pm 0,015$) приводятся в таблице.

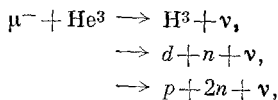
Порог регистрации нейтронов E_n , Мэв — A	7,0 $0,054 \pm 0,012$	11,0 $0,100 \pm 0,016$	14,0 $0,134 \pm 0,020$
Порог регистрации нейтронов E_n , Мэв — A	18,0 $0,193 \pm 0,025$	19,5 $0,234 \pm 0,026$	23,0 $0,235 \pm 0,040$

Эти результаты находятся в противоречии с теоретическими предсказаниями И. С. Ш а п и р о и др., основанными на универсальной теории слабого взаимодействия и некоторых модельных представлениях о ядре ($A_{\text{теор}} \approx 0,4$, $P_\mu = -0,076$).

*) См. статью Е. Л. Фейнберга и Д. И. Чернавского в УФН 82 (1), 3 (1964).

В качестве одной из попыток разрешения этого противоречия предлагается ввести индуцированное скалярное взаимодействие и существенно увеличить константу индуцированного псевдоскалярного взаимодействия по сравнению с ее теоретическим значением $G_p = 8G_A$ (М. Я. Иовнович и др.).

О. А. Займидорога и др. продолжали изучение ядерного захвата мюонов в He^3 . Наблюдая в диффузионной камере процессы



авторы определили полную скорость поглощения μ^- -мезона ядром He^3 . Экспериментальное значение $\Lambda_{\text{He}^3} = (2,14 \pm 0,20) \cdot 10^3 \text{ сек}^{-1}$ находится в удовлетворительном согласии с универсальной теорией слабого взаимодействия.

Имеющийся к настоящему времени большой экспериментальный материал об упругом взаимодействии нуклонов с нуклонами в области энергий ниже 1 Гэв был проанализирован в работах Ю. М. Казаринова и др. В результате совместного фазового анализа данных о pp - и np -рассеяниях были получены практически однозначные решения для фазовых сдвигов упругого NN -рассеяния. В области энергий ниже порога мезообразования получена энергетическая зависимость фазовых сдвигов. Сложная зависимость фазовых сдвигов от энергии исключает описание рассеяния с помощью простых потенциалов. Отмечается особая роль, которую играют спин-орбитальные силы в нуклон-нуклонном рассеянии.

Далее было сделано несколько сообщений об изучении фрагментов и гиперфрагментов (HF).

С помощью фотоэмульсий исследовались фрагменты с $Z \geq 3$ и энергией $E > 8 \text{ Мэв/нукл}$, возникающие при взаимодействиях p -ядро при энергии 25 Гэв (И. Сухожевская, Варшава). Кроме того, специально изучались фрагменты Li^8 (Гавеский, Варшава), образовавшиеся при взаимодействии p -ядро (9 и 24 Гэв), а также в соударениях K^- - и π^- -ядро.

Анализ экспериментальных данных показывает, что вероятность испускания Li^8 слабо растет с энергией и практически не зависит от сорта падающих частиц. В той и другой работе отмечается, что угловое распределение фрагментов анизотропно — испускание их происходит преимущественно в переднюю полусферу и энергетический спектр их отличается от «испарительного». Для объяснения этих особенностей предполагается, что испарение фрагментов происходит из движущихся сгустков ядерной материи, средняя скорость движения которых равна $0,015c$ и также не зависит от сорта падающих частиц (в этой движущейся системе испускание фрагментов происходит при температуре $T = 12 \text{ Мэв}$). Аналогичная картина наблюдается при излучении гиперфрагментов (Е. Зажжевский, Варшава), образовавшихся в K^- -ядро-взаимодействиях (импульс K -мезонов $1,3$ и $1,5 \text{ Гэв/с}$). При анализе $54\,000$ K^- -звезд было найдено, что вероятность образования HF на тяжелых ядрах составляет $1,2 \div 1,3\%$. Оказалось также, что образование HF происходит аналогично процессу образования обычных фрагментов.

К этой же проблеме фрагментации можно отнести исследование по образованию подбарьерных π^+ -мезонов (Т. Вишки, Бухарест). Предполагается, что наличие этих π^+ -мезонов связано с разрушением кулоновского барьера при развале ядра (быстрый процесс). Такое предположение объясняет различие в числе подбарьерных π^+ -мезонов при p -ядро- и π^- -ядро-взаимодействиях. В качестве альтернативной гипотезы образования подбарьерных частиц рассматриваются резонансные нейтральные состояния типа ρ^0 -мезона, распадающиеся после прохождения кулоновского барьера. Этот вопрос может быть решен при изучении корреляции в появлении подбарьерных π^+ -мезонов и более тяжелых частиц (протонов, α -частиц).

Большое количество работ, доложенных на конференции, было посвящено изучению взаимодействия элементарных частиц с протонами.

Взаимодействия антипротонов при импульсе $3,0 \pm 0,45 \text{ Гэв/с}$ с протонами исследовались в водородной пузырьковой камере (Т. Хофмокл, Варшава) Изучалась реакция



Из 4400 двухлучевых событий было отобрано 187 , отвечающих реакции (1). Определены сечения каналов реакции (1):

$$\sigma_1(\bar{p}p\pi^0) = 2,41 \pm 0,29 \text{ мб},$$

$$\sigma_2(\pi^+\bar{p}n) = 2,07 \pm 0,27 \text{ мб},$$

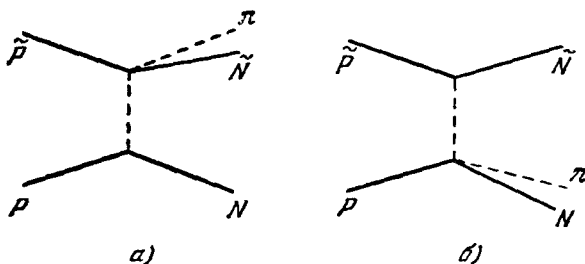
$$\sigma_3(p\pi^+\bar{n}) = 1,96 \pm 0,27 \text{ мб}.$$

Отношение этих сечений

$$\sigma_1 : \sigma_2 : \sigma_3 = 1,22 : 1,05 : 1.$$

Если считать, что процесс идет через изобару ($3/2, 3/2$), то это отношение должно быть равно $2:1:1$. Были построены спектры эффективных масс для систем πp и $\pi \bar{p}$. В обоих случаях в этих распределениях наблюдались пики, соответствующие изобаре ($3/2, 3/2$). Можно думать, что процесс может быть описан одномезонными диаграммами (см. рисунок). Это подтверждается тем, что критерий Траймана и Янга в пределах статистики удовлетворяется.

Большой интерес вызвал доклад К. Ланмуса (Берлин), посвященный исследованию π^+p -взаимодействий при импульсе $4,0 \text{ Гэв/с}$. При просмотре снимков, полученных в 81-см водородной пузырьковой камере, отбирались 2- и 4-лучевые



взаимодействия. Обработано 2415 2- и 960 4-лучевых звезд. Проводились измерения импульсов и ионизация всех заряженных частиц. Затем проводился кинематический анализ. Сечение образования 2- и 4-лучевых событий равно $26,6 \pm 1,5 \text{ мб}$.

Определены сечения по каналам реакций:

$$\begin{aligned} \pi^+ + p &\rightarrow \pi\pi^+ & -6,7 \pm 0,3 \text{ мб}, \\ &\rightarrow \pi\pi^+\pi^0 & -2,6 \pm 0,1 \text{ мб}, \\ &\rightarrow \pi\pi^+\pi^+ & -1,6 \pm 0,1 \text{ мб}, \\ &\rightarrow \pi\pi^+ (m\pi^0) & -4,0 \pm 0,2 \text{ мб}, \\ &\rightarrow \pi\pi^+\pi^+ (m\pi^0) & -2,2 \pm 0,1 \text{ мб} \\ &\sigma_t = 17,1 \pm 0,3 \text{ мб}; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \pi^+ + p &\rightarrow \pi\pi^+\pi^+\pi^- & -3,0 \pm 0,2 \text{ мб}, \\ &\rightarrow \pi\pi^+\pi^+\pi^-\pi^0 & -3,2 \pm 0,2 \text{ мб}, \\ &\rightarrow \pi\pi^+\pi^+\pi^+\pi^- & -1,1 \pm 0,1 \text{ мб}, \\ &\rightarrow \pi\pi^+\pi^+\pi^- (m\pi^0) & -1,6 \pm 0,1 \text{ мб}, \\ &\rightarrow \pi\pi^+\pi^+\pi^+\pi^- (m\pi^0) & -0,6 \pm 0,1 \text{ мб}. \end{aligned}$$

Были построены распределения эффективных масс для разных комбинаций частиц. В распределении $M_{\pi^+\pi^0}$ в 2-лучевых событиях наблюдается отчетливый пик, отвечающий массе ρ^+ -мезона, т. е. реакции

$$\pi^+ + p \rightarrow \left. \begin{array}{l} \rho^+ + p, \\ \pi^0 + \pi^+. \end{array} \right\} \quad (2)$$

При этом сечение ее равно $0,26 \pm 0,04 \text{ мб}$. Любопытно отметить, что для π^-p -взаимодействий при той же энергии сечение реакции $\pi^- + p \rightarrow \rho^- + p$ равно $0,45 \pm 0,08 \text{ мб}$. В одномезонном приближении эти сечения должны быть равны. Неравенство сечений авторы объясняют наличием канала

$$\pi^+ + p \rightarrow N^{++} + \pi^0 \rightarrow \pi\pi^+\pi^0 (0,47 \pm 0,07 \text{ мб}),$$

амплитуда которого, интерферируя с (2), уменьшает сечение (2).

Для 4-лучевых взаимодействий были построены распределения эффективных масс двух частиц. В спектрах эффективных масс наблюдаются пики, отвечающие

ρ -мезону и изобаре ($3/2, 3/2$), причем сечения различных каналов реакций следующие:

$$\begin{aligned}\pi^+ + p &\rightarrow \rho\pi^+\pi^-\pi^+ \text{ (без } \rho \text{ и } N^*) - 1,0 \text{ мб,} \\ &\rightarrow N^{++}\pi^-\pi^+ \quad \quad \quad - 1,1 \text{ мб,} \\ &\rightarrow \rho^0 p\pi^+ \quad \quad \quad - 0,4 \text{ мб,} \\ &\rightarrow \rho^0 N^{++} \quad \quad \quad - 0,5 \text{ мб.}\end{aligned}$$

Спектр эффективных масс для комбинации $\rho\pi^+\pi^+$ имеет максимум при $2400 \pm 20 \text{ Мэв}$, что можно связать с изобарой с $T = 5/2$.

Для событий с π^0 -мезоном было построено распределение эффективных масс $M_{\pi^+\pi^-\pi^0}$, которое имеет пик при M_{ω^0} . Получены следующие значения сечений для различных каналов реакции:

$$\begin{aligned}\pi^+ + p &\rightarrow \rho\pi^+\pi^+\pi^-\pi^0 - 2,1 \text{ мб,} \\ &\rightarrow N^{++}\pi^+\pi^-\pi^0 - 0,4 \text{ мб,} \\ &\rightarrow \rho\pi^+\omega^0 \quad \quad \quad - 0,4 \text{ мб,} \\ &\rightarrow N^{++}\omega^0 \quad \quad \quad - 0,3 \text{ мб.}\end{aligned}$$

В спектре недостающих масс наблюдается отчетливый пик в реакции $\pi^+p \rightarrow \pi^+p(m\pi^0)$, который соответствует массе η^0 -мезона (сечение $0,29 \pm 0,07 \text{ мб}$).

В докладе М. Бардади (Варшава) были сообщены результаты анализа π^-p -взаимодействий с числом заряженных частиц $n \geq 6$ при импульсе $9,9 \pm 0,5 \text{ Гэв/с}$ (водородная пузырьковая камера). Доля таких взаимодействий составляла примерно 14%.

Специально исследовалась реакция

$$\pi^- + p \rightarrow 3\pi^- + 2\pi^+ + p \text{ (103 случая } \sigma = 0,47 \text{ мб)}.$$

Были построены угловое и импульсное распределение протонов в с. ц. и. Угловое распределение оказалось асимметричным: протоны летят в заднюю полусферу. Импульсное распределение практически не отличается от фазовой кривой. Распределение эффективных масс M_{π^+p} имеет пик, соответствующий изобаре ($3/2, 3/2$), в котором находится $22 \pm 7\%$ событий. В распределении M_{π^-p} аналогичного пика не наблюдается.

Для π^\pm -мезонов также были построены импульсные и угловые распределения в с. ц. и. Оказалось, что π^- -мезоны в с. ц. и. летят преимущественно вперед. Импульсное распределение π^\pm -мезонов отличается от фазовой кривой в области малых импульсов. Поперечный импульс протонов оказался несколько выше, чем для π^- - и π^+ -мезонов: 420 ± 20 , 365 и 314 Мэв/с соответственно. В распределении $M_{\pi\pi}$ наблюдается ρ -мезонный пик, содержащий $30 \pm 13\%$ всех событий. Далее, изучались электронные пары, образовавшиеся от γ -квантов, конвертированных в объеме камеры (46 пар), из анализа которых получено, что среднее число π^0 -мезонов в изучаемых взаимодействиях равно 1,3.

На этой же водородной камере, облученной π^- -мезонами с импульсом $10,6 \text{ Гэв/с}$, проводился анализ вторичных звезд, вызванных нейтронами (А. Эскрайс, Краков). Для определения фона были использованы события, в которых заведомо имеется протон. Показано, что распределение числа вторичных звезд в зависимости от расстояния r от первичной звезды может быть представлено в виде

$$\frac{dn}{dr} = ar^2,$$

тогда как истинные «нейтронные» события подчиняются закону (при небольших r)

$$\frac{dn}{dr} = \text{const.}$$

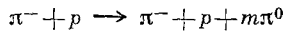
Всего было найдено 74 нейтральные звезды. После введения поправок на фон и распад нейтральных частиц их число оценивалось как 39,6, что дает сечение образования нейтронов в π^-p -взаимодействиях ($13 \pm 4 \text{ мб}$). Утверждается, что в с. ц. и. нейтроны летят строго назад.

И. Брана (Прага) доложил о предварительных результатах работы по анализу π^-N -взаимодействия при энергии $\sim 7 \text{ Гэв}$, имеющего медленный протон или положительную частицу с импульсом $< 1 \text{ Гэв/с}$ (пропановая пузырьковая камера ОИЯИ). Отмечается, что угловое распределение π -мезонов асимметрично в с. ц. и. (как для π^- , так и для π^+ -мезонов). Кроме того, поперечный импульс π^- -мезонов в π^-p -взаимодействии оказался равным $356 \pm 16 \text{ Мэв/с}$, а для π^-n -взаимодействий —

261 ± 18 Мэв/с. Поэтому авторы утверждают, что для π - n -соударений размер области взаимодействия больше.

В докладе И. К л у г о в а (Берлин) сообщались результаты, касающиеся изучения генерации π^0 -мезонов в π^-N -взаимодействиях. На 9000 фотографий, полученных на пропановой камере, отбирались π^-N -события с двумя и более γ -квантами. Для этих событий было построено распределение $M_{\gamma\gamma}$. В полученном распределении имеется пик при массе π^0 -мезона и не наблюдается какого-либо максимума, соответствующего η^0 -мезону. Средний поперечный импульс π^0 -мезонов равен $\overline{p_{\perp}} = 270 \pm 50$ Мэв/с и средний импульс в с. ц. и. 350 ± 160 Мэв/с. Угловое распределение π^0 -мезонов в с. ц. и. асимметрично: отношение $N_{\text{вп}}/N_{\text{наз}} = 1,8$.

В работе, доложенной А. М и х у л о м (Бухарест), выполненной также на пропановой пузырьковой камере, изучалась реакция



при малом переданном импульсе ($150 < \Delta < 700$ Мэв/с).

Для определения числа π^0 -мезонов исследовались кинематические соотношения для каждого случая. Использовались следующие способы определения числа π^0 -мезонов:

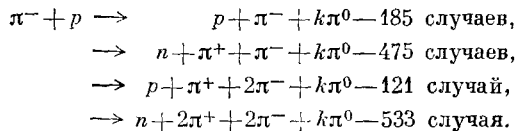
- а) недостающая масса,
- б) метод масс мишени,
- в) несохранение продольного импульса.

Было получено следующее распределение по множественности π^0 -мезонов:

n_{π^0}	1	2	3	4
Доля случаев, %	14	29	52	5

Таким образом, доля событий с рождением одного π^0 -мезона очень мала, что расходится с данными, полученными по анализу числа γ -квантов ($n_{\pi^0} = 1,3 \pm 0,2$). Поэтому авторы предполагают возможное наличие какой-либо другой нейтральной долгоживущей частицы.

При анализе π^-p -взаимодействий при $E \approx 7$ Гэв (Е. Б а л я, Бухарест) были выделены следующие реакции:



Угловое распределение протонов и π^- -мезонов оказалось в с. ц. и. асимметричным: протоны вылетают назад, а π^- -мезоны — вперед; распределение π^+ , π^- -мезонов симметрично. В распределении $M_{\pi^+\pi^-}$ был обнаружен пик $M_{\pi^+\pi^-} = 922 \pm 30$ Мэв с $\Gamma \leq 150$ Мэв.

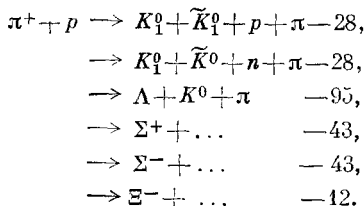
Изучение генерации π^0 -мезонов проводилось также в ксеноновой пузырьковой камере, облученной π^- -мезонами с импульсом ~ 9 Гэв/с (Е. Л о с к е в и ч, Краков). Всего было исследовано 277 звезд и 805 γ -квантов, связанных с ними. Среднее число γ -квантов $n_{\gamma} = [3,44 \pm 0,12]$.

Энергетический спектр γ -квантов имеет пик при 70 Мэв и небольшой пик при 250 Мэв, который отличается на 2,5 стандартных отклонения от плавной кривой, проведенной через соседние с максимумом интервалы. Предполагается, что этот пик связан с η^0 -мезоном, распадающимся на два γ -кванта.

В распределении $M_{\gamma\gamma}$ для случаев с двумя и тремя γ -квантами η^0 -мезона не обнаружено. Отмечается, с другой стороны, что события, в которых энергия γ -квантов попадает в интервал $220 \div 260$ Мэв, имеют среднюю множественность $\overline{n_{\gamma}} = 6,1 \pm 0,4$ (по сравнению с $\overline{n_{\gamma}} = 4,1 \pm 0,12$ для всех событий с $n_{\gamma} \geq 1$). Поэтому автор предполагает, что η^0 -мезоны рождаются в звездах с большей кратностью γ -квантов. Результаты двух работ, выполненных на ксеноновой пузырьковой камере, облученной π^- -мезонами с энергией ~ 9 Гэв, были доложены И. М. Г р а м е н и ц к и м (Дубна). Первая из них посвящена изучению генерации π^0 -мезонов π^- -мезонами в кулоновском поле ядра ксенона. Оказалось, что сечение такого процесса весьма мало и составляет не более 0,5 мб. Во второй работе исследовалось упругое рассеяние π^- -мезонов на квазисвободных нейтронах и перезарядка π^- -мезонов на квазисвободных протонах.

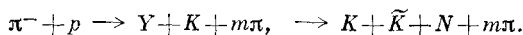
Сечение упругого $\pi\pi$ -рассеяния в интервале углов $9 \div 18^\circ$ в с. ц. и. оказалось равным $1,75 \pm 0,35$ мб, а сечение перезарядки — $1,1 \pm 0,3$ мб на ядро ксенона.

Рождению странных частиц в π^-p -взаимодействиях был посвящен доклад Р. Сосновского (Варшава). В водородной камере, облученной π^- -мезонами (10 Гэв/с), изучались следующие реакции:



Отмечается, что все барионы после взаимодействия сохраняют свое направление в с. ц. и. Протоны, нейтроны, Λ^0 и Σ^+ летят строго назад. Только для Σ^- распределение оказалось практически изотропным. Продольный импульс барионов также одинаков: $p_{||}^* \approx 650 \div 700$ Мэв/с, кроме Σ^- -гиперонов, у которых $p_{||}^* = 210$ Мэв/с. Было обнаружено, что существует линейная зависимость продольного импульса в с. ц. и. от массы частицы. Ранее аналогичная зависимость наблюдалась для поперечного импульса.

При просмотре 50 000 снимков с 32-см водородной камеры, облученной π^- -мезонами (~ 16 Гэв/с) (Е. Бартке, Краков), найдено 157 взаимодействий с образованием странных частиц:



Показано, что полное количество K^- и π^- -мезонов близко к числу π^- -мезонов в событиях, где нет странных частиц:

$$\bar{n}_{\text{стран}} = 5,8 \pm 0,4, \quad \bar{n}_{\text{без стран}} = 5,4 \pm 0,1.$$

Отмечается также, что число π^0 -мезонов убывает с увеличением множественности. Для случаев совместного рождения можно выделить группу событий с малым переданным импульсом ($\Delta^2 < 1$ (Гэв)²), в которой гипероны летят резко назад в с. ц. и., а K^- -мезоны — вперед. Эту группу взаимодействий ($\sim 20\%$) авторы относят к периферическим взаимодействиям.

В докладе, представленном группой сотрудников ЛВЭ ОИЯИ (докл. В. И. Мороз, Дубна), была рассмотрена возможная система изобарных состояний и схем их перехода. В этой системе нуклонные и гиперонные резонансы рассматриваются как «возбужденные состояния» (изобары) нуклонов и гиперонов с определенными значениями эффективной массы, изотоп-спина, спина, четности и т. д. Они разделены на три группы по значениям странности (гиперзаряда):

$$(S=0, Y=+1), \quad (S=-1, Y=0) \quad \text{и} \quad (S=-2, Y=-1).$$

Предполагаются также возможные переходы между этими изобарами; некоторые из них уже наблюдались ранее экспериментально. Переходы внутри групп совершаются путем испускания одного мезона со странностью $S=0$ ($\pi, \rho, \eta^0, \omega^0$); между группами — мезона со странностью $S=\pm 1$ (K, \bar{K}). Рассматриваемая схема была применена для интерпретации импульсного спектра Λ -гиперонов, возникающих в π^-p -взаимодействиях при импульсе ~ 7 Гэв/с. Экспериментальные данные дают некоторое указание на то, что π^-p -взаимодействие с образованием странных частиц с заметной вероятностью протекает как двухчастичная реакция, продукты которой могут быть изобарами.

В докладе Е. Скжицка (Варшава) были сообщены предварительные результаты по анализу взаимодействий протонов с энергией 24 Гэв и π^- -мезонов с энергией 17 Гэв с тяжелыми ядрами фотоэмульсии. Фотоэмульсии облучались в магнитном поле 180 и 150 кэс соответственно. По отклонению в магнитном поле определялся знак и импульс быстрых частиц. Показано, что избыток положительных частиц во взаимодействиях p — и π^- — ядро равен $2,3 \pm 0,3$ и $1,1 \pm 0,2$ соответственно. Отмечается, что поперечный импульс положительных частиц возрастает с ростом N_h и не зависит от N_h для отрицательных частиц в p — ядро-взаимодействиях. В π^- — ядро-взаимодействиях такой зависимости p_{\perp} от N_h для положительных частиц не наблюдается.

Физике космических лучей были посвящены два заседания конференции. На одном из них обсуждались ядерные взаимодействия частиц космического излучения, во втором — широкие атмосферные ливни (ШАЛ).

Большой интерес вызвали на конференции работы краковской группы физиков (возглавляемой проф. М. Миенсовичем и проф. Е. Герулей), которые изу-

чают ядерные взаимодействия в фотоэмульсиях, экспонированных с помощью шаровзондов на больших высотах. Для организации таких полетов Краковская лаборатория участвует в международном объединении лабораторий (ICEF), в самом Кракове ведется только обработка экспонированных фотоэмульсий. М. Миенсовиц сообщил о наблюдении при энергии 10^{12} эв струй с аномально малым числом вторичных частиц, которые интерпретируются как соударения нуклонов с образованием только одного возбужденного мезонного сгустка («файэр-болла»), т. е. как асимметричные (в системе центра инерции) ливни, впервые наблюдавшиеся при меньшей энергии ($\sim 10^{11}$ эв) в лаборатории космических лучей ФИАН (Н. А. Добротин и др.). Краковские физики сейчас расширяют изучение этого явления, применяя фотоэмульсии, прослоенные свинцом (С. Кжицки и др.). В докладе Е. Герули собран большой экспериментальный материал, содержащий около 200 случаев взаимодействий высокоэнергетичных нуклонов, альфа-частиц и тяжелых ядер в эмульсии при энергиях выше 10^{12} эв. В этой работе авторы продолжают изучение углового распределения вторичных частиц и, в частности, наличия в нем двух максимумов (в специально выбранных координатах), свидетельствующих об образовании двух «файэр-боллов» (кстати, само это явление, «двугорбовость», было открыто несколько лет назад именно краковскими физиками). Выяснилось, что при взаимодействиях как нуклонов, так и более тяжелых ядер с ядрами фотоэмульсии «двугорбовость» исчезает с ростом числа вторичных частиц n_s . Кроме того, в распределении по n_s обнаружены максимумы, которые могут быть интерпретированы на основе представления о том, что n_s пропорционально числу нуклонов ядра мишени, участвующих, в соударении, причем коэффициент пропорциональности, по-видимому, одинаков для всех упомянутых типов соударений. Полученные данные предварительны и нуждаются в дальнейшем изучении и подтверждении, поскольку надежное установление этих фактов будет иметь большое значение для понимания механизма ядерных взаимодействий при высоких энергиях. Теоретическому анализу роли статистических флуктуаций при исследовании угловых распределений (в частности, при наблюдении «двугорбовости») был посвящен доклад К. Залевского (Краков).

В работе сотрудников ФИАН Н. А. Добротина и др. (докл. В. М. Максименко) удалось полностью построить импульсный спектр вторичных π -мезонов, генерированных во взаимодействиях со средней энергией 220 Гэв. Основная часть этого спектра хорошо аппроксимируется функцией Планка, однако в области больших импульсов экспериментально наблюдается избыток частиц. Кинематический анализ позволяет допустить, что эти энергетически выделенные π -мезоны могут возникать в результате распада нуклонных изобар, вероятность генерации которых в таком случае весьма велика. Эти π -мезоны уносят около половины всей энергии, идущей на образование π -мезонов. В другой работе той же группы (С. А. Славатинский, П. Н. Фетисов) определена верхняя граница сечений рождения K^0 -мезонов и гиперов при взаимодействии нуклонов со средней энергией 300 Гэв: $\sigma(K^0) \leq 6$ мб, $\sigma(\Lambda) \leq 11$ мб.

В докладе В. Я. Шестоперова были изложены основные результаты работ Н. Л. Григорова и его сотрудников (Москва, МГУ), в которых получены экспериментальные указания в пользу существования при энергиях 10^{12} — 10^{13} эв и выше почти полностью неупругих взаимодействий нуклонов с ядрами, в которых большая часть энергии первичного нуклона (свыше 60%) передается малому числу (3—5) вторичных π -мезонов. Авторы считают, что взаимодействия такого типа осуществляются в 20—30% случаев и ответственны за целый ряд явлений в космических лучах: образование π -мезонов, μ -мезонов и γ -квантов большой энергии, генерацию больших ионизационных толчков и др.

В работе Ю. А. Смородина и др. (Москва, ФИАН) приведены результаты исследования образования электронно-фотонных ливней в интервале энергий $5 \cdot 10^{10}$ — 10^{13} эв в атмосфере. Авторы пришли к следующим выводам:

1. Экспериментальные данные о спектре первичных нуклонов и поглощения ядерно-активной компоненты можно объяснить, если считать, что распределение потерь энергии при взаимодействии не зависит от энергии и что спектр первичных нуклонов имеет вид

$$N(>E) = 500 \left(\frac{E}{10^{12}} \right)^{-1,7} \left[0,15 + 2,75 \left(\frac{E}{10^{12}} \right)^{-0,2} - 1,6 \left(\frac{E}{10^{12}} \right)^{-0,4} \right] \frac{\text{нукл}}{\text{час} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{стер}}.$$

При этом эффективная доля энергии, сохраняющаяся у нуклона, составляет около 0,5.

2. Наряду с механизмом генерации π -мезонов типа «файэр-болла» существует механизм генерации π -мезонов с энергией, пропорциональной энергии первичной частицы.

3. π -Мезоны вносят заметный вклад в поток ядерно-активных частиц.

4. Подавляющая доля μ -мезонов образуется в атмосфере в результате распада π -мезонов.

В последнее время в физике космических лучей все большее внимание уделяется изучению состава первичного космического излучения и, в частности, поискам фотонов высокой энергии. На конференции был доложен ряд работ, посвященных этой проблеме. А. Е. Чудakov и др. (Москва, ФИАН, докладчик Н. М. Нестерова) регистрировали черенковское излучение, создаваемое в атмосфере электронной компонентой ШАЛ. Созданная установка (система параболических зеркал, в фокусе которых располагались фотоумножители, включенные в схему совпадений) позволяла определять направление первичной частицы с точностью порядка градуса и, таким образом, искать фотоны больших энергий от локальных источников на небесной сфере. Обследовав ряд объектов (Лебедь-А, Телец-А, Кассиопея-А, Дева-А), авторы не обнаружили среди них ни одного источника фотонов с энергией, большей $5 \cdot 10^{12}$ эв (верхний предел потока таких фотонов составляет $5 \cdot 10^{11} \text{ см}^{-2} \text{ сек}^{-1}$). Иную методику используют польские физики, работающие под руководством проф. А. Завадского (Лодзь). Эта группа ученых с помощью годоскопической установки из счетчиков Гейгера — Мюллера искала ШАЛ с аномально малым числом μ -мезонов, которые могут быть вызваны γ -квантами большой энергии. Доля таких фотонных ливней, как показывает довольно сложный анализ экспериментальных данных, составляет 0,5—1% (при заданном полном числе частиц в ливне). Меньшее значение этой величины (0,1%) получено в работе, выполненной на большой установке для комплексного изучения ШАЛ (С. Н. Вернов и др., докладчик — Б. А. Хренов) и посвященной изучению флуктуаций числа μ -мезонов в ливнях, которые позволяют судить о составе и спектре первичного космического излучения. Обсуждалась также (Н. М. Нестерова, С. И. Никольский) возможность исследования состава первичного излучения по флуктуациям относительной величины черенковской вспышки в атмосфере, вызываемой ШАЛ с заданным числом частиц.

После окончания конференции польские физики познакомили гостей с оборудованием и работой физических лабораторий в Кракове, Варшаве и Лодзи.

И. М. Граменицкий, В. М. Максименко, А. И. Мухин