

объединенный  
институт  
ядерных  
исследований  
дубна

5155/2-81

19/x-81

P1-81-504

В.В.Архипов, П.Ж.Асланян, Р.Г.Аствацатуров,  
В.А.Крамаренко, А.И.Малахов, Г.Л.Мелкумов,  
С.Н.Пляшкевич, М.Н.Хачатурян, А.Г.Худавердян,  
А.С.Чвыров

ПОИСК КУМУЛЯТИВНЫХ  $\eta$ -МЕЗОНОВ  
В РЕАКЦИИ  $\pi^- \text{Cu} \rightarrow \eta (180^\circ) X$   
ПРИ ИМПУЛЬСЕ 3,8 ГэВ/с

*Направлено в ЯФ*

1981

Среди проблем физики кумулятивных процессов представляет большой интерес изучение кумулятивной генерации резонансов. Цель настоящей работы - поиск и исследование кумулятивного рождения  $\eta$ -мезонов в реакции  $\pi^- \text{Cu} \rightarrow \eta / 180^\circ / X$ . Интерес к этой реакции имеет два аспекта: во-первых, она является удобной "точкой отсчета" при изучении процессов рождения векторных мезонов<sup>1/</sup>, во-вторых, позволяет изучить зависимости сечений кумулятивных процессов от ароматов и проверить ряд теоретических предсказаний, основанных на кварковой модели<sup>7/</sup>.

Эксперимент проводился на пучке отрицательных пионов с импульсом 3,8 ГэВ/с протонного синхротрона Объединенного института ядерных исследований. В эксперименте измерялся спектр  $2\gamma$ -событий, образующихся в интервале углов  $150^\circ \div 180^\circ$ , в реакции



Длина медной мишени - 3,5 г/см<sup>2</sup> /по пучку/. Схема эксперимента приводится на рис. 1.

Установка представляет собой двухплечевой черенковский гамма-масс-спектрометр и включает: 1/ шесть пучковых пропорциональных камер, 2/ 32 проволочных искровых камеры с магнито-стрикционным съемом информации, 3/ два сцинтилляционных годоскопа с числом элементов 20 и 4/ 90  $\gamma$ -спектрометров из свинцового стекла. Более подробное описание экспериментальной аппаратуры приводится в ранее опубликованных работах<sup>2,3/</sup>.

В выбранной геометрии эксперимента угол между осями плеч спектрометра равен  $100^\circ$ . Расстояние между мишенью и годоскопом  $\gamma$ -спектрометров составляет 185 см /см. рис. 1/. Диапазон углов вылета  $\gamma$ -квантов, регистрируемых установкой,  $115^\circ \div 144^\circ$ .

Моделированные методом Монте-Карло<sup>4/</sup> величины эффективности регистрации  $\eta$ -мезонов в зависимости от угла вылета в л.с.к. и энергии иллюстрирует рис. 2. Аксептанс установки, вычисленный для трех энергетических интервалов, представлен на рис. 3. Распределения точек пересечения направлений  $\gamma$ -квантов по X, Y и Z-координатам /Z направлено вдоль пучка/, вычисленные с помощью программы геометрической реконструкции, представлены на рис. 4.

В ходе эксперимента на магнитные ленты было записано около 50 тыс. триггеров, которые были обработаны по программам гео-

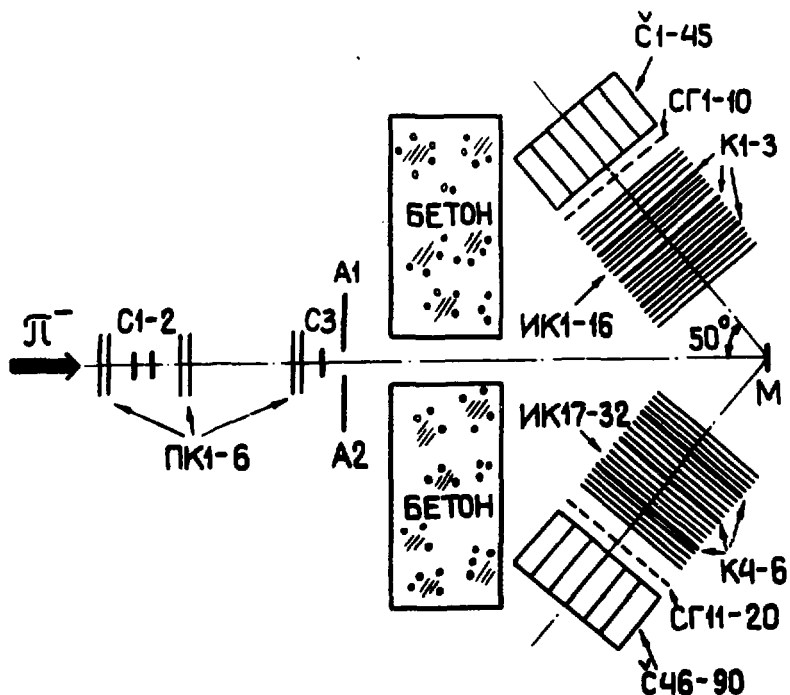


Рис.1. Схема эксперимента: С - сцинтилляционные счетчики,  $\check{C}$  - черенковские счетчики из свинцового стекла, СГ - годоскопические сцинтилляционные счетчики, ПК - пропорциональные камеры, ИК - проволочные камеры, К - конверторы, М - мишень.

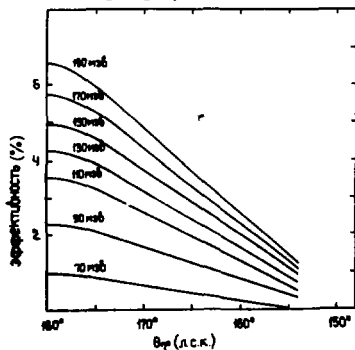


Рис.2. Эффективность регистрации установкой  $\eta + \gamma\gamma$  распадов в зависимости от угла вылета и кинетической энергии  $\eta$ -мезонов в л.с.к. Цифры вблизи кривых - значения кинетической энергии  $\eta$ -мезонов в МэВ. Кривые рассчитаны методом Монте-Карло.

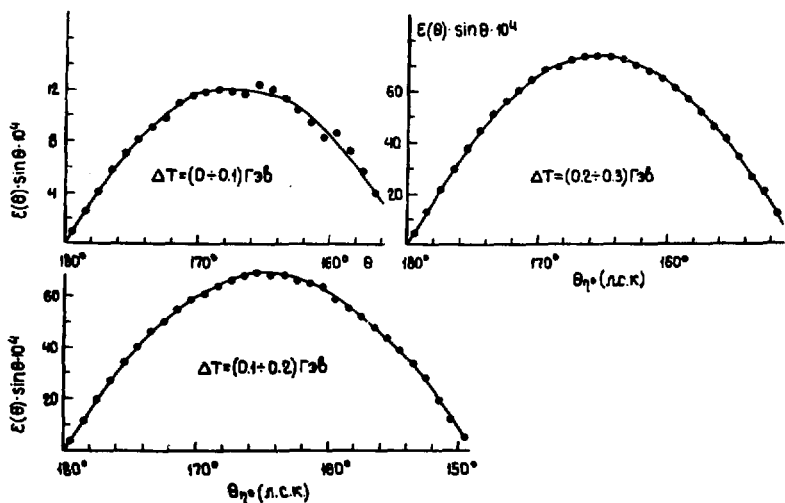


Рис. 3. Акцептанс установки в избранной геометрии, вычисленный для трех энергетических интервалов.

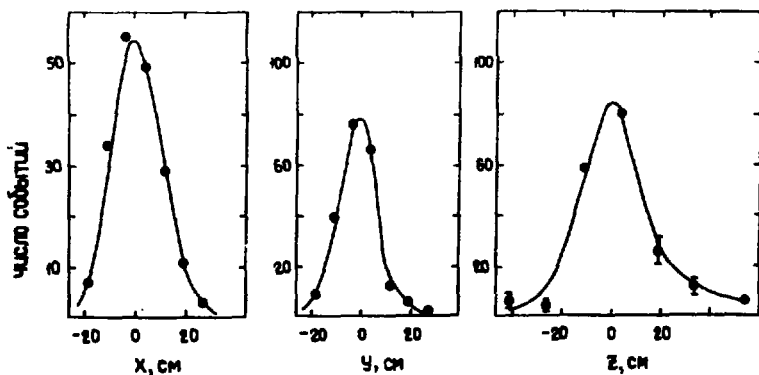


Рис. 4. Распределение точек пересечения направлений  $u$ -квантов для  $uu$ -событий по X, Y и Z-координатам в мишени / Z направлено вдоль пучка/.

метрической и энергетической реконструкции событий<sup>5/</sup>. При анализе экспериментальной информации  $\gamma\gamma$ -события отбирались по следующим критериям:

1. Наличие трека заряженной частицы или лавины после  $i$ -го конвертора в камерах ИК<sub>5-16</sub> и ИК<sub>21-32</sub>.

2. Наличие сигналов в годоскопических сцинтилляционных счетчиках СГ<sub>1-10</sub> и СГ<sub>11-20</sub>.

3. Наличие сигналов в  $\gamma$ -спектрометрах  $\check{C}_{1-45}$  и  $\check{C}_{46-90}$  соответствующих трекам в искровых камерах и удовлетворяющих требованиям:

$$a/ 50 \text{ МэВ} \leq E_1, \quad E_2 \leq 1000 \text{ МэВ};$$

$$б/ 150 \text{ МэВ} \leq (E_1 + E_2) \leq 2000 \text{ МэВ};$$

в/  $E_\gamma^M / E_\gamma^B \geq 0,2$ , где  $E_\gamma^M$  и  $E_\gamma^B$  - соответственно меньшая и большая энергия двух  $\gamma$ -квантов.

При отборе кандидатов в  $\eta^0$ -мезоны рассматривались события с числом треков заряженных и нейтральных частиц /  $\gamma$ -квантов /  $\geq 2$ , имеющих общую вершину в мишени. Статистическая обработка информации, отобранной по указанным критериям, выполнялась с помощью системы программ HBOOK<sup>6/</sup>. Распределение  $\gamma\gamma$ -событий по эффективной массе и кинетической энергии иллюстрирует рис. 5. Как видно из этого рисунка, в распределении по эффективной массе в области массы  $\eta$ -мезона /  $M_\eta = 549 \text{ МэВ}$  /

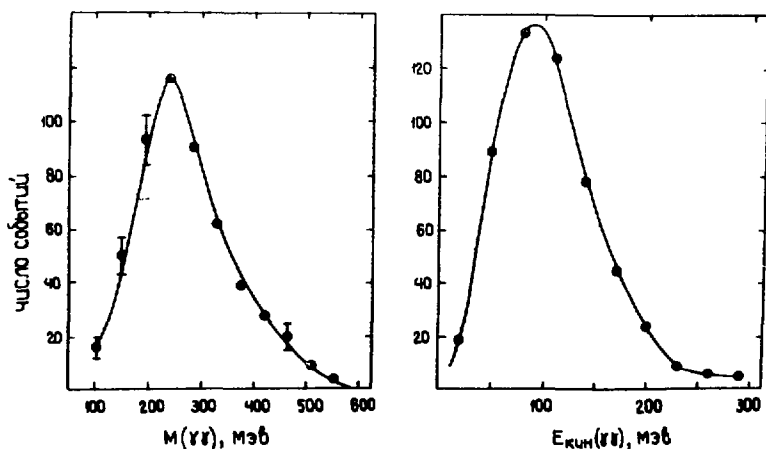


Рис. 5. Распределение  $\gamma\gamma$ -событий по эффективной массе а/ и кинетической энергии б/.

не наблюдается максимума, обусловленного распадами  $\eta \rightarrow \gamma\gamma$ . Поэтому полученные данные позволяют оценить только верхнюю границу инвариантного сечения образования  $\eta$ -мезонов в реакции /1/.

При анализе данных было использовано экспериментальное разрешение по эффективной массе /+16%/ , измеренное для  $\pi^0$ -мезонов, генерированных в реакции  $\pi^- \text{Cu} \rightarrow \pi^0 / 180^\circ / X^{31}$ . Распределение по эффективной массе для  $\pi^0$ -мезонов приводится на рис. 6.

Экспериментальные данные о верхней границе инвариантных сечений  $E \cdot \frac{d^3\sigma}{d\vec{p}^3}$  выхода  $\eta$ -мезонов в интервале масс  $M_{\gamma\gamma} = 549 \pm 50$  МэВ и углов  $150^\circ \div 180^\circ$  /л.с.к./ в зависимости от их кинетической энергии  $T$  иллюстрирует таблица /уровень достоверности 90%/.

При вычислении инвариантных сечений были введены поправки, учитывающие конверсию  $\gamma$ -квантов в мишени с учетом энергий и углов вылета  $\gamma$ -квантов /0,2/, долю  $\gamma$ -квантов, проконвертировавших в конверторах проволочных камер /0,39/, долю  $\mu$ -мезонов и электронов в пучке / $\approx 0,1$ /, потери пучка, связанные с несовпадением поперечных размеров пучка и мишени /0,3/ и, определенную методом Монте-Карло, среднюю неэффективность программы реконструкции событий /0,1/.

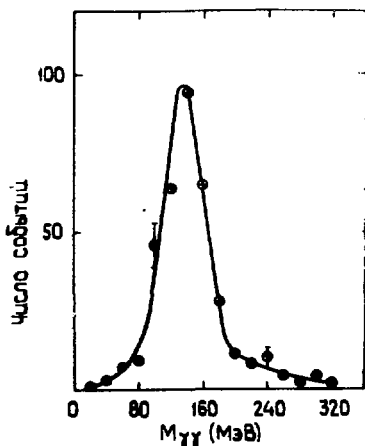


Рис.6. Распределение по эффективной массе для  $\pi^0$ -мезонов /без вычета фона/.

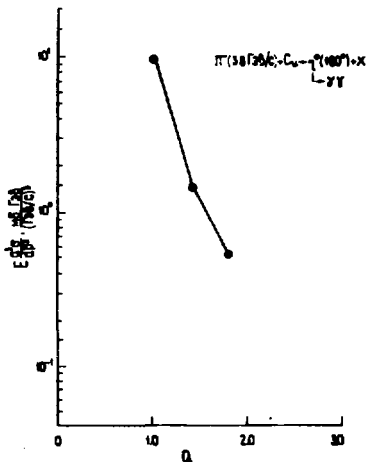


Рис.7. Инвариантные сечения выхода  $\gamma\gamma$ -событий в интервале масс  $M_{\gamma\gamma} = 549 \pm 50$  МэВ в зависимости от кумулятивного числа  $Q$ .

Таблица

$T_{\gamma\gamma}$ /МэВ/		50	150	250
$E \cdot \frac{d^3\sigma}{d\vec{p}^3}$	/мб·ГэВ / (ГэВ/с) <sup>3</sup>	≤ 9,7	≤ 1,4	≤ 0,54

Рис. 7 иллюстрирует инвариантные сечения для  $\gamma\gamma$ -событий в интервале масс  $549 \pm 50$  МэВ в зависимости от кумулятивного числа  $Q$  :

$$Q = \frac{E_R - \beta_\pi \cdot p_R \cdot \cos(\theta_R) \cdot (m_\pi^2 + m_p^2) / 2E_\pi}{m_p(1 - E_R/E_\pi)} \quad /2/$$

где  $m_R, E_R, p_R, \theta_R$  - соответственно масса, полная энергия, импульс и угол вылета резонанса в л.с.к.;  $m_\pi, E_\pi, \beta_\pi$  - соответственно масса, полная энергия и скорость налетающего  $\pi^-$ -мезона;  $m_p$  - масса протона.

В заключение следует отметить, что полученная в работе оценка верхней границы реакции  $\pi^- \text{Si} \rightarrow \eta / 180^\circ / X$  не противоречит качественным ожиданиям, основанным на модели фрагментации составляющих кварков из ядра-мишени  $\pi^-$ .

Авторы благодарят А.М.Балдина, С.В.Герасимова, А.Б.Говоркова, В.С.Ставинского и М.Ф.Лихачева за полезные обсуждения.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Baldin A.M., Gerasimov S.B. JINR, E2-11804, Dubna, 1978.
- Аверичев С.А. и др. ПТЭ. 1979, №4, с. 57.
- Аставацатуров Р.Г. и др. ОИЯИ, P1-81-125, Дубна, 1981.
- Мелкумов Г.Л., Хачатурян М.Н. ОИЯИ, 10-7960, Дубна, 1974.
- Говорун Н.Н. и др. В кн.: Совещание по программированию и математическим методам решения физических задач. ОИЯИ, Дубна, Д10-7707, 1973, с. 453.
- Brun R., Ivanchenko I., Palazzi P. NBOOK, CERN, DD/77/9.
- Anisovich V.V., Shekhter V.M. Nucl.Phys.Ser.B., 1973, v. 55, p. 455.

Рукопись поступила в издательский отдел  
31 июля 1981 года.