

УГЛОВЫЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВТОРИЧНЫХ ПИОНОВ В РЕАКЦИИ $\pi^- p \rightarrow \pi^- \pi^+ n$

*А.А.Картамышев, К.Н.Мухин, А.С.Романцева
О.О.Патаракин, М.М.Сулковская, А.Ф.Буставов,
Л.В.Суркова, Л.А.Чернышева*

Приводятся результаты анализа угловых распределений вторичных пионов в реакции $\pi^- p \rightarrow \pi^- \pi^+ n$. Подтверждена асимметрия угловых распределений в области ρ^0 -резонанса, вычислена функция угловой асимметрии R .

Используя формализм спиновой матрицы плотности, проводилось сравнение экспериментальных данных с предсказаниями моделей однопионного обмена (ОРЕ), однопионного обмена с формфактором (ОРЕФ) и абсорбционной моделью (ОРЕА). Хорошее согласие с экспериментом дает ОРЕА-модель.

Настоящая работа выполнена на материале облучения 50-см водородной пузырьковой камеры ИТЭФ ЖВК-50 пучком отрицательных пионов с импульсом $4,45 \pm 0,02$ Гэв/с. На полученных стереофотографиях отбирались двухлучевые события. Обмер отобранных событий проводился на полуавтоматических установках в ИАЭ им. Курчатова ($\sim 65\%$ случаев) и ИТЭФ ($\sim 35\%$ случаев). Для восстановления геометрии и идентификации событий использовалась программа АСП [1]. Полученные результаты для обеих частей статистики оказались идентичными. Подробно методика отбора и идентификации двухлучевых событий описана в [2].

В результате обработки было отобрано 6263 события с двумя заряженными частицами в конечном состоянии, относящихся к каналу



Полное сечение этого канала с учетом поправок на возможные примеси и на просчеты случаев получилось равным

$$\sigma_{\pi\pi n} = 2,60 \pm 0,20 \text{ мбн}.$$

Как показано в ряде работ, например [2, 3, 5 — 8], реакции типа $\pi + N \rightarrow \pi + \pi + N$ идут через связанное состояние с образованием ρ -резонанса. Весьма интересным является изучение угловых характеристик рождения и распада ρ^0 -мезона. На рис. 1 показано угловое распределение вторичных пионов для реакции $\pi^- p \rightarrow \pi^- \pi^+ n$ в готфрид-джексоновской системе координат для различных интервалов $\omega_{\pi\pi}$. Угол θ — полярный угол рассеяния π^- -мезона в системе дипиона, $\omega_{\pi\pi}$ — масса дипиона. Весь анализ проводился для $|t| \leq 0,3$ (Гэв/с)², где t — квадрат переданного четырехимпульса. Этим выделялась область определяющего вклада однопионного взаимодействия. Сплошная кривая на

рисунке — результат аппроксимации экспериментальных гистограмм функцией $F = A + B \cos \theta + C \cos^2 \theta$.

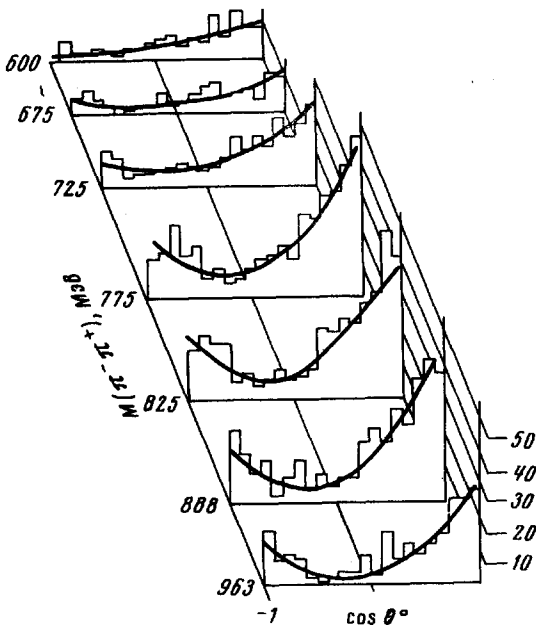


Рис. 1

На рисунке хорошо заметно, что угловое распределение в области ρ° -резонанса 750 – 850 $Mэв$ резко асимметрично в сторону переднего пика. Асимметрия в распаде ρ° -мезона является одной из интересных проблем фазового анализа. Можно объяснить ее интерференцией δ° и δ_1^1 (δ_J^T — фаза, верхний индекс изотопический, нижний относится к угловому моменту). Тогда асимметрия свидетельствует о том, что δ° -фаза проходит через 90° в области ρ° -мезона. Это можно объяснить существованием S_0 -мезона с $T = 0, J = 0$ и массой $\sim 720 Mэв$. Однако нельзя исключить и возможность интерференции ρ° -мезона с нерезонансным фоном в состоянии $T = 0, J = 0$. На рис. 3 дана функция

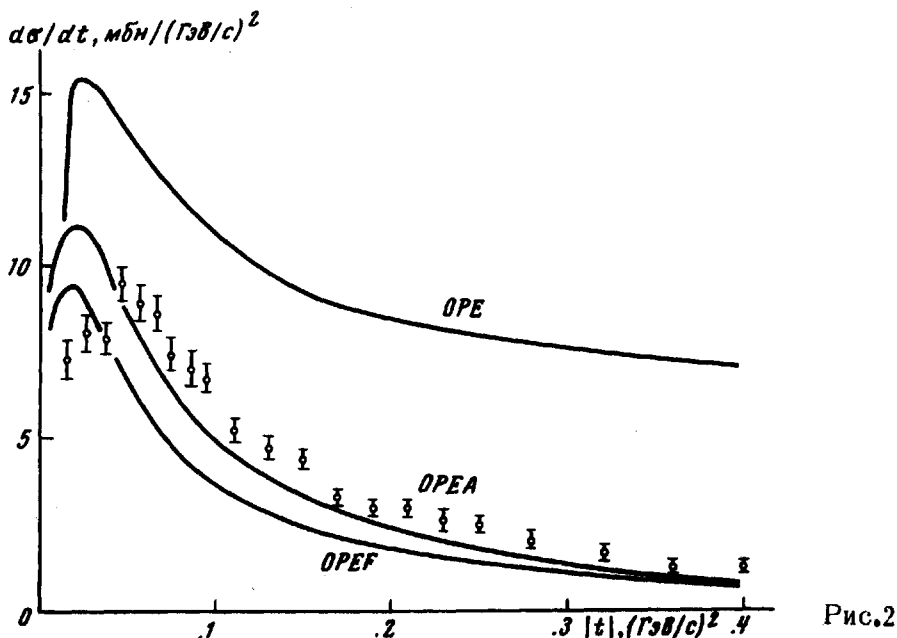
угловой асимметрии $R = \frac{F - B}{F + B}$ в зависимости от $\omega_{\pi\pi}$ (F и B — число со-

бытий с $\cos \theta > 0$ и $\cos \theta < 0$ соответственно). Для реакции (1) R имеет максимум в районе 600 $Mэв$, затем спадает в области ρ° -резонанса, оставаясь все время близкой к 0,4 и не проявляя тенденции к увеличению с ростом $\omega_{\pi\pi}$.

Пунктиром дана кривая, вычисленная Патилом [4] в предположении о существовании S_0 -мезона с массой 700 $Mэв$. Наши результаты, по-видимому, не подтверждают эту гипотезу. Сплошная кривая — средняя из экспериментальных данных ряда работ, взятая из [3].

Как известно, в настоящее время нет единой теоретической модели, дающей описание совокупности данных о неупругих процессах. Однако, уже давно существует модель однопионного обмена (OPE), которая дает удовлетворительное описание некоторых характеристик квазидвухчастичных процессов, к которым относится изучаемая реакция.

Мы проводили сравнение экспериментальных результатов с предсказаниями моделей однопионного обмена (OPE), однопионного обмена с фактором Амальди-Селлери (OPEF) и абсорбционной моделью Джексона (OPEA). На рис. 2 приводятся теоретические предсказания этих моделей с экспериментальными значениями $d\sigma/dt$. Наилучшее согласие с экспериментом дает OPEA-модель.



Исследование углового распределения вторичных π -мезонов позволяет получить сведения о механизме образования ρ^0 -мезона. Для этого мы использовали формализм спиновой матрицы плотности. Для реакции $\pi^- p \rightarrow \pi^- \pi^+ n$ в области ρ^0 -мезона матрицу плотности можно записать в виде [3]

$$\begin{bmatrix} \rho_{11} & \rho_{10} & \rho_{1,-1} & \rho_{10}^{int} \\ \rho_{10}^* & \rho_{00} & -\rho_{10}^* & \rho_{00}^{int} \\ \rho_{1,-1}^* & -\rho_{10} & \rho_{11} & -\rho_{10}^{int} \\ \rho_{10}^{int*} & \rho_{00}^{int*} & -\rho_{10}^{int*} & \rho^{T=0} \end{bmatrix}$$

где ρ_{ij}^{int} — элементы от S - P волновой интерференции. Угловое распределение продуктов распада будет описываться формулой

$$W(\cos \theta, \phi) = \frac{1}{4\pi} + \frac{3}{4\pi} \{ (\rho_{00} - \rho_{11})(\cos^2 \theta - 1/3) - 2\sqrt{2} \operatorname{Re} \rho_{10} \sin \theta \cos \theta \cos \phi - \rho_{1,-1} \sin^2 \theta \cos 2\phi \} +$$

$$+ \frac{\sqrt{3}}{4\pi} \{ -2\sqrt{2} \operatorname{Re} \rho_{10}^{int} \sin \theta \cos \phi + 2 \operatorname{Re} \rho_{00}^{int} \cos \theta \}.$$

Чтобы получить экспериментальные значения ρ_{mj} в зависимости от t (точнее, от $\cos \theta^*$, где θ^* – угол разлета нуклона в с.ц.и.), события с эффективной массой из области ρ^0 -мезона распределялись по интервалам $\cos \theta^*$, ~ 200 событий в каждом интервале. Для отобранных событий строилось трехмерное угловое распределение $N_i = f(\cos \theta, \phi)$ по $\cos \theta$ и по ϕ , к которому методом наименьших квадратов подгонялась функция (3). Полученные таким образом параметры приведены на рис. 4.

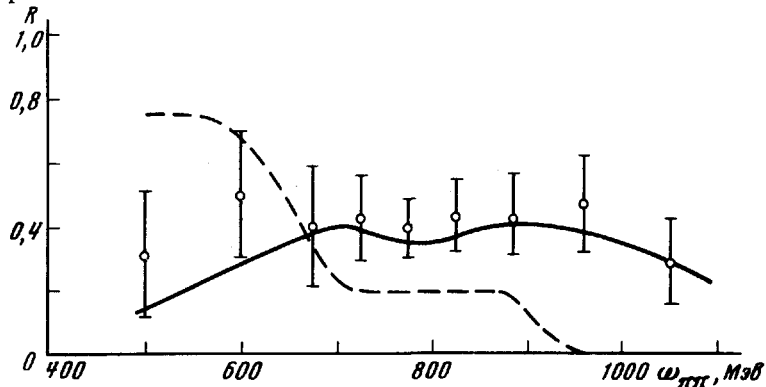


Рис. 3

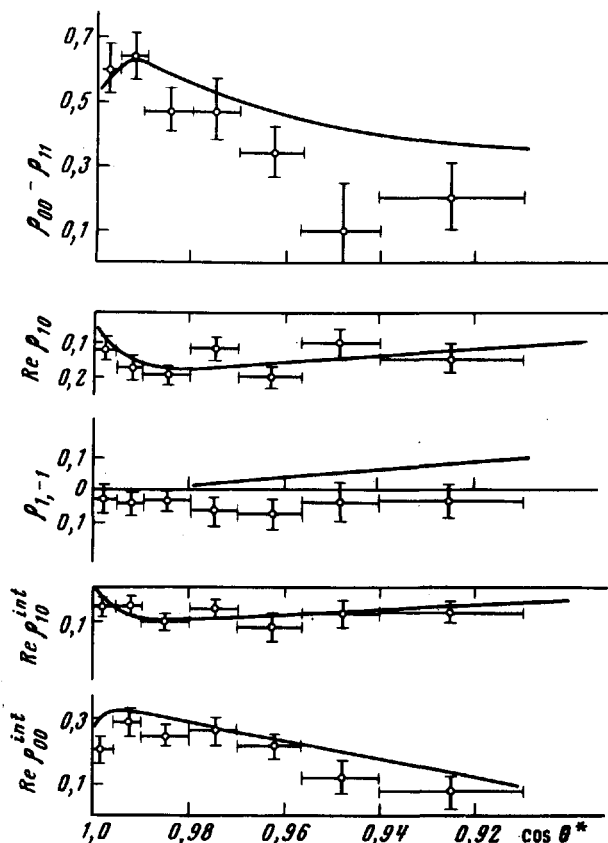


Рис. 4

ОРЕ-модель предсказывает, что элементы спиновой матрицы плотности должны иметь значения: $\rho_{00} \approx 1$; $\rho_{11} \approx \rho_{10} \approx \rho_{1,-1} \approx 0$; $\text{Re } \rho_{10}^{int} = \text{Re } \rho_{00}^{int} = 0$ и не зависеть от $\cos \theta^*$. Это предсказание не подтверждается. Очевидно, даже для малых $|t|$ ($\cos \theta^* \rightarrow 1$) нельзя пренебрегать другими механизмами. На рисунке приведены теоретические кривые ОРЕА-модели, взятые из [5] при $p_{\pi^-} = 4,16 \text{ Гэв}/c$. Видно, что согласие наших экспериментальных точек с теоретическими кривыми весьма хорошее. Однако следует заметить, что $\rho_{1,-1}$, хотя и остается близким к нулю, не проявляет тенденции к возрастанию с ростом $|t|$ (уменьшением $\cos \theta^*$). Спад $(\rho_{00} - \rho_{11})$ осуществляется быстрее, чем это предсказывает теория.

Возможно, что эти расхождения вызваны пренебрежением механизмом обмена A_2 -мезона, который может давать заметный вклад при $|t| \gtrsim 0,25 (\text{Гэв}/c)^2$.

В заключение считаем своим долгом выразить благодарность И.И.Гуревичу за обсуждение результатов и группе Я.М.Селектора за предоставление пленок и части статистического материала.

Поступила в редакцию
31 октября 1974 г.

Литература

- [1] Ф.М.Филлер. ДАН СССР, 177, 1058, 1967.
- [2] А.А.Картамышев, К.Н.Мухин и др. Препринт ИАЭ, №2374, 1974.
- [3] D.Miller, L.Gutay et al. Phys. Rev., 153, 1423, 1967.
- [4] S.Patil. Phys. Rev. Lett., 13, 261, 1967.
- [5] P.Johnson, L.Gutay et al. Phys. Rev., 163, 1497, 1967.
- [6] S.Barish, W.Selove et al. Phys. Rev., 163, 1462, 1967; Phys. Rev., 184, 1375, 1969; Phys. Rev., D6, 1266, 1972.
- [7] J.Bouches, L.Gutay et al. Nucl. Phys., B45, 205, 1972.
- [8] B.Oh, A.Garfinkel et al. Phys. Rev., D1, 2494, 1970.