

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕАКЦИИ  $e^+ e^- \rightarrow \pi^+ \pi^- \pi^+ \pi^-$  ПРИ  $2E$  ДО 1,4 ГэВ

Л.М.Курдадзе, М.Ю.Лельчук, Е.В.Пахтусова, В.А.Сидоров,

А.Н.Скринский, А.Г.Чилингаров, Ю.М.Шатунов,

Б.А.Шварц, С.И.Эйдельман

В интервале энергии 0,64 – 1,40 ГэВ исследована реакция  $e^+ e^- \rightarrow \pi^+ \pi^- \pi^+ \pi^-$ . Сечение реакции быстро растет с энергией и превышает предсказание модели векторной доминантности с одним  $\rho(770)$ . Получены верхние пределы на относительные вероятности распадов  $\rho, \omega \rightarrow \pi^+ \pi^- \pi^+ \pi^-$ .

В настоящей статье приведены результаты исследования реакции  $e^+ e^- \rightarrow \pi^+ \pi^- \pi^+ \pi^-$  детектором ОЛЯ на накопителе ВЭПП-2М. Набор статистики осуществлялся сканированием интервала энергии 0,64 – 1,40 ГэВ с шагом, равным разбросу энергии в СЦМ (0,5 – 0,7 МэВ). Светимость, набранная в эксперименте составила  $1540 \text{ нб}^{-1}$ . Предварительные результаты для интервала энергии 1,0 – 1,4 ГэВ опубликованы ранее <sup>1</sup>.

Для исследования искомой реакции отбирались события с тремя или четырьмя треками, выходящими из области взаимодействия пучков, и не содержащие  $\gamma$ -квантов. Для трехтрековых событий дополнительно требовалось, чтобы все три трека лежали в разных квадрантах и минимальный угол расколлинеарности пары треков в плоскости, перпендикулярной пучкам, был больше  $5^\circ$ . В указанных условиях отбора было выделено 1791 событие с тремя треками и 676 – с четырьмя. Спектры амплитуд в сцинтилляционных счетчиках детектора свидетельствуют о том, что заряженные частицы в отобранных событиях в основном являются  $\pi$ -мезонами.

Конверсия  $\gamma$ -квантов в веществе перед координатной системой, а также далитц-распады  $\pi^0$ -мезонов приводят к тому, что регистрируемые трехтрековые события содержат примесь фоновых процессов  $e^+ e^- \rightarrow e^+ e^- \gamma, \pi^+ \pi^- \pi^0, \pi^+ \pi^- \pi^0 \pi^0$ . Вероятность того, что эти фоновые процессы регистрируются как четырехтрековые события, заметно меньше. Анализ отношения числа трехтрековых событий к числу четырехтрековых показывает, что до энергии 1,0 ГэВ наблюдаемое сечение объясняется фоновыми процессами, а при большой энергии открывается новый канал  $e^+ e^- \rightarrow \pi^+ \pi^- \pi^+ \pi^-$ .

Для четырех трековых событий, предполагая, что наблюдаемые частицы – пионы из реакции  $e^+ e^- \rightarrow \pi^+ \pi^- \pi^+ \pi^-$ , можно, используя законы сохранения, найти по углам вылета частиц их импульсы, т. е. полностью восстановить кинематику событий. Анализ распределений по инвариантной массе пары  $\pi$ -мезонов показывает, что при максимальной энергии эксперимента имеются указания на наличие  $\rho$ -мезона (рис. 1). Статистика нашего эксперимента не позволяет сделать выбор между двумя рассмотренными механизмами рождения –  $A_1 \pi$  и  $\rho^0 \pi \pi$ . Не удалось определить механизм рождения и в других работах по изучению  $\pi^+ \pi^- \pi^+ \pi^-$  в  $e^+ e^-$ -аннигиляции <sup>2-4</sup> и фоторождении <sup>5</sup>. Вместе с тем в канале  $\pi^+ \pi^- \pi^0 \pi^0$  – изоспиновом партнере  $\pi^+ \pi^- \pi^+ \pi^-$  – как наши данные <sup>6</sup>, так и данные фоторождения <sup>7</sup> указывают на малость  $\rho^0 \pi^0 \pi^0$  по сравнению с  $\rho^\pm \pi^\mp \pi^0$ , т. е. на механизм типа  $A_1 \pi$  (или  $\pi' \pi$ ).

При вычислении сечения использовалась вероятность регистрации для  $A_1 \pi$  механизма. Вклад фоновых процессов учитывался расчетным образом. Радиационные поправки определялись согласно <sup>8</sup> и менялись от – 11% при 1,0 ГэВ до – 7% при 1,4 ГэВ. Систематическая ошибка сечения не превышает 20% и определяется неточным знанием механизма рождения.

Как уже отмечалось, в области энергии  $2E \sim M_{\rho, \omega}$  наблюдаемое число событий согласуется с ожидаемым от фоновых процессов. 13 четырехтрековых событий в интервале энергии от 0,67 до 0,90 ГэВ использовались для определения относительной вероятности

распадов  $\rho, \omega \rightarrow \pi^+ \pi^- \pi^+ \pi^-$ . Подгонка энергетической зависимости событий дала следующие значения верхних пределов:  $B(\rho^0 \rightarrow \pi^+ \pi^- \pi^+ \pi^-) < 2 \cdot 10^{-4}$ ,  $B(\omega \rightarrow \pi^+ \pi^- \pi^+ \pi^-) < 10^{-3}$  с 90% уровнем достоверности. Верхний предел для распада  $\omega \rightarrow \pi^+ \pi^- \pi^+ \pi^-$  получен впервые. Лучшее ограничение на распад  $\rho^0 \rightarrow \pi^+ \pi^- \pi^+ \pi^-$  — составляет  $1,5 \cdot 10^{-3}$ , т. е. на порядок хуже данной работы.

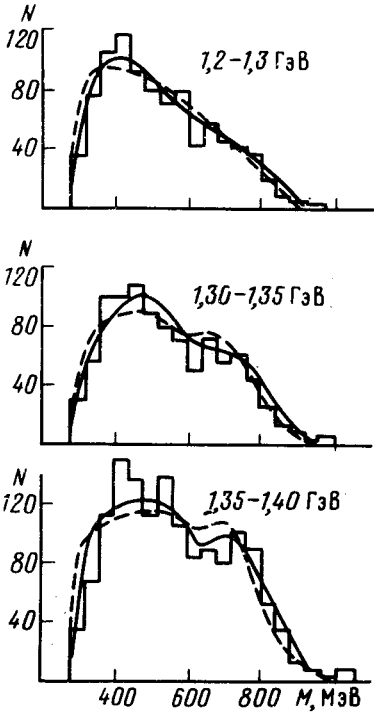


Рис. 1. Распределение по инвариантной массе пары пионов: гистограмма — эксперимент, сплошная кривая — моделирование  $\rho^0 \pi \pi$ , пунктирная кривая — моделирование  $A_1 \pi$

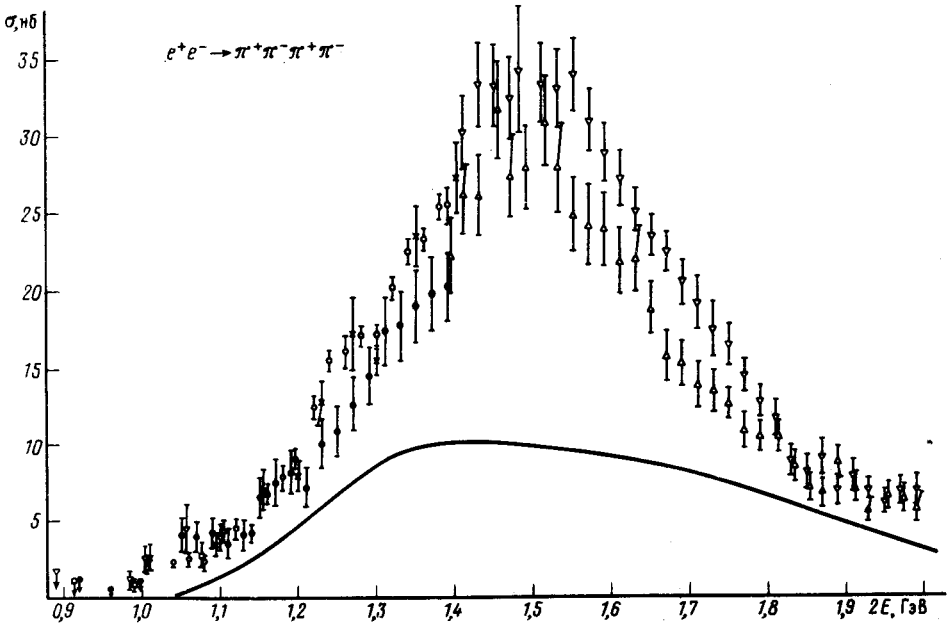


Рис. 2. Полное сечение реакции  $e^+ e^- \rightarrow \pi^+ \pi^- \pi^+ \pi^-$ , полученное в работах:  $\nabla$  — 2, 11;  $\triangle$  — 3;  $\times$  — 4;  $\blacksquare$  — 10;  $\bullet$  — 12;  $\circ$  — данная работа. Сплошная кривая — предсказание работы 13

На рис. 2 приведены полученные значения полного сечения, а также данные других групп при энергии меньше 2 ГэВ ( $2^{-4}$ ,  $10^{-12}$ ). Сечение быстро растет с энергией и заметно превышает предсказания модели векторной доминантности с одним  $\rho$  (770) <sup>13, 14</sup>. Видно, что в этом диапазоне энергии доминирующую роль играет  $\rho$  (1600), однако систематические погрешности отдельных экспериментов не позволяют определить его параметры. Авторам приятно выразить глубокую благодарность коллективу ВЭПП-2М за хорошую работу комплекса.

#### Литература

1. *Kurdadze L.M. et al.* Preprint INP 79-69, Novosibirsk, 1979.
2. *Cordier A. et al.* Phys. Lett., 1982, 109B, 129.
3. *Augustin J.E. et al.* Preprint LAL/83-21, Orsay, 1983.
4. *Anikin G.V. et al.* Preprint INP 83-85, Novosibirsk, 1983; *Барков Л.М. и др.* Ядерная физика, в печати.
5. *Aston D. et al.* Nucl. Phys., 1981, B1E9, 15.
6. *Курдадзе Л.М. и др.* Письма в ЖЭТФ, 1986, 43, 497.
7. *Atkinson M. et al.* Z. Phys., 1985, C26, 499.
8. *Куряев Э.А., Фадин В.С.* Ядерная физика, 1985, 41, 733.
9. *Erbe R. et al.* Phys. Rev., 1969, 188, 2060.
10. *Cosme G. et al.* Phys. Lett., 1976, 63B, 349.
11. *Cordier A. et al.* Phys. Lett., 1979, 81B, 389.
12. *Аульченко В.М. и др.* Препринт ИЯФ 86-106, Новосибирск, 1986.
13. *Алтухов А.М., Хриплович И.Б.* Ядерная физика, 1971, 14, 783.
14. *Layssac Y., Renard F.M.* Lett. Nuovo Cim., 1971, 1, 197.