

ИССЛЕДОВАНИЕ РАСПАДА $D(1285) \rightarrow K^+ K^- \pi^0$

С.И.Битюков, В.А.Викторов, С.В.Головкин,
 М.В.Грицук, Р.И.Джелядин, В.А.Дорофеев, А.М.Зайцев,
 А.С.Константинов, В.Ф.Константинов, В.П.Кубаровский,
 А.В.Кулик, В.Ф.Куршецов, Л.Г.Ландсберг, В.В.Ланин,
 В.А.Мухин, Ю.Б.Новожилов, В.Ф.Образцов, В.И.Соляник

В работе исследовался распад $D(1285) \rightarrow K^+ K^- \pi^0$. Получено распределение по инвариантной массе каонной пары со статистикой, на порядок превышающей результаты предыдущих исследований. Анализ дифференциального спектра $dN/dm_{K^+K^-}$, проведенный в модели δ -доминантности показал, что $\delta(980)$ -мезон не может быть описан как брейт-вигнеровский резонанс с малой шириной. "Эффективная" ширина δ -мезона в точке $\sqrt{s} = \approx 1 \text{ ГэВ}/c^2$ $\Gamma_\delta > 180 \text{ МэВ}/c^2$, что указывает на сильную связь δ -мезона с адронами.

Целью настоящей работы являлось изучение дифференциальной вероятности распада

$$D(1285) \rightarrow K^+ K^- \pi^0. \quad (1)$$

Эксперименты были выполнены на установке "Лептон-Ф" ¹ в пучке вторичных отрицательных частиц 70 ГэВ ускорителя ИФВЭ с импульсом 32,5 ГэВ/с и интенсивностью $4 \cdot 10^6 \text{ п}^-/\text{цикл}$. В качестве источника D -мезонов была выбрана реакция перезарядки

$$\pi^- p \rightarrow K^+ K^- \pi^0 n. \quad (2)$$

Установка включала в себя детекторы первичного пучка, мишень с охранными счетчиками, широкоапертурный магнитный спектрометр с пропорциональными камерами и годоскопический γ -спектрометр ГАМС-200 ². Заряженные частицы в начальном и конечном состояниях идентифицировались с помощью газовых пороговых черенковских счетчиков.

За время эксперимента было зарегистрировано $4 \cdot 10^6$ первичных триггерных событий, что соответствует потоку $2 \cdot 10^{11}$ π^- -мезонов, пропущенному через мишень установки. Детали экспозиции и процедура обработки данных изложены в работе ¹.

Распределение по инвариантной массе $K^+ K^- \pi^0$ -системы, образованной в реакции (2), показано на рис. 1. В спектре масс отчетливо виден пик с $M = 1287 \pm 5 \text{ МэВ}/c^2$, соответствующий образованию D -мезона. Масса резонанса и его ширина хорошо соответствуют табличным значениям с учетом аппаратного разрешения. Число событий в пике $N_D = 353 \pm 20$.

Для определения дифференциального спектра $dN/dm_{K^+K^-}$ в распаде $D \rightarrow K^+ K^- \pi^0$, использовалась следующая процедура. Полный спектр масс $K^+ K^-$ в реакции (2) разбивался на интервалы шириной 15 МэВ. Для каждого такого интервала строился свой спектр $K^+ K^- \pi^0$ -системы, который анализировался для определения в нем числа D -мезонов. На рис. 2 представлены результаты анализа одного из этих спектров. Параметры описания резонанса ($M_D = 1287 \text{ МэВ}$, $\Gamma_D = 46 \text{ МэВ}$) определялись по полному спектру $K^+ K^- \pi^0$ -системы (см. рис. 1) и фиксировались для всех распределений. Фон под пиком описывался гладкой кривой с двумя свободными параметрами. В результате этой процедуры и учета эффективности установки был получен окончательный спектр $dN/dm_{K^+K^-}$ для распада (1), приведенный на рис. 3. Разрешение установки по $m_{K^+K^-}$ в измеряемом диапазоне составляет $\pm 5 \text{ МэВ}/c^2$ ¹.

Таким образом, основным экспериментальным результатом, полученным в этой работе является дифференциальный спектр по массе $K^+ K^-$ -пары в распаде $D(1285) \rightarrow K^+ K^- \pi^0$ со статистикой на порядок превышающей существующие данные ³.

В работе ⁴ было показано, что анализ спектра $dN/dm_{K^+K^-}$ может быть использован для выяснения природы скалярного мезона $\delta(980)$. Это связано с тем, что набор квантовых чи-

сел системы K^+K^- в распаде D -мезона ($I=0, J^{PC}=1^{++}$) ограничен: $I=1, J^{PC}=0^{++}, 2^{++} \dots$. Естественно ожидать, что s -волна здесь доминирует из-за малого энерговыведения.

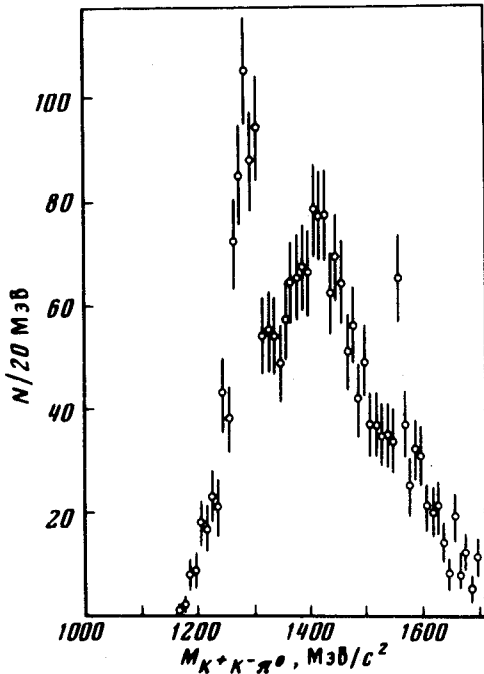


Рис. 1. Спектр масс $K^+K^-\pi^0$ -системы в реакции $\pi^-p \rightarrow K^+K^-\pi^0n$.

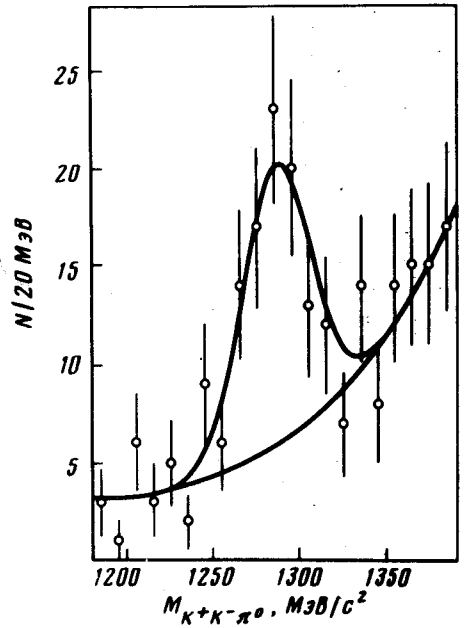


Рис. 2. Спектр масс $K^+K^-\pi^0$ -системы для $1000 \text{ МэВ}/c^2 < m_{K^+K^-} < 1015 \text{ МэВ}/c^2$

Для проверки этого предположения была сделана попытка описания экспериментального спектра каонных пар d -волновым фазовым объемом (см. рис. 3)

$$dN/dm_{K^+K^-} \sim (P_{\pi^0}^*)^3 (P_K^*)^5, \quad (3)$$

где $P_{\pi^0}^*$ — импульс π^0 в ЦМ D -мезона, P_K^* — импульс K -мезона в системе дикаона. Фит является явно неудовлетворительным (уровень достоверности $< 10^{-11}$). Таким образом предположение о s -волновой доминантности является правильным и скалярный мезон δ (980) может давать значительный вклад в распад (1). В такой модели (δ - доминантность) распад (1) идет по схеме:

$$D \rightarrow \delta \pi \rightarrow K^+K^-, \quad (4)$$

а дифференциальный спектр описывается формулой

$$dN/dm_{K^+K^-} \sim (P_{\pi^0}^*)^3 P_K^* / |D_\delta(s)|^2, \quad (5)$$

где $D_\delta(s)$ — пропагатор δ -мезона.

Для узких резонансов, лежащих значительно выше порогов основных каналов распада, для $D(s)$ справедлива релятивистская формула Брейта — Вигнера. Именно так описывался

δ -резонанс, наблюдавшийся в моде $\eta\pi$ ⁵. Полученная в таком приближении ширина δ -мезона $\Gamma_\delta = 54 \text{ МэВ}/c^2$ ⁶. Однако описание нашего экспериментального спектра формулой (5) с таким пропагатором имеет уровень достоверности $3 \cdot 10^{-9}$ и является неудовлетворительным (см. рис. 3). Это показывает, что для δ -мезона вид пропагатора $D_\delta(s)$ является более сложным: "эффективная" ширина резонанса сильно зависит от инвариантной массы продуктов распада, что обусловлено близостью полюса к порогу одного из основных каналов распада ($K^+ K^-$). Учет этого фактора был проведен в работах⁷⁻⁹.

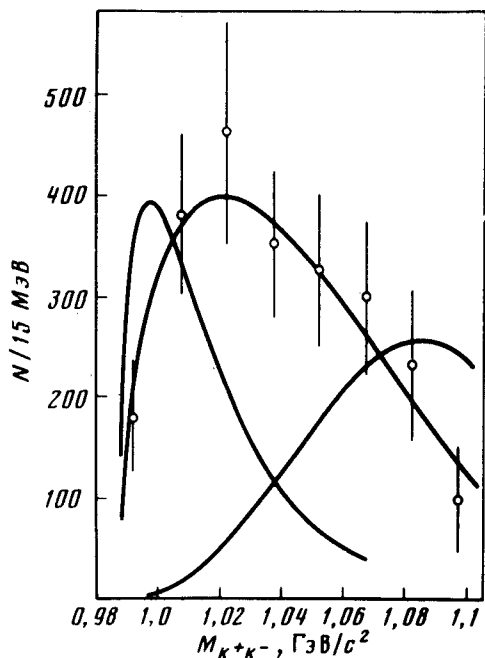


Рис. 3. Экспериментальный дифференциальный спектр $dN/dm_{K^+K^-}$ в распаде $D(1285) \rightarrow K^+ K^- \pi^0$. Сплошные кривые – результат фитирования спектров: *a* – d -волновым фазовым объемом по формуле (3); *b* – формулой (5) с пропагатором в форме релятивистского брейт-вигнеровского резонанса с параметрами $M = 983 \text{ МэВ}/c^2$, $\Gamma = 54 \text{ МэВ}/c^2$; *c* – по формуле (5) с $D_\delta(s)$, взятым из работы⁸

Кривая (*c*) на рис. 3 – результат фитирования дифференциального спектра по формулам работы⁸. Для "динамической" ширины δ -мезона в точке $\sqrt{s} = 1 \text{ ГэВ}/c^2$ получено ограничение $\Gamma_\delta (\sqrt{s} = 1 \text{ ГэВ}/c^2) > 180 \text{ МэВ}/c^2$ (на 98%-ном уровне достоверности). Значение этого параметра указывает на сильную связь δ -мезона с адронами и снимает проблему "загадочной" узости δ -мезона.

В заключение авторы считают своим приятным долгом поблагодарить Н.Н.Ачасова, С.А.Девянина и Г.Н.Шестакова за полезные обсуждения.

Литература

1. Битюков С.И., Викторов В.А., Вишневский Н.К. и др. Препринт ИФВЭ 83-109, Серпухов, 1983.
2. Binon F., Bricman K., Goanere M. et al. Preprint INEP 80-141, Serpukhov, 1980; Nucl. Instr., 1981, 188, 1263.
3. Carden M.J., Duowell J.D., Garvey J. et al. Nucl. Phys., 1978, В144, 253.
4. Ачасов Н.Н., Девянин С.А., Шестаков Г.Н. Препринт института математики СО АН СССР ТФ-117, Новосибирск, 1981.
5. Gay J.B., Chaloupka V., Gavillet Ph. et al. Phys. Lett., 1976, 63В, р. 220.
6. Roos M., Porter F.C., Aguilar-Benitez M. et al. Phys. Lett., 1982, 111 В, 1.
7. Flatte S.M. Phys. Lett., 1976, 63 В, 224, 228.
8. Ачасов Н.Н., Девянин С.А., Шестаков Г.Н. Препринт института математики СО АН СССР ТФ-121, Новосибирск, 1981; Phys. Lett., 1980, 96В, 168; 1980, 32, 1098; Phys. Lett., 1981, 102 В, 196.
9. Törnqvist N.A. Preprint Univ. of Helsinki HU-TET-81-1, Helsinki, 1982; Phys. Lett., 1982, 49, 624.

Поступила в редакцию
12 декабря 1983 г.