

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА

P2-86-682

А.Б.Говорков

К ВОПРОСУ О СУЩЕСТВОВАНИИ ρ (1250)

Направлено в журнал "Письма в ЖЭТФ".

1986

В работе /1/ были представлены результаты экспериментов по наблюдению процесса $e^+e^- \rightarrow \omega\pi^0 \rightarrow \pi^+\pi^-\gamma$ в интервале энергий от 1 ГэВ до 1,4 ГэВ. На основе анализа полученных данных авторами /1/ пришли к заключению об отсутствии промежуточного резонанса $\rho(1250)$. Ввиду важности этого факта для установления спектра радиальных возбуждений легких мезонов и для связанной с этим проблемы поиска глюболов /2/ представляется необходимым выяснить, насколько этот вывод однозначен. Для этой цели мы предпринимает, скорее, проверку ранее рассмотренных феноменологических моделей /2/ с уже заранее заданными параметрами резонансов, нежели независимую подгонку, как это было сделано в /1/.

Для расчета сечения процесса $e^+e^- \rightarrow \omega\pi^0$ мы воспользуемся той же формулой, что и в /1/ (формула (7)), основанной на модели векторной доминантности. Задаваемыми параметрами в ней являются массы, ширины и отношения $g_{\rho_i\omega\pi}/g_{\rho_i}$ констант, определяющих распад i -го промежуточного ρ -резонанса ($i = 0, 1, 2, \dots$; $i=0$ отвечает ρ -мезону) по каналам $\omega\pi^0$ и e^+e^- . Эти константы определяются по соответствующим экспериментальным парциальным ширинам распадов. Для ρ -мезона константа $g_{\rho\omega\pi}$ не может быть определена непосредственно, и для ее оценки мы воспользуемся $SU(6)_w$ -соотношением

$g_{\rho\omega\pi} = 2g_{\rho\pi\pi}/m_\rho$, вычислив константу $g_{\rho\pi\pi}$ по известной ширине ρ -мезона: $\Gamma(\rho \rightarrow 2\pi) = g_{\rho\pi\pi}^2 R_\pi^3 / 6\pi m_\rho^2$. Полученные указанным образом значения параметров ρ -резонансов приведены в таблице. Данные без ссылок взяты из обзора /3/. Другие данные взяты из сводки /4/. Доля распада $\rho(1600) \rightarrow \omega\pi$ оценена на основе данных /3,5/. Отметим, что, за исключением ρ -мезона, для остальных резонансов мы имеем скудную и часто противоречивую информацию. Мы включили в рассмотрение также высоко лежащий $\rho(2150)$ -резонанс, обсуждаемый в /3/.

Рассмотрим две феноменологические модели: без учета (модель I) и с учетом (модель II) $\rho(1250)$ -резонанса. В рамках этих моделей попытаемся выбрать значения параметров резонансов так, чтобы получить удовлетворительное согласие предсказаний с экспериментом и в то же время уложиться в пределы, допустимые экспериментальными неопределенностями. Примеры такого выбора значений параметров приведены в той же таблице. Отметим, что знаки констант g_{ρ_i} чередуются в соответствии с чередованием знаков радиальных волновых функций "в нуле" /2/. Модель II включает, помимо $\rho(2150)$, еще один гипотетический

Таблица

Резонанс	Масса МэВ	Полная ширина	Доля распада $\omega\pi^0$	$g_{\rho,\omega\pi^0}/g_{\rho,\pi^+\pi^-}$ ГэВ ⁻¹	Ширина распада e^+e^- КэВ	$g_{\rho,\pi^+\pi^-}$	$g_{\rho,\omega\pi^0}/g_{\rho,\pi^+\pi^-}$ ГэВ ⁻¹
$\rho(770)$ эксперим.	769 ± 3	154 ± 5		15,9	7,02 \pm 0,27	4,94 \pm 0,10	3,21 \pm 0,07
I	770	154	-	-	-	-	3,45
П.	770	154	-	-	-	-	3,38
$\rho(1250)$ эксперим.	1264 ± 5	125 ± 17	~ 1	9,6 $\pm 0,7$	0,66 \pm 0,19 /4/	21 \pm 3	0,46 \pm 0,07
П	1264	150	1	10,5	0,5	-23,75	-0,44
$\rho(1600)$ эксперим.	1590 ± 20	260 ± 100	0,22 $\pm 0,10$	3,2 $\pm 1,0$	2,8/4/ +0,2/4/ (7,0 $\pm 1,5$)/3/	11,2 \pm 0,3 (7,1 \pm 0,8)	0,29 \pm 0,09 (0,45 \pm 0,14)
I	1590	300	0,25	3,7	2,8	-11,2	-0,33
П	1590	300	0,33	4,2	2,8	+11,2	+0,38
$\rho(1900)?$							
П	1900	500	-	-	-	-	-0,15
$\rho(2150)$ эксперим.	2150	250					
I	2150	250	-	-	-	-	+0,15
П	2150	500	-	-	-	-	+0,60

резонанс $\rho(1900)$, который не наблюдался экспериментально, но существование которого следует в данной схеме радиальных возбуждений ρ -мезона. Фактически мало что известно об этих высоко лежащих резонансах. Параметры, приписываемые им в таблице, выбраны в значительной мере произвольно и служат лишь для иллюстрации того влияния, которое может оказать присутствие таких широких резонансов, на поведение сечения рассматриваемого процесса при меньших энергиях.

На рис. показаны расчетные зависимости полного сечения процесса $e^+e^- \rightarrow \omega\pi^0$ от энергии встречных пучков и нанесены экспериментальные данные^{/1/}. Указана также (заштрихованная) область экспериментальных данных^{/6/} для процесса $e^+e^- \rightarrow \pi^+\pi^-\pi^0\pi^0$, подпроцессом которого является исследуемая реакция. Кроме того, пунктиром показана теоретическая зависимость для полной аннигиляции $e^+e^- \rightarrow$ адроны,

полученная в рамках кварк-партоновой модели в предположении $R \equiv \sigma(e^+e^- \rightarrow \text{адроны}) / \sigma(e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^-) = 2$. Как мы видим, кривая I прекрасно согласуется с данными^{/1/} и имеет $\chi^2/N_D = 13/19$ (N_D равно числу экспериментальных точек, поскольку мы проверяем модели с заранее заданными параметрами). Заметим, что модель I очень близка к экспериментальной подгонке^{/1/}, за исключением дополнительного учета $\rho(2150)$ -резонанса. Кривая II значительно хуже согласуется с экспериментальными данными и имеет $\chi^2/N_D = 32/19$.

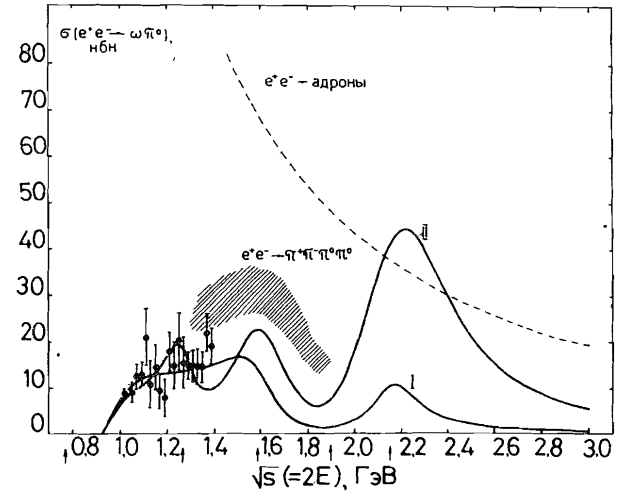


Рис. Полное сечение процесса $e^+e^- \rightarrow \omega\pi^0$. Описание моделей, соответствующих кривым I и II, см. в тексте. Стрелками под ось абсцисс указаны массы предполагаемых резонансов.

Мы, однако, замечаем, что существенное отличие этой зависимости от экспериментальных точек наблюдается не в области предполагаемого $\rho(1250)$ -резонанса, а в области между ним и $\rho(1600)$ -резонансом. Так, если отбросить две последние выпадающие из общей зависимости точки, то получится значительно лучшее значение $\chi^2/N_D = 16/17$. По этой причине мы все еще не в состоянии целиком исключить возможность существования $\rho(1250)$. Для окончательного решения этого вопроса необходимо, на наш взгляд, дополнительное исследование обсуждаемой реакции в области энергий, близких к $\rho(1250)$ -резонансу со значительно меньшими экспериментальными ошибками. В заключение следует подчеркнуть большую важность этого решения для однозначного установления схемы уровней радиальных возбуждений других мезонов. Так, в случае отсутствия $\rho(1250)$ возникает проблема с интерпретацией недавно открытого странного $K^*(1410)$ -резонанса^{/7/}, рассматриваемого

В настоящее время как радиальное возбуждение K^* (892), аналогичное ρ (1250) ^{1/2/}. В псевдоскалярном изосинглетном секторе мезонов в последнее время также была обнаружена большая группа резонансных структур в интервале масс от 1,2 ГэВ до 1,8 ГэВ (см. обзор ^{1/8/}). В случае отсутствия ρ (1250) следует ожидать в этом секторе наличия лишь двух радиальных возбуждений, которые можно было бы отождествить с ξ (1275) и X (1500/1600)-резонансами. В этом случае остаются "без места" X (1380) и, особенно, E (1420/ τ (1460) - резонансы, которые потребуют тогда для своей интерпретации, скорее всего, введения принципиально новых мезонных состояний, включающих глюонные степени свободы.

Автор признателен С.Б.Герасимову за постоянное обсуждение затронутых здесь вопросов.

Литература

1. Dolinsky S.I. et al. Phys.Lett., 1986, 174B, 453.
2. Gerasimov S.B., Govorkov A.B. Z.Phys., 1985, C29, 61.
3. PDG, Rev.Mod.Phys., 1984, 56.
4. Gerasimov S.B., Govorkov A.B. Z. Phys., 1982, C13, 43.
5. Barber D.P. et al. Z.Phys., 1980, C4, 169.
6. Курдадзе Л.М. и др. Письма в ЖЭТФ, 1986, 43, 497.
7. Aston D. et al. Nucl. Phys., 1984, E247, 261; Prep. SLAC-PUB-3315, 1984.
8. Cooper S. Proc.Intern.Europhysics Conf. on High Energy Physics, Latina Bari, 1982, p.945.

Рукопись поступила в издательский отдел
10 октября 1986 года.

Говорков А.Б.

P2-86-682

К вопросу о существовании ρ (1250)

Проверяя феноменологические модели с привлечением новых экспериментальных данных по $\omega\pi$ -образованию во встречных e^+e^- -пучках, мы делаем вывод о том, что эти данные не исключают полностью существования ρ (1250) как первого радиального возбуждения ρ -мезона. Обсуждается связь этой проблемы с проблемой существования глюболов.

Работа выполнена в Лаборатории теоретической физики ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1986

Перевод автора

Govorkov A.B.

P2-86-682

On the existence of ρ (1250)

Testing phenomenological models by recent experimental data on the $\omega\pi$ -production in e^+e^- -colliding beams we conclude that these data do not at all exclude the existence of ρ (1250) as the first radial excitation of ρ -meson. The connection of this problem with the one of existence of glueballs is remarked.

The investigation has been performed at the Laboratory of Theoretical Physics, JINR.

Preprint of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1986