

# ОБ УНИТАРНОЙ СТРУКТУРЕ МЕНЯЮЩЕГО ЧЕТНОСТЬ И СТРАННОСТЬ НЕЛЕПТОННОГО СЛАБОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

Э. М. Липманов

В этой заметке показано, что в модели объединенного электромагнитно-слабого взаимодействия [1] предположение о доминировании  $(V + A)$ -формы меняющих странность адронных токов в нелептонном ток-токовом,  $|\Delta S| = 1$ , CP-четном слабом взаимодействии позволяет определить унитарную структуру последнего, которая находится в удовлетворительном количественном согласии с экспериментальными данными по  $K \rightarrow 2\pi$  распадам и общем качественном соответствии с нелептонным правилом  $|\Delta T| = 1/2$  для всех нелептонных процессов.

Предположение о том, что в нелептонном ток-токовом взаимодействии меняющие странность токи имеют лоренцовскую  $(V + A)$ -форму, а сохраняющие странность токи —  $(V - A)$ -форму, как известно [2], снимает запрет [3] на  $K_1^0 \rightarrow 2\pi$  распады в приближении точной унитарной симметрии сильных взаимодействий. Принимая это предположение и считая, что адронные токи объединенного электромагнитно-слабого взаимодействия [1] преобразуются как компоненты унитарного октета, с помощью таблиц  $K$ - $\Gamma$  коэффициентов группы  $SU(3)$ -симметрии [4], находим следующую унитарную структуру нелептонного  $|\Delta S| = 1$  CP-четного и P-нечетного слабого взаимодействия (см. формулу (23) из статьи [1]) в этой формуле токи-компоненты унитарного октета следует нормировать по модели "восьмиричного пути" [5], в частности  $j Y^{(0)} \rightarrow (1/\sqrt{3})j Y^{(0)}$ :

$$\Delta L^{(e^2)} (CP = +1, P = -1, |\Delta S| = 1) = b_3 10_{3/2} + b_2 10_{1/2} + b_1 8_{1/2} + h.c., \quad (1)$$

где

$$b_3 = 1, \quad b_2 = 2 - x, \quad b_1 = -3 + 2x, \quad (2)$$

а знак  $\approx$  означает пропорциональность\*. Здесь  $x = (M/k)^4$ , где  $k/M$  есть безразмерный параметр нарушающего изотопическую симметрию двухчастичного взаимодействия в модели [1].

Предположим, что в приближении унитарной симметрии сильных взаимодействий матричные элементы нелептонных слабых процессов можно найти непосредственно из перенормированного лагранжиана вида (1), построенного из операторов, участвующих в рассматриваемом слабом процессе адронов. Конструируя тогда "десятку" и "восьмерку" в виде полностью симметризованных нормированных сумм произведений компонент трех тождественных мезонных октетов  $M_{\beta}^{\alpha}$ ,

$$[8]_{\beta}^{\alpha} = \frac{1}{2\sqrt{30}} \sum_{(1,2,3)} M_{\beta}^{\alpha}(1) M_{\mu}^{\nu}(2) M_{\nu}^{\mu}(3), \quad (3)$$

$$[10]_{\alpha\beta\gamma} = \frac{1}{6\sqrt{3}} \sum_{\substack{(1,2,3) \\ (\alpha,\beta,\gamma)}} \epsilon_{\nu\mu\alpha} M_{\beta}^{\nu}(1) M_{\rho}^{\mu}(2) M_{\gamma}^{\rho}(3), \quad (4)$$

где суммирование ведется по всем перестановкам индексов, находим следующие выражения для матричных элементов  $K \rightarrow 2\pi$  распадов:

$$M(K^+ \pi^- \pi^0) = -1/2, \quad (5)$$

$$M(K_1^0 \pi^0 \pi^0) = \frac{\sqrt{2}}{3} - \frac{\sqrt{2}}{3}(2-x) \pm \sqrt{\frac{1}{5}}(-3+2x), \quad (6)$$

$$M(K_1^0 \pi^+ \pi^-) = -\frac{1}{3} - \frac{2}{3}(2-x) \pm \sqrt{\frac{2}{5}}(-3+2x). \quad (7)$$

Двойной знак в (6) и (7) связан с неопределенностью относительной фазы "десятки" и "восьмерки". Действительность же этой фазы следует из СР-инвариантности и эрмитовости лагранжиана (1). Из (1) и (5)-(7) следует известное правило сумм для амплитуд [7],

$$M(K_1^0 \pi^+ \pi^-) - \sqrt{2}M(K_1^0 \pi^0 \pi^0) = M(K^+ \pi^- \pi^0) + M(K^- \pi^+ \pi^0). \quad (8)$$

Но здесь можно получить больше. Численный параметр  $x$  и неизвестную фазу в (6), (7) попытаемся определить из сравнения с экспериментальной величиной отношения  $w(K^+ \pi^- \pi^0) / w(K_1^0 \pi^+ \pi^-) \cong 1/470$  (см. [8]).

С помощью (1), (5), (7) находим два решения:

- 1) нижний знак в (6), (7) при  $x \cong 19$ ,
- 2) верхний знак в (6), (7) при  $x \cong 7$ .

Затем, с помощью (1), (6), (7) находим

$$\frac{w(K_1^0 \pi^+ \pi^-)}{w(K_1^0 \pi^0 \pi^0)} \cong \begin{cases} 2,4 \text{ для решения 1)} \\ 1,6 \text{ для решения 2)}, \end{cases} \quad (9)$$

а для коэффициентов унитарной структуры (1) получаем возможные отношения:

$$b_3 : b_2 : b_1 \cong 1 : -17 : -35 \text{ для решения 1)}, \quad (10)$$

$$b_3 : b_2 : b_1 \cong 1 : -5,4 : 12 \text{ для решения 2)}. \quad (11)$$

Эти числа имеют смысл с точностью до предполагавшейся унитарной симметрии сильных взаимодействий. Таким образом, решение 1) находится в удовлетворительном количественном согласии с экспериментальным значением  $w(K_1^0 \pi^+ \pi^-) / w(K_1^0 \pi^0 \pi^0) = 2,26 \pm 0,13$  [8] и является предпочтительным еще и потому, что унитарная структура (10) луч-

ше соответствует приближенному правилу  $|\Delta T| = 1/2$ , следующему из совокупности экспериментальных данных для всех нелептонных процессов [9].

Предположение о  $(V + A)$ -форме меняющих странность адронных токов противоречит экспериментальным данным по угловым корреляциям в  $\beta$ -распаде  $\Lambda$ -гиперона [10]. Интересно отметить, однако, что, ввиду унитарного запрета на  $K \rightarrow 2\pi$ -распады для нелептонного ток-токового взаимодействия вида  $j(V - A)(|\Delta S| = 1) j(V - A)(|\Delta S| = 0)$ , при некоторых условиях в адрон-лептонных процессах с изменением странности может доминировать  $(V - A)$ -форма адронных токов, тогда как в нелептонных  $|\Delta S| = 1$  процессах может доминировать  $(V + A)$ -форма этих, меняющих странность, адронных токов. Например, по грубой оценке, если вклад  $(V + A)$ -связи в ток-токовом  $|\Delta S| = 1$  лагранжиане достигает даже только  $\sim 30\%$ , эта связь будет доминировать в нелептонных процессах, в то время как поправки к предсказаниям модели Кабиббо [11] для лептон-адронных процессов будут незначительными.

Выражаю благодарность студентам Г.Коимшиди и Ю.Губицыну за помощь в вычислениях.

Поступило в редакцию  
2 декабря 1967 г.

#### Литература

- [1] Э.М.Липманов. ЖЭТФ, 50, 1309, 1966.  
 [2] K.Matsumoto, M.Nakagawa, Y.Ohnuki. Progr. Theor. Phys., 32, 668, 1964; S.Coleman, S.Glashow. Phys.Rev., 134, B671, 1964.  
 [3] N.Cabibbo. Phys. Rev.Lett., 12, 68, 1964; M.Gell-Mann. Phys. Rev. Lett., 12, 155, 1964.  
 [4] P.McNamee, S.F.Chilton. Revs. Mod. Phys., 36, 1005, 1964.  
 [5] M.Gell-Mann. Phys. Rev., 125, 1067, 1962.  
 [6] Э.М.Липманов. Письма ЖЭТФ, 5, 129, 1967.  
 [7] J.Weyers, L.Foldy, D.Speiser. Phys. Rev. Lett., 17, 1062, 1966.  
 [8] A.H.Rosenfeld et al. Revs. Mod. Phys., 39, 1, 1967.  
 [9] N.Cabibbo. Раппортерский доклад. Репринт ОИЯИ R-2943, 1966.  
 [10] V.G.Lind et al. Phys. Rev., 135, 1483, 1964.  
 [11] N.Cabibbo. Phys. Rev.Lett., 10, 531, 1963.

\* В свете известных экспериментальных данных по нелептонным распадам гиперонов существенно, что унитарная структура нелептонного Р-четного,  $|\Delta S| = 1$  взаимодействия имеет другой вид [6]:

$$\Delta L^{(\sigma^2)} (CP = +1, P = +1, |\Delta S| = 1) = a_3 27_{3/2} + a_2 27_{1/2} + a_1 8_{1/2}^{s+h} \text{ с.},$$

где

$$a_3 = 1, a_2 = \frac{1}{\sqrt{5}}(4 - 3x), a_1 = \frac{1}{\sqrt{5}}(7 - 4x).$$