

ПОИСК РАСПАДА $K_S \rightarrow 2\gamma$

*И.Б.Вассерман, В.Б.Голубев, Е.С.Глускин, В.П.Дружинин,
В.Н.Иванченко, Е.В.Пахтусова, А.Н.Перышкин,
И.Ю.Редько, С.И.Середняков, В.А.Сидоров, Ю.М.Шатунов*

В эксперименте с Нейтральным детектором на e^+e^- -накопителе ВЭПП-2М в реакции $e^+e^- \rightarrow \phi \rightarrow K_S K_L$ установлен верхний предел вероятности распада $K_S \rightarrow 2\gamma$: $B(K_S \rightarrow 2\gamma) < 2 \cdot 10^{-4}$ на 90%-ном уровне достоверности.

Распад $K_S \rightarrow 2\gamma$ до сих пор не наблюдался. Наиболее сильное ограничение на вероятность этого распада $B(K_S \rightarrow 2\gamma) < 4 \cdot 10^{-4}$ было установлено в эксперименте с жидко-ксеноновой пузырьковой камерой¹. Расчетное значение $2 \cdot 10^{-6}$ получено в работе² на основе дисперсионных соотношений и унитарности в приближении двухпионного промежуточного состояния. В этом распаде может проявляться нарушение CP -инвариантности на уровне 10^{-3} от расчетной величины³.

В настоящей работе поиск распада $K_S \rightarrow 2\gamma$ был осуществлен в реакции $e^+e^- \rightarrow \phi \rightarrow K_S K_L$. Эксперимент проводился на e^+e^- -накопителе ВЭПП-2М с Нейтральным детектором⁴. Основной частью детектора является электромагнитный калориметр на основе 168 счетчиков с кристаллами NaI(Tl) общим весом 2,6 т. Детектор имеет телесный угол 65% от 4π и позволяет измерять энергии и углы вылета фотонов и заряженных частиц. Эксперимент проводился в диапазоне энергии $2E = 1000 - 1050$ МэВ. Интегральная светимость составила $2,8\pi\sigma^{-1}$ ⁵.

При отборе события для поиска распада $K_S \rightarrow 2\gamma$ учитывались особенности прохождения K_L -мезона через вещество детектора. Эксперимент и моделирование методом Монте-Карло^{6,7} показывают, что попадающий в чувствительную область детектора K_L -мезон от распада $\phi \rightarrow K_S K_L$ с вероятностью около 10% не регистрируется, а в 60% случаев выглядит как одиночный фотон. Учитывая это, для поиска искомого распада отбирались события с тремя "фотонами". Предполагалось, что два фотона происходят от распада $K_S \rightarrow 2\gamma$, а третий "фотон" является зарегистрированным K_L -мезоном.

Основным источником фона для такого типа событий является процесс

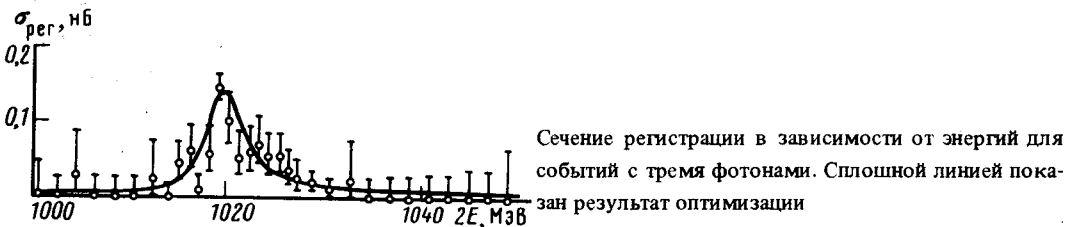
$$e^+e^- \rightarrow \phi \rightarrow K_S K_L \quad (K_S \rightarrow 2\pi^0), \quad (1)$$

в котором 4 фотона от распада $K_S \rightarrow 2\gamma$ создают конфигурацию, похожую на распад $K_S \rightarrow 2\gamma$ за счет того, что не все фотоны регистрируются в детекторе, и за счет слияния близких фотонов. Для подавления этого фона учитывалось, что минимальный пространственный угол между фотонами в распаде $K_S \rightarrow 2\gamma$ составляет 155° . Поэтому с учетом углового разрешения отбирались только такие события, в которых имеется пара фотонов с пространственным

углом от 145 до 170 градусов. Ограничение 170° позволяет уменьшить долю фоновых событий процесса $e^+e^- \rightarrow 3\gamma$. Далее применялась процедура кинематической реконструкции⁴, позволяющая отбирать события, удовлетворяющие законам сохранения энергии и импульса. При этом в качестве K_L -мезона поочередно выбирались все три "фотона". Энерговыведение K_L -мезона в реконструкции не учитывалось. Для каждого варианта вычислялся параметр χ^2 , характеризующий степень выполнения законов сохранения. Выбирался вариант с наименьшим χ^2 , по которому производилась дальнейшая обработка. Выбор варианта определял, какой из фотонов является предположительно K_L -мезоном. Таким образом было найдено 146 событий, удовлетворяющих перечисленным выше условиям отбора. Сечение регистрации в зависимости от энергии для этих событий приведено на рисунке. Эффективность регистрации искомого распада составляет $10,2 \pm 0,6\%$, а для фонового процесса равна $(2,3 \pm 0,8) \cdot 10^{-4}$. Полученное сечение регистрации аппроксимировалось кривой возбуждения ϕ -мезонного резонанса с учетом вклада фонового процесса (1). Методом максимального правдоподобия определялись величина вероятности распада $K_S \rightarrow 2\gamma$ и уровень нерезонансного фона. На рисунке сплошной линией показано расчетное значение сечения регистрации для оптимальных значений параметров. Наблюдаемое сечение полностью определяется фоновым процессом (1), поэтому может быть установлен только верхний предел вероятности распада $K_S \rightarrow 2\gamma$ на уровне достоверности 90%:

$$B(K_S \rightarrow 2\gamma) < 2 \cdot 10^{-4}. \quad (2)$$

Следует отметить, что в значительной степени этот результат определяется большой ошибкой в эффективности регистрации фонового процесса (1), которая в свою очередь обусловлена ограниченным числом моделированных событий $\sim 3 \cdot 10^4$.



Для поиска распада $K_S \rightarrow 2\gamma$ дополнительно анализировались события с двумя фотонами. Предполагалось, что фотоны возникают от искомого распада, а K_L -мезон не зарегистрирован в детекторе. Был получен верхний предел вероятности распада $K_S \rightarrow 2\gamma$, равный $2,8 \cdot 10^{-3}$, что не меняет приведенный выше результат.

Полученный предел (2) в два раза ниже табличного, но на два порядка уступает расчетному значению. Повышение точности в несколько раз с Нейтральным детектором возможно при значительном увеличении интегральной светимости и статистики моделирования фонового процесса (1). Для радикального улучшения точности при изучении распада $K_S \rightarrow 2\gamma$ на встречных пучках требуется детектор с большим телесным углом, обеспечивающий лучшее подавление фона от процесса (1) за счет разделения близких фотонов и низкого < 10 МэВ порога регистрации фотонов.

В заключение авторы выражают благодарность И.Б.Хрипловичу за полезные обсуждения.

Литература

1. Barmin V.V., Barylov V.G., Davidenko G.V. et al. Phys. Lett., 1973, 47B, 463.
2. Kohara Y. Prog. Theor. Phys., 1972, 48, 261.
3. Chan L., Cheng H. Phys. Rev. Lett., 1985, 54, 786.
4. Golubev V.B., Druzhinin V.P., Ivanchenko V.N. Nucl. Inst. Meth., 1984, 227, 467.
5. Druzhinin V.P., Golubev V.B., Ivanchenko V.N. et al. Phys. Lett., 1984, 144B, 136.

6. Букин А.Д., Дружинин В.П., Иванченко В.Н. и др. Препринт ИЯФ 86-18, Новосибирск, 1986.

7. Букин А.Д., Иванченко В.Н., Лельчук М.Ю. и др. Препринт ИЯФ 84-33, Новосибирск, 1984.

Институт ядерных исследований

Академии наук СССР

Сибирское отделение

Поступила в редакцию

15 апреля 1986 г.
