

## ПОИСКИ РАСПАДА $\pi^0 \rightarrow 3\gamma$

В.М.Кутьин, В.И.Петрухин, Д.Д.Прокошкин

Распад нейтрального пиона на три  $\gamma$ -кванта

$$\pi^0 \rightarrow 3\gamma \quad (I)$$

представляет большой интерес в связи с тем, что его исследование позволяет проверить, сохраняется ли С-четность. Интерес к этому распаду особенно возрос в последнее время в связи с обнаружением нарушающего CP-инвариантность распада  $K^0_2 \rightarrow 2\pi$  [1]. Согласно теоретическим оценкам, отношение вероятностей распадов  $\pi^0$ -мезона на три и два  $\gamma$ -кванта  $\lambda = W(\pi^0 \rightarrow 3\gamma)/W(\pi^0 \rightarrow 2\gamma)$  может лежать, по-видимому, в пределах от  $10^{-6}$  до  $10^{-11}$ . Распад (I) ранее исследовался в ряде работ (см. табл. 2). Полученная в последней из них экспериментальная оценка верхнего предела величины  $\lambda$  составила  $9 \cdot 10^{-4}$  (90-процентный уровень достоверности). Целью настоящей работы <sup>I)</sup> являлось дальнейшее исследование возможности распада (I).

Для регистрации этого распада была применена аппаратура, использовавшаяся нами ранее при изучении редких процессов распада и захвата пионов [2]. Эксперименты были выполнены на синхродиклотроне Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ.  $\pi^-$ -мезоны с начальной энергией 70 Мэв проходили через ряд сцинтилляционных счетчиков и тормозящих фильтров и останавливались в жидководородной мишени, где происходила перезарядка

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

Для регистрации  $\gamma$ -квантов, возникающих в распаде (I), были применены три черенковских спектрометра полного поглощения, расположенные вокруг мишени и включенные в наносекундную схему совпадений [3]. Между мишенью и спектрометрами были помещены сцинтилляционные счетчики, работавшие в режиме антисовпадений и исключавшие регистрацию спектрометрами заряженных частиц, летящих из мишени. Импульсы от всех счетчиков и спектрометров фотографировались на экране пятилучевого скоростного осциллографа [4], что позволяло проводить многомерный временной и амплитудный анализ зарегистрированных событий. Спектрометры были предварительно прокалиброваны на пучке электронов с энергией от 10 до 300 Мэв. В этих опытах были измерены энергетические характеристики спектрометров и определена эффективность регистрации  $\gamma$ -квантов.

Черенковские спектрометры были расположены в плоскости, перпендикулярной пучку  $\pi^-$ -мезонов, под взаимными углами 90, 135 и 135°. Эффективность установки при этой конфигурации была определена на основании известного числа остановок  $\pi^-$ -мезонов в мишени с использованием спектров и угловых распределений [5], а также исходя из скорости регистрации распадов  $\pi^0 \rightarrow 2\gamma$ , полученной в дополнительных опытах, когда два спектрометра располагались под углом 180°. Эффективность регистрации распада  $\pi^0 \rightarrow 3\gamma$  при принятых критериях отбора событий (см. ниже) составила 1%. Одно зарегистрированное событие в условиях нашего эксперимента соответствовало значению  $\lambda = 1,7 \cdot 10^{-6}$ .

В результате измерений было получено 550 осциллограмм, из них на 66 фотографиях присутствовали импульсы от всех трех спектрометров и от сцинтилляционных счетчиков, регистрировавших  $\pi^-$ -мезоны. Эти импульсы были подвергнуты амплитудному и временному анализу, результаты которого приведены в табл. I.

Оценка верхнего предела величины относительной вероятности  $\lambda$  получена отсюда равной  $2,2 \cdot 10^{-6}$  на уровне достоверности 1/e. На уровне 90-процентной достоверности

$$\lambda < 5 \cdot 10^{-6}.$$

Т а б л и ц а I

Критерий отбора	Число событий, оставшихся после отбора	Величина $\lambda$ , соответствующая оставшемуся после отбора числу событий
Всего	66	$6 \cdot 10^{-5}$
Отсутствуют импульсы от счетчиков антисовпадений	54	$5 \cdot 10^{-5}$
Импульсы от трех спектрометров совпадают в пределах $\pm 1,5 \cdot 10^{-9}$ сек	33	$3,6 \cdot 10^{-5}$
Амплитуды импульсов от счетчиков частиц пучка ограничены интервалом $\pm 20\%$	16	$1,9 \cdot 10^{-5}$
Сумма амплитуд импульсов от трех спектрометров меньше величины, соответствующей $210 \text{ Мэв}$	6	$8 \cdot 10^{-6}$
Совпадение импульсов от спектрометров и счетчиков частиц пучка в пределах $\pm 1,2 \cdot 10^{-9}$ сек.	1	$1,7 \cdot 10^{-6}$
Фоновые события (в соседних интервалах)	3	

В табл. 2 проведено сравнение полученных нами данных с результатами предыдущих работ, выполненных в Харварде, Дубне и Беркли.

Если сделать предположение о существовании второго нейтрального мезона, имеющего ту же массу, что и  $\pi^0$ -мезон, но в отличие от него способного распадаться на три  $\gamma$ -кванта, то для относительной вероятности образования и распада такого мезона из наших данных могут быть получены следующие максимальные оценки:

$$6 \cdot 10^{-6} \text{ при среднем времени жизни } \tau_{3\gamma} < 10^{-10} \text{ сек};$$

$$1,3 \cdot 10^{-5} \text{ ( } \tau_{3\gamma} < 5 \cdot 10^{-10} \text{ сек); } 2 \cdot 10^{-5} \text{ ( } \tau_{3\gamma} < 10^{-9} \text{ сек);}$$

$$1,5 \cdot 10^{-4} \text{ ( } \tau_{3\gamma} < 10^{-7} \text{ сек).}$$

Использованный в настоящей работе метод регистрации распа-

Т а б л и ц а 2

Работа	Метод	Аппаратура	Верхний предел для $\lambda$ (достоверность 90%)
Эли, Фриш [6]	Угловая корреляция двух $\gamma$ -квантов от реакции $p + Li^2 \rightarrow Be^2 + n^+$	Счетчики	$2,5 \cdot 10^{-2}$
Василевский, Вишняков, Дунайцев, Прокошкин, Рыкалин, Тяпкин [7]	Угловая корреляция двух $\gamma$ -квантов от реакции $\Lambda^- + p \rightarrow \Lambda^0 + n$	Годоскоп счетчиков	$2 \cdot 10^{-3}$
Клайн, Дауд [8]	Регистрация трех $\gamma$ -квантов в реакции $K^- \rightarrow \Lambda^0 + \pi^0$	Пузырьковая камера	$9 \cdot 10^{-4}$
Настоящая работа	Регистрация трех $\gamma$ -квантов в реакции $\Lambda^- + p \rightarrow \Lambda^0 + n$	Черенковские спектрометры	$5 \cdot 10^{-6}$

да  $\Lambda^0 \rightarrow \Lambda^0 + \gamma$  позволяет, как мы думаем, продвинуться в область еще меньших значений  $\lambda$ .

В заключение пользуемся случаем поблагодарить Л.И.Лапиду-са, Л.Б.Окуня, И.Я.Померанчука и Б.Понтекорво за полезные обсуждения.

Объединенный институт  
ядерных исследований

Поступило в редакцию  
I сентября 1965 г.

#### Литература

- [1] J.H.Christenson, J.W.Cronin, V.L.Fitch, R.Turlay. Phys.Rev.Lett, 13, 138, 1964.
- [2] А.Ф.Дунайцев, В.И.Петрухин, Д.Л.Прокошкин, В.И.Рыкалин. ЖЭТФ, 47, 84, 1964 ; v.I. Petrukhin, Yu. D. Prokoshkin. Nuovo Cim., 28, 99, 1963.
- [3] А.Ф.Дунайцев. ПТЭ, № 6, 77, 1964.

- [4] А.Ф.Дунайцев, В.И.Петрухин, Д.Д.Прокошкин, В.И.Рыкалин, ПТЭ, № 2, II4, 1965.
- [5] F.A.Berends. Phys. Rev. Lett., 16, 178, 1965.
- [6] R.P.Ely, D.H.Frisch. Phys. Rev. Lett., 3, 565, 1959.
- [7] И.М.Василевский, В.В.Вишняков, А.Ф.Дунайцев, Д.Д.Прокошкин, В.И.Рыкалин, А.А.Тяпкин. Тр.международ.конф. по физике высоких энергий. Дубна, 1964.
- [8] D.Cline, R.Dowd. Phys. Rev. Lett., 13, 530, 1965.

1) Сообщено на ивньской сессии Отделения ядерной физики АН СССР.