

ЯФ, 1967, т. 5, вып. 5  
с. 1042-1044

A-67

ОБЪЕДИНЕННЫЙ  
ИНСТИТУТ  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

P - 2849



ЛАБОРАТОРИЯ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

М. Аникина, Г. Варденга, М. Журавлева,  
Д. Котляревский, Ю. Лукстыньш, Э. Оконов,  
Г. Тахтамышев, С. Хорозов, Л. Чхандзе

ПОИСКИ "ДОЛГОЖИВУЩИХ"  $\Lambda^0$ -ГИПЕРОНОВ

1966

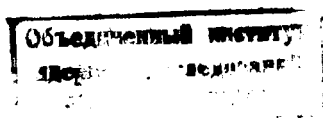
P - 2849

УУ 07/2 48

М. Аникина, Г. Варденга, М. Журавлева,  
Д. Котляревский, Ю. Лукстыньш, Э. Оконов,  
Г. Тахтамышев, С. Хорозов, Л. Чхандзе

ПОИСКИ "ДОЛГОЖИВУЩИХ"  $\Lambda^0$ -ГИПЕРОНОВ

Направлено в журнал "Ядерная физика"



## A b s t r a c t

In some theoretical papers /e.g.6,7/ an attempt was made to explain the  $K_L^0 \rightarrow \pi^+ \pi^-$ -decay<sup>/8/</sup> by assuming the nonexponentiality of unstable particles decay. There are objections of theoretical character against these models<sup>/9/</sup>, but it is of interest to test them directly in experiment. For this purpose the search for "long-lived"  $\Lambda^0$ -particles has been made under conditions similar to those of experiments in which  $K_L^0 \rightarrow \pi^+ \pi^-$  had been observed. The one-meter cloud chamber was placed at 6,2 meters from the target, which corresponded in our experiment to 200 mean decay lengths of  $\Lambda^0$ -hyperons.

24  $\Lambda^0$  - events, for which the distance from the point of decay to the cloud chamber inner plate was more than 3 centimeters, were deflected from the direction to the target at angles exceeding 10 errors of angles measurement. Only for one  $\Lambda^0$  this deflection was within 2 errors ( $\theta_{\Lambda^0} = 5.3^\circ \pm 3.5^\circ$ ). Poor measurability of this event makes it impossible to correlate it unambiguously with the nearest star.

The data obtained permit to estimate the upper limit of number of "long-lived"  $\Lambda^0$ -decays in our chamber:  $N_{\Lambda^0} \leq 1$ . If one supposes the character of nonexponentiality in  $K_S^0$ - and  $\Lambda^0$ - decays to be similar and takes into account that under our conditions  $\Lambda^0 (\Sigma^0)$  are generated twice as much as  $K_S^0$ , then among 2660  $K_L^0$ - decays detected in the chosen volume of the cloud chamber one must have observed  $N_{\Lambda^0} \approx 10$  decays of "long-lived"  $\Lambda^0$ -hyperons.

The comparison of the expected number of "long-lived"  $\Lambda^0$ -decays ( $N_{\Lambda^0}' = 10$ ) with the experimental value ( $N_{\Lambda^0} \leq 1$ ) demonstrates as being very unlikely the models, which assume the  $K_L^0 \rightarrow \pi^+ \pi^-$  to be due to the nonexponentiality in unstable particles decays (the probability to find  $N \leq 1$ , having expected  $N=10$ , is:  $p \leq 10^{-3}$ ). At the same time, as analysis of works<sup>/1-5/</sup> has shown, the  $K_L^0 \rightarrow \pi^+ \pi^-$  decays at large distances from target are described very well by an exponential with the exponent, corresponding to the lifetime of  $K_L^0$  - meson (see Fig. 2. ).

В некоторых теоретических работах (см., например, /8,7/) делается попытка объяснить обнаруженный Принстонской группой распад долгоживущего  $K^0$ -мезона на  $\pi^+\pi^-$ /8/ отклонением от экспоненциальности в распадах нестабильных частиц. Против этих моделей имеются возражения теоретического характера /9/, однако представляет интерес их прямая экспериментальная проверка.

С этой целью нами были предприняты поиски "долгоживущих"  $\Lambda^0$ -гиперонов в условиях очень близких к тем, в которых наблюдался распад  $K_L^0 \rightarrow \pi^+\pi^-$ . Метровая камера Вильсона, с помощью которой изучались распадные свойства  $K_L^0$ -мезонов /10/, располагалась на расстоянии 8,2 м от внутренней мишени синхрофазотрона, что соответствовало в наших условиях ~200 средним распадным пробегам  $\Lambda^0$ -гиперона. Проходящий через камеру пучок нейтральных частиц, рожденных в свинцовой мишени, формировался с помощью системы коллиматоров под углом  $90^\circ \pm 1,5^\circ$  к пучку протонов, ускоренных до 10 Гэв.

В результате трехкратного просмотра было обнаружено ~4500  $K_2^0$ -распадов, из которых 3200 были измерены и проанализированы по критериям распада  $\Lambda^0 \rightarrow p + \pi^-$ . Этим критериям удовлетворяло 122 события. Подавляющая часть зарегистрированных  $\Lambda^0$ -гиперонов (110 распадов) рождается в результате взаимодействия  $K_2^0$ -мезонов в пластинах камеры. Из этого числа было отобрано для дальнейшего анализа 13  $\Lambda^0$ -частиц, точки распада которых отстоят от пластины не меньше чем на 3 средних распадных пробега ( $3 < \ell < 5$ ) (см. рис. 1). Отобранные 13 событий, а также 12  $\Lambda^0$ -распадов с  $\ell > 5$  x) были проанализированы по углу вылета  $\theta_{\Lambda^0}$  относительно направления на мишень. В 24 случаях отклонение от направления на мишень превышает десятикратную ошибку измерения, и лишь в одном случае это отклонение оказалось в пределах двукратной ошибки ( $\theta_{\Lambda^0} = 5,3^\circ \pm 3,5^\circ$ ). Плохая измеримость этого события не дает

x) Из числа событий с  $\ell > 5$  в 10 случаях была зарегистрирована звезда в газе камеры, коррелирующая с направлением  $\Lambda^0$ -частицы; в двух других могло иметь место рождение  $\Lambda$  в безлучевой звезде. Ожидаемое число последних -  $1 \div 2$  события.

возможности установить однозначную корреляцию его с близлежащей звездой.

Полученный результат позволяет оценить верхний предел числа "долгоживущих"  $\Lambda^0$ -частиц, которые могли бы родиться в мишени ускорителя и распастся в нашей камере:  $N_{\Lambda^0} \leq 1$ .

Оценим теперь, какое количество распадов "долгоживущих"  $\Lambda^0$ -частиц мы могли бы ожидать, если характер предполагаемой неэкспоненциальности в распаде  $K_S^0$ -мезона такой же, как в распаде  $\Lambda^0$ -гиперона. Имеющиеся экспериментальные данные <sup>/11,12,13/</sup> показывают, что на тяжелых ядрах подавляющее число странных частиц рождается в результате вторичных взаимодействий пионов ( $E_{\pi} \approx 1 \div 2$  Гэв), образованных в ядре первичной частицей. В этом случае основной вклад дают реакции с рождением пар  $\Sigma K$  и  $\Lambda K$ . Отсюда следует, что  $\Lambda^0$ -частиц, рожденных в прямой реакции и возникающих за счет перехода  $\Sigma^0 \rightarrow \Lambda^0$ , приблизительно в 2 раза больше, чем  $K_1^0$ -мезонов. При этом надо иметь в виду, что угловые распределения  $\Lambda^0$ -частиц в лабораторной системе шире, чем  $K^0$ -мезонов, так что в нашем случае под углом  $90^\circ$   $\Lambda^0$ -частиц летят больше, чем каонов.

Таким образом, среди 2880  $K_2^0$ -распадов, зарегистрированных нами в выделенном объеме камеры, с учетом среднего значения величины  $\frac{w(K_L^0 \rightarrow \pi^+\pi^-)}{w(K^0 \rightarrow \text{заряж.})} = (2,04 \pm 0,13) \times 10^{-3} / 14/$ , мы могли бы ожидать  $N_{\Lambda^0} = 10 \pm 1$  распадов "долгоживущих"  $\Lambda^0$ -гиперонов. При этом мы считаем импульсные распределения  $K^0$ - и  $\Lambda^0$ -частиц примерно одинаковыми, имея в виду совпадающие поперечные импульсы рожденных  $K^0$ -мезонов и  $\Lambda^0$ -гиперонов ( $\bar{P}_{K^0} = \bar{P}_{\Lambda^0} = 400$  Мэв/с) <sup>/12/</sup>. Следует подчеркнуть, что величина  $N_{\Lambda^0}$  не очень чувствительна к спектру  $\Lambda^0$ , так как предполагаемая неэкспоненциальность, судя по имеющимся экспериментальным данным <sup>/1-5/</sup>, должна была бы охватывать широкий интервал времен жизни ( $90 \div 400$ ), что соответствует в наших условиях  $P_{\Lambda^0} = 200 \div 1000$  Мэв/с.

Из сопоставления ожидаемого числа распадов "долгоживущих"  $\Lambda^0$ -гиперонов ( $N_{\Lambda^0} = 10$ ) с экспериментальным значением ( $N_{\Lambda^0} \leq 1$ ) следует, что модели, объясняющие процесс  $K^0 \rightarrow \pi^+\pi^-$  неэкспоненциальностью распада нестабильных частиц, представляются весьма маловероятными <sup>х)</sup>.

С другой стороны, как показывает анализ результатов работ <sup>/1-5/</sup>, распады  $K^0 \rightarrow \pi^+\pi^-$  на большом расстоянии от мишени хорошо описываются экспонентой с показателем, соответствующим времени жизни  $K_L^0$ -мезона (см. рис. 2).

В заключение авторы выражают благодарность А.Н. Мествиришвили, Д. Нягу, Н.И. Петрову, В.А. Русакову и У. Цзун-фаню за помощь в работе и группе лаборантов за обработку экспериментального материала.

х) При ожидаемом числе распадов  $N = 10$  вероятность обнаружить  $N \leq 1$  не превосходит  $10^{-3}$ .

## Л и т е р а т у р а

1. T. de Bourd et al, Phys..Lett, 15, 58 (1965)
2. M..Bott-Bodahausen et al.Phys. Lett , 20, 212 (1965).
3. W. Galbraith et al. Phys. Rev. Lett, 14, 383 (1965)
4. J. Cronin. Oxford Int. Conf. on Elem. Part., 205 (1965).
5. В. Thevenet Симпозиум по слабым взаимодействиям в Балатонвилагош, 1966 (в печати).
6. А. Перег. Preprint of Israel Institute of Technology, Haifa, 1965.
7. Л.А. Халфин. ДАН СССР, 185, 541 (1965).
8. J. Christenson et al. Phys. Rev..Lett, 13, 138 (1964).
9. М.В. Терентьев. УФН, 86, вып. 2, 231-262 (1965).
10. Д. Котляревский и др. Препринт ОИЯИ, Р-1919, Дубна, 1964.
11. В.А. Беляков и др. Препринт ОИЯИ, Р-1584, Дубна, 1964.
12. Е. Богданович и др. ЯФ, 3, вып. 1, 73 (1966).
13. T. Bowen et al..Phys..Rev., 119, 2030, 2041 (1960).
14. J. Bell, J. Steinberger. Oxford Inter. Conf. on Elem .Part. (1965).

Рукопись поступила в издательский отдел  
1 августа 1966 г.

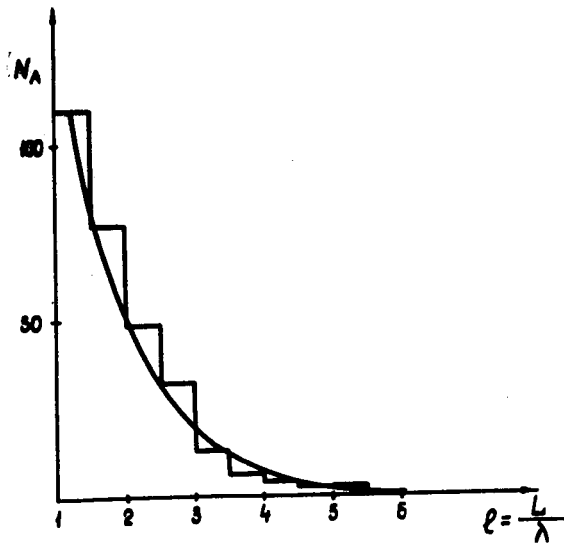


Рис. 1. Распределение распадов  $\Lambda^0$ -гиперонов, рожденных в пластике камеры, по распадным пробегам  $l = \frac{L}{\lambda}$ , где  $l$  - число распадных пробегов,  $L$  - расстояние от середины пластины до точки распада  $\Lambda^0$ -частицы и  $\lambda$  - ее распадный фактор.

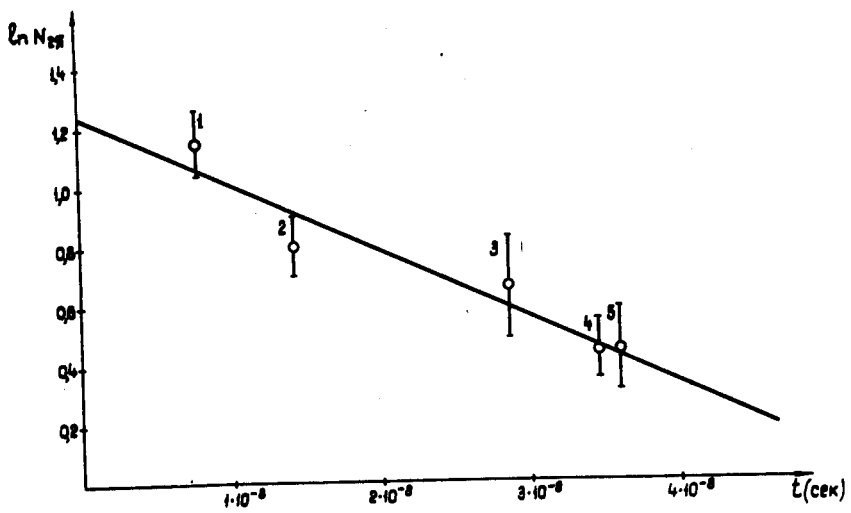


Рис. 2. Кривая распада  $K^0 \rightarrow \pi^+ \pi^-$  на больших расстояниях от мишени, построенная по данным работ [1-37]. Вычисленное по ней среднее время жизни  $K_L^0 \rightarrow 2\pi^\pm$   $\tau = (4,4 \pm 1,1 - 0,7) \times 10^{-8}$  сек.