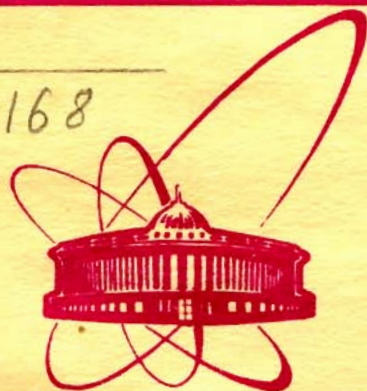


A-168



ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА

4930 / 2-79

3/12-79

P1 - 12563

А.Т.Абросимов, А.И.Ильина, Р.Нишч, Л.С.Охрименко,
Т.Павляк, Я.Плюта, В.Пэрыт, Б.Среднява,
З.Стругальский

НЕЙТРАЛЬНЫЕ КАНАЛЫ РАСПАДА

η^0 ЧАСТИЦЫ

1979

P1 - 12563

А.Т.Абросимов, А.И.Ильина, Р.Нишч, Л.С.Охрименко,
Т.Павляк, Я.Плюта, В.Пэрыт, Б.Среднява,
З.Стругальский

НЕЙТРАЛЬНЫЕ КАНАЛЫ РАСПАДА

η^0 ЧАСТИЦЫ

Направлено в ЯФ

Абросимов А.Т. и др.

PI - 12563

Нейтральные каналы распада η^0 - частицы

Приведены результаты исследования нейтральных каналов распада η^0 - частицы. Исследовались распады $\eta^0 \rightarrow \gamma\gamma$, $\eta^0 \rightarrow \pi^0\gamma\gamma$, $\eta^0 \rightarrow \pi^0\pi^0\pi^0$.

Указано на возможное существование системы $3\pi^0$ мезонов с массой ~ 1260 МэВ.

Работа выполнена в Лаборатории высоких энергий ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1979

Abrosimov A.T. et al.

PI - 12563

Neutral Channels of η^0 Particle Decay

The results of the investigation of neutral channels of the η^0 particle decay are presented. The following decay have been investigated: $\eta^0 \rightarrow \gamma\gamma$, $\eta^0 \rightarrow \pi^0\gamma\gamma$, $\eta^0 \rightarrow \pi^0\pi^0\pi^0$.

It is pointed to the possible existence of a system of $3\pi^0$ mesons with a mass of about 1260 MeV.

The investigation has been performed at the Laboratory of High Energies, JINR.

Preprint of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1979

1. ВВЕДЕНИЕ

В статье приводятся результаты исследования нейтральных каналов распада η^0 -частицы. Описанные здесь сведения дополняют соответствующую информацию, опубликованную в наших прежних статьях^{/1-3/}.

Результаты настоящей работы базируются на новом экспериментальном материале, полученном с помощью 180-литровой ксеноновой пузырьковой камеры^{/4/}. Ранее использовалась 26-литровая камера.

Как и в прежних работах, проводились одновременно исследования всех трех нейтральных мод распада: $\eta^0 \rightarrow \gamma\gamma$, $\eta^0 \rightarrow \pi^0\gamma$, $\eta^0 \rightarrow \pi^0\pi^0\pi^0$.

2. МЕТОД

При изучении нейтральных мод распада η^0 -частицы использовалась методика, описанная ранее и посвященная исследованию с помощью ксеноновой пузырьковой камеры взаимодействия пионов с ядрами ксенона^{/5-9/}. На снимках, полученных при облучении 180-литровой ксеноновой камеры в пучке π^+ -мезонов с импульсом 3,5 ГэВ/с, отбирались случаи с одной наблюдаемой вторичной заряженной частицей, сопровождаемой любым числом гамма-квантов. Отобранные события могут быть интерпретированы как взаимодействия типа

$$\pi^+ + n \rightarrow \pi^+ + n + X \rightarrow K\gamma, \quad (K=0,1,2\dots), \quad /1/$$

т.е. взаимодействия π^+ -мезонов с квазисвободными нейтронами в ядре ксенона^{/5,6/}.

В каждом случае определялись углы эмиссии гамма-квантов с точностью $\Delta\theta_{\gamma} = 0,5 \pm 2'$ и энергия гамма-квантов с точностью $\Delta E_{\gamma} / E_{\gamma} = 15 \pm 35\%$ ⁷⁻⁹.

Вероятность наблюдения гамма-квантов с энергией ~ 5 МэВ составляет в среднем 97% во всех рассматриваемых событиях.

Вероятность регистрации гамма-кванта выше определенной энергии зависит от числа гамма-квантов в событии. Так, для событий с двумя гамма-квантами она была 0,977, с четырьмя 0,968, с шестью - 0,960, при этом точность измерения энергии каждого гамма-кванта была не хуже 35%. Идентификация π^0 и η^0 -мезонов проводилась так же, как в прежних наших работах ^{10,11}.

3. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

В настоящем эксперименте было использовано свыше 200000 стереофотографий событий, на которых обнаружено 1730 случаев типа /1/ с 2 гамма-квантами, 1138 случаев с 4 гамма-квантами и 347 случаев с 6 гамма-квантами. Этот набор дает возможность одновременно изучать каналы распада $\eta^0 \rightarrow \dots$
 $\eta^0 \rightarrow \pi^0 \gamma \gamma$, $\eta^0 \rightarrow \pi^0 \pi^0 \pi^0$.

Однако оказалось возможным измерять энергии гамма-квантов и осуществлять идентификацию π^0 -мезонов только в 1304 событиях с двумя гамма-квантами, в 563 событиях с четырьмя гамма-квантами и в 89 событиях с шестью гамма-квантами. Приведенные в статье соответствующие гистограммы содержат именно это число событий.

а/ Распад η^0 на два гамма-кванта

На рис. 1 показано распределение W эффективных масс двух гамма-квантов с учетом их статистических весов для событий с двумя гамма-квантами. Содержание фоновых случаев от событий с тремя и четырьмя гамма-квантами, из которых только два были зарегистрированы в камере, было определено с использованием информации о взаимодействиях с тремя и четырьмя гамма-квантами и с учетом вероятности регистрации

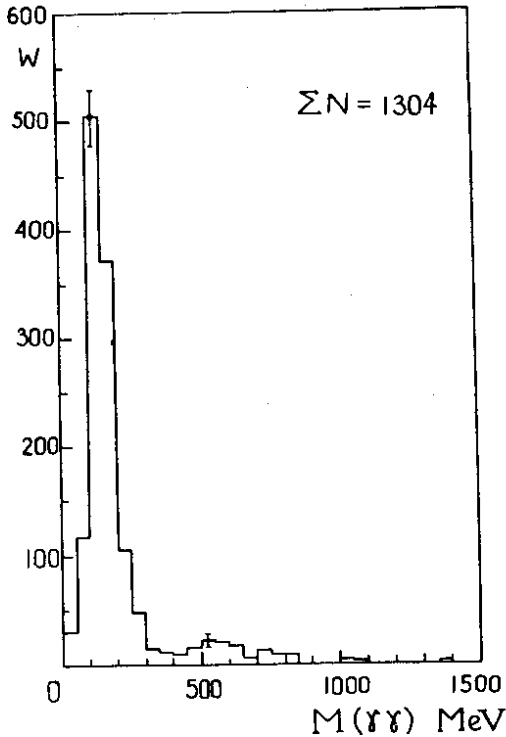


Рис.1. Распределение эффективных масс $M(\gamma\gamma)$ в событиях типа /1/ с двумя гамма-квантами.

гамма-квантов определенной энергии. Таких фоновых событий оказалось очень мало, и они не учтены на гистограмме. Фон, происходящий от случаев с шестью гамма-квантами также пренебрежимо мал.

Две группы случаев выделяются на гистограмме: одна в районе массы π^0 -мезона, и вторая - в районе массы η^0 -мезона. Принимая во внимание точность измерения энергии гамма-квантов, можно отнести 1036 ± 30 случаев к π^0 -мезонам и 56 ± 7 - к распадам η^0 -частицы.

Принимая, что в таком же соотношении находятся числа π^0 -мезонов и η^0 -мезонов во всех зарегистрированных 1730 случаях, мы можем определить эти числа: $N_{\pi^0} = 1642 \pm 41$ и $N_{\eta^0} = 88 \pm 9$. Других источников пар гамма-квантов практически нет /1/.

б/ Распад η^0 на $\pi^0\gamma\gamma$

Рассматривались только такие случаи с четырьмя гамма-квантами, в которых эффективная масса двух гамма-квантов могла быть принята за массу π^0 -мезона, а пара остальных гамма-квантов не коррелировалась ни в массу π^0 -мезона, ни η^0 -мезона, внутри определенного диапазона эффективных масс $90 \div 180$ МэВ и $400 \div 700$ МэВ, соответственно. Оказалось, что такого рода случаи составляют лишь 7,5% от всех событий с 4 гамма-квантами.

На рис. 2 показано распределение W таких случаев $\pi^0\gamma\gamma$ с учетом вероятности регистрации. Сплошная кривая изображает распределение случаев этого типа из событий с 3 π^0 -мезонами в случае, если бы был зарегистрирован только один π^0 -мезон и два гамма-кванта, по одному от каждого из остальных π^0 -мезонов. Нормировка проведена по числу случаев с массами $M(\pi^0\gamma\gamma) \approx 400$ МэВ.

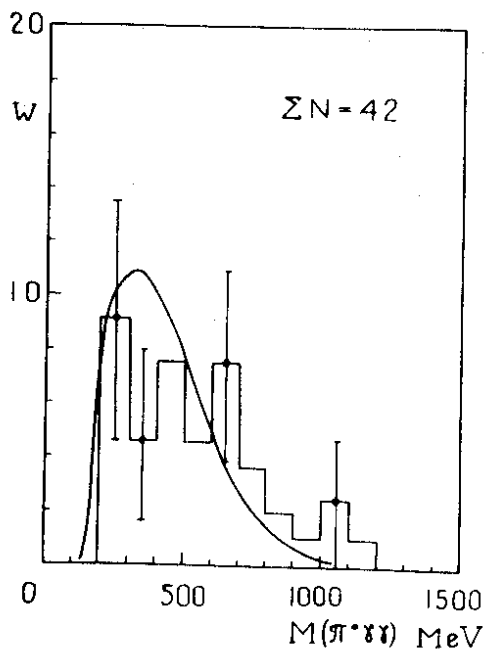


Рис.2. Распределение эффективных масс $M(\pi^0\gamma\gamma)$ в событиях типа /1/ с четырьмя гамма-квантами. Сплошная кривая - фон от событий с 6 гамма-квантами.

Верхняя граница числа случаев на гистограмме, которые могут происходить от распада $\eta^0 \rightarrow \pi^0 \gamma \gamma$, составляет 4. В действительности число, соответствующее всем зарегистрированным событиям с 4 гамма-квантами такого типа, равно 7.

в/ Распад η^0 на $3\pi^0$

На рис. 3 случаи с шестью гамма-квантами распределены по эффективным массам из комбинации $3\pi^0$ -мезонов. В каждом случае был учтен статистический вес гамма-квантов. Распределение построено с учетом этих статистических весов.

Рассматриваемый набор событий содержит случаи распадов $\eta^0 \rightarrow \pi^0 \pi^0 \pi^0$ и случаи образования π^0 -мезонов другим способом. Кривая на рис. 3 изображает Гауссово распределение случаев $\eta^0 \rightarrow 3\pi^0$, для которых точность определения массы $m = 120$ МэВ. Число этих событий нормировано к числу событий с $3\pi^0$ -мезонами при значении массы $M(3\pi^0) = 500$ МэВ.

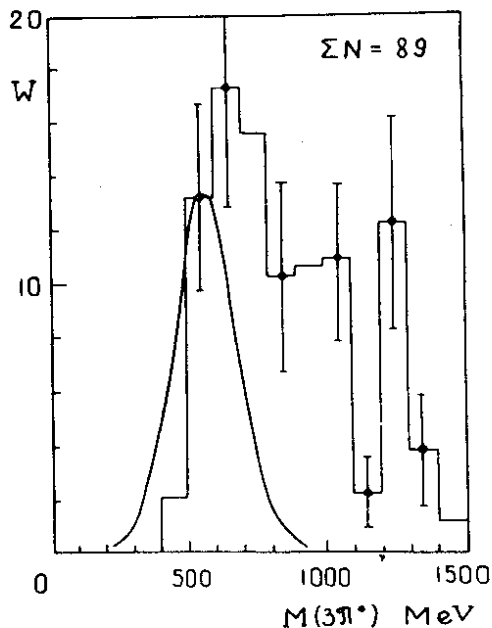


Рис. 3. Распределение эффективных масс $M(3\pi^0)$ в событиях типа /1/ с шестью гамма-квантами. Сплошная линия - Гауссово распределение для случаев $\eta^0 \rightarrow 3\pi^0$.

Такая нормировка может быть сделана, поскольку число случаев типа $3\pi^0$ не от распада $\eta^0 \rightarrow \pi^0\pi^0\pi^0$ практически пренебрежимо мало в этом районе, как следует из распределения эффективных масс случайных комбинаций по $3\pi^0$ -мезонам². Таким образом, разделив все события на случаи $\eta^0 \rightarrow 3\pi^0$ и случаи, не являющиеся η^0 , определяем по гистограмме: 17 ± 4 случаев $\eta^0 \rightarrow 3\pi^0$ и 97 ± 9 случаев, не являющихся η^0 -мезонами.

Известно, что события с 5 гамма-квантами типа $\pi^0\gamma\gamma$ являются практическими событиями с 6 гамма-квантами типа $\pi^0\pi^0\pi^0$, в которых один из гамма-квантов не был зарегистрирован. Можно затем разделить полное число 71 зарегистрированных таких событий в пропорции 17:97, и определить число случаев $\eta^0 \rightarrow 3\pi^0$, содержащихся в наборе событий с 5 гамма-квантами. Действительное число случаев $\eta^0 \rightarrow 3\pi^0$, определенное таким образом из событий с 6 и 5 гамма-квантами, составляет 49 ± 6 . Число случаев $\eta^0 \rightarrow 3\pi^0$ во всех зарегистрированных событиях с 6 гамма-квантами составляет 75 ± 8 .

Анализ событий типа /1/ с 2γ , $\pi^0\gamma\gamma$ и $3\pi^0$ позволяет определить число случаев, относящихся к соответствующим нейтральным модам распада η^0 -мезона. Результаты анализа представлены в табл. 1.

Таблица 1

Числа случаев η^0 -мезонов, распределяющихся по разным нейтральным каналам

Канал распада	Число случаев
$\eta^0 \rightarrow \gamma\gamma$	88 ± 2
$\eta^0 \rightarrow \pi^0\gamma\gamma$	7
$\eta^0 \rightarrow \pi^0\pi^0\pi^0$	75 ± 8
$\eta^0 \rightarrow$ все нейтральные	170 ± 13

В табл. 2 приведены данные, относящиеся к нейтральным модам распада η^0 -частицы; предполагается, что все нейтральные каналы распада η^0 -частицы известны.

Таблица 2

Отношения интенсивностей разных нейтральных каналов распада η^0 -частицы.

Отношение каждого нейтрального канала распада ко всем нейтральным каналам	Результаты, полученные в данной работе, %	Результаты, полученные ранее ^{1,2} , %
$N(\eta^0 \rightarrow \gamma \gamma) / N(\eta^0 \rightarrow \text{все нейтральные})$	52 ± 9	57 ± 9
$N(\eta^0 \rightarrow \pi^0 \pi^0) / N(\eta^0 \rightarrow \text{все нейтральные})$	4	11 ± 3
$N(\eta^0 \rightarrow \pi^0 \pi^0 \pi^0) / N(\eta^0 \rightarrow \text{все нейтральные})$	44 ± 8	31 ± 9

Результаты, приведенные в настоящей работе, являются более точными, чем приводимые нами ранее^{1,2}. Хотя статистические ошибки и здесь и там почти одинаковы, условия регистрации гамма-квантов в 180-литровой камере намного лучше, чем в камере объемом 26 литров.

В распределении, показанном на рис. 3, выделяется группа из 18 событий с эффективными массами системы $3\pi^0$ -мезонов в пределах значений от 1100 до 1400 МэВ. Эти события можно рассматривать как происходящие от распада некоторой системы $3\pi^0$ -мезонов со средним значением ее массы 1260 МэВ. Имеющиеся методические возможности не позволяют пока отнести эту группу событий к какой-либо из известных резонансных систем. При энергиях пионов, использованных в данном эксперименте, сечение образования этой системы примерно такое, как и сечение образования $\eta^0, \pi^0 \pi^0 \pi^0$.

ЛИТЕРАТУРА

1. Strugalski Z.S., et al. JINR, E1-3100, Dubna, 1967.
2. Strugalski Z.S., et al. Nucl. Phys., 1971, B27, p.429-436.
3. Strugalski Z.S., et al. JINR, E1-5349, Dubna, 1970.

4. Кузнецов Е.В. и др. ПТЭ, 1970, 2, с. 56.
5. Strugalski Z.S., Siemiarczuk T. Phys.Lett., 1964, 13, p.347.
6. Дашкевич М., Словинский Б., Стругальский З. ЯФ, 1966, 5, с. 341.
7. Стругальский З. ОИЯИ, Р-796, Дубна 1961;
Коновалова Л.П., Охрименко Л.С., Стругальский З. ПТЭ, 1961, 6, с. 261.
8. Czyżewski O., Danysz J., Strugalski Z. Acta Physica Polonica, 1963, 24, p.509.
9. Ивановская И.А. и др. ПТЭ, 1968, 2, с. 39.
10. Охрименко Л.С., Словинский Б., Стругальский З.С. ОИЯИ, Р13-3918, Дубна, 1968.
11. Strugalski Z.S., et al. JINR, E1-5256, Dubna, 1970.

Рукопись поступила в издательский отдел
19 июня 1979 года.