



сообщения
объединенного
института
ядерных
исследований
дубна

417/83

12/1-83

Д1-82-715

Н. Али-Мусса, И.Бободжанов, Ю.П.Келоглу,
Т.Н.Максимкина, Р.Ницу, Х.Рошу, Г.Я.Сун-Цзин-Ян,
К.Д.Толстов, М.Хайдук, А.А.Хушвактова,
Г.С.Шабратова, Ш.М.Шерматов

НАБЛЮДЕНИЕ СОБЫТИЙ
И ОЦЕНКА СЕЧЕНИЯ ГЕНЕРАЦИИ
В ФОТОЭМУЛЬСИИ ЧАСТИЦ
С ВРЕМЕНЕМ ЖИЗНИ 10^{-14} - 10^{-13} с
 π^- -МЕЗОНАМИ С ИМПУЛЬСОМ 50 ГэВ/с

1982

В данном сообщении представлены результаты поиска новых короткоживущих частиц с временами жизни $\leq 10^{-13}$ с. Результаты первых работ по поиску таких частиц опубликованы в [1-4].

Поиск распадов нейтральных и заряженных частиц в радиусе до 150 мкм от первичного взаимодействия был проведен на 32551 неупругом взаимодействии π^- -мезонов с ядрами эмульсии при импульсе 50 ГэВ/с. Критерии выделения таких событий подробно изложены в работах [4,5].

В результате поиска было обнаружено пять распадов нейтральных частиц на две заряженные и один распад заряженной частицы на три заряженных. Кинематические характеристики найденных событий, расстояния до первичных взаимодействий и идентификация вторичных частиц даны в табл.1. Здесь же приведены длины, на которых были сделаны измерения $p\beta$. Выделение электронов проводилось по сбросу энергии исследуемой частицы на $1,5 \div 3$ радиационных длинах от вершины распада. Природа вторичных адронов с $p\beta$ меньше 1,5 ГэВ/с определялась по измерениям ионизационных потерь. В событии №5 идентификация частиц была проведена на основе анализа вторичных взаимодействий. Один из следов события дал ядерное взаимодействие, другой образовал трехлучевую звезду. Продолжение этих следов показало, что все они являются электронами. Следовательно, трехлучевая звезда есть трайдет, а анализируемый след - электрон.

В табл.2,3 даны суммарные поперечные импульсы заряженных частиц, средние эффективные массы, времена жизни до распада.

Для всех шести событий средний поперечный импульс в пределах статистических ошибок отличен от нуля, что говорит о существовании нейтральных частиц среди продуктов распада.

Средняя эффективная масса распадающейся частицы с учетом этой компоненты рассчитывалась в предположении изотропного вылета нейтральной частицы в системе покоя распадающейся частицы.

Для расчета числа фоновых событий оценим эффективность поиска событий типа $0+0+2$ и $0+0+3$. Эффективность поиска событий первого типа определялась по числу наблюдаемых e^+e^- пар в радиусе до 100 мкм

$$\epsilon = \frac{N^{e^+e^-} \cdot L_{\text{конв.}}}{N_{\text{вз.}} \cdot 2 \langle n_{\pi^0} \rangle \ell}, \quad (1)$$

где $L_{\text{конв.}}$ - конверсионная длина, равная 3,65 см для ядерной фотоэмульсии типа БР-2, ℓ - просмотренная длина, $N_{\text{вз.}}$ - число пер-

Таблица 1
Кинематические характеристики

Номер события (мкм)	θ	$\rho\beta$ (ГэВ/с)	θ°	L (см)	Идентификация	
нейтральный распад $0 + 0 + 2$						
1	I27	2,91	0,69±0,07	4,92	5,75	Π - мезон
			4,7 ±0,5	0,59	10,70	адрон
2	65	11,40	0,59±0,13	0,02	2,55	электрон
			0,78±0,07	0,13	4,38	протон
3	69	25,17	0,08±0,01	2,53	1,44	электрон
			0,88±0,08	0,58	6,06	K- мезон
4	146	1,65	8,6 ±1,2	4,71	11,20	адрон
			3,8 ±0,4	2,82	10,6	адрон
5	45	2,54	2,3 ±0,3	0,55	7,2	адрон
			1,3 ±0,4	0,54	1,1	электрон
заряженный распад $0 + 0 + 3$						
6	157	3,07	0,50±0,05	1,11	5,4	Π - мезон
			0,50±0,13	0,88	4,7	электрон
			3,9 ±0,3	0,74	16,2	адрон

вечных взаимодействий, $\langle n_{\pi^0} \rangle$ - число рожденных π^0 -мезонов, $N_{e^+e^-}$ - наблюдаемое число электрон-позитронных пар.

При расчете ϵ предполагалось, что $2\langle n_{\pi^0} \rangle = \langle n_S \rangle$. Значение $\langle n_S \rangle$ было взято из нашей работы [6]. Эффективность поиска событий типа $0+0+2$, рассчитанная по [1], оказалась равной $0,32 \pm 0,03$, ошибка - чисто статистическая. Эффективность поиска трехлучевых взаимодействий $/0+0+3/$ оценивалась по числу наблюдаемых событий квазинуклонного типа. Она оказалась равной 1,0.

Таблица 2

Значения $R_{\perp}^{зар.}$, $M^{зар.}$, $\bar{M}^{эфф.}$ и τ

	1		4		5		3				
	$R_{\perp}^{зар.}$ / ГэВ/с/	$M^{зар.}$ / ГэВ/	R_{\perp}^{-14} / ГэВ/с/	$M^{зар.}$ / ГэВ/	$\bar{M}^{эфф.}$ / ГэВ/	$\tau \cdot 10^{-14}$ / с/	$R_{\perp}^{зар.}$ / ГэВ/с/	$M^{зар.}$ / ГэВ/			
$(\pi^+)^+ \pi^-$	0,071±0,006	0,44	0,64	0,88±0,08	0,37	2,09	20,8				
$(\pi^+)^+ K^-$	0,071±0,006	0,68	0,87	0,89±0,08	0,94	2,32	21,0				
$(\pi^+)^+ \pi^-$	0,072±0,006	1,09	1,28	0,89±0,08	1,70	2,72	24,8				
$(\pi^+)^+ K^-$				0,88±0,08	0,37	2,17	21,0				
$(\pi^+)^+ K^-$				0,89±0,08	1,70	2,78	25,3				
$(K^+)^+ \pi^-$				0,89±0,08	0,68	2,20	21,2				
$(\rho^+)^+ \pi^-$				0,89±0,08	1,17	2,44	22,6				
$(\rho^+)^+ K^-$				0,89±0,08	1,17	2,52	22,8				
$e^+e^- \gamma$								0,034±0,003	0,18	0,24	
$e^+e^- \nu$	0,0026±0,0002	1,14	1,15	12,4	1,16	1,22	4,5				
$e^+e^- \nu$					0,035±0,003	0,62	0,68	2,7	0,0074±0,0007	0,52	0,53

Таблица 3

Моды распада	6			
	$P_{\perp}^{\text{зар}}$ /ГэВ/с/	$M^{\text{зар}}$ /ГэВ/	$\bar{M}^{\text{эфф}}$ /ГэВ/	τ 10^{-14} /с/
$e\pi\nu$	0,066 \pm 0,003	0,457	0,574	
$e\pi P\nu$	0,068 \pm 0,003	1,14	1,25	
$e\pi K\nu$	0,067 \pm 0,003	0,71	0,82	7,9
$e\pi\Sigma\nu$	0,069 \pm 0,004	1,40	1,51	14,2

Число фоновых событий от распадов странных частиц находилось по формуле

$$N_{K,\Lambda} = \frac{N_{\text{вз.}} \cdot \sigma_{K,\Lambda} \cdot \ell}{\sigma_{\text{ин}} \cdot \gamma_{K,\Lambda} \cdot c \cdot \tau_{K,\Lambda}} \cdot \epsilon, \quad /2/$$

здесь $\sigma_{K,\Lambda}$ - сечение рождения частиц данного сорта, $\sigma_{\text{ин}}$ - полное неупругое сечение, $\gamma_{K,\Lambda}$ - гамма-фактор частицы, $\tau_{K,\Lambda}$ - время ее жизни, c - скорость света.

Число фоновых событий от взаимодействий нейтронов с нейтронами рассчитывалось по

$$N_{\text{пн}} = \epsilon \cdot N_{\text{вз.}} \cdot \eta_{\pi E_m \rightarrow pX} \cdot W_{\text{пер.}} \cdot \frac{\ell}{\langle \lambda \rangle_{pE_m}} \cdot \frac{\bar{A}-\bar{Z}}{\bar{Z}} \cdot \eta_{\text{квазинукл.}} \cdot \frac{\sigma_2^{\text{pp}}}{\sigma_{\text{неупр.}}^{\text{pp}}}, /3/$$

где $\eta_{\pi E_m \rightarrow pX}$ - число протонов с импульсом $\langle p \rangle > 0,3 p_{\pi^-}$ на одно взаимодействие, $W_{\text{пер.}}$ - вероятность перезарядки протона в нейтрон, $\langle \lambda \rangle_{pE_m}$ - средний пробег до неупругого взаимодействия протонов с ядрами эмульсии, $\frac{\bar{A}-\bar{Z}}{\bar{Z}}$ - фактор, учитывающий превышение числа

нейтронов над числом протонов в среднем ядре фотоэмульсии. $\eta_{\text{квазинукл.}}$ - доля событий квазинуклонного типа среди всех неупругих взаимодействий протонов с ядрами эмульсии, $\frac{\sigma_2^{\text{pp}}}{\sigma_{\text{неупр.}}^{\text{pp}}}$ - доля двухлучевых событий от всех неупругих взаимодействий.

При определении числа распадов странных частиц по /2/ для событий типа 0+0+2 использовались данные работы /7/ по неупругим π^-p взаимодействиям при импульсе 40 ГэВ/с. Дополнительно делалось предположение о единой зависимости от атомного веса ядра-мишени для $\sigma_{K,\Lambda}$ и $\sigma_{\text{ин}}$. Ожидаемые числа для всевозможных кинематических характеристик и мод распадов K_s^0 -мезонов, Λ^- и $\bar{\Lambda}^-$ гиперонов оказались равными 0,65, 0,39 и 0,04 соответственно.

В расчете числа взаимодействий нейтронов с нейтронами значения $\langle \lambda \rangle_{pE_m}$, $\eta_{\pi E_m \rightarrow pX}$, $\eta_{\text{квазинукл.}}$, $W_{\text{пер.}}$, $\frac{\sigma_2^{\text{pp}}}{\sigma_{\text{неупр.}}^{\text{pp}}}$ взяты из наших

работ /8-10/. При определении $\eta_{\pi E_m \rightarrow pX}$ делалось предположение, что все положительно заряженные частицы являются протонами. Это предположение привело к увеличению числа фоновых событий, равному 0,004.

Таким образом, из пяти наблюдаемых нейтральных распадов по крайней мере один может быть распадом странных частиц. Фоном от взаимодействий нейтронов с нейтронами можно пренебречь.

Определим число фоновых событий с учетом кинематических характеристик и идентификации вторичных частиц наблюдаемых распадов. Для событий, распадающихся по полулептонным модам /события №2,3,5/, фоном от распада странных частиц также можно пренебречь. Суммарное число распадов K_s^0 , Λ^- и $\bar{\Lambda}^-$ для этих событий не превышает 0,0005. Для событий, распадающихся на адроны /события №1, 4/, суммарное число фоновых событий может быть ~ 1 .

Из анализа данных по эффективным массам /табл.2/ к событиям, связанным с распадом странных частиц, отнесем событие №1.

Оценка фона для события №6 - распада заряженной частицы /0+0+3/ по полулептонной моде показала, что распадами K-мезонов и заряженных гиперонов можно пренебречь, их суммарное число не превышает $0,2 \cdot 10^{-5}$ событий.

При оценке фона для событий №6 предполагалось, что сечение рождения K^{\pm} -мезонов равно удвоенному сечению рождения K_s^0 , а доля заряженных гиперонов от числа всех странных частиц при 50 ГэВ такая же, как и при энергии π^- -мезонов 15,8 ГэВ /11/.

Для определения сечения рождения новых частиц в интервале времени жизни до распада 10^{-14} - 10^{-13} с объединим оставшиеся 3 события с $\ell \leq 100$ мкм с двумя опубликованными ранее в работе /4/.

Сечения на нуклон выразим в следующем виде:

$$\sigma = \frac{n \cdot \sigma_{\text{ин}}}{N_{\text{соб}} \cdot \langle \epsilon < \nu \rangle} = \frac{(5 \pm 2) \cdot (21,38 \pm 0,16)}{36551 \cdot (0,32 \pm 0,03) \cdot (1,5 \pm 0,3)}, \quad /4/$$

здесь n - число наблюдаемых событий, $N_{\text{соб}}$ - число первичных взаимодействий, ϵ - эффективность, $\langle \nu \rangle$ - среднее число взаимодействий налетающего пиона с ядрами эмульсии, при котором переданной энергии в каждом столкновении достаточно для ассоциативного рождения частиц с массой ~ 2 ГэВ.

При расчете σ предполагалась единая A-зависимость для σ и $\sigma_{\text{ин}}$.

Подставляя все найденные нами значения и оценивая $\langle \nu \rangle$ на основе теоретических расчетов /12/ и знания коэффициентов неупругости в $\pi^- E_m$ -взаимодействии при 50 ГэВ/с /13/, получаем

$$\sigma = /6+3/ \text{ мкб.}$$

Отметим, что это значение согласуется с ранее найденной оценкой для полулептонных распадов $\sigma \sim 5$ мкб /1-3/. Такого же порядка и значение сечения, умноженного на вероятность распада $\lambda^+ C$, полученное в работе /14/ при энергиях 40 ГэВ в нейтронном пучке, равное $1 \div 10$ мкб.

ЛИТЕРАТУРА

1. Банник Б.П. и др. Письма в ЖЭТФ, 1977, 25, с. 86.
2. Банник Б.П. и др. Письма в ЖЭТФ, 1977, 26, 8, с. 399.
3. Эль-Наги А. ОИЯИ, Д1-10311, Дубна, 1977.
4. Толстов К.Д. и др. Письма в ЖЭТФ, 1981, 38, с. 243.
5. Толстов К.Д., Хушвактова А.А., Шабратова Г.С. ОИЯИ, Р1-13037, Дубна, 1980.
6. Воинов В.Г. и др. ЯФ, 1977, 26, с. 1237.
7. Ангелов Н.С. и др. ОИЯИ, Р1-81-5, Дубна, 1981.
8. Антонова Н.Г. и др. ОИЯИ, Р1-6504, Дубна, 1972.
9. Воинов В.Г. и др. Препринт ФИАН №106, М., 1976.
10. Dalkhazav N. et al. Proc. of IV Int. Conf. on H.E. Coll., Oxford, 1972.
11. Bartke E. et al. N. Sim., 1962, 24, p. 876.
12. Барашенков В.С., Тонеев В.Д. Взаимодействие высокоэнергетических частиц и атомных ядер с ядрами. Атомиздат, М., 1972.
13. Воинов В.Г. и др. Препринт ФИАН №159, М., 1976.
14. Алеев А.Н. и др. ОИЯИ, Р1-81-693, Дубна, 1981.

НЕТ ЛИ ПРОБЕЛОВ В ВАШЕЙ БИБЛИОТЕКЕ?

Вы можете получить по почте перечисленные ниже книги, если они не были заказаны ранее.

Д13-11182	Труды IX Международного симпозиума по ядерной электронике. Варна, 1977.	5 р. 00 к.
Д17-11490	Труды Международного симпозиума по избранным проблемам статистической механики. Дубна, 1977.	6 р. 00 к.
Д6-11574	Сборник аннотаций XV совещания по ядерной спектроскопии и теории ядра. Дубна, 1978.	2 р. 50 к.
Д3-11787	Труды III Международной школы по нейтронной физике. Алушта, 1978.	3 р. 00 к.
Д13-11807	Труды III Международного совещания по пропорциональным и дрейфовым камерам. Дубна, 1978.	6 р. 00 к.
	Труды VI Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц. Дубна, 1978 /2 тома/	7 р. 40 к.
Д1,2-12036	Труды V Международного семинара по проблемам физики высоких энергий. Дубна, 1978	5 р. 00 к.
Д1,2-12450	Труды XII Международной школы молодых ученых по физике высоких энергий. Приморско, НРБ, 1978.	3 р. 00 к.
	Труды VII Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц, Дубна, 1980 /2 тома/	8 р. 00 к.
Д11-80-13	Труды рабочего совещания по системам и методам аналитических вычислений на ЭВМ и их применению в теоретической физике, Дубна, 1979	3 р. 50 к.
Д4-80-271	Труды Международной конференции по проблемам нескольких тел в ядерной физике. Дубна, 1979.	3 р. 00 к.
Д4-80-385	Труды Международной школы по структуре ядра. Алушта, 1980.	5 р. 00 к.
Д2-81-543	Труды VI Международного совещания по проблемам квантовой теории поля. Алушта, 1981	2 р. 50 к.
Д10,11-81-622	Труды Международного совещания по проблемам математического моделирования в ядерно-физических исследованиях. Дубна, 1980	2 р. 50 к.
Д1,2-81-728	Труды VI Международного семинара по проблемам физики высоких энергий. Дубна, 1981.	3 р. 60 к.
Д17-81-758	Труды II Международного симпозиума по избранным проблемам статистической механики. Дубна, 1981.	5 р. 40 к.
Д1,2-82-27	Труды Международного симпозиума по поляризационным явлениям в физике высоких энергий. Дубна, 1981.	3 р. 20 к.
Р18-82-117	Труды IV совещания по использованию новых ядерно-физических методов для решения научно-технических и народнохозяйственных задач. Дубна, 1981.	3 р. 80 к.

Рукопись поступила в издательский отдел
4 октября 1982 года.

Заказы на упомянутые книги могут быть направлены по адресу:
101000 Москва, Главпочтамт, п/я 79
Издательский отдел Объединенного института ядерных исследований

**ТЕМАТИЧЕСКИЕ КАТЕГОРИИ ПУБЛИКАЦИЙ
ОБЪЕДИНЕННОГО ИНСТИТУТА ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ**

Индекс	Тематика
1.	Экспериментальная физика высоких энергий
2.	Теоретическая физика высоких энергий
3.	Экспериментальная нейтронная физика
4.	Теоретическая физика низких энергий
5.	Математика
6.	Ядерная спектроскопия и радиохимия
7.	Физика тяжелых ионов
8.	Криогеника
9.	Ускорители
10.	Автоматизация обработки экспериментальных данных
11.	Вычислительная математика и техника
12.	Химия
13.	Техника физического эксперимента
14.	Исследования твердых тел и жидкостей ядерными методами
15.	Экспериментальная физика ядерных реакций при низких энергиях
16.	Дозиметрия и физика защиты
17.	Теория конденсированного состояния
18.	Использование результатов и методов фундаментальных физических исследований в смежных областях науки и техники
19.	Биофизика

Али-Мусса Н. и др. D1-82-715
Наблюдение событий и оценка сечения генерации в фотоэмульсии частиц с временем жизни 10^{-14} - 10^{-18} с π^- -мезонами с импульсом 50 ГэВ/с

Сообщаются результаты по поиску новых частиц с временем жизни 10^{-14} - 10^{-18} с в ядерных фотоэмульсиях, облученных пучком отрицательных пионов с импульсом 50 ГэВ/с. На статистике 32551 неупругих взаимодействий найдено 6 событий - кандидатов в новые частицы. Пять событий - распад нейтральной частицы на 2 заряженные и одно событие - распад заряженной частицы на три заряженных. Приводятся оценки фона от распадов странных частиц. Дается оценка сечения генерации наблюдаемых событий на нуклон, равная (6 ± 3) мкб.

Работа выполнена в Лаборатории высоких энергий ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1982

Ali-Mussa N. et al. D1-82-715
The Observation of Events and the Estimation of the Production Cross Section of Particles with a Lifetime of 10^{-14} - 10^{-18} s Created by π^- -Mesons at 50 GeV/c in Nuclear Photoemulsion

The results on the search for the new particles with lifetime of 10^{-14} - 10^{-18} s in interactions of π^- -mesons with nuclear photoemulsion at 50 GeV/c are presented. Six events (candidates to new particles) from 32551 inelastic primary interactions are found. Five events are the decays of neutral particles into two charged ones and one event is a decay of charged particle into three charged particles. The estimation of a strange particle decay background is presented. The production cross section per nucleon for the observed events is estimated as (6 ± 3) μ b.

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

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1982