

ОБЪЕДИНЕННЫЙ  
ИНСТИТУТ  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ  
ДУБНА

Б 287

P1-87-308

НАБЛЮДЕНИЕ РАСПАДОВ  
ОЧАРОВАННЫХ D-МЕЗОНОВ  
И  $\Sigma_c^{++}$  (2450) БАРИОНА,  
РОЖДЕННЫХ ВО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯХ  
НЕЙТРИНО С ЯДРАМИ В ФОТОЭМУЛЬСИИ

Направлено в журнал "Ядерная физика"

1987

Ю.А. Батусов, С.А. Бунятов, О.М. Кузнецов, В.В. Люков, В.И. Третьяк  
Объединенный институт ядерных исследований, Дубна

П.А. Горичев, О.К. Егоров, Э.Д. Колганова, И.В. Махлюева, Е.А. Пожарова,  
В.А. Смирнитский, В.В. Шаманов, В.Г. Шевченко  
Институт теоретической и экспериментальной физики, Москва

В.В. Аммосов, В.И. Баранов, В.А. Гапиенко, В.И. Ключин, В.И. Коршев,  
П.В. Питухин, В.И. Сиротенко, Е.А. Слободяк  
Институт физики высоких энергий, Серпухов

Б. Вильчинска, Г. Вильчински, В. Вольтер, Б. Войсек, А. Ольшевски, А. Юрак  
Институт ядерной физики, Краков

Х. Чернев  
Институт ядерных исследований и ядерной энергетики, София

М. Иванова  
Пловдивский университет, ПРБ

Л. Войводик, В. Смарт  
ФНАЛ, Батавия, США

Г. Рубин  
ИИТ, Чикаго, США

Р. Аммар, Дж. Гресс, Р. Дэвис, Н. Квак, Д. Коншадж, Р. Раймор, Р. Стамп  
Канзасский университет, Лоуренс, США

Т. Барнет, Р. Вилкс, С. Крживджински, Дж. Лорд, Р. Ролонбладт  
Вашингтонский университет, Сиэтл, США

А. Бакич, Л. Пик  
Сиднейский университет, Австралия

## Введение

В настоящей работе приведены результаты анализа четырех распадов короткоживущих частиц, зарегистрированных в эксперименте E-564. В этом эксперименте криогенно-чувствительная ядерная фотоэмульсия BR-2, помещенная в рабочий объем 15-футовой пузырьковой камеры (ПК) ФНАЛ, облучалась в нейтринном пучке с широким спектром энергий 10-200 ГэВ. Постановка эксперимента детально описана в работе /1/. Анализ распадов очарованных частиц, найденных ранее, представлен в работах /2-5/. Эти распады были найдены в нейтринных взаимодействиях; зарегистрированных, в основном, методом поиска /1/ по площади. Рассмотренные в данной работе распады очарованных частиц найдены в событиях, зарегистрированных методом поиска по следу.

### I. Регистрация взаимодействий в фотоэмульсии методом поиска по следу

Поиск нейтринных взаимодействий в фотоэмульсионных камерах проводился по целеуказаниям - координатам вершин взаимодействий в фотоэмульсии. Целеуказания были получены по измерениям треков вторичных частиц, выходящих из эмульсионных контейнеров в ПК. Схема расположения контейнеров с фотоэмульсией внутри 15-футовой пузырьковой камеры ФНАЛ приведена на рис. I.

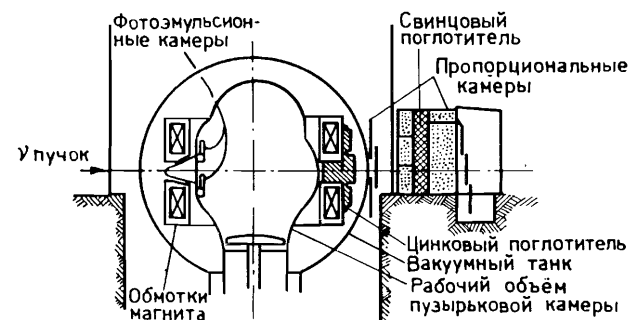


Рис. I. Схема расположения контейнеров с фотоэмульсией внутри 15-футовой пузырьковой камеры ФНАЛ.

Регистрация нейтринных взаимодействий осуществлялась первоначально<sup>ж</sup> методом просмотра по площади зоны, центр которой определялся предсказанными координатами вершины. Эффективность поиска этим методом оказалась невысокой и равной 22% /1/. Основные потери событий связаны с низкой эффективностью нахождения взаимодействий с малым числом сильноионизирующих следов  $N_h$ . От этого недостатка свободен метод поиска по следу, успешно примененный в эксперименте E-531 /6/ для перпендикулярно облученных слоев фотоэмульсии с использованием корректирующих слоев, помещенных перед фотоэмульсией. Прямое использование аналогичной методики (не требующей целеуказаний для первичной вершины) в горизонтально облученных слоях фотоэмульсии затруднено. В нашем эксперименте метод поиска по следу был видоизменен и использован для поиска взаимодействий в горизонтально облученных слоях фотоэмульсии. Для поиска по следу отбирались предсказания, удовлетворяющие следующим критериям:

1. Число треков с импульсами  $\geq 0,5$  ГэВ/с, по которым получено целеуказание, больше или равно трем;
2. Предсказываемая вершина взаимодействия находится на расстоянии  $\geq 3\sigma_L$  от краев фотоэмульсии. Здесь  $\sigma_L$  — точность восстановления вершины по каждой из трех координат;
3. Среди вторичных частиц есть кандидат в мюон — отрицательно заряженная частица, прошедшая всю ПК без взаимодействия;
4. Азимутальный угол ( $\alpha$ ) и угол погружения ( $\beta$ ), хотя бы у одного из треков, по которым сделано целеуказание, не превышают  $10^\circ$ .

Отобранные предсказания были использованы для повторного поиска не найденных ранее просмотром по площади событий. В зависимости от углового раствора треков на расстоянии до 10 мм по пучку

<sup>ж</sup> Было проведено два сеанса облучения фотоэмульсии. В первом сеансе использовался только метод поиска по площади.

Таблица I

Характеристики треков в вершинах распадов

Событие	N трека	Измерения в эмульсии		Измерения в ПК	Идентификация треков	Идентификация треков	Окончательная идентификация треков
		азимутальный угол $\alpha$ (град.)	углубление $\beta$ (град.)				
1	I	$-3,0 \pm 0,1$	$1,5 \pm 0,3$	-	$1,97 \pm 0,06$	K <sup>-</sup>	K <sup>-</sup>
	II	$-14,4 \pm 0,1$	$13,1 \pm 0,3$	-		$\pi/K/p$	$\pi^+$
	I2	$0,3 \pm 0,1$	$0,4 \pm 0,2$	+	$0,48 \pm 0,03$	$\pi^+$	$\pi^+$
	I3	$22,9 \pm 0,1$	$33,6 \pm 0,6$	+	$0,49 \pm 0,02$	$\pi^+$	$\pi^+$
	I4 <sup>ж</sup>	$-8,6 \pm 0,1$	$-5,5 \pm 0,5$	+			
2	I	$-3,4 \pm 0,1$	$-3,6 \pm 0,2$	+	$3,99 \pm 0,11$	$\pi^+K^+$	$\pi^+$
	II	$0,8 \pm 0,1$	$1,7 \pm 0,2$	-	$35,35 \pm 0,62$	$K^-/\pi^+$	$K^-$
	I2	$-3,5 \pm 0,1$	$-3,5 \pm 0,3$	-	$> 2,91$	$\pi/K/p$	$\pi^+$
	I3	$-5,5 \pm 0,1$	$-3,8 \pm 0,3$	-			
3	I	$5,3 \pm 1,0$	$-2,2 \pm 1,6$	+	$6,17 \pm 0,21$	$\pi^+$	$\pi^+$
	II	$6,3 \pm 0,1$	$-4,0 \pm 0,4$	-	$5,29 \pm 0,12$	$\pi^+$	$\pi^+$
	I2	$5,7 \pm 0,1$	$-3,2 \pm 0,3$	0	$4,03 \pm 0,38$	$K_S^0$	$K_S^0$
	I3	$-2,1 \pm 0,6$	$7,3 \pm 0,2$	0			
	I	$0,9 \pm 0,1$	$2,3 \pm 0,1$	+	$2,49 \pm 0,06$	$\pi/K/p$	$\pi^+$
4	II	$4,5 \pm 0,1$	$5,9 \pm 0,4$	-	$4,52 \pm 0,39$	$K^-$	$K^-$
	I2	$-1,5 \pm 0,1$	$-1,0 \pm 0,2$	-			

<sup>ж</sup>  $\pi^+$  - мезон от распада  $\Sigma_c^{*+}(2450) \rightarrow \Lambda_c^+ \pi^+$

<sup>жж</sup>  $K_S^0$  - мезон зарегистрирован и измерен в ПК.

Таблица 2

## Характеристики образования и распада очарованных частиц

Вершина первичного взаимодействия			Вершина распада					
Событие $N$	$E_0$ (ГэВ)	$X$ $Y$	Длина распада (мм)	Угол с $\nu$ -лучком (град)	Интерпретация З-С фит	Импульс Уровень (ГэВ/с) догостер. ( $10^{-13}$ сек)	Время пролёта (нс)	Масса пролёта (МэВ/с <sup>2</sup> )
	Видимые значения*	З-С фит						
1	17,4	0,06 0,72	147	3,8 4,1	$\Sigma_c^{*+}(2450) \rightarrow \Lambda_c^+ \pi^+$ $\Lambda_c^+ \rightarrow K^+ p \pi^+$	6,4 5,9	1,90 $\pm$ 0,07	2438 $\pm$ 41 2278 $\pm$ 40
2	55,1	0,14 0,98	3775	0,9	$\Delta^+ \rightarrow K^+ \pi^+ \pi^+$	0,27	5,31 $\pm$ 0,23	1850 $\pm$ 53
3	62,0	0,24 0,51	103	4,6	$\Delta^0 \rightarrow K^+ \pi^+ \pi^-$	0,45	0,43 $\pm$ 0,06	1889 $\pm$ 65
4	26,0	0,10 0,98	1662	5,0	$\Delta^0 \rightarrow K^+ \pi^+ \pi^-$	—	7,0	14,82 $\pm$ 0,89

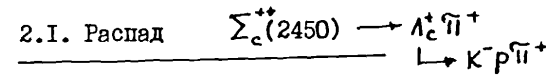
\* Энергия нейтрино оценивалась по видимому энерговыделению. Поправок на нейтральную компоненту не вводилось. X, Y - стандартные скейлинговые переменные.

от предсказанной вершины под большим увеличением (900х или 1350х) просматривалась зона 3-5 мм поперек пучка в 3-5 слоях. В этой зоне регистрировались следы (только с  $\alpha$  и  $\beta < 10^0$ ), углы которых в пределах  $\pm 2^0$  совпадали с углами треков (трека) из целеуказания. Средняя эффективность нахождения релятивистских треков в фотоэмульсионном слое, определенная по тройному просмотру  $\sim 400$  треков с  $\alpha$  и  $\beta < 10^0$ , составила  $97 \pm 1\%$ . Эффективность нахождения следов падает у поверхности слоя и в зоне, близкой к стеклу, и составляет в этих областях  $\sim 92\%$ . Каждый из найденных треков прослеживался для поиска первичной вершины в обратном нейтринно-мучку направлении. Методом поиска по следу найдено 90 взаимодействий с эффективностью  $\sim 60\%$ . Около 30% найденных взаимодействий - "белые звезды" ( $N_h = 0$ ). Эта методика была также использована для поиска распадов нейтральных очарованных частиц по трекам, зарегистрированным в ПК, но не ассоциированным с треками в вершине первичного взаимодействия.

## 2. Анализ распадов очарованных частиц

Информация о треках заряженных частиц, выходящих из вершин распадов, представлена в таблице 1. Вопросы идентификации частиц в нашем эксперименте рассмотрены в работе /4/.

В таблице 2 приведены характеристики зарегистрированных распадов очарованных частиц. При неполной идентификации вторичных частиц рассматривались только Кабиббо - разрешенные моды распада, подчиняющиеся правилу  $\Delta C = \Delta S$ . Для каждого из распадов проводился кинематический анализ. Гипотеза о данном канале распада принималась как возможная интерпретация события, если уровень ее достоверности (У.Д.), полученный при З-С фите, был больше 0,01.



Микрофотография события в фотоэмульсии представлена на рис.2. Вершина первичного взаимодействия характеризуется высокой множест-

венностью вторичных частиц:  $N_s = 11$ ,  $N_h = 30$ . Один из ливневых треков (I) на расстоянии 147 мкм от первичной звезды образует вторичную вершину из трех релятивистских следов II, I2, I3. Все три трека выходят из эмульсии, но только два из них (II и I3) зарегистрированы и измерены в ПК.

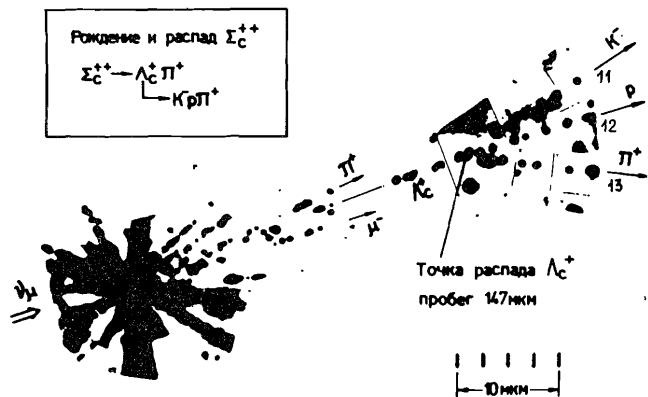


Рис.2 Микрофотография события с образованием и распадом  $\Sigma_c^{++} (2450) \rightarrow \Lambda_c^+ \pi^+$

Перпендикулярная составляющая суммарного импульса частиц II и I3 к плоскости, образованной треками I и I2, равна  $0,002 \pm 0,003$  ГэВ/с. Компланарность импульсов частиц I и I2 с вектором суммарного импульса частиц II и I3 указывает на отсутствие нейтральных частиц в вершине распада.

Частицы II и I3 идентифицированы на основе ионизационных измерений в эмульсии и значений импульсов частиц, полученных в ПК. Частица I3 однозначно идентифицирована как  $\pi^+$ -мезон, частица II — как  $K^-$ -мезон. Наличие  $K^-$ -мезона среди идентифицированных частиц и компланарность треков указывают на следующие возможные трехчастичные моды распада очарованной частицы:  $D^+ \rightarrow K^- \pi^+ \pi^+$ ,  $D_s^+ \rightarrow K^- K^+ \pi^+$  или  $\Lambda_c^+ \rightarrow K^- p \pi^+$ . Для частицы I2 из ионизационных измерений может быть сделана оценка ее импульса в зависимости от массы. Эта оценка приведена в таблице 3, где также ука-

зано значение  $P_{I2}$ , полученное из баланса импульсов в вершине распада. Результаты кинематического анализа, с учетом импульса  $P_{I2}$ , оцененного из ионизационных измерений, также представлены в таблице 3.

Таблица 3.

Результаты кинематического анализа

Возможный канал распада	Кинематический 2-С фит		Ионизац. изм. 3-С фит $P_{I2}$ (ГэВ/с)	2-С фит Масса (МэВ/с <sup>2</sup> )
	$P_{I2}$ (ГэВ/с)	У.Д.		
$D^+ \rightarrow K^- \pi^+ \pi^+$	$3,3 \pm 0,2$	0,37	$1,0^{+0,8}_{-0,6}$	$< 0,01$ $1875 \pm 50$
$D_s^+ \rightarrow K^- K^+ \pi^+$	$3,3 \pm 0,2$	0,36	$1,5^{+4,5}_{-0,4}$	0,56 $2028 \pm 49$
$\Lambda_c^+ \rightarrow K^- p \pi^+$	$3,7 \pm 0,2$	0,73	$2,9^{+9,1}_{-0,7}$	0,77 $2278 \pm 40$

Как видно из результатов, приведенных в табл.3, данное событие может быть интерпретировано как распад либо  $D_s^+ \rightarrow K^- K^+ \pi^+$ , либо  $\Lambda_c^+ \rightarrow K^- p \pi^+$ . Решающим аргументом в пользу распада  $\Lambda_c^+ \rightarrow K^- p \pi^+$  является наличие  $K^+$ -мезона \* среди идентифицированных частиц в вершине первичного взаимодействия. Из анализа нейтринного рождения очарованных адронов /7/ следует, что в области рассматриваемых энергий рождение  $D_s^+ K^+$  системы подавлено по сравнению с рождением  $\Lambda_c^+ K^+$  примерно в 10 раз.

Очарованные  $\Lambda_c^+$  барионы могут образовываться в распадах более тяжелых очарованных барионных резонансов  $\Sigma_c$ . Предсказываемая разность масс /8,9/ между  $\Sigma_c(2450)$  ( $I=1, J^P = \frac{1}{2}^+$ ) и  $\Lambda_c^+$ -барионами составляет 159–166 МэВ/с<sup>2</sup>, а между  $\Sigma_c(2510)$  ( $I=1, J^P = \frac{3}{2}^+$ ) и  $\Lambda_c^+$ -барионами 220–229 МэВ/с<sup>2</sup>. Ширины  $\Sigma_c(2450)$ ,  $\Sigma_c(2510)$  по теоретическим оценкам составляют ~5 МэВ и ~20 МэВ соответственно. Очарованные  $\Sigma_c$  резонансы распадаются \*\* по каналу  $\Lambda_c^+ \pi^+$ .

\*  $K^+$ -мезон однозначно идентифицирован в фотоэмульсии по ионизации и в ПК по каскадному распаду  $K^+ \rightarrow \pi^+ \rightarrow \mu^+ \rightarrow e^+$

\*\* Радиационный канал распада  $\Sigma_c \rightarrow \Lambda_c^+ \gamma$  пренебрежимо мал /10/.

В данном событии был проведен поиск  $\Sigma_c$ -резонанса. Для четырех идентифицированных  $\Pi$ -мезонов, вылетающих в переднюю полусферу из вершины первичного взаимодействия, рассмотрены комбинации разностей масс  $\Delta m (\Lambda_c^+ \Pi^\pm - \Lambda_c^+)$ . Значения  $\Delta m$  оказались равными  $160 \pm 3$ ,  $270 \pm 7$ ,  $320 \pm 9$  и  $434 \pm 24$  МэВ/с<sup>2</sup>. Первая разность масс (с однозначно идентифицированным  $\Pi^+$ -мезоном (см. табл. I)) хорошо согласуется с ожидаемой разностью масс между  $\Sigma_c(2450)$  и  $\Lambda_c^+$  барионами. Немногочисленные экспериментальные данные /5, II/ указывают на величину  $\Delta m \sim 163-168$  МэВ/с<sup>2</sup>.

Для оценки фона было проанализировано распределение по  $\Delta m$  комбинаций  $\Lambda_c^+$  бариона с ливневыми частицами из найденных в эксперименте нейтринных взаимодействий. Величина фона для интерпретации данного события как распада  $\Sigma_c^{++}(2450) \rightarrow \Lambda_c^+ \Pi^+$  составляет  $0,13 \pm 0,06$  события. Масса  $\Sigma_c^{++}(2450)$  бариона равна  $2438 \pm 4$  МэВ/с<sup>2</sup>.

### 2.2. Распад $D^+ \rightarrow K^- \Pi^+ \Pi^+$

Схематичное изображение события в фотоэмульсии показано на рис. 3а. Первичное взаимодействие представляет собой "белую" шестилучевую звезду. След I, выходящий под углом  $0,9^\circ$  по отношению к направлению нейтринного пучка, на расстоянии 3775 мкм образует вторичную вершину из трех релятивистских треков II, I2, I3 с малыми углами разлета. Все три трека выходят из эмульсии и зарегистрированы в ПК. Частица I3 провзаимодействовала в ПК на малом расстоянии и для нее оказалось возможным определение нижней границы импульса по импульсам продуктов реакции:  $P_{I3} > 2,9$  ГэВ/с. Импульсы частиц I и I3 компланарны с вектором суммарного импульса частиц II и I2, что указывает на отсутствие нейтральных частиц среди продуктов распада частицы I.

Масса распавшейся частицы  $M(m_{II}, m_{I2}, m_{I3})$ , оцененная при помощи кинематического I-S фита, для комбинаций  $M(\Pi^+ K^- \Pi^+)$  и  $M(\Pi^+ \Pi^- \Pi^+)$  составляет  $\sim 1,8-1,9$  ГэВ/с<sup>2</sup>.

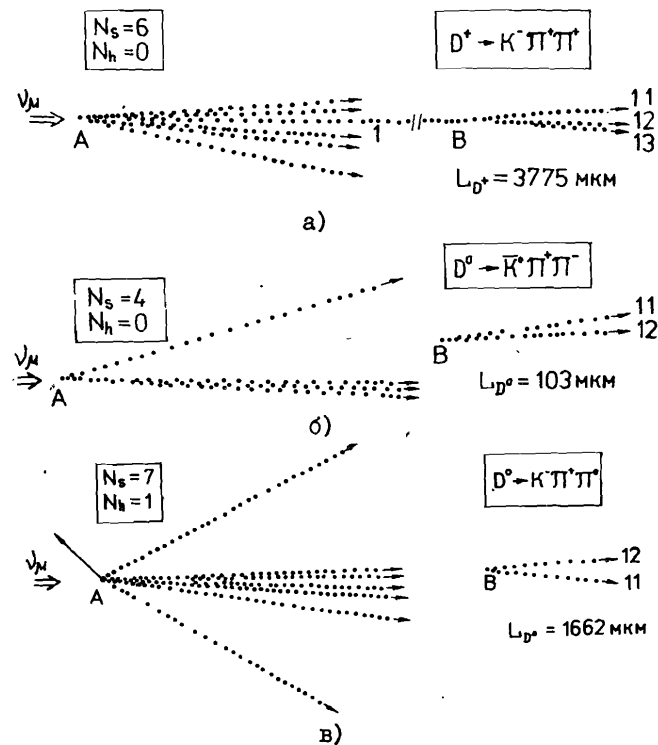


Рис. 3 Схематичное изображение событий с распадами очарованных мезонов:

- а)  $D^+ \rightarrow K^- \Pi^+ \Pi^+$
- б)  $D^0 \rightarrow K^- \Pi^+ \Pi^-$
- в)  $D^0 \rightarrow K^- \Pi^+ \Pi^0$

Для других комбинаций  $\Pi$  и  $K$  мезонов  $M(m_{II}, m_{I2}, m_{I3})$  больше  $2,3$  ГэВ/с<sup>2</sup>, а для гипотез распада бариона — больше  $3,2$  ГэВ/с<sup>2</sup>. На основе ионизационных измерений в фотоэмульсии и значений импульсов частиц, полученных в ПК, частица II наиболее вероятно является  $\Pi^+$ -мезоном, а частица I2 —  $K^-$ -мезоном. Импульс  $P_{I3}$  оценен из ионизационных измерений с учетом нижней границы, полученной в ПК, и составляет  $4,1 \pm 1,1$  ГэВ/с (при  $m_{I3} = m_{\pi}$ ).

Идентификация частиц и значение инвариантной массы указывают на возможную интерпретацию события как распад  $D^+ \rightarrow K^+ \pi^+ \pi^+$  или  $D_s^+ \rightarrow \pi^+ \pi^+ \pi^+$ . На основе кинематического 3-С фита данное событие однозначно интерпретируется как распад  $D^+ \rightarrow K^+ \pi^+ \pi^+$ . Значение импульса  $P_{I3}$ , полученное из баланса поперечного импульса, составляет  $6,6 \pm 2,2$  ГэВ/с. Это значение хорошо согласуется с нижней границей  $-P_{I3} > 2,9$  ГэВ/с - полученной в ПК и данными ионизационных измерений. Масса очарованного  $D^+$ -мезона равна  $1850 \pm 53$  МэВ/с<sup>2</sup>.

### 2.3. Распад $D^0 \rightarrow K^+ \pi^+ \pi^-$

В данном событии (рис. 3б) вершина первичного взаимодействия представляет собой "белую" четырехлучевую звезду. На расстоянии 103 мм от первичной вершины была зарегистрирована "белая" двухлучевая звезда. Оба трека I1 и I2 выходят из фотоэмульсии, пройдя  $\sim 3$  см, и зарегистрированы в ПК. Частицы I1 и I2 однозначно идентифицированы как  $\pi^+$  и  $\pi^-$ -мезоны.

Инвариантная масса  $\pi^+ \pi^-$ -системы составляет  $299 \pm 13$  МэВ/с<sup>2</sup>. Уровень достоверности гипотезы распада  $K_s^0 \rightarrow \pi^+ \pi^-$  пренебрежимо мал и равен  $3 \cdot 10^{-10}$ . В ПК дополнительно зарегистрирован распад  $K_s^0 \rightarrow \pi^+ \pi^-$ . Направление импульса  $K_s^0$ -мезона указывает на его принадлежность данному событию. Вероятной интерпретацией события является распад  $D^0 \rightarrow K^+ \pi^+ \pi^-$ . Инвариантная масса  $K^+ \pi^+ \pi^-$  системы равна  $1889 \pm 65$  МэВ/с<sup>2</sup>, что хорошо согласуется с массой очарованного  $D^0$ -мезона.

### 2.4. Распад $D^0 \rightarrow K^+ \pi^+ \pi^0$

Вершина первичного взаимодействия данного события (рис. 3в) представляет собой звезду с  $N_s = 7$ ,  $N_h = 1$ . На расстоянии 1662 мм от вершины первичного взаимодействия методом поиска по следу была найдена "белая" двухлучевая звезда. Оба трека I1 и I2, пройдя в эмульсии  $\sim 3,5$  см, выходят в ПК и измерены там. Отрицательно за-

ряженная частица идентифицирована как  $K^-$ -мезон, а положительно заряженная частица - I1 - наиболее вероятно, является  $\pi^+$ -мезоном.

Перпендикулярная составляющая  $P_1$  суммарного импульса двух частиц I1 и I2 относительно направления распавшейся частицы равна  $0,11 \pm 0,03$  ГэВ/с. Идентификация следа I2 как  $K^-$ -мезон, а также отличное от нуля значение поперечного импульса  $P_1$  исключают гипотезу распада  $K_s^0$ -мезона.

Наиболее вероятной интерпретацией данного события является распад  $D^0$ -мезона по каналу  $D^0 \rightarrow K^+ \pi^+ \pi^0$ . 0-С фит дает два решения. В первом случае требуется  $\pi^0$ -мезон с импульсом  $\sim 26$  ГэВ/с, вылетающий на направлению распавшегося  $D^0$ -мезона. Во втором случае импульс  $\pi^0$ -мезона составляет  $\sim 0,11$  ГэВ/с и вылетает в заднюю полусферу под углом, близким к прямому. В ПК отсутствуют  $e^+e^-$ -пары и выходящие из эмульсии  $e^+/e^-$  треки от конвертировавших  $\gamma$ -квантов распавшегося  $\pi^0$ -мезона. Это свидетельствует в пользу второго решения.

### Заключение

В работе представлен анализ четырех распадов очарованных частиц, зарегистрированных во взаимодействиях нейтрино с ядрами в фотоэмульсии. Поиск нейтринных взаимодействий и распадов нейтральных очарованных частиц в фотоэмульсии проводился методом поиска по следу. Изложенная в работе методика впервые применена для горизонтально облученных слоев фотоэмульсии.

Зарегистрированы слабые распады  $\Lambda_c^+$ -бариона,  $D^+$  и двух  $D^0$ -мезонов. Событие с распадом  $\Lambda_c^+$ -бариона интерпретируется как образование и распад очарованного барионного резонанса  $\Sigma_c^{*+}(2450)$  на  $\Lambda_c^+ \pi^+$ .

Масса  $\Sigma_c^{*+}(2450)$  равна  $2438 \pm 41$  МэВ/с<sup>2</sup>, а разность масс между  $\Sigma_c^{*+}(2450)$  и  $\Lambda_c^+$  составила  $160 \pm 3$  МэВ/с<sup>2</sup>.

Определены времена пролета до распада очарованных частиц, а также массы  $\Sigma_c^{*+}(2450)$ ,  $\Lambda_c^+$ -барионов и  $D^+$ ,  $D^0$ -мезонов. Зна-

чения масс и времен жизни очарованных частиц находятся в хорошем согласии с усредненными данными других экспериментов, приведенными в таблицах /II/ элементарных частиц.

#### Литература

1. Smart W. et al. Acta Phys. Fylon., 1986, B17, p. 41.
2. Ammar R. et al. Phys. Lett., 1980, B94, p. 118.
3. Бунятов С.А. и др. Сообщение ОИЯИ, 1982, ДИ-82-477, Дубна.
4. Аммар Р. и др. ЯФ, 1986, т.44, вып. 3(9), стр. 649.
5. Аммар Р. и др. Письма в ЖЭТФ, 1986, т.43, вып.9, стр. 401.
6. Usida N. et al. Nucl. Instr. and Meth., 1984, 224, p. 50.
7. Бедняков В.А., Бунятов С.А., Исаев П.С., Сообщение ОИЯИ, 1984, P2-84-820, Дубна.
8. De Rujula A., Georgy H., Glashow S.L. Phys. Rev., 1975, D12, 147.
9. Lee B.W., Quigg G., Rosner J. Phys. Rev., 1977, D15, p. 157.
10. Izatt D., Detar C., Stephenson M. Nucl. Phys. 1982, B199, p. 269.
11. Aguilar-Benitez M. et al. Phys. Lett., 1986, 170B. Review of Particle Properties.

Рукопись поступила в издательский отдел  
27 апреля 1987 года.

Батусов Ю.А. и др.

P1-87-308

Наблюдение распадов очарованных D-мезонов и  $\Sigma_c^{++}(2450)$  бариона, рожденных во взаимодействиях нейтрино с ядрами в фотоэмульсии

Представлены результаты поиска и анализа распадов очарованных частиц, рожденных во взаимодействиях нейтрино с ядрами в фотоэмульсии. Криогенно-чувствительная ядерная фотоэмульсия помещалась в 15-футовую пузырьковую камеру ФНАЛ и облучалась в нейтринном пучке с широким спектром энергий от 10 до 200 ГэВ. Рассмотрена методика поиска взаимодействий по следу в горизонтально облученных слоях фотоэмульсии с использованием системы целеуказаний. Зарегистрированы распады  $\Lambda_c^+$ -бариона,  $D^+$  и двух  $D^0$ -мезонов. Событие с распадом  $\Lambda_c^+$ -бариона интерпретируется как образование и распад очарованного барионного резонанса  $\Sigma_c^{++}(2450)$  на  $\Lambda_c^+ \pi^+$ .

Работа выполнена в Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1987

Перевод О.С. Виноградовой

Batusov Yu.A. et al.

P1-87-308

Observation of the Decays of Charmed D-Mesons and  $\Sigma_c^{++}(2450)$  Baryon Produced in Neutrino Emulsion Interactions

The results are presented on the experimental search and analysis of decays of charmed particles produced in neutrino-emulsion interactions. In the present experiment cryogenically sensitive BR2 emulsions were placed into Fermilab 15-foot bubble chamber and were exposed in the broad energy spectrum (10-200 GeV) neutrino beam. The method of the search for the interactions by using a track following technique in a horizontally exposed pellicles in hybrid experiments is considered. The decays of  $\Lambda_c^+$ -baryon,  $D^+$  and two  $D^0$ -mesons are found. The event with  $\Lambda_c^+$ -decay is interpreted as a production and decay of a charmed baryonic resonance  $\Sigma_c^{++}(2450)$  on  $\Lambda_c^+ \pi^+$ .

The investigation has been performed at the Laboratory of Nuclear Problems, JINR.

Preprint of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1987