

СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА

P1-86-373

В.М.Карнаухов, К.Кока,¹ А.Михул,² В.И.Мороз

РЕЗОНАНСЫ Σ^{\pm} (1385), K^{*0} (892)

В π^-p -ВЗАИМОДЕЙСТВИЯХ ПРИ 16 ГэВ/с

¹ Центральный институт физики, Бухарест

² Университет, Бухарест

1986

В работе проведен анализ спектров эффективных масс различных комбинаций Λ , K^+ , π^+ , π^- - частиц из четырехлучевых событий с Λ -гипероном в π^-p - взаимодействиях при 16 ГэВ/с.

Рассматривались два основных типа реакций со следующими конечными состояниями частиц:

$$\pi^- p \rightarrow \Lambda K^0 \pi^+ \pi^+ \pi^- \pi^- X^0, \quad (1)$$

$$\pi^- p \rightarrow \Lambda K^+ \pi^+ \pi^- \pi^- X^0, \quad (2)$$

где $X^0 = n \cdot \pi^0$ ($n=0, 1, 2, \dots$)^{*}.

В спектрах эффективных масс $\Lambda \pi^\pm$ и $K^+ \pi^-$ - систем зарегистрировано образование Σ^\pm (1385) и K^{*0} (892) -резонансов.

Рассмотрены три способа построения фоновых кривых для выделения этих резонансов. Получены сечения образования Σ^\pm (1385) и K^{*0} (892)-резонансов, приведены угловые распределения $\Lambda \pi^\pm$ и $K^+ \pi^-$ - событий, приходящихся на область резонансов.

Работа выполнена на базе экспериментального материала, полученного при облучении π^- -мезонами с импульсом 16 ГэВ/с двухметровой водородной пузырьковой камеры ЦЕРН. Для анализа реакций (1) и (2) было использовано ~ 125000 стереофотографий, на которых в четырехлучевых событиях $\pi^- p$ - взаимодействий было выделено 1120 событий с Λ -гиперонами. Основные методические особенности эксперимента, результаты обработки событий с ν^0 -частицами, идентификация ν^0 -частиц, анализ неоднозначно идентифицированных ν^0 , инклюзивные сечения Λ и другие данные о Λ -частицах представлены в предыдущих работах^{/I+3/}.

На рис. I показаны спектры масс $\Lambda \pi^\pm$, $K^+ \pi^-$ - систем из реакций (1) и (2). В области Σ^\pm (1385), K^{*0} (892) - резонансов наблюдаются четко выраженные пики. Анализ спектров проводился в предположении о том, что наблюдаемые пики обусловлены рождением резонансов, описываемых функцией Брейта-Вигнера:

$$BW(M) = \frac{M \Gamma_0}{(M^2 - M_0^2)^2 + M_0^2 \Gamma_0^2} \quad (3)$$

* В условиях этого эксперимента события с Λ -гиперонами не могли быть отделены от событий с Σ^0 .

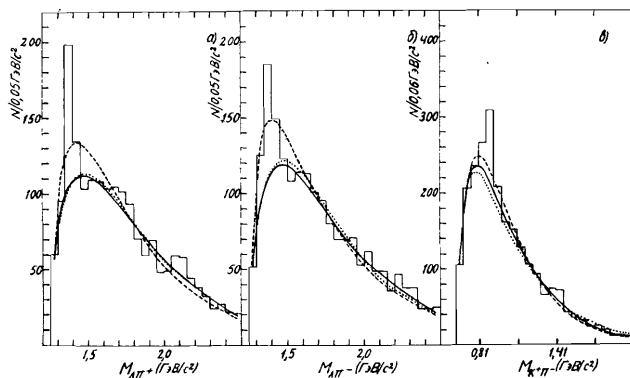


Рис.1. Спектры эффективных масс $\Lambda\pi^\pm$, $K^+\pi^-$ -частиц. Штриховые кривые - фон, полученный методом "перемешивания" $\Lambda(K^+)$ и $\pi^\pm(\pi^-)$ -частиц из разных событий эксперимента, пунктирные - фон, полученный моделированием каналов реакций. Сплошные кривые получены аппроксимацией полиномом экспериментальных спектров без резонансных областей.

где m_0 , Γ_0 - масса и ширина резонанса, соответственно. Экспериментальные распределения аппроксимировались нормированной функцией:

$$F(M) = [\alpha \cdot BW(M) + (1-\alpha) \cdot VG(M)] \cdot N \quad (4)$$

являющейся комбинацией фоновой кривой $VG(M)$ и резонанса $BW(M)$. Здесь N - количество событий в гистограмме, α - подбираемый вклад резонансов в процессах (1) и (2) с подбираемыми параметрами m_0 и Γ_0 .

При выборе фонового распределения проводился анализ трех способов расчета.

1. В первом способе фоновым распределением считалось распределение эффективных масс $\Lambda\pi^\pm(K^+\pi^-)$ -частиц, полученное методом "перемешивания" непосредственно из эксперимента^{4,5/}, когда $\Lambda(K^+)$ берется из одного события, а $\pi^\pm(\pi^-)$ - мезон из другого события с Λ - гипероном. Найденные таким способом распределения нормировались на экспериментальные спектры эффективных масс $\Lambda\pi^\pm(K^+\pi^-)$ -частиц за исключением областей (1,35+1,45) $\text{ГэВ}/c^2$ для $\Lambda\pi^+$, (1,3+1,45) $\text{ГэВ}/c^2$ для $\Lambda\pi^-$, (0,81+0,99) $\text{ГэВ}/c^2$ для $K^+\pi^-$ -систем,

в которых наблюдаются пики резонансов. В этом методе получения фонового распределения нет корреляций между частицами из одного события, но есть существенный недостаток - не выполняются законы сохранения энергии и импульса. Действительно, из рис.1а, 1б видно, что кривые не описывают эксперимента вне резонансной области $\Lambda\pi^\pm$ -систем, в области (1,3 + 1,6) $\text{ГэВ}/c^2$ они сильно завышены. Их использование при расчете сечений резонансов приведет к искажению физических результатов.

2. При втором способе фоновые распределения были построены моделированием каналов реакций (1) и (2) с учетом экспериментальных угловых и импульсных распределений и суммированием парциальных фоновых кривых с весами, рассчитанными по статистической теории множественного рождения частиц^{6+9/}. В программу генерации событий FOWL, для того чтобы эмпирически учесть матричный элемент процесса, были введены экспериментальные угловые распределения вторичных частиц и ограничения по поперечным импульсам, которые наблюдались в реальном эксперименте. Для всех возможных каналов реакций (1) и (2) были получены отдельные фоновые кривые, входящие со своим весом в суммарное фоновое распределение. Детали расчета приведены в^{10/}. На рис.1 показаны фоновые кривые, полученные этим способом и нормированные на экспериментальные распределения за исключением областей резонансов, указанных ранее. Видно, что они лучше, чем кривые, полученные способом "перемешивания", описывают эксперимент вне резонансной области. Оценка соответствия кривых эксперименту методом χ^2 показала, что в области (1,3 + 1,6) $\text{ГэВ}/c^2$, за исключением резонансных пиков, усредненный по интервалам χ^2 для спектров $\Lambda\pi^+(\Lambda\pi^-)$ -частиц равен в случае кривых первого способа 3,46(2,65), в случае кривых второго способа 0,36(0,46). Следует заметить, что второй способ построения фоновых кривых требует относительно большего объема вычислений.

3. Третий способ построения фоновых кривых использовал описание экспериментальных спектров, исключая области резонансов, полиномом вида $(M-M_T)^{A_4} \sum_{i=0}^3 A_i M^i$, где M_T - сумма масс частиц системы, A_i - подбираемые методом наименьших квадратов параметры. Полученные этим способом (3а) фоновые кривые мало отличаются от кривых, полученных вторым способом.

Модификацией способа(3а) является аппроксимация экспериментальных распределений, включая резонансные области, функцией (4) с одновременным подбором параметров функции $BW(M)$ и коэффициентов в полиноме, описывающем фоновое распределение (способ 3б).

Как отмечено выше, определение сечений образования резонансов требует вычисления величины α при аппроксимации экспериментального распределения функцией $F(\theta)$. Такая аппроксимация функцией (4) была проведена с использованием полученных ранее фоновых кривых. Из-за ограниченной статистики при аппроксимации спектра $K^{\pm 0}$ -частиц ширина $K^{\pm 0}(892)$ -резонанса была зафиксирована равной $0,051 \text{ ГэВ}/c^2$. В таблице I показаны результаты параметризации экспериментальных спектров масс $\Lambda\pi^+$, $\Lambda\pi^-$, $K^+\pi^-$ -систем с использованием описанных выше способов расчета фоновых кривых. Приведены рассчитанные сечения образования резонансов. Видно, что результаты, полученные последними двумя способами, согласуются друг с другом в пределах ошибок. Первый метод построения фоновых кривых (метод "перемешивания" частиц из разных событий) сильно занижает ширины резонансов. Учитывая также, что при этом плохо описывается фон в нерезонансной области, значения сечений, полученных этим способом, нужно считать менее достоверными.

Таблица I

резонанс	Способ расчета фона	M_0 (ГэВ/ c^2)	Γ_0 (ГэВ/ c^2)	$\langle \chi^2 \rangle$	σ (мкб)
$\Sigma^+(1385)$	I	$1,376 \pm 0,002$	$0,019 \pm 0,009$	1,283	33 ± 8
	2	$1,376 \pm 0,003$	$0,039 \pm 0,013$	1,289	45 ± 10
	3а	$1,376 \pm 0,002$	$0,030 \pm 0,015$	1,265	47 ± 10
	3б	$1,376 \pm 0,003$	$0,029 \pm 0,009$	1,211	47 ± 11
$\Sigma^-(1385)$	I	$1,381 \pm 0,005$	$0,020 \pm 0,009$	1,013	20 ± 7
	2	$1,382 \pm 0,006$	$0,059 \pm 0,016$	1,100	55 ± 12
	3а	$1,382 \pm 0,006$	$0,064 \pm 0,017$	0,999	60 ± 12
	3б	$1,380 \pm 0,006$	$0,065 \pm 0,021$	0,867	65 ± 13
$K^{\pm 0}(892)$	I	$0,907 \pm 0,007$	0,051	1,034	48 ± 11
	2	$0,907 \pm 0,004$	0,051	1,222	73 ± 12
	3а	$0,907 \pm 0,006$	0,051	0,931	59 ± 11
	3б	$0,906 \pm 0,005$	0,051	1,044	61 ± 12

Поправка к сечению образования $\Sigma^{\pm}(1385)$ на моды распада $\Sigma\pi$ (12% от полного сечения образования $\Sigma^{\pm}(1385)$), так же, как и

в работах /I2+I4/, не вводилась, поскольку неизвестно соотношение между модами распада $\Sigma^{\pm}\pi^0$ и $\Sigma^0\pi^{\pm}$, а события $\Sigma^0\pi^{\pm}$ вошли в распределения эффективных масс $\Lambda\pi^{\pm}$. Доля Λ -гиперонов, образующихся в результате распада $\Sigma^+(1385)$ и $\Sigma^-(1385)$ -резонансов, составляет, соответственно: $(13 \pm 3)\%$ и $(16 \pm 3)\%$.

Для получения угловых распределений резонансов, свободных от нерезонансного фона, был использован следующий метод. Из распределения по $\cos \theta$ в С.Ц.М. $\pi\pi$ -взаимодействий для событий, лежащих в резонансной области масс, были вычтены распределения событий, лежащих в соседних массовых областях (в двух боковых бинах слева и справа от резонансной области), отнормированные на число фоновых событий в резонансной области. На рис.2 штриховой линией показаны угловые распределения $\Lambda\pi^{\pm}$, $K^+\pi^-$ -событий, попадающих в области $\Sigma^{\pm}(1385)$, $K^{\pm 0}(892)$ -резонансов в С.Ц.М. $\pi\pi$ -взаимодействий. Сплошной линией показаны угловые распределения "резонансных" событий, оставшихся после вычитания нерезонансного фона. Пунктирной линией для сравнения показан нерезонансный фон, нормированный

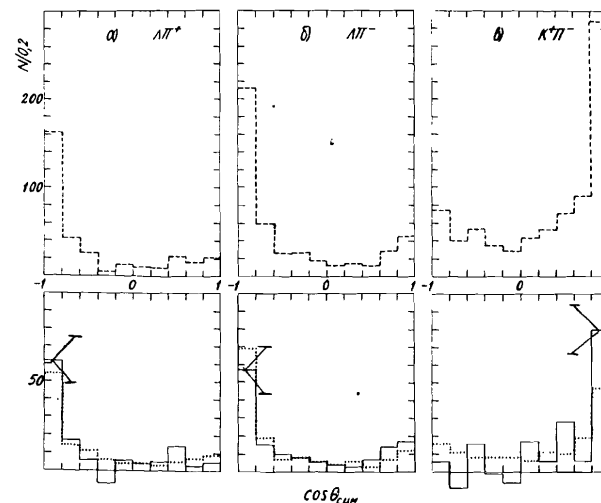


Рис.2. Угловые распределения $\Lambda\pi^{\pm}$, $K^+\pi^-$ -событий в С.Ц.М.

$\pi\pi$ -взаимодействий. Штриховые линии - события, попадающие в резонансные области. Сплошные линии - "резонансные" события, оставшиеся после вычитания нерезонансного фона. Пунктирные линии - нерезонансный фон, нормированный на число "резонансных" событий.

ный на число "резонансных" событий. Большая часть $\Sigma^{\pm}(1385)$ направлена в заднюю полусферу π^-p -взаимодействий, $K^{*0}(892)$ - в переднюю. В таблице 2 представлены параметры асимметрии $\Sigma^{\pm}(1385)$, $K^{*0}(892)$ -резонансов и, для сравнения, Λ -гиперонов в четырехлучевых событиях; $\alpha = \frac{f-b}{f+b}$, где $f(b)$ - количество событий в передней (задней) полусфере.

Таблица 2

Частица	$\Sigma^+(1385)$	$\Sigma^-(1385)$	$K^{*0}(892)$	Λ
α	$-0,461 \pm 0,162$	$-0,362 \pm 0,230$	$0,916 \pm 0,288$	$-0,620 \pm 0,030$

Заключение

При изучении $\Sigma^{\pm}(1385)$, $K^{*0}(892)$ -резонансов в четырехлучевых событиях с Λ -гипероном в π^-p -взаимодействиях при 16 ГэВ/с получены следующие результаты.

1. Величины сечений образования $\Sigma^{\pm}(1385)$, $K^{*0}(892)$ равны:

$$\sigma_{\Sigma^+(1385)} = (47 \pm 10) \text{ мкб},$$

$$\sigma_{\Sigma^-(1385)} = (60 \pm 12) \text{ мкб},$$

$$\sigma_{K^{*0}(892)} = (59 \pm 11) \text{ мкб}.$$

Доля Λ -гиперонов, образующихся в результате распада $\Sigma^{\pm}(1385)$ и $\Sigma^-(1385)$ - резонансов, составляет соответственно: $(13 \pm 3)\%$ и $(16 \pm 3)\%$.

2. Большей частью $\Sigma^{\pm}(1385)$ -резонансные события, так же как и Λ -частицы, направлены в заднюю полусферу С.Ц.М. π^-p -взаимодействий, $K^{*0}(892)$ - в переднюю.

3. Использование при расчете сечений фоновых кривых, построенных методом "перемешивания" частиц из разных событий, искажает значения сечений $\Sigma^{\pm}(1385)$, $K^{*0}(892)$ -резонансов. Сечения, полученные с помощью других рассмотренных методов построения фоновых кривых, в пределах ошибок совпадают.

Авторы благодарят ЦЕРН за предоставленную возможность работать с фотоснимками облучения π^- -мезонами при 16 ГэВ/с двухметре-

вой водородной пузырьковой камеры. Авторы благодарны В.С.Барашенкову за полезные обсуждения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Баля Е. и др., ОИЯИ, I-7140, Дубна, 1973.
2. Баля Е. и др., ОИЯИ, I-8138, Дубна, 1974.
3. Valea E. et al., Nucl. Phys., B163, p.21, 1980.
4. Аммосов В.В. и др., ЯФ, т.24, вып. I, с.59, 1976.
5. Кладницкая Е.Н. и др., ОИЯИ, P1-82-569, Дубна, 1982.
6. Померанчук И., Доклады АН СССР, т.78, № 5, с.889, 1951.
7. Бельский С.З. и др., УФН, т.62, вып.2, с.1, 1957.
8. Shapiro J., Nuovo Cim., v.18, No1, p.40, 1960.
9. Барашенков В.С., Зиновьев Г.М. ОИЯИ, P2-3879, Дубна, 1968.
10. Карнаухов В.М., ОИЯИ, B1-I-86-372, Дубна, 1986.
11. Particle Data Group, Phys. Let., v.111B, 1982.
12. Алешин Ю.Д. и др., ЯФ, т.24, вып. I, с. III, 1976.
13. Sugahara R. et al., Nucl. Phys., B156, p.237, 1979.
14. Barreiro F. et al., Phys. Rev., D17, p.669, 1978.

Рукопись поступила в издательский отдел
12 июня 1986 года.

НЕТ ЛИ ПРОБЕЛОВ В ВАШЕЙ БИБЛИОТЕКЕ?

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

D2-82-568	Труды совещания по исследованиям в области релятивистской ядерной физики. Дубна, 1982.	1 р. 75 к.
D9-82-664	Труды совещания по коллективным методам ускорения. Дубна, 1982.	3 р. 30 к.
D3,4-82-704	Труды IV Международной школы по нейтронной физике. Дубна, 1982.	5 р. 00 к.
D11-83-511	Труды совещания по системам и методам аналитических вычислений на ЭВМ и их применению в теоретической физике. Дубна, 1982.	2 р. 50 к.
D7-83-644	Труды Международной школы-семинара по физике тяжелых ионов. Алушта, 1983.	6 р. 55 к.
D2,13-83-689	Труды рабочего совещания по проблемам излучения и детектирования гравитационных волн. Дубна, 1983.	2 р. 00 к.
D13-84-63	Труды XI Международного симпозиума по ядерной электронике. Братислава, Чехословакия, 1983.	4 р. 50 к.
D2-84-366	Труды 7 Международного совещания по проблемам квантовой теории поля. Алушта, 1984.	4 р. 30 к.
D1,2-84-599	Труды VII Международного семинара по проблемам физики высоких энергий. Дубна, 1984.	5 р. 50 к.
D17-84-850	Труды III Международного симпозиума по избранным проблемам статистической механики. Дубна, 1984. /2 тома/	7 р. 75 к.
D10,11-84-818	Труды V Международного совещания по проблемам математического моделирования, программированию и математическим методам решения физических задач. Дубна, 1983.	3 р. 50 к.
	Труды IX Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц. Дубна, 1984 /2 тома/	13 р. 50 к.
D4-85-851	Труды Международной школы по структуре ядра, Алушта, 1985.	3 р. 75 к.
D11-85-791	Труды Международного совещания по аналитическим вычислениям на ЭВМ и их применению в теоретической физике. Дубна, 1985.	4 р.
D13-85-793	Труды XII Международного симпозиума по ядерной электронике. Дубна 1985.	4 р. 80 к.

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

Карнаухов В.М. и др.
Резонансы $\Sigma^{\pm}/1385/$, $K^{*0}/892/$
в π^-p -взаимодействиях при 16 ГэВ/с

P1-86-373

Определены величины сечений образования $\Sigma^+/1385/$, $\Sigma^-/1385/$, $K^{*0}/892/$ -резонансов в четырехлучевых событиях с Λ -гипероном в π^-p -взаимодействиях при 16 ГэВ/с: $\sigma_{\Sigma^+(1385)} = /47 \pm 10/$ мкб, $\sigma_{\Sigma^-(1385)} = /60 \pm 12/$ мкб, $\sigma_{K^{*0}(892)} = /59 \pm 11/$ мкб, Λ -частицы, образующиеся в результате распада $\Sigma^+/1385/$ и $\Sigma^-/1385/$ -резонансов, составляют $/13 \pm 3/\%$ и $/16 \pm 3/\%$, соответственно, от всех Λ -гиперонов. Проведено сравнение фоновых кривых для выделения резонансов, построенных различными методами.

Работа выполнена в Лаборатории вычислительной техники и автоматизации ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1986

Перевод О.С.Виноградовой

Karnaikhov V.M. et al
 $\Sigma^{\pm}/1385/$, $K^{*0}/892/$ Resonances
in π^-p -Interactions at 16 GeV/c

P1-86-373

The $\Sigma^{\pm}/1385/$ and $K^{*0}/892/$ cross section from four-prong events with Λ -hyperon in π^-p -interactions at 16 GeV/c are presented: $\sigma_{\Sigma^+(1385)} = /47 \pm 10/$ mb, $\sigma_{\Sigma^-(1385)} = /60 \pm 12/$ mb, $\sigma_{K^{*0}(892)} = /59 \pm 11/$ mb. Λ -particles produced as a result of the $\Sigma^+/1385/$, $\Sigma^-/1385/$ decay form $(13 \pm 3)\%$ and $(16 \pm 3)\%$ from total Λ -hyperons, respectively. Different background distributions were compared in order to obtain a better approximation of the resonances.

The investigation has been performed at the Laboratory of Computing Techniques and Automation, JINR.

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1986