

Кульчицкий Ю. А. и др.

Б1-83-137



ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

СЗ44.1к

К-906

2384/83

Б1-1-83-137

ДЕПОНИРОВАННАЯ ПУБЛИКАЦИЯ

Дубна 1983 .

ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Лаборатория ядерных проблем

СЗЧ.1к

К-906

Б1-1-83-137

Ю.А.Кульчицкий¹, В.М.Маниев², И.А.Минашвили³, Л.Г.Мороз¹,
В.Г.Одинцов, В.И.Юрков¹

О РАЗРЕШАЮЩИХ СПОСОБНОСТЯХ СПЕКТРОМЕТРА ВТОРИЧНЫХ ЧАСТИЦ
УСТАНОВКИ ГИПЕРОН

05 03 83

Дубна, 1983 г.

¹ Институт физики АН БССР, г. Минск

² Институт физики АН Аз.ССР, г. Баку

³ Институт физики высоких энергий ТГУ, г. Тбилиси

I. Введение

Работа посвящена оценке разрешающих возможностей спектрометра ГИПЕРОН /1/. Исходной информацией служили данные, полученные в декабре 1980 г. Использовался триггер, выбирающий события с не менее чем двумя заряженными частицами, проходящими через спектрометрическую часть установки. Задача обработки информации, записанной на магнитные ленты, состояла в получении распределений по эффективной массе двух заряженных частиц и выявление в них K_S^0 мезонов и K^{*0} (892), Δ (1232) резонансов. Сравнение параметров зарегистрированных резонансов с табличными значениями позволило определить точностные характеристики спектрометра.

II. Описание установки

Подробная конфигурация установки приведена на рис. I. В пучковой части спектрометра находились четыре черенковских счетчика $\check{C}_1 - \check{C}_4$ и четыре сцинтилляционных счетчика $S_1 - S_4$. Сцинтилляционные счетчики давали информацию о прохождении пучковой частицы. При помощи черенковских счетчиков выделялся тип пучковой частицы: Π^+ : K^+ , р. Бериллиевая мишень (Т) диаметром 15 см и длиной 10 см ($\rho = 1,848 \text{ г/см}^3$) находилась в 3,5 метрах от центра магнита МС-12. Система координат установки - правовинтовая. Пучок проходил вдоль оси Z . Центр системы координат совмещен с центром магнита МС-12. Ось X направлена вертикально, а ось Y - горизонтально. Напряженность магнитного поля МС-12 равнялась 8,9 килогауссам /2/.

Для регистрации треков заряженных частиц использовались блоки искровых проволочных камер (ИПК). Проволочки в x-камерах

при I ама. В спектрометрической части два заряженных адрона выделялись по формуле $L_1 L_2 \cdot (L_1 + L_2) \cdot (L_3 + L_4) \cdot \Gamma_8$. Для выделения двух "не П-мезонов" применялись два \check{C}_{III} , включенные в антисовпадение.

IV. Результаты геометрической обработки событий

При геометрической реконструкции событий использовался "офф-лайн триггер" (его блок-схема приведена на рисунке 2). Запись события на ленту суммарных результатов (ДСТ) происходила в том случае, когда оно удовлетворяло следующим четырем условиям "офф-лайн триггера":

1. Число треков в X-блоке больше одного. Каждый трек определен не менее, чем по 3-м плоскостям из 5 плоскостей этого блока.

2. Число треков в IY-блоке больше одного. Каждый трек определен не менее, чем по 3-м плоскостям из 6 плоскостей этого блока.

3. Число треков в 2Y-блоке больше одного. Каждый трек определен не менее чем по 4-ем плоскостям из 9 плоскостей этого блока.

4. Треки в IY- и 2Y-блоках должны быть "сшиты" в MC-I2. Причем число треков в этих блоках равно двум и они имеют противоположные углы отклонения в магнитном поле.

"Офф-лайн триггер" был организован так, что реконструкция события продолжалась только при последовательном выполнении каждого из его условий.

Результаты работы программы геометрической реконструкции события приведены в таблицах 2 и 3. В первой из них показано, какой процент от всего количества событий на магнитной ленте теряется и какой проходит каждое из трех первых условий "офф-лайн триггера". Из анализа этой таблицы видно:

а) наибольшие потери происходят на X-блоке. Число событий с одним треком или без треков составляло в среднем $\approx 50\%$;

б) на блоке IY потери относительно малы. Число событий с одним треком или без треков составляло в среднем $\approx 4\%$;

в) на блоке 2Y потери несколько больше. Число событий с одним треком или без треков составляли в среднем $\approx 10\%$.

Следовательно, в среднем $\approx 36\%$ событий удовлетворяло условиям I-3 "офф-лайн триггера". Отобранные на этом этапе события имели топологию X: $n_{ch} \geq 2$; IY: $n_{ch} \geq 2$; 2Y: $n_{ch} \geq 2$. Причем, пучковые треки были исключены. Четвертое условие "офф-лайн триггера" требовало выбора событий с топологией X: $n_{ch} \geq 2$; IY: $n_{ch} = 2(+,-)$; 2Y: $n_{ch} = 2(+,-)$.

Два трека $y_1 = a_1 z + b_1$ и $y_2 = a_2 z + b_2$ из блоков IY и 2Y считались "сшившимися" в центре MC-I2 ($z = 0$), если $|b_1 - b_2| < 2,5$ см. Из событий, прошедших I-3 условия "офф-лайн триггера", последний критерий не проходит $\approx 3,5\%$ (или I,3% по отношению к полному числу событий на магнитной ленте). Результаты, полученные при применении этого критерия, приведены в таблице 3. Видно, что топологии X: $n_{ch} \geq 2$; IY: $n_{ch} = 1$; 2Y: $n_{ch} = 1$ и X: $n_{ch} \geq 2$; IY: $n_{ch} > 2$; 2Y: $n_{ch} > 2$ встречаются примерно в 15% (от общего числа событий на МЛ) для каждого из триггеров.

Для нахождения соответствия X- и Y-проекций треков использовались две повернутые ИПК. Коридор "сшивки" на повернутых камерах выбирался равным ± 2 мм. Около 80% событий, прошедших "офф-лайн триггер", имело однозначное соответствие X- и Y-проекций треков. Остальные 20% так же вошли в DST как двузначные события. Среднее время обработки одного события I,4 секунды. Время обработки зависит от типа триггера. Для триггера $K^+ \rightarrow 2\bar{K}$

среднее время равно 2,1 секунды/событие. Для триггеров $K^+ \rightarrow 2h$, $\pi^+ \rightarrow 2h$ и $p \rightarrow 2\bar{\pi}$ среднее время равно 0,9 сек/событие.

У. Обработка DST

Для обработки DST создана программа, которая строит распределения по эффективной массе двух заряженных частиц в гипотезах $(\pi^+ \pi^-)$, $(K^+ \pi^-)$, $(p \pi^-)$, $(K^+ K^-)$, $(p K^-)$. В гистограмму попадают события, удовлетворяющие двум критериям, накладываемым на предполагаемую "точку распада" резонанса*.

Первый критерий требует, чтобы минимальное расстояние между прямыми было меньше заранее выбранного числа Δ_d .

Второй критерий требует, чтобы ошибка в определении Z_d не превышала ΔZ_d . Для K_S^0 мезона она выбирается равной 30 мм, а для K^{*0} и $\Delta(1232)$ - равной 80 мм.

Импульс вторичной частицы находится по углу ее отклонения в магнитном поле спектрометрического магнита.

Число событий с обоими найденными импульсами составляют примерно 30% от полного количества событий в DST (таблица I). В остальных случаях хотя бы одна из вторичных частиц пролетала через область неоднородного магнитного поля. Импульс таких частиц не находился.

УІ. K_S^0 - мезон

Для построения гистограммы эффективной массы в гипотезе $(\pi^+ \pi^-)$ использовалась информация с триггером $K^+ \rightarrow 2h$. Из обработанных 35 тысяч триггерных событий в DST вошло около 6000.

* "Точка распада" ищется как координата (X_d, Y_d, Z_d) середины минимального расстояния между двумя прямыми в пространстве.

Для выявления пика K^0_S проводился выбор событий с Z_d из области от 3470 мм до 2800 мм. Это позволило избавиться от очень большого фона, идущего из мишени (-3630; -3530). Выбранные по Z_d события обрабатывались при различных значениях Δ_d и ΔZ_d . Оказалось, что $\Delta Z_d = 30$ мм максимально обрезает фон, не изменяя распределения в районе массы K^0_S . Пик K^0_S -мезона имел ширину на полувысоте равную 6 МэВ и среднее значение массы 496,4 МэВ (рис. 3). Полученное среднее значение массы меньше табличного на 1,3 МэВ. Отличие можно объяснить неточным определением напряженности магнитного поля МС-12. Суммарное число однозначных и двузначных событий в пике изменялось от 99 до 72 (при изменении Δ_d от 5 мм до 1 мм). Средняя ошибка в определении эффективной массы $\approx 2,6$ МэВ. Импульс K^0_S изменялся от 6 ГэВ/с до 11,5 ГэВ/с. Угол разлета Π^+ и Π^- из K^0_S изменялся от 0,07 до 0,12 радиан.

УП. K^{*0} (892) мезон

Для построения распределения по эффективной массе в гипотезе ($K^+\Pi^-$) использовались события с триггером $K^+ \rightarrow 2h$, $\Pi^+ \rightarrow 2h$ и $K^+ \rightarrow 2\bar{\Pi}$. Всего на МЛ содержалось 100 тыс. событий. В ДСТ вошло 10 тысяч, из них в гистограмму ≈ 1200 штук. Для устранения фона Z_d выбирались из области от -3620 мм до 3500 мм. При этом в пик K^{*0} попало ≈ 300 событий. (рис.4). Пик K^{*0} -мезона имел ширину на полувысоте равную 50 МэВ и среднее значение эффективной массы 897 МэВ. Импульс изменяется от 5 до 11,5 ГэВ/с. Угол разлета K^+ и Π^- из K^{*0} от 0,025 до 0,14 рад. В среднем импульс Π^- больше импульса K^+ на 2,5 ГэВ/с.

УШ. Δ (I232)

После обработки магнитной ленты с триггером $p \rightarrow 2\bar{p}$ в DST вошло около 800 штук. Из них 180 вошли в гистограмму эффективной массы в гипотезе (P П). События были выбраны из области: $-3620 \text{ мм} < Z_d < -3510 \text{ мм}$.

Пик Δ (I232) имеет высоту ≈ 30 событий и ширину на полувысоте ≈ 120 МэВ. Максимум находится в интервале от 1220 до 1250 МэВ. Средняя ошибка в эффективной массе ≈ 2 МэВ.

Заключение

Из полученных распределений видно, что спектрометр вторичных частиц установки ГИПЕРОН обладает точностными характеристиками достаточными для решения основной задачи исследования: изучения гиперзарядовообменных реакций.

В заключение авторы считают своим приятным долгом подблагодарить Ю.А.Будагова, В.Б.Флягина, В.М.Кутьина и А.А.Богуша за постоянный интерес к работе и ряд ценных советов, С.А.Акименко, В.Б.Виноградова, А.С.Курилина, Н.А.Русаковича за плодотворные обсуждения, Л.А.Пермякову за помощь в работе.

Визориз

Курилин

Мит

Мор

Минаш

Визориз

Подписи к рисункам и таблицам

Рис. 1. Конфигурация установки ГИПЕРОН в декабре 1980 г.

Рис. 2. Схема "офф-лайн триггера" программы геометрической реконструкции многотрековых событий.

Рис. 3. Спектр эффективной массы в системе ($\Pi^+ \Pi^-$).

Рис. 4. Спектр эффективной массы в системе ($K^+ \Pi^-$).

Табл.1. Суммарное описание обработанной информации.

Табл.2. Результаты работы программы геометрической реконструкции двухтрековых событий.

Табл. 3. Выполнение критериев "сшивки".

Литература

1. С.А.Акименко и др. Препринт ОИЯИ, І-8948, Дубна, 1975.
2. С.А.Акименко и др. Препринт ОИЯИ, РІЗ-80-І55, Дубна, 1980.

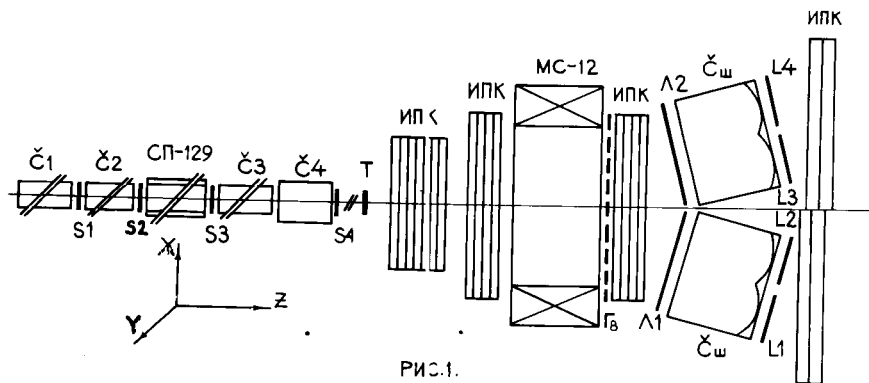


РИС.1.

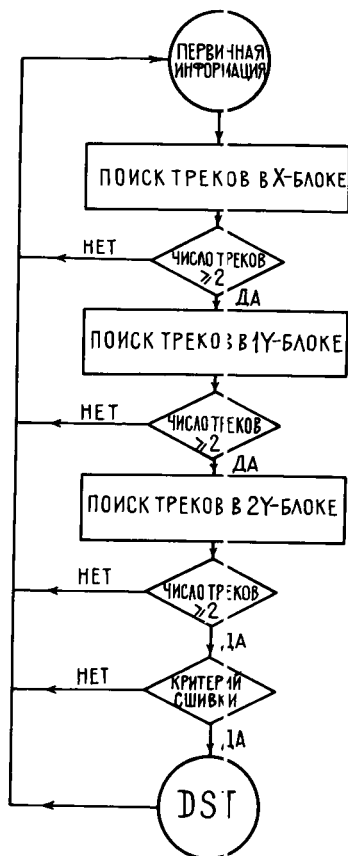


РИС.2.

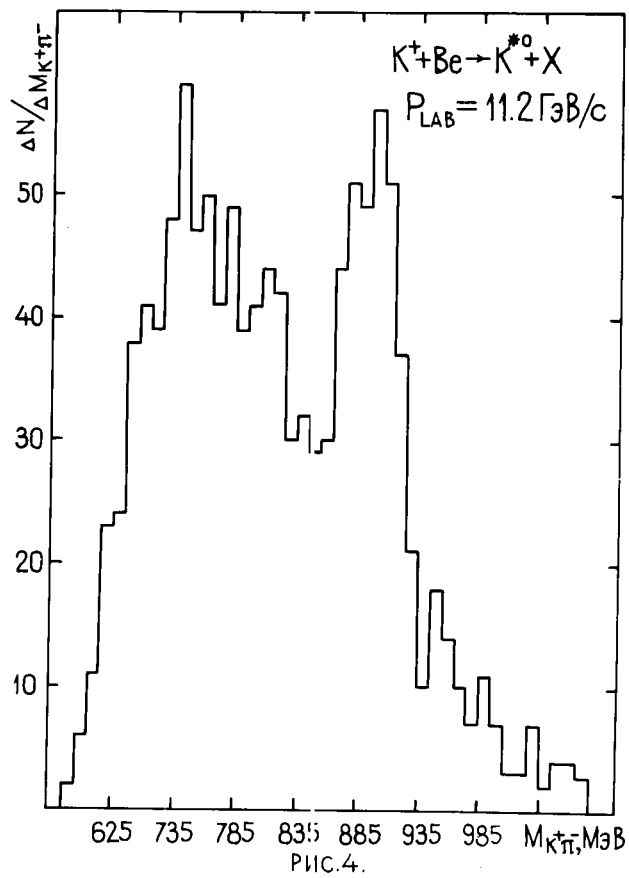
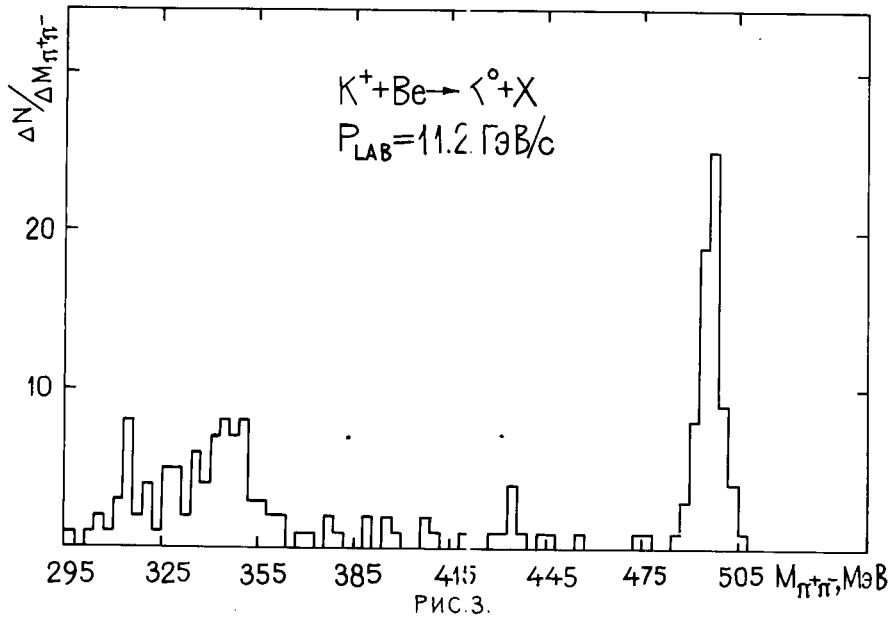


ТАБЛИЦА 1

№ МЛ	ФОРМУЛА ТРИГГЕРА	КОЛИЧ-ВО СОБЫТИЙ (Г/С)	ВРЕМЯ ОБРАБОТКИ (Ч.ИИ)	ВОШЛО В DST (%)	ВОССТАНОВЛЕННЫ ИМПУЛЬСЫ (%)	ПРИМЕНЕНИЕ
1	$K^+ \rightarrow 2 \text{АДРОНА}$ $M_k: A_1 A_2 (L_1 + L_2) (L_3 + L_4) \Gamma_8^2$	11.7	130	15.3	4.0	K^0, K^{*0}
2		12.5	160	15.4	4.2	K^0, K^{*0}
3		11.7	180	15.2	3.8	K^0, K^{*0}
4	$K^+ \rightarrow 2 \bar{\pi}$ $M_k: A_1 A_2 (L_1 + L_2) (L_3 + L_4) \Gamma_8^2 \bar{C}_w$	11.7	370	15.8	2.7	K^{*0}, Φ
5		11.6	500	15.7	3.3	K^{*0}, Φ
6		11.8	480	14.6	2.5	K^{*0}, Φ
7		11.5	275	11.4	2.0	K^{*0}, Φ
8	$\pi^+ \rightarrow 2 \text{АДРОНА}$ $M_k: A_1 A_2 (L_1 + L_2) (L_3 + L_4) \Gamma_8^2$	11.7	155	5.1	1.8	K^{*0}
9		11.7	190	5.3	1.5	K^{*0}
10	$P \rightarrow 2 \bar{\pi}$ $M_k: A_1 A_2 (L_1 + L_2) (L_3 + L_4) \Gamma_8^2 \bar{C}_w$	11.5	230	6.2	2.0	$\Delta(1232)$

ТАБЛИЦА 2

№ МЛ	БЛОК X		БЛОК 1Y		БЛОК 2Y	
	≤1ТРЕКА (%)	≥2ТРЕКОВ (%)	≤1ТРЕКА (%)	≥2ТРЕКОВ (%)	≤1ТРЕКА (%)	≥2ТРЕКОВ (%)
1	51.3	48.7	2.7	46.0	11.1	34.9
2	51.2	48.8	3.5	45.3	10.1	35.2
3	49.8	50.2	2.1	48.1	9.4	38.7
4	36.3	63.7	5.4	58.3	12.2	46.1
5	34.3	65.7	4.1	61.8	12.0	49.8
6	35.6	64.4	6.4	58.0	11.5	46.5
7	36.7	63.3	8.3	55.0	13.3	41.7
8	60.2	39.8	6.2	33.6	15.0	18.6
9	59.1	40.9	5.0	35.9	15.9	20.0
10	42.4	57.6	6.0	51.6	15.6	36.0

ТАБЛИЦА 3

№ МЛ	ПРОШЛИ ГЕОМЕТР. ОБРАБОТКУ (%)	КРИТЕРИЙ СШИВКИ В МС-12		КРИТЕРИЙ СШИВКИ НА ПОВЕРНУТЫХ ИЛК	
		НЕ ПРОШЛО СШИВКУ (%)	ВОШЛО В DST (%)	НЕОДНОЗН. В DST (%)	ОДНОЗНАЧН. В DST (%)
1	34.9	19.6	15.3	3.5	11.8
2	35.2	19.8	15.4	4.0	11.4
3	38.7	23.5	15.2	3.7	11.5
4	46.1	30.3	15.8	4.2	11.6
5	49.8	33.1	15.7	4.5	11.2
6	46.5	31.9	14.6	3.5	11.1
7	41.7	30.3	11.4	3.3	8.1
8	18.6	13.5	5.1	1.3	3.8
9	20.0	14.7	5.3	1.4	3.9
10	36.0	29.8	6.2	1.9	4.3