

Б-289

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА



1840/2-78

24/11-78

1 - 11194

Б.В.Батюня, И.В.Богуславский, А.Г.Занкина

МЕТОДИКА ОБРАБОТКИ СОБЫТИЙ
С ОБРАЗОВАНИЕМ СТРАННЫХ ЧАСТИЦ
И ГАММА-КВАНТОВ
В $\bar{p}p$ -ВЗАИМОДЕЙСТВИЯХ ПРИ 22,4 ГэВ/с

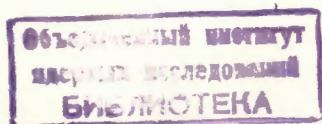
1978

1 - 11194

Б.В.Батюня, И.В.Богуславский, А.Г.Заикина

МЕТОДИКА ОБРАБОТКИ СОБЫТИЙ
С ОБРАЗОВАНИЕМ СТРАННЫХ ЧАСТИЦ
И ГАММА-КВАНТОВ

В $\bar{p}p$ -ВЗАИМОДЕЙСТВИЯХ ПРИ 22,4 ГэВ/с



Батюня Б.В., Богуславский И.В., Заикина А.Г.

1 - 11194

Методика обработки событий с образованием странных частиц и гамма-квантов в $\bar{p}p$ -взаимодействиях при 22,4 ГэВ/с

Двухметровая водородная камера ОИЯИ облучена антипротонами с импульсом 22,4 ГэВ/с. Рассмотрена методика отбора, измерения и обсчета событий с образованием странных частиц и гамма-квантов. Описана методика введения весов, разделения неоднозначно определенных $V^0(\gamma)$ -частиц, компоновки ленты суммарных результатов. Средние веса для различных типов нейтральных частиц равны: для γ - 25,5; для K^0 - 2,0; для Λ - 2,06; для $\bar{\Lambda}$ - 2,84.

Удалось разделить 60% неоднозначно определенных $V^0(\gamma)$ -частиц.

Работа выполнена в Лаборатории высоких энергий ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1978

Batyunya B.V., Boguslavsky I.V., Zaikina A.G.

1 - 11194

Scanning Methods for Events with Strange Particles and Gamma-Quanta Production in $\bar{p}p$ -Interactions at 22.4 GeV/c

Some methodical problems connected with scanning, measuring and fitting procedures of $\bar{p}p$ -interactions at 22.4 GeV/c with K^0 (or \bar{K}^0), Λ , $\bar{\Lambda}$ and γ particle generation are described. Approximately 40000 pictures taken in an exposure of the 2m hydrogen bubble chamber "Ludmila" to a beam of 22.4 GeV/c antiprotons were used. The methods of calculation of the correction weight, the classification of ambiguities between the Λ , K^0 , $\bar{\Lambda}$ and γ fits were discussed. A formation procedure of the Data Summary Tape (DST) was described.

The mean weight equaled 25.5 for γ , 2.0 for $K^0(\bar{K}^0)$, 2.06 for Λ and 2.84 for $\bar{\Lambda}$ particles. About 60% of ambiguous hypothesis were divided.

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

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1978

Двухметровая водородная камера "Людмила" ^{/1/} была облучена в пучке антипротонов с импульсом 22,4 ГэВ/с ^{/2/} на ускорителе ИФВЭ /г.Серпухов/. Некоторые методические вопросы, связанные с обработкой снимков, обсуждаются в работах ^{/3/}.

В настоящем сообщении рассмотрена методика отбора, измерения и обсчета событий с образованием странных частиц и гамма-квантов.

ПРОСМОТР СНИМКОВ И ОТБОР СОБЫТИЙ

Отбор событий проводился на просмотрных столах УПС 50/80 ^{/4/}. Отбирались для измерения события, в которых вилки от распада странных частиц (V^0) или конверсии гамма-квантов (γ) были направлены в сторону вершины первичного $\bar{p}p$ -взаимодействия. После измерения и обсчета событий по программам геометрической реконструкции - MDTHRESH и кинематического анализа - GRIND связанными с вершинами первичного $\bar{p}p$ -взаимодействия оказывается только около 30% отобранных вилки, однако такие жесткие критерии отбора при просмотре практически исключают потерю вилки, действительно связанных с вершиной первичного взаимодействия. Эффективности первого ϵ_1 , второго ϵ_2 и двойного ϵ_{12} просмотров имеют следующие значения:

$$\epsilon_1 = 0,85; \quad \epsilon_2 = 0,87; \quad \epsilon_{12} = 0,98$$

для вилки, связанных с вершиной. Измерялись все вилки, найденные хотя бы при одном просмотре. Связанными с вершиной оказалось 1800 $V^0(\gamma)$ /см. табл. 1/, что соответствует статистике 13500 первичных $\bar{p}p$ -взаимодействий.

Таблица 1

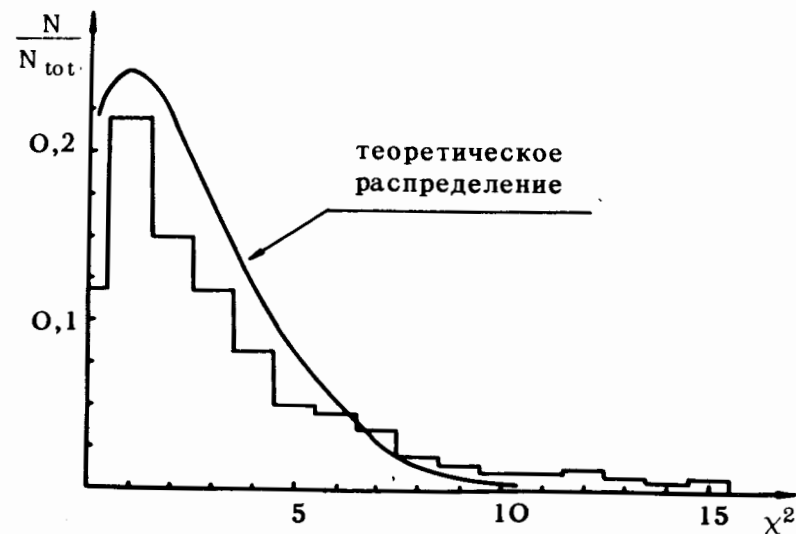
Некоторые параметры странных частиц и гамма-квантов

	γ	K^0	Λ	$\bar{\Lambda}$
N	770	360	159	108
$\langle \chi^2 \rangle$	$3,64 \pm 0,12$	$2,9 \pm 0,9$	$2,9 \pm 0,3$	$3,4 \pm 0,3$
$\langle W \rangle$	$25,5 \pm 0,3$	$2,00 \pm 0,02$	$2,06 \pm 0,02$	$2,84 \pm 0,05$
$L_{\text{мин}}$ [см]	4	1	3	6
m [МэВ]	MDTHRESH	$496,4 \pm 0,6$	$1115,8 \pm 0,6$	$1114,6 \pm 0,7$
	GRIND	$496,5 \pm 0,6$	$1115,9 \pm 0,3$	$1115,5 \pm 0,5$

Если вилка, кроме вершины первичного взаимодействия, предположительно связана и с другими вершинами /излом, вторичное взаимодействие, вершина другого взаимодействия и т.д./, то проводились отбор и измерение таких событий для выяснения количества вершин, с которыми связана вилка. Это число является весом $(\frac{1}{V_1})$ вилки, где $V_1 = 1, 2, 3, \dots$ - число вершин, с которыми связана вилка.

ИЗМЕРЕНИЯ И ИДЕНТИФИКАЦИЯ ВИЛОК

Все отобранные при просмотре события измерялись на полуавтоматах ОИЯИ^{/5/}. При этом измерялись только вершина первичного взаимодействия, первичный трек, вершина вилки и треки от распада $V^0(\gamma)$, так как к этому времени уже были проведены измерения треков заряженных частиц в вершине первичного $\bar{p}p$ -взаимодействия. Результаты обрабатывались по системе программ^{/6/}, основными звеньями которой были программы MDTHRESH, GRIND. На просмотрном столе проводился просмотр отобранных событий и ре-

Рис. 1. Распределение по χ^2 странных частиц и гамма-квантов.

зультатов расчета по программе AGRIND. Вилки, не связанные с вершиной, исключались из дальнейших измерений, для треков от распада вилок с импульсом $\leq 1,5$ ГэВ/с проводилось определение типа частицы (e^\pm, π^\pm, p^\pm) по ионизации, плохо измеренные вилки /ошибки в результатах расчетов по программам MDTHRESH или GRIND, χ^2 больше 15/ отправлялись на перемер. Проводилось два перемера. Неизмеренные события составили менее 1% от количества $V^0(\gamma)$, связанных с вершиной, и в дальнейшем не учитывались. Если по результатам идентификации для какой-нибудь вилки проходило несколько гипотез, то для дальнейшей работы использовались все гипотезы с присвоением каждой веса

$\frac{1}{V_2} / V_2 = 1, 2, 3, 4, \dots$ - число гипотез для одной вилки/.

Количество неоднозначно идентифицированных вилок составило 4,2% от всех вилок, связанных с вершиной. Распределения по χ^2 для различных гипотез хорошо

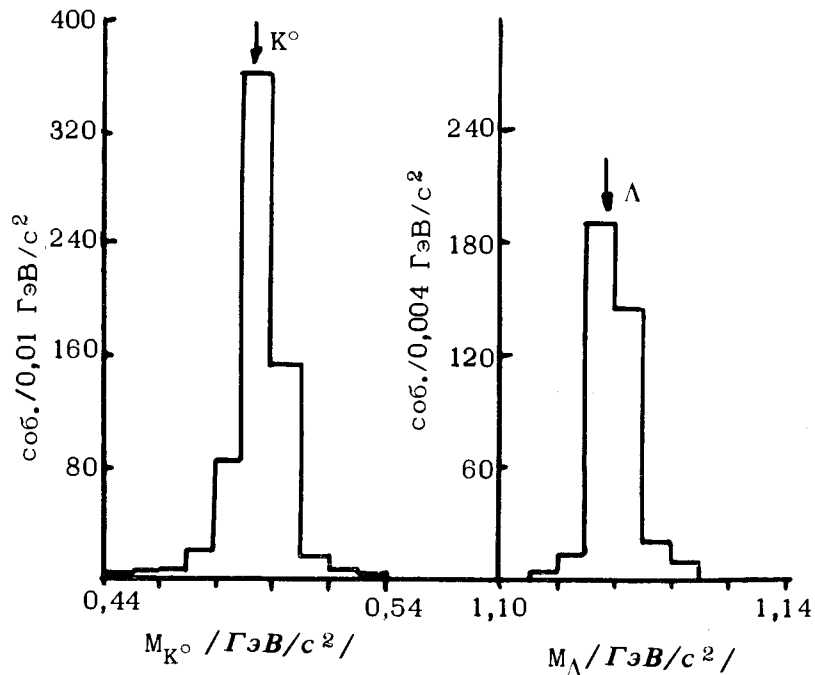


Рис. 2. Распределение эффективных масс K^0, Λ - частиц.

совпадают с теоретическим распределением по χ^2 для трех степеней свободы /рис. 1/. Среднее χ^2 для разных гипотез указано в табл. 1. Вилки, для которых χ^2 - вероятность $\leq 0,2\%$, были отброшены. Таких вилок оказалось 5,8% от общего количества. В основном это γ -кванты.

В табл. 1 приведены значения эффективных масс K^0, Λ и $\bar{\Lambda}$, полученных в результате расчета по программе GRIND /рис. 2/. Для проверки точности измерения магнитного поля и оптических констант было получено значение эффективной массы странных частиц для нефитированных событий /расчет по программе MDTHRESH /. Все полученные значения масс хорошо совпадают с табличными.

ВЫЧИСЛЕНИЕ ВЕСА

Рабочий объем для регистрации $V^0(\gamma)$ был выбран на расстоянии 10 см от края фотографируемого объема камеры, поэтому импульсы треков от распада $V^0(\gamma)$ были измерены с ошибкой меньше чем 5%. Средняя точность измерения импульса $V^0(\gamma)$ составила 1,7%. Вне рабочей области оказалось 10,4% вилок.

Вероятность регистрации $V^0(\gamma)$ в рабочем объеме камеры P вычислялась по методу потенциальных длин. Для каждого $V^0(\gamma)$ вычислялся вес W_1 - величина, обратная P . Для учета потерь $V^0(\gamma)$ вблизи первичных вершин было введено обрезание по минимальному расстоянию $L_{\text{мин}}$ между вершиной первичного взаимодействия и вершиной вилки /рис. 3/. Значения $L_{\text{мин}}$ для вилок разного типа указаны в табл. 1. При вычислении W_1 также учитывалась вероятность распада V^0 по тому каналу, который мы регистрируем ($K^0 \rightarrow \pi^+ \pi^-$, $\Lambda(\bar{\Lambda}) \rightarrow p \pm \pi^\mp$).

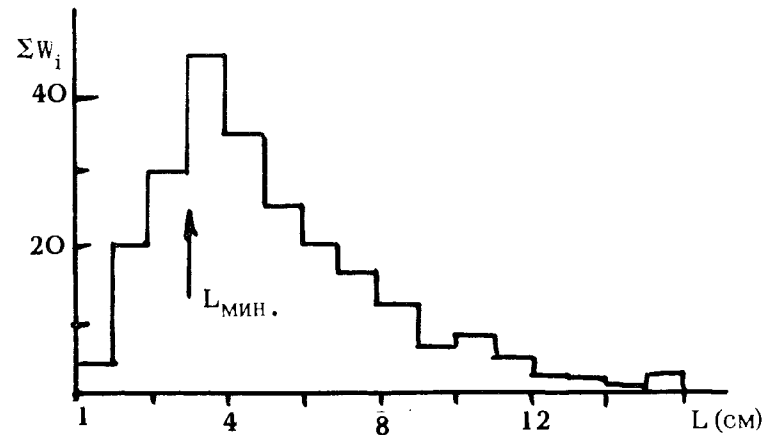


Рис. 3. Зависимость суммы весов $V^0(\gamma)$ от расстояния между вершиной первичного взаимодействия и вершиной вилки.

$$W_1 = \frac{1}{B \cdot [\exp(-L/D) - \exp(-\ell/D)]}$$

B - вероятность распада по данному каналу; $L_{\text{МИН}}$ - расстояние между первичной вершиной и вершиной $V^\circ(\gamma)$, на котором введено обрезание; D - средний свободный пробег до распада /конверсии/; ℓ - потенциальный пробег $V^\circ(\gamma)$ в рабочем объеме.

Для уменьшения дисперсии величины W_1 проводилось усреднение по азимутальному углу вылета $V^\circ(\gamma)$ и по координате X вершины первичного $\bar{p}\bar{p}$ -взаимодействия /пучок \bar{p} входит в камеру вдоль оси X /. На рис. 4 показано изменение W_1 в результате этих усреднений

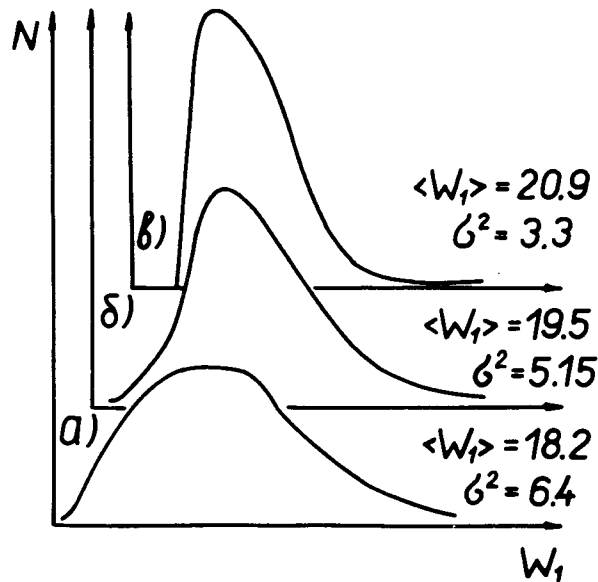


Рис. 4. Распределение веса W_1 для гамма-квантов: а/ вес W_1 , вычисленный по методу потенциальных длин; б/ вес W_1 , вычисленный по методу потенциальных длин с усреднением по азимутальному углу вылета γ ; в/ вес W_1 , вычисленный по методу потенциальных длин с усреднением по координате X вершины первичного взаимодействия и с усреднением по азимутальному углу.

для γ -квантов. Вес W_1 для индивидуального события в результате последнего усреднения изменяется не более чем на 10%, поэтому более точное определение веса путем усреднения по остальным параметрам, определяющим событие, оказалось нецелесообразным.

Полный вес W для каждого события равен:

$$W = \frac{W_1 \cdot W_t \cdot W_d}{V_1 \cdot V_2}$$

W_t - топологический вес первичного $\bar{p}\bar{p}$ -взаимодействия, к которому относится $V^\circ(\gamma)$, считаем, что количество $V^\circ(\gamma)$, связанных с неизмеримыми $\bar{p}\bar{p}$ -взаимодействиями, пропорционально количеству $V^\circ(\gamma)$, связанных с измеренными $\bar{p}\bar{p}$ -взаимодействиями. W_d - вес, учитывающий потери $V^\circ(\gamma)$ при измерениях и эффективность просмотра; V_1 - число вершин, с которыми связана вилка; V_2 - число гипотез для одной вилки.

Средние полные веса $\langle W \rangle$ для различных $V^\circ(\gamma)$ указаны в табл. 1.

РАЗДЕЛЕНИЕ НЕОДНОЗНАЧНО ОПРЕДЕЛЕННЫХ ЧАСТИЦ

В нашем эксперименте для всех кинематически не разделенных $V^\circ(\gamma)$ -частиц существуют только две альтернативные гипотезы: $\gamma \rightarrow \Lambda(\bar{\Lambda})$, $\gamma \rightarrow K^0$ или $K^0 \rightarrow \Lambda(\bar{\Lambda})$. Для разделения неоднозначно определенных $V^\circ(\gamma)$ -частиц использовали распределение по поперечному импульсу P_\perp для отрицательного трека распада относительно направления полета $V^\circ(\gamma)/\gamma$. На рис. 5 показаны распределения по P_\perp для различных однозначно определенных гипотез. Распределение для гамма-квантов расположено в основном в пределах 0 - 0,02 ГэВ/с. Лишь 0,5% гамма-квантов имеют P_\perp больше 0,02 ГэВ/с. В дальнейшем считалось, что гамма-кванты имеют P_\perp не больше 0,02 ГэВ/с. P_\perp для $\Lambda(\bar{\Lambda})$ находится в пределах 0,02 - 0,11 ГэВ/с, а для K^0 - в пределах 0,02 - 0,21 ГэВ/с. P_\perp меньше 0,02 ГэВ/с для $\Lambda(\bar{\Lambda})$ и K^0 нет. Используя значение P_\perp в качестве критерия, можно однозначно выбрать гипотезу в случае кинематически не разделен-

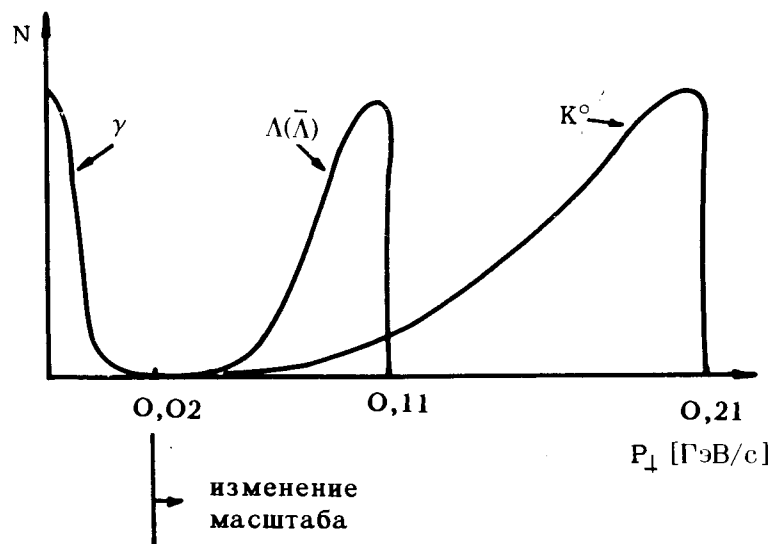


Рис. 5. Распределение по P_{\perp} для странных частиц и гамма-квантов.

Таблица 2

Количество неоднозначно определенных гипотез

Количество неоднозначно определенных $V^0(\gamma)$ -событий	Тип неоднозначно определенных событий					
	$\gamma-K^0$	$\gamma-\Lambda$	$\gamma-\bar{\Lambda}$	$K^0-\Lambda$	$K^0-\bar{\Lambda}$	Σ
После идентификации	4	5	13	22	29	73
После выбора гипотез	-	-	-	13	14	27

ных $\gamma-(\Lambda K^0)$. В случае $K^0-\Lambda(\bar{\Lambda})$ однозначно выбрать гипотезу можно, если P_{\perp} для K^0 больше $0,11 \text{ ГэВ/с}$. Если $P_{\perp} \approx$ в интервале $0,02 - 0,11 \text{ ГэВ/с}$, то использовалось отношение вероятностей образования K^0 или $\Lambda(\bar{\Lambda})$. Если вероятность одной из гипотез была в два раза больше, чем другой, то в дальнейшем использовалась эта гипотеза, а конкурирующая отбрасывалась. Если отношение вероятностей было меньше двух, то использовались обе гипотезы с весом $\frac{1}{V_2} = \frac{1}{2}$. Количество неоднозначно

определенных $V^0(\gamma)$ -частиц до и после разделения указано в табл. 2.

КОМПОНОВКА ЛЕНТЫ СУММАРНЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ

Для получения полной информации о $\bar{p}p$ -взаимодействии, включающей данные о заряженных и нейтральных частицах, проводилась следующая процедура. События с $V^0(\gamma)$ -частицами просчитывались по цепочке программ VINGO-LINEXV. Программа VINGO^{/8/} компонуется ленту, объединяющую информацию о заряженных треках первичной вершины, полученную с помощью программы MDTHRESH, с информацией о $V^0(\gamma)$ -частицах, полученных с помощью программы GRIND /с учетом результатов идентификации/. На основе выходной ленты VINGO программа LINEXV^{/9/} формирует ленту суммарных результатов /ЛСР/ с инклюзивной информацией о заряженных частицах первичной вершины, нейтральных частицах и частицах от их распада.

Для ускорения работы программы статистического анализа результатов (SUMX) формировалась новая ЛСР с проведением разделения неоднозначно определенных гипотез и вычислением полного веса $V^0(\gamma)$.

В заключение авторы выражают благодарность коллективам научно-экспериментального отдела водородных камер и серпуховского научно-экспериментального отдела, обслуживающим 2-метровую водородную камеру

“Людмила“, за проведение облучения. Мы признательны И.М.Граменицкому за полезные обсуждения, а также лаборантам НЭОВК за большую помощь, оказанную при выполнении настоящей работы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Богуславский И.В. и др. *Материалы рабочего совещания по технике пузырьковых камер*, стр. 43, Дубна, 1969. ОИЯИ, 13-4466.
2. *Samojlov A.V. e.a. Proc. of the 11th Conf. on Charged Particle Accelerators, vol. 2, p. 229, "Nauka", Moscow.*
3. *Boguslavsky I.V. e.a. JINR, E1-7876, Dubna, 1974; Валкарова А., Златанов З. ОИЯИ, 1-8905, Дубна, 1974.*
4. Борисов Н.Г. и др. ОИЯИ, 10-5632, Дубна, 1971.
5. Алмазов В.Я. и др. ОИЯИ, 1352, Дубна, 1963.
6. Буздавина Н.А., Иванов В.Г. ОИЯИ, 10-7171, Дубна, 1973; Заикина А.Г. и др. ОИЯИ, 10-6368, Дубна, 1972.
7. *Jaeger K. e.a. Phys.Rev., 1975, D11, N7, p. 1756.*
8. Рудь В.И. ОИЯИ, 10-10968, Дубна, 1977.
9. Рудь В.И., Тихонова Л.А. ОИЯИ, 1-7671, Дубна, 1974; Рудь В.И., Тихонова Л.А. ОИЯИ, Б1-10-10828, Дубна, 1977.

Рукопись поступила в издательский отдел
23 декабря 1977 года.