

+



Бяля, Е. и др.

Б1-1-8137

ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

С 346.5а

Б-219

3792/74

Б1-1-8137

ДЕПОНИРОВАННАЯ ПУБЛИКАЦИЯ

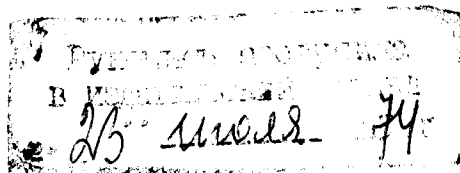
Дубна 1974

ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ
Лаборатория вычислительной техники и автоматизации

Б1-1-8137

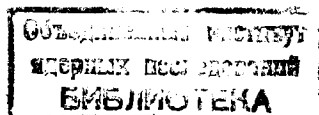
Е.Баля *, О.Баля *, Ш.Берчану, В.М.Карнаужов,
В.Каутиш, К.Кока *, А.Д.Макаренкова, А.Михул,
В.И.Мороз, Н.С.Новикова, Г.Н.Тентюкова

ВЫБОР НЕКОТОРЫХ КРИТЕРИЕВ ИДЕНТИФИКАЦИИ КАНАЛОВ РЕАКЦИЙ В ЧЕТЫРЕХЛУЧЕВЫХ П^r - ВЗАИМОДЕЙСТВИЯХ С РОЖДЕНИЕМ СТРАННЫХ ЧАСТИЦ ПРИ ИМПУЛЬСЕ ПЕРВИЧНЫХ П⁻ -МЕЗОНОВ 16 ГЭВ/С (НА МАТЕРИАЛЕ МОДЕЛИРОВАННЫХ СОБЫТИЙ).



* Институт атомной физики, СРР, г.Бухарест

Дубна, 1974.



Моделирование четырехлучевых событий с нейтральными странными частицами проводилось для определения оптимальных критериев идентификации каналов реакций в Π^+p - взаимодействиях при импульсе Π^- - мезонов 16 Гэв/с в двухметровой водородной пузырьковой камере ЦЕРНа. Моделирование с помощью программы ФОРС /1/ и обсчет моделированных событий по кинематической программе "10-30" /2/ выполнялись на ЭВМ БЭСМ-4.

§ I. Моделирование событий.

Программа ФОРС генерирует события, равномерно распределенные в фазовом объеме согласно статистической модели. После генерации параметры моделированных частиц (углы и импульсы) смещаются случайным образом в пределах заданных экспериментальных ошибок:

$$P_i = P_{i(\text{форс})} + \Delta P_i$$

$$\Delta P_i = \sigma_{P_i} \cdot P_{i(\text{форс})} \cdot \tau_i$$

P_i - параметры моделированных частиц;

σ_{P_i} - усредненная относительная ошибка измеренных импульсов или среднеквадратичная ошибка измеренных углов (в этом случае $P_{i(\text{форс})} = 1$).

τ_i - случайные числа, распределенные по нормальному закону, со

средним, равным нулю, и дисперсией, равной единице.

Экспериментальные ошибки определяются размерами пузырьковой камеры, совершенством ее оптической системы, параметрами пучка первичных частиц, особенностями применяемой методики обработки снимков. Для оценки ошибок параметров вторичных частиц в камере измерено и обчислено по программе геометрической реконструкции "I-6" /3/ 80 четырехлучевых событий с нейтральными странными частицами. После анализа погрешностей получили, что в среднем импульс первичных частиц определяется с точностью 1%, импульс вторичных частиц — с точностью 2,28%, ошибка тангенса угла наклона трека составляет 0,0035 (~12'), ошибка азимутального угла трека равна 0,0017 рад. (~6') (рис.1). Эти значения экспериментальных ошибок были заданы в программу ФОРС. Типы моделированных событий и их количество представлены в таблице I.

§ 2. Идентификация событий

Полученные в результате моделирования события обрабатывались затем по той же программе кинематической идентификации "IO-30", что и реальные события. Программа "IO-30" вычисляет значения недостающей массы, ее ошибки и величины χ^2 , соответствующие определенным каналам реакций. Средние значения квадратов недостающих масс m^2 в реакциях в пределах ошибок совпадают с ожидаемыми средними значениями /4/ квадратов масс Π^0 -мезона, K^0 -мезона, нейтрона и Λ -гиперона (таблица I, рис.2-6). Форма χ^2 -распределений и средние значения величины χ^2 в пределах ошибок совпадают с теоретическими для 1 и 4 уравнений связи * (таблица I, рис.2-6).

* Теоретические распределения нормированы на число событий с $\chi^2 < 8$ для 1 уравнения связи и $\chi^2 < 15$ для 4-х уравнений связи, что соответствует 0,5% уровню достоверности /5/ (см. § 3).

Это указывает на хорошую точность моделируемого эксперимента и отсутствие каких-либо систематических погрешностей.

Для проверки работы программы "Ю-30" рассматривались двумерные распределения $MM_x^2 - \chi^2$. Разлагая MM_x^2 в ряд, получим:

$$MM_x^2 = MM_x^2_{ист.} + \sum_i \frac{\partial MM_x^2}{\partial p_i} \delta p_i + \frac{1}{2} \sum_{i,j} \frac{\partial^2 MM_x^2}{\partial p_i \partial p_j} \delta p_i \delta p_j, \quad (1)$$

где p_i - параметры (углы и импульсы частиц),
 δp_i - ошибки параметров.

Если ошибки δp_i невелики, можно ограничиться линейными членами разложения; в этом приближении функция χ^2 запишется в виде:

$$\chi^2 = \left(\frac{MM_x^2 - MM_x^2_{ист.}}{\Delta MM_x^2} \right)^2 \quad (2)$$

Средние ошибки ΔMM_x^2 для каждого типа событий известны из вычислений по кинематической программе (таблица I). На рис.7. приведены распределения $MM_x^2 - \chi^2$ для событий типа 8,9,11,12. Видно, что точки ложатся около параболы, рассчитанной по формуле (2); параметр параболы определяет величину ΔMM_x^2 в предположении отсутствия корреляции между MM_x^2 и ΔMM_x^2 . Отсутствие корреляции между mm^2 и Δmm^2 показано на примере тех же самых типов событий (рис.8).

На рисунке для недостающего P^0 -мезона по обе стороны от квадрата средней массы P^0 -мезона заметно разрежение точек в области малых Δmm^2 . Область сгущения и разрежения точек можно разделить прямыми, проходящими через точку среднего квадрата недостающей массы P^0 -мезона и средней ошибки квадрата массы. Смоделированные события $\pi^+ \pi^+ \pi^- \pi^- \Lambda K^0 P^0$ были просчитаны по программе "Ю-30" с гипотезой $\pi^+ \pi^+ \pi^- \pi^- \Lambda K^0$ (четыре уравнения связи). Ни одно событие не было идентифицировано как $\pi^+ \pi^- \pi^- \pi^- \Lambda K^0$, следовательно, все события относятся к каналу $\pi^+ \pi^- \pi^- \pi^- \Lambda K^0 (P^0)$. Объяснить рис.8 можно с помощью рис.9. Видно, что нет $\chi^2 > 6$, для всех модели-

рованных событий отношение $\frac{\Delta MM^2}{MM^2} > 0,3$ (найденные в программе "10-30" недостающие массы Π^0 -мезона лежат в интервале от $-0,3$ до $+0,4$ (Гэв/с²), рис.4). С увеличением массы недостающей частицы (K^0 , n , Λ -частицы) угловой коэффициент прямых на рис.8 уменьшается.

Проверялось влияние кинематики моделированных событий на величину χ^2 . На рис.10,11,12,13 на примере событий типа 6 представлены корреляционные распределения для импульса частиц, азимутального угла треков частиц и величины χ^2 . Если бы программа "10-30" оказалась чувствительной к конкретной кинематике событий, то наблюдалась бы определенная корреляция величин в распределениях. Как видно из рис. 10,11,12,13, этого не происходит.

§ 3. Критерии идентификации

На основании полученных распределений по χ^2 (рис.2-6) для результатов идентификации моделированных событий из реакций I-12 были определены критерии отбора событий по величине χ^2 , которые использовались при идентификации реальных событий. Событие считалось удовлетворяющим гипотезе с N -м уравнением связи, если $\chi^2 < \chi^2_{\text{гран.}}$. Для 4-х уравнений связи $\chi^2_{\text{гран.}} = 15$. При выборе таких границ вероятность потери "хороших" событий равна 0,5%.

Кроме χ^2 -критерия, были выбраны граничные значения квадратов недостающих масс для различных частиц, которые не были зарегистрированы в камере. Из анализа распределений по MM^2_x (рис.2-6) эти граничные значения уточнены следующим образом:

$$-0,030 \leq MM^2_0 \leq 0,015 \quad 4 \text{ уравнения связи}$$

$$\left. \begin{aligned}
 -0,3 &\leq M_{\Pi}^2 \leq 0,3 \\
 -0,1 &\leq M_K^2 \leq 0,6 \\
 0,4 &\leq M_{\Pi_1}^2 \leq 1,4 \\
 0,7 &\leq M_{\Lambda}^2 \leq 1,7
 \end{aligned} \right\} \text{I уравнение связи}$$

Для сравнения приведем граничные значения M_x^2 , выбранные в ЦЕРНе для двухлучевых событий со странными частицами /6/:

$$\begin{aligned}
 -0,2 &\leq M_{\Pi}^2 \leq 0,4 \\
 -0,02 &\leq M_K^2 \leq 0,70 \\
 0,4 &\leq M_{\Pi}^2 \leq 1,4 \\
 0,6 &\leq M_{\Lambda}^2 \leq 1,6
 \end{aligned}$$

Эти условия идентификации близки с нашими. Из рис.8 делаем заключение, что $\Delta M_{max}^2 = 0,5$.

Найденные критерии отбора каналов реакций при идентификации моделированных событий были использованы при разделении реальных событий по каналам реакций.

ЛИТЕРАТУРА

1. В.Е.Комолова, Г.И.Копылов. Препринт ОИЯИ, ПИ-3193, 1967.
2. З.М.Иванченко и др. Препринт ОИЯИ, ПИ-3983, 1968.
3. Н.Ф.Маркова и др. Препринт ОИЯИ, ПИ-3768, 1968.
4. Particle Data Group, Rev. Mod.Phys. Vol.45, No 2, Part II, 1973.
5. А.М.Моисеев, В.А.Ярба. Препринт ОИЯИ, ПИ-3313, 1967.
6. DST from D.R.O. Morrison Group, CERN.

Таблица I.

НОМЕР ТИПА СОБЫТИЯ	ТИП СОБЫТИЯ	КОЛ-ВО СОБЫТИЙ	$\overline{MM^2}$ (ГэВ/с ²) ²	MM^2 (ГэВ/с ²) ² ожидаемое	ΔMM^2 (ГэВ/с ²) ²	$\overline{\chi^2}$
1	$\pi^- \pi^+ \pi^0$					
2	$K^+ \pi^+ \pi^- \pi^0 \Lambda$	423	$-0,006 \pm 0,001$	0	0,016	$4,512 \pm 0,204$
3	$\pi^+ \pi^- \pi^0 K^0 \tilde{K}^0$					
4	$\pi^+ \pi^+ \pi^- \pi^0 \Lambda K^0$					
5	$\pi^+ \pi^- \pi^0 K^0 (\pi^0)$	115	$0,022 \pm 0,009$	0,018	0,106	$0,902 \pm 0,129$
6	$K^+ \pi^+ \pi^- \pi^0 \Lambda (\pi^0)$	127	$0,019 \pm 0,009$	0,018	0,116	$0,911 \pm 0,097$
7	$\pi^+ \pi^- \pi^0 K^0 \tilde{K}^0 (\pi^0)$	113	$0,019 \pm 0,010$	0,018	0,104	$0,153 \pm 0,201$
8	$\pi^+ \pi^+ \pi^- \pi^0 \Lambda K^0 (\pi^0)$	99	$0,005 \pm 0,009$	0,018	0,119	$0,841 \pm 0,106$
9	$\pi^+ \pi^- \pi^0 K^0 (\tilde{K}^0)$	113	$0,275 \pm 0,014$	0,248	0,152	$1,102 \pm 0,120$
10	$\pi^+ \pi^+ \pi^- \pi^0 \Lambda (K^0)$	104	$0,268 \pm 0,013$	0,248	0,157	$0,870 \pm 0,103$
11	$\pi^+ \pi^+ \pi^- K^0 K^0 (n)$	105	$0,889 \pm 0,020$	0,883	0,175	$1,002 \pm 0,107$
12	$\pi^+ \pi^+ \pi^- \pi^0 \Lambda$	111	$1,261 \pm 0,017$	1,245	0,205	$0,998 \pm 0,140$

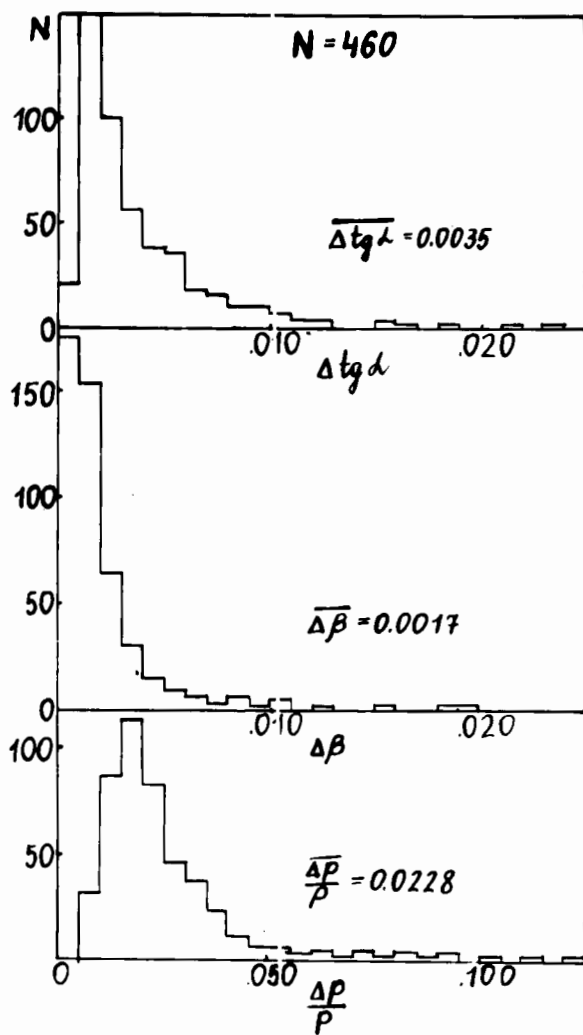


Рис. I. Распределения экспериментальных ошибок для вторичных частиц по $\Delta \text{tg} \alpha$, $\Delta \beta$, $\frac{\Delta P}{P}$.

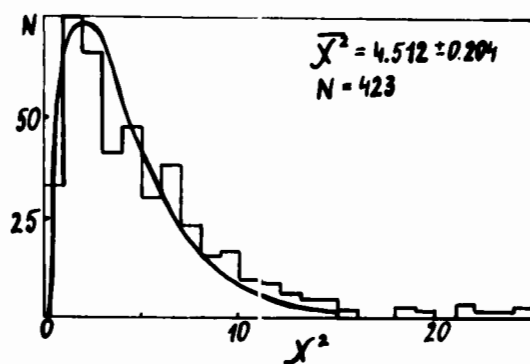
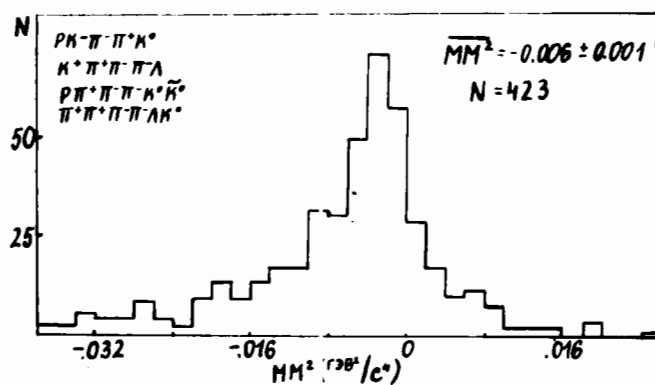


Рис. 2. Распределения квадрата недостающей массы и величины χ^2 для событий типа I, 2, 3, 4.

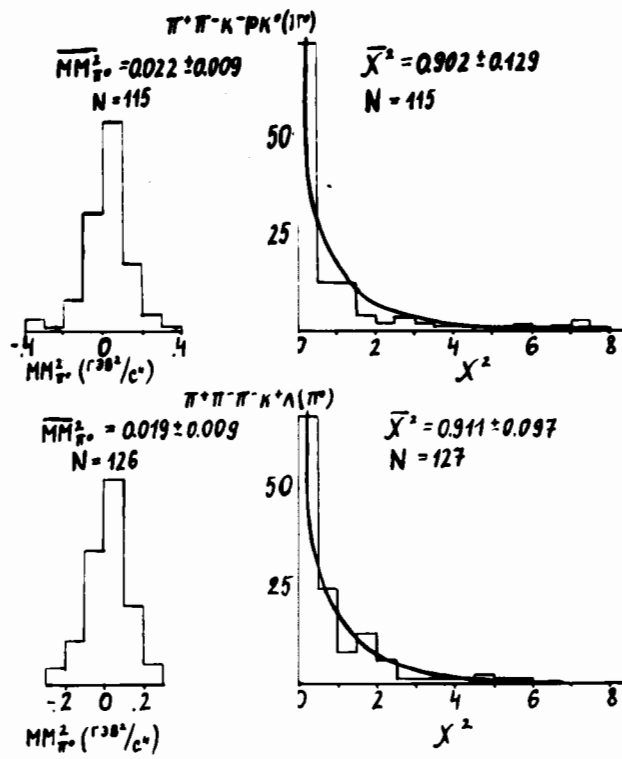


Рис. 3. Распределения квадрата недостающей массы и величины χ^2 для событий типа 5,6.

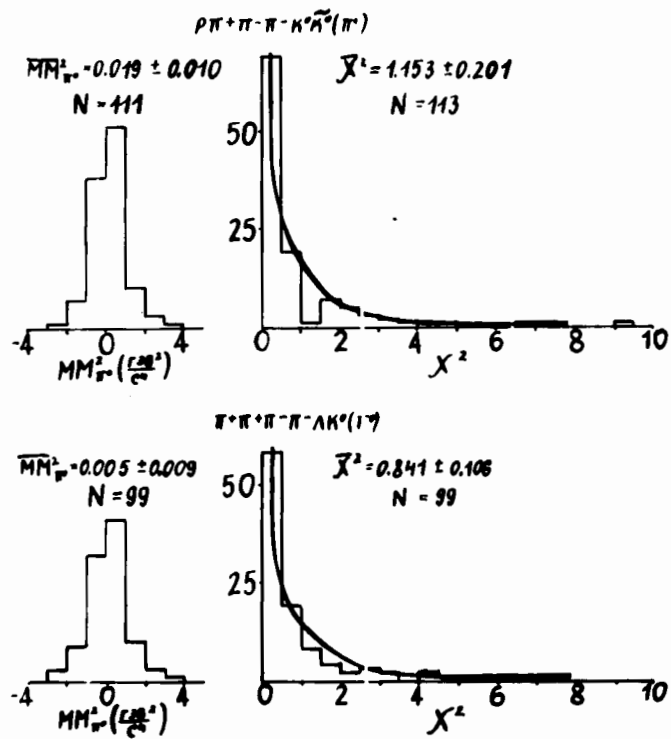


Рис. 4. Распределения квадрата недостающей массы и величины χ^2 для событий типа 7,8.

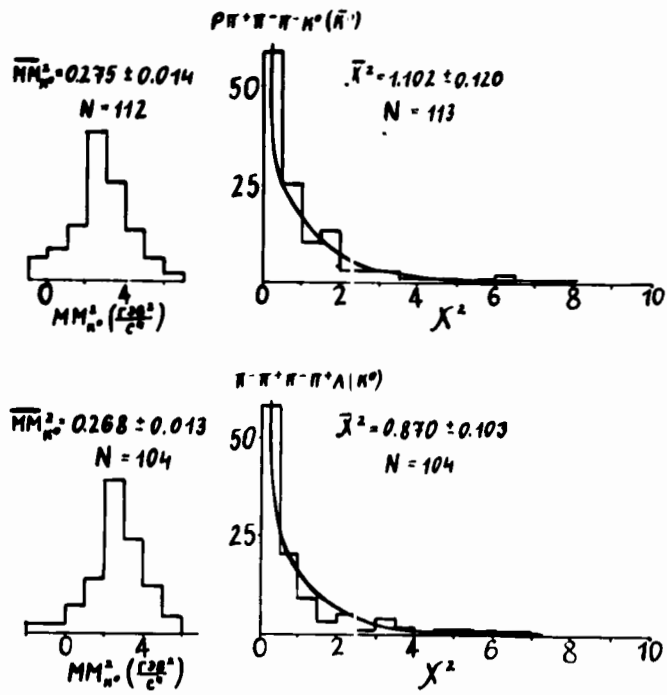


Рис. 5. Распределения квадрата недостающей массы и величины χ^2 для событий типа 9, 10.

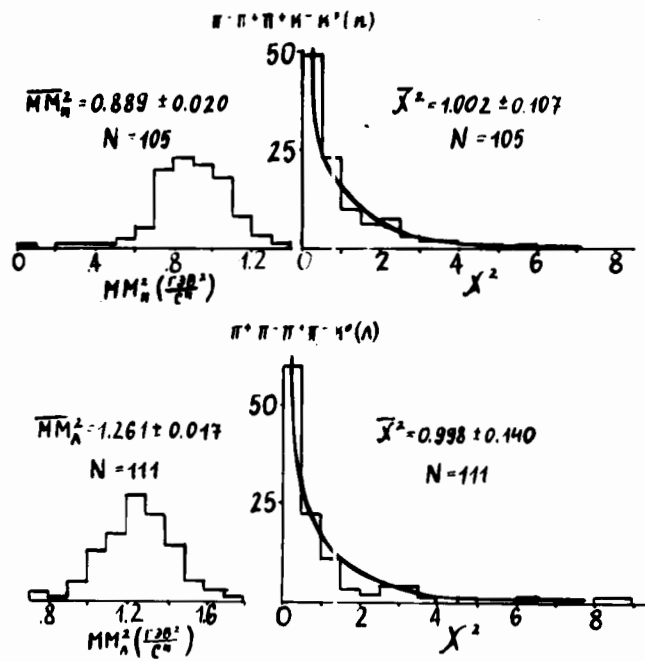


Рис. 6. Распределения квадрата недостающей массы и величины χ^2 для событий типа II, I2.

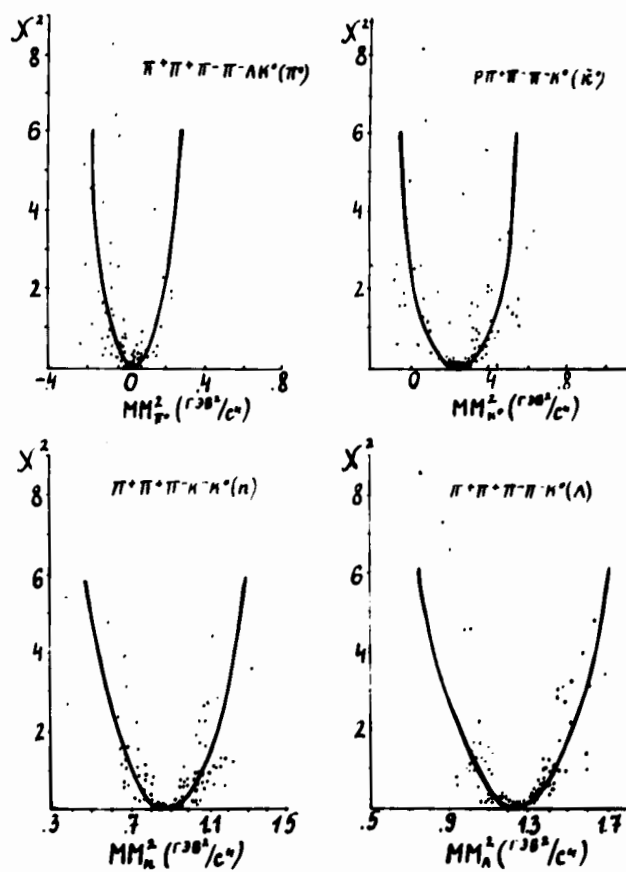


Рис. 7. Распределения $MM^2 - \chi^2$ для событий типа 8,9,11,12.

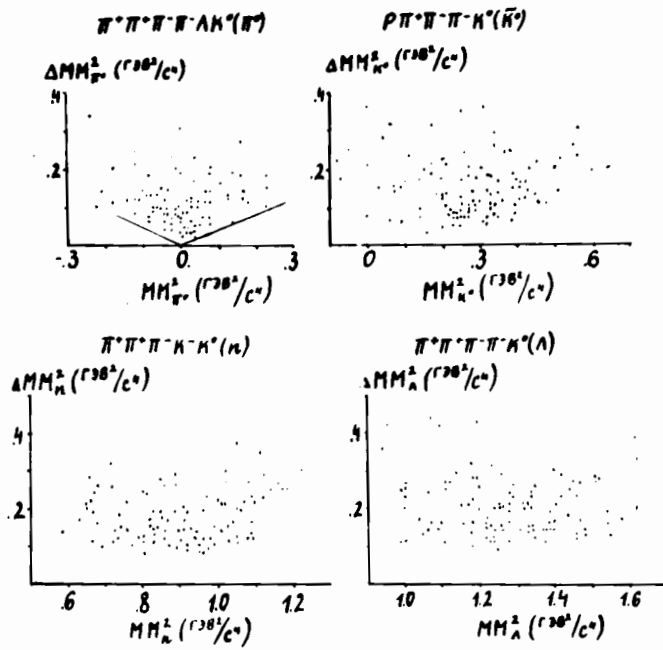


Рис. 8. Распределения $MM_x^2 - \Delta MM_x^2$ для событий типа 8, 9, II, I2.

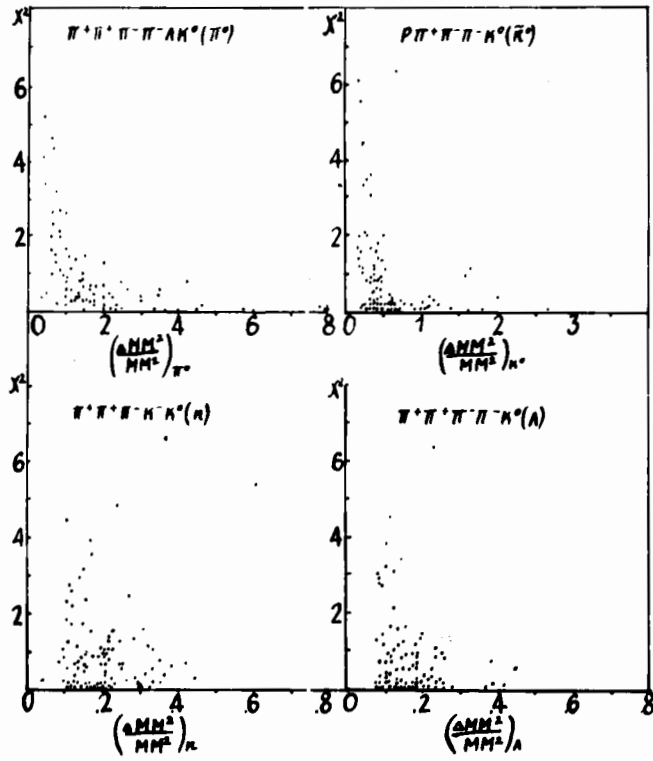


Рис. 9. Распределения $\left(\frac{\Delta MM^2}{MM^2}\right)_X - X^2$ для событий типа 8,9, II, I2.

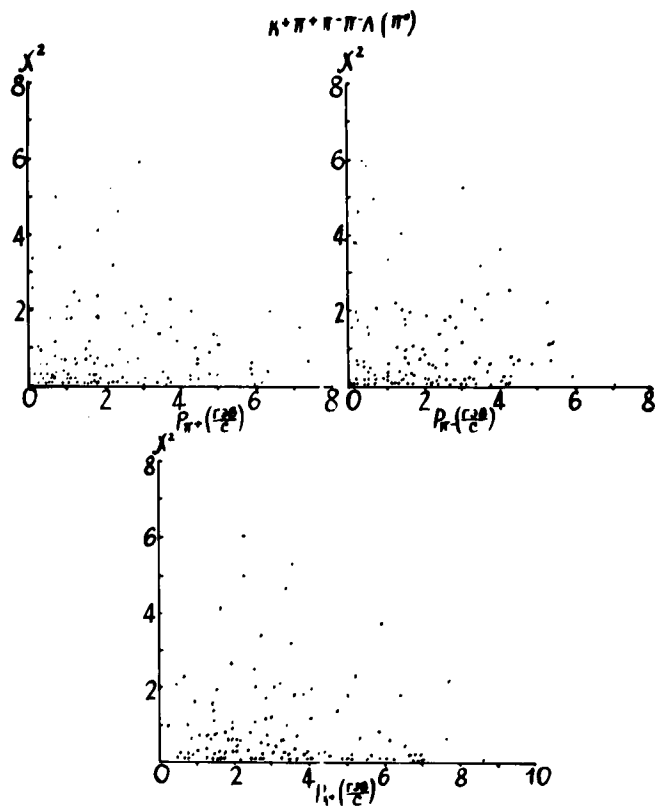


Рис. 10. Распределения p (импульс частицы) - χ^2 кинематики для событий типа 6.

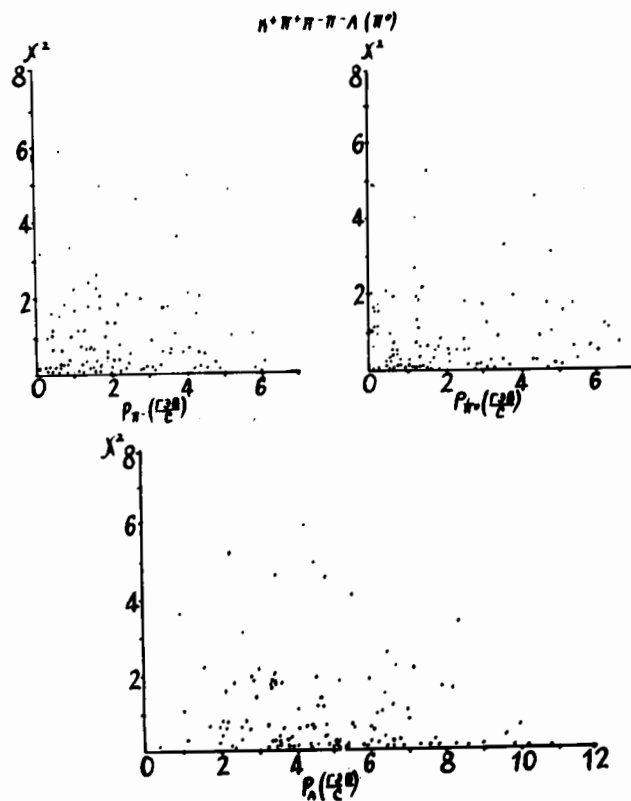


Рис. II. Распределения p (импульс частицы) - X^2 кинематики для событий типа 6.

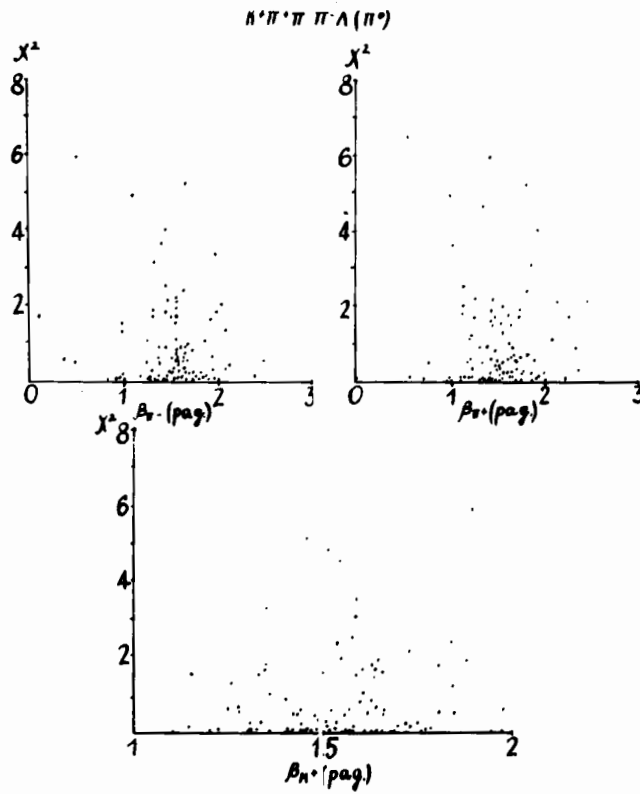


Рис. 12. Распределения β (азимутальный угол трека частицы) - χ^2 кинематики для событий типа 6.

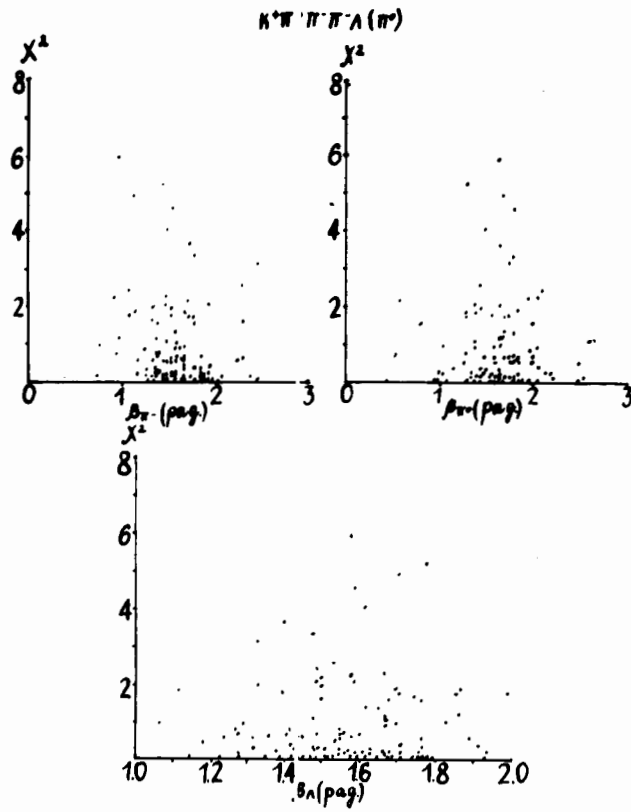


Рис. 13. Распределения β (азимутальный угол трека частицы) - χ^2 кинематики для событий типа 6.