

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА



A-646

P1 - 8187

9/41-74

Н.Ангелов, В.Г.Гришин, П.Керачев

4742/2-74

МНОЖЕСТВЕННОСТЬ ВТОРИЧНЫХ ЧАСТИЦ,
ОБРАЗОВАННЫХ В π - p -ВЗАИМОДЕЙСТВИЯХ
ПРИ ИМПУЛЬСЕ 40 ГэВ/с

1974

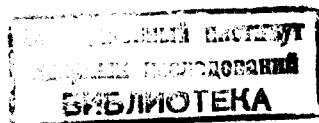
ЛАБОРАТОРИЯ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

P1 - 8187

Н.Ангелов, В.Г.Гришин, П.Керачев

МНОЖЕСТВЕННОСТЬ ВТОРИЧНЫХ ЧАСТИЦ,
ОБРАЗОВАННЫХ В π^-p -ВЗАИМОДЕЙСТВИЯХ
ПРИ ИМПУЛЬСЕ 40 ГэВ/с

Направлено в ЯФ



Изучение распределений событий по множественности всех вторичных частиц существенно для понимания динамики процесса множественного рождения и для проверки теоретических моделей. Такая информация для распределения заряженных частиц сравнительно легко получается с помощью пузырьковых камер ^{/1/}. Однако практически отсутствуют аналогичные данные по нейтральным π -мезонам. Сложность получения данных по π^0 -мезонам связана с относительно малой эффективностью регистрации в пузырьковых камерах гамма-квантов, образованных при распаде π^0 -мезонов.

В экспериментах, проведенных с помощью двухметровой пропановой камеры, облученной π^- -мезонами с импульсом 40 ГэВ/с, получена большая статистика по π^-p -взаимодействиям, сопровождающимся гамма-квантами ^{/2/}.

В связи с этим представляется интересным получить данные о распределениях π^0 -мезонов и всех вторичных частиц по множественности в пион-нуклонных столкновениях при $p = 40$ ГэВ/с.

§ 1. Распределение π^0 -мезонов по множественности

Для восстановления спектра π^0 -мезонов по множественности использовались данные, полученные с помощью 2-метровой пропановой камеры, облученной π^- -мезонами с импульсом 40 ГэВ/с. Подробности методики

обработки событий с участием гамма-квантов приведены в работе /2/. Всего было отобрано ≈ 5200 π^- -взаимодействий, сопровождающихся ≈ 2600 гамма-квантами, которые образовали ($e^+ e^-$) - пары в эффективной области*.

Распределение событий по числу зарегистрированных гамма-квантов $F(k_\gamma)$ связано с распределением π^0 -мезонов по множественности $P(n_0)$ соотношением

$$F(k_\gamma) = \sum_{n_0} T_{n_0 k_\gamma} P(n_0), \quad /1/$$

где $T_{n_0 k_\gamma}$ - вероятность регистрации события с n_0 π^0 -мезонами, как события с k_γ гамма-квантами. В случае, если детектор с постоянной эффективностью регистрации - (ϵ), или тогда, когда ϵ_i некоррелированы,

$$T_{n_0 k_\gamma} = C_{2n_0}^{k_\gamma} \epsilon^{k_\gamma} (1 - \epsilon)^{2n_0 - k_\gamma}. \quad /2/$$

В принципе, решая систему уравнений типа /1/, можно найти распределения π^0 -мезонов по множественности. Однако в этом случае необходима большая статистика и детальная информация об импульсных и угловых характеристиках γ -квантов. Поэтому мы нашли только одно решение поставленной проблемы, задав распределения π^0 -мезонов по множественности при фиксированном значении числа вторичных заряженных частиц (n_\pm) в виде закона Пуассона:

$$P(n_0, n_\pm) = \alpha_{n_\pm} \frac{\langle n_0^\pm \rangle^{n_0}}{n_0!} e^{-\langle n_0^\pm \rangle}, \quad /3/$$

где α_{n_\pm} - доля событий с данным n_\pm .

Сравнение полученных результатов с экспериментальными данными приведено в табл. 1. Как видно из таблицы, предположение о пуассоновском распределении π^0 -мезонов по множественности при фиксированном значении n_\pm удовлетворительно согласуется с экспериментом /3/. В связи с тем, что $\langle n_0^\pm \rangle$ растет с увеличением числа вто-

* В этом эксперименте практически все гамма-кванты являются продуктами распада π^0 -мезонов / $\approx 99,7\%$ /.

ТАБЛИЦА I. π^0 - взаимодействия с $p=40$ ГэВ/с.

n_\pm	Число событий с гамма-квантами	$\langle n_0 \rangle$	экспер.	фит.	$\chi^2 / \text{ст. св.}$
0	51	2,63 \pm 0,38	1,46 \pm 0,48	6,4/5	
2	338	1,94 \pm 0,07	1,97 \pm 0,19	5,1/6	
4	689	2,24 \pm 0,06	2,62 \pm 0,16	4,3/5	
6	712	2,60 \pm 0,07	2,25 \pm 0,14	16,7/6	
8	450	3,03 \pm 0,10	2,99 \pm 0,22	4,2/5	
10	206	3,23 \pm 0,15	3,03 \pm 0,35	2,2/4	
12	91	3,53 \pm 0,23	2,42 \pm 0,42	8,4/4	
14	34	4,80 \pm 0,68	4,44 \pm 1,61	1,9/3	
Все	2571	2,55 \pm 0,03	2,71 \pm 0,08	19/8	

ричных частиц, полное распределение π^0 -мезонов по множественности будет "шире", чем пуассоновское. На рис. 1 приведено распределение π^0 -мезонов по множественности для всех π^-p -взаимодействий при $p = 40$ ГэВ/с. Значение корреляционного коэффициента $\rho_2^{00} = D^2 - \langle n_0 \rangle$ оказалось равным $0,20 \pm 0,08$. Это значение ρ_2^{00} не противоречит результату, полученному нами ранее другим методом / $\rho_2^{00} = 0,51 \pm 0,15$ /^{4/}.

В табл. II приведены экспериментальные значения корреляционных коэффициентов ρ_2 для различных комбинаций вторичных частиц, образованных в π^-p -взаимодействиях при $p = 40$ ГэВ/с. Здесь же для сравнения приведены аналогичные результаты, полученные по модели, где полное число частиц описывается с помощью формулы Чижевского-Рыбицкого, а соотношения между различными каналами вычисляются по статистической изоспиновой модели /^{9/}. Как видно из таблицы, модель удовлетворительно описывает экспериментальные данные.

§ 2. Распределения по множественности вторичных частиц

Полученный спектр по множественности π^0 -мезонов, образованных в π^-p -взаимодействиях, дает возможность получить распределения по множественности для всех вторичных частиц $P(n_{tot})$, где $n_{tot} = n_{\pm} + n_0 + n_n + n_{\Lambda^0(k^0)}$. Без дополнительных предположений можно восстановить спектр $P(n'_{tot} = n_{\pm} + n_0)$. Действительно, пусть $n'_{tot} = n_{\pm} + n_0$ и $a_{n'_{tot} - n_0}$ - доля событий с n_{\pm} заряженными частицами, известная из опыта /^{2/}. Отсюда получим, что

$$P(n'_{tot}) = \sum_{n_0, n_{\pm}} a_{n'_{tot} - n_0} \cdot P(n'_{tot} - n_{\pm}), \quad /4/$$

где суммирование проводится для фиксированного значения n'_{tot} по всем возможным значениям n_0 и n_{\pm} .

* n_n - число нейтронов и $n_{\Lambda^0(k^0)}$ - число Λ^0 -гиперонов и k^0 -мезона.

ТАБЛИЦА II. Корреляционные коэффициенты (π^-p - взаимодействия при $p=40$ ГэВ/с).

Тип корреляции	ρ_2^{+-}	ρ_2^{--}	ρ_2^{+0}	ρ_2^{00}	
Значения	Эксперимент	1,93	-0,89	0,42	0,20
	ρ_2	+0,05	+0,05	+0,08	+0,08
Модель	1,86	-0,95	0,42	0,42	

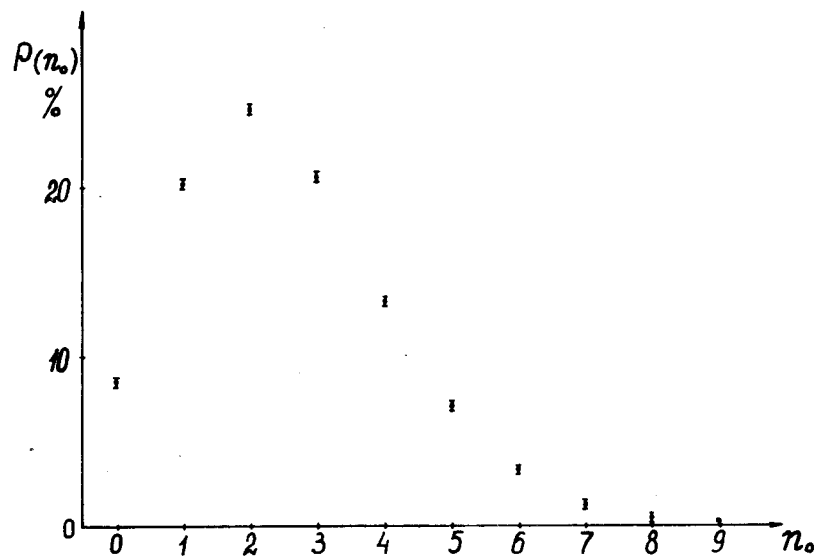


Рис. 1.

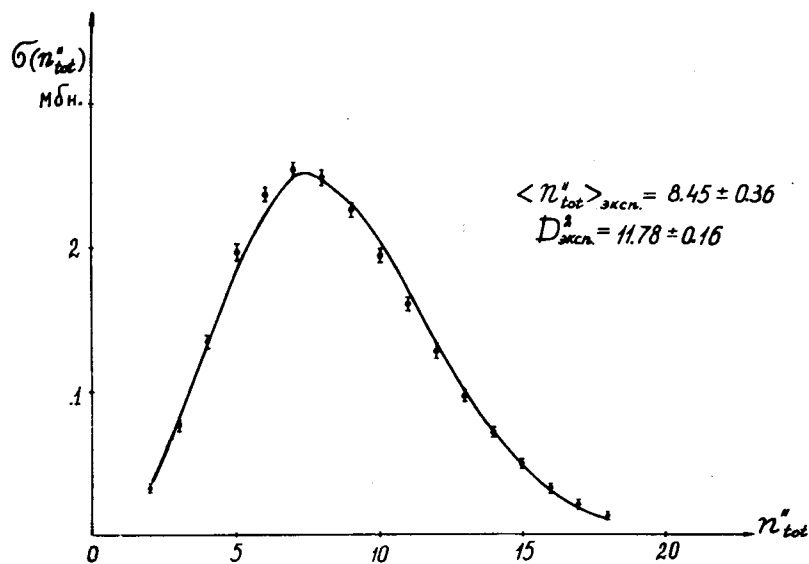


Рис. 2.

Для включения в эти распределения нейтронов необходимо сделать дополнительное предположение. Будем исходить из среднего значения коэффициента перезарядки протона в нейтрон при $p = 40 \text{ ГэВ/с}$ / $\Delta_{p \rightarrow n} = 0,36 \pm 0,04$ /^{5/}. Предположим, что отношение сечения конечных состояний с нейтроном к сечению конечных состояний с протоном равно $0,36/0,64$ *. В этом случае полученное распределение по $n_{tot}'' = n_{\pm} + n_0 + n_n$ для π^-p -взаимодействий при $p = 40 \text{ ГэВ/с}$ представлено на рис. 2 / $\langle n_{tot}'' \rangle_{\text{эксп.}} = 8,45 \pm 0,36$ /.

Средняя множественность нейтральных странных частиц, образованных в π^-p -взаимодействиях при $p = 40 \text{ ГэВ/с}$, не зависит от числа вторичных заряженных частиц и равна $0,24 \pm 0,03$ для K^0 -частиц и $0,07 \pm 0,01$ для Λ^0 -гиперонов^{6/}. Поэтому можно считать, что распределение по n_{tot} имеет тот же вид, что и $P(n_{tot}'')$ /рис. 2/ с заменой n_{tot}'' на $n_{tot}'' + 0,24$ ** . Полное среднее значение всех вторичных частиц, образованных в π^-p -взаимодействиях при $p = 40 \text{ ГэВ/с}$, оказалось равным $\langle n_{tot} \rangle_{\text{эксп.}} = 8,77 \pm 0,07$.

В последнее время для описания распределений по полному числу вторичных частиц широко используются феноменологические формулы с двумя параметрами, предложенные Чижевским-Рыбицким и Бозоки и др.^{7-9/}*** . Однако справедливость этих моделей для описания распределений полных множественностей до сих пор не была проверена из-за отсутствия экспериментальных данных. В связи с этим мы аппроксимировали наши результаты с помощью формулы Бозоки и др.^{8/}:

* Для конечных состояний с $n_{\pm} = 0$ принималось, что $\Delta_{p \rightarrow n} = 1$.

** Среднее число Λ^0 -частиц /0,07/ мы включили в перезарядку протона в нейтральные частицы / $\Delta_{p \rightarrow n} = 0,36$ /.

*** Нейтральные странные частицы в этих моделях не рассматриваются.

$$P(n''_{\text{tot}}) = C^{-1} n''_{\text{tot}}{}^{\beta-1} \exp(-n''_{\text{tot}} / 2a^2), \quad /5/$$

где a и β - параметры и C^{-1} - нормировочный множитель. Результаты сравнения показаны на рис. 2 сплошной линией. Значения параметров a и β оказались равными $5,16 \pm 0,10$ и $3,23 \pm 0,10$ и $\langle n''_{\text{tot}} \rangle_{\text{теор.}} = 8,54 \pm 0,34$. Эти значения параметров согласуются со значениями a и β , полученными на основе распределений по n_{\pm} в статистической изоспиновой модели¹⁹. Таким образом можно считать, что используемая модель удовлетворительно описывает экспериментальные результаты по множественности вторичных частиц.

Нам приятно поблагодарить Л.Н.Гердюкова и Е.Н.Кладницкую за полезные обсуждения.

Литература

1. В.С.Мурзин, Л.И.Сарычева. "Множественные процессы при высоких энергиях" Москва, Атомиздат /1974/.
 2. А.У.Абдурахимов, Н.Ангелов, К.П.Вишневская и др. Препринт ОИЯИ, Р1-6928, Дубна /1973/. ЯФ, 17, в.6, 1235 /1973/.
 3. Л.Н.Гердюков, Е.П.Кузнецов, Б.А.Манюков, С.Н.Паршикура, П.В.Шляпников. Доклады на XVII международной конференции по физике высоких энергий, Лондон, Англия /1974/.
 4. Н.Ангелов, В.Г.Гришин, П.Керачев. Препринт ОИЯИ, Р1-7844, Дубна /1974/.
 5. В.Г.Гришин и др. Препринт ОИЯИ, Е2-6596, Дубна /1972/. ЯФ, 17, 1281 /1973/.
 6. А.У.Абдурахимов, Н.Ангелов и др. ЯФ, 18, 1251 /1973/.
 7. O.Czyzewski, K.Rybicki. Nucl. Phys., B47, 633 (1972).
 8. G.Bozoki et al. Nuovo Cim., 64A, 881 (1969).
 9. W.Wojcik. Saclay, D PhPE-72-8 (1972).
- M.Bardadin-Otwinovska et al. Acta Phys. Polonica, B4, 561 (1973).

Рукопись поступила в издательский отдел
8 августа 1974 года.