

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА



2/11-79

A-646

P1 - 12049

1267/2-79

Н.С.Ангелов, С.Бацкович, В.Г.Гришин,
Л.Йеник, Т.Канарек

НЕКОТОРЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ
МНОГОНУКЛОННЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ

π^- -МЕЗОНОВ ПРИ $p = 40$ ГэВ/с

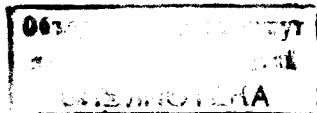
1978

P1 - 12049

Н.С.Ангелов, С.Бацкович, В.Г.Гришин,
Л.Йеник, Т.Канарек

НЕКОТОРЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ
МНОГОНУКЛОННЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ
 π^- -МЕЗОНОВ ПРИ $p = 40$ ГэВ/с

Направлено в ЯФ



Ангелов Н.С. и др.

P1 - 12049

Некоторые характеристики многонуклонных взаимодействий π^- -мезонов при $p = 40$ ГэВ/с

Получены экспериментальные данные по спектрам вторичных π^+ -мезонов, образованных во взаимодействиях π^- -мезонов с несколькими нуклонами ядра углерода при $p = 40$ ГэВ/с. Эти распределения (по продольному импульсу, быстрой и поперечному импульсу) сравниваются с аналогичными данными для π^-p -взаимодействий при той же энергии.

Работа выполнена в Лаборатории высоких энергий ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1978

Angelov N.S. et al.

P1 - 12049

Some Characteristics of π^- -Meson Multinucleon Interactions at $p = 40$ GeV/c

Experimental data on spectra of secondary π^+ -mesons produced in interactions of π^- -mesons with several nucleons of carbon nucleus at $p = 40$ GeV/c have been obtained. These distributions (over the longitudinal momentum, rapidity and transverse momentum) are compared to analogous data on π^-p -interactions at the same energy.

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

Preprint of the Joint Institute for Nuclear Research.

Dubna 1978

§1. ВВЕДЕНИЕ

В настоящей работе исследуются некоторые характеристики вторичных заряженных частиц в $\pi^-(\nu p)$ -взаимодействиях, которые сравниваются с данными по π^-p -соударениям при той же энергии. Данные получены с помощью двухметровой пропановой пузырьковой камеры ЛВЭ ОИЯИ, облученной π^- -мезонами с $p = 40$ ГэВ/с на серпуховском ускорителе. Статистика событий составляет $\approx 10000 \pi^{-12}\text{C}$ -взаимодействий.

Взаимодействия π^- -мезонов с несколькими протонами ядра углерода ($\pi^-(\nu p)$), где $\nu = 2, 3, 4$, выделялись по величине $Q = n_+ - n_-$, которая равна разности положительных и отрицательных пионов в данном событии. Идентифицированные протоны с импульсом $p \leq 0,7$ ГэВ/с исключались при определении Q из-за неоднозначной интерпретации их образования. Протоны с $p \geq 0,7$ ГэВ/с в камере не идентифицируются*. Они дают вклад в n_+ , поэтому приводимые ниже распределения π^+ -мезонов при $p \leq 5$ ГэВ/с имеют примесь протонов $sr \approx 0,7 \pm 5$ ГэВ/с.

Характеристики многонуклонных взаимодействий по множественности вторичных частиц и методические особенности их выделения были опубликованы в работах^{/1-3/}. Некоторые распределения по импульсам вторичных π^+ - и π^- -мезонов в таких событиях рассматривались в^{/4/}.

Как было показано в^{/3/}, число протонов, которые участвовали в неупругих взаимодействиях, составляет $\nu \approx Q + 1$. Для увеличения статистики рассматриваются все события с $\nu \geq 3$.

* Доля протонов с $p \geq 0,7$ ГэВ/с по отношению с π^+ -мезонам составляет $\approx 15\%$.

§2. ХАРАКТЕРИСТИКА ВТОРИЧНЫХ π^+ -И π^- -МЕЗОНОВ ПО ПРОДОЛЬНОМУ ИМПУЛЬСУ И БЫСТРОТЕ

Отношение спектров π^\pm -мезонов для $\pi^-(\nu p)$ и π^-p -взаимодействий:

$$R(p_{\parallel}) = \left(\frac{1}{\sigma_{in}} \frac{d\sigma}{dp_{\parallel}} \right)_{\pi^-(\nu p)} / \left(\frac{1}{\sigma_{in}} \frac{d\sigma}{dp_{\parallel}} \right)_{\pi^-p}$$

в зависимости от продольного импульса (p_{\parallel}) в лабораторной системе координат приведено на рис. 1а,б.

Отметим характерные особенности этих распределений. Из рис. 1а видно, что $R^{\pi^-}(p_{\parallel}) \sim 1$ при $p_{\parallel} \approx 5-7$ ГэВ/с, т.е. при $x_1 \approx \frac{1}{8} + \frac{1}{6}$ ($x = p_{\parallel} / p_0$). Это значение x_1 согласуется с предсказаниями аддитивной кварковой модели, где $R(p_{\parallel}) \sim 1$ при $x_1 \approx \frac{1}{6} + \frac{1}{5}$. В этой модели область $x \geq x_1$ связана с фрагментацией первичного пиона. В этой области $R(p_{\parallel}) < 1$ и достигает значений $R(p_{\parallel}) \sim 0,3$ для $\nu \geq 3$, т.е. число фрагментационных π^- -мезонов в $\pi^-(\nu p)$ -соударениях существенно меньше, чем в π^-p -взаимодействиях. Для π^+ -мезонов /рис. 1б/ $R(p_{\parallel}) \sim 1$ в области $p_{\parallel} = 7-13$ ГэВ/с ($x_1 = \frac{1}{6} \pm \frac{1}{3}$). Отличие $x_1(\pi^+)$ от $x_1(\pi^-)$ может быть связано с примесью протонов. В области фрагментации мишени ($x \leq 0$) и центральной области ($0 < x \leq \frac{1}{8}$) все значения $R(p_{\parallel})$ больше единицы. Из рис. 1а,б видно, что в области $x \leq 0$ множественность π^\pm -мезонов быстро растет с увеличением числа протонов, которые участвовали во взаимодействии / $R \sim \nu$ или ν^2 /*. В центральной области можно считать $R^{\pi^\pm}(p_{\parallel}) \sim \nu$, что также предсказывается кварковой моделью /5/.

На рис. 2а,б приведены отношения спектров π^- -и π^+ -мезонов для $\pi^-(\nu p)$ - и π^-p -взаимодействий

$$R(y) = \left(\frac{1}{\sigma_{in}} \frac{d\sigma}{dy} \right)_{\pi^-(\nu p)} / \left(\frac{1}{\sigma_{in}} \frac{d\sigma}{dy} \right)_{\pi^-p}$$

в зависимости от быстроты ($y = \frac{1}{2} \ln \frac{E + p_{\parallel}}{E - p_{\parallel}}$) в лабораторной системе координат (y_{lab}) и в системе центра инерции (y^*).

* Однако в этой области фазовые объемы для π^-p - и $\pi^-(\nu p)$ -взаимодействий существенно различаются. Поэтому быстрый рост $R(p_{\parallel})$ с увеличением ν может быть частично связан с этим эффектом.

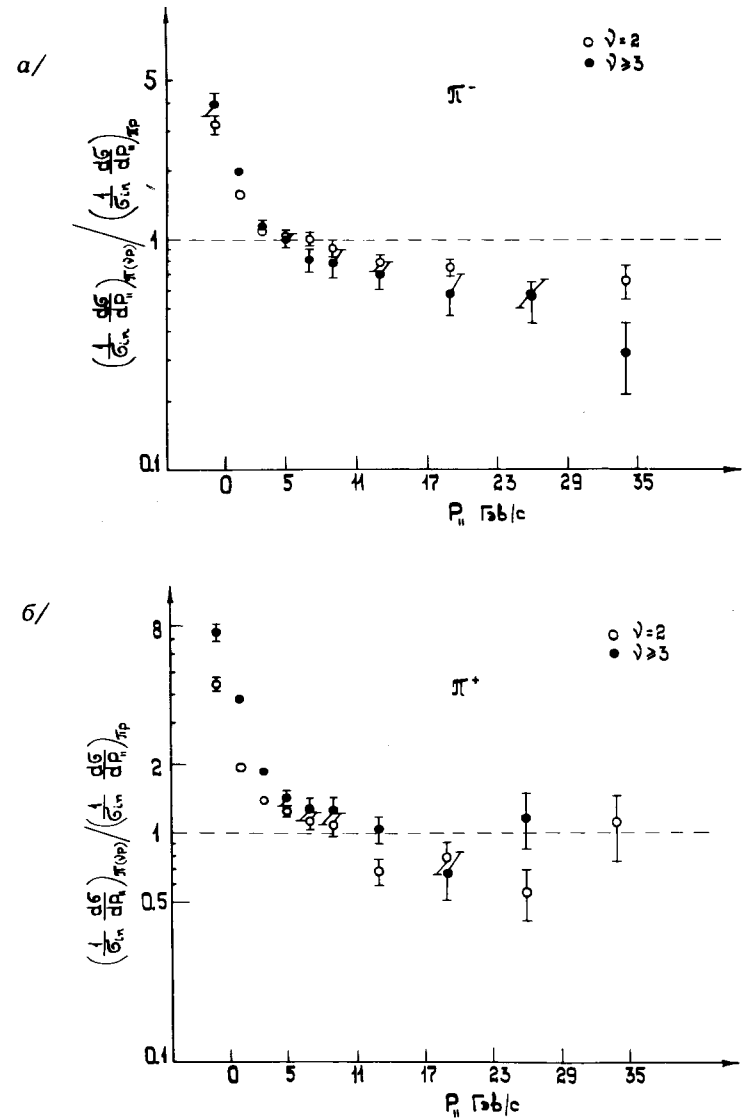
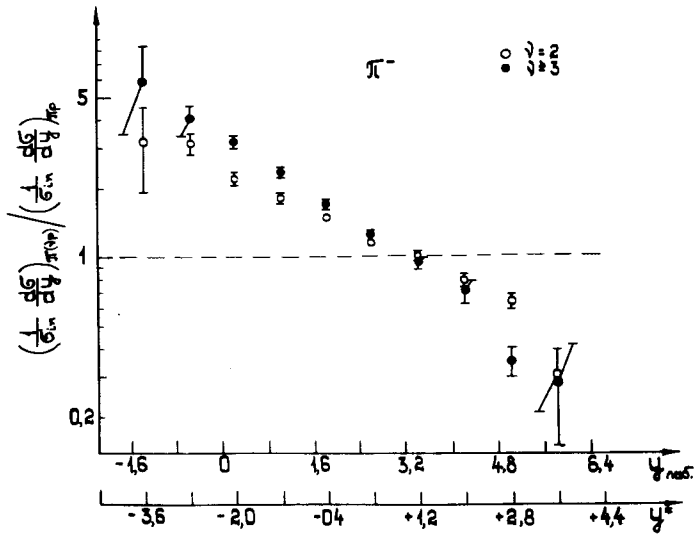


Рис. 1. Отношение спектров π^\pm -мезонов в $\pi^-(\nu p)$ - и в π^-p -взаимодействиях в зависимости от p_{\parallel} при $p = 40$ ГэВ/с.

a/



б/

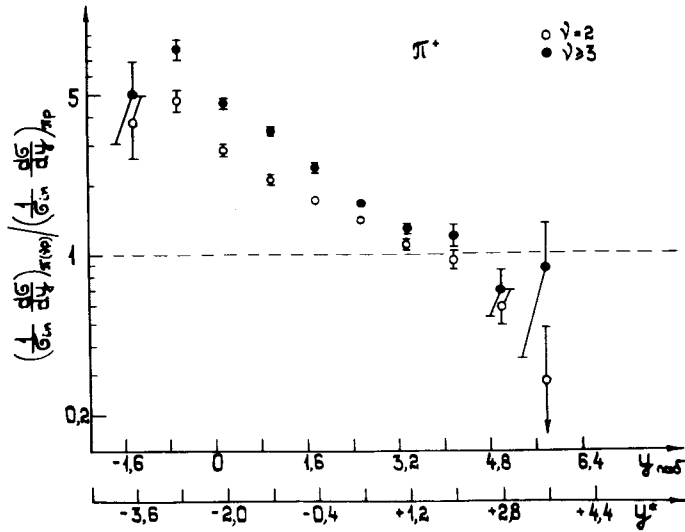


Рис. 2. Отношение спектров π^\pm -мезонов в $\pi^-(\nu p)$ - и в π^-p -взаимодействиях в зависимости от $y_{\text{лаб.}}$ (y^*) при $p = 40$ ГэВ/с.

Как хорошо известно, переменная y удобна для изучения спектров частиц в центральной области, границу которой мы оценим из $x_1 = \frac{1}{6}^{1/5}$. В этом случае $y_1 \approx y_{\text{max}} + \ln x_1 \approx y_{\text{max}} - \ln 6 = 4,5$. Как видно из рис. 2, значение $R(y_{\text{лаб}}) \approx 1$ для π^\pm -мезонов при $y_{\text{лаб}} = 3,5 + 4,5$ и не зависит от заряда пионов (π^\pm) и от числа соударений ν . В центральной области ($y_{\text{лаб}} \lesssim 4,5$) видна явная зависимость множественности пионов от ν и $R(y)$ всегда больше единицы.

На рис. 3 приведена зависимость величины $(D_{\pi^-(\nu p)}^2(y) - D_{\pi^-p}^2(y))$ от числа соударений ν для π^\pm - и π^- -мезонов. Разность этих дисперсий мала при всех ν . Кривая на этом рисунке - результат расчета по модели когерентной трубки^{/6/}. Экспериментальные данные явно не согласуются с ожидаемыми по этой модели. Интересно отметить, что данные по множественности вторичных частиц в $\pi^-(\nu p)$ -взаимодействиях не противоречат предсказаниям этой модели^{/3/}.

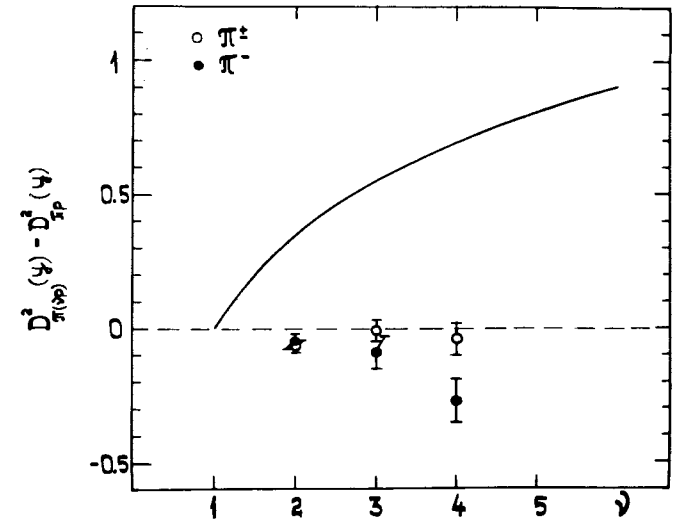


Рис. 3. Разность дисперсий распределений по y π^\pm -мезонов и π^- -мезонов в зависимости от ν при $p = 40$ ГэВ/с. Кривая - расчет по модели когерентной трубки.

§3. РАСПРЕДЕЛЕНИЯ π^\pm -МЕЗОНОВ ПО ПОПЕРЕЧНОМУ ИМПУЛЬСУ И ЗАРЯДУ

На рис. 4а,б приведены отношения вероятностей вылета π^- - и π^+ -мезонов в $\pi^-(\nu p)$ - и π^-p -соударениях

$$R(p_\perp) = \left(\frac{1}{\langle n \rangle \sigma_{in}} \frac{d\sigma}{dp_\perp} \right)_{\pi^-(\nu p)} / \left(\frac{1}{\langle n \rangle \sigma_{in}} \frac{d\sigma}{dp_\perp} \right)_{\pi^-p}$$

в зависимости от поперечного импульса. Значения $R(p_\perp)$ в пределах ошибок не зависят от числа соударений (ν). Отметим, что вероятность образования π^\pm -мезонов в области $p_\perp = 0,3 \div 0,6$ ГэВ/с меньше в многонуклонных взаимодействиях, чем в π^-p -соударениях. Аналогичное поведение $R(p_\perp)$ в зависимости от p_\perp наблюдалось для взаимодействий пионов, каонов и нуклонов с ядрами в интервале энергий 50-275 ГэВ^{7/}. Рост $R(p_\perp)$ для π^+ -мезонов с $p_\perp > 1$ ГэВ/с может быть связан с примесью протонов /см. §1/.

На рис. 5а,б приведены распределения событий по суммарному заряду пионов

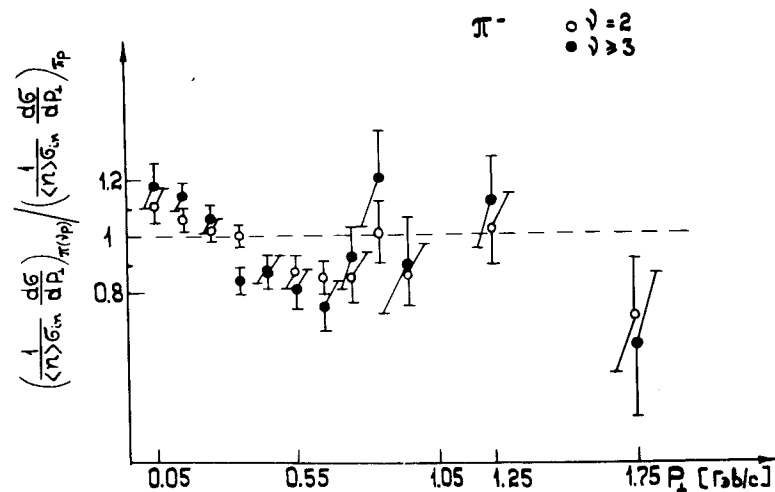
$$\frac{dQ}{dy} = \frac{1}{\sigma_{in}(\nu)} \left(\frac{d\sigma^+}{dy} - \frac{d\sigma^-}{dy} \right) \quad \text{и} \quad \frac{dQ}{dp_\perp} = \frac{1}{\sigma_{in}(\nu)} \left(\frac{d\sigma^+}{dp_\perp} - \frac{d\sigma^-}{dp_\perp} \right)$$

в зависимости от быстроты и поперечного импульса для π^-p - и $\pi^-(\nu p)$ -взаимодействий. Нормировка этих распределений равна заряду систем вторичных частиц без идентифицированных протонов ($\nu = Q + 1$).

Из приведенных данных можно сделать следующие выводы. В многонуклонных взаимодействиях положительный заряд протонов мишени переносится, в основном, в центральную область $|y| < 3,2$, см. рис. 5а/ и сосредоточен в интервале от 0 до 0,6 ГэВ/с по поперечному импульсу /см. рис. 5б/. При больших поперечных импульсах $p_\perp > 0,8$ ГэВ/с/ средний заряд близок к нулю. В области фрагментации π^- -мезонов ($y \geq 3,2$) средний заряд вторичных частиц уменьшается с ростом ν и для $\nu \geq 3 < Q \approx 0$.

Наблюдавшиеся особенности многонуклонных взаимодействий по продольным переменным (x, y) качественно согласуются с аддитивной кварковой моделью^{5/} и противоречат модели когерентной трубки. Представляет интерес более детальное сравнение полученных данных с предсказаниями кварковой модели.

а/



б/

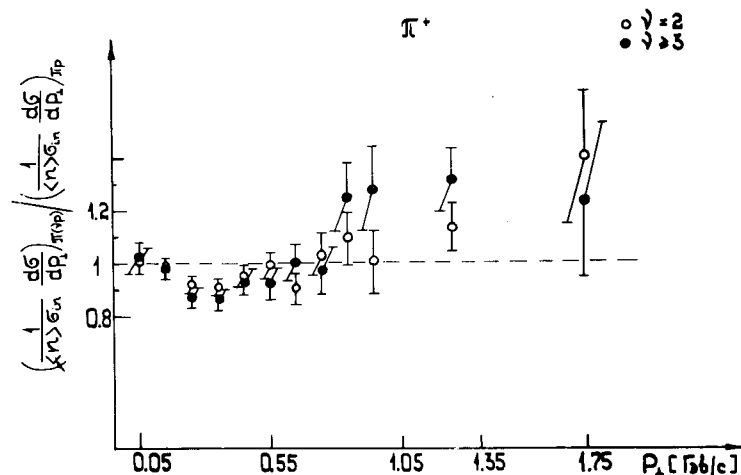
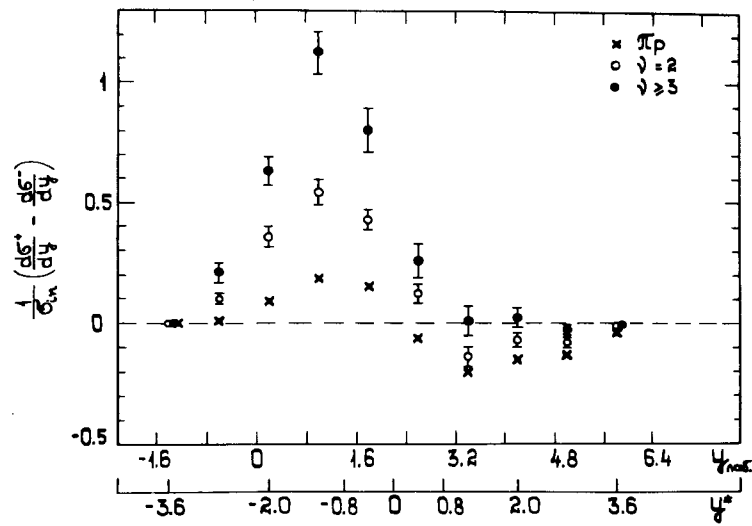


Рис. 4. Отношение спектров π^\pm -мезонов в $\pi^-(\nu p)$ - и в π^-p -взаимодействиях в зависимости от p_\perp при $p = 40$ ГэВ/с.

a/



б/

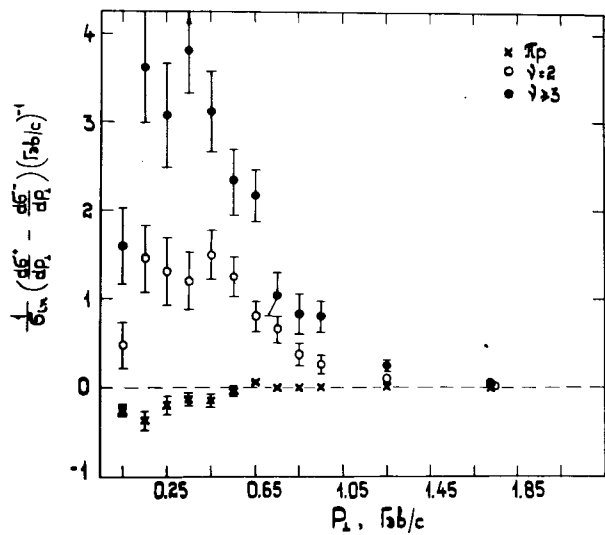


Рис. 5а,б. Распределение полного заряда пионов в $\pi^-(\nu p)$ - и π^-p -взаимодействиях при $p = 40$ ГэВ/с в зависимости от y /а/ и p_{\perp} /б/. Здесь σ_{in}^{ν} - неупругое сечение для данного типа событий ($\nu = 1, 2, 3 \dots$).

Авторам приятно выразить благодарность В.М.Шехтеру, Ю.М.Шабельскому за многочисленные полезные обсуждения и участникам международного сотрудничества по исследованию множественных процессов за помощь в работе.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ангелов Н.С. и др. ОИЯИ, P1-10324, Дубна, 1976.
2. Ангелов Н.С. и др. ОИЯИ, P1-11402, Дубна, 1978.
3. Ангелов Н.С. и др. ОИЯИ, P1-11325, Дубна, 1978.
4. Ангелов Н. и др. ОИЯИ, P1-11506, Дубна, 1978.
5. Anisovich V.V., Shabelsky Yu.M., Shekhter V.M. Nucl. Phys., 1978, B133, p.477.
6. Berlad G., Dar A., Eilam G. Phys. Rev., 1976, D13, p.161.
7. Garbutt D.A. et al. Phys. Lett., 1977, 67B, p.355.

Рукопись поступила в издательский отдел
30 ноября 1978 года.