

4839/2-81



сообщения  
объединенного  
института  
ядерных  
исследований  
дубна

28/9-81

P1-81-437

А. Абдивалиев, К. Бешлиу, А. П. Гаспарян,  
С. Груиа, А. П. Иерусалимов, Ф. Которобай,  
В. И. Мороз, А. В. Никитин, Ю. А. Троян

ИНКЛЮЗИВНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ  $\pi^-$ -МЕЗОНОВ  
В  $np$ -ВЗАИМОДЕЙСТВИЯХ ПРИ 3,83 ГЭВ/С

1981

1. В последние годы большой интерес вызывают экспериментальные и теоретические исследования неупругих взаимодействий релятивистских ядер с ядрами. Особое внимание уделяется процессу образования  $\pi^-$ -мезонов. Здесь возникает важный вопрос: сводится ли взаимодействие с участием ядер к простой суперпозиции NN-столкновений с поправкой на внутриядерное движение и перерассеяние, или есть новое качество, связанное со структурой ядерного вещества? Для выяснения этого вопроса, в частности, необходимы экспериментальные данные по неупругим NN-взаимодействиям в широком интервале первичных энергий. В данной работе представлены инклюзивные экспериментальные характеристики  $\pi^-$ -мезонов, рожденных в пр-взаимодействиях при импульсе нейтрона  $P_n = 3,83$  ГэВ/с. В дальнейшем будет опубликована аналогичная экспериментальная информация при других импульсах нейтрона в интервале /1-5/ ГэВ/с.

2. Экспериментальный материал был получен при облучении 1-метровой водородной камеры ЛВЭ ОИЯИ <sup>1/</sup> пучком монохроматических нейтронов /  $\Delta p/p \sim 3\% /^{2/}$ . При импульсе  $P_n = 3,83$  ГэВ/с  $\pi^-$ -мезоны рождаются в 3-, 5- и 7-лучевых звездах, сечения образования которых равны  $\sigma_3 = 15,2 \pm 0,50$  мб,  $\sigma_5 = 0,61 \pm 0,04$  мб и  $\sigma_7 = 0,007 \pm 0,003$  мб <sup>3/</sup>. Инклюзивное сечение

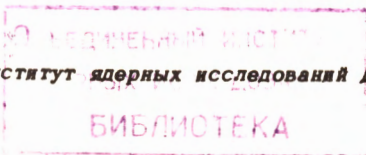
$$\sigma_{\pi^-} = 1 \cdot \sigma_3 + 2 \cdot \sigma_5 + 3 \cdot \sigma_7 \quad /1/$$

равно  $16,44 \pm 0,51$  мб. Видно, что вклад 7-лучевых звезд незначителен. Все отрицательные частицы считались  $\pi^-$ -мезонами. Примесь отрицательных странных частиц была меньше 1%. Для изучения процесса

$$p \rightarrow \pi^- + X, \quad /2/$$

где X-частицы отличны от  $\pi^-$ -мезонов, было обработано около 13 тысяч 3- и 5-лучевых звезд. Методические вопросы более подробно рассмотрены в работах <sup>4-6/</sup>.

Вследствие изотопической симметрии пр-взаимодействий данный экспериментальный материал позволяет получить характеристики  $\pi^-$ -мезонов в пр- и рп-столкновениях. В системе центра масс пр-взаимодействий импульсные распределения  $\pi^-$ - и  $\pi^+$ -мезонов должны совпадать, а угловые распределения  $\pi^-$ -мезонов совпадают с распределениями  $\pi^+$ -мезонов, зеркально отраженными относительно плоскости, перпендикулярной направлению пер-



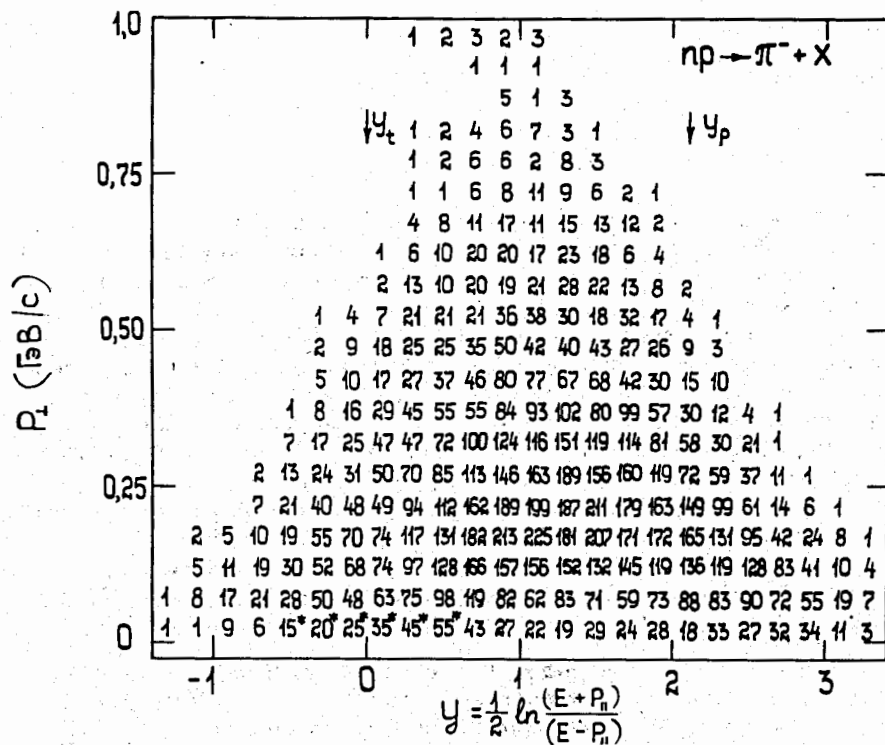


Рис.1. Двумерный плот зависимости величины поперечного импульса  $\pi^-$ -мезона от быстроты.

вичного нейтрона. Получив зеркальное отражение экспериментальных величин углов  $\pi^-$ -мезонов в с.ц.м. для  $pr$ -взаимодействий и переведя импульсные и угловые характеристики  $\pi^-$ -мезонов в лабораторную систему, можно извлечь из этих данных сведения о  $\pi^+$ -мезонах в  $pr$ -взаимодействиях, о  $\pi^-$ -мезонах в  $rp$ -взаимодействиях. Экспериментальные импульсные и угловые распределения  $\pi^-$ -мезонов при  $pr$ -столкновениях должны совпадать с аналогичными распределениями для  $\pi^+$ -мезонов при взаимодействии налетающего протона с нейтроном мишени. Средние множественности  $\pi^-$ -и  $\pi^+$ -мезонов одинаковы в  $pr(rp)$ -взаимодействиях. Таким образом, получив экспериментальные данные по рождению  $\pi^-$ -мезонов во взаимодействиях налетающих нейтронов с протонной мишенью, мы имеем, с точностью до справедливости изотопической инвариантности, данные по рождению  $\pi^+$ -мезонов в  $pr$ -и  $rp$ -взаимодействиях.

3. На рис. 1 представлен двумерный плот зависимости величины поперечного импульса  $\pi^-$ -мезона  $P_{\perp}$  от быстроты в лабораторной системе

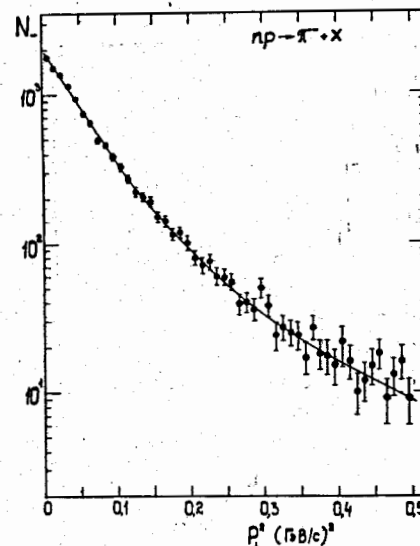


Рис.2. Распределение по квадрату поперечного импульса  $\pi^-$ -мезона.

$$y = \frac{1}{2} \ln \left( \frac{E + P_{\parallel}}{E - P_{\parallel}} \right). \quad /3/$$

Здесь  $E$  и  $P_{\parallel}$  - полная энергия и продольный импульс  $\pi^-$ -мезона. Стрелками указаны величины быстрот, соответствующие мишени  $Y_t$  и налетающему нейтрону  $Y_p$ .

Для получения данных о  $pr$ -взаимодействиях необходимо произвести вращение плота на  $180^\circ$  относительно быстроты системы центра масс, которая равна в дан-

ном случае  $Y_p/2$ . Звездочками на плоте помечены числа экспериментально наблюдаемых  $\pi^-$ -мезонов, скорректированные на потерю неизмеримых случаев.

В интервале  $0 \leq P_{\perp} \leq 0,05$  ГэВ/с и  $-0,6 \leq y \leq +0,6$  потеряно  $\sim 0,7\%$  неизмеримых треков по отношению к полному числу рожденных  $\pi^-$ -мезонов. При данном первичном импульсе нейтрона средний поперечный импульс  $\pi^-$ -мезона равен  $\langle P_{\perp} \rangle = 237,9 \pm 1,4/$  МэВ/с.

На рис. 2 приведено распределение по квадрату поперечного импульса  $\pi^-$ -мезона,  $P_{\perp}^2$ . Линией показан результат фита по формуле

$$N_{\perp} = A e^{-a P_{\perp}^2} + B e^{-b P_{\perp}^2} \quad /4/$$

где  $A, B$  и  $a, b$  - подбираемые параметры. Наклоны экспонент  $a, b$  оказались равными

$$a = 19,9 \pm 0,7/ \text{ ГэВ/с}^{-2}, \quad b = 5,9 \pm 0,7/ \text{ ГэВ/с}^{-2}$$

при величине  $\chi^2$ , равной 1,13 на одну степень свободы. Относительные вклады экспонент соответствуют 77% и 23%. Увеличение наклона при малых поперечных импульсах обусловлено рождением изобар.

Ниже нами приводятся суммарные данные по  $pr$ -и  $rp$ -взаимодействиям, взятые с весом, равным 0,5. Усредненные таким образом  $pr(rp)$ -взаимодействия будем условно называть  $NN$ -взаимодействиями. На рис. 3,4 представлены импульсное и угловое распределения  $\pi^-$ -мезонов в  $NN$ -взаимодействиях.

В настоящее время экспериментально установлено [7,8], что при взаимодействии различных элементарных частиц и ядер с ядрами

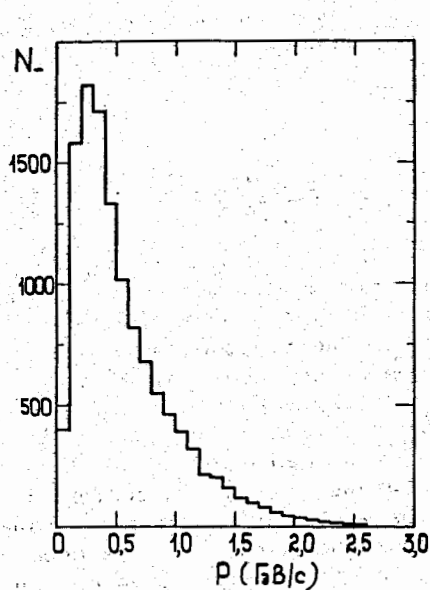


Рис.3. Импульсное распределение  $\pi^-$ -мезонов.

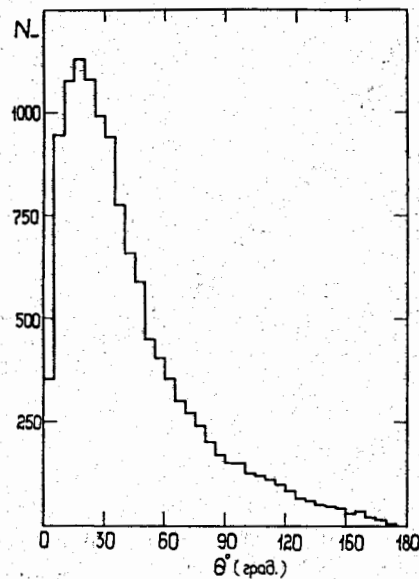


Рис.4. Угловое распределение  $\pi^-$ -мезонов.

в области фрагментации ядер наблюдаются  $\pi^-$ -мезоны и другие частицы за кинематической границей для взаимодействий элементарных частиц с нуклоном - кумулятивный эффект. Для оценки величины эффекта экспериментальные данные, в частности, анализируются в зависимости от переменной /кумулятивное число/

$$Q = \frac{E - P_{\parallel}}{m_N},$$

15/

где  $E$  и  $P_{\parallel}$  - полная энергия и продольный импульс рожденной частицы,  $m_N$  - масса нуклона. Величину  $Q$  можно считать минимальной оценкой массы мишени, на которой произошло рождение частицы. Если  $Q > 1$ , то такой случай кинематически запрещен для взаимодействия с нуклоном. Однако ясно, что в инклюзивной постановке опыта, когда регистрируется только одна частица, кумулятивное рождение частиц может идти и при величинах  $Q < 1$ . Для более полной оценки величины эффекта представляет интерес сравнение поведения экспериментальных характеристик  $\pi^-$ -мезонов в зависимости от величины  $Q$  в NN-взаимодействиях / $Q < 1$ / и нуклон /ядро/-ядерных столкновениях во всем интервале величин  $Q$ .

На рис. 5 показано распределение по величине кумулятивного числа  $Q$  в NN-взаимодействиях. На рис. 6-9 приведены зависи-

Рис.5. Распределение по величине кумулятивного числа  $Q$ .

мости средних значений углов, импульсов, поперечных импульсов и быстрот  $\pi^-$ -мезонов от величины  $Q$ . Совокупность приведенных данных дает достаточно полную информацию по образованию  $\pi^-$ -мезонов в инклюзивной постановке опыта.

4. Представленные данные будут полезны для непосредственного сравнения экспериментальных характеристик  $\pi^-$ -мезонов в NN- и ядро-ядерных взаимодействиях. С другой стороны, такая информация необходима для теоретических расчетов в рамках каскадных моделей, предсказаний модели когерентной трубки и т.д.

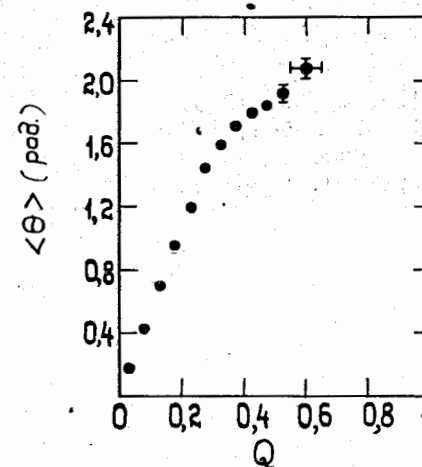
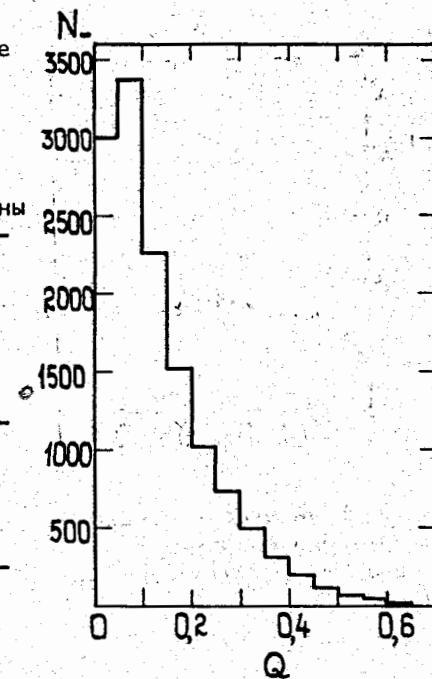


Рис.6. Зависимость среднего угла  $\pi^-$ -мезона от кумулятивного числа  $Q$ .

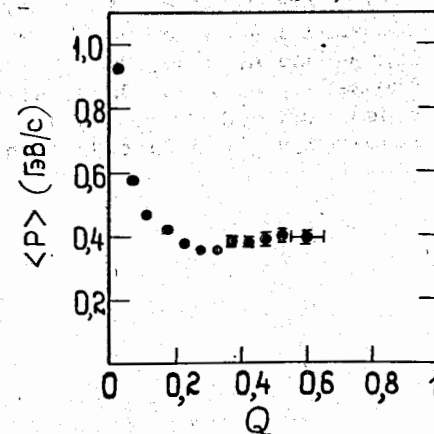


Рис.7. Зависимость среднего импульса  $\pi^-$ -мезона от кумулятивного числа  $Q$ .

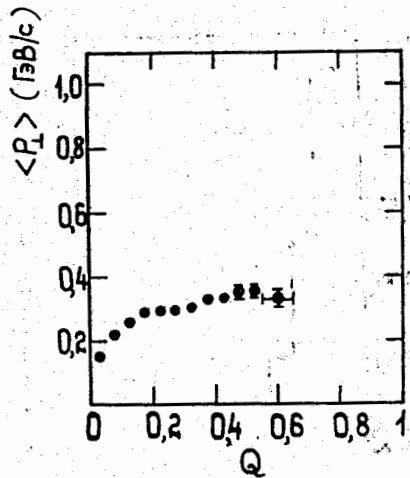


Рис.8. Зависимость среднего поперечного импульса  $\pi^-$ -мезона от кумулятивного числа  $Q$ .

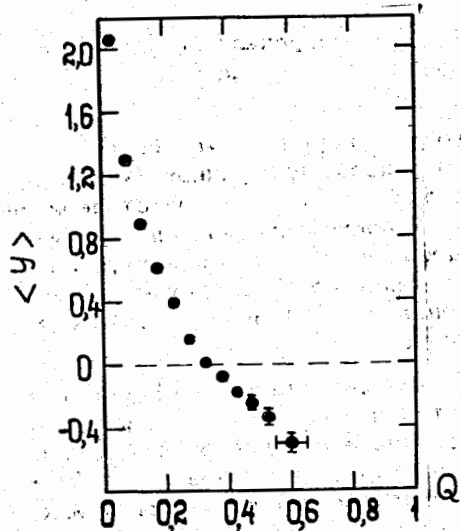


Рис.9. Зависимость средней быстроты  $\pi^-$ -мезона от кумулятивного числа  $Q$ .

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Belonogov A.V. et al. Nucl.Inst. and Meth., 1963, 20, p.114.
2. Гаспарян А.П. и др. ПТЭ, 1977, 2, с. 37.
3. Abdivaliev A. et al. Nucl.Phys., 1975, B99, p. 445.
4. Абдивалиев А. и др. ЯФ, 1979, 29, с. 1545.
5. Абдивалиев А. и др. ОИЯИ, P1-12179, Дубна, 1979.
6. Абдивалиев А. и др. ОИЯИ, Б1-1-12181, Дубна, 1979.
7. Ставинский В.С. ЭЧАЯ, 1979, 10, с. 949.
8. Baldin A.M. Prog.Part.Nucl.Phys., 1980, 4, p. 95.

Рукопись поступила в издательский отдел  
26 июня 1981 года.

Абдивалиев А. и др. Инклюзивное образование  $\pi^-$ -мезонов в  $np$ -взаимодействиях при 3,83 ГэВ/с P1-81-437

Представлены данные по образованию  $\pi^-$ -мезонов в  $np$ -взаимодействиях при импульсе нейтрона  $P_n=3,83$  ГэВ/с.

Экспериментальный материал получен с помощью 1-метровой водородной пузырьковой камеры, экспонированной в пучке монохроматических нейтронов с  $\Delta p/p \approx 3\%$ . Обработано  $\sim 13$  тыс. 3- и 5-лучевых звезд. Дается достаточно полная информация об инклюзивных характеристиках  $\pi^-$ -мезонов.

Работа выполнена в Лаборатории высоких энергий ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1981

Abdivaliev A. et al. Inclusive Production of Mesons P1-81-437 in  $np$ -Interactions at 3.83 GeV/c

Data on the production of  $\pi^-$ -mesons in  $np$ -interactions at neutron momentum  $P_n=3.83$  GeV/c are presented. The experimental data has been obtained by irradiating the one-meter hydrogen bubble chamber with a monochromatic neutron beam ( $\Delta P/P$ ) $\sim 3\%$ . 13000 of 3- and 5-prong stars were processed. Experimental inclusive characteristics of  $\pi^-$ -mesons are studied.

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

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1981

Перевод аннотации О.С.Виноградовой.