

СООБЩЕНИЯ  
ОБЪЕДИНЕННОГО  
ИНСТИТУТА  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ  
ДУБНА

4664/82

27/9-82

P1-82-507

А. Абдивалиев\*, К. Бешлиу\*\*, С. Груиа\*\*,  
А. П. Иерусалимов, Ф. Которобай\*\*, В. И. Мороз,  
А. В. Никитин, Д. Пантеа\*\*, В. Н. Печенов, Ю. А. Троян

ИНКЛЮЗИВНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ  $\pi^-$ -МЕЗОНОВ  
В  $np$ -ВЗАИМОДЕЙСТВИЯХ ПРИ  $P_n = (1 \div 5)$  ГэВ/с

\* Ленинабадский государственный педагогический институт им. С. М. Кирова, Ленинабад, СССР.

\*\* Бухарестский университет, Бухарест, СРР.

1982

1. При анализе процессов, происходящих при ядро-ядерных и нуклон-ядерных столкновениях, необходимы экспериментальные данные по неупругим NN-взаимодействиям в широком интервале первичных энергий. В настоящей работе представлены характеристики инклюзивного образования  $\pi^-$ -мезонов в пр-взаимодействиях в зависимости от импульса налетающих нейтронов в интервале (1÷5) ГэВ/с. Часть результатов была опубликована ранее<sup>/1/</sup>. Мы также привлекаем для сравнения результаты работ<sup>/8,9/</sup> по исследованию рп-взаимодействий при импульсах протонов 11,6 и 19,2 ГэВ/с, выполненных с помощью дейтериевых пузырьковых камер.

2. Экспериментальный материал был получен при облучении 1-метровой водородной камеры ЛВЭ ОИЯИ<sup>/2/</sup> пучком монохроматических нейтронов с  $\Delta p/p \approx 3\%$ <sup>/3/</sup>.

При импульсах  $P_n = 1,25; 1,73$  и  $2,23$  ГэВ/с  $\pi^-$ -мезоны рождаются в 3-лучевых звездах, а при  $P_n = 3,83$  и  $5,10$  ГэВ/с - в 3-, 5- и 7-лучевых звездах, сечения образования которых определены нами в работе<sup>/4/</sup>. Заметим, что при  $P_n = 1,25$  ГэВ/с рождение  $\pi^-$ -мезонов идет исключительно через эксклюзивный канал пр-pp $\pi^-$ .

Из работы<sup>/4/</sup> видно, что вклад 7-лучевых звезд незначителен. Все отрицательные частицы считались  $\pi^-$ -мезонами. Примесь отрицательных странных частиц составляет меньше 1%. Потери из-за неизмеримых треков по отношению к полному числу рожденных  $\pi^-$ -мезонов - около 1% при всех первичных энергиях.

Вследствие изотопической симметрии пр-взаимодействий представленный 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 между собой, а угловые распределения  $\pi^-$ -мезонов - с распределениями  $\pi^+$ -мезонов, зеркально отраженными относительно плоскости, перпендикулярной направлению первичного нейтрона. Таким образом, получив экспериментальные данные по рождению  $\pi^-$ -мезонов во взаимодействиях налетающих нейтронов с протонмишенью, мы имеем, с точностью до справедливости изотопической инвариантности, данные по рождению  $\pi^+$ -мезонов в пр- и рп-взаимодействиях. Средние множественности  $\pi^+$ - и  $\pi^-$ -мезонов в пр-взаимодействиях одинаковы.

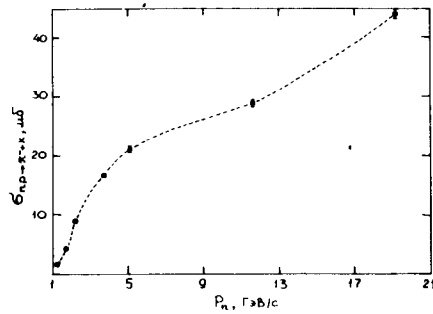


Рис.1. Инклюзивные сечения образования  $\pi^-$ -мезонов в пр - взаимодействиях.

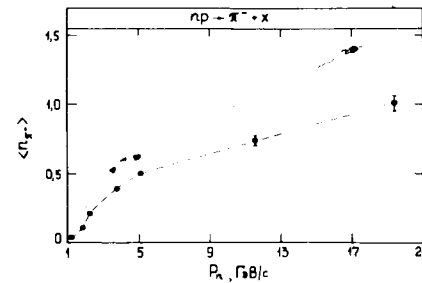


Рис.2. Зависимость средней множественности  $\pi^-$ -мезонов от импульса падающего нейтрона.

Для изучения процесса

$$p \rightarrow \pi^- + X,$$

где X - частицы, отличные от  $\pi^-$ -мезонов, при указанных выше импульсах было обработано около 60 тысяч 3- и 5-лучевых звезд. Методические вопросы рассмотрены в работах<sup>5-7/</sup>.

3. На рис.1 представлены инклюзивные сечения образования  $\pi^-$ -мезонов, вычисленные по формуле

$$\sigma_{\pi^-} = \sum p_i \sigma_i,$$

где  $p_i$  - число  $\pi^-$ -мезонов в данной топологии,  $\sigma_i$  - топологическое сечение  $i = 1, 3, 5, 7/$ . Данные при 11,6 ГэВ/с взяты из работы<sup>8/</sup>, а при 19,2 ГэВ/с - из работы<sup>9/</sup>. На рис.2 показана зависимость от импульса налетающего нейтрона средней множественности  $\pi^-$ -мезонов, определенной как

$$\langle n_{\pi^-} \rangle = \frac{\sigma_{\pi^-}^{np}}{\sigma_{tot}^{np}},$$

где  $\sigma_{tot}^{np}$  - полное сечение пр-взаимодействий.

На рис.3 представлены угловые распределения  $\pi^-$ -мезонов в с.ц.м. реакции. Здесь и в дальнейшем одномерные распределения нормированы на 1. Пунктирные линии везде проведены от руки. В табл.1 приведены численные значения величин  $\sigma_{\pi^-}$ ,  $\langle n_{\pi^-} \rangle$  и коэффициенты асимметрии угловых распределений

$$A = (F-B)/(F+B),$$

где F - число  $\pi^-$ -мезонов, для которых  $\cos^* \theta > 0$ , а B для  $\cos^* \theta < 0$ . На рис.4,5 и 6 представлены одномер-

Таблица 1

$P_n$ , ГэВ/с	$\sigma_{pr \rightarrow \pi^- + X}$ , мб	$\langle n_{\pi^-} \rangle$	A
1,25±0,03	1,45±0,06	0,040±0,002	0,082±0,037
1,73±0,05	4,10±0,10	0,100±0,003	-0,008±0,018
2,23±0,07	8,70±0,30	0,210±0,007	0,072±0,017
3,83±0,12	16,44±0,51	0,390±0,012	0,159±0,012
5,10±0,17	21,00±0,53	0,500±0,013	0,176±0,015
11,60	28,78±0,42	0,710±0,032	0,145±0,007
19,20±0,20	43,92±0,81	1,130±0,053	0,150±0,020

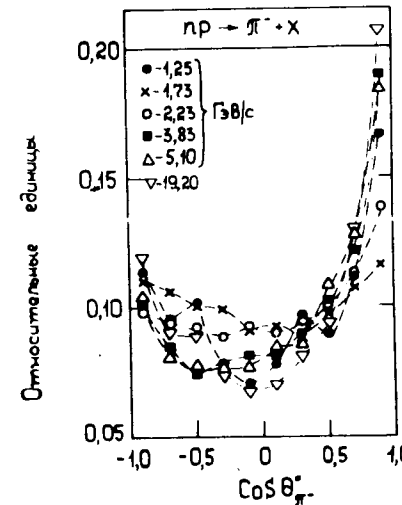


Рис.3. Угловые распределения  $\pi^-$ -мезонов в с.ц.м. реакции  $p \rightarrow \pi^- + X$ .

ные распределения по  $P_n$ ,  $P_n^*$ , и  $P^*$  соответственно в с.ц.м. реакции в относительных единицах. Максимумы распределений, за исключением случая  $P_n = 1,25$  ГэВ/с, в основном совпадают. Средние значения этих распределений, приведенные в табл.2 и показанные на рис.7, растут за счет увеличения вклада больших значений рассматриваемых величин с увеличением импульса налетающих нейтронов.

На рис.8 приведены распределения по быстроте

$$y = \frac{1}{2} \ln[(E + P_{||})/(E - P_{||})],$$

где E и  $P_{||}$  - полная энергия и продольный импульс  $\pi^-$ -мезона. Максимумы распределений сдвигаются вправо с увеличением импульса налетающего нейтрона. На рис.9 приведены распределения по квадрату поперечного импульса  $\pi^-$ -мезонов в относительных единицах.

Наблюдается некоторое сближение распределений с ростом импульса падающего нейтрона.



Таблица 5

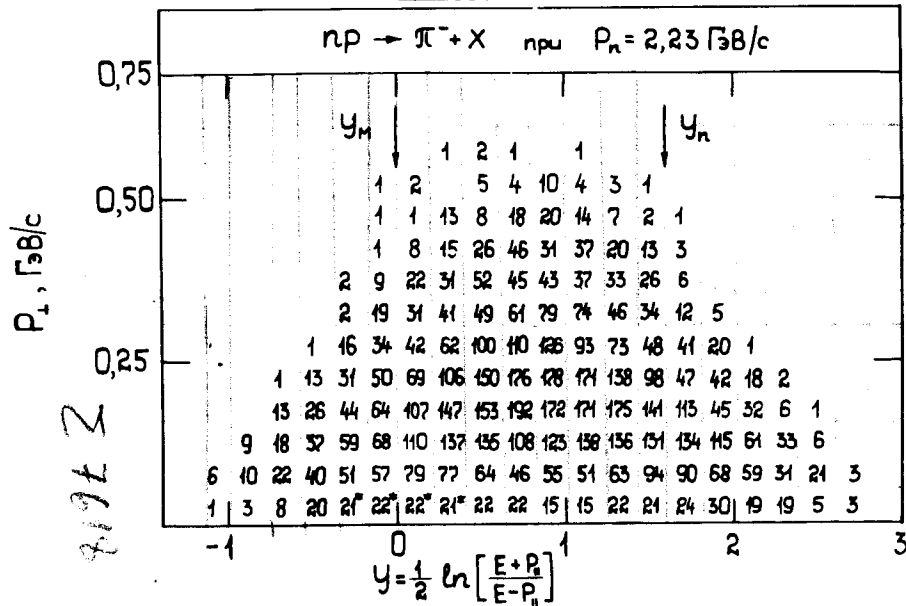


Таблица 6

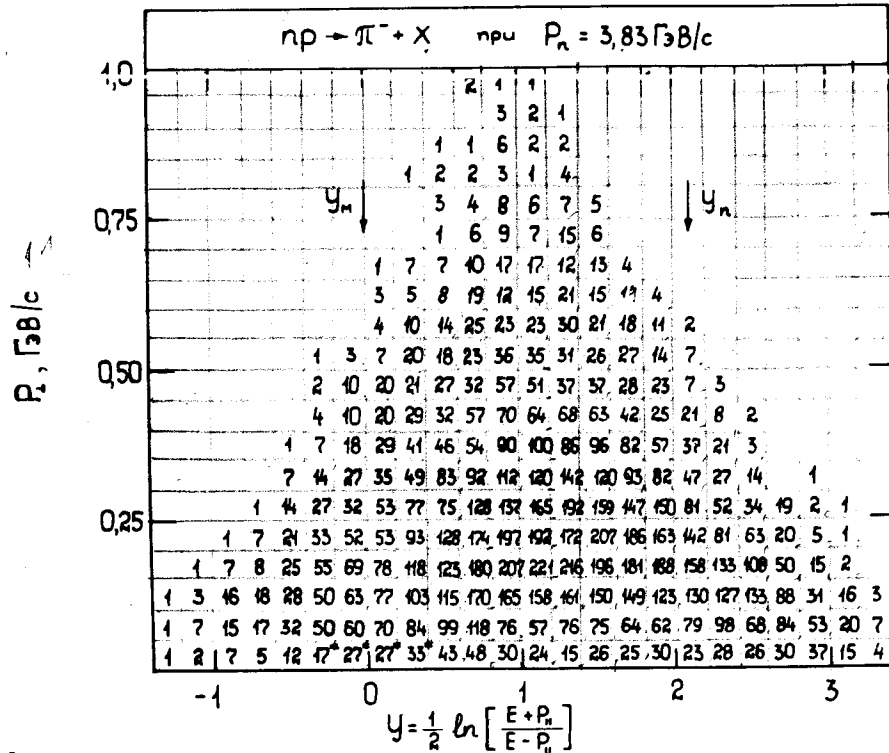
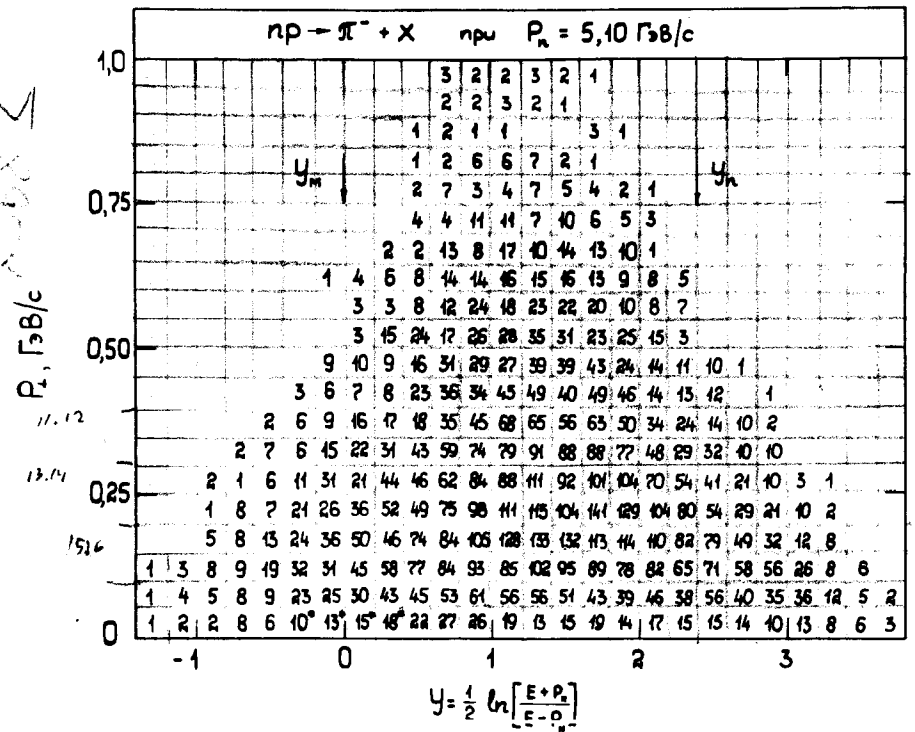


Таблица 7



4. В табл. 3, 4, 5, 6 и 7 приведены двумерные распределения  $\pi^-$ -мезонов в зависимости от  $P_n$  и быстроты  $y$  в лабораторной системе. В таблицах стрелками указаны величины быстрот протонов-мишени  $Y_M$  и налетающего нейтрона  $Y_n$  при данном импульсе нейтрона.

Для получения данных о  $np$ -взаимодействиях необходимо произвести вращение таблицы на  $180^\circ$  относительно быстроты системы центра масс, которая определяется как  $y_n/2$ . Звездочками на таблицах помечены числа экспериментально наблюдаемых  $\pi^-$ -мезонов, скорректированных на потери неизмеримых случаев.

Представленные в таблицах 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.

Мы благодарим А.П.Гаспаряна за полезные обсуждения, И.А.Первушину и И.И.Зайцеву за помощь в подготовке материала к печати.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Абдивалиев А. и др. ОИЯИ, P1-81-437, Дубна, 1981.
2. Belonogov A.V. et al. Nucl.Inst. and Meth., 1963, 20, с. 114.
3. Гаспарян А.П. и др. ПТЭ, 1977, 2, с. 37.
4. Abdivaliev A. et al. Nucl.Phys., 1975, B99, p.445.
5. Абдивалиев А. и др. ОИЯИ, P1-12179, Дубна, 1979.
6. Абдивалиев А. и др. ОИЯИ, B1-1-12181, Дубна, 1979.
7. Абдивалиев А. и др. ОИЯИ, 1-10669, Дубна, 1977.
8. Hochman D. et al. Nucl.Phys., 1975, B89, p. 383.
9. Боос Э.Г. и др. Известия АН Каз. ССР. Серия физико-математическая, 1976, №4, с. 58; Боос Э.Г. и др. ЯФ, 1976, т. 29, вып.5, с. 981.

Рукопись поступила в издательский отдел  
1 июля 1982 года.

Абдивалиев А. и др. Инклюзивное образование  $\pi^-$ -мезонов P1-82-507  
в  $np$ -взаимодействиях при  $P_n = (1+5)$  ГэВ/с

Представлены данные по инклюзивному образованию  $\pi^-$ -мезонов при импульсе  $P_n = 1,25; 1,73; 2,23; 3,83$  и  $5,10$  ГэВ/с. Экспериментальный материал получен с помощью 1-метровой водородной пузырьковой камеры, экспонированной в пучке монохроматических нейтронов с  $\Delta p/p \approx 3\%$ . Представленные данные полезны для непосредственного сравнения экспериментальных характеристик  $\pi^-$ -мезонов в NN- и ядро-ядерных взаимодействиях.

Работа выполнена в Лаборатории высоких энергий ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1982

Abdivaliev A. et al. Inclusive Production of  $\pi^-$ -Mesons P1-82-507  
In  $np$ -Interactions at  $P_n = (1+5)$  GeV/c

Data on the production of  $\pi^-$ -mesons in  $np$ -interactions at  $P_n = 1.25; 1.73; 2.23; 3.83$  and  $5.10$  GeV/c neutron momenta are presented. The experimental data have been obtained by irradiating the one-meter hydrogen bubble chamber with a monochromatic neutron beam with  $\Delta p/p \approx 3\%$ . 60000 of 3- and 5-prong stars were processed. The data presented are useful to compare directly experimental characteristics of  $\pi^-$ -mesons in NN- and AA-interactions.

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

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1982

Перевод О.С.Виноградовой.