

ОБЪЕДИНЕННЫЙ  
ИНСТИТУТ  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ  
ДУБНА



3357/2-78

14/III-78

A-646

Ангелов, И. и др.

P1 - 11506

ИМПУЛЬСНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ  
ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ  $\pi^-$ -МЕЗОНОВ  
С НЕСКОЛЬКИМИ НУКЛОНАМИ ЯДРА УГЛЕРОДА

Сотрудничество: Бухарест-Дубна-София-Ташкент

**1978**

P1 - 11506

ИМПУЛЬСНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ  
ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ  $\pi^-$ -МЕЗОНОВ  
С НЕСКОЛЬКИМИ НУКЛОНАМИ ЯДРА УГЛЕРОДА

Сотрудничество: Бухарест-Дубна-София-Ташкент

*Направлено на XIX Международную конференцию по физике высоких энергий /Токио, 1978 г./*

Объединенный институт  
ядерных исследований  
БИБЛИОТЕКА

Ангелов Н. и др.

PI - 11506

Импульсные характеристики взаимодействий  $\pi^-$ -мезонов с несколькими нуклонами ядра углерода

В работе выделены неупругие взаимодействия  $\pi^-$ -мезонов с  $p = 40$  ГэВ/с с несколькими протонами ядра углерода. Получены характеристики таких событий по множественности и инклюзивные спектры пионов, которые сравниваются с аналогичными спектрами в пион-протонных взаимодействиях.

Работа выполнена в Лаборатории высоких энергий ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1978

Angelov N. et al.

PI - 11506

Momentum Characteristics of the Interactions of  $\pi^-$ -Mesons with Several Nucleons of Carbon Nucleus

Inelastic interactions of  $\pi^-$ -mesons at  $p = 40$  GeV/c with several protons of carbon nuclei are extracted. Multiplicities and inclusive pion spectra of these events are obtained and compared with those of pion-proton interactions.

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

Preprint of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1978

## §1. ВВЕДЕНИЕ

Изучение взаимодействий пионов с несколькими нуклонами ядра /многонуклонные взаимодействия/ в принципе позволяет получить новые сведения о динамике адрон-нуклонных взаимодействий на малых расстояниях / $\sim 10^{-13}$  см/. В связи с этим в настоящее время интенсивно изучаются адрон-ядерные взаимодействия при высоких энергиях. Однако полученные данные в основном относятся к соударениям быстрых адронов, усредненным по числу нуклонов ( $\nu$ ), участвовавших во взаимодействиях /см. например, /1/ /. Поэтому экспериментальная информация представляет собой "смесь" взаимодействий с  $\nu = 1, 2, 3, \dots$ . Например, для соударений адронов с ядрами углерода  $\bar{\nu} = 1,5$ , а с ядрами урана -  $\bar{\nu} \approx 3,0$ . Интерпретация таких данных представляет собой сложную задачу.

В работе /2/ был предложен метод выделения взаимодействий адронов с  $\nu$ -нуклонами ядра. Для выделения таких событий использовалась величина

$$Q = n_+ - n_- \quad , \quad /1/$$

где  $n_+$  - число  $\pi^+$ -мезонов и быстрых протонов / $p \geq 700$  МэВ/с/, а  $n_-$  - число отрицательных частиц /в основном  $\pi^-$ -мезоны/. Протоны с  $p \leq 700$  МэВ/с не учитывались в этом рассмотрении, т.к. их происхождение неясно. Например, при  $p \leq 300$  МэВ/с большой вклад дают испарительные протоны. Значения  $Q$  для  $\pi^-p$ - и  $\pi^-n$ -взаимодействий соответственно равны /0, -1/ и /-1, -2/. Таким образом, все значения  $Q > 0$  связаны с со-

ударениями с несколькими протонами ( $\nu \geq Q + 1$ ). При этом в этом случае выделяются такие неупругие взаимодействия с  $\nu$  протонами, в которых переданный каждому из  $Q + 1$  протонов импульс  $t \geq 0,5 \text{ ГэВ}^2/c^2$  или происходит перезарядка протона  $p \rightarrow n + \pi^+$ .

Результаты анализа данных по множественности для  $\pi^- 12\text{C}$ -взаимодействий при  $p = 40 \text{ ГэВ}/c$  приведены в табл. 1. Из таблицы видно, что  $\langle n_{\pm} \rangle$  и  $\langle n_{-} \rangle$  растут с увеличением  $\nu$ . Модель многократного рассеяния /типа Глаубера/ описывает эти экспериментальные данные с точностью  $\pm 10\%^{1/3-5/}$ .

Другим методом выделения взаимодействий с несколькими нуклонами ( $\nu \geq 2$ ) является наблюдение событий с двумя  $\Lambda^0$ -частицами. При просмотре снимков с 2-метровой пропановой камеры, облученной  $\pi^-$ -мезонами с импульсом  $40 \text{ ГэВ}/c$ , было зарегистрировано 26226  $\pi^- 12\text{C}$ -взаимодействий, в которых было наблюде-

Таблица 1

Зависимость множественности вторичных заряженных частиц от  $Q$  в  $\pi^- 12\text{C}$ -взаимодействиях при  $p = 40 \text{ ГэВ}/c^*$

$Q$	%	$\langle n_{\pm} \rangle$	$\langle n_{-} \rangle$	$D_{\pm}$
-4	$0,03 \pm 0,05$			
-3	$0,37 \pm 0,08$	$7,86 \pm 0,87$	$5,43 \pm 0,45$	$3,79 \pm 0,61$
-2	$4,19 \pm 0,28$	$5,64 \pm 0,20$	$3,62 \pm 0,10$	$3,08 \pm 0,14$
-1	$35,74 \pm 0,82$	$5,21 \pm 0,06$	$3,11 \pm 0,03$	$2,86 \pm 0,05$
0	$39,56 \pm 0,86$	$6,13 \pm 0,07$	$3,07 \pm 0,04$	$3,09 \pm 0,05$
1	$13,46 \pm 0,50$	$8,06 \pm 0,13$	$3,54 \pm 0,06$	$3,38 \pm 0,09$
2	$4,54 \pm 0,29$	$9,85 \pm 0,25$	$3,92 \pm 0,12$	$3,84 \pm 0,17$
3	$1,58 \pm 0,17$	$11,02 \pm 0,43$	$4,01 \pm 0,21$	$3,91 \pm 0,30$
4	$0,43 \pm 0,09$	$12,43 \pm 0,81$	$4,21 \pm 0,40$	$3,81 \pm 0,57$
5	$0,10 \pm 0,04$			

\*Идентифицированные протоны не включались в  $\langle n_{\pm} \rangle$  и  $\Delta D_{\pm}$ .

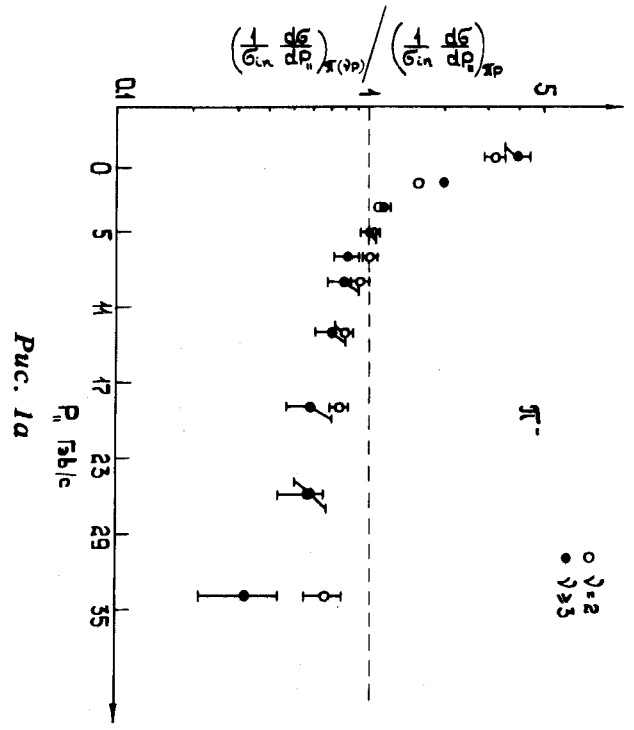
985  $\Lambda^0$ -частиц, в том числе 22 события с двумя  $\Lambda$ -гиперонами. После учета геометрических поправок и нейтральных мод распада  $\Lambda^0 \rightarrow n + \pi^0$  было получено  $N(\pi^- 12\text{C} \rightarrow \Lambda^0 X) = 1977$  и  $N(\pi^- 12\text{C} \rightarrow 2\Lambda^0 X) = 105$  событий. Отсюда было получено, что  $\sigma(\pi^- 12\text{C} \rightarrow 2\Lambda^0 X) = 0,72 \pm 0,15 \text{ мбн}$ . Таким образом, доля многокучонных взаимодействий с образованием двух  $\Lambda^0$ -частиц составляет  $4 \cdot 10^{-3}$  от всех  $\pi^- 12\text{C}$ -взаимодействий, что не противоречит независимому образованию  $\Lambda^0$ -частиц внутри ядра углерода ( $w(2\Lambda^0) \approx [w(\Lambda^0)]^2$ ). Отношение средней множественности заряженных частиц  $\langle n_{\pm} \rangle_{2\Lambda}$

в событиях с  $2\Lambda$ -гиперонами к  $\langle n_{\pm} \rangle_{1\Lambda}$  составляет  $1,32 \pm 0,20 / \langle n_{\pm} \rangle_{1\Lambda}^{\pi^- p} = 5,68 \pm 0,18 /^{1/7/}$ .

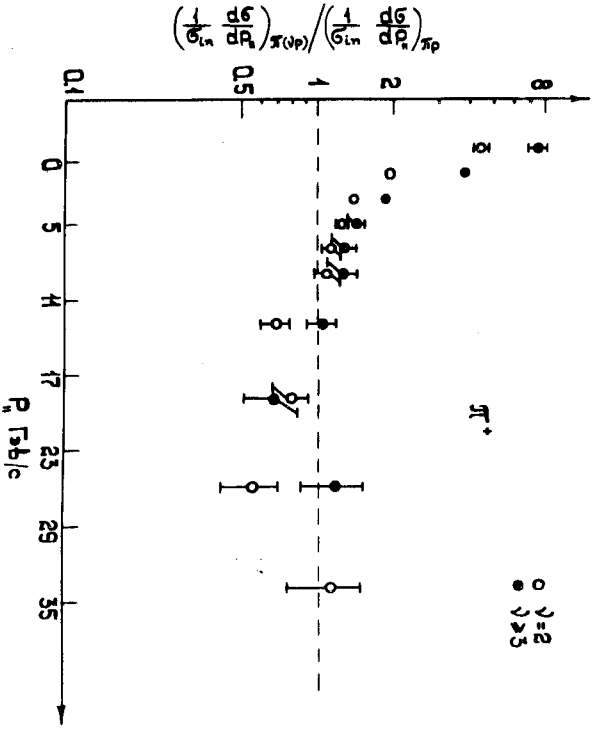
## §2. ИМПУЛЬСНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МНОГОНУКЛОННЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ

Мы исследовали характеристики вторичных заряженных частиц в  $\pi^-(\nu p)$ -взаимодействиях и сравнили их с данными по  $\pi^- p$ -соударениям при той же энергии  $/E = 40 \text{ ГэВ}/c/$ . Для увеличения статистики мы объединили события с  $\nu \geq 3$ . На рис. 1а/ и б/ приведены отношения спектров  $\pi^{\pm}$ -мезонов для  $\pi^-(\nu p)$  и  $\pi^- p$ -взаимо-

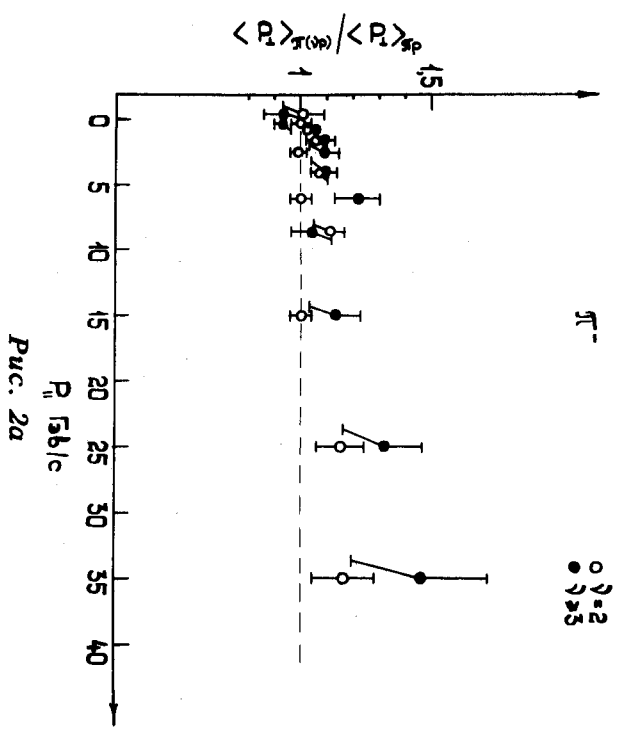
действий  $/R_{||} = (\frac{1}{\sigma_{in}} \frac{d\sigma}{dp_{||}})_{\pi(\nu p)} / (\frac{1}{\sigma_{in}} \frac{d\sigma}{dp_{||}})_{\pi p}$  / в зависимости от продольного импульса ( $p_{||}$ ) в лабораторной системе координат. Отметим, что для  $\pi^-$ -мезонов  $R_{||} \approx 1$  при  $p_{||} = 5 \div 7 \text{ ГэВ}/c$ , т.е. при  $x = \frac{1}{8} \div \frac{1}{6}$  ( $x = p_{||} / p_0$ ). Аддитивная кварковая модель предсказывает  $R_{||} \approx 1$  при  $x \sim 1/6^{1/6/}$ . Для  $\pi^+$ -мезонов  $R_{||} \approx 1$  в области  $p_{||} = 7 \div 13 \text{ ГэВ}/c$ , что может быть связано с примесью протонов с  $p \geq 700 \text{ МэВ}/c$ , которые мы не можем отделить от  $\pi^+$ -мезонов. В области фрагментации первичного  $\pi^-$ -мезона



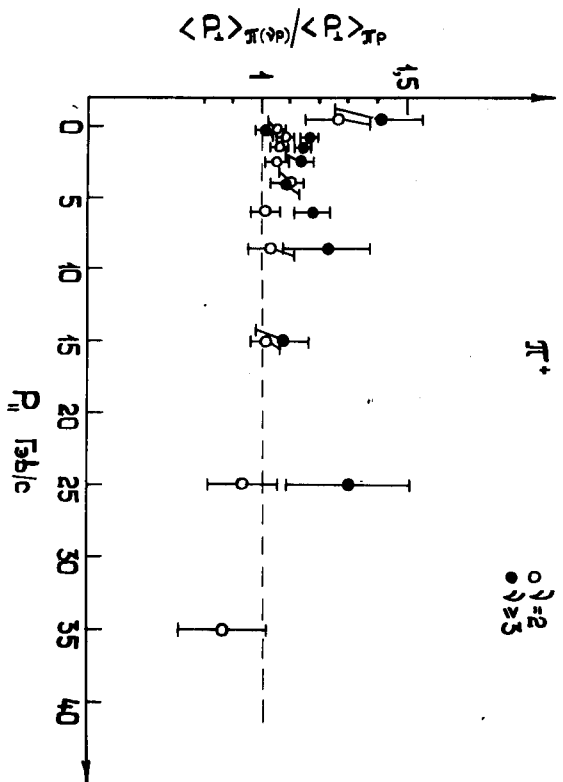
Puc. 1a



Puc. 16



Puc. 2a



Puc. 26

$/x \geq 1/6/$  значения  $R_{||}(\pi^-) < 1$  и достигают  $R_{||} \approx 0,3$  для  $\nu \geq 3$ . Таким образом, быстрых  $\pi^-$ -мезонов значительно меньше в  $\pi^-(\nu p)$ -взаимодействиях, чем в  $\pi^-p$ -соударениях. С другой стороны, поведение  $R_{||}(\pi^+)$  менее отчетливо. В области фрагментации мишени и в центральной области  $/x < 1/8/$  все значения  $R_{||}(\pi^\pm) > 1$ . Значения  $R_{||}(\pi^\pm)$  в области  $p_{||} < 0$  пропорциональны  $\nu^a / a = 1,5 \div 2/$ .

На рис.2а/ и б/ приведены отношения средних поперечных импульсов вторичных частиц в  $\pi^-(\nu p)$ - и  $\pi^-p$ - взаимодействиях ( $R_{\perp} = \frac{\langle p_{\perp} \rangle_{\pi(\nu p)}}{\langle p_{\perp} \rangle_{\pi p}}$ ) в зависимости от

$p_{||}$ . Для  $\pi^-$ -мезонов наблюдается рост  $R_{\perp}$  при  $x > 0,5$ , что качественно согласуется с моделью многократных соударений. В области фрагментации мишени и в центральной области  $R_{\perp}(\pi^-) \leq 1,1$ , т.е.  $\langle p_{\perp} \rangle$  практически не увеличивается с ростом числа взаимодействий в ядре. Другая ситуация имеет место для  $\pi^+$ -мезонов. В области  $x > 0,5$  значения  $R_{\perp}(\pi^+) < 1$ , а в области фрагментации мишени ( $p_{||} < 0$ )  $R_{\perp}(\pi^+) \approx 1,3$ .

В табл. 2 приведены средние значения  $\langle p_{||} \rangle$ ,  $\langle p_{\perp} \rangle$  и  $\langle y_{\text{лаб}} \rangle$  для  $\pi^-p$ -взаимодействий и соударений  $\pi^-$ -мезонов с  $\nu = 2$  и  $\nu \geq 3$ .

Первые экспериментальные данные по импульсным характеристикам многоуклонных взаимодействий пока-

Таблица 2

	$\langle p_{  } \rangle$ , ГэВ/с		$\langle p_{\perp} \rangle$ , МэВ/с		$\langle y_{\text{лаб}} \rangle$	
	$\pi^-$	$\pi^+$	$\pi^-$	$\pi^+$	$\pi^-$	$\pi^+$
$\pi p$	$5,79 \pm 0,04$	$3,29 \pm 0,02$	$365 \pm 2$	$372 \pm 2$	$2,66 \pm 0,01$	$2,23 \pm 0,01$
$\nu = 2$	$3,80 \pm 0,09$	$2,20 \pm 0,05$	$349 \pm 5$	$373 \pm 4$	$2,22 \pm 0,02$	$1,60 \pm 0,02$
$\nu \geq 3$	$3,11 \pm 0,11$	$1,94 \pm 0,05$	$345 \pm 7$	$366 \pm 6$	$2,01 \pm 0,03$	$1,66 \pm 0,02$

зывают различие в поведении  $\pi^+$ - и  $\pi^-$ -мезонов в областях фрагментации первичных частиц и в центральной области в зависимости от числа протонов  $\nu$ , участвовавших во взаимодействии.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Azimov S. A. et al. In: Proceedings VII International Conference on High Energy Physics and Nuclear Structure, v.1, H23, Zurich, 1977.
2. Ангелов Н.С. и др. ЯФ, 1977, 26, с.811.
3. Бацкович С. и др. ЯФ, 1977, 26, с.1034.
4. Ангелов Н.С. и др. ОИЯИ, P1-11325, Дубна, 1978.
5. Ангелов Н.С. и др. ОИЯИ, P1-11401, Дубна, 1978.
6. Шабельский Ю.М. Материалы XVIII зимней школы ЛИЯФ, Ленинград, 1978, с.91.
7. Джмухадзе С.В., Кладницкая Е.Н., Попова В.М. ОИЯИ P1-9675, Дубна, 1976; ЯФ, 1977, 25, с.103.

Рукопись поступила в издательский отдел  
19 апреля 1978 года.