

1442/2-74

ОБЪЕДИНЕННЫЙ  
ИНСТИТУТ  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ  
ДУБНА



18/IV-74

            
К-471

P1 - 10327

Е.Н.Кладницкая, В.М.Шехтер, Л.М.Щеглова

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАРЯДА В ПОЛУИНКЛЮЗИВНЫХ  
 $\pi^-p$ - И  $\pi^-n$ -ВЗАИМОДЕЙСТВИЯХ ПРИ 40 ГэВ/с

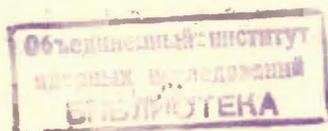
**1976**

P1 - 10327

Е.Н.Кладницкая, В.М.Шехтер,<sup>1</sup> Л.М.Щеглова<sup>2</sup>

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАРЯДА В ПОЛУИНКЛЮЗИВНЫХ  
 $\pi^-p$ - И  $\pi^-n$  - ВЗАИМОДЕЙСТВИЯХ ПРИ 40 ГэВ/с

*Направлено в ЯФ*



---

<sup>1</sup> Ленинградский институт ядерной физики АН СССР.

<sup>2</sup> Научно-исследовательский институт ядерной физики МГУ.

Кладницкая Е.Н., Шехтер В.М., Шеглова Л.М.

P1 - 10327

Распределение заряда в полунклюзивных  $\pi^-p$  - и  $\pi^-n$  - взаимодействиях при 40 ГэВ/с

Исследуются распределения по быстроте в с.д.м. заряда сталкивающихся частиц в полунклюзивных  $\pi^-p$  - и  $\pi^-n$  - взаимодействиях. Показано, что области фрагментации зарядов  $\pi^-$ -мезона и протона довольно широки и при 40 ГэВ/с еще перекрываются с центральной областью при всех  $n_{\pm}$ . Определены величины передачи заряда протона в переднюю полусферу и  $\pi^-$ -мезона - в заднюю полусферу при различных  $n_{\pm}$ . Приводятся доля заряда, уносимого лидирующими частицами. В работе приведены также распределения среднего заряда от фрагментации протона и  $\pi^-$ -мезона, приходящегося на одну частицу, для  $\pi^-p$  - и  $\pi^-n$  - взаимодействий с  $n_{\pm} \leq 4$  и  $n_{\pm} > 4$ .

Работа выполнена в Лаборатории высоких энергий ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований  
Дубна 1976

Kladnitskaya E.N., Shekhter V.M.,  
Shcheglova L.M.

P1 - 10327

Charge Distribution in Semi-Inclusive  $\pi^-p$  and  
 $\pi^-n$  Interactions at 40 GeV/c

Rapidity charge distributions in the c.m.s. of colliding particles in semi-inclusive  $\pi^-p$  and  $\pi^-n$  interactions are studied. It is shown that the fragmentation regions of the  $\pi^-$ -meson and proton charges are rather wide at 40 GeV/c and yet cover the central region at all  $n_{\pm}$ . There were determined the values of the charge transfer by the proton to the forward hemisphere and by the  $\pi^-$ -meson to the rare one at various  $n_{\pm}$ . The part of the charge, that is accounted for leading particles, is presented. The mean charge (per one particle) distributions from the proton and  $\pi^-$ -meson fragmentation are presented for  $\pi^-p$  and  $\pi^-n$  interaction with  $n_{\pm} \leq 4$  and  $n_{\pm} > 4$ .

Preprint of the Joint Institute for Nuclear Research

Dubna 1976

В настоящей работе исследуется распределение электрического заряда сталкивающихся частиц в  $\pi^-p$ - и  $\pi^-n$ -взаимодействиях при 40 ГэВ/с в зависимости от числа заряженных частиц в конечном состоянии. Для инклюзивных реакций этот вопрос рассмотрен в работе /1/.

Результаты получены при обработке фотографий с двухметровой пропановой камеры ОИЯИ, облученной пучком отрицательных пионов с импульсом 40 ГэВ/с на ускорителе в Серпухове.

Для анализа было использовано 5850 событий неупругих  $\pi^-p$ -взаимодействий и 2192 события  $\pi^-n$ -взаимодействий, критерии отбора описаны в работе /2/. Все вторичные заряженные частицы, за исключением протонов с импульсами меньше 0,7 ГэВ/с, считались пионами. Протоны с  $p_{\text{лаб.}} < 0,7$  ГэВ/с идентифицировались по ионизации. В этом случае примесь протонов среди вторичных положительных заряженных частиц составляет  $\approx 15\%$ , а примесь  $K^{\pm}$ -мезонов и  $\Sigma^{\pm}$ -гиперонов среди вторичных заряженных частиц -  $\approx 4 \pm 5\%$  /3/.

Для  $\pi^-p$ - и  $\pi^-n$ -взаимодействий были получены распределения положительных и отрицательных частиц по  $y$ ,

т.е.  $\frac{d\sigma^+}{dy}$  и  $\frac{d\sigma^-}{dy}$ , где  $y$  - быстрота частицы в с.д.м.,

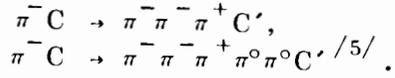
и построено распределение заряда

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

/1/

для событий с определенной множественностью  $n_{\pm}$ . Нужно отметить, что неидентифицированные протоны, принятые за  $\pi^{\pm}$ -мезоны, искажают распределение  $\frac{d\sigma^+}{dy}$  и, соответственно,  $\frac{dQ}{dy}$ . Влияние их на вели-

чину заряда, передаваемого из задней полусферы в переднюю в с.ц.м., для  $\pi^-p$ -взаимодействий оценивалось по мультипериферической кластерной модели <sup>4/</sup>. Из трехлучевых  $\pi^-p$ -событий исключены события когерентного рождения пионов по реакциям:



### 1. Распределение заряда

Распределения заряда  $\frac{dQ_p}{dy}$  для  $\pi^-p$ -взаимодей-

ствий с различной множественностью заряженных частиц показаны на рис. 1а, д; 2а, д; 3а. Эти распределения отражают зарядовую асимметрию распределений по быстрой вторичных частиц. В передней полусфере с.ц.м. число отрицательных частиц превышает число положительных, тогда как в задней-ситуация обратная. Как видно из рисунков, зарядовая асимметрия распространяется и на центральную область. Это может означать, что области фрагментации налетающих  $\pi^-$ -мезона и протона при нашей энергии простираются довольно далеко, захватывая и центральную область. Суммарная площадь распределений при каждом  $n_{\pm}$ , естественно, равна нулю, однако площади положительных и отрицательных частей распределений не равны единице даже для двухлучевых событий. Это является следствием частичной передачи заряда, приносимого протоном и  $\pi^-$ -мезоном, в соседние полусферы с.ц.м. <sup>6/</sup>.

С увеличением  $n_{\pm}$  среднее значение передаваемого заряда  $\langle \Delta Q \rangle_{\pi^-p}$  в  $\pi^-p$ -взаимодействиях растет /см. таблицу/.  $\Delta Q$  определялось в каждом событии как

4

Таблица

$n_{\pm}$	40 ГэВ/с		16 ГэВ/с	
	$\langle \Delta Q \rangle_{\pi^-p}$ эксп.	$\langle \Delta Q \rangle_{\pi^-p}$ испр. по МОДЕЛИ <sup>4/</sup>	$\langle \Delta Q \rangle_{\pi^-p}$	$\langle \Delta Q \rangle_{\pi^-p}$
2	0,37±0,02	0,36±0,02	0,12±0,02	0,48±0,01
4	0,44±0,02	0,41±0,03	0,14±0,03	0,40±0,01
6	0,53±0,03	0,46±0,04	0,22±0,05	0,46±0,02
8	0,60±0,05	0,49±0,06	0,33±0,07	0,59±0,04
10	0,68±0,09	0,53±0,11	0,35±0,11	0,70±0,10
12	0,70±0,13	0,50±0,15	0,36±0,26	0,46±0,08
Все*	0,49±0,02	0,42±0,03	0,23±0,03	0,33±0,02

\* Включает  $n_{\pm} > 12$ .

разность между суммарным зарядом вторичных частиц в передней полусфере и зарядом  $\pi^-$ -мезона. После введения поправок на неправильную идентификацию быстрых протонов зависимость передачи заряда от множественности несколько ослабевает, но сам факт роста  $\langle \Delta Q \rangle_{\pi^-p}$  с увеличением  $n_{\pm}$  сохраняется.

На рис. 1e ; 2b, e ; 3b показаны распределения  $\frac{dQ_n}{dy}$  для  $\pi^-n$ -взаимодействий при различных значениях

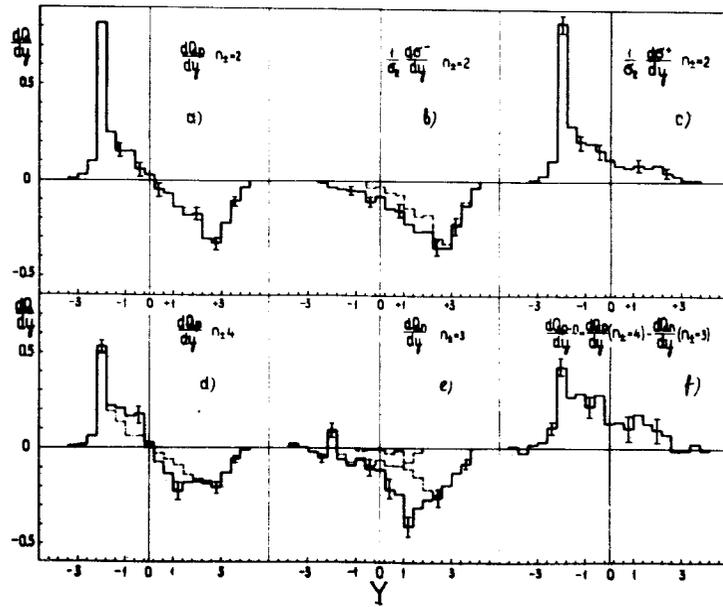


Рис. 1. Распределение заряда по быстроте: а)  $dQ_p/dy$  для двухлучевых  $\pi^-p$ -событий; б)  $1/\sigma_2 \cdot d\sigma^-/dy$  для двухлучевых  $\pi^-p$ -событий; с)  $1/\sigma_2 \cdot d\sigma^+/dy$  для двухлучевых  $\pi^-p$ -событий; д)  $dQ_p/dy$  для четырехлучевых  $\pi^-p$ -событий; е)  $dQ_n/dy$  для трехлучевых  $\pi^-n$ -событий; ф)  $dQ_{p-n}/dy = dQ_p/dy (n_{\pm}=4) - dQ_n/dy (n_{\pm}=3)$ .

Штриховой линией везде обозначены распределения  $dQ_{\max}/dy$ , а штрихпунктирной -  $dQ_{\min}/dy$ .

множественности  $n_{\pm}$ . Распределение для событий с  $n_{\pm} = 1$  не приводится, поскольку среди них имеется примесь когерентных событий типа  $\pi^-C \rightarrow \pi^- \pi^0 \pi^0 C'$ . Как и в случае  $\pi^-p$ -взаимодействий, средняя передача заряда  $\langle \Delta Q \rangle_{\pi^-n}$  растет с увеличением  $n_{\pm}$  /7/. таблицу/.

Если бы не существовали переходы типа  $n \rightarrow p + \pi^-$ , которые приводят к нетривиальному распределению нулевого заряда нейтрона, зависимость  $\frac{dQ_n}{dy}$  непо-

средственно характеризовала бы распределение заряда, приносимого  $\pi^-$ -мезоном. Можно думать, однако, что переходы типа  $n \rightarrow p + \pi^-$  искажают это распределение в основном в задней полусфере и не влияют существенно на величину  $\langle \Delta Q \rangle_{\pi^-n}$ . Поэтому, если интересоваться средней передачей заряда  $\pi^-$ -мезона в заднюю полусферу ( $\langle \Delta Q \rangle_{\pi^-}$ ), то можно принять  $\langle \Delta Q \rangle_{\pi^-} = \langle \Delta Q \rangle_{\pi^-n}$ . Тогда средняя передача заряда протона в переднюю полусферу будет определяться величиной  $\langle \Delta Q \rangle_p = \langle \Delta Q \rangle_{\pi^-p} - \langle \Delta Q \rangle_{\pi^-n}$ . Значения  $\langle \Delta Q \rangle_p$  в зависимости от  $n_{\pm}$  также приведены в таблице. В отличие от  $\langle \Delta Q \rangle_{\pi^-p}$  и  $\langle \Delta Q \rangle_{\pi^-n}$  эта величина не растет со множественностью.

Интересно отметить, что, в то время как средняя передача заряда  $\pi^-$ -мезона уменьшается с ростом энергии /от  $0,33 \pm 0,02$  при  $16 \text{ ГэВ/с}$  /8/ до  $0,23 \pm 0,03$  при  $40 \text{ ГэВ/с}$ /, средняя передача заряда протона растет /от  $0,12 \pm 0,01$  до  $0,19 \pm 0,05$ / в том же интервале импульсов /см. таблицу/. При этом следует отметить, что  $\langle \Delta Q \rangle_p$  при  $40$  и  $16 \text{ ГэВ/с}$  совпадают для всех топологий, кроме  $n_{\pm} = 4$  и  $6$ . Для четырех- и шестилучевых событий при  $16 \text{ ГэВ/с}$  имеет место резкое уменьшение  $\langle \Delta Q \rangle_p$ , чего не наблюдается при  $40 \text{ ГэВ/с}$ .

В последнее время появилась работа Левмана и др. /9/, посвященная изучению передачи заряда в  $\pi^-p$ -взаимодействиях при  $200 \text{ ГэВ/с}$ . Полученное авторами значение  $\langle \Delta Q \rangle_{\pi^-p} = 0,12 \pm 0,24$  существенно меньше  $\langle \Delta Q \rangle_{\pi^-p}$  при нашей энергии, что находится в соответствии с предсказаниями моделей /10,11/.

Представление о распределении по быстроте заряда налетающего протона при заданном  $n_{\pm}$  можно получить, рассматривая распределение величины

$$\frac{dQ_{p-n}}{dy}(n_{\pm}) = \frac{dQ_p}{dy}(n_{\pm}) - \frac{dQ_n}{dy}(n_{\pm} - 1) \quad /2/$$

/рис. 1 ф; 2 с, ф; 3 с/. Нужно иметь в виду при этом, что на указанные распределения существенно влияют переходы  $p \rightarrow p + \pi^-$  и неправильная идентификация быстрых протонов как  $\pi^+$ -мезонов.

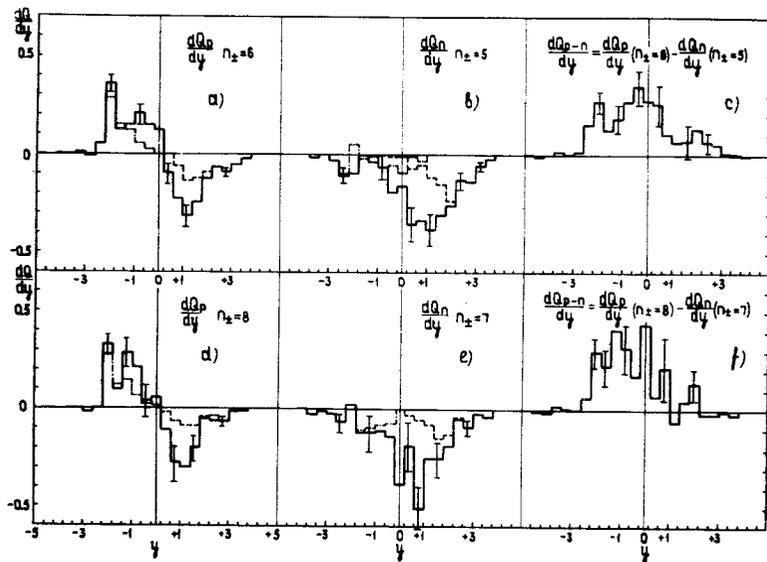


Рис. 2. Распределение заряда по быстроте: а /  $dQ_p/dy$  для шестилучевых  $\pi^-p$ -событий; б /  $dQ_n/dy$  для пятилучевых  $\pi^-n$ -событий; в /  $dQ_{p-n}/dy = dQ_p/dy (n_{\pm}=6) - dQ_n/dy (n_{\pm}=5)$ ; д /  $dQ_p/dy$  для восьмилучевых  $\pi^-p$ -событий; е /  $dQ_n/dy$  для семилучевых  $\pi^-n$ -событий; ф /  $dQ_{p-n}/dy = dQ_p/dy (n_{\pm}=8) - dQ_n/dy (n_{\pm}=7)$ . Остальные обозначения те же, что и на рис. 1.

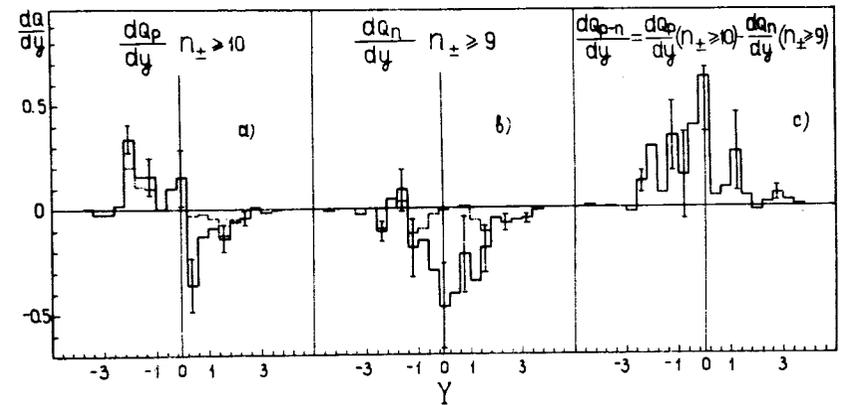


Рис. 3. Распределения заряда по быстроте: а /  $dQ_p/dy$  для  $\pi^-p$ -событий с  $n_{\pm} \geq 10$ ; б /  $dQ_n/dy$  для  $\pi^-n$ -событий с  $n_{\pm} \geq 9$ ; в /  $dQ_{p-n}/dy = dQ_p/dy (n_{\pm} \geq 10) - dQ_n/dy (n_{\pm} \geq 9)$ .

Распределения зарядов, приносимых  $\pi^-$ -мезоном и протоном в двухлучевых событиях, представлены на рис. 1 б, с нормированными распределениями отрицательных

$(\frac{1}{\sigma_2} \frac{d\sigma^-}{dy})$  и положительных частиц  $(\frac{1}{\sigma_2} \frac{d\sigma^+}{dy})$ ,

соответственно.

## 2. Распределение среднего заряда

В работе /1/ было показано, что в распределении по быстроте величины  $R_{n(p-n)}$ , определяемой как средний заряд, приходящийся на один заряженный адрон,

$$R = \sigma_{in} \frac{dQ}{dy} / (\frac{d\sigma^+}{dy} + \frac{d\sigma^-}{dy}) \quad /3/$$

наблюдаются две компоненты. Одна из них сосредоточена в области фрагментации пиона или протона и спадает по мере приближения к центральной области. Другая

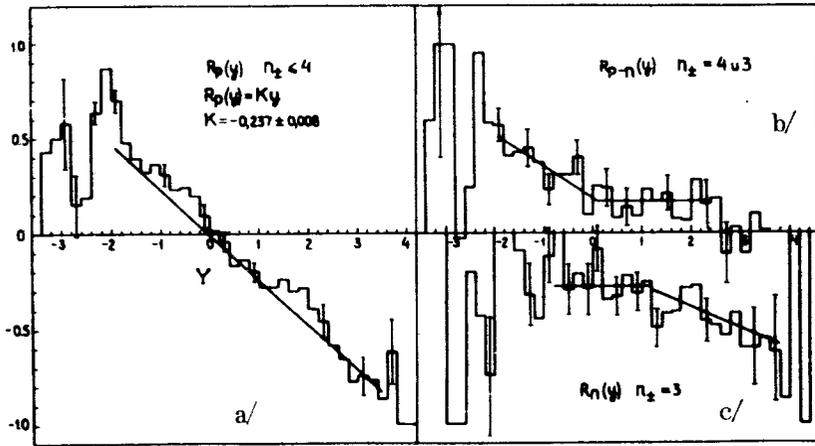


Рис. 4. Распределение среднего заряда по быстроте: а/  $R_p(y)$  для  $\pi^-$ -событий с  $n_{\pm} \leq 4$ ; б/  $R_{p-n}$  для событий с  $n_{\pm} = 4$  и 3; с/  $R_p$  для трехлучевых  $\pi^-$ -событий. Прямые - результат аппроксимации /см текст/.

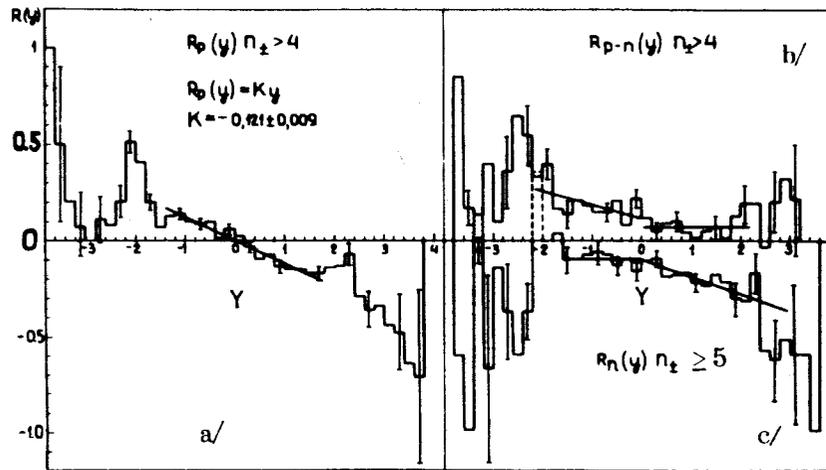


Рис. 5. Распределения среднего заряда по быстроте: а/  $R_p(y)$  для  $\pi^-$ -событий с  $n_{\pm} > 4$ ; б/  $R_{p-n}$  для событий с  $n_{\pm} > 4$ ; с/  $R_n$  для  $\pi^-$ -событий с  $n_{\pm} \geq 5$ . Прямые - результат аппроксимации /см. текст/.

часть заряда попадает в центральную область, где распределяется между заряженными адронами более или менее равномерно.

Рис. 4 демонстрирует распределения  $R_p(y)$ ,  $R_n(y)$  и  $R_{p-n}$  для событий малой множественности ( $n_{\pm} \leq 4$ ), а рис. 5 - для событий с  $n_{\pm} \geq 4$ . Можно видеть, что в обеих категориях событий как  $R_n$ , так и  $R_{p-n}$  имеют компоненту, равномерно распределенную по центральной области. Аппроксимация распределений  $R_n$  и  $R_{p-n}$  функциями вида

$$R_n = \begin{cases} a_2 + b_2 y & 0 < y < 3,5 \\ a'_2 & -1,5 < y \leq 0 \end{cases} \quad n_{\pm} \geq 5 \quad /4/$$

$$R_n = \begin{cases} a_1 + b_1 y & 1,2 < y < 3,5 \\ a'_1 & -1,0 < y \leq 1,2 \end{cases} \quad n_{\pm} = 3$$

$$R_{p-n} = \begin{cases} c + dy & -2,1 < y \leq 0 \\ c' & 0 < y < 2,1 \end{cases} \quad \begin{matrix} n_{\pm} > 4 \\ n_{\pm} = 4 \text{ и } 3 \end{matrix} \quad /5/$$

приводит к следующим значениям параметров:

$n_{\pm} = 3$	$n_{\pm} = 4,3$
$a_1 = -0,193 \pm 0,124$	$c_1 = 0,191 \pm 0,059$
$b_1 = -0,112 \pm 0,059$	$d_1 = -0,166 \pm 0,052$
$a'_1 = -0,279 \pm 0,033$	$c'_1 = 0,168 \pm 0,031$
$n_{\pm} > 4$	$n_{\pm} > 4$
$a_2 = -0,096 \pm 0,026$	$c_2 = 0,126 \pm 0,031$
$b_2 = -0,091 \pm 0,022$	$d_2 = -0,068 \pm 0,029$
$a'_2 = -0,102 \pm 0,019$	$c'_2 = 0,072 \pm 0,017.$

Значения  $a$  и  $a', c' < 0$  и  $c'$ , определенные независимо из данных, при  $y > 0$  и  $y < 0$  совпадают в пределах ошибок. Для событий с  $n_{\pm} > 4$  значения  $a'_2$  и  $c'_2$  находятся в согласии с предсказаниями кварковой модели /1/.

На рис. 4 и 5 показаны также распределения среднего заряда  $R_p$  по быстрой для  $\pi^-p$ -взаимодействий с множественностью заряженных частиц  $n_{\pm} \leq 4$  и  $n_{\pm} > 4$ .

Видно, что средний заряд распределен по быстрой весьма неравномерно. С увеличением множественности заряженных частиц в событии величина среднего заряда уменьшается как в областях фрагментации, так и в центральной области /см. аппроксимацию линейной функцией  $R_p(y) = Ky$  /.

### 3. Распределение заряда, уносимого лидирующими частицами

В этом разделе рассматривается вопрос, какая доля заряда в распределениях  $\frac{dQ_p}{dy}$  и  $\frac{dQ_n}{dy}$  приходится

на долю лидирующих частиц. Для этой цели при анализе каждого  $\pi^-p$ - или  $\pi^-n$ -события выделялись адроны с максимальными и минимальными значениями  $y$  в с.с.м. Такого рода адроны будем называть лидирующими. Были построены распределения зарядов

$$\frac{dQ_{\max}}{dy} = \frac{1}{\sigma_{\text{in}}} \left( \frac{d\sigma_{\max}^+}{dy} - \frac{d\sigma_{\max}^-}{dy} \right);$$

$$\frac{dQ_{\min}}{dy} = \frac{1}{\sigma_{\text{in}}} \left( \frac{d\sigma_{\min}^+}{dy} - \frac{d\sigma_{\min}^-}{dy} \right)$$

/7/

для  $\pi^-p$ - и  $\pi^-n$ -событий с определенным  $n_{\pm}$  /пунктир и штрих-пунктир на рис. 1,2,3/.  $\frac{d\sigma_{\max}^+}{dy}$  означает

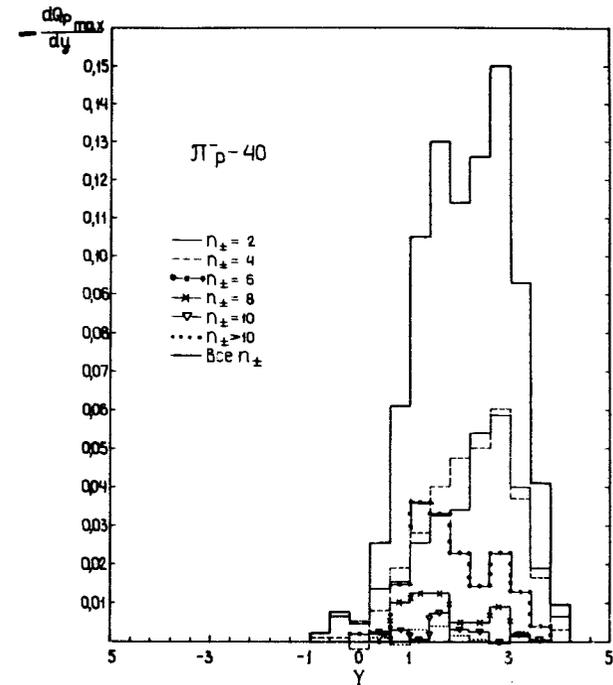


Рис. 6. Распределение по быстрой заряда лидирующих частиц  $(-dQ_{p \max}/dy)$  для  $\pi^-p$ -событий различных топологий.

сечение образования положительной частицы с данным  $y$  при отсутствии заряженных адронов с большими значениями  $y$ , а  $\frac{d\sigma_{\min}^+}{dy}$  - сечение образования положительной частицы при отсутствии заряженных адронов с меньшими значениями  $y$ . Для отрицательных частиц введены, соответственно, обозначения  $\frac{d\sigma_{\max}^-}{dy}$  и  $\frac{d\sigma_{\min}^-}{dy}$ .

Из рис. 1,2,3 видно, что как для  $\pi^-p$ -, так и для  $\pi^-n$ -взаимодействий доля заряда, уносимого лидирующими частицами, максимальна в событиях с наименьшим числом заряженных частиц и убывает с ростом  $n_{\pm}$ . Большая

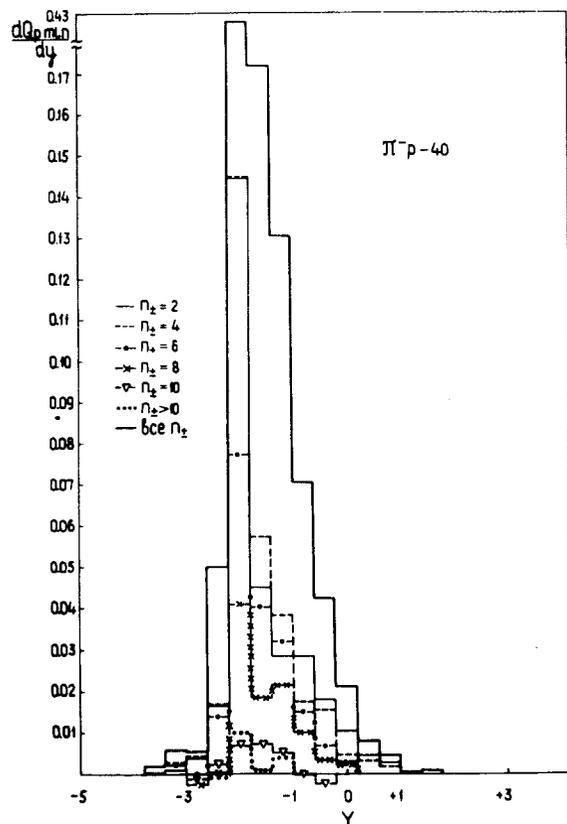


Рис. 7. Распределение по быстрой заряде лидирующих частиц  $(-dQ_{p \min} / dy)$  для  $\pi^-p$ -событий различных топологий.

часть заряда лидирующих частиц сосредоточена в областях  $|y| > 1,5$ , т.е. в областях фрагментации пиона и протона.

На рис. 6,7,8 показаны распределения по быстрой заряде, уносимого лидирующими частицами в  $\pi^-p$ - и  $\pi^-p$ -событиях различных топологий. Видно, что большая часть заряда, уносимого лидирующими частицами, приходится на события с малым  $n_{\pm}$ .

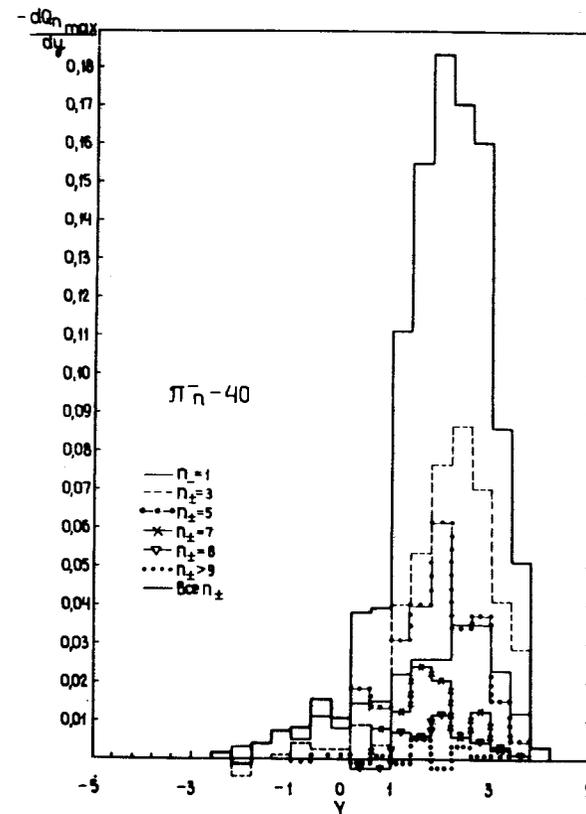


Рис. 8. Распределение по быстрой заряде лидирующих частиц  $(-dQ_{n \max} / dy)$  для  $\pi^-p$ -событий различных топологий.

### Выводы

Исследование распределений заряда в полунклюзивных  $\pi^-p$ - и  $\pi^-p$ -взаимодействиях при импульсе 40 ГэВ/с позволяет сделать следующие выводы:

1. Распределения зарядов первичных  $\pi^-$ -мезона и протона по быстрой довольно широки при всех  $n_{\pm}$ . Это может означать, что область фрагментации этих частиц простирается довольно далеко и при энергии 40 ГэВ/с

еще перекрывается с центральной областью при всех  $n_{\pm}$ .

2. Если принять в качестве центральной области тот интервал по  $y$ , в котором средний заряд на один заряженный адрон остается постоянным, то получим для нее следующие ограничения:  $-1,5 < y < 2$ , независимо от того, велико или мало  $n_{\pm}$ . В эту область передается часть заряда сталкивающихся частиц, причем при  $40 \text{ ГэВ/с}$  средний заряд на один адрон равен  $\approx 0,2-0,3$  для событий с  $n_{\pm} \leq 4$  и  $\approx 0,1$  для событий с  $n_{\pm} > 4$ .

3. Средняя передача заряда  $\pi^{-}$ -мезона  $\langle \Delta Q \rangle_{\pi^{-}}$  растет с увеличением числа заряженных частиц в событии.

4. Средняя передача заряда протона  $\langle \Delta Q \rangle_p$  не растет с увеличением  $n_{\pm}$ .

5. Доля заряда, уносимого лидирующими частицами, убывает с ростом  $n_{\pm}$ .

6. Сравнение с данными при  $16 \text{ ГэВ/с}$  <sup>/8/</sup> показывает, что  $\langle \Delta Q \rangle_{\pi^{-}}$  уменьшается при переходе от  $16$  к  $40 \text{ ГэВ/с}$ , а  $\langle \Delta Q \rangle_p$  растет.

Авторы благодарны участникам Сотрудничества по обработке пленок с 2-метровой пропановой камеры за полезные обсуждения, Е.Наумовой и К.Горячевой - за оформление рисунков. Нам приятно поблагодарить лаборантов ЛВЭ и ЛВТА за просмотр и измерения событий.

#### Литература

1. Е.Н.Кладницкая и др. ОИЯИ, Д1-8859, Дубна, 1975; ЯФ, 23, 809 /1976/.
2. А.У.Абдурахимов и др. ОИЯИ, Р1-6326, Дубна, 1972.
3. А.У.Абдурахимов и др. ОИЯИ, Р1-7267, Дубна, 1973; ЯФ, 18, 1251 /1973/; Nucl.Phys., В79, 57 (1974).
4. Е.И.Волков и др. ЯФ, 20, 149 /1974/.  
Е.И.Волков, Т.Канарек. ОИЯИ, 1-8035, Дубна, 1974.
5. Сотрудничество Алма-Ата - Будапешт - Бухарест - Варшава - Дубна - Краков - Москва - София - Ташкент - Тбилиси - Улан-Батор - Ханой. ОИЯИ, Р1-9238, Дубна, 1975; ЯФ, 24, 356 /1976/.
6. Н.Ангелов и др. ОИЯИ, Р1-8036, Дубна, 1974; ЯФ, 21, 327 /1975/.

7. Н.Ангелов и др. ОИЯИ, Р1-8677, Дубна, 1975; ЯФ, 22, 1162 /1975/.
8. Aachen-Berlin-Bonn-CERN-Cracow-Heidelberg-Warsaw-Collaboration. Nucl.Phys., В106, 31 (1976).
9. G.Levman et al. Phys.Rev., D14, 711 (1976).
10. T.T.Chou and C.N.Yang. Phys.Rev., D7, 1425 (1973).
11. C.Quigg and G.H.Thomas. Phys.Rev., D7, 2752 (1973).

Рукопись поступила в издательский отдел  
24 декабря 1976 года.