



ОБЪЕДИНЕННЫЙ  
ИНСТИТУТ  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ  
ДУБНА

951/  
2-80

3/3-80  
PI - 12909

В.Г.Гришин, Л.Йеник, Т.Канарек, Л.Симич

МНОЖЕСТВЕННОСТЬ ВТОРИЧНЫХ  
ЗАРЯЖЕННЫХ ЧАСТИЦ В ОДНОУКЛОННЫХ  
И МНОГУУКЛОННЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯХ  
 $\pi^-$ -МЕЗОНОВ С ЯДРАМИ УГЛЕРОДА  
ПРИ  $p = 40$  ГэВ/с

1979

P1 - 12909

В.Г.Гришин, Л.Йеник, Т.Канарек, Л.Симиич\*

МНОЖЕСТВЕННОСТЬ ВТОРИЧНЫХ  
ЗАРЯЖЕННЫХ ЧАСТИЦ В ОДНОУКЛОННЫХ  
И МНОГОНУКЛОННЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯХ  
 $\pi^-$ -МЕЗОНОВ С ЯДРАМИ УГЛЕРОДА  
ПРИ  $p = 40$  ГэВ/с

*Направлено в ЯФ*

---

\* Институт физики, Белград

Гришин В.Г. и др.

P1 - 12909

Множественность вторичных заряженных частиц в однонуклонных и многонуклонных взаимодействиях  $\pi^-$ -мезонов с ядрами углерода при  $p = 40$  ГэВ/с

На статистике  $\approx 10$  тысяч неупругих взаимодействий  $\pi^-$ -мезонов с ядрами углерода при  $p = 40$  ГэВ/с получены данные о множественности вторичных заряженных частиц в однонуклонных ( $\pi^-N$ ) и многонуклонных ( $\pi^-(mN)$ )-соударениях. Разделение типов взаимодействий проводилось по электрическому заряду ( $Q$ ) вторичных частиц с учетом и без учета протонов с  $p \geq 0,2$  ГэВ/с. Полученные результаты анализируются в рамках модели многократного рассеяния.

Работа выполнена в Лаборатории высоких энергий ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1979

Grishin V.G. et al.

P1 - 12909

Multiplicity of Secondary Charged Particles in One-Nucleon and Multi-Nucleon Interactions of  $\pi^-$ -Mesons with Carbon Nucleons at  $p = 40$  GeV/c

Data on the secondary charged particle multiplicity have been obtained in one-nucleon ( $\pi^-N$ ) and multi-nucleon ( $\pi^-(mN)$ ) collisions using the statistics of 10 thousand ( $\pi^-^{12C}$ ) inelastic interactions at  $p = 40$  GeV/c. The interactions are divided on the basis of the electric charge of secondary particles including and excluding the protons with  $p \geq 0.2$  GeV/c. The obtained results are analyzed in the framework of the multiple scattering model.

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

Preprint of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1979

## §1. ВВЕДЕНИЕ

В процессе столкновений частиц высоких энергий с атомными ядрами особый интерес представляют такие события, когда во взаимодействиях принимают участие не один, а несколько нуклонов ядра /многонуклонные взаимодействия/. Изучение таких столкновений позволяет получить сведения о механизме множественного рождения частиц на ядрах, который связан с пространственно-временной структурой сильных взаимодействий.

Экспериментальное изучение многонуклонных взаимодействий проводилось в работах /1-8/ для  $\pi^-^{12}\text{C}$  соударений при  $p = 40,5$  и  $4$  ГэВ/с /1-6/ и  $\pi^- \text{Ne}$ -взаимодействий при  $p = 25$  и  $50$  ГэВ/с /7/. В работах /1-4/ был предложен метод выделения таких взаимодействий, в которых участвует  $m$ -нуклонов ( $m \geq 2, 3, 4$ ) по величине электрического заряда  $Q$ , переносимого от нуклонов ядра в систему вторичных частиц:

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

где  $n_+$  - число вторичных положительных частиц, кроме идентифицированных протонов с  $p \leq 0,7-0,8$  ГэВ/с и  $n_-$  - число отрицательных частиц. По этой методике были определены вероятности многонуклонных взаимодействий ( $\pi^- (mN)$ ) и их множественности в столкновениях  $\pi^-$ -мезонов с ядрами углерода и неона /1-8/. Полученные результаты удовлетворительно описываются в рамках модели многократного рассеяния /2,3,8,9/.

В настоящей работе приводятся экспериментальные данные по  $\pi^- N$  и  $\pi^- (mN)$ -взаимодействиям при  $p = 40$  ГэВ/с /§§2,3/, полученные на статистике, в 2,5 раза большей, чем в /1-4/. Кроме того, здесь же обсуждаются результаты анализа данных по  $Q$  с включением в его определение протонов с  $p \geq 0,2$  ГэВ/с ( $Q_1$ ) и  $p \geq 0,3$  ГэВ/с ( $Q_2$ ).

$$Q_1 = n_+ + n_p (p \geq 0,2 \text{ ГэВ/с}) - n_- , \quad /2/$$

$$Q_2 = n_+ + n_p (p \geq 0,3 \text{ ГэВ/с}) - n_- . \quad /3/$$

Полученные результаты по многонуклонным взаимодействиям сравниваются с предсказаниями простейших диаграмм многократного рассеяния /§4/.

## §2. ОДНОНУКЛОННЫЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ( $\pi^- N$ )

Данные по множественности вторичных заряженных частиц, образованных в  $\pi^- p$ - и  $\pi^- n$ -взаимодействиях при  $p = 40$  ГэВ/с, приведены в табл. 1.

Таблица 1

Множественность вторичных заряженных частиц в  $\pi^- p$  и  $\pi^- n$ -взаимодействиях при  $p = 40$  ГэВ/с

$\langle n_i \rangle$	$\pi^- p$	$\pi^- n$
$\langle n_+ \rangle$	$5,43 \pm 0,04$	$4,98 \pm 0,06$
$\langle n_- \rangle$	$2,81 \pm 0,02$	$3,04 \pm 0,03$
$\langle n_p \rangle$	$2,62 \pm 0,02$	$1,94 \pm 0,03$
$\langle n_r \rangle$	$0,18 \pm 0,01$	$0,092 \pm 0,007$

Отметим, что протоны в пропановых пузырьковых камерах идентифицируются только в интервале импульсов от 0,15 до 0,7 ГэВ/с, и все остальные положительные частицы ( $n_+$ ) считаются  $\pi^+$ -мезонами. Результаты измерения <sup>10-11/</sup> коэффициентов перезарядки  $\alpha_1(p \rightarrow n)$  и  $\alpha_2(n \rightarrow p)$  показали, что

$$\alpha(p \rightarrow n) \approx \alpha(n \rightarrow p) = 0,34 \pm 0,03. \quad /4/$$

Отсюда легко найти "примесь" протонов с  $p \geq 0,7$  ГэВ/с среди  $n_+$ -частиц. Она составляет  $\approx 14\%$  в  $\pi^- p$ -соударениях и  $12\%$  в  $\pi^- n$ -взаимодействиях\*. Примесь  $K^+$ -мезонов среди  $n_+$ -частиц оценивается по измерению  $\langle n(K^+) \rangle$  и не превышает  $\approx 4\%$  <sup>12/</sup>.

\* При  $p = 40$  ГэВ рождением антибарионов можно пренебречь, поэтому  $\langle n(p) \rangle + \langle n(n) \rangle + \langle n(\Lambda^0) \rangle = 1$ , где  $\langle n(\Lambda^0) \rangle = 0,07 \pm 0,01$  <sup>12/</sup>.

Ошибки в  $\langle n_i \rangle$ , приведенные в табл. 1, являются статистическими. Систематические погрешности эксперимента рассматривались в работе /11/. Они оказались  $\approx 0,05$  для  $\langle n_- \rangle$  и  $\langle n_+ \rangle$ .

Полный заряд (Q) всех вторичных частиц, без учета идентифицированных протонов, в однонуклонных взаимодействиях может быть равен 0, -1 и -2. Соответствующие значения  $\langle n_i \rangle$  и вероятности (W) появления различных значений Q для  $\pi^-p$ - и  $\pi^-n$ -взаимодействий приведены в табл. 2.

Из таблицы видно, что события с протонами ( $Q = -1(\pi^-p)$ ,  $Q = -2(\pi^-n)$ ) имеют большую множественность отрицательных частиц. Это связано как с увеличением энергии, идущей на образование новых частиц, так и с процессами диссоциации  $p \rightarrow p\pi^- / \pi^-n$ -взаимодействия/. Масштаб изменения  $\langle n_- \rangle$  невелик и составляет  $\approx 7\%$  для  $\pi^-p$ - и  $\approx 13\%$  для  $\pi^-n$  соударений.

Таблица 2

Множественности частиц при разных значениях Q /  $\pi^-p$ -,  
 $\pi^-n$ -взаимодействия/

Q	$\pi^-p$		$\pi^-n$	
	-1	0	-2	-1
$\langle n_+ \rangle$	4,92 $\pm$ 0,08	5,55 $\pm$ 0,04	4,79 $\pm$ 0,19	5,00 $\pm$ 0,07
$\langle n_p \rangle$	I	0	I	0
W (%)	18 $\pm$ I	82 $\pm$ I	9,2 $\pm$ 0,7	91 $\pm$ 0,7
$\langle n_- \rangle$	2,96 $\pm$ 0,04	2,77 $\pm$ 0,02	3,39 $\pm$ 0,10	3,00 $\pm$ 0,03
$\langle n_+ \rangle$	1,96 $\pm$ 0,04	2,77 $\pm$ 0,02	1,39 $\pm$ 0,10	2,00 $\pm$ 0,03

Отсюда следует, что включение в Q протонов, образовавшихся в результате многократных соударений пионов с нуклонами ядра, существенно не изменит значения  $\langle n_- \rangle$  для  $\pi^-(mN)$ -соударений\*.

Таким образом, мы имеем хорошую информацию о множественности вторичных частиц в однонуклонных взаимодействиях, что позволяет лучше понять механизм образования частиц в  $\pi^-(mN)$ -взаимодействиях.

\* Незначительность изменения  $\langle n_- \rangle$ , в частности, связана с включением в рассмотрение процессов дифракции пионов на нуклонах, которые имеют малую множественность. Поэтому следует ожидать существенных изменений лишь в дифференциальных спектрах пионов в области их фрагментации.

### §3. МНОГОНУКЛОННЫЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ( $\pi^-$ (mN))

Выделение различных типов многонуклонных взаимодействий основано на величине  $Q$ , которая, в принципе, может принимать значения от  $-7$  ( $m=6n \rightarrow 6(p\pi^-)$ ) до  $5$  ( $m=6p$ ) для  $\pi^-$   $^{12}\text{C}$ -взаимодействий. Однонуклонные взаимодействия дают вклад лишь при  $Q = -2, -1, 0$  /см. табл. 2/. Поэтому события с  $Q = 1, 2, 3, \dots$  связаны с взаимодействиями  $\pi^-$ -мезонов с  $p, \geq 2, 3, 4, \dots$ , в которых протоны приобретают импульс  $p \geq 0,7$  ГэВ/с или диссоциируют:  $p \rightarrow n\pi^+ /1-4/$ . Взаимодействия с  $Q = -3, -4, -5$  связаны с  $\pi^-$  (mN) -соударениями ( $m \geq 2, 3, 4, \dots$ ), в которых нейтроны диссоциируют:  $n \rightarrow r\pi^-$ . Импульсный спектр диссоциированных нуклонов является более "жестким", чем, например, спектр протонов в  $\pi^-p$ -взаимодействиях. Примерно 80% диссоциированных нуклонов имеют  $p \geq 1$  ГэВ/с<sup>10/</sup>. Поэтому события с  $Q \leq -3$  связаны с многонуклонными неупругими взаимодействиями с нейтронами, в которых  $|t_{NN}| \geq 1$  /ГэВ/с<sup>2/</sup>, а события с  $Q > 1$  - с протонами и  $|t_{NN}| \geq 0,5$  /ГэВ/с<sup>2\*</sup>. Поэтому в смысле "чистоты" выделения неупругих многонуклонных взаимодействий соударения с несколькими нейтронами выделяются лучше, чем  $\pi^-$  (mN)-взаимодействия. Кроме того, практически любые дополнительные вторичные взаимодействия приводят к  $\Delta Q \geq 0$ , что также делает  $\pi^-$  (mN) -соударения более привлекательными для изучения многонуклонных взаимодействий, чем  $\pi^-$  (mN)-соударения. Однако для их изучения нужна большая статистика событий, так как вероятность процесса  $n \rightarrow r\pi^-$  составляет  $\approx 0,1$  /см. табл. 2/.

Если в определение  $Q$  включать и протоны с  $p \geq 0,2$  ГэВ/с ( $Q_1$ ) или  $p \geq 0,3$  ГэВ/с ( $Q_2$ ), которые, по нашим данным /1-4/, не связаны с испарительными процессами, то тем самым интервал возможных значений  $Q$  сужается:  $-1 \leq Q \leq 5$ , а однонуклонные взаимодействия будут иметь  $Q(\pi^-n) = -1$  и  $Q(\pi^-p) = 0$  \*\*. С другой стороны, включая протоны в  $Q$ , мы тем самым переходим к выделению всех типов многонуклонных взаимодействий, включая упругие и дифракционные процессы. Поэтому, естественно, доля  $\pi^-$  (mN) -взаимодействий должна увеличиваться по сравнению с той, которая была, когда мы ограничивались "истинно"

\* Таким образом, дифракция  $\pi^-$ -мезонов на нуклонах исключается из рассмотрения.

\*\* Доля  $\pi^-p$ -событий, в которых протоны имеют импульс  $p \leq 0,2$  ГэВ/с, составляет 2% ( $Q = -1$ ), доля  $\pi^-n$ -событий с медленными протонами /  $p \leq 0,2$  ГэВ/с /  $\leq 0,6\%$  <sup>12/</sup>.

неупругими взаимодействиями (Q). Интерпретация этих много-  
нуклонных взаимодействий требует проведения детальных рас-  
четов, например, по модели многократного рассеяния<sup>/8/</sup>. Од-  
нако именно распределения  $\pi^- 12\text{C}$  -событий по  $Q_{1,2}$  позволяют  
определить долю однонуклонных взаимодействий, так как "при-  
месь"  $\pi^-$  (mN) -взаимодействий при  $Q = -1, 0$  в них минимальна.

Перейдем к обсуждению экспериментальных данных, получен-  
ных на статистике  $\approx 10$  тыс.  $\pi^- 12\text{C}$  -взаимодействий, зарегистри-  
рованных в двухметровой пропановой пузырьковой камере,  
облученной  $\pi^-$ -мезонами с  $p = 40$  ГэВ/с на серпуховском  
ускорителе. В табл. 3-5 приведены распределения  $\pi^- 12\text{C}$ -собы-  
тий по  $Q_1, Q_2$  и  $Q$ , значения  $\langle n_i \rangle$  и  $\langle n_p \rangle$  с  $p \geq 0, 15; 0, 2$   
и  $0, 3$  ГэВ/с. Здесь в  $\langle n_i \rangle$  введены поправки на события с  
 $Q \geq -1$ , в которых не все вторичные заряженные частицы были  
измерены.

Из табл. 1-3 видно, что множественности  $\pi^- p$ - и  $\pi^- n$ -  
соударений совпадают в пределах ошибок со значениями  $\langle n_i \rangle$   
при  $Q = 0$  и  $Q = -1$ , соответственно. Кроме того, совпадают  
и  $\langle n_p \rangle$   $p \geq 0, 2$  ГэВ/с для  $\pi^- n$ -взаимодействий и событий  
с  $Q = -1$ . Множественность протонов с  $p \geq 0, 2$  ГэВ/с при  
 $Q = 0$  больше, чем для  $\pi^- p$ -взаимодействий ( $\langle n_p \rangle = 0, 21$ ),

Таблица 3

Множественность вторичных частиц в зависимости от  
 $Q_1 = n_+ + n_p (\geq 0, 2) - n_-$  для  $\pi^- 12\text{C}$  -взаимодействий при  
 $p = 40$  ГэВ/с

Q	W(%)	$\langle n_+ \rangle$	$\langle n_- \rangle$	$\langle n_p \rangle$	$\langle n_p (\geq 0, 2) \rangle$	$\langle n_p (\geq 0, 3) \rangle$
- 3	0,12 $\pm$ 0,03	2,75 $\pm$ 0,41	5,97 $\pm$ 0,47	0,60 $\pm$ 0,12	0,22 $\pm$ 0,10	0,10 $\pm$ 0,07
- 2	0,47 $\pm$ 0,06	1,96 $\pm$ 0,21	4,31 $\pm$ 0,22	1,06 $\pm$ 0,09	0,33 $\pm$ 0,07	0,25 $\pm$ 0,07
- 1	27,92 $\pm$ 0,44	1,87 $\pm$ 0,02	2,98 $\pm$ 0,02	0,16 $\pm$ 0,01	0,10 $\pm$ 0,01	0,07 $\pm$ 0,01
0	33,31 $\pm$ 0,48	2,69 $\pm$ 0,02	3,01 $\pm$ 0,02	0,46 $\pm$ 0,01	0,31 $\pm$ 0,01	0,21 $\pm$ 0,01
1	19,04 $\pm$ 0,36	3,56 $\pm$ 0,03	3,45 $\pm$ 0,03	1,09 $\pm$ 0,02	0,89 $\pm$ 0,01	0,53 $\pm$ 0,01
2	10,12 $\pm$ 0,27	4,18 $\pm$ 0,05	3,59 $\pm$ 0,04	1,74 $\pm$ 0,03	1,43 $\pm$ 0,02	0,83 $\pm$ 0,02
3	5,51 $\pm$ 0,20	5,61 $\pm$ 0,08	4,23 $\pm$ 0,06	2,14 $\pm$ 0,04	1,81 $\pm$ 0,04	1,06 $\pm$ 0,03
$\geq 4$	3,51 $\pm$ 0,16	6,10 $\pm$ 0,10	4,12 $\pm$ 0,08	2,79 $\pm$ 0,06	2,55 $\pm$ 0,06	1,39 $\pm$ 0,05

что можно связать с "примесью" многонуклонных взаимодействий  
типа  $\pi^- (pn)$  и испарительных протонов\*. Во всяком случае,

\*Здесь мы учли возможность потерь медленных протонов  
в  $\pi^- p$ -взаимодействиях /11/ .



Таблица 4

Множественность вторичных частиц в зависимости от  
 $Q_2 = n_+ + n_p (\geq 0,3) - n_-$  для  $\pi^- 12C$ -взаимодействий при  
 $p = 40$  ГэВ/с

$Q$	$W(\%)$	$\langle n_+ \rangle$	$\langle n_- \rangle$	$\langle n_p \rangle$	$\langle n_p(\geq 0,2) \rangle$	$\langle n_p(\geq 0,3) \rangle$
-3	0,16 $\pm$ 0,03	2,63 $\pm$ 0,36	5,71 $\pm$ 0,40	0,85 $\pm$ 0,16	0,47 $\pm$ 0,13	0,08 $\pm$ 0,06
-2	1,12 $\pm$ 0,09	1,89 $\pm$ 0,12	4,08 $\pm$ 0,13	1,29 $\pm$ 0,06	0,91 $\pm$ 0,06	0,19 $\pm$ 0,04
-1	31,14 $\pm$ 0,47	1,88 $\pm$ 0,02	2,98 $\pm$ 0,02	0,32 $\pm$ 0,01	0,23 $\pm$ 0,01	0,08 $\pm$ 0,01
0	36,76 $\pm$ 0,51	2,83 $\pm$ 0,02	3,07 $\pm$ 0,02	0,62 $\pm$ 0,01	0,46 $\pm$ 0,01	0,24 $\pm$ 0,01
1	17,83 $\pm$ 0,35	3,81 $\pm$ 0,03	3,48 $\pm$ 0,03	1,24 $\pm$ 0,02	1,02 $\pm$ 0,02	0,67 $\pm$ 0,01
2	7,71 $\pm$ 0,23	4,75 $\pm$ 0,06	3,73 $\pm$ 0,05	1,72 $\pm$ 0,04	1,44 $\pm$ 0,03	1,02 $\pm$ 0,02
3	3,77 $\pm$ 0,16	6,30 $\pm$ 0,09	4,29 $\pm$ 0,08	1,92 $\pm$ 0,05	1,63 $\pm$ 0,05	1,27 $\pm$ 0,04
$\geq 4$	1,48 $\pm$ 0,10	7,06 $\pm$ 0,14	4,19 $\pm$ 0,13	2,21 $\pm$ 0,10	2,00 $\pm$ 0,09	1,64 $\pm$ 0,08

Таблица 5

Множественность вторичных частиц в зависимости от  
 $Q = n_+ - n_-$  для  $\pi^- 12C$ -взаимодействий при  $p = 40$  ГэВ/с

$Q$	$W(\%)$	$\langle n_+ \rangle$	$\langle n_- \rangle$	$\langle n_p \rangle$	$\langle n_p(\geq 0,2) \rangle$	$\langle n_p(\geq 0,3) \rangle$
-4	0,07 $\pm$ 0,01	2,10 $\pm$ 0,68	6,10 $\pm$ 0,68	2,64 $\pm$ 0,51	2,03 $\pm$ 0,35	1,62 $\pm$ 0,32
-3	0,41 $\pm$ 0,05	2,37 $\pm$ 0,22	5,37 $\pm$ 0,22	2,02 $\pm$ 0,20	1,74 $\pm$ 0,19	1,16 $\pm$ 0,16
-2	4,33 $\pm$ 0,17	1,72 $\pm$ 0,06	3,72 $\pm$ 0,06	1,73 $\pm$ 0,04	1,46 $\pm$ 0,03	1,08 $\pm$ 0,03
-1	38,07 $\pm$ 0,51	2,02 $\pm$ 0,02	3,02 $\pm$ 0,02	0,61 $\pm$ 0,01	0,50 $\pm$ 0,01	0,31 $\pm$ 0,01
0	38,69 $\pm$ 0,52	3,13 $\pm$ 0,02	3,13 $\pm$ 0,02	0,75 $\pm$ 0,01	0,58 $\pm$ 0,01	0,33 $\pm$ 0,01
1	12,50 $\pm$ 0,29	4,61 $\pm$ 0,04	3,61 $\pm$ 0,04	1,02 $\pm$ 0,03	0,79 $\pm$ 0,02	0,45 $\pm$ 0,02
2	4,21 $\pm$ 0,17	5,78 $\pm$ 0,07	3,78 $\pm$ 0,07	1,29 $\pm$ 0,05	1,01 $\pm$ 0,04	0,60 $\pm$ 0,03
3	1,32 $\pm$ 0,10	7,52 $\pm$ 0,13	4,52 $\pm$ 0,13	0,91 $\pm$ 0,07	0,66 $\pm$ 0,06	0,39 $\pm$ 0,05
$\geq 4$	0,40 $\pm$ 0,05	8,61 $\pm$ 0,20	4,11 $\pm$ 0,20	0,71 $\pm$ 0,13	0,60 $\pm$ 0,13	0,16 $\pm$ 0,01
Все сооб- тия	100%	3,02 $\pm$ 0,02	3,23 $\pm$ 0,02	0,80 $\pm$ 0,01	0,64 $\pm$ 0,01	0,39 $\pm$ 0,01

значения  $\langle n_i \rangle$  при  $Q_2 = 0$  отличаются от соответствующих значений для  $\pi^-p$ -взаимодействий больше, чем при  $Q_1 = 0$ . Поэтому мы полагаем, что доля однонуклонных  $\pi^-^{12}C$ -взаимодействий составляет  $61,2 \pm 0,7\%$ .

Остальные события  $38,8 \pm 0,7\%$  относятся к многонуклонным соударениям, в которые включаются упругие, дифракционные и неупругие взаимодействия  $\pi^-$ -мезонов с нуклонами ядра углерода. Переход к величине  $Q$  /табл. 5/ показывает, что доля неупругих многонуклонных соударений составляет  $\geq 19\%$ . Зависимости  $\langle n_- \rangle$  от величины  $Q$  приведены на рис. 1 для  $Q_1, Q_2$  и  $Q$ . Как уже отмечалось, значения  $\langle n_- \rangle$  слабо зависят от определения величины  $Q$  для ее положительных значений /см. §2/. Более заметная зависимость видна из рис. 1 для  $Q \leq -2$ , что связано с процессами  $n \rightarrow p\pi^-$ .

Интересно отметить, что рост  $\langle n_- \rangle$  с увеличением избыточного положительного заряда при  $Q \geq 0$  с точки зрения различных мультипериферических моделей означает увеличение числа мультипериферических лесенок, что и является целью настоящей работы. Аналогичные явления имеют место для  $\langle n_+ \rangle$  в области  $Q \leq -1$  /рис. 2/.

Таким образом, методика разделения адрон-ядерных процессов по величине электрического заряда системы вторичных частиц позволяет выделять различные группы многонуклонных взаимодействий и исследовать их характеристики.

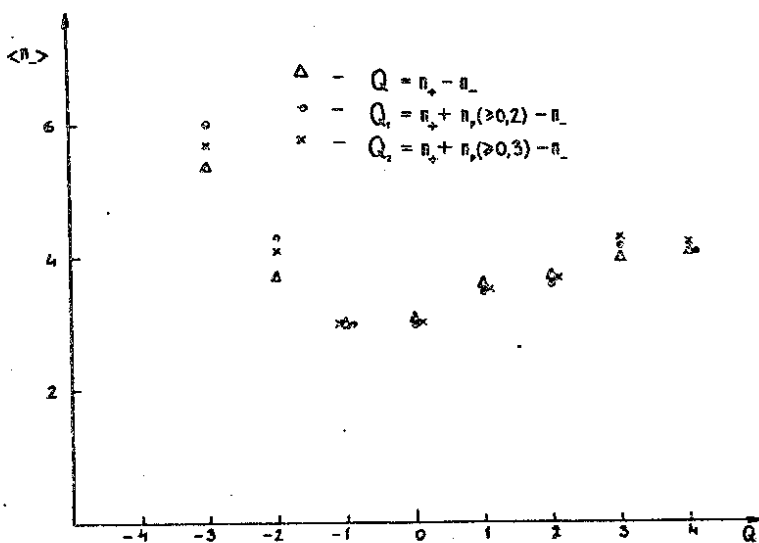


Рис. 1

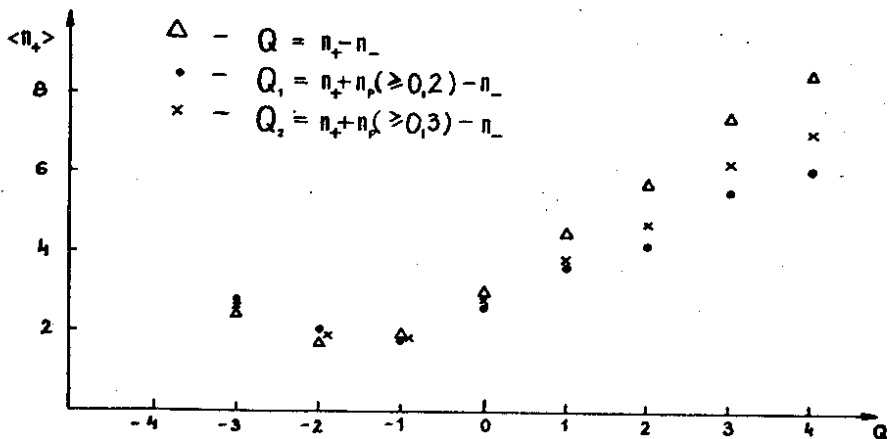


Рис. 2

#### §4. АНАЛИЗ МНОЖЕСТВЕННОСТИ МНОГОНУКЛОННЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ

Полученные данные позволяют провести сравнение их с простейшими мультипериферическими диаграммами модели многократного рассеяния [2,3,7,8]\*. Действительно, выделение многонуклонных взаимодействий по  $Q$  с  $|t_{NN}| \geq 0,5 \pm 1$  /ГэВ/с<sup>2</sup> /см. §3/ практически исключает вклад упругих и дифракционных процессов и позволяет сравнить множественности в  $\pi^-$ (mp) и  $\pi^-$ (mn) неупругих соударениях. Рассмотрим для примера события с  $Q = +1$  и  $Q = -3$ , которые в основном должны описываться диаграммами рис. 3. Различие между ними связано с нижними вершинами  $p \rightarrow p\pi^-$  и  $p \rightarrow (p,0,7)$  или  $p \rightarrow p\pi^+$  /11/. Вероятность переноса заряда от  $\pi^-$ -мезона к протону мала / $\leq 1\%$ /, поэтому множественности рожденных вторичных частиц должны быть одинаковыми, если учесть это различие.

Для численного сравнения возьмем значения  $\langle n_+ \rangle$  и  $\langle n_- \rangle$  из табл. 5 для  $Q = -3$ . Множественность рожденных отрицательных частиц в лесенке будет равна  $\langle n_- \rangle - 3 = 2,37 \pm 0,22$  /см. рис. 3а/ и  $\langle n_+ \rangle = 2,37 \pm 0,22$ . С другой стороны, для  $Q = 1$  получим  $\langle n_+ \rangle - 2 = 2,61 \pm 0,04$  и  $\langle n_- \rangle - 1 = 2,61 \pm 0,04$  /здесь мы

\*Мы благодарны С.Бацковичу, который обратил наше внимание на эту возможность.

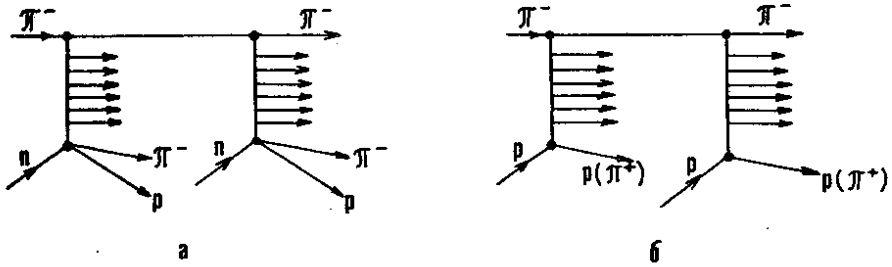


Рис. 3

учли "избыточные" заряды двух протонов и первичного  $\pi^-$ -мезона/. Разница между полученными значениями не превышает однократной ошибки /9%/. Аналогичным образом получается, что множественность рожденных вторичных мезонов в  $\pi^-(3n)$ -соударениях ( $Q=-4$ ) составляет  $\langle n_{\pm} \rangle = \langle n_{-} \rangle - 4 = 2,10 \pm 0,68$ , а в  $\pi^-(3p)$ -столкновениях ( $Q=2$ ) -  $\langle n_{-} \rangle - 1 = \langle n_{+} \rangle - 3 = 2,78 \pm 0,07$ . В этом случае ошибки в  $\langle n \rangle$  для  $Q=-4$  велики /  $\approx 30\%$  /, но результаты не противоречат модели.

Полученные данные по  $\langle n \rangle$  позволяют определить множественность рожденных частиц в одной лесенке /рис. 3/. Она составляет  $\langle n_{\pm}^{(1)}(2N) \rangle = 2,49 \pm 0,11$  для  $\pi^-(2N)$ -соударений и  $\langle n_{\pm}^{(1)}(3N) \rangle = 1,62 \pm 0,23$  для  $\pi^-(3N)$ -столкновений. В модели многократного рассеяния в первом приближении на одно столкновение расходуется энергия  $E_1 = E_0 / \gamma$ , где  $\gamma$  - число взаимодействий /3,4,7/. Поэтому полученные значения  $\langle n_{\pm}^{(1)} \rangle$  интересно сравнить с данными по  $\pi^-p$ -взаимодействиям при  $E = 20$  и 13 ГэВ. Они, соответственно, равны

$$\langle n_{\pm}(20) \rangle - 2 = 2,55 \pm 0,09, \quad \langle n_{\pm}(13) \rangle - 2 = 1,83 \pm 0,03,$$

и в пределах ошибок совпадают с  $\langle n_{\pm}^{(1)} \rangle$ , полученными из много-нуклонных взаимодействий. Таким образом, анализ полученных данных по множественности много-нуклонных взаимодействий на основе основных диаграмм модели многократного рассеяния показывает, что они удовлетворительно описывают эксперимент. Для более полного сравнения модели с опытом необходимы вычисления на ЭВМ с учетом всех диаграмм /2,3,7,8/.

Авторы признательны участникам Сотрудничества за полезные обсуждения и помощь в работе.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Ангелов Н.С. и др. ЯФ, 1977, т.26, с.811.
2. Бацкович С. и др. ЯФ, 1977, т.26, с.1034.
3. Ангелов Н.С. и др. ЯФ, 1978, т.28, с.999.
4. Ангелов Н.С. и др. ЯФ, 1978, т.28, с.693.
5. Ангелов Н.С. и др. ЯФ, 1979, т.30, с.715.
6. Абдинов О.А. и др. ОИЯИ, Р1-11034, Дубна, 1977.
7. Шабельский Ю.М., Юлдашев Б.С. Препринт ЛИЯФ, №487, Л., 1979.
8. Шабельский Ю.М. ЯФ, 1977, т.27, с.1084.
9. Ангелов Н.С. и др. ЯФ, 1977, т.25, с.591.
10. Гришин В.Г. и др. ОИЯИ, Р1-12388, Дубна, 1979.
11. Бацкович С. и др. ОИЯИ, Р1-11008, Дубна, 1977.
12. Абдурахимов А. и др. ЯФ, 1973, т.18, с.1251.
13. Flaminio V. et al. Preprint CERN-HERA, 79-01, 1979.

Рукопись поступила в издательский отдел  
6 ноября 1979 года.