

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

ДУБНА



A-646

4/viii-75
P1 - 8718

2782/2-75

Н.С.Ангелов, В.Г.Гришин, Л.А.Диденко,
И.А.Ивановская, Т.Я.Иногамова, Е.Н.Кладницкая,
В.С.Мурзин, Л.И.Сарычева, М.И.Соловьев,
Л.Н.Смирнова, А.Н.Соломин, Н.Г.Фадеев,
Э.Т.Цивцивадзе

ИЗУЧЕНИЕ

ПАРЦИАЛЬНЫХ КОЭФФИЦИЕНТОВ НЕУПРУГОСТИ
В $\pi^+ p$, $\pi^+ n$ - И $\pi^+ C^{12}$ -ВЗАИМОДЕЙСТВИЯХ
ПРИ ИМПУЛЬСЕ 40 ГЭВ/С

1975

P1 - 8718

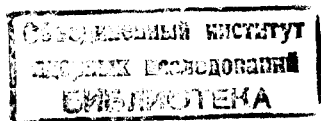
Н.С.Ангелов, В.Г.Гришин, Л.А.Диденко,¹
И.А.Ивановская, Т.Я.Иногамова, Е.Н.Кладницкая,
В.С.Мурзин,¹ Д.И.Сарычева,¹ М.И.Соловьев,
Л.Н.Смирнова,¹ А.Н.Соломин,¹ Н.Г.Фадеев,
Э.Т.Цивцивадзе²

ИЗУЧЕНИЕ

ПАРЦИАЛЬНЫХ КОЭФФИЦИЕНТОВ НЕУПРУГОСТИ
В $\pi^+ p$ - $\pi^+ n$ - И $\pi^+ C^{12}$ -ВЗАИМОДЕЙСТВИЯХ
ПРИ ИМПУЛЬСЕ 40 ГЭВ/С

¹ Научно-исследовательский институт ядерной физики
и физический факультет Московского государственного
университета.

² Тбилисский государственный университет.



§1. Введение

В настоящей работе представлены результаты исследования парциального коэффициента неупругости a_{π^0} в π^-p -, π^-n - и π^-C^{12} -взаимодействиях (§2) и тесно связанного с ним вопроса об энергетическом балансе в пион-нуклонных столкновениях (§3). Парциальный коэффициент неупругости (a_{π^0}), т.е. доля полной энергии, передаваемая π^0 -мезонам в результате взаимодействия, является важной характеристикой моделей множественного рождения частиц /1,2/. В настоящее время имеются только отдельные работы, где значение a_{π^0} определялось непосредственно по распадным гамма-квантам. В табл. 1 приводятся значения парциального коэффициента неупругости, полученные в экспериментах с космическими лучами и на ускорителях при разных энергиях /3,4,5/.

В нашей работе /11/ определялась доля энергии, теряемая первичными π^- -мезонами в π^-N -столкновениях с большой множественностью ($n_{\pm} \geq 5$).

Экспериментальные результаты, представленные в данной работе, получены с помощью 2-метровой пропановой пузырьковой камеры, облученной пучком π^- -мезонов с импульсом 40 ГэВ/с. Пропановое наполнение камеры обеспечивает высокую эффективность регистрации γ -квантов ($\epsilon_{\gamma} = 0,20$) и позволяет проводить одновременное исследование π^-p -, π^-n - и π^-C^{12} -взаимодействий.

Методика обработки событий подробно описана в работах /6,7/. Приводимые результаты основываются на следующем статистическом материале, полученном в ЛВЭ ОИЯИ: 4395 π^-p -взаимодействий, 4791 γ -квантов; 148 Λ^0 - и 254 K^0 -частиц; 1661 π^-n -взаимодействие, 1725 γ -квантов, 51 Λ^0 - и 84 K^0 -частиц, 4138 π^-C -взаимодей-

ствий (без взаимодействий на квазисвободных нуклонах ядер углерода), 5044 γ -кванта.

§2. Парциальный коэффициент неупругости a_{π^0}

Парциальный коэффициент неупругости a_{π^0} вычислялся по следующей формуле:

$$a_{\pi^0} = \frac{\sum E_{\pi^0}}{N_{\text{соб}} \cdot E_0} = \frac{\langle P_{\gamma} \rangle \langle n_{\gamma} \rangle}{E_0}, \quad (1)$$

где $\langle P_{\gamma} \rangle$ - средний импульс гамма-квантов в лабораторной системе координат, $\langle n_{\gamma} \rangle$ - средняя множественность γ -квантов, $N_{\text{соб}}$ - полное число событий данного типа, $E_0 = E_{\pi^-} + m_p$ - полная энергия первичных частиц в лабораторной системе координат.

В нашем случае практически единственными источниками гамма-квантов являются распады π^0 -мезонов. Доля γ -квантов от распада Σ^0 -гиперонов и η -мезонов составляет $\leq 0,5\%$ /8/.

Процедура определения средней множественности γ -квантов с учетом всех необходимых поправок была подробно описана в работе /8/, поэтому мы не будем останавливаться на этом вопросе. В настоящей работе основное внимание уделяется нахождению среднего импульса гамма-квантов в π^-p -; π^-p -и π^-C -взаимодействиях /8/. Неточность определения $\langle P_{\gamma} \rangle$ обусловлена в основном следующими причинами:

- 1) отсутствием информации относительно среднего импульса неизмеримых гамма-квантов;
- 2) зависимостью потерь гамма-квантов вблизи звезды от величины их импульса.

В данной работе мы попытались свести к минимуму долю неизмеримых гамма-квантов и ввести поправку на потери гамма-квантов вблизи звезды.

а) Анализ неизмеримых γ -квантов

Число неизмеримых γ -квантов в π^-p -, π^-p - и π^-C -взаимодействиях составляет $\sim 5\%$ от их общего числа. На рис. 1 приведено распределение числа неизмеримых гамма-квантов вдоль направления первичного пучка π^- -мезонов; стрелками обозначена эффективная область регистрации γ -квантов. Из рисунка видно, что наибольшее число неизмеримых гамма-квантов ($\sim 50\%$) оказывается у границы эффективной области. Это вызвано тем, что для гамма-квантов, конвертировавшихся на краю эффективной области, e^+e^- -пара имеет длину следов, недостаточную для измерений. Изменение эффективной области, указанное на рисунке, снизило долю неизмеримых γ -квантов до 3%. Уменьшение эффективной области в направлении, перпендикулярном направлению движения первичных π^- -мезонов, сократило их число до $\sim 1\%$.

Кроме того, как уже отмечалось в работе /8/, в распределении гамма-квантов по азимутальному углу наблюдается асимметрия в направлении ко дну камеры (имеют место потери γ -квантов в этом направлении, вызванные условиями эксперимента). Поэтому средний импульс находился для γ -квантов, конвертировавшихся в верхней половине камеры.

б) Потери гамма-квантов вблизи звезды

Как уже отмечалось в работе /8/, распределение гамма-квантов по расстояниям (L) от вершины звезды до точки их конверсии показало, что имеются потери γ -квантов, конвертировавшихся вблизи звезды ($L \leq 3$ см). Эти потери составляют $\sim 2,1\%$ от общего числа γ -квантов и вызваны в основном наложением следов вблизи точки взаимодействия. Ясно, что чем энергичнее e^+e^- -пары, тем труднее отличить их от следов заряженных частиц звезды. Поэтому потери γ -квантов вблизи звезды зависят от величины их импульсов.

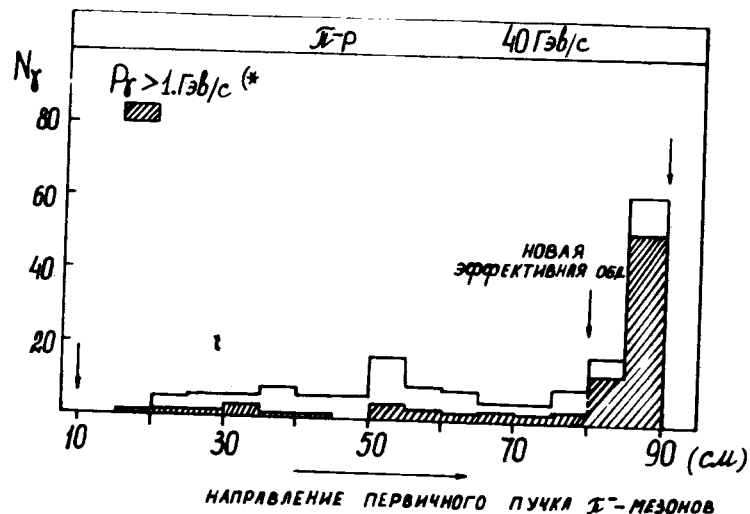


Рис. 1. Распределение числа неизмеримых γ -квантов вдоль направления первичного пучка π^- -мезонов.

На рис. 2 приведены экспериментальные распределения dN_γ/dL с учетом весов для разных интервалов импульсов γ -квантов. Потери γ -квантов оценивались экстраполяцией этого распределения из области $L > 3$ см в точку $L = 0$. С увеличением импульсов γ -квантов потери увеличиваются до $\sim 7\%$. Учет этих поправок в импульсном спектре γ -квантов позволил уточнить значение их среднего импульса.

Окончательные результаты определения средних величин импульсов гамма-квантов и парциального коэффициента неупругости α_{π^0} в π^-p -, π^-n - и π^-C -взаимодействиях для событий с разной множественностью

х/ Получены грубые оценки импульсов неизмеримых γ -квантов.

ТАБЛИЦА I

Тип взаимодействия	E_0	$\alpha_{\pi^0}^\circ$	
π^+p	10.5 ГэВ	0.22 ± 0.01	/3 /
π^-p	18.5 ГэВ	$0.21 \pm 0.01^{x)}$	/4/
π^+P	18.5 ГэВ	$0.20 \pm 0.01^{x)}$	"
π^+CH_2	200 + 2000 ГэВ	0.32 ± 0.02	/5/
π^+Al	200 + 2000 ГэВ	0.37 ± 0.05	"
π^+Fe	200 + 2000 ГэВ	0.37 ± 0.05	"
nCH_2	200 + 2000 ГэВ	0.17 ± 0.01	"
nAl	200 + 2000 ГэВ	0.18 ± 0.02	"
nFe	200 + 2000 ГэВ	0.19 ± 0.02	"

х) Значения получены нами из распределений, приведенных в работе/4/.

ТАБЛИЦА 2
 π^-p - взаимодействия (40 ГэВ/с)

n_\pm	$\langle n_\gamma \rangle$	$\langle P_\gamma \rangle$	$\alpha_{\pi^0}^\circ$
0	5.25 ± 0.77	3.67 ± 0.86	0.47 ± 0.13
2 ^{x)}	3.87 ± 0.15	2.97 ± 0.31	0.28 ± 0.03
4	4.48 ± 0.12	2.27 ± 0.15	0.25 ± 0.02
6	5.20 ± 0.14	1.96 ± 0.14	0.25 ± 0.02
8	6.05 ± 0.19	1.42 ± 0.11	0.21 ± 0.02
≥ 10	6.82 ± 0.25	1.18 ± 0.10	0.20 ± 0.02
Все	5.10 ± 0.07	1.99 ± 0.08	0.25 ± 0.01

х) Случай упругого рассеяния пионов на протонах исключены.

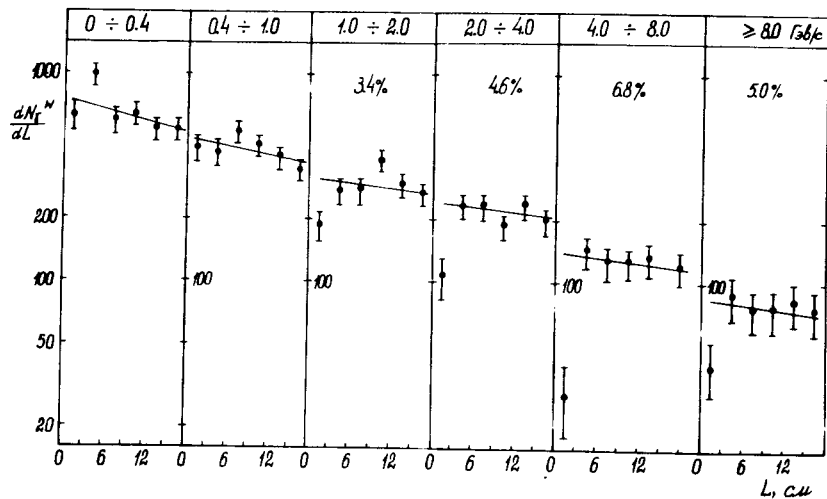


Рис. 2. Распределения γ -квантов с учетом весов по расстояниям от точки конверсии до вершины звезды для разных интервалов импульсов γ -квантов.

заряженных частиц (n_{\pm}) представлены в табл. 2, 3 и 4. Видно, что средняя доля энергии, переданная π^0 -мезонам в π^-p - и π^-n -взаимодействиях, и величина среднего импульса γ -квантов уменьшаются с ростом множественности n_{\pm} , в то время как $\langle n_{\gamma} \rangle$ растет. В π^-C -взаимодействиях наблюдается независимость величины α_{π^0} в пределах ошибок от средней множественности заряженных частиц.

В табл. 4 значения α_{π^0} в π^-C -взаимодействиях приводятся без учета π^-p - и π^-n -взаимодействий на квазисвободных нуклонах ядер углерода [6].

Если учесть квазинуклонные взаимодействия, то средняя доля энергии, передаваемая π^0 -мезонам в π^-C -взаимодействиях, составит $0,25 \pm 0,01$.

§3. Энергетический баланс в π^-N -столкновениях

Проверка энергетического баланса в пион-нуклонных

ТАБЛИЦА 3
 π^-n -взаимодействия (40 ГэВ/с)

n_{\pm}	$\langle n_{\gamma} \rangle$	$\langle P_{\gamma} \rangle$	α_{π^0}
I	4.19 ± 0.28	5.87 ± 0.70	0.60 ± 0.08
3 ^{х)}	4.01 ± 0.18	3.01 ± 0.37	0.29 ± 0.04
5	4.55 ± 0.21	1.94 ± 0.18	0.22 ± 0.02
≥ 7	5.69 ± 0.21	1.43 ± 0.27	0.20 ± 0.04
Все	4.72 ± 0.11	2.41 ± 0.15	0.28 ± 0.02

х) Исключены когерентные взаимодействия ($\pi^- \rightarrow \bar{K}^+ \pi^- \pi^-$) на ядрах углерода.

столкновениях представляет большой интерес с методической и физической точек зрения.

Расчет энергетического баланса предусматривает вычисление парциальных коэффициентов неупругости всех вторичных частиц (α_{π^0} , $\alpha_{\pi^{\pm}}$, $\alpha_{\Lambda^0 K^0}$, α_p , α_n).

Доля энергии, передаваемая в результате взаимодействия π^{\pm} -мезонам и странным (Λ^0, K^0)-частицам, определялась аналогично (1):

$$\alpha_i = \frac{\sum E_i}{N_{\text{собр}} E_0} = \frac{\langle E_i \rangle \langle n_i \rangle}{E_0} \quad (2)$$

Здесь $\langle E_i \rangle$ и $\langle n_i \rangle$ - средняя энергия и множественность вторичных частиц данного типа. Соответствующие значения $\alpha_{\pi^{\pm}}$, $\alpha_{\Lambda^0 K^0}$ в π^-p - и π^-n -взаимодействиях для разной множественности заряженных частиц (n_{\pm}) представлены в таблицах 5 и 6. С увеличением n_{\pm} наблюдается заметный рост парциального коэффициента неупругости α_{π^+} , в то время как доля энергии, передаваемая π^- -мезонам (α_{π^-}), для $n_{\pm} \geq 4$ в пределах ошибок не меняется. Величина α_{Λ^0, K^0} мала и для $n_{\pm} \geq 3$ не зависит от множественности заряженных частиц.

ТАБЛИЦА 4
 π^- С - взаимодействия (40 ГэВ/с)^{х)}

n_{\pm}	$\langle n_{\pm} \rangle$	$\langle P_{\pm} \rangle$	α_{π^0}			
0 } 1 } 2 } 3 }	3.81±0.38	2.45±0.16	0.23±0.03			
4 } 5 }				4.83±0.35	2.12±0.23	0.25±0.03
6 } 7 }						
8 } 9 }				6.00±0.39	1.60±0.14	0.23±0.02
10 } 11 }	6.26±0.50	1.48±0.15	0.23±0.03			
12 } 13 }				7.60±0.76	1.22±0.11	0.23±0.03
≥ 14	8.85±0.96	0.96±0.09	0.21±0.03			
Всв	5.94±0.14	1.61±0.07	0.23±0.01			

х) Без квазинуклонных взаимодействий.

Необходимо отметить, что среди вторичных заряженных частиц имеется некоторая примесь K^{\pm} -мезонов. Поскольку множественность нейтральных K^0 -мезонов составляет $\langle n_{K^0} \rangle = 0,24 \pm 0,03$ ^{/9/}, мы предположили, что $\langle n_{K^{\pm}} \rangle \approx \langle n_{K^0} \rangle$. В нашем эксперименте K^{\pm} -мезоны не идентифицировались и считались π^{\pm} -мезонами.

Предполагая, что $\langle P_{K^{\pm}} \rangle = \langle P_{\pi^{\pm}} \rangle$, можно оценить среднюю долю энергии, переданную K^{\pm} -мезонам. Она составляет:

$$\alpha_{K^-} = 0,018 \pm 0,003; \quad \alpha_{K^+} = 0,010 \pm 0,002.$$

Эти оценки включены в α_{π^-} и α_{π^+} соответственно.

В настоящей работе сделана также оценка парциальных коэффициентов неупругости α_p и α_n , т.е. доли энергии, уносимой протонами и нейтронами. В нашем эксперименте идентифицировались протоны с импульсами $200 \leq P_p \leq 800$ МэВ/с. Число таких протонов составляет $\langle n_{P_{ид}} \rangle = 0,22 \pm 0,01$ в π^-p -взаимодействиях и $\langle n_{P_{ид}} \rangle = 0,07 \pm 0,01$ в π^-n -взаимодействиях. Остальные протоны не могли быть идентифицированы и считались π^+ -мезонами. Относительно этих протонов предполагалось, что их средний импульс $\langle P_{P_{неид}} \rangle$ равен среднему импульсу всех π^+ -мезонов ($\langle P_{\pi^+} \rangle$). При вычислении средней множественности неидентифицированных протонов использовалось соотношение:

$$\langle n_{P_{неид}} \rangle = k_p - \langle n_{P_{ид}} \rangle,$$

где $k_p = 0,64$ - среднее число протонов в π^-p -взаимодействиях с учетом перезарядки^{/8/}. Определение парциального коэффициента неупругости α_p можно записать в виде следующей формулы:

$$\alpha_p = (\langle E_{P_{ид}} \rangle \langle n_{P_{ид}} \rangle + \langle E_{P_{неид}} \rangle \langle n_{P_{неид}} \rangle) / E_0;$$

где

$$\langle E_{P_{неид}} \rangle = \sqrt{\langle P_{\pi^+} \rangle^2 + m_p^2}.$$

Поскольку наш эксперимент не дает непосредственной информации об энергетических характеристиках нейтронов, для оценки α_n были сделаны два возможных, на наш взгляд, предположения:

$$1) \langle P_n \rangle = \langle P_p \rangle,$$

$$2) \langle P_n \rangle_{\pi^-n} = \langle P_p \rangle_{\pi^-p} \quad \text{и} \quad \langle P_n \rangle_{\pi^-n} = \langle P_p \rangle_{\pi^-p}.$$

Значения α_n , вычисленные в этих предположениях, оказались равными 0,03 и 0,04 для 1) и 2) случаев соответственно.

В табл. 5,6 представлены значения всех парциальных коэффициентов неупругости в π^-p - и π^-n -взаимодействиях для разной множественности заряженных частиц. В значениях суммарного коэффициента неупругости α учтены еще доля энергии, передаваемая парам Далица, и потери первичного π^- -мезона на ионизацию до взаимодействия, дающие вместе вклад, равный 0,01. Как видно из таблиц, в пределах ошибок энергетический баланс в пион-нуклонных столкновениях выполняется, что подтверждает правильность определения парциальных коэффициентов неупругости.

Средняя доля энергии, передаваемая всем нейтральным частицам, составляет $0,33 \pm 0,02$ в π^-p -взаимодействиях и $0,36 \pm 0,03$ в π^-n -взаимодействиях. Эти данные согласуются с результатами работы ^{10/}:

$\alpha_0 = 0,40 \pm 0,02$ в π^-N -взаимодействиях при энергии 60 ГэВ и множественности заряженных частиц $1 + 8$ (в нашем эксперименте для π^-N -взаимодействий и множественности заряженных частиц $1 + 8$ $\alpha_0 = 0,35 \pm 0,02$).

Кроме описанного способа определения средних значений парциальных коэффициентов неупругости, для определения доли энергии, передаваемой заряженным частицам, был применен еще другой способ. Для каждого взаимодействия вычислялась доля энергии, переданная π^- -мезонам, π^+ -мезонам и протонам. На рис. 3 и 4 представлены распределения парциальных коэффициентов неупругости α_{π^-} и $\alpha_{\pi^+,p}$, а также доля энергии, переданной всем заряженным частицам (α_{\pm}) в π^-p - и π^-n -взаимодействиях. Средние значения парциальных коэффициентов неупругости, полученные из этих распределений, в пределах ошибок согласуются со значениями, полученными первым способом.

Основные результаты работы могут быть сформулированы следующим образом:

а) получены значения средней доли энергии, передаваемой π^0 -мезонами в π^-p -, π^-n -, π^-C^{12} -взаимо-

Таблица 5
 π^-p - взаимодействия (40 ГэВ/с)

\bar{b} (мбар)	n_{\pm}	α_{π^-}	$\alpha_{\pi^+,p}$	α_{π^0}	α_n	α_{λ^0,p^0}	α
$0,28 \pm 0,04$	0	—	—	$0,47 \pm 0,13$	$0,15 \pm 0,03$	$0,17 \pm 0,17$	$0,79 \pm 0,22$
$3,12 \pm 0,13$	2	$0,49 \pm 0,02$	$0,07 \pm 0,01$	$0,28 \pm 0,03$	$0,06 \pm 0,01$	$0,07 \pm 0,01$	$0,98 \pm 0,04$
$6,36 \pm 0,18$	4	$0,42 \pm 0,01$	$0,19 \pm 0,01$	$0,25 \pm 0,02$	$0,06 \pm 0,01$	$0,04 \pm 0,01$	$0,97 \pm 0,03$
$5,66 \pm 0,17$	6	$0,39 \pm 0,01$	$0,26 \pm 0,01$	$0,25 \pm 0,02$	$0,04 \pm 0,01$	$0,03 \pm 0,01$	$0,98 \pm 0,03$
$3,39 \pm 0,13$	8	$0,39 \pm 0,01$	$0,29 \pm 0,01$	$0,21 \pm 0,02$	$0,03 \pm 0,01$	$0,04 \pm 0,01$	$0,97 \pm 0,03$
$2,43 \pm 0,11 \geq 10$	≥ 10	$0,41 \pm 0,01$	$0,34 \pm 0,01$	$0,20 \pm 0,02$	$0,03 \pm 0,01$	$0,03 \pm 0,01$	$1,02 \pm 0,03$
$21,2 \pm 0,15$ все	все	$0,42 \pm 0,01$	$0,22 \pm 0,01$	$0,25 \pm 0,01$	$0,04 \pm 0,01$	$0,04 \pm 0,01$	$0,98 \pm 0,02$

х) Средняя доля энергии, переданная протонам, $\alpha_p = 0,040 \pm 0,002$.

ТАБЛИЦА 6
 π^-p -взаимодействия (40 ГэВ/с)

β (мбар)	n_{\pm}	α_{π^-}	$\alpha_{\pi^+,p}$	α_{π^0}	α_n	α_{p,p^0}	α
1.95 ± 0.14	1	0.33 ± 0.03	—	0.60 ± 0.08	0.06 ± 0.01	0.06 ± 0.02	1.06 ± 0.09
5.31 ± 0.24	3	0.48 ± 0.02	0.16 ± 0.01	0.29 ± 0.04	0.05 ± 0.01	0.03 ± 0.01	1.02 ± 0.05
5.07 ± 0.23	5	0.42 ± 0.02	0.21 ± 0.01	0.22 ± 0.02	0.04 ± 0.01	0.04 ± 0.01	0.94 ± 0.03
7.26 ± 0.27	≥ 7	0.41 ± 0.02	0.27 ± 0.01	0.20 ± 0.04	0.04 ± 0.01	0.03 ± 0.01	0.96 ± 0.05
19.6 ± 0.3	всв	0.43 ± 0.01	0.19 ± 0.01	0.28 ± 0.02	0.04 ± 0.01	0.04 ± 0.01	0.99 ± 0.03

з) Средняя доля энергии, переданная протонам, составляет 0.040 ± 0.002 .

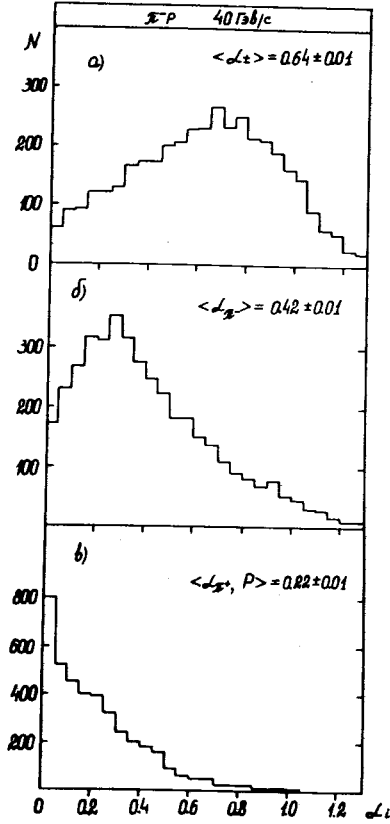


Рис. 3. Распределение доли энергии, переданной в π^-p -взаимодействиях: а) всем заряженным частицам; б) π^- -мезонам, в) π^+ -мезонам и протонам.

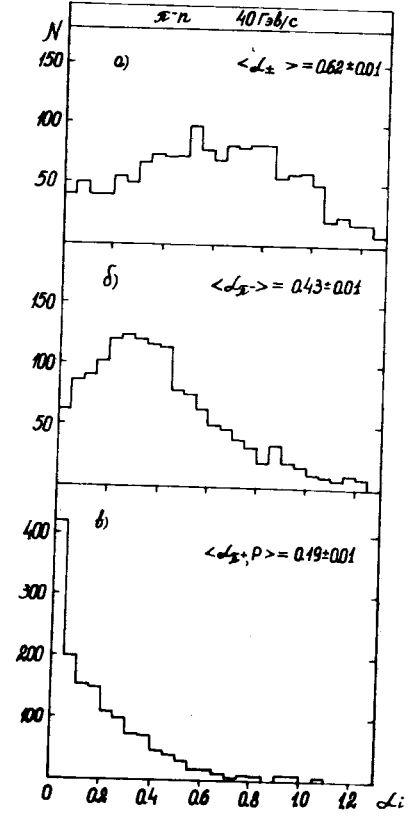


Рис. 4. Распределение доли энергии, переданной в π^-p -взаимодействиях: а) всем заряженным частицам, б) π^- -мезонам, в) π^+ -мезонам и протонам.

действиях в лабораторной системе координат; она составляет: $0,25 \pm 0,01$; $0,28 \pm 0,02$ и $0,25 \pm 0,01$ в каждом из взаимодействий соответственно;

б) значения a_{π^0} в $\pi^- N^-$ и $\pi^- C^{12}$ -взаимодействиях в пределах ошибок совпадают;

в) средняя доля энергии a_{π^0} в $\pi^- p^-$ и $\pi^- n^-$ -взаимодействиях уменьшается с ростом множественности заряженных частиц и не зависит от нее в $\pi^- C^-$ -взаимодействиях;

г) средняя доля энергии, передаваемая всем нейтральным частицам, составляет: $0,33 \pm 0,02$ в $\pi^- p^-$ -взаимодействиях и $0,36 \pm 0,03$ в $\pi^- n^-$ -взаимодействиях;

д) получены значения средней доли энергии, передаваемой вторичным заряженным частицам в $\pi^- p^-$ -и $\pi^- n^-$ -взаимодействиях;

е) наблюдается рост парциального коэффициента неупругости a_{π^+} с увеличением множественности заряженных частиц, величина a_{π^-} для $n_{\pm} \geq 4$ в пределах ошибок не меняется.

В заключение авторы выражают благодарность М.И.Третьяковой за полезные обсуждения и советы; К.П.Вишневской, С.В.Джмухадзе, Т.Канареку, В.Б.Любимову, Н.Н.Мельниковой, В.Ф.Никитиной, В.М.Поповой, М.Сабэу, Х.И.Семерджиеву, П.М.Суд, Л.М.Шегловой, Г.Янчо за участие в обработке экспериментального материала и полезные обсуждения.

Авторы благодарны также лаборантам ЛВЭ и ЛВТА за просмотр и измерения событий.

Литература

1. В.С.Мурзин, Л.И.Сарычева. Множественные процессы при высоких энергиях. Атомиздат, М., 1974.
2. А.Н.Лебедев, С.А.Славатинский, Б.В.Толмачев. ЖЭТФ, 46, 2151 (1964).
3. J.R.Elliot, L.R.Fortney, A.G.Goshaw et al. XVII Intern. Conf.of High Energies. London, July (1974).
4. N.N.Biswas, E.D.Fohitis, J.M.Bishop et al. XVII Intern. Conf.of High Energies. London, July (1974).

5. С.А.Азимов, Т.С.Юлдашев и др. Изв. АН СССР, сер. физ., т. 36, 1626 (1972).
6. А.У.Абдурахимов, Н.Ангелов, В.А.Беляков и др. Препринт ОИЯИ, P1-6491, Дубна, 1972; ЯФ, т.16, в. 5, 989 (1972).
7. А.У.Абдурахимов, Н.Ангелов и др. Препринт ОИЯИ, P1-6326, Дубна, 1972.
8. А.У.Абдурахимов, Н.Ангелов, К.П.Вишневская и др. ЯФ, т.17, в.6, 1235 (1973).
9. А.У.Абдурахимов, Н.Ангелов, К.П.Вишневская и др. Препринт ОИЯИ, P1-7267, Дубна, 1973; ЯФ, т.18, в. 6, 1251 (1973).
10. Г.Б.Жданов, И.В.Масленникова и др. Изв. АН СССР, сер. физ., т. 35, 2076 (1971).
11. А.У.Абдурахимов, Н.Ангелов, В.Г.Гришин и др. Препринт ОИЯИ, P1-7680, Дубна, 1974.

Рукопись поступила в издательский отдел
21 марта 1975 года.