

ОБЪЕДИНЕННЫЙ  
ИНСТИТУТ  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ  
ДУБНА

A-646

23/IV-79

1 - 12108

Н.Ангелов, А.И.Аношин, В.Г.Гришин, В.Б.Любимов,  
М.И.Соловьев, М.К.Сулейманов, Д.Тувдендорж

1584 / 2-79

ИЗУЧЕНИЕ РЕАКЦИИ  $\pi^- + {}^{12}\text{C} \rightarrow p + \dots$

ПРИ  $P_{\pi^-} = 40$  ГэВ/с

1979

1 - 12108

Н.Ангелов, А.И.Аношин, В.Г.Гришин, В.Б.Любимов,  
М.И.Соловьев, М.К.Сулейманов, Д.Тувдендорж

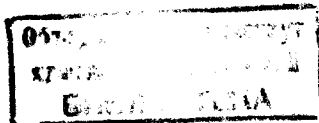
ИЗУЧЕНИЕ РЕАКЦИИ  $\pi^- + {}^{12}\text{C} \rightarrow p + \dots$   
ПРИ  $P_{\pi^-} = 40$  ГэВ/с

*Направлено в ЯФ*

---

<sup>1</sup> Научно-исследовательский институт ядерной физики.  
МГУ, Москва.

<sup>2</sup> Институт физики АН АзССР, Баку.



Ангелов Н. и др.

1 - 12108

Изучение реакции  $\pi^- + {}^{12}\text{C} \rightarrow \text{p} + \dots$  при  $P_{\pi^-} = 40 \text{ ГэВ/с}$

Изучались  $\pi^- {}^{12}\text{C}$ -взаимодействия, сопровождающиеся испусканием, по крайней мере, одного протона. Соотношения между вероятностями испускания разного числа протонов в заднюю полусферу лабораторной системы координат показывают, что эти процессы независимы. Средние характеристики  $\pi^\pm$ -мезонов в этих взаимодействиях оказались такими же, как и во всех  $\pi^- {}^{12}\text{C}$ -взаимодействиях. Изучены структурные функции для протонов, вылетающих под разными углами, в том числе и для событий с разным числом этих протонов.

Работа выполнена в Лаборатории высоких энергий ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1979

## § 1. ВВЕДЕНИЕ

В настоящей работе, являющейся частью систематического исследования свойств неупругих  $\pi^- {}^{12}\text{C}$ -взаимодействий при  $P_{\pi^-} = 40 \text{ ГэВ/с}$ <sup>/1/</sup>, продолжено изучение инклюзивной реакции:



с числом испущенных протонов  $N_p \geq 1$ . Часть результатов по анализу этой реакции опубликована в наших работах<sup>/2,3/</sup>. Экспериментальный материал, как и раньше, получен при обработке снимков с двухметровой пропановой камеры, облученной  $\pi^-$ -мезонами с импульсом  $P_{\pi^-} = 40,00 \pm 0,24 \text{ ГэВ/с}$  на серпуховском ускорителе ИФВЭ. При просмотре снимков по стандартным критериям<sup>/1/</sup> отбирались " $\pi^- \text{p}$ ", " $\pi^- \text{n}$ " и " $\pi^- \text{C}$ "-взаимодействия. Полное число отобранных случаев приведено в табл. 1. Число  $\pi^- {}^{12}\text{C}$ -взаимодействий, указанное в этой таблице, определялось по формуле:

$$N(\pi^- {}^{12}\text{C}) = N(\pi^- \text{C}) + a_1 \beta N(\pi^- \text{p}) + a_2 N(\pi^- \text{n}). \quad /2/$$

Здесь коэффициент  $\beta = 0,44$  определяет долю " $\pi^- \text{p}$ "-взаимодействий, которую нужно отнести к соударениям на квазисвободных нуклонах ядра углерода. Он был вычислен с использованием полного неупругого сечения взаимодействия  $\pi^-$ -мезона с ядром углерода  $\sigma_{\text{in}} = 179 \text{ мб}$ . Коэффициенты  $a_1$  и  $a_2$  учитывают то обстоятельство, что " $\pi^- \text{p}$ ", " $\pi^- \text{n}$ " и " $\pi^- \text{C}$ "-события были отобраны на разном количестве снимков. Для статистики, приведенной в табл. 1,  $a_1 = 0,55$  и  $a_2 = 0,57$ .

Эта процедура вычисления числа всех  $\pi^- 12\text{C}$ -взаимодействий была использована нами для определения числа событий типа /1/.

В табл. 1 приведены также числа идентифицированных в отобранных взаимодействиях протонов, разбитых на две группы по импульсам ( $P_{\perp}$ ). Протоны с  $P_{\perp}$  от 140 до 1000 МэВ/с - это все протоны, которые нам удалось идентифицировать. Идентификация протонов осуществлялась визуально по ионизации. На надежности идентификации протонов сказывается неравномерность условий освещения нижней и верхней частей камеры. Часть протонов, испущенных в нижнюю часть камеры, где наихудшие условия освещения /это относится в основном к высокоэнергичным протонам/, могут идентифицироваться как  $\pi^+$ -мезоны. Поэтому при построении энергетических распределений мы ограничились протонами с импульсами не больше 620 МэВ/с. Кроме этого, для учета потерь протонов, вылетающих в нижнюю часть камеры, вводились веса, определяемые по формуле:

$$\omega(P) = 2g_1(P) / [g_1(P) + g_2(P)], \quad /3/$$

где  $g_1(P)$  и  $g_2(P)$  - число протонов, испущенных соответственно в верхнюю и нижнюю часть камеры.

Результаты, полученные с учетом весов /3/, совпали с результатами для протонов, испущенных в область углов с наилучшими условиями идентификации. Это протоны, вылетающие под небольшими углами к горизонтальной плоскости камеры, причем в верхнюю часть. Конкретно для этого были выбраны протоны с азимутальными углами  $\phi$  в интервалах  $180^\circ \div 240^\circ$  и  $300^\circ \div 360^\circ$ .

## §2. ВЕРОЯТНОСТИ НАБЛЮДЕНИЯ

$\pi^- 12\text{C}$  - ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ С  $N_p \geq 1$ .

Основные результаты по вероятностям ( $W_{N_p}$ ) наблюдения событий с разным числом идентифицированных протонов суммированы в табл. 2.

В этой же таблице приведена соответствующая статистика событий, причем число событий с  $N_p = 1$  определялось по изложенной во введении процедуре.

Таблица 1

### Статистика событий

Тип взаимодействия	Число событий	Число протонов	
		$0,14 \leq P_{\perp} \leq 1,0$ ГэВ/с	$0,14 \leq P_{\perp} \leq 0,62$ ГэВ
" $\pi^- p$ "	11640	2594	2117
" $\pi^- n$ "	4146	310	213
" $\pi^- C$ "	4931	7194	6663
$\pi^- 12\text{C}$	10073	8019	7290

Таблица 2

### Вероятности наблюдения событий типа /1/ \*

$N_p$	Все события типа (1)		События с протонам с $\theta_{\perp} < 90^\circ$		События с протоном с $\theta_{\perp} \geq 90^\circ$	
	Число	$W_{N_p}$ (%)	Число	$W_{N_p}$ (%)	Число	$W_{N_p}$ (%)
1	2638	26,2 $\pm$ 0,6	2636	26,2 $\pm$ 0,6	1509	14,9 $\pm$ 0,4
2	1268	12,6 $\pm$ 0,4	925	9,2 $\pm$ 0,3	279	2,8 $\pm$ 0,2
3	521	5,2 $\pm$ 0,2	314	3,1 $\pm$ 0,2	33	0,33 $\pm$ 0,06
4	215	2,1 $\pm$ 0,1	76	0,75 $\pm$ 0,09	1	0,01 $\pm$ 0,01
5	70	0,69 $\pm$ 0,08	16	0,16 $\pm$ 0,04	-	-
6	12	0,12 $\pm$ 0,03	-	-	-	-
все	4724	46,9 $\pm$ 0,8	3967	39,4 $\pm$ 0,7	1822	18,0 $\pm$ 0,5

\* В таблице  $\theta_{\perp}$  - угол испускания протона в лабораторной системе координат.

\*\* В нашей работе /3/ в которой не учитывался вклад квазиупругих взаимодействий, для этой вероятности получилось значение /37 $\pm$ 1/ %.

Из табл. 2 для вероятностей испускания протонов "назад" можно получить следующее приближенное эмпирическое выражение:

$$W_{N_p} \approx W_1^{N_p} \quad /4/$$

Здесь  $W_1$  - вероятность наблюдения событий с одним протоном, испущенным "назад",  $W_{N_p}$  - /как в табл. 2, но не в процентах!/ - вероятность наблюдения событий с числом испущенных "назад" протонов  $N_p$ . Выражение /4/ указывает на независимость излучения разного числа протонов в заднюю полусферу\*.

То же самое наблюдается для вероятностей обнаружения  $\pi^-^{12}\text{C}$  -взаимодействий, сопровождающихся испусканием "назад" протонов с импульсом больше данного ( $P_k$ ). Соответствующие результаты приведены в табл. 3, из которой следует, что

$$W_{N_p}(P_{\perp} > P_k) \approx W_1^{N_p}(P_{\perp} > P_k). \quad /5/$$

### §3. СРЕДНИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

#### $\pi^-^{12}\text{C}$ - ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ

#### С ОДНИМ И БОЛЕЕ ПРОТОНАМИ, ИСПУЩЕННЫМИ "НАЗАД"

Экспериментальная информация о свойствах вторичных заряженных частиц в  $\pi^-^{12}\text{C}$  -взаимодействиях, сопровождающихся испусканием, по крайней мере, одного протона назад, приведена в таблицах 4 ÷ 6. Это средние множественности заряженных  $\pi$ -мезонов ( $\bar{n}_{\pi^{\pm}}$ ) - табл. 4, в том числе для событий с разным числом идентифицированных протонов /с обрезанием по импульсу испущенного назад протона/ - табл. 5; средние

\* Отметим, что для протонов, испущенных "вперед", такого вывода сделать нельзя, т.к. для них не получается простого соотношения типа /4/.

Таблица 3

Вероятности обнаружения событий типа /1/, имеющих протон "назад" с импульсом  $P_{\perp} \geq P_k$ .

$P_k$ (ГэВ/с)	$W_1$ (%)	$W_2$ (%)	$W_3$ (%)	$W_4$ (%)
0,1	14,9±0,4	2,8±0,2	0,32±0,06	0,01±0,01
0,2	11,9±0,4	1,5±0,1	0,16±0,04	-
0,3	7,3±0,4	0,46±0,07	0,01±0,01	-
0,4	3,1±0,2	0,02±0,02	-	-
0,5	1,1±0,1	-	-	-
0,6	0,48±0,07	-	-	-
0,7	0,20±0,06	-	-	-
0,8	0,08±0,03	-	-	-
0,9	0,05±0,02	-	-	-

Таблица 4

Средние характеристики заряженных  $\pi$ -мезонов в событиях, имеющих, по крайней мере, один протон, испущенный "назад" ( $\pi^- \text{C}$ )<sub>B</sub>.

	$(\pi^- \text{C})_B$	$(\pi^- \text{C})_B / (\pi^- \text{C})_{\text{tot}}$
$\bar{n}_{\pi^+}$	3,81±0,05	(0,95±0,02)
$\bar{n}_{\pi^-}$	3,60±0,04	(1,01±0,01)
$\bar{p}_{\pi^+}$	2,46±0,04	(1,00±0,02)
$\bar{p}_{\pi^-}$	4,34±0,11	(1,03±0,03)
$\bar{p}_{\perp \pi^+}$	0,348±0,004	(1,00±0,01)
$\bar{p}_{\perp \pi^-}$	0,354±0,004	(0,99±0,01)

Таблица 5

Средние множественности  $\pi^\pm$ -мезонов в событиях с одним или двумя протонами "назад" ( $N_p$ ), имеющих импульс  $P_{\perp} \geq P_k$ .

$P_k$ (ГэВ/с)	$N_p$	$\bar{n}_{\pi^+}$	$\bar{n}_{\pi^-}$
0,3	1	3,58±0,08	3,62±0,07
	2	3,78±0,30	3,62±0,25
0,4	1	3,69±0,13	3,73±0,11
0,5	1	3,79±0,20	3,86±0,17

Таблица 6

Средние характеристики протонов в событиях с испусканием, по крайней мере, одного протона назад.

	$\bar{n}_p$	$\bar{P}_p$ (ГэВ/с)	$\bar{P}_\perp$ (ГэВ/с)
Все	2,13±0,03	0,312±0,002	0,242±0,002
протоны	(1,46±0,03)	(0,97±0,01)	(1,00±0,001)
Протоны "назад"	0,22±0,01	0,285±0,003	0,240±0,003

импульсы ( $\bar{P}_{\pi^\pm}$ ) и средние перпендикулярные импульсы ( $\bar{P}_{\perp \pi^\pm}$ ) - табл. 4, а также соответствующие характеристики для идентифицированных протонов - табл. 6. В таблицах 4 и 6 в скобках даны отношения указанных величин к соответствующим значениям для всех  $\pi^{-12}\text{C}$ -взаимодействий.

Из приведенных данных следует:

1. Средние характеристики заряженных  $\pi$ -мезонов в событиях с протоном "назад" такие же, как и во всех  $\pi^{-12}\text{C}$ -взаимодействиях.

2. Не наблюдается существенной зависимости средних множественностей  $\pi^\pm$ -мезонов от числа испущенных "назад" протонов и их импульсов.

3. Средние характеристики протонов в событиях с протоном "назад" и во всех  $\pi^{-12}\text{C}$ -взаимодействиях не отличаются друг от друга, за исключением средних множественностей протонов.

#### §4. ИНКЛЮЗИВНЫЕ СПЕКТРЫ ПРОТОНОВ

С использованием "весов" /3/ были получены распределения величин  $\frac{E}{P^2} \frac{\Delta N}{\Delta P}$  /здесь E и P - соответственно полная

энергия и импульс протона в лабораторной системе координат/ для протонов с P от 140 до 620 МэВ/с. Эти распределения были пересчитаны в структурные функции:

$$f(P^2) = \frac{1}{\sigma_{in}} \frac{E}{P^2} \frac{d^2\sigma}{dP d\Omega} \quad /6/$$

при помощи коэффициента

$$K = \frac{1}{\Delta P N_{вз} \Delta \Omega_i} \quad /7/$$

где  $N_{вз}$  - полное число рассматриваемых взаимодействий,  $\Delta \Omega_i$  - телесный угол.

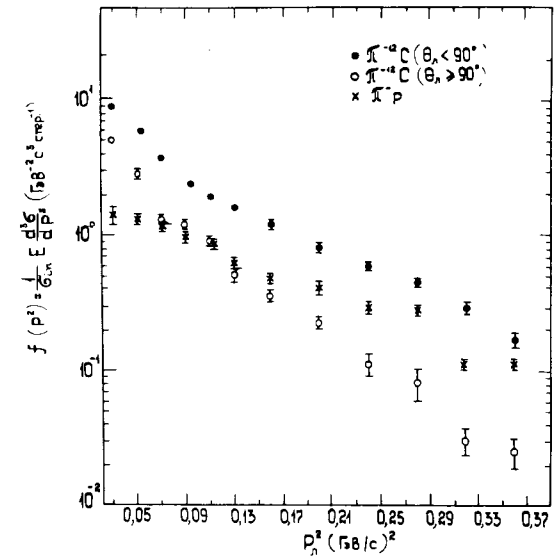
В качестве примеров на *рис. 1* приведены структурные функции для протонов, испущенных “назад” /  $\theta_{\text{л}} \geq 90^\circ$  / и “вперед” /  $\theta_{\text{л}} < 90^\circ$  / из  $\pi^-12\text{C}$ -взаимодействий, вместе со структурной функцией для протонов из  $\pi^-p$ -взаимодействий; на *рис. 2÷5* - для  $\pi^-12\text{C}$ - и  $\pi^-p$ -взаимодействий с разбиением протонов по углам испускания вместе с делением  $\pi^-12\text{C}$ -взаимодействий на две группы по числу протонов /с  $N_p = 1$  и  $N_p \geq 2$ /.

Полученные распределения аппроксимировались одной или суммой двух экспонент в зависимости от условий достижения наилучшей аппроксимации. Полученные результаты для параметров наклона  $B_1, B_2$  и  $B_3$  в выражениях  $f_1(P^2) = A_1 \exp(-B_1 P^2)$  и  $f_2(P^2) = A_2 \exp(-B_2 P^2) + A_3 \exp(-B_3 P^2)$  приводятся в *табл. 7, 8* вместе с соответствующими данными для  $\pi^-p$ - и  $\pi^-n$ -взаимодействий. В скобках указаны значения величин  $\chi^2$  на одну степень свободы.

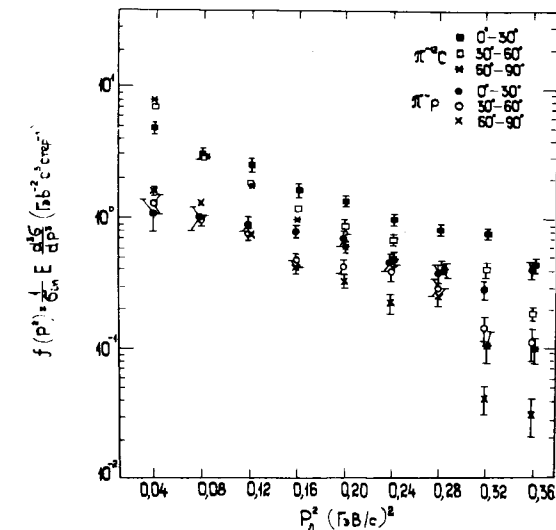
Отметим ряд наиболее существенных, на наш взгляд, фактов. Как видно из *табл. 7*, значения параметров  $B_1$  для  $\pi^-p$ - и  $\pi^-n$ -взаимодействий совпадают со значениями параметра  $B_3$  для протонов, испущенных “вперед” из  $\pi^-12\text{C}$ -взаимодействий, в том числе и в разных интервалах “передних” углов. Таким образом, среди протонов, испущенных из  $\pi^-12\text{C}$ -взаимодействий “вперед”, существует группа, которая не “чувствует” влияния ядра.

С увеличением угла испускания намечается рост величин параметров  $B_3$  во всем интервале углов от  $0^\circ$  до  $180^\circ$  как в событиях с одним испущенным протоном /  $N_p = 1$  / , так и в событиях с  $N_p \geq 2$ . Причем, в событиях с  $N_p = 1$  и  $N_p \geq 2$  эти параметры оказываются одинаковыми по величине.

Параметры  $B_2$  для протонов, испущенных “вперед” и “назад” в пределах ошибок одинаковы и не зависят от множественности протонов. По-видимому, это связано с большим вкладом испарительных протонов в “крутой” части спектров. Последнее подтверждается характером угловых распределений протонов с  $P < 0,2$  ГэВ/с и  $P \geq 0,2$  ГэВ/с /см. *рис. 6*/. Протоны первой группы оказываются более изотропными.



*Рис.1.* Распределения  $f(P^2)$  для протонов, испущенных из  $\pi^-12\text{C}$ - и  $\pi^-p$ -взаимодействий.



*Рис.2.* Распределение  $f(P^2)$  для протонов, испущенных из  $\pi^-12\text{C}$ -взаимодействий в интервалы углов  $0^\circ \leq \theta_{\text{л}} < 30^\circ$ ;  $30^\circ \leq \theta_{\text{л}} < 60^\circ$ ;  $60^\circ \leq \theta_{\text{л}} < 90^\circ$ .

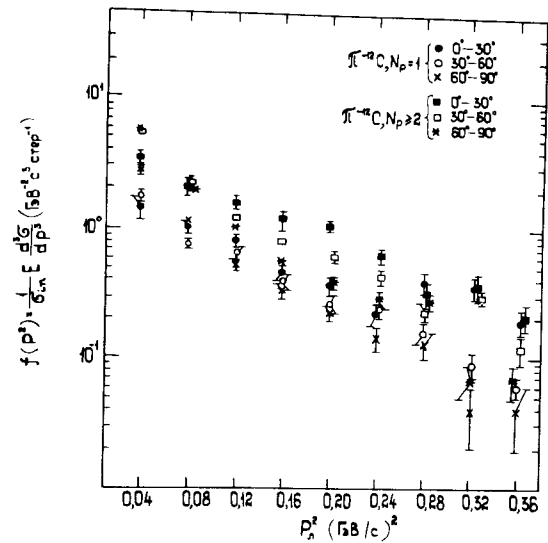


Рис.3. Распределения  $f(P^2)$  для протонов, испущенных из  $\pi^-^{12}\text{C}$ -взаимодействий с  $N_p = 1$  и  $N_p \geq 2$  в интервалы углов  $0^\circ \leq \theta_{\text{Л}} < 30^\circ$ ;  $30^\circ \leq \theta_{\text{Л}} < 60^\circ$ ;  $60^\circ \leq \theta_{\text{Л}} < 90^\circ$ .

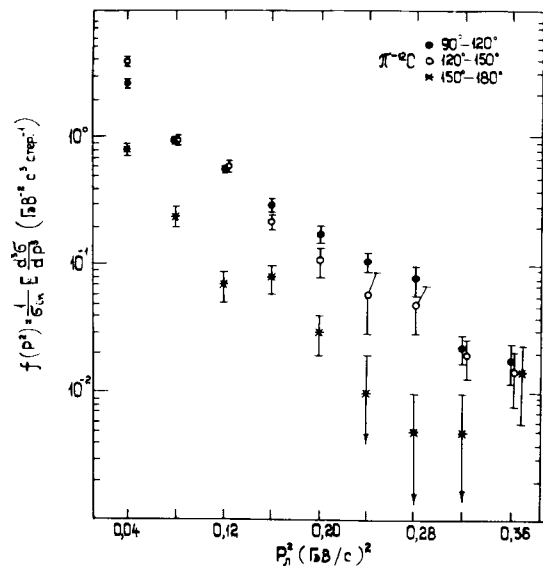


Рис.4. Распределение  $f(P^2)$  для протонов, испущенных из  $\pi^-^{12}\text{C}$ -взаимодействий в интервалы углов  $90^\circ \leq \theta_{\text{Л}} \leq 120^\circ$ ;  $120^\circ \leq \theta_{\text{Л}} < 150^\circ$ ;  $150^\circ \leq \theta_{\text{Л}} < 180^\circ$ .

12

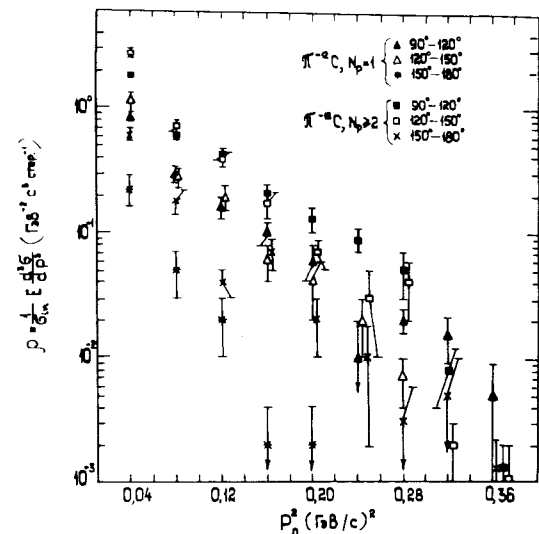


Рис.5. Распределения  $f(P^2)$  для протонов, испущенных из  $\pi^-^{12}\text{C}$ -взаимодействий с  $N_p = 1$  и  $N_p \geq 2$  в интервалы углов  $90^\circ \leq \theta_{\text{Л}} < 120^\circ$ ;  $120^\circ \leq \theta_{\text{Л}} < 150^\circ$ ;  $150^\circ \leq \theta_{\text{Л}} < 180^\circ$ .

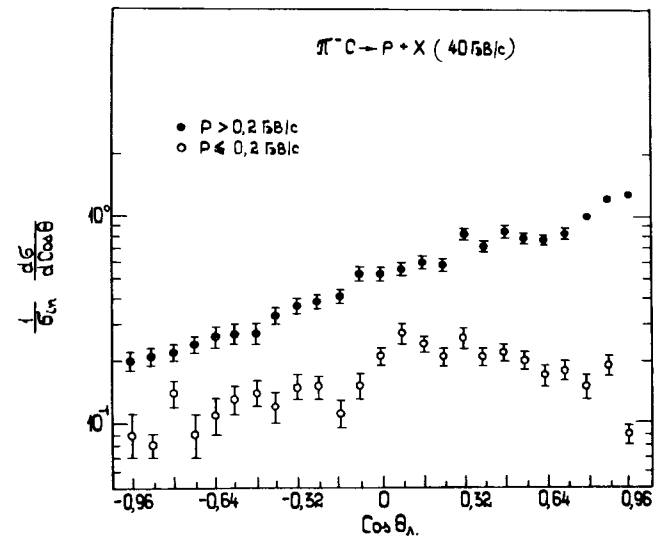


Рис.6. Угловые распределения протонов, испущенных из  $\pi^-^{12}\text{C}$ -взаимодействий.

13



**Таблица 7**  
**Параметры наклона для протонов, испущенных "вперед".**

Тип взаимодействия	Параметр наклона (ГэВ/с) <sup>2</sup>	Интервал углов испускания протонов			
		0° ÷ 30°	30° ÷ 60°	60° ÷ 90°	0° ÷ 90°
$\pi^- p$	$B_1$	4,4 $\pm$ 0,6 (0,79)	7,4 $\pm$ 0,5 (1,05)	12,1 $\pm$ 0,5 (1,77)	8,7 $\pm$ 0,3 (1,61)
$\pi^- n$	$B_1$	-	-	-	7,9 $\pm$ 1,2 (1,65)
$\pi^-^{12}C$	$B_2$	-	73,4 $\pm$ 56,0	61,9 $\pm$ 28,5	38,9 $\pm$ 8,2
$N_p = 1$	$B_3$	-	11,1 $\pm$ 0,7 (1,87)	15,2 $\pm$ 0,8 (1,59)	8,8 $\pm$ 0,7 (1,35)
$\pi^-^{12}C$	$B_2$	32,0 $\pm$ 349,4	34,4 $\pm$ 7,6	40,1 $\pm$ 7,9	35,7 $\pm$ 4,8
$N_p \geq 2$	$B_3$	8,4 $\pm$ 1,5 (1,13)	8,8 $\pm$ 1,1 (1,07)	11,7 $\pm$ 1,1 (1,54)	8,7 $\pm$ 0,6 (1,40)
$\pi^-^{12}C$	$B_2$	17,7 $\pm$ 29,0	36,6 $\pm$ 6,3	46,2 $\pm$ 9,9	37,4 $\pm$ 4,7
Все	$B_3$	6,1 $\pm$ 2,4 (0,86)	8,1 $\pm$ 0,8 (1,17)	12,8 $\pm$ 0,7 (2,60)	9,0 $\pm$ 0,4 (1,35)

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе на основе анализа  $\approx 20\ 000$  взаимодействий  $\pi^-$ -мезонов в пропане выделены  $\pi^-^{12}C$ -взаимодействия / $\sim 5000$  случаев/, сопровождающиеся испусканием, по крайней мере, одного протона. Определена вероятность таких взаимодействий, в том числе и с испусканием протонов в переднюю и заднюю полусферы лабораторной системы координат. Соотношения между вероятностями испускания разного числа протонов в заднюю полусферу показывают, что эти процессы независимы.

Получены средние характеристики заряженных  $\pi^-$ -мезонов, которые оказались такими же, как и во всех  $\pi^-^{12}C$ -взаимодействиях.

**Таблица 8**  
**Параметры наклона для протонов, испущенных "назад"**

Тип взаимодействия	Параметр наклона (ГэВ/с) <sup>2</sup>	Интервал углов испускания протонов			
		$90^\circ \div 120^\circ$	$120^\circ \div 150^\circ$	$150^\circ \div 180^\circ$	$90^\circ \div 180^\circ$
$\pi^-^{12}C$	$B_2$	23,6 $\pm$ 5,1	100,7 $\pm$ 70,4	-	44,9 $\pm$ 15,9
$N_p = 1$	$B_3$	5,9 $\pm$ 8,4 (1,42)	19,7 $\pm$ 2,9 (0,47)	-	15,0 $\pm$ 2,4 (1,55)
$\pi^-^{12}C$	$B_2$	72,6 $\pm$ 47,1	86,8 $\pm$ 53,1	48,7 $\pm$ 17,1	59,0 $\pm$ 16,5
$N_p \geq 2$	$B_3$	15,7 $\pm$ 1,1 (1,27)	20,7 $\pm$ 1,9 (0,71)	10,9 $\pm$ 5,9 (0,70)	14,9 $\pm$ 1,1 (0,99)
$\pi^-^{12}C$	$B_2$	59,0 $\pm$ 27,0	84,6 $\pm$ 28,4	36,4 $\pm$ 9,0	57,2 $\pm$ 12,2
Все	$B_3$	15,0 $\pm$ 0,9 (1,37)	18,0 $\pm$ 1,6 (0,93)	8,7 $\pm$ 9,4 (0,64)	14,4 $\pm$ 0,8 (1,32)

Изучены структурные функции для протонов, вылетающих под различными углами, в том числе и для событий с разным числом этих протонов. Аппроксимация этих функций экспоненциальными зависимостями показала, что как в  $\pi^-^{12}C$ , так и в  $\pi^- p$ -взаимодействиях существует группа протонов, обладающих одинаковыми свойствами.

Параметры наклонов экспонент для высокоэнергичной части спектров растут с увеличением угла испускания протонов.

Авторы благодарны коллективу сотрудничества по обработке снимков с двухметровой пропановой камеры ОИЯИ за обсуждение и помощь в получении экспериментального материала.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Абдурахимов А.У. и др. *Phys.Lett.*, 1972, 39B, p.571. *ЯФ*, 1972, 16, с. 989; 1973, 18, с. 1251; 1974, 20, с. 384. Ангелов Н. и др. *ЯФ*, 1976, 24, с. 356; 1976, 24, с. 732; 1977, 25, с. 350; 1977, 25, с. 1009; 1977, 25, с. 1013;

- 1977, 26, с. 1029; 1978, 27, с. 190; 1978, 27, с. 554; 1978, 27, с. 675; 1978, 28, с. 684; 1978, 28, с. 688.
- Аношин А.И. и др. ЯФ, 1978, 27, с. 1001; 1978, 27, с. 1240. ОИЯИ, 1-11737, Дубна, 1978.
2. Азимов С.А. и др. ЯФ, 1975, 22, с. 750; 1976, 23, с. 987. Ангелов Н. и др. ЯФ, 1975, 22, с. 1026.
  3. Ангелов Н. и др. ОИЯИ, Р1-11951, Дубна, 1978.

*Рукопись поступила в издательский отдел  
20 декабря 1978 года.*