

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

ДУБНА



22/ix.75

Б-903

P1 - 8977

3552/2-75

Ю.А.Будагов, Ш.Валкар, В.Б.Виноградов,
А.Г.Володько, А.М.Дворник, В.П.Джелепов,
Ю.Дубински, Ю.Ф.Ломакин, Г.Мартинска, В.Б.Флягин,
Л.Шандор, В.Г.Яцюк

СПЕКТРЫ ПРОТОНОВ, ИСПУСКАЕМЫХ
В ЗАДНЮЮ ПОЛУСФЕРУ, ПРИ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ
 π^- -МЕЗОНОВ С ИМПУЛЬСОМ 5 ГЭВ/С
С ЯДРАМИ УГЛЕРОДА

1975

Ю.А.Будагов, Ш.Валкар, В.Б.Виноградов,
А.Г.Володько, А.М.Дворник,¹ В.П.Джелепов,
Ю.Дубински,² Ю.Ф.Ломакин, Г.Мартинска,³ В.Б.Флягин,
Л.Шандор, В.Г.Яцюк

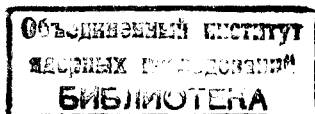
**СПЕКТРЫ ПРОТОНОВ, ИСПУСКАЕМЫХ
В ЗАДНЮЮ ПОЛУСФЕРУ, ПРИ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ
 π^- -МЕЗОНОВ С ИМПУЛЬСОМ 5 ГЭВ/С
С ЯДРАМИ УГЛЕРОДА**

Направлено в ЯФ

¹ Гомельский государственный университет, БССР.

² Институт экспериментальной физики САН, Кошице ЧССР.

³ Университет им. П.И.Шафарика, Кошице (ЧССР).



В течение последних лет была высказана^{/1/} и проверена в нескольких экспериментах^{/1-4/} гипотеза об универсальности структурной функции

$$f(p^2, \cos\theta) = \frac{1}{\sigma_{tot}} \cdot \frac{E}{p^2} \frac{d^2\sigma}{dp d\Omega}, \quad /1/$$

описывающей спектры протонов, испущенных в заднюю полусферу, в лабораторной системе координат /л.с.к./, в реакциях типа



В приведенных выражениях $p(E)$ - импульс/энергия/испущенных протонов, θ - угол вылета протона, σ_{tot} - полное сечение взаимодействия налетающей частицы "а" с ядром.

Существующие экспериментальные данные показывают, что структурная функция f для протонов с импульсом $p \geq 300 \text{ МэВ/с}$ не зависит от энергии в интервале $E_a \approx 1 \div 40 \text{ ГэВ}$, сорта налетающей частицы (π, P) и типа ядра; для структурной функции в этих случаях использовалась параметризация

$$f = A \cdot \exp(-Bp^2), \quad /3/$$

не учитывающая зависимости от угла вылета протонов.

Целью настоящей работы является проверка гипотезы универсальности структурной функции в реакции



Работа была выполнена на основе фотографий, полученных с метровой пропановой камеры ЛЯПОИЯИ, экспонированной в пучке отрицательных пионов с импульсом 5 ГэВ/с.

В результате однократного просмотра 12000 фотографий было найдено ≈ 3500 событий с протонами, летящими в заднюю полусферу в л.с.к. После измерения и обсчета этих данных для дальнейшего анализа было оставлено ≈ 3000 событий, содержащих ≈ 4000 вторичных протонов. Одна треть фотографий (≈ 4000 стереокадров) была просмотрена дважды и проверена физиками.

На основе результатов двойного просмотра определено сечение генерации протонов с импульсом $p \geq 200$ МэВ/с, вылетающих в заднюю полусферу, в л.с.к.

$$\sigma_{tot} = /25,5 \pm 1,7/ \text{ мбн.}$$

Эта величина составляет приблизительно 10% от полного сечения π^-C -взаимодействия^{/5/} при энергии 5 ГэВ $\sigma_{tot} = /240 \pm 16/ \text{ мбн.}$

Для исключения систематических ошибок, связанных с потерей событий при просмотре и со значительными погрешностями в измеренных импульсах протонов, испущенных под малыми углами к вертикали, для дальнейшего анализа использовались протонные треки с $\text{tg}^2 \alpha \leq \text{tg}^2 \alpha_0 = 3/a$ -глубинный угол, $\alpha_0 = 60^\circ$. В соответствии с этим трекам с величинами $\cos \theta$ в интервале $-0,5 \leq \cos \theta \leq 0$ приписывался следующий "вес":

$$W(\cos \theta) = \frac{\pi}{2 \arcsin \left(\left| \frac{\sin \alpha_0}{\sin \theta} \right| \right)}.$$

Ниже представлены угловые и импульсные распределения протонов, испущенных в реакции /4/ в заднюю полусферу /л.с.к./.

На рис. 1 показаны угловые распределения протонов, испускаемых из ядра углерода, в четырех интервалах импульсов. Из этого рисунка ясно видно возрастание угловой асимметрии вылета протонов с увеличением их

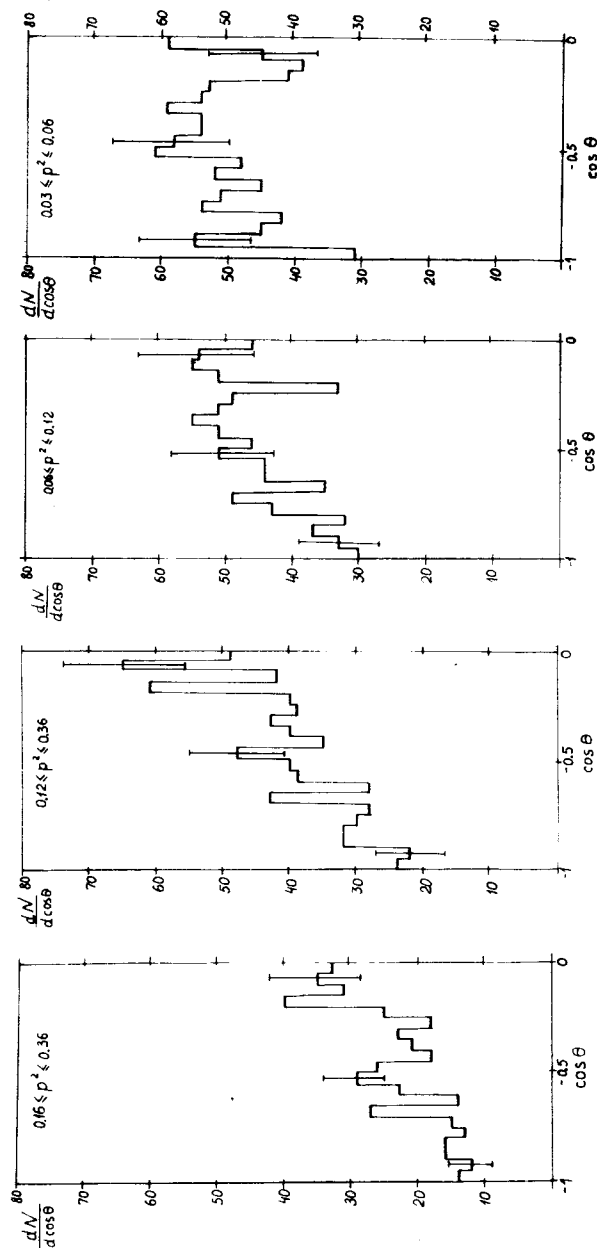


Рис. 1. Угловые распределения протонов, вылетающих из ядра углерода, для четырех интервалов импульсов.

импульсов. В табл. 1 даны наклоны A_1 угловых распределений*, параметризованных выражением ^{6/}:

$$\frac{dN}{d\cos\theta} = A_0 \exp(-A_1 \cos\theta).$$

Таблица 1
Наклоны угловых распределений.

$\rho^2(\text{ГэВ}/c)^2$ $-\cos\theta$	0,03 - 0,06	0,06 - 0,12	0,12 - 0,36	0,16 - 0,36
0 - 1	$+0,13 \pm 0,16$	$0,43 \pm 0,11$	$0,80 \pm 0,12$	$0,98 \pm 0,16$
0,3 - 1	$+0,50 \pm 0,25$	$0,80 \pm 0,20$	$0,82 \pm 0,20$	$1,0 \pm 0,3$

В более ранних публикациях ^{3,4/} данные об асимметрии угловых распределений отсутствовали.

На рис. 2 и 3 представлены полученные нами экспериментальные данные для структурной функции /1/ в четырех интервалах величин косинуса угла вылета протонов. Приведенные на рисунках ошибки - статистические; в них не включена возможная общая /нормировочная/ систематическая погрешность /до $\approx 10\%$ /, связанная с неточным знанием величин σ_{tot} и σ_{PI} .

Анализ экспериментальных данных показал, что параметризация структурной функции выражением /3/ для каждого из выбранных интервалов $\cos\theta$ является удовлетворительной, однако, как установлено, величины B зависят от угла вылета протонов: с ростом полярного угла θ показатель B увеличивается /см. табл. 2/.

* Величины параметров и их ошибки, соответствующие 68-процентному уровню достоверности, определены методом максимума правдоподобия.

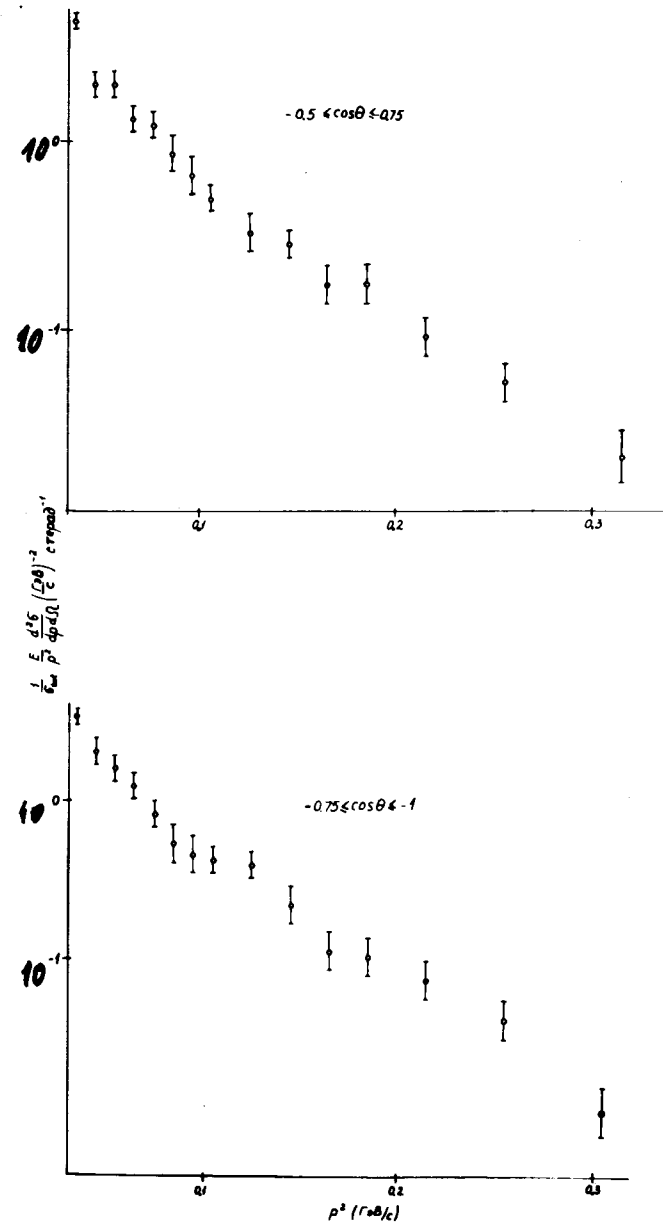


Рис. 2. Структурная функция для интервалов углов вылета протонов $-0,5 \leq \cos\theta \leq -1$.

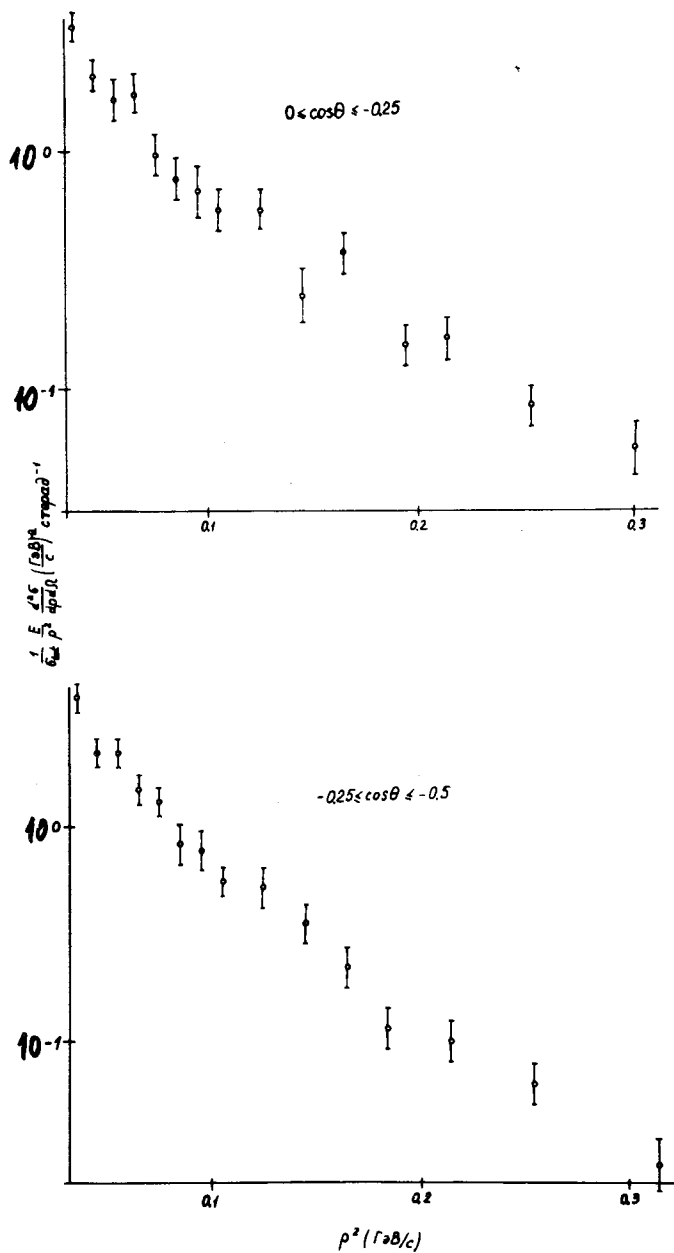


Рис. 3. Структурная функция для интервалов углов вылета протонов $0 \leq \cos\theta \leq -0,5$.

Это привело к мысли проверить другие параметризации и сравнить вероятности описания ими всей совокупности полученных нами экспериментальных данных. Лучшим из опробованных оказалось выражение

$$f = A_0 \exp[-(A_1 + A_2 \cos^2 \theta) p^2] \equiv A_0 e^{-A_1 p_{\perp}^2} \cdot e^{-(A_1 + A_2) p_{\parallel}^2} / 5/$$

где p_{\perp} (p_{\parallel}) - поперечная /продольная/ составляющая импульса протона.

В табл. 3 приведены значения логарифмической функции правдоподобия L /с точностью до константы/ и величин найденных параметров для функций /3/ и /5/. Из этой таблицы следует, что функция /5/ значительно лучше описывает экспериментальные данные.

Таблица 2
Наклоны структурной функции

$p^2 (\text{ГэВ}/\text{с})^2 \backslash -\cos\theta$	0 - 0.25	0.25 - 0.5	0.5 - 0.75	0.75 - 1
0.12 - 0.36	11.5 ± 1.2	14.4 ± 1.4	12.6 ± 1.2	16.4 ± 1.7
0.10 - 0.36	11.3 ± 1.0	14.3 ± 1.1	13.2 ± 1.1	16.1 ± 1.4
0.08 - 0.36	11.3 ± 0.8	14.4 ± 1.0	14.0 ± 1.0	15.4 ± 1.1
0.06 - 0.36	12.9 ± 0.8	15.5 ± 0.9	15.1 ± 0.9	16.5 ± 1.0
0.03 - 0.08	25.5 ± 2.5	27.0 ± 2.3	31.0 ± 2.4	32.5 ± 2.7

Таблица 3
Две параметризации структурной функции

$p^2 (\text{ГэВ}/\text{с})^2$	$\ln F$	L	A_1	A_2
0.09 - 0.33	$-A_1 p^2$	0	14.3 ± 0.5	
	$-(A_1 + A_2 \cos^2 \theta) p^2$	22	13.20 ± 0.75	3.9 ± 0.8
0.03 - 0.09	$-A_1 p^2$	0	29.0 ± 1.6	
	$-(A_1 + A_2 \cos^2 \theta) p^2$	7	27.7 ± 2.0	5 ± 2

Полученное нами значение величины $A_0 = /2,4 \pm \pm 0,3/ \text{ сферд}^{-1} / \text{ГэВ/с/}^{-2} / \text{погрешность - статистическая, в нее не включена возможная систематическая ошибка - до 10\%/ согласуется с опубликованными данными } /2,8 \pm 0,7/^{/7/} \text{ и } /2,0 \pm 0,7/^{/4/}.$

Таким образом, исследование спектра протонов, вылетающих из ядра углерода в заднюю полусферу, в л.с.к., при 5 ГэВ показало следующее.

В параметризацию структурной функции необходимо ввести угловую зависимость, обеспечивающую описание экспериментальных данных одновременно во всем интервале углов вылета протонов. В то же время найденные нами значения наклонов не противоречат результатам работ ^{/1,3/} / в соответствующих угловых интервалах/, полученным при энергиях 1; 3 и 30 ГэВ. Исключение составляет угол 90°, где при энергиях 1; 3 и 30 ГэВ ^{/3,8/} наклоны В примерно в 2 раза меньше найденных нами.

С другой стороны, в работе ^{/1,3/}, выполненной при существенно большей энергии /40 ГэВ/, отмечается возможная угловая зависимость параметра В с противоположной нашим данным тенденцией уменьшения В с ростом угла θ .

Для решения вопроса об угловой и энергетической зависимости структурной функции, необходимы дальнейшие экспериментальные исследования в более широком интервале энергий первичных частиц.

Авторы считают своим приятным долгом выразить благодарность Г.А.Лексину за обсуждение и ценные замечания и Н.Ангелову - за предоставление программ статистического анализа событий.

Литература

1. Ю.Д.Баюков и др. ЯФ, 18, 1246, 1973.
2. Ю.Д.Баюков и др. ЯФ, 19, 1266, 1974.
3. А.В.Арефьев и др. Письма в ЖЭТФ, т. 20, в. 8, 585, 1974.
4. Н.Ангелов и др. Препринт ОИЯИ, Р1-8566, Дубна, 1975.
5. Ю.А.Будагов и др. Препринт ОИЯИ, Р1-4610, Дубна, 1969.

6. В. Jakobsson. LUIP-CR-74-14, 1974.

7. Ю.Д.Баюков и др. Письма в ЖЭТФ, т. 19, в. 12, 781, 1974.

8. Ю.Д.Баюков и др. Письма в ЖЭТФ. т. 21, в. 7, 461, 1975.

Рукопись поступила в издательский отдел
23 июня 1975 года.