



**Институт теоретической и  
экспериментальной физики**

**7-99**

**И.Г. АЛЕКСЕЕВ, Ю.А. БЕЛОГЛАЗОВ,  
П.Е. БУДКОВСКИЙ, В.П. КАНАВЕЦ, Л.И. КОРОЛЕВА,  
В.И. МАРТЫНОВ, Б.В. МОРОЗОВ, В.М. НЕСТЕРОВ,  
Д.В. НОВИНСКИЙ, В.В. РЫЛЬЦОВ, Д.Н. СВИРИДА,  
А.Д. СУЛИМОВ, В.В. СУМАЧЕВ**

**Измерение анализирующей способности  
углерода в интервале импульсов  
1.35 – 2.02 ГэВ/с**

CERN LIBRARIES, GENEVA



SCAN-9911109

**М о с к в а      1999**

Измерение анализирующей способности углерода в интервале импульсов 1.35 – 2.02 ГэВ/с : Препринт ИТЭФ 7 - 99/

И.Г. Алексеев, Ю.А. Белоглазов<sup>+</sup>, П.Е. Будковский, В.П. Канавец, Л.И. Королева, В.И. Мартынов, Б.В. Морозов, В.М. Нестеров, Д.В. Новинский<sup>+</sup>, В.В. Рыльцов, Д.Н. Свирида, А.Д. Сулимов, В.В. Сумачев<sup>+</sup> - м., 1999 - 12с.

В статье представлены экспериментальные результаты по измерению анализирующей способности углерода для поляризованных протонов при импульсах 1.36, 1.60, 1.78, 2.02 ГэВ/с для рассеивателей толщиной 4.9, 19.4, 36.5 г/см<sup>2</sup>. Из результатов измерений следует, что анализирующая способность не зависит от толщины углерода в интервале 19 – 36 г/см<sup>2</sup>. Результаты данного эксперимента для углерода толщиной 19.4 и 36.5 г/см<sup>2</sup> совместно с результатами Saclay были использованы для проведения фитирования данных по импульсу и углу рассеяния. В работе также измерена поляризация протонов при квазиупругом рассеянии на углероде под углом 10.5°. Эксперимент выполнен на ускорителе ИТЭФ.

Measurement of the carbon analyzing power for the momenta range 1.35 – 2.02 GeV/c.

I.G. Alekseev, Yu.A. Beloglazov<sup>+</sup>, P.E. Budkovsky, V.P. Kanavets, L.I. Koroleva, V.I. Martynov, B.V. Morozov, V.M. Nesterov, D.V. Novinsky<sup>+</sup>, V.V. Ryltsov, D.N. Svirida, A.D. Sulimov, V.V. Sumachev<sup>+</sup>

The paper presents the experimental results on measurements of carbon analyzing power for polarized protons at momenta 1.36, 1.60, 1.78, 2.02 GeV/c and the carbon thickness 4.9, 19.4, 36.5 g/cm<sup>2</sup>. The data shows that the analysing power does not depend on the thickness in the interval 19 – 36 g/cm<sup>2</sup>. The results of this experiment for carbon thickness 19.4 and 36.5 g/cm<sup>2</sup> together with Saclay data were used for parametrisation over the momentum and scattering angle. Proton polarization in quasielastic scattering on carbon at 10.5° was also measured. The experiment was fulfilled at the ITEP accelerator.

Рис. - 7, список лит. - 12 наим.

© Институт теоретической и экспериментальной физики, 1999

---

<sup>+</sup> Петербургский институт ядерной физики, Гатчина, Россия

## 1. Введение

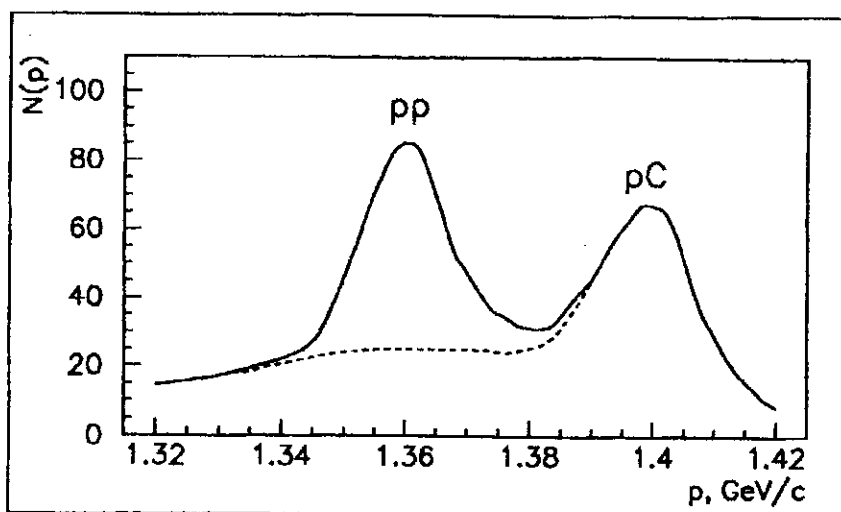
Изучение спинового состояния протона в упругих и неупругих сильных и электромагнитных взаимодействиях дает важную информацию о характере спинозависящих сил в этих реакциях. В частности, измерения параметров поворота спина в упругом  $\pi p$ -рассеянии, позволяющие устранить неоднозначности фазовых анализов и произвести уточнение спектров барионных резонансов, основаны на определении поляризации протона отдачи с помощью углеродного поляриметра. Эксперимент, выполненный коллаборацией ИТЭФ-ПИЯФ на ускорителе ИТЭФ [1] при импульсе положительных пионов 1.43 ГэВ/с, подтвердил важность подобных исследований при промежуточных энергиях.

В ближайшее время мы планируем провести систематические измерения параметров поворота спина в  $\pi p$ -рассеянии в интервале импульсов (1-2) ГэВ/с. В качестве подготовительного этапа этого эксперимента на ускорителе ИТЭФ выполнены измерения анализирующей способности углеродных поляриметров с толщиной рассеивателя 4.9, 19.4, 36.5 г/см<sup>2</sup> для поляризованных протонов с импульсами 1.36, 1.60, 1.78, 2.02 ГэВ/с. Следует отметить, что систематические измерения анализирующей способности углерода для импульсов больших 1.4 ГэВ/с проводились только в Saclay на ускорителе Saturne [2, 3] при толщине углерода 36 и 53 г/см<sup>2</sup>. Отдельные результаты были получены в ПИЯФ [4] и ОИЯИ [5] (при двух фиксированных углах рассеяния). Представляет несомненный интерес информация о поведении анализирующей способности при толщинах рассеивателя меньших, чем в экспериментах Saclay. Результаты по анализирующей способности углерода в области импульсов до 1.4 ГэВ/с систематизированы в работах [6, 7].

## 2. Пучок поляризованных протонов

Пучок поляризованных протонов на ускорителе ИТЭФ был получен при рассеянии протонов в ускорителе на внутренней полиэтиленовой мишени под углом  $10.5^\circ$ , в результате чего протоны поляризовались перпендикулярно плоскости рассеяния. Для вывода поляризованных протонов использовался универсальный двухступенчатый канал, настроенный на импульс, соответствующий кинематике упругого  $pp$ -рассеяния для внутреннего пучка ускорителя. При такой настройке канала в пучке содержались как протоны, упруго рассеянные на водороде полиэтиленовой мишени, поляризация которых хорошо известна из других экспериментов, так и протоны с близкой кинематикой, квазиупруго рассеянные на нуклонах углерода. Вклад последних может быть подавлен соответствующей настройкой канала. Размеры апертурных коллиматоров на входе канала подбирались таким образом, чтобы ширина импульсного спектра упруго рассеянных протонов в канале была много меньше ширины импульсного спектра квазиупругих протонов ( $\Delta p/p > 0.05$ ). В первом фокусе канала с помощью импульсного коллиматора ограничивался спектр пропускаемых импульсов на уровне 0.4 %.

На рис. 1 представлены зависимости счета протонов от настройки канала по импульсу для полиэтиленовой и углеродной мишеней в ускорителе. Кривые нормированы на пик  $pC$ -рассеяния. Импульс протонов в ускорителе



**Рис. 1.** Зависимость счета протонов в канале от импульса, для полиэтиленовой (сплошная линия) и углеродной (пунктирная линия) мишеней. Пики на кривых соответствуют упругому  $pp$ -рассеянию и упругому  $pC$ -рассеянию.

**Таблица 1.** Результаты измерений поляризации пучка протонов с импульсами 1.36, 1.60, 1.78 и 2.02 ГэВ/с от полиэтиленовой мишени и поляризации протонов в квазиупругом рассеянии на углероде.

$P, \text{ГэВ/с}$	$P_{pp}$	$P_{pn}$	$P_{qe}/P_{pp}$	$P_{pCH_2}/P_{pp}$	$P_{pCH_2}$	$2 \cdot P_{qe}/(P_{pp} + P_{pn})$
1.36	0.434	0.322	$0.750 \pm 0.043$	$0.926 \pm 0.018$	$0.401 \pm 0.008$	$0.860 \pm 0.052$
1.60	0.377	0.291	$0.698 \pm 0.058$	$0.924 \pm 0.021$	$0.348 \pm 0.010$	$0.787 \pm 0.066$
1.78	0.357	0.284	$0.872 \pm 0.056$	$0.953 \pm 0.028$	$0.340 \pm 0.010$	$0.969 \pm 0.062$
2.02	0.352	0.279	$0.739 \pm 0.085$	$0.919 \pm 0.030$	$0.324 \pm 0.011$	$0.823 \pm 0.095$

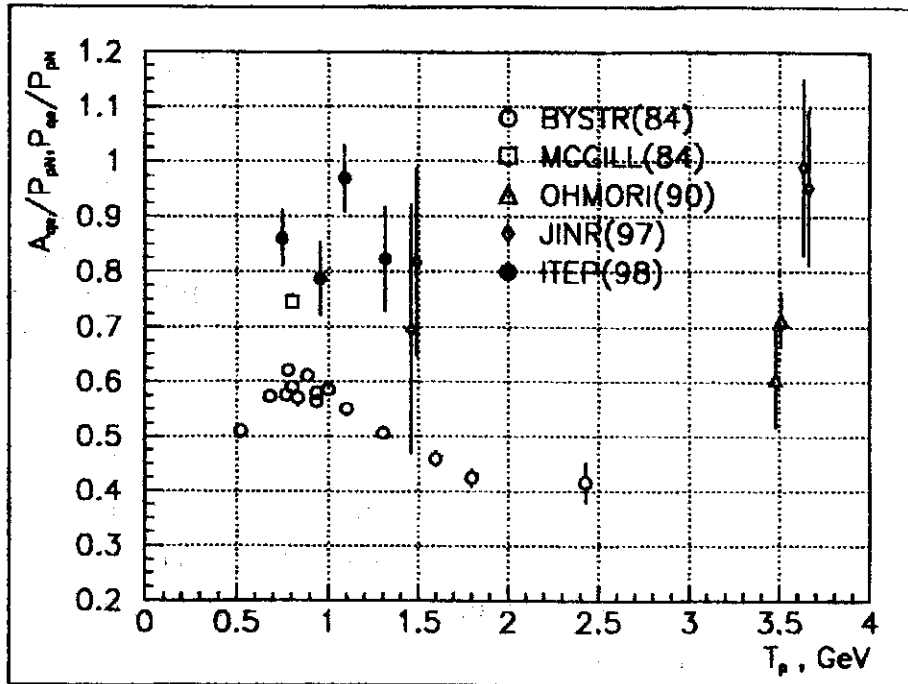
теле — 1.40 ГэВ/с. Приблизительно 70 % протонов в пике получены в упругом рассеянии, остальные 30 % протонов — в квазиупругом. Вкладом протонов от неупругих процессов с мезообразованием можно пренебречь. Это соотношение практически не зависело от импульса и оставалось почти постоянным в ходе эксперимента.

Измерив асимметрии рассеяния протонов от полиэтиленовой и углеродной мишеней в поляриметре, можно выразить величину поляризации квазиупругих протонов  $P_{qe}$  и протонов от полиэтиленовой мишени  $P_{CH_2}$  через поляризацию в упругом  $pp$ -рассеянии  $P_{pp}$  под углом  $10.5^\circ$ . В табл. 1 представлены результаты измерений поляризации протонов.

Представленные в табл. 1 ошибки являются чисто статистическими. Значения поляризации в упругом  $pp$ - и  $pn$ -рассеянии получены из фазового анализа SM95, выполненного в VPI [8]. Ошибки этих величин по нашим оценкам не превышают 3 %. Расчеты по определению деполяризации пучка в магнитных элементах канала показали, что ее величиной можно пренебречь.

Полученные значения поляризации в квазиупругом рассеянии на углероде несколько меньше, чем при рассеянии на свободных нуклонах, что соответствует предсказаниям модели [9], основанной на релятивистской импульсной аппроксимации, а также результатам некоторых работ [5, 10, 11, 12], представленных на рис. 2, где измерялись анализирующая способность и поляризация в квазиупругом рассеянии при промежуточных энергиях. Следует отметить существенное отличие результатов работы [11] от результатов других экспериментов.

Использование  $CH_2$ -мишени приводило к ограничению интенсивности внутреннего пучка ускорителя до величины  $5 \cdot 10^{10}$  прот./имп. В качестве альтернативной возможности получения поляризованных частиц без ограничения интенсивности мы исследовали пучок протонов с импульсом



**Рис. 2.** Сравнение результатов различных экспериментов по измерению отношения анализирующей способности  $A_{qe}$  и поляризации  $P_{qe}$  (данный эксперимент) в квазиупругом рассеянии к поляризации для рассеяния на свободных нуклонах  $A_{qe}/P_{pN}$  и  $P_{qe}/P_{pN}$ : BYSTR(84) – [11], MCGILL(84) – [10], OHMORI(90) – [12], JINR(97) – [5], ITEP(98) — данный эксперимент.

1.40 ГэВ/с, рассеянных на *Be* упруго или с низкими уровнями возбуждения ядра. Величина поляризации этого пучка  $0.380 \pm 0.022$ .

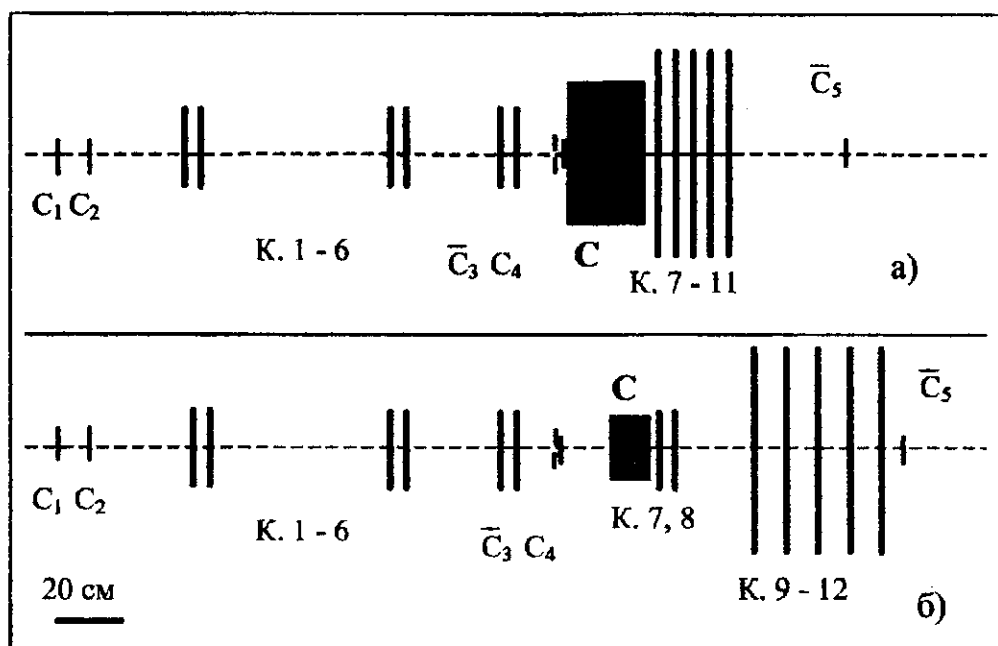
В эксперименте не использовались магнитные системы для управления ориентацией вектора поляризации пучка, что приводило к необходимости тщательно контролировать приборную асимметрию. Для этой цели проводились измерения асимметрии на пионном пучке.

### 3. Методика измерений

Метод определения анализирующей способности углерода основан на измерении азимутальной асимметрии рассеянных поляризованных протонов, угловое распределение которых описывается формулой

$$N(p, \theta, \varphi) = N_0(p, \theta) \cdot [1 + A(p, \theta) \bar{P}_b \bar{n}] , \quad (1)$$

где  $\bar{P}_b$  – поляризация пучка,  $\bar{n}$  – нормаль к плоскости рассеяния,  $\theta$ ,  $\varphi$  – полярный и азимутальный углы рассеяния,  $p$  – импульс налетающих протонов,  $A(\theta)$  – измеряемая анализирующая способность. В качестве анали-



**Рис. 3.** Схема расположения установки в горизонтальной плоскости. Представлены два варианта размещения камер для регистрации рассеянных протонов.

зирующей реакции использовался процесс, в результате которого регистрировался только один трек рассеянной заряженной частицы.

В эксперименте применялись два варианта поляриметра с различным расположением детекторов для регистрации рассеянных частиц. Схема поляриметра в горизонтальной плоскости представлена на рис. 3. Установка состоит из сцинтилляционных счетчиков и системы искровых и гибридных камер, с помощью которых осуществлялась реконструкция треков. Размеры входных камер —  $25 \times 25 \text{ см}^2$ , выходных —  $42 \times 60 \text{ см}^2$ . Точность определения координат в камерах составляет 0.3 мм. Пучок с размерами в области мишени  $8 \times 10 \text{ мм}^2$  и угловой расходимостью  $\pm 3$  мрад. и  $\pm 1.5$  мрад. регистрировался счетчиками  $C_1, C_2, C_3, C_4$ . С помощью счетчика  $\bar{C}_5$  исключались события, в которых протон рассеивался на угол меньше  $4^\circ$ , что важно для эффективной работы установки с тонким рассеивателем. Счетчики совпадений для регистрации рассеянных частиц не использовались, чтобы не вносить приборную асимметрию. Треки рассеянных частиц определялись по числу искр  $n \geq 3$ . События, в которых было найдено более одного трека, отбрасывались. Их количество составляло от 7 до 18% в зависимости от толщины рассеивателя и импульса протонов. Для отобранных одотрековых событий определялись углы рассеяния, координаты точки взаимодействия, а также точность сопряжения треков налетающей и

рассеянной частиц. Эффективность реконструкции одноканальных событий превышала 99.9 % в исследуемом диапазоне углов и контролировалась по набранному материалу более чем в 400 угловых интервалах.

На рис. 4 представлено распределение событий по углу рассеяния  $\theta$  при отключенном счетчике  $C_5$ . Из рис. 4 видно, что при углах рассеяния  $\theta < 2^\circ$  преобладает кулоновское рассеяние, в интервале углов  $2^\circ - 9^\circ$  — упругое  $pC$ -рассеяние, при  $\theta > 9^\circ$  преобладают квазиупругое рассеяние и неупругие взаимодействия. Измерения анализирующей способности можно осуществлять для углов  $\theta > 3^\circ$ . Характерные распределения событий по азимутальному углу  $\varphi$  представлены на рис. 5.

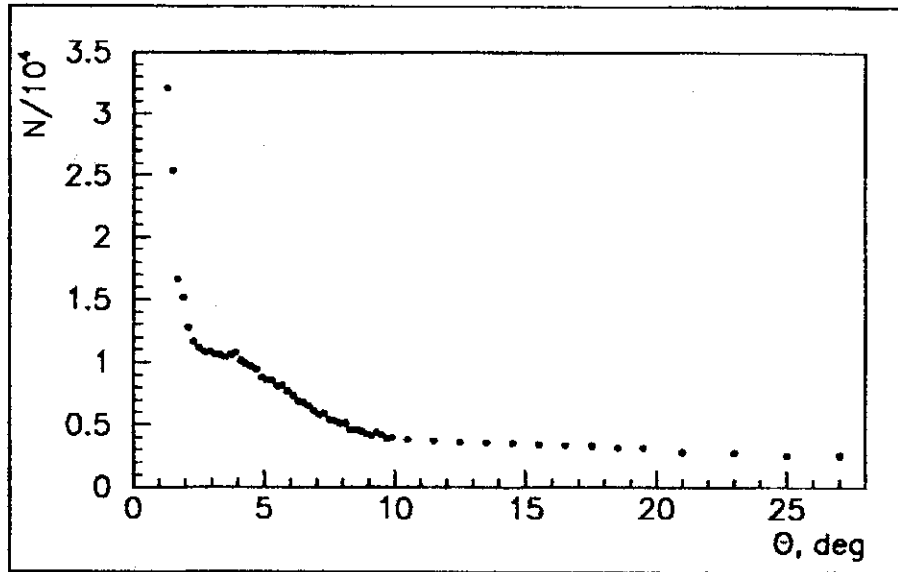
#### 4. Результаты измерений

Экспериментальные распределения событий по углу  $\varphi$  для фиксированных интервалов  $\Delta\theta$  фитировались функцией  $N \cdot [1 + \varepsilon \cdot \sin(\varphi + \varphi_0)]$ , где  $N$ ,  $\varepsilon$ ,  $\varphi_0$  — искомые параметры. Анализирующая способность  $A$  связана с величиной асимметрии  $\varepsilon$  соотношением  $A = \varepsilon/P_b$ ,  $\varphi_0$  — характеризует угол поворота спина в вертикальной плоскости от вертикального направления. Вычисленные параметры  $\varphi_0$  находятся в пределах  $0^\circ - 5^\circ$  в интервале  $\Delta\theta = 4^\circ - 20^\circ$ . Вероятно, значимое отличие  $\varphi_0$  от нуля является следствием систематических погрешностей измерений. Аналогичным образом для оценки ложной асимметрии обрабатывались события  $\pi C$ -рассеяния. Величина ложной асимметрии оказалась равной  $0.0026 \pm 0.0014$ . Результаты измерений анализирующей способности  $A(\theta)$  представлены в табл. 2 и на рис. 6.

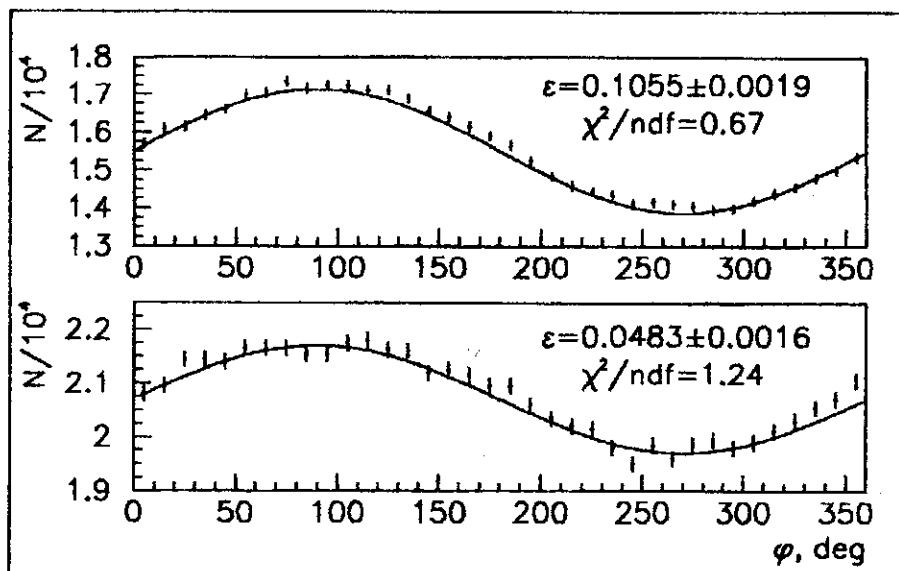
Результаты данного эксперимента при толщине углерода  $36.5 \text{ г/см}^2$  и импульсе  $1.36 \text{ ГэВ/с}$  можно сравнить с данными LAMPF [6] (рис. 6), при других импульсах — с результатами параметризации данных Saclay [2, 3] по энергии и углу рассеяния. При  $1.36 \text{ ГэВ/с}$  наблюдается хорошее совпадение данных, за исключением области углов  $6 - 10^\circ$ . При  $1.60$  и  $1.78 \text{ ГэВ/с}$  наблюдается неплохое согласие с расчетными кривыми, ход которых заметно различается в разных вариантах параметризации. При  $2.02 \text{ ГэВ/с}$  средние значения измеренной в этом эксперименте асимметрии и асимметрии по результатам параметризации [3] мало отличаются, хотя имеются отличия в зависимости асимметрии от угла. В целом, полученные результаты при толщине углерода  $36.5 \text{ г/см}^2$  удовлетворительно согласуются с результатами других работ при существующих неопределенностях в нормировке данных, составляющих 4 %.

Из рис. 6 видно, что в случае тонкого рассеивателя ( $4.9 \text{ г/см}^2$ ) вели-





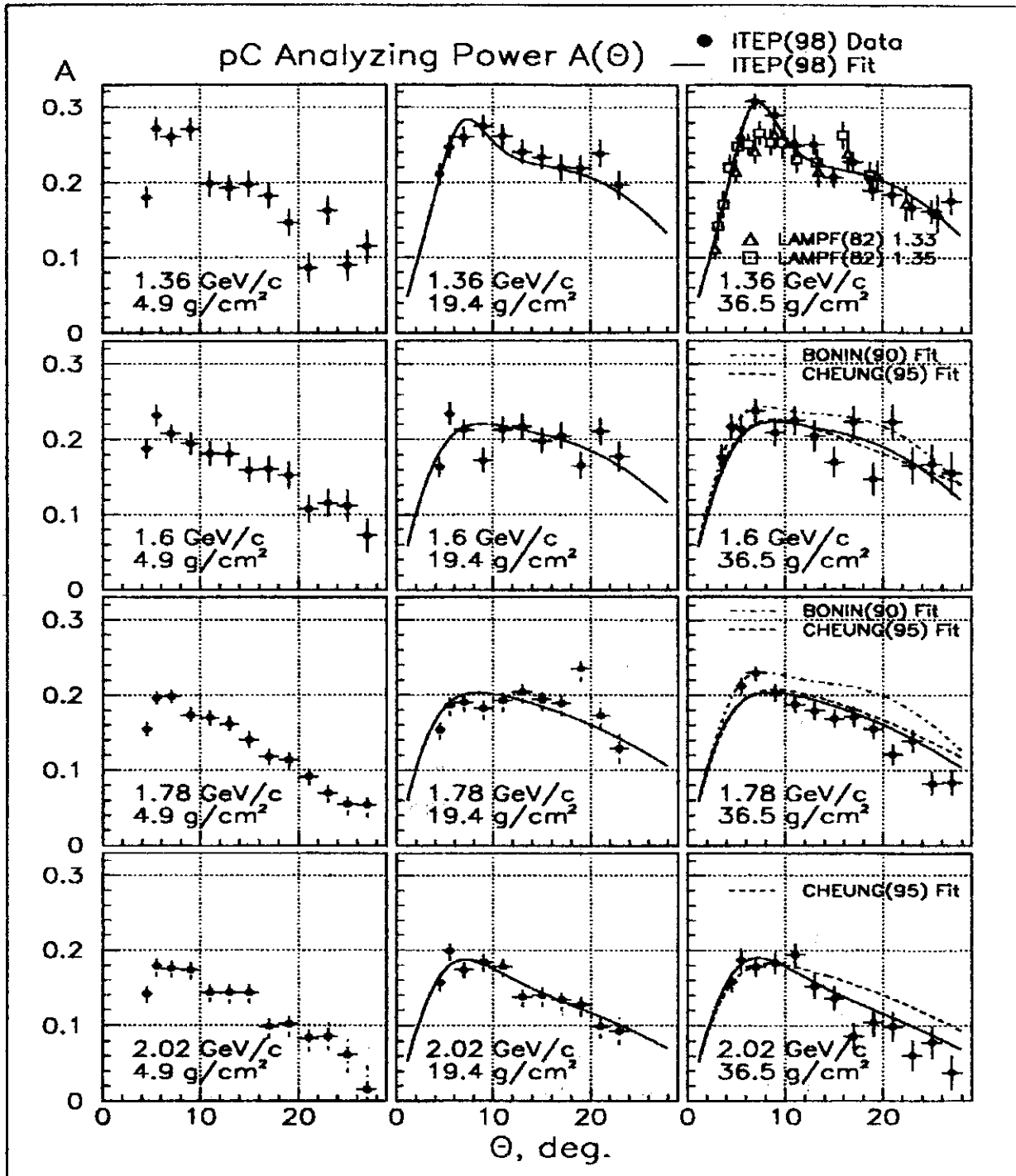
**Рис. 4.** Распределение событий по углу рассеяния  $\theta$  при отключенном счетчике  $\bar{C}_5$ . Импульс протонов — 1.36 ГэВ/с, толщина рассеивателя — 36.5 г/см<sup>2</sup>.



**Рис. 5.** Распределение событий по азимутальному углу рассеяния  $\varphi$  в интервале углов  $\theta$  от  $5^\circ$  до  $20^\circ$ . Толщина углерода — 36.5 г/см<sup>2</sup>. Верхний рисунок соответствует импульсу протонов 1.36 ГэВ/с, нижний рисунок — 2.02 ГэВ/с.

**Таблица 2.** Результаты измерений анализирующей способности углерода для импульсов налетающих протонов 1.36, 1.60, 1.78 и 2.02 ГэВ/с и толщин углеродных фильтров 4.9, 19.4, 36.5 г/см<sup>2</sup>. В результаты введены поправки на ложную асимметрию. Приведенные ошибки не включают неопределенностей в величине поляризации пучка, достигающих 4 %.

$A(\theta)$						
Интервал $\theta$ , град.	$P=1.36$ ГэВ/с			$P=1.60$ ГэВ/с		
	Толщина углерода			Толщина углерода		
	4.9 г/см <sup>2</sup>	19.4 г/см <sup>2</sup>	36.5 г/см <sup>2</sup>	4.9 г/см <sup>2</sup>	19.4 г/см <sup>2</sup>	36.5 г/см <sup>2</sup>
3-4						.177±.017
4-5	.176±.014	.211±.014		.181±.014	.164±.013	.217±.017
5-6	.266±.015	.248±.015	.260±.013	.225±.015	.234±.015	.214±.018
6-8	.255±.012	.261±.013	.308±.010	.201±.013	.213±.013	.238±.016
8-10	.265±.015	.275±.014	.289±.012	.188±.016	.173±.016	.209±.018
10-12	.193±.016	.262±.016	.250±.013	.175±.016	.213±.017	.225±.019
12-14	.187±.017	.241±.016	.251±.013	.174±.016	.217±.017	.205±.020
14-16	.192±.017	.234±.016	.207±.013	.153±.016	.198±.017	.170±.020
16-18	.177±.017	.220±.017	.227±.014	.154±.017	.205±.017	.223±.021
18-20	.141±.018	.219±.017	.190±.014	.146±.018	.166±.018	.148±.022
20-22	.081±.019	.239±.018	.184±.014	.101±.018	.211±.018	.223±.023
22-24	.157±.019	.197±.019	.167±.015	.109±.019	.178±.020	.166±.024
24-26	.084±.020		.162±.016	.105±.021		.168±.025
26-28	.109±.022		.176±.017	.065±.065		.156±.028
5-16	.233±.009	.256±.007	.268±.006	.196±.009	.209±.007	.213±.010
5-20	.219±.008	.249±.006	.257±.006	.190±.008	.204±.006	.209±.009
Интервал $\theta$ , град.	$P=1.78$ ГэВ/с			$P=2.02$ ГэВ/с		
	Толщина углерода			Толщина углерода		
	4.9 г/см <sup>2</sup>	19.4 г/см <sup>2</sup>	36.5 г/см <sup>2</sup>	4.9 г/см <sup>2</sup>	19.4 г/см <sup>2</sup>	36.5 г/см <sup>2</sup>
4-5	.147±.010	.154±.013		.134±.013	.157±.011	.158±.013
5-6	.188±.010	.186±.014	.212±.011	.171±.015	.199±.013	.187±.015
6-8	.190±.009	.190±.012	.229±.009	.168±.013	.177±.011	.178±.013
8-10	.166±.011	.182±.014	.203±.011	.166±.014	.184±.012	.183±.014
10-12	.162±.011	.193±.015	.188±.011	.136±.014	.178±.013	.194±.015
12-14	.154±.011	.204±.015	.179±.012	.136±.016	.138±.013	.152±.016
14-16	.133±.012	.194±.015	.169±.012	.136±.016	.140±.014	.136±.016
16-18	.110±.012	.189±.016	.171±.013	.091±.017	.134±.015	.086±.017
18-20	.106±.013	.235±.017	.155±.013	.094±.018	.128±.015	.104±.018
20-22	.084±.013	.173±.017	.121±.014	.076±.019	.099±.016	.099±.019
22-24	.062±.014	.129±.019	.139±.015	.078±.019	.093±.018	.061±.020
24-26	.047±.016		.082±.015	.054±.024		.078±.021
26-28	.046±.017		.084±.017	.008±.034		.038±.023
5-16	.173±.006	.191±.006	.200±.006	.153±.007	.169±.007	.174±.007
5-20	.159±.006	.196±.006	.192±.006	.141±.007	.161±.007	.159±.007



**Рис. 6.** Результаты по анализирующей способности углерода: LAMPF(82) – [6], BONIN(90) – [2], CHEUNG(95) – [3], ИТЭФ – данный эксперимент. Приведены только статистические ошибки. Величины импульсов протонов и толщины углерода указаны на рисунке. Сплошная линия – результат совместного фита данных ИТЭФ для толщин  $19.4 \text{ г}/\text{см}^2$ ,  $36.5 \text{ г}/\text{см}^2$  и данных [3].

чина анализирующей способности значительно уменьшается. Определим среднюю анализирующую способность

$$\bar{A}^S = \int_{\theta_{\min}}^{\theta_{\max}} A(\theta)w(\theta)d\theta,$$

$w(\theta)$  – весовая функция, полученная с учетом сечения, ( $\theta_{\min} = 5^\circ$ ,  $\theta_{\max} = 20^\circ$ ).  $\bar{A}^S$  непосредственно определяется в эксперименте. Отношения  $\bar{A}^S$ , усредненных по импульсам, для углерода  $19.4 \text{ г/см}^2$  и  $36.5 \text{ г/см}^2$ ,  $4.9 \text{ г/см}^2$  и  $36.5 \text{ г/см}^2$  равны  $0.986 \pm 0.017$  и  $0.858 \pm 0.017$ , соответственно. Уменьшение анализирующей способности для тонкого рассеивателя не может быть связано с увеличением среднего импульса протона в углероде на 1–1.5 % по сравнению с рассеивателем  $19.4 \text{ г/см}^2$  и с общей тенденцией уменьшения анализирующей способности с ростом энергии. Кроме того, для тонких рассеивателей заметно меняется форма углового распределения  $A(\theta)$ . Причина этого явления, возможно, может быть объяснена с помощью генерации событий методом Монте Карло с учетом кинематики неупругих процессов, перерассеяний, изменения поляризации протонов при взаимодействиях в углероде, геометрии установки и критериев отбора события.

Результаты для углерода  $19.4 \text{ г/см}^2$  и  $36.5 \text{ г/см}^2$  позволяют расширить интервал толщин рассеивателей, для которого возможна единая параметризация данных, с  $36\text{--}53 \text{ г/см}^2$  [2] до  $19\text{--}53 \text{ г/см}^2$ .

## 5. Параметризация

В поляриметрии удобно использовать эмпирическую функцию, определяющую зависимость анализирующей способности от импульса протона и угла рассеяния. В данной работе использовалась формула, принятая в работах [2, 3, 6, 7],

$$A(\theta, p_C) = \frac{ar}{1 + br^2 + cr^4} + d \cdot p_C \sin 5\theta. \quad (2)$$

В этой формуле  $r = p_C \sin \theta$ , где  $p_C$  – импульс протона в середине рассеивателя;  $a, b, c, d$  – параметры, определяемые как функции импульса:

$$\begin{aligned} a &= a_0 + a_1 p' + a_2 p'^2 + a_3 p'^3, \\ b &= b_0 + b_1 p' + b_2 p'^2 + b_3 p'^3, \\ c &= c_0 + c_1 p' + c_2 p'^2 + c_3 p'^3, \\ d &= d_0 + d_1 p' + d_2 p'^2 + d_3 p'^3, \end{aligned}$$

где  $p' = p_C - 1.7$  ГэВ/с. Для получения наиболее точного представления  $A(\theta, P_C)$  совместно фитировались результаты данного эксперимента при толщинах углерода 19.4 и 36.5 г/см<sup>2</sup> и эксперимента [3] при  $P_C = 1.40, 1.69, 1.86, 2.03$  ГэВ/с и толщине углерода 53 г/см<sup>2</sup>. Оптимальные величины параметров представлены в табл. 3.

**Таблица 3.** Оптимальные значения параметров для описания зависимости анализирующей способности углерода от импульса и угла рассеяния.

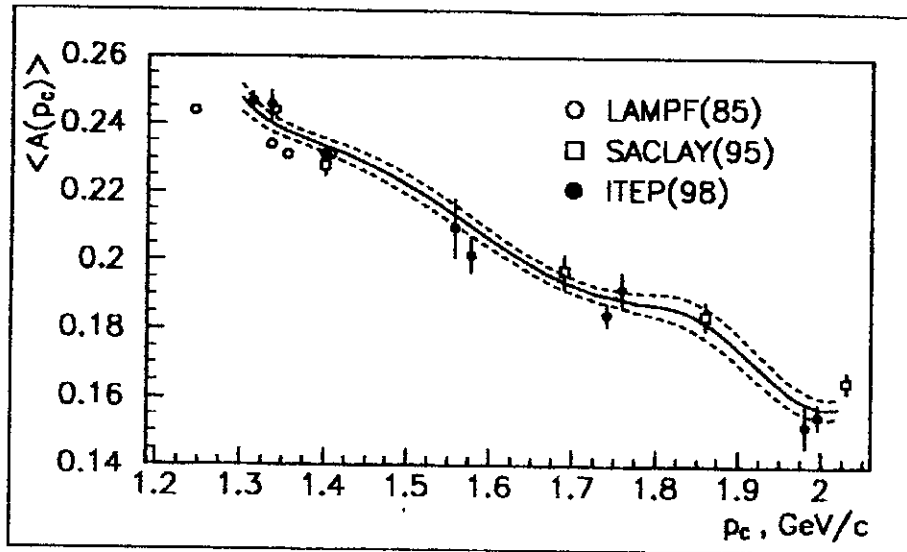
1.4 ГэВ/с < $P_C$ < 2.0 ГэВ/с, число точек 188, $\chi^2=264$				
	a	b	c	d
0	1.5158±0.0871	26.115±3.2324	48.273±19.528	0.062979±0.0060952
1	0.53040±0.7422	-14.539±32.834	-761.87±190.07	-0.28032±0.030055
2	-4.0212±1.0722	-237.54±43.083	3519.2±374.36	0.32739±0.057363
3	-6.1475±7.2129	462.32±310.53	-2287.3±2012.5	1.2765±0.2734

На рис. 6 представлены результаты данной параметризации (сплошная линия). Ширина коридора ошибок —  $\pm(2-3)$  %. Для сравнения соответствия результатов параметризации с экспериментальными данными были проведены вычисления средней анализирующей способности  $\bar{A}(p_C)$  с весовой функцией  $w(\theta) = 1$  в интервале углов  $5^\circ-20^\circ$  и соответствующего коридора ошибок, используя выражение (2) с параметрами из табл. 3. Были также рассчитаны средние значения  $\bar{A}$  при фиксированных импульсах  $p_C$  для экспериментальных данных этого эксперимента и работы [3], включенных в фитирование. Результаты расчетов представлены на рис. 7. Данные LAMPF взяты непосредственно из работы [7]. В целом, представленные данные при фиксированных импульсах находятся в неплохом соответствии с  $A(P_C)$ .

## 6. Заключение

Представленные в работе данные по анализирующей способности углерода в интервале импульсов протонов 1.35–2.02 ГэВ/с находятся в соответствии с результатами работ [2, 3, 6, 7] в рамках статистических и систематических погрешностей измерений. Результаты измерений анализирующей способности не зависят от толщины углерода в интервале толщин 19–36 г/см<sup>2</sup> и позволяют провести описание общих с экспериментом [3] данных для толщин 19–53 г/см<sup>2</sup> с расчетной погрешностью, не превышающей 3 %.

Влияние геометрии установки и критериев отбора событий на результат



**Рис. 7.** Сравнение результатов параметризации с экспериментальными данными. Кривая  $\bar{A}(p_c)$ , изображенная сплошной линией, представляет среднюю анализирующую способность в интервале углов  $5^\circ$ – $20^\circ$ .  $\bar{A}(p_c)$  и соответствующий коридор ошибок (пунктирная линия) получены интегрированием формулы (2). Точки с ошибками представляют экспериментальные результаты, усредненные в том же угловом интервале без учета сечений рассеяния: SACLAY(95) [3], ITEP(98) — данный эксперимент, LAMPF(85) [7] (взяты непосредственно из статьи).

в этой области импульсов может быть больше, чем в работах [6, 7], вследствие увеличения вклада неупругих процессов. Детальный анализ этих неопределенностей требует более высокой точности измерений.

Мы благодарны коллективу управления ускорителем ИТЭФ за прекрасное обеспечение работы на пучке.

Работа выполнена при частичной поддержке Российской государственной научно-технической программы "Фундаментальная ядерная физика".

## Литература

1. Alekseev I.G. et al. // Phys. Lett. 1995. V. B351. P.585.
2. Bonin B. et al. // Nucl. Instr. and Meth. 1990. V. A288. P. 379.
3. Cheung N.E. // Nucl. Instr. and Meth. 1995. V.A363. P. 561.
4. Вовченко В.Г. и др. // ЯФ. 1989. Т. 50. С. 1005.
5. Аношина Е.В. и др. // ЯФ. 1997. Т. 60. С. 283.
6. Ransome R.D. et al. // Nucl. Instr. and Meth. 1982. V. 201. P. 315.
7. McNaughton M.W. et al. // Nucl. Instr. and Meth. 1985. V. A241. P. 435.
8. Arndt R.A. et al. // Phys. Rev. 1995. V. C52. P. 2120
9. Horowitz C.J., Iqbal M. J. //Phys. Rev. 1986. V. C33. P. 2059.
10. McGill J.A. et al. // Phys. Lett. 1984. V. B134. P. 157.
11. Bystrickiy J. et al // Lett. Nuovo Cim. 1984. V. 40. P. 466.
12. Ohmori C. et al. // Phys. Lett. 1990. V. B234. P. 29.

---

Подписано к печати 16.02.99      Формат 60x90      1/16  
Усл.-печ.л.0,75.      Уч.-изд.л.0,5.      Тираж 101 экз.      Заказ 7.  
Индекс 3649

---

Отпечатано в ИТЭФ, П7259, Москва, Б.Черемушкинская, 25

**Индекс 3649**

**Препринт 7-99, ИТЭФ, 1999**