

индекс 3624

БФИ-697(12)-84

---

ЦЕНТРАЛЬНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
ИНФОРМАЦИИ И ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ  
ПО АТОМНОЙ НАУКЕ И ТЕХНИКЕ

---

---

И.А.КЕРОСЯН, Ж.В.ПЕТРОСЯН

ТОЧНОСТЬ ОПРЕДЕЛЕНИЯ УГЛА РОЖДЕНИЯ ЗАРЯЖЕННОЙ  
ЧАСТИЦЫ В МАГНИТНОМ ПОЛЕ ПОЛЯРИЗОВАННОЙ  
ПРОТОННОЙ МИШЕНИ

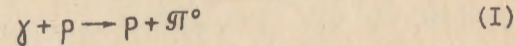


ЕРЕВАНСКИЙ ФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

ЕРЕВАН-1984

В практике постановки эксперимента с поляризованной протонной мишенью (ПМ), где вторичные заряженные частицы реакции оказываются в сильном магнитном поле, возникают определенные трудности, связанные с восстановлением кинематического угла частицы.

С этой точки зрения для планируемого нами эксперимента по измерению асимметрии  $T_y$  сечения фоторождения одиночного пиона на ПМ [1] проведено исследование точности восстановления угла протона отдачи. Схема экспериментальной установки и принцип расчета Монте-Карло для эксперимента по исследованию зависимости  $T_y(E_\gamma, \theta_{\pi^*})$  в реакции



при  $\theta_{\pi^*} = 60^\circ, 80^\circ$  и  $E_\gamma = (0,7 - 1,5)$  ГэВ описаны в работе [2].

Целесообразность проведения методического исследования по восстановлению угла рождения заряженной частицы в ходе планирования эксперимента обусловлена двумя факторами. Во-первых, при разработке методики восстановления угла протона отдачи выявляются пути улучшения его точности и вытекающие из этого

требования, предъявляемые к экспериментальной установке. Во-вторых, поскольку энергия первичного  $\gamma$ -кванта  $E_\gamma$ , при которой происходит взаимодействие, восстанавливается посредством кинетической энергии протона отдачи  $T_p$  и его угла  $\theta_p$ , то и количество измеряемых во время эксперимента точек в данном энергетическом диапазоне зависит от того, с какой точностью они определяются в эксперименте.

Точность определения кинетической энергии протона зависит от толщины сцинтиллятора и составляет  $\Delta T_p = \pm 3,2$  МэВ.

Точность определения угла отдачи обусловлена точностью восстановления его из измеренного в эксперименте угла, который содержит в себе кинематический угол протона отдачи, угол отклонения его в магнитном поле ШИМ, угол многократного рассеяния в веществе мишени и конструктивных элементов мишени. В измеренный угол входит также угловое и координатное разрешение системы многопроволочных пропорциональных камер (МПК).

При разработке методики восстановления угла протона использовались спектры протона отдачи как по начальной кинетической энергии, так и по кинетической энергии с вычетом его потерь в образце мишени, полученные ранее при расчете Монте-Карло.

Рассмотренные методики восстановления угла протона отдачи применялись к событию, являющемуся результатом моделирования условий эксперимента. Координаты точки взаимодействия этого события получают путем их равномерного розыгрыша в области пересечения пучка с мишенью, углы протона определяются их равномерным розыгрышем в диапазоне телесного охвата детектора, кинетическая энергия определяется розыгрышем спектра по начальной

кинетической энергии протонов отдачи. После учета  $dE/dx$  потерь и многократного рассеяния протона, происходящих в образце мишени, прослеживается траектория частицы до детектирующей системы. Моделирование события завершается регистрацией его в пробном счетчике, соответствующем энергии события при данной кинематике эксперимента, фиксируются его углы и координаты в МПК.

На этом этапе к зарегистрированному событию применяются две методики восстановления истинного угла протона.

В обеих процедурах восстановления угла прежде всего учитываются угловое и координатное разрешения системы МПК. Они равны соответственно  $\pm 1,5 \cdot 10^{-3}$  рад и  $\pm 0,513$  мм.

В первой методике на зарегистрированное событие накладывается магнитное поле той же величины, что и при эксперименте, но обратного направления. Под воздействием такого поля частица начинает двигаться "обратно" из детектора в мишень. Кинетическая энергия частицы определяется путем розыгрыша спектра протонов отдачи по кинетической энергии с учетом его  $dE/dx$  потерь в мишени. С этой энергией частица движется вплоть до пересечения ее траектории со стенкой мишени. Точка взаимодействия определяется путем равномерного розыгрыша координат  $x$ ,  $y$ ,  $z$  в пределах области пересечения пучка с мишенью. Кинетическая энергия протона отдачи восстанавливается посредством учета тех  $dE/dx$  потерь, которые произошли при прохождении протоном пути от стенки мишени до точки взаимодействия. Угол протона отдачи получается в результате учета многократного рассеяния на этом пути и интегрирования траектории протона до точки взаимодействия.

Восстановленный в результате такой процедуры угол и есть кинематический угол протона отдачи. Такая процедура проводится для большого числа смоделированных событий, рассматривается разность между восстановленным и разыгранным углами. По этой разности строится кривая, среднее значение которой есть поправка к восстановленному углу, а дисперсия - точность данной методики.

К этому же событию применяется вторая методика восстановления кинематического угла протона.

Предварительно область мишени, пересекающаяся с пучком, делится на сетку с шагом 1 мм. Кинетическая энергия протона изменяется с шагом 25 МэВ в области 125 - 400 МэВ, охватывающей кинематическую область исследуемой реакции (I). Вертикальный угол протона  $\psi$  изменяется в пределах  $\pm 3^\circ$  в диапазоне телесного охвата установки. При каждом значении угла  $\psi$  с шагом  $1^\circ$  для каждой кинетической энергии из узлов сетки проводится интегрирование траектории протона с учетом процессов, происходящих в мишени.

В результате такой процедуры при различных значениях  $\psi$  при каждом значении кинетической энергии имеем кривую угла отклонения протона в магнитном поле ПММ по области мишени, ее среднее значение и дисперсию. Расчеты показали, что при переходе от  $\psi = 0$  к  $\psi = 3^\circ$  среднее значение угла отклонения сдвигается в сторону меньших значений, а дисперсия сохраняется. Следовательно, для любой кинетической энергии протона можно построить кривую угла отклонения по области мишени.

После учета углового разрешения системы МПК для рассматри-

ваемого события определяются его кинетическая энергия посредством розыгрыша спектра по начальной энергии протона, среднее значение угла отклонения, ширина кривой отклонения. Среднее значение угла отклонения получается посредством розыгрыша кривой, соответствующей данной энергии и данному значению угла  $\psi$ . Истинный угол протона отдачи определяется вычитанием из угла регистрации протона в МПК мгновенного значения угла отклонения.

Строя по разности восстановленного и разыгранного углы кривые, получаем поправку к восстановленному углу и его точность.

Исследования точности восстановленного угла протона отдачи из реакции (I) проведены для энергетического спектра пробного счетчика в условиях кинематики экспериментальной установки.

Результаты исследования для спектров в каждом пробном счетчике при различных кинематических условиях эксперимента основаны на статистике в 300 событий. Полученные значения средних и дисперсий для каждого энергетического спектра по пробным счетчикам приведены в табл. 1, 2, 3, 4. Для наглядности каждому значению точности поставлено в соответствие среднее значение угла отклонения для данного пробного счетчика.

Таблица 1

$$\Theta_{\text{ст}}^* = 60^\circ; E_{\gamma} = (0,77 - 1,23) \text{ ГэВ}; T_p = (140 - 190) \text{ МэВ}.$$

Номер счетчика	Кинетическая энергия, МэВ	I методика (град)	II методика (град)
R <sub>1</sub>	145,42	-0,281±0,764	-0,576±0,713
R <sub>2</sub>	157,36	-0,283±0,734	-0,473±0,675
R <sub>3</sub>	167,59	-0,526±0,711	-0,427±0,634
R <sub>4</sub>	178,76	-0,193±0,696	-0,339±0,612
R <sub>5</sub>	188,52	-0,237±0,601	-0,326±0,605

Таблица 2

$$\Theta_{\text{ст}}^* = 60^\circ; E_{\gamma} = (1,0 - 1,5) \text{ ГэВ}; T_p = (200 - 240) \text{ МэВ}.$$

Номер счетчика	Кинетическая энергия, МэВ	I методика (град)	II методика (град)
R <sub>1</sub>	204,94	-0,202±0,619	-0,353±0,566
R <sub>2</sub>	213,87	-0,143±0,605	-0,288±0,552
R <sub>3</sub>	222,73	-0,095±0,573	-0,240±0,549
R <sub>4</sub>	231,40	-0,144±0,559	-0,211±0,511
R <sub>5</sub>	240,02	-0,096±0,533	-0,197±0,489

Таблица 3

$$\Theta_{\text{ст}}^* = 80^\circ; E_{\gamma} = (0,7 - 0,95) \text{ ГэВ}; T_p = (160 - 226) \text{ МэВ}$$

Номер счетчика	Кинетическая энергия, МэВ	I методика (град)	II методика (град)
R <sub>1</sub>	186,39	-0,044±0,699	-0,240±0,633
R <sub>2</sub>	195,60	-0,034±0,605	-0,196±0,591
R <sub>3</sub>	205,17	-0,045±0,644	-0,196±0,605
R <sub>4</sub>	214,07	-0,010±0,574	-0,097±0,547
R <sub>5</sub>	222,81	-0,064±0,631	-0,140±0,564

Таблица 4

$$\Theta_{\text{ст}}^* = 80^\circ; E_{\gamma} = (0,85 - 1,2) \text{ ГэВ}; T_p = (250 - 310) \text{ МэВ}.$$

Номер счетчика	Кинетическая энергия, МэВ	I методика (град)	II методика (град)
R <sub>1</sub>	258,91	0,026±0,547	-0,077±0,516
R <sub>2</sub>	266,65	0,052±0,512	-0,027±0,485
R <sub>3</sub>	274,40	0,004±0,511	-0,069±0,489
R <sub>4</sub>	281,87	-0,001±0,513	-0,014±0,467
R <sub>5</sub>	289,31	0,037±0,548	-0,117±0,505
R <sub>6</sub>	296,52	0,014±0,486	-0,010±0,472
R <sub>7</sub>	303,78	0,020±0,494	-0,021±0,470

Как видно из таблиц, при обеих методиках с увеличением энергии частицы уменьшается ошибка восстановления угла.

Сравнение результатов двух методик показывает, что при от-  
личии в поправке к восстановленному углу, ошибка в обеих мето-  
диках практически совпадает, даже в случае применения второй  
методики она несколько меньше. Однако вторая методика обладает  
существенным преимуществом относительно первой. Она заключает-  
ся в значительной экономии счетного времени на ЭВМ, позволяю-  
щей сократить время обработки экспериментальных данных после  
проведения эксперимента примерно в 50 раз.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Деркач А.Я., Карнаухов И.М., Луханин А.А. и др. Протонная поляризованная мишень ХФТИ со сверхпроводящей магнитной системой. Препринт ХФТИ 78-47, Харьков, 1978.
2. Керопян И.А., Петросян Ж.В. Расчет методом Монте-Карло эксперимента по измерению асимметрии сечения фоторождения  $\pi^0$ - мезона на поляризованной протонной мишени. Препринт ЕФИ-627(17)-83, Ереван, 1983.

Рукопись поступила 15 ноября 1983 г.